młody TECHNIK
Istnieje od 1932 roku

Science fiction w „Młodym Techniku”
Paweł Majka: Lista grzechów poślednich

nr 4. kwiecień 2025
www.mlodytechnik.pl

Tu przejrzysz i kupisz ten numer

NEWS 24/7 przeglądaj codziennie na swoim smartfonie

młody m.technik

Ciekawi świata są zawsze młodzi

KOSMICZNE ROZSTAJE

PRZESTRZEŃ LEKKĄ NAM NIE BĘDZIE

ISSN 0462-9760 Indeks 365408
cena: 14,90 zł (w tym 8% VAT)

Sieci neuronowe typu transformer, część 2
Mechanizmy uwagi

Zaprenumeruj „Młodego Technika”, a w prezencie otrzymasz wydanie specjalne „Kocham Szachy”, Sezon 1 oraz zniżkę prenumeratora na kolejne edycje serii!

W prenumeracie **20%** taniej

Prenumerata

oszczędzasz 20% • cieszysz się darmową dostawą • subskrypcję online dostajesz GRATIS!

Zaprenumeruj Młodego Technika, a zawsze dostaniesz najnowszy numer wprost do Twojej skrzynki!
Cena rocznej prenumeraty drukowanej (12 numerów) wynosi 143,00 zł.

Zamów prenumeratę na www.UlubionyKiosk.pl

prenumerata@avt.pl | AVT-Korporacja sp. z o.o. ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa | rachunek bankowy: 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013

Temat okładkowy

Co po ISS – na orbicie i poza nią? Czy program Starship zakończy się sukcesem? Kiedy powrócimy na Księżyc? Czy polecimy na Marsa? Odpowiedzi na te pytania nie są jasne.

Lekko nie jest, ale cierpliwość czasem daje kosmiczną satysfakcję

O tym, że kosmos to nie bułka z masłem, przekonał się niedawno Elon Musk, który musiał przełknąć szok po niespodziewanej eksplozji swojej wielkiej rakiety Starship. Po serii sukcesów, udanych startach, w których następował postęp, misja za misją, rakieta niespodziewanie wybuchła, wciąż nie wiadomo dlaczego, przynajmniej opinia publiczna nie wie.

Krąży mnóstwo pogłosek o tym, że NASA wycofa się z projektu budowy rakiety SLS, która miała być środkiem transportowym dla programu powrotu misji załogowych na Księżyc. Nie eksplodowała wprawdzie, ale jest koszmarnie droga. Pisaliśmy w MT już ponad rok temu, że jeden start SLS kosztuje ok. miliarda dolarów.

Nikt nie wątpi, że kosmos to nie bułka z masłem

O ostatnich niepowodzeniach misji i projektów eksploracji kosmosu można by długo pisać, od spektakularnej wpadki Boeinga z cieknącą kapsułą w ubiegłym roku, przez co na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej utknęli astronauci, którzy mieli wrócić po tygodniu na Ziemię, przez serię kraks lądowników księżycowych, po wybuchy chińskich prototypów rakiet, które są wprawdzie przez tamtejszą cenzurę ukrywane, ale da się znaleźć w sieci amatorskie nagrania tych katastrof.

Są też sukcesy. Czasem takie, które przychodzą z opóźnieniem, po wielu problemach, jak udany lot wielkiej rakiety New Glenn firmy Blue Origin Jeffa Bezosa. Jaśnieją na tle natłoku trudności piętrzących się przed eksploratorami przestrzeni kosmicznej. Napawają nadzieją, że wprawdzie lekko i łatwo nie jest, ale wytrwałość i ciężka praca w końcu są w kosmosie wynagradzane.

Obserwatorzy podboju przestrzeni kosmicznej są przyzwyczajeni, że wszystko w tej dziedzinie trwa dłużej, jest trudniejsze i kosztowniejsze, niż na początku się wydawało. Krąży opinia, że jesteśmy w naszej kosmicznej historii w punkcie, w którym trzeba podjąć decyzję – co dalej. Co z programem księżycowym, czy dać sobie z nim spokój, jak sugeruje Musk chcący skupić się na Marsie, jak zastąpić ISS, co począć z państwowymi agencjami kosmicznymi, których niewydolność i wysokie koszty są coraz wyraźniej widoczne.

Na pytania te trzeba będzie odpowiedzieć, jeśli jeszcze nie dziś, to raczej wcześniej niż później.

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

Spis treści

Temat numeru: Kosmiczne rozstaje. Przestrzeń lekką nam nie będzie

26 • Co po ISS – na orbicie okołoziemskiej i poza nią? Stacje orbitalne i kolejowe
34 • Technika napędowa wciąż kosmiczną kulą u nogi. Czy da się szybciej?
39 • Gabinet planetarnych osobliwości. Światy z puchu, pary i wiatru
45 • Nikt nie obiecywał, że eksploracja przestrzeni będzie łatwizną. Kosmos to nie bułka z masłem

Technika

8 Info Zoom
16 Dodaj do obserwowanych

Horyzonty mgłą spowite
17 • Projekt Stargate, AI i inne technologie w walce z rakiem. Czy sztuczna inteligencja da nam szczepionki na nowotwory?
20 • By nie pęczniały, szybko się ładowały, i niosły jak najdalej. Ogniwa przyszłości
22 • Nadprzewodnictwo nie tam, gdzie do tej pory szukaliśmy. Kolejne starcie z tarciem
53 Nasi idole – liderzy innowacji: Młoda, zdolna, piękna i bogata – Melanie Perkins
56 Sztuczna inteligencja: Generowanie obrazu na domowym komputerze

m.technik

60 e-Technologie: Konkurencja AI dla Google i Binga. Odpowiadarka zamiast wyszukiwarki?

Fantastyka naukowa w „Młodym Techniku"

64 Lista grzechów poślednich

Szkoła

66 Chemia inna niż w szkole: Drugie życie plastiku, część 2
70 Fizyka bez granic: Ile lodu stopi globalne ocieplenie?
72 MT studiuje: Inżynieria biomedyczna
74 Matematyka z ludzką twarzą: Do Lizbony przez Stambuł i Alaskę
79 Pomysły genialne, zwariowane i takie sobie

Klub i Szkoła Wynalazców
80 • Szkoła Wynalazców – dozwolone do lat 15
81 • Klub Wynalazców – bez ograniczeń wieku
82 • Vademecum Młodego Wynalazcy
85 Sieci neuronowe typu transformer, część 2. Narodziny mechanizmów uwagi, enkoder transformera – tokenizacja BPE, kodowanie pozycji w zdaniu, zanurzenie word2vec, obliczanie relacji uwagi, uwaga wielotorowa

Odkryj historię wynalazków
92 • Mosty i wiadukty
96 • Klasyfikacja mostów

Hobby

97 Akademia audio: Współczesne wzmacniacze stereofoniczne, część 1

2 Prenumerata
3 Od wydawcy
6 Listy
63 Sędziwy Technik – 100 lat temu prasa pisała

W tym wydaniu MT m.in.:

- **Horyzonty mgłą spowite: Czy sztuczna inteligencja da nam szczepionki na nowotwory?** Amerykański projekt Stargate AI ma m.in. pomóc w stworzeniu szczepionki mRNA na raka.
- **Nasi idole: Melanie Perkins** – Młoda, zdolna, piękna i bogata.
- **eTechnologie: Odpowiadarka zamiast wyszukiwarki?**

Miesięcznik „Młody Technik" (12 numerów w roku) wydawany przez Wydawnictwo AVT

Adres wydawnictwa:
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. 22 257 84 99, faks: 22 257 84 00, e-mail: avt@avt.pl, http://www.avt.pl

Redaktor Naczelny:
Mirosław Usidus
e-mail: miroslaw.usidus@mt.com.pl

Asystent Redaktora Naczelnego:
Anna Cember
e-mail: anna.cember@mt.com.pl

Redaktor Wydania:
Wojciech Marciniak

DTP:
MAD Sp.z o.o.

Konsultacja graficzna:
Małgorzata Jabłońska

Kontakt z redakcją:
e-mail: mt@mt.com.pl
http://www.mlodytechnik.pl
http://facebook.com/magazynMlodyTechnik

Dział Reklamy:
e-mail: reklama@mt.com.pl

Prenumerata:
www.ulubionykiosk.pl
tel. 22 257 84 22 (godz. 10:00–14:00)
e-mail: prenumerata@avt.pl

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treści reklam i ogłoszeń zamieszczonych w numerze

eprasa.pl f94bd886de

25

Kosmiczne rozstaje

Przestrzeń lekką nam nie będzie

Eksplozje rakiet, awarie, problemy sond księżycowych, niesłabnące wyzwania i harmonogramy kosmiczne przeciągające się w nieskończoność. Eksploracja kosmosu, działania prywatnych firm kosmicznych w świetle narastania konkurencji, technicznych problemów, rozbieżnych wizji i oczekiwań, wydaje się komplikować. Kosmos to nie bułka z masłem.

eprasa.pl 1946d886de

Coś Cię poruszyło? Chcesz podzielić się z Redakcją i Czytelnikami MT swoją opinią, wiedzą, komentarzem?
Wyślij e-mail na adres: **redakcja@mt.com.pl** lub list na adres: **ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa**.

List miesiąca

Technologie wojskowe

Szanowna Redakcjo,

z dużym zainteresowaniem śledzę na łamach Państwa czasopisma dyskusje dotyczące kierunków rozwoju nowoczesnych technologii wojskowych. W kontekście waszej publikacji na temat możliwego końca okrętów podwodnych, jakie znamy w obliczu dynamicznie zmieniającego się teatru działań morskich, chciałbym zaproponować własną analizę zjawiska, które może fundamentalnie przekształcić doktryny marynarek wojennych na świecie – domniemanego zmierzchu ery klasycznych okrętów podwodnych i ich potencjalnego zastąpienia przez systemy bezzałogowe oraz mniejsze, wyspecjalizowane jednostki.

Przez dekady, szczególnie od czasów zimnej wojny, duże okręty podwodne stanowiły strategiczny fundament morskiego odstraszania nuklearnego oraz kluczowy element projekcji siły. Jednostki takie jak amerykańskie okręty klasy Ohio, rosyjskie Borej czy brytyjskie Vanguard, z ich potencjałem przenoszenia rakiet balistycznych, były gwarantem równowagi strategicznej. Jednocześnie, wielozadaniowe okręty klasy Virginia, Yasen czy Suffren zapewniały zdolności ofensywne, wywiadowcze i wsparcia operacji specjalnych.

Jednak liczne czynniki wskazują, że era dominacji tych platform może dobiegać końca. Główna przyczyna tej transformacji to przede wszystkim ewolucja w systemach wykrywania i śledzenia. Tradycyjną przewagą okrętów podwodnych była ich niewykrywalność. Jednakże postęp w technologiach detekcji podwodnej dramatycznie zmienia tę sytuację. Rozwijane są m.in.: zaawansowane sieci hydroakustyczne, coraz gęstsze i bardziej czułe, zdolne do wykrywania nawet najcichszych jednostek, technologie niewodne, szczególnie satelitarna detekcja anomalii magnetycznych, termicznych oraz zmian właściwości wody, systemy lidarowe montowane na platformach powietrznych, zdolne do penetracji wody na znaczne głębokości i systemy detekcji wykorzystujące zjawiska kwantowe, potencjalnie umożliwiające wykrywanie zakłóceń pola grawitacyjnego. W takim środowisku duże okręty podwodne stają się coraz bardziej narażone na wykrycie, co podważa ich fundamentalną przewagę operacyjną.

Inną kwestią jest ekonomika eksploatacji. Współczesne okręty podwodne to jedne z najbardziej złożonych systemów wojskowych, o ogromnych kosztach produkcji i utrzymania. Amerykański okręt typu Virginia kosztuje ponad 3,4 miliarda dolarów, brytyjski Astute około 2 miliardów funtów. Dodając koszty szkolenia wysoko wykwalifikowanych załóg, utrzymania infrastruktury i zabezpieczenia logistycznego, otrzymujemy ogromne obciążenie budżetowe nawet dla najbogatszych państw. W sytuacji gdy prawdopodobieństwo wykrycia i neutralizacji takich platform rośnie, stosunek efektywności do kosztów staje pod znakiem zapytania. Pojawia się pytanie: czy inwestycja miliardów w pojedynczą jednostkę jest uzasadniona, jeśli może ona zostać zneutralizowana przez systemy wielokrotnie tańsze?

Odpowiedzią na powyższe wyzwania może być koncepcja rozproszonego systemu podwodnego opartego na autonomicznych bezzałogowych pojazdach podwodnych (UAV) – mniejszych, tańszych, operujących w grupach, modułowych miniaturowych okrętach podwodnych z minimalną załogą lub całkowicie autonomicznych, stacjonarnych węzłach sensorycznych rozlokowanych strategicznie na dnie oceanów, nawodnych dronach współpracujących z systemami podwodnymi

Taka architektura oferuje liczne przewagi, np. redundancję systemową – neutralizacja pojedynczych elementów nie eliminuje całości potencjału. Ważna jest również ekonomika skali – produkcja seryjna mniejszych jednostek pozwala na obniżenie kosztów jednostkowych. Znaczenie ma oczywiście minimalizacja ryzyka dla personelu – redukcja lub eliminacja załóg zmniejsza ryzyko strat ludzkich. Bonusem jest elastyczność operacyjna – możliwość szybkiej rekonfiguracji sił w zależności od zadania

Transformacja ta napotyka jednak istotne wyzwania. Występują ograniczenia łączności podwodnej – autonomiczne platformy muszą działać przez długi czas bez kontaktu z operatorami. Kolejne wyzwania to zastrzeżenia prawne i etyczne związane z użyciem autonomicznych systemów uzbrojenia. Podatność na walkę elektroniczną i cyberataki, a także problemy z długotrwałym zasilaniem jednostek bezzałogowych – te względy też trzeba brać pod uwagę

Najbardziej prawdopodobny scenariusz to stopniowa transformacja, w której przez dekady będziemy obserwować współistnienie zredukowanej liczby

eprasa.pl f94bd886de

Społeczność MT komunikuje się na Facebooku **www.facebook.com/magazynMlodyTechnik**
Spotkasz tam swoich znajomych i poznasz wielu fajnych ludzi.

klasycznych okrętów podwodnych, szczególnie przenoszących broń strategiczną, większą liczbę mniejszych, konwencjonalnych okrętów podwodnych o wyspecjalizowanych funkcjach, rosnącą flotę bezzałogowych systemów podwodnych różnej wielkości i integrowane systemy nawodne i podwodne działające w sieciach

Świat podwodnych systemów wojskowych przechodzi fundamentalną transformację. Nie oznacza to natychmiastowego zniknięcia klasycznych okrętów podwodnych, ale raczej ewolucję w kierunku mieszanych architektur, gdzie duże jednostki będą współpracować z rozproszonymi systemami autonomicznymi. Dla państw aspirujących do pozycji morskich mocarstw oznacza to konieczność strategicznego przemyślenia programów rozwojowych i inwestycyjnych.

Z wyrazami szacunku,

Tomasz Kałwa
specjalista ds. technologii obronnych

Pozaziemskie habitaty

Do napisania listu do MT zainspirowała mnie rozmowa z Leszkiem Orzechowskim zajmującym się projektowaniem i symulacja życia w pozaziemskich obiektach na waszych łamach. Myślę, że w ostatnich latach, dzięki postępom w technologii i nauce, marzenia o zamieszkaniu poza Ziemią stają się coraz bardziej realne.

Księżyc, będący najbliższym sąsiadem Ziemi, jest naturalnym kandydatem do pierwszych prób kolonizacji pozaziemskiej. Jego powierzchnia oferuje wiele wyzwań, ale także możliwości. Jednym z głównych problemów jest brak atmosfery, co oznacza, że habitaty muszą być szczelnie zamknięte i chronione przed promieniowaniem kosmicznym. Obiecującą koncepcją jest również wykorzystanie naturalnych formacji księżycowych, takich jak tunele lawowe, które mogą zapewnić naturalną ochronę przed promieniowaniem i ekstremalnymi temperaturami. Niezależnie od przyjętego rozwiązania, wyzwaniem pozostaje zapewnienie hermetyczności, odporności na mikrowycieki oraz możliwości rozbudowy modułowej. Wykorzystanie lokalnych materiałów, takich jak regolit, może być kluczowe dla budowy trwałych struktur. Technologie druku 3D pozwalają na tworzenie skomplikowanych i wytrzymałych konstrukcji, które mogą służyć jako mieszkania, laboratoria czy magazyny.

Mars, ze swoją atmosferą i warunkami bardziej zbliżonymi do ziemskich, jest kolejnym celem dla kolonizacji. Budownictwo na Marsie wymaga jednak uwzględnienia specyficznych wyzwań, takich jak niskie temperatury, burze piaskowe i promieniowanie. Habitaty na Marsie muszą być zaprojektowane tak, aby zapewnić odpowiednią izolację termiczną i ochronę przed warunkami atmosferycznymi. Wykorzystanie marsjańskiego regolitu do produkcji betonu może być kluczowe dla budowy trwałych struktur. Ponadto, rozwój technologii hydroponicznych i aeroponicznych pozwoli na uprawę roślin w zamkniętych środowiskach, co jest niezbędne dla długoterminowego przetrwania kolonii.

Asteroidy, choć mniej popularne jako cele kolonizacji, oferują unikalne możliwości. Ich niska grawitacja i bogactwo surowców mogą być kluczowe dla przyszłych misji kosmicznych. Budowa habitatów na asteroidach wymaga jednak zupełnie innego podejścia. Konstrukcje muszą być lekkie, a jednocześnie wytrzymałe, aby wytrzymać ekstremalne warunki kosmiczne. Wykorzystanie technologii samoreplikujących robotów może być kluczowe dla budowy i utrzymania takich struktur. Ponadto, asteroidy mogą służyć jako bazy wypadowe dla dalszych misji kosmicznych, oferując miejsce do przechowywania surowców i paliwa.

Życie i praca w pozaziemskich habitatach wiąże się z wieloma wyzwaniami, zarówno technologicznymi, jak i psychologicznymi. Izolacja, ograniczona przestrzeń i brak kontaktu z Ziemią mogą wpływać na zdrowie psychiczne kolonistów. Dlatego kluczowe jest zapewnienie odpowiednich warunków życia, takich jak dostęp do świeżego powietrza, wody i żywności. Technologie recyklingu i oczyszczania wody oraz powietrza będą niezbędne dla utrzymania zdrowia i komfortu mieszkańców. Ponadto rozwój systemów komunikacji pozwoli na utrzymanie kontaktu z Ziemią, co jest kluczowe dla wsparcia psychologicznego.

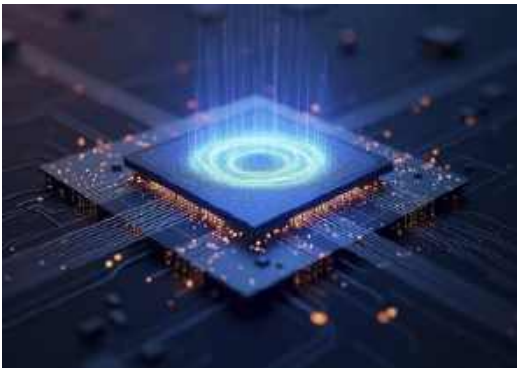
Rozwój technologii budownictwa pozaziemskiego stwarza możliwości nie tylko dla eksploracji kosmicznej, ale również dla innowacji na Ziemi. Technologie recyklingu, efektywnego zarządzania zasobami, miniaturyzacji systemów oraz druku 3D rozwijane na potrzeby habitatów kosmicznych znajdują zastosowanie w architekturze zrównoważonej, budownictwie modułowym oraz w regionach o ekstremalnych warunkach klimatycznych.

Dzięki postępom w technologii marzenia o zamieszkaniu poza Ziemią stają się coraz bardziej realne. Wyzwania związane z budową i utrzymaniem takich struktur są ogromne, ale jednocześnie oferują niesamowite możliwości dla przyszłych pokoleń. Mam nadzieję, że ten list przyczyni się do dalszej dyskusji na ten temat i zachęci Państwa do publikacji artykułów związanych z pozaziemskimi habitatami.

Gracjan Chebda
Domaniew

eprasa.pl f94bd886de

UWAGA! Działa 24-godzinny (24/7) serwis newsowy na smartfony i tablety mlodytechnik.pl/news



OPTOELEKTRONIKA

Komputer optyczny o zegarze stu gigaherców

W całości oparty na obwodach optycznych komputer o taktowaniu jednostek przetwarzających przekraczającym 100 GHz zaprezentował zespół badawczy z California Institute of Technology (Caltech). Urządzenie bazuje na implementacji rekurencyjnej sieci neuronowej i wykorzystuje impulsy laserowe do przetwarzania danych. Kluczowym elementem jest optyczna wnęka, która pełni funkcję pamięci i warstwy obliczeniowej, umożliwiając recyrkulację i manipulację sygnałami świetlnymi z niespotykaną dotąd prędkością.

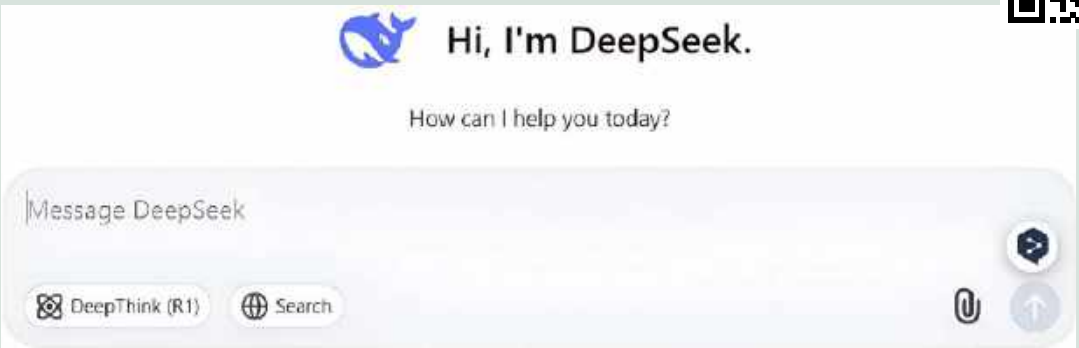
Tradycyjne komputery zderzyły się z fundamentalnymi ograniczeniami związanymi z maksymalną prędkością taktowania zegara procesorów, które zatrzymały się na poziomie około 5 GHz na początku XXI wieku. Z powodów fizycznych barier i limitów dalszy postęp stał się trudny do osiągnięcia. Konstrukcja Caltechu przezwycięża te problemy, dzięki czemu może potencjalnie wykonywać zadania takie jak klasyfikacja sygnałów, prognozowanie szeregów czasowych i generowanie obrazów z niespotykaną dotąd wydajnością.

Komputer tego typu mógłby zrewolucjonizować szybką telekomunikację, pozwolić na ultraszybkie obrazowanie i wesprzeć rozwój generatywnej sztucznej inteligencji, zwłaszcza w połączeniu z ulepszonymi bramkami logicznymi. Ponadto pojazdy autonomiczne mogą polegać na tej technologii przy podejmowaniu decyzji w ułamku sekundy, co dodatkowo zwiększy niezawodność autonomicznych pojazdów elektrycznych. Specjaliści jednak przyznają, że skalowanie komputerów optycznych do poziomu konsumenckiego będzie wyzwaniem. ■

Ogromny rozgłos towarzyszył premierze nowego modelu i chatbota AI mało dotychczas znanej chińskiej firmy DeepSeek. Wersja oznaczona R1 w zestawie testów porównawczych miała wyprzedzać znane modele firm z Doliny Krzemowej, takie jak Llama 3.1 firmy Meta, GPT-4o firmy OpenAI i Claude Sonnet 3.5 firmy Anthropic, pod względem dokładności, począwszy od rozwiązywania złożonych problemów po matematykę i kodowanie. W pierwszej fali komentarzy podkreślano, że narzędzie chińskie przewyższa najlepsze amerykańskie, mimo że są budowane taniej i przy użyciu mniej wydajnych chipów H800 firmy NVIDIA, przy czym miało zająć to zaledwie dwa miesiące i kosztować jedynie sześć milionów dolarów (NVIDIA w ciągu kilku godzin po tych doniesieniach gwałtownie straciła prawie 600 mld USD wartości na giełdzie, co po kilkunastu dniach odbudowała). W dodatku chiński model został udostępniony za darmo jako open source. Kolejne dni przynosiły weryfikację wszystkich tych rewelacji. Po kolei okazywało się, że prawie

24 konie mechaniczne mocy może osiągnąć koń – tak wynika z badań rzeczywistej mocy tych zwierząt przeprowadzonych w 1993 roku.

eprasa.pl f94bd886de



SZTUCZNA INTELIGENCJA

DeepSeek: chińska eksplozja, opamiętanie i coraz więcej wątpliwości

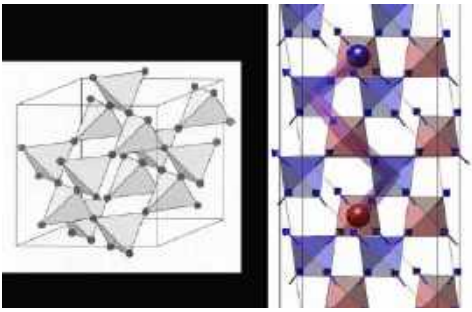
wszystko, co głoszono na temat DeepSeek przy premierze, jest przesadą lub wprost dezinformacją.

Po pierwsze, analitycy branżowi zaczęli szacować, że łączna wartość inwestycji DeepSeek w sprzęt komputerowy raczej przekroczyła 500 mln dolarów a pewnie była znacznie większa, niż 6 milionów. Kwota 6 mln USD obejmuje jedynie wstępne szkolenie GPU – bez uwzględnienia kosztów badań, rozwoju, przygotowania danych i konserwacji sprzętu. Ponadto specjaliści uważają, że powstanie modelu R1, z ponad 670 miliardami parametrów nie jest możliwe bez tysięcy najbardziej zaawansowanych kart NVIDIA H100. Ta wersja jest objęta restrykcjami i oficjalnie Chińczycy nie mogą z nich korzystać. Jeśli więc je zdobyli i używali, to ze zrozumiałych względów się tym nie chwalą. Po kilku dniach od eksplozji zainteresowania chińskim narzędziem, amerykańska firma OpenAI oświadczyła, że ma dowody na to, że chińska firma DeepSeek nielegalnie wykorzystała jej modele do szkolenia swojej sztucznej inteligencji.

DeepSeek, jak się szybko okazało, jest ogromnym zagrożeniem dla prywatności i bezpieczeństwa danych użytkowników. Eksperci szybko wykryli fundamentalne luki w zabezpieczeniach. W wywiadzie udzielonym „Financial Times", dyrektor generalny Arm, Rene Haas, powiedział, że dostęp do DeepSeeka w USA i być może w innych krajach zachodnich zostanie „zamknięty", najprawdopodobniej z powodów politycznych, ponieważ DeepSeek, podobnie jak zablokowany niedawno w USA TikTok, jest firmą z Chińskiej Republiki Ludowej. Chiński chatbot został zablokowany w amerykańskim Kongresie, w Pentagonie, w NASA w wielu firmach. We Włoszech wszczęto dochodzenie w sprawie możliwych naruszeń prywatności i europejskich przepisów GDPR przez chińską platformę, która jest blokowana i zakazywana także w wielu innych krajach. Największy niepokój budzi potencjalny wyciek danych do chińskich czynników państwowych. ■

171 razy w ciągu ostatnich 71 milionów lat nastąpiła zamiana ziemskich biegunów magnetycznych. Uczeni uważają, że kolejna zamiana powinna już nastąpić i jest nawet opóźniona.

eprasa.pl f94bd886de



NOWE MATERIAŁY

Metal, który prawie nie rozszerza się, gdy rośnie temperatura

Zmieniając swój rozmiar jedynie o około jedną dziesięciotysięczną procenta na kelwin w zakresie temperatur przekraczającym 400 kelwinów, materiał zwany magnesem pirochlorowym, opracowany przez badaczy z Uniwersytetu Technicznego w Wiedniu oraz Uniwersytetu Nauki i Technologii z Pekinu, jest rekordowym osiągnięciem w tej dziedzinie poszukiwań.

Stop, o którym mowa w publikacji na łamach „National Science Review", składa się z cyrkonu, niobu, żelaza i kobaltu. Zespół badawczy przeprowadził skomplikowane symulacje komputerowe, które pozwoliły na analizę zachowania materiałów magnetycznych na poziomie atomowym w warunkach podwyższonej temperatury. Okazało się, że efekt ten wynika z pewnych zmian stanu elektronów wraz ze wzrostem temperatury, co powoduje zmniejszenie uporządkowania magnetycznego w materiale i kompensuje zwykłą rozszerzalność cieplną.

Zachowanie magnesu pirochlorowego pod wpływem zmiany temperatury ma związek z faktem, że nie ma idealnej struktury sieci, która zawsze powtarza się dokładnie w ten sam sposób. Skład materiału nie jest taki sam w każdym miejscu, jest niejednorodny. Niektóre obszary zawierają nieco więcej kobaltu, inne nieco mniej. Różne podsystemy różnie reagują na zmiany temperatury. Pozwala to na zbalansowanie materiału w taki sposób, że ogólna rozszerzalność temperaturowa jest prawie dokładnie zerowa. Nowy materiał ma potencjał w zastosowaniach, w których trzeba się mierzyć z ekstremalnymi wahaniami temperatury lub w precyzyjnych technikach pomiarowych, czyli w lotnictwie, kosmonautyce lub w precyzyjnych komponentach elektronicznych. ■

HUMANOIDY

Tańczący robot uczy się, patrząc na ruchy człowieka

Na Uniwersytecie Kalifornijskim w San Diego zaprojektowano robota humanoidalnego, który potrafi nauczyć się tańczyć walca, naśladując ruchy swojego ludzkiego partnera. Robot, zasilany przez zaawansowany model sztucznej inteligencji o nazwie ExBody2, został przeszkolony na podstawie danych z nagrań ruchu ludzi. W przeciwieństwie do innych podobnych konstrukcji, które wymagają nowych zestawów treningowych do nauki nowych ruchów, jest bardziej elastyczny, co może przyspieszyć proces szkolenia i obniżyć koszty.

Aby stworzyć swojego tańczącego robota, zespół naukowców najpierw zaprojektował model AI, który został przeszkolony w symulowanym środowisku za pomocą uczenia przez wzmacnianie. Model ten został następnie zintegrowany ze sprzętem, czyli dwunożnymi robotami Unitree G1. W rezultacie powstał robot humanoidalny, który potrafi płynnie wykonywać zróżnicowany wachlarz ruchów, chodzić, unikać przeszkód, kucać i tańczyć, naśladując człowieka.

Udostępnione przez twórców filmy pokazują, jak porusza się na świeżym powietrzu, rysuje okręgi rękami, kuca, zadaje ciosy i oczywiście tańczy. Na demonstracjach widać, jak członek zespołu badawczego wykonuje początkowe ruchy. Po sekundzie opóźnienia robot wiernie naśladuje jego ruch. ■

Prezentacja możliwości nowego robota z Uniwersytetu Kalifornijskiego: https://youtu.be/sE4cEfhVOdE

eprasa.pl f94bd886de

TŁUMACZE AI

Bariery językowe coraz bardziej nie istnieją

Użytkownicy otrzymali w ostatnim okresie całą serię narzędzi pozwalających na tłumaczenie mowy „na żywo", czyli swobodne rozmawianie pomiędzy osobami nieposługującymi się tymi samymi językami. Produkty takie oferują wielkie firmy, ale również startupy takie jak Talo AI, który oferuje dodatek do aplikacji do wideokonferencji, np. Zoom i Google Meet, który tłumaczy rozmowy w czasie rzeczywistym. Obecna wersja Talo AI obsługuje 32 języki, a kolejne ponad 100 języków jest w fazie rozwoju.

Meta, macierzysta firma Facebooka, Instagrama i WhatApp, ogłosiła wprowadzenie nowego rozwiązania nazwanego SEAMLESSM4T, które, według zapewnień firmy, niemal natychmiastowo tłumaczy słowa wypowiedziane w 101 językach na 36 innych. W przeciwieństwie do tradycyjnych tłumaczy AI, które najpierw przekształcają mowę w tekst, a następnie tłumaczą go i zamieniają z powrotem na mowę, SEAMLESSM4T działa bezpośrednio na mowie, czyli danych dźwiękowych, dzięki czemu proces tłumaczenia ma być szybszy i dokładniejszy. System nie tylko radzi sobie z mową, ale również potrafi tłumaczyć tekst na tekst oraz tekst na mowę i odwrotnie. Pierwsze informacje o SEAMLESSM4T pojawiły się jeszcze w 2023 roku, jednak zespół Meta cały

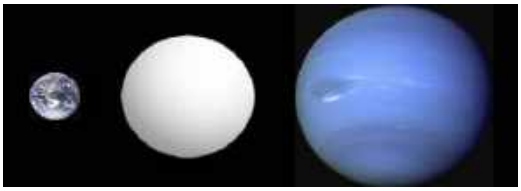
czas pracuje nad jego rozwojem, dodając obsługę kolejnych języków i poprawiając jakość tłumaczeń. Najnowsza publikacja naukowa na ten temat ukazała się na początku 2025 r. w „Nature".

Urządzenia i programy tłumaczące rozmowy w czasie rzeczywistym nie są nowym rozwiązaniem. Prace i kolejne wersje różnego rodzaju gadżetów i algorytmów tłumaczących rozwijane są od lat. Na przykład tłumaczenie „real time" jest jedną z podstawowych funkcji Galaxy AI, sztucznej inteligencji firmy Samsung wbudowanej w smartfony linii Galaxy, zwłaszcza modele z wyższej półki, takie jak najnowsze wersje Galaxy S25. ■

eprasa.pl f94bd886de

BADANIA KOSMOSU

Egzoplaneta, jakiej jeszcze nie było



Nowy rodzaj planety, który nie tylko nie ma odpowiednika w naszym Układzie Słonecznym, ale w ogóle zdaje się tworzyć całkiem nową klasę egzoplanetarną, odkryli astronomowie z Uniwersytetu Arizony i Narodowego Obserwatorium Astronomicznego Japonii na podstawie danych dostarczonych przez kosmiczny teleskop Webba. Według publikacji w „The Astrophysical Journal Letters" planeta nazywana Enaiposha, znana również jako GJ 1214 b, krąży wokół czerwonego karła oddalonego o około 47 lat świetlnych od Ziemi. Wcześniej uważano ją za mini-Neptuna, jednak nowe obserwacje przeprowadzone za pomocą JWST sugerują, że planeta ta jest bardziej podobna do Wenus, ale znacznie większa.

Na podstawie odkrycia wysunięto sugestie, że Enaiposha jest pierwszym znanym przedstawicielem zupełnie nowej kategorii planet, którą określa się jako „super-Wenus". Została odkryta w 2009 roku i od tego czasu jest jedną z najczęściej badanych egzoplanet. Jej masa i promień plasują się pomiędzy Ziemią a Neptunem. Z danych obserwacyjnych wynika, że ma znaczną atmosferę. Planety w tej kategorii masowej zazwyczaj dzielą się na dwie grupy: super-Ziemie, czyli większe od Ziemi planety skaliste, które mogą mieć atmosfery bogate w wodór, i mini-Neptuny z gęstszymi atmosferami, bogatymi w wodór i hel, które mogą mieć płynne oceany na powierzchni.

Oparte na danych JWST badania wykazały, że atmosfera Enaiposhy może zawierać duże ilości dwutlenku węgla, podobnie jak atmosfera Wenus. Teleskopowe obserwacje wskazują, że światło gwiazdy przechodzące przez atmosferę planety jest zmieniane przez obecność dwutlenku węgla. To odkrycie może dostarczyć cennych informacji na temat innych podobnych egzoplanet w naszej Galaktyce i pomóc w lepszym zrozumieniu ich składu i właściwości. Scenariusz, który najlepiej pasuje do obserwacji, zakłada, że Enaiposha ma atmosferę zdominowaną przez metale na niższych wysokościach i zawierającą stosunkowo niewielkie ilości wodoru. Na większych wysokościach atmosfera jest gęsta od aerozoli, a także CO_2. Odkrycia te muszą zostać zweryfikowane, gdyż na razie to jedyny przypadek tej klasy planet. ■

BADANIA ORBITALNE

Chiny opanowały niskoenergetyczną fotosyntezę w kosmosie

Chińscy astronauci na pokładzie stacji kosmicznej Tiangong przeprowadzili, jak podają chińskie źródła, udane eksperymenty generowania tlenu i paliwa rakietowego za pomocą sztucznej fotosyntezy. Technika ta pozwala na przekształcanie dwutlenku węgla i wody w tlen oraz węglowodory, które mogą być używane w produkcji paliwa rakietowego.

Było to możliwe dzięki zastosowaniu półprzewodnikowych katalizatorów w urządzeniu wytwarzającym oprócz tlenu także etylen, który może być używany w procesach produkcji paliwa. Według chińskiego komunikatu, eksperymenty obejmowały na orbicie m.in. konwersję dwutlenku węgla w temperaturze pokojowej, precyzyjną kontrolę przepływu gazu i cieczy w warunkach mikrograwitacji oraz wysokoczułe wykrywanie produktów reakcji w czasie rzeczywistym.

Osiągnięcie to może mieć znaczenie dla przyszłych misji kosmicznych, w tym załogowych lądowań na Księżycu planowanych przez Chiny przed 2030 rokiem. Wcześniejsze eksperymenty związane z fotosyntezą na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) pozwoliły na praktyczne wykorzystanie tej techniki do produkcji tlenu dla astronautów. Jednak używana tam technika jest bardzo energochłonna. Jeśli zdolność do wydajnej produkcji tlenu i innych składników przy niskiej temperaturze, zbliżonej do pokojowej, w chińskiej metodzie się potwierdzi, to może być znaczący przełom. ■

eprasa.pl f94bd886de

LOTNICTWO

Boom bez bumu

Prototyp naddźwiękowego samolotu XB-1 firmy Boom Supersonic przekroczył w testowym locie po raz pierwszy prędkość dźwięku, co jest kamieniem milowym w tym sensie, że to pierwszy raz dla konstrukcji „prywatnej", niebędącej owocem projektów na poziomie rządowym, jak znane historycznie samoloty naddźwiękowe. Innym ważnym osiągnięciem była znacząca redukcja hałasu. Według przedstawicieli firmy maszyna nie wygenerowała „huku naddźwiękowego" (ang. „sonic boom") w momencie przekraczania bariery prędkości dźwięku. Zmniejszenie poziomu hałasu jest, wedle powszechnych opinii, warunkiem powrotu samolotów naddźwiękowych do lotnictwa cywilnego.

Testy odbywały się nad pustynią Mojave, a XB-1 wznosił się w swoich lotach na pułap powyżej 10 tysięcy metrów. Poziom hałasu był mierzony podczas lotów za pomocą układu mikrofonów i innych czujników. Inżynierowie Boom Supersonic w kolejnych testach wykorzystali techniki tzw. obrazowania Schlierena. Wizualizacje te, wykonane przez fotografów na poziomie gruntu w precyzyjnych warunkach, szczegółowo opisują zmiany gęstości powietrza wokół samolotu, w tym wszelkie naddźwiękowe fale uderzeniowe.

Oblatana maszyna jest prototypem w skali jednej trzeciej, mającym na celu zademonstrowanie rozwiązań aerodynamicznych, które mają zostać zastosowane w Overture, planowanym docelowym komercyjnym samolocie naddźwiękowym firmy Boom Supersonic, mającym zabierać na pokład od 64 do 80 pasażerów na trasach międzykontynentalnych i międzynarodowych z prędkościami dochodzącymi do 1,7 Ma, czyli dwa razy szybciej niż współczesne samoloty poddźwiękowe. Postępy projektu firmy Boom Supersonic są od lat opisywane na łamach „Młodego Technika". ■

2500 lat ma księga przechowywana w bułgarskim muzeum, składająca się z sześciu stron pokrytych 24-karatowym złotem z etruskim pismem, uchodząca za najstarszą zachowaną do dziś książkę.

eprasa.pl f94bd886de

RECYKLING

Plastik degradujący się w wodzie morskiej i w glebie

W japońskim centrum badań materiałowych RIKEN (CEMS) zespół badaczy pod kierownictwem Takuzo Aida opracował nowy rodzaj tworzywa sztucznego, którego najważniejszą cechą jest to, że ulega degradacji w wodzie morskiej. Jak zapewniają naukowcy, nowy materiał jest tak samo wytrzymały jak konwencjonalne plastiki.

W swoim nowym badaniu Aida i jego zespół skupili się na rozwiązaniu problemu degradacji, sięgając po tzw. plastiki supramolekularne, polimery o strukturach utrzymywanych przez odwracalne interakcje. Nowe plastiki powstały poprzez połączenie dwóch jonowych monomerów, które tworzą mostki solne, zapewniające wytrzymałość i elastyczność. W początkowych testach jeden z monomerów służył jako dodatek do żywności, pod nazwą heksametafosforan sodu, a drugi to jeden z kilku monomerów opartych na jonach guanidyny. Oba monomery mogą być metabolizowane przez bakterie, co zapewnia biodegradowalność.

Kluczowym odkryciem było stworzenie nieodwracalnych mostków solnych. Po zmieszaniu dwóch monomerów w wodzie badacze zaobserwowali dwie oddzielone ciecze. Jedna była gęsta i lepka, zawierająca ważne strukturalne mostki solne, podczas gdy druga była wodnista i zawierała jony soli. Ostateczny plastik, alkil SP_2, powstał przez wysuszenie materiału. Naukowcy zbadali jego zdolność do recyklingu i biodegradacji. Po rozpuszczeniu w słonej wodzie udało im się odzyskać 91 proc. heksametafosforanu i 82 proc. guanidyny w postaci proszku, co wskazuje, że recykling jest łatwy i wydajny. W glebie arkusze nowego plastiku uległy całkowitej degradacji w ciągu 10 dni, dostarczając glebie fosforu i azotu, które są składnikami sztucznych nawozów. ■

FIZYKA

Wyładowanie jak po sznurku

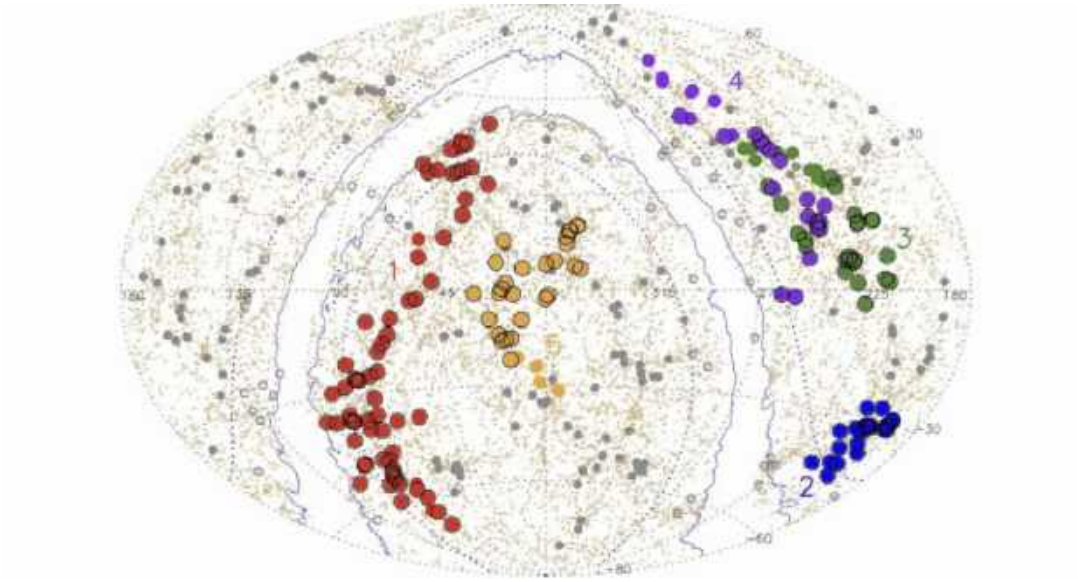
Zespół badawczy z Europy i Kanady opracował nową metodę sterowania iskrą elektryczną w powietrzu za pomocą fal ultradźwiękowych. Wyładowania elektryczne w takich środowisku mają normalnie chaotyczny, losowy charakter. Dopiero przewody i obwody pozwalają kontrolować przepływy prądu elektrycznego.

Naukowcy z fińskiego Uniwersytetu Helsińskiego, hiszpańskiego Publicznego Uniwersytetu Nawarry i Uniwersytetu Waterloo z Kanady zademonstrowali sposób na prowadzenie iskier elektrycznych przez powietrze, tak by omijały przeszkody i trafiały w konkretne miejsca na powierzchni materiału, nawet jeśli nie jest to przewodnik elektryczny. Kluczem do tego osiągnięcia jest wykorzystanie ultradźwięków, które tworzą obszary w powietrzu o ciśnieniu wystarczająco silnym, by mogły w nim lewitować lekkie obiekty. Ultradźwięki nie popychają bezpośrednio iskry elektrycznej, ale kształtują jej ścieżkę. Gdy ta powstaje, ogrzewa otaczające ją powietrze, które rozszerza się i zmniejsza swoją gęstość. Może być sterowana przez pulsacje ultradźwiękowe o precyzyjnie zaplanowanym kształcie, które sprawiają, że cieplejsze powietrze o mniejszej gęstości jest kierowane pożądana ścieżką.

Technikę tę testowano, używając dwóch pierścieni emitujących ultradźwięki, otaczających punkt, w którym za pomocą transformatora Tesli generowana jest iskra. Po włączeniu ultradźwięków plazma przekształca się z kształtu przypominającego drzewo w pojedynczą linię, która może być kierowana za pomocą fizycznego przechylania pierścienia lub dostosowywanie mocy poszczególnych emiterów w pierścieniu. Badacze kierowali strugę plazmową tak, by trafiała w konkretne elektrody i unikała innych. Potencjalnie opanowanie tej techniki sterowania iskrą ma wielkie znaczenie w elektrotechnice. ■

Demonstracja techniki sterowania wyładowaniem elektrycznym za pomocą ultradźwięków: https://youtu.be/O2-vrixoiHE

eprasa.pl f94bd886de



ASTRONOMIA

Największa znana struktura kosmiczna

Największą strukturę we Wszechświecie, nazwaną Quipu, która ma długość ponad 1,3 miliarda lat świetlnych, opisano w publikacji na łamach pisma „Astronomy and Astrophysics". Zespół jej odkrywców twierdzi, że łączna masa obiektów na nią się składających w grupach gromad galaktyk i supergromad jest równa dwustu kwadrylionom mas Słońca.

Quipu i inne cztery superstruktury odkryte przez badaczy zawierają 45 proc. gromad galaktyk, 30 proc. galaktyk, 25 proc. materii i zajmują 13 proc. objętości znanego Wszechświata. Hans Bohringer z Instytutu Maxa Plancka, który jest głównym autorem publikacji, wraz z kolegami z zespołu zidentyfikowali Quipu i cztery inne superstruktury w zakresie odległości od 130 do 250 megaparseków. W ramach badań, znanych pod nazwą Cosmic Large-Scale Structure in X-rays (CLASSIX) Cluster Survey, wykorzystali do tego emitujące światło rentgenowskie gromady galaktyk.

Superstruktury, takie jak Quipu, są tak masywne, że podważają nasze teorie ewolucji Wszechświata. Pozostawiają ślad na mikrofalowym tle kosmosu (CMB), które jest promieniowaniem reliktowym z Wielkiego Wybuchu i kluczowym dowodem na poparcie teorii zakładającej taki początek Wszechświata. Grawitacja superstruktur zmienia rozkład tego tła, powodując fluktuacje w CMB. Superstruktury mogą również wpływać na wartość mierzonej stałej Hubble'a, która opisuje tempo rozszerzania się Wszechświata. Galaktyki oddalają się od siebie z powodu ekspansji, jednak mają one również lokalne prędkości, zwane prędkościami osobliwymi lub ruchami strumieniowymi. Duża masa superstruktur wpływa na te ruchy i zniekształca pomiary stałej Hubble'a. ■

35 liter ma w języku polskim słowo „hippopotomonstroseskwippedaliofobia", które oznacza lęk przed długimi wyrazami.

eprasa.pl f94bd886de

Dodaj do obserwowanych

KOSMOS

◆ Asteroida 2024 YR4 o rozmiarach szacowanych w przedziale od 40 do 90 metrów może z prawdopodobieństwem wynoszącym 1,3 procent uderzyć w Ziemię w 2032 roku, ostrzegła Międzynarodowa Sieć Ostrzegania o Asteroidach (IAWN), zaś szanse na impakt wyliczono w laboratorium JPL NASA i centrum NEOCC agencji europejskiej ESA. ◆ Zespół astronomów z Uniwersytetu Yale pod kierownictwem Priyamvady Natarajana zaproponował nową kategorię rozmiarów czarnych dziur, które określane miałyby być mianem „ultramasywnych" i dotyczyłyby obiektów o masach co najmniej dziesięć tysięcy razy większych niż kategoria supermasywnych czarnych dziur, definiowanych jako obiekty przekraczające masę Słońca co najmniej dziesięć milionów razy. ◆

CYBERBEZPIECZEŃSTWO

◆ Firma Mastercard ogłosiła plan wyeliminowania do 2030 r. z kart płatniczych 16-cyfrowego numeru w celu wyeliminowania kradzieży tożsamości i nieuprawnionego korzystania z kart, przy czym numery te mają zostać zastąpione technikami tokenizacyjnymi zaczerpniętymi z rozwiązań kryptowalutowych i uwierzytelnianiem biometrycznym. ◆ Grupa hakerska znana pod nazwą GamaCopy zainicjowała nowy typ ataków phishingowych na osoby i instytucje w Rosji, polegający na podszywaniu się pod operacje rosyjskich hakerów – w znanym przypadku była to grupa Gamaredon, która jak się uważa, wykonuje rozkazy rosyjskiej służby bezpieczeństwa FSB. ◆

ENERGIA

◆ W publikacji na łamach czasopisma „Joule" chińscy naukowcy twierdzą, że udało im się opracować nową klasę ogniw termogalwanicznych wykorzystywanych do chłodzenia (obniżających temperatury za pomocą procesu elektrochemicznego zamiast tradycyjnych procesów znanych z chłodziarek), która cechuje się 70 proc. większą wydajnością niż poprzednio znane ogniwa termogalwaniczne. ◆ Według publikacji zespołu uczonych, która ukazała się na łamach „Journal of The Electrochemical Society", elektrody wykonane z jednolitych kryształów, które są znacznie bardziej odporne na odkształcenia mechaniczne i pękanie, mogą utorować drogę do bardziej trwałych akumulatorów w pojazdach elektrycznych, oferując, jak twierdzą badacze, nawet do dwudziestu tysięcy cykli ładowania/rozładowania i zwiększenie przebiegu nawet do ośmiu milionów kilometrów na akumulator. ◆

SZTUCZNA INTELIGENCJA

◆ Według doniesień Nikkei Asia, firma OpenAI planuje zbudowanie nowego urządzenia sprzętowego skoncentrowanego na sztucznej inteligencji, które miałoby „zastąpić smartfony", a jej szef, Sam Altman, ujawnił w rozmowie z serwisem, że istnieje plan współpracy z Jonym Ive'em, otoczonym legendą twórcą wyglądu kultowych gadżetów Apple. ◆ Indie wkrótce opracują własny model generatywnej sztucznej inteligencji, mający konkurować z globalnymi platformami, takimi jak ChatGPT i DeepSeek – ogłosił minister rządu Indii Ashwini Vaishnaw. ◆ Badacze z chińskiego Uniwersytetu Fudan wykorzystali modele AI firm Meta i Alibaba, by zbadać, czy samoreplikująca się sztuczna inteligencja może powielać się sama i rozmnażać poza kontrolą, i okazało się, że oba modele AI stworzyły oddzielne i działające repliki samych siebie odpowiednio w 50 i 90 proc. przypadków, co zdaniem naukowców sugeruje, że sztuczna inteligencja może już mieć zdolność do wymykania się spod kontroli. ■

M.U.

Która z informacji działu „Dodaj do obserwowanych" zrobiła na Tobie największe wrażenie?
Napisz: redakcja@mt.com.pl

1. Prezydent Trump ogłasza start projektu Stargate w towarzystwie szefów Softbanku, Oracle i OpenAI

Projekt Stargate, AI i inne technologie w walce z rakiem

Czy sztuczna inteligencja da nam szczepionki na nowotwory?

Ogłoszony przez prezydenta Donalda Trumpa zaledwie kilka dni po inauguracji projekt Stargate AI ma m.in. pomóc w stworzeniu szczepionki mRNA na raka. Mówił o tym Larry Ellison, prezes Oracle, jednej z firm zaproszonych przez amerykańską administrację do zarządzania gigantycznym przedsięwzięciem (**1**).

W ramach projektu budowy infrastruktury sztucznej inteligencji, który nazwano Stargate, prezydent ze wsparciem prywatnych firm chce zainwestować 500 miliardów dolarów w rozwój sztucznej inteligencji, co miałoby umożliwić m.in. opracowanie szczepionek na raka. Motyw dążenia do nowych metod walki z nowotworami był jednym z najsilniej podkreślanych, obok „utworzenia stu tysięcy nowych miejsc pracy", aspektów Stargate. Cytowany Ellison w swojej wypowiedzi przy okazji prezentacji Stargate wyjaśniał, jaki to ma związek: „Wczesne wykrywanie raka można przeprowadzić za pomocą badania krwi, a przy użyciu sztucznej inteligencji do badania krwi można wykryć nowotwory znacznie efektywniej. Skuteczną szczepionkę, szczepionkę mRNA, można wyprodukować robotycznie, ponownie

eprasa.pl f94bd886de

przy użyciu sztucznej inteligencji, w ciągu około 48 godzin".

Analiza danych z badań i wczesne wykrywanie

Cokolwiek będzie dla onkologii oznaczał Stargate, warto zwrócić uwagę, że historycznie już od dość dawna próbuje się podejść z narzędziami AI do walki z nowotworami (**2**). Osiem lat temu zainicjowano projekt IBM Watson Oncology, technikę przetwarzania języka naturalnego danych, która, według specjalistów, nie udowodniła jak do tej pory swojej wartości, choć nie oznacza to jeszcze, że projekt zakończył się porażką.

Przykładem, który określa się jako sukces, są rozwiązania startupu Triomics, wykorzystującego generatywną sztuczną inteligencję do optymalizacji i dopasowywania badań klinicznych za pomocą ekstrakcji danych, w tym nieustrukturyzowanych danych klinicznych w celu identyfikacji pacjentów spełniających kryteria kwalifikacji do badań onkologicznych. Dzięki zautomatyzowaniu procesu analizy pozyskanych podczas wizyt pacjentów, Medical College of Wisconsin Cancer Center znacznie zmniejszyło, jak twierdzi, obciążenie personelu badawczego, pozwalając na diagnozowanie większej liczby pacjentów pod kątem kierowania ich na dalsze badania. Od czasu wdrożenia platformy 72 proc. skierowań na badania opartych jest tam na wskazaniach sztucznej inteligencji. Wyniki tego wdrożenia zostały niedawno opisane w „Nature Digital Medicine".

2. Jak AI wyobraża sobie wykorzystanie AI w poszukiwaniu sposobu na raka

Innym godnym uwagi przykładem jest rozwiązanie firmy Tempus AI, która wykorzystuje swoje multimodalne zasoby danych i możliwości sztucznej inteligencji do integracji danych genomicznych i obrazowych z dokumentacją kliniczną. Tempus, jak zapewnia, dąży do tego, aby każdy pacjent mógł skorzystać z danych zdobytych na wcześniejszych przypadkach. Firma współpracuje z wieloma ośrodkami onkologicznymi, doskonaląc swoje narzędzia i rozbudowując bazę wiedzy.

Jak się okazuje, także indyjski startup PredOmix z siedzibą w Gurugram opracował opartą na AI technikę badania krwi, która może wykryć ponad trzydzieści rodzajów nowotworów zarówno u mężczyzn, jak i kobiet, z 98-procentową dokładnością. Opatentowane już rozwiązanie nazywa się OncoVeryx-F i łączy metabolomikę (badanie małych cząsteczek) ze sztuczną inteligencją w celu identyfikacji sygnatur sygnałów metabolicznych różnych nowotworów w jednym teście. Dzięki zastosowaniu algorytmów big data charakterystyczne dla raka sygnatury metabolitów można dokładnie wyodrębnić. Test OncoVeryx-F został po raz pierwszy wprowadzony na rynek w 2022 roku. Jak się okazało, potrafi identyfikować główne nowotwory złośliwe specyficzne dla kobiet w jednym badaniu krwi – piersi, szyjki macicy i jajnika. Obecnie wykrywa także raka trzustki, nerki, wątroby, mózgu, żołądka, płuc, przełyku, jamy ustnej, prostaty i mięsaki. Aby przetestować technologię, przeprowadzono badanie terenowe z wykorzystaniem próbek krwi pobranych od ponad czterech tysięcy pacjentów z różnych regionów geograficznych Indii. Firma twierdzi, że wyniki były „doskonałe", a dokładność bardzo wysoka. Firma rozpoczęła również badania kliniczne z udziałem ponad 10 tys. osób w Indiach w celu potwierdzenia pierwszych wyników.

AI coraz lepsza w zadaniach rozpoznania i szkolenia organizmu

„Szczepionka na raka" (**3**) to jednak zupełnie inny poziom niż przetwarzanie danych i wsparcie w diagnozach. „Twierdzenie, że pracujemy nad szczepionką, która będzie zapobiegać nowotworom do końca życia, brzmi jak coś z *Gwiezdnych wojen*", mówił w 2022 r. w jednej z wypowiedzi w mediach Robert Vonderheide, dyrektor Abramson Cancer Center w instytucie Penn Medicine. „Ale nie jest to koncepcja, która jest całkowicie niezbadana".

eprasa.pl/f94bd886de

Koncepcja szczepienia na nowotwór nie jest czymś całkiem nowym. Na przykład szczepionki przeciwko wirusowi brodawczaka ludzkiego (HPV) w sporej mierze zapobiegają rakowi szyjki macicy poprzez zwalczanie szczepów HPV, które powodują wzrost guza. Jednak większość typów nowotworów nie jest wywoływana przez wirusy. Tym, czego się najbardziej w tej dziedzinie poszukuje, jest znalezienie sposobu na wyszkolenie organizmu do rozpoznawania komórek nowotworowych. Ulepszenia w dziedzinie dokładności i szybkości sekwencjonowania genetycznego pozwalają na lepszy wgląd w mechanizm rozrostu komórek nowotworowych. Nowe terapie mogą też uczyć układ odpornościowy wyszukiwania i niszczenia komórek nowotworowych.

Do tej pory jednak te metody immunoterapii koncentrowały się głównie na pacjentach z zaawansowaną chorobą, która rozprzestrzeniła się już w ich ciałach, a szczepionki ukierunkowane na komórki nowotworowe były zazwyczaj ostatnią deską ratunku w walce z chorobą. Tego rodzaju terapeutyczne szczepionki przeciwnowotworowe nadal są rozwijane, ale ich ograniczona skuteczność, a także coraz głębsza wiedza o czynnikach genetycznych stojących za wzrostem raka, sprawiły, że pomysł szczepionki, która mogłaby faktycznie zapobiegać rakowi, staje się obecnie bardziej realistyczny.

Idea, podobnie jak w przypadku szczepionki przeciwko chorobom zakaźnym, polega na zidentyfikowaniu w jak największym stopniu tego, co jest obce, ma charakter inwazyjny i groźny w guzie i stworzeniu szczepionki, która byłaby ukierunkowana na walkę precyzyjnie ze zidentyfikowanymi intruzami. Łatwiej to jednak powiedzieć, niż zrobić, i przez lata był to słaby punkt takiej strategii. To się ostatnio zmienia, bo coraz bardziej zaawansowane analizy składu genetycznego komórek nowotworowych dostarczają dokładniejszych wskazówek, które białka na powierzchni tych komórek mają związek z rozwojem raka, a które nie. To tu właśnie rosnącą rolę odgrywa AI ze swoim potencjałem wydajnego przetwarzania wielkich zasobów danych. Uzbrojeni w wiedzę pochodzącą z tych analiz naukowcy mają większe szanse na przeszkolenie ludzkich układów odpornościowych w rozpoznawaniu i celowaniu w owe „obce" markery nowotworowe, całkiem tak jak w przypadku nowego wirusa, czyli mielibyśmy szczepionkę, której poszukujemy.

Radioterapia błyskawiczna

Warto dodać, że innowacje technologiczne w onkologii nie opierają się tylko na sztucznej inteligencji. Na początku roku media poinformowały o opracowaniu innowacyjnego podejścia do leczenia nowotworów, zwanego radioterapią błyskawiczną, lub z angielska „flash". Ultraszybka metoda leczenia raka dostarcza do tkanki nowotworowej promieniowanie w czasie krótszym niż sekunda, czyli znacznie krócej niż w tradycyjnej radioterapii, która zazwyczaj polega na naświetlaniu guzów przez kilka minut w wielu sesjach. Ta stara metoda, choć skuteczna, często uszkadza zdrową tkankę otaczającą nowotwór, szczególnie w obszarach wrażliwych, takich jak mózg. Radioterapia błyskawiczna dostarcza za to ultrawysokie dawki promieniowania w milisekundach, celując w guzy z niespotykaną dotychczas precyzją, oszczędzając zdrowe komórki.

3. Szczepionka zapobiegająca nowotworom – wizualizacja © AI

Po raz pierwszy zademonstrowała tę ultraszybką metodę na początku 2010 roku i wykazała jej skuteczność w badaniach na zwierzętach uczona z uniwersytetu w Lozannie, Marie-Catherine Vozenin. Eksperymenty wykazały, że „flash" eliminuje guzy i znacznie zmniejsza szkodliwe skutki uboczne, takie jak upośledzenie funkcji narządów lub opóźnienia rozwojowe. Ultraszybkie podejście pozwala onkologom na stosowanie wyższych dawek promieniowania, zwiększając szanse na zniszczenie uporczywych nowotworów. Jak się okazało, najlepiej do błyskawicznej radioterapii nadaje się protonoterapia. Protony wnikają głęboko w ciało, dzięki czemu idealnie nadają się

eprasa.pl f94bd886de

do leczenia narządów wewnętrznych bez wpływu na pobliskie zdrowe tkanki. Jednak naukowcy badają również alternatywy, takie jak elektrony i jony węgla, aby rozszerzyć zakres zastosowań.

Trwają już badania technik „flash" na ludziach. Obiecujące są rezultaty leczenia nią nowotworów z przerzutami i złożonych guzów, takich jak glejaki i nawracające nowotwory głowy i szyi. Jednak przeszkodą na drodze do upowszechnienia tej metody jest dostępność. Terapie błyskowe wymagają zaawansowanych akceleratorów cząstek, które są duże i kosztowne – na świecie jest jedynie czternaście obiektów zdolnych do ich uruchomienia.

Innym aspektem ekspansji nowej techniki, głównie sztucznej inteligencji, w onkologii i generalnie medycynie, jest podkreślana przez wielu ekspertów konieczność opracowania precyzyjnych ram etycznych jej użycia. Przejrzystość, odpowiedzialność i sprawiedliwość – do tego należy, ich zdaniem, dążyć w dziedzinie medycznych zastosowań AI. Wielu niepokoi perspektywa niewłaściwego użycia danych, możliwe naruszenia prywatności i inne problemy, które, jak dobrze wiadomo, są nieodłącznie związane z nowymi technologiami, nie tylko AI. ■

Mirosław Usidus

By nie pęczniały, szybko się ładowały, i niosły jak najdalej

Ogniwa przyszłości

Gdy trwają poszukiwania lepszej techniki ogniw chemicznych, przychodzi wiadomość o tym, że centrum badawcze NASA w Glenn opracowało innowacyjny system baterii mechanicznych oparty na… starym dobrym kole zamachowym i zasadzie żyroskopu (**1**). Czyżby to miała być alternatywa dla powszechnych obecnie ogniw litowo-jonowych o wciąż niezadowalających parametrach?

1. Opracowana przez NASA bateria z kołem zamachowym

System magazynowania energii z kołem zamachowym to jednak chyba tylko ciekawostka do specyficznych zastosowań na orbicie, gdyż główny nurt poszukiwań skupia się jednak na ogniwach chemicznych. Na przykład armia Stanów Zjednoczonych pracuje nad nową generacją baterii dla żołnierzy, które byłyby zintegrowane z ich wyposażeniem i nie stanowiły zbyt wielkiego obciążenia na polu walki. Nazywa się to Conformal Wearable Battery (CWB).

W ramach programu opracowano kamizelki dla żołnierzy z ogniwami SiMaxx firmy Amprius z krzemowo-anodowymi akumulatorami o ultrawysokiej gęstości zapewniającymi dwa razy więcej energii niż poprzednie rozwiązania. W 2022 roku jego ogniwa ustanowiły

eprasa.pl f94bd886de

światowy rekord gęstości energetycznej. Amprius twierdzi, że jego konfiguracja nanodrutów krzemowych (**2**) lepiej odpowiada na sprawiające w tych konstrukcjach trudności zwiększanie się objętości krzemu i zapewnia wydajną ścieżkę przewodzącą dla jonów i elektronów. Krzem mieści potencjalnie do dziesięciu razy więcej jonów litu, zapewniając lepszą pojemność energetyczną. Ogniwa SiMaxx oferują gęstość energii na poziomie 500 Wh/kg wagowo i 1300 Wh/kg objętościowo. Poza urządzeniami do noszenia o dużej mocy, technika akumulatorów Amprius przyciągnęła zainteresowanie branży lotnictwa elektrycznego, satelitów i dronów, a także odegrała ważną rolę w samochodowym Solar Car Challenge, zajmując cztery pierwsze miejsca w rywalizacji za 2023 r. Firma wymienia sektor pojazdów elektrycznych jako jej przyszły obszar ekspansji, szacując, że zwiększy zasięg z 500 km do 880 km w modelu Tesli Model 3, dzięki zastosowaniu swoich ogniw krzemowo-anodowych.

Pojemność i gęstość energii to słowa klucze we współczesnych badaniach nad nowymi typami ogniw. Naukowcy z południowokoreańskiego Pohang University of Science & Technology (POSTECH) poinformowali niedawno o opracowaniu techniki, która może zwiększyć pojemność magazynowania energii w akumulatorach aż dziesięciokrotnie. Kluczem do działania baterii jest anoda, element odpowiedzialny za przechowywanie energii podczas ładowania, a następnie uwalnianie jej, gdy bateria jest używana. W większości nowoczesnych baterii litowych dominującym materiałem używanym do produkcji anod jest grafit. Jednak inne materiały, choćby krzem, oferują znacznie większą pojemność energetyczną niż grafit. W przypadku zastosowania tego materiau wyzwaniem była jednak stabilizacja akumulatora wykorzystującego anodę krzemową. Krzem ma tendencję do rozszerzania się podczas reakcji ładowania/rozładowania w akumulatorze, co może zagrażać jego stabilności i bezpieczeństwu. Sposób na to zaproponowała w swoim rozwiązaniu nanodrutowym opisana wyżej firma Amprius. Soojin Park, Youn Soo Kim i Jaegeon Ryu z POSTECH i Uniwersytetu Sogang opracowali swoje rozwiązanie tego trudnego problemu. To specjalny polimerowy materiał wiążący, który zapobiega rozszerzaniu się anody o dużej pojemności. Nie jest to pomysł jedynie dla ogniw krzemowych, gdyż w swojej pracy piszą oni o ogniwach litowych.

Tesla jako punkt odniesienia

O nadziejach i obietnicach związanych z badaniami nad bateriami półprzewodnikowymi mówiło się i pisało od wielu lat. MT też niejeden raz opisywał

2. Narzędzie do produkcji anod z nanodrutów krzemowych firmy Amprius © Amprius

te plany, prognozy i zapowiedzi. Ponieważ czas spełnienia tych wszystkich obietnic już minął i oczekiwany przełom niestety nie nadszedł, szum wokół tej technologii nieco przycichł, choć wciąż nie brakuje zapewnień, że „już wkrótce".

Na przykład japońska Toyota oświadczyła, że zamierza wprowadzić akumulatory półprzewodnikowe do masowej produkcji w latach 2027–2028. Producent samochodów oczekuje się, że bateria będzie oferować tysiąc kilometrów zasięgu i czas ładowania wynoszący zaledwie 10 minut. Inny japoński producent samochodów, Nissan, zapowiedział wprowadzenie akumulatorów półprzewodnikowych do pojazdów elektrycznych na początku 2029 roku, zaś niemiecka grupa Mercedes-Benz i amerykański startup akumulatorowy Factorial poinformowały, że wspólnie pracują nad akumulatorem półprzewodnikowym, który będzie gotowy do produkcji pod koniec dekady. Factorial zawarł również umowy o wspólnym rozwoju z producentami samochodów, w tym Stellantis, Hyundai i Kia.

Ogniwa półprzewodnikowe mogą korzystać z litu, ale także z innych materiałów. Jedną z głównych wad baterii półprzewodnikowych jest wspominane już przy okazji ogniw krzemowych pęcznienie baterii podczas

eprasa.pl f94bd886de

ładowania i ostatecznie degradacja ogniwa po intensywnym ładowaniu. Inna trudna kwestia wynika z dużego poziomu zaangażowania w rozwój i doskonalenie rozpowszechnionej techniki ogniw litowo-jonowych. Zgodnie z logiką branży motoryzacyjnej przerzucanie się na inny typ rozwiązań niż te stosunkowo dobrze rozwinięte i w dużym stopniu zadowalające jest ryzykiem.

Rozwojem akumulatorów półprzewodnikowych intensywnie zajmują się chińskie firmy, CATL, jeden z największych na świecie producentów baterii, oraz WeLion, Qingtao Energy i Ganfeng Lithium. Chiński producent pojazdów elektrycznych Nio oferuje już kupującym 150-kilowatogodzinowe baterie półprzewodnikowe do swoich pojazdów elektrycznych o zasięgu do tysiąca kilometrów.

Firma Sionic Energy zademonstrowała w grudniu 2024 r. baterię ze stałym elektrolitem, w której nie jest wykorzystywany grafit i ma anodę w 100 proc. krzemową (**3**). Wydajność baterii opiera się na opatentowanym kompozycie krzemowo-węglowym wyprodukowanym przez Group14 Technologies. Sionic twierdzi, że jest to najbardziej wydajna znana na rynku bateria krzemowa. Ma energię właściwą wynoszącą co najmniej 330 watogodzin na kilogram, gęstość objętościową wynoszącą co najmniej 842 watogodzin na litr oraz sprawdzony zakres do 1200 cykli ładowania/rozładowania w ogniwach o pojemności od 4 do 10 amperogodzin. Dla porównania, niklowe ogniwa 4680 firmy Tesla wedle dostępnych danych mają energię właściwą w zakresie od 272 do 296 Wh/kg, przy gęstości objętościowej 716 Wh/l. Sionic obiecuje zwiększyć cykl życia swoich akumulatorów i udostępnić pierwsze ogniwa 20 Ah na rynku w 2025 roku.

3. Oparta na krzemie bateria Sionic Energy

Wyścig trwa. W sierpniu 2024 r. chiński Zeekr ogłosił, że jego nowe akumulatory do pojazdów elektrycznych można naładować od 10 do 80 proc. pojemności w 10,5 minuty za pomocą ultraszybkich stacji ładowania. Dla porównania, Tesla twierdzi, że 15-minutowe ładowanie pozwala Modelowi 3 pokonać 282 km, czyli nieco mniej niż połowę pełnego zasięgu samochodu. Trudno powiedzieć, jakie zasięgi i czasy ładowania mogą uznać za nareszcie zadowalające klienci kupujący samochody. Jednak nie są to chyba jeszcze te poziomy. ■

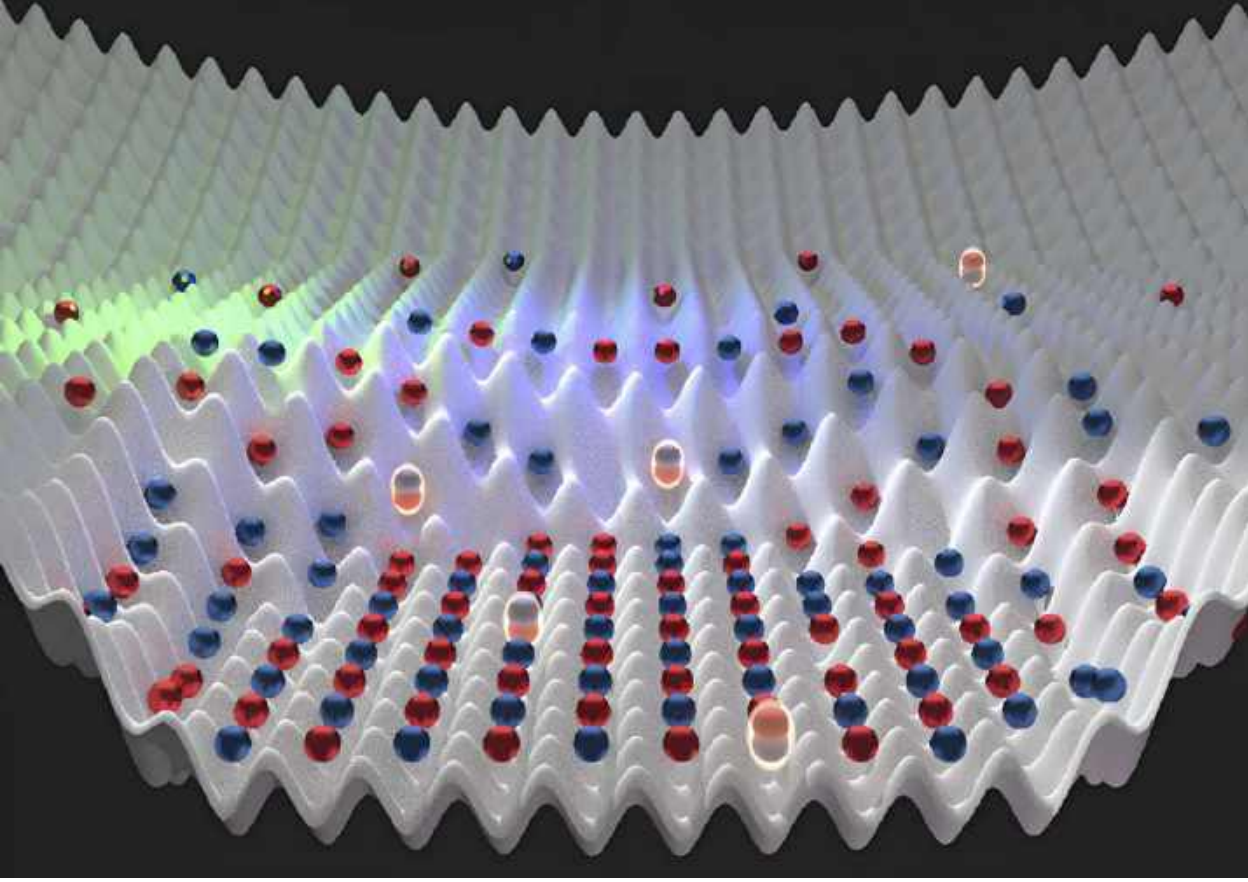
Mirosław Usidus

Nadprzewodnictwo nie tam, gdzie do tej pory szukaliśmy
Kolejne starcie z tarciem

Elektrony lub inne nośniki ładunku, poruszające się na krawędzi materiału przewodzącego, mogą dać nam to, czego szukamy w nadprzewodnikach – bezstratny przesył prądu elektrycznego. Tak przynajmniej przypuszcza część badaczy.

Badanie efektów krawędziowych przeprowadzili niedawno naukowcy z Massachusetts Institute of Technology (MIT), używając jednak do tego, zamiast elektronów, chmury ultrazimnych atomów sodu (**1**). „W naszym układzie ta sama fizyka zachodzi w atomach (co w przypadku elektronów – przyp.

eprasa.pl f94bd886de



1. Ultrazimne atomy ułożone w uporządkowanej sieci i zagadka nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego

MT)", wyjaśnia w publikacji jeden z autorów eksperymentu, Martin Zwierlein. „To oznacza, że możemy robić zdjęcia i obserwować atomy poruszające się wzdłuż krawędzi systemu praktycznie bez końca".

Zgodnie z tzw. efektem Halla, napięcia w przewodniku pojawiają się, gdy pole magnetyczne jest ustawione prostopadle do kierunku przepływu prądu. Istnieje również kwantowa wersja tego efektu, w której w dwuwymiarowej przestrzeni elektrony poruszają się w kręgach w stosunku do otaczających pól. Gdy ta dwuwymiarowa powierzchnia jest krawędzią materiału „topologicznego", elektrony powinny gromadzić się w określonych pozycjach i poruszać się w sposób skwantyzowany. Efekty te trwają zaledwie femtosekundy (kwadrylionowe części sekundy), co sprawia, że ich dokładne badanie jest praktycznie niemożliwe.

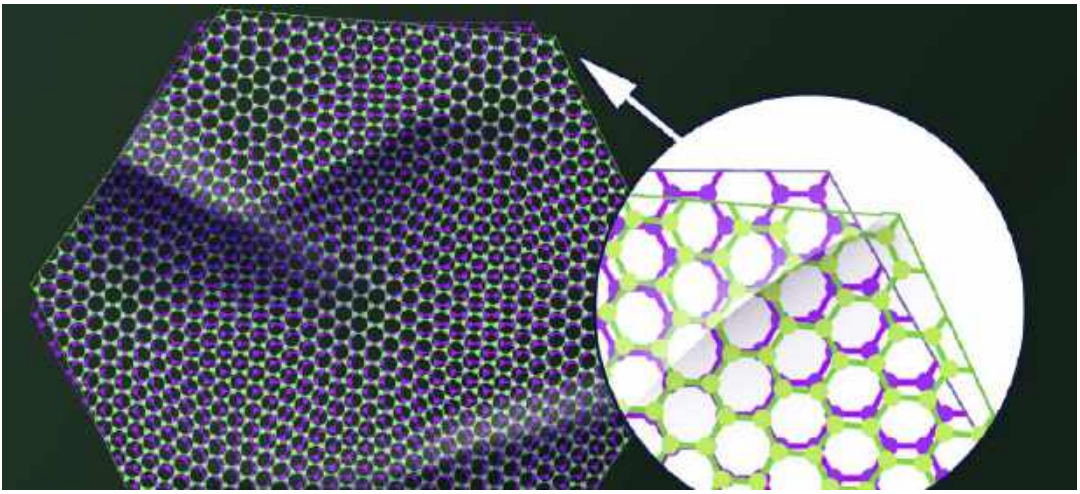
Zamiast więc badać elektrony, w badaniach MIT użyto około miliona atomów sodu, które zostały ustawione w odpowiedniej pozycji za pomocą laserów i schłodzone do ekstremalnie niskiej temperatury. Cały system został następnie tak skonfigurowany, by atomy mogły poruszać się wokół pułapki laserowej. Ich obroty, w połączeniu z innymi siłami fizycznymi działającymi na atom, symulowały jeden z kluczowych warunków zaistnienia stanu krawędziowego, pole magnetyczne. Następnie wprowadzono pierścień światła laserowego, który działał jako krawędź materiału. Gdy atomy uderzały w pierścień światła, poruszały się w linii prostej i w jednym kierunku wzdłuż niego, tak jak dzieje się to z elektronami w stanie krawędziowym. Nawet przeszkody wprowadzone przez naukowców nie były w stanie odchylić atomów od ich trasy.

„Nie ma tarcia. Nie ma spowolnienia ani atomów wyciekających lub rozpraszających się w pozostałej części systemu. Naukowcy zaobserwowali interakcje w swoim systemie, które są zgodne z wcześniejszymi przewidywaniami teoretycznymi dla stanów brzegowych, co oznacza, że atomy te mogą rzeczywiście zastąpić elektrony w tego rodzaju badaniach", czytamy w Nature Physics. Eksperymenty te mają potencjalnie znaczenie w wielu dziedzinach nauki i techniki, jedną z nich jest alternatywa dla tzw. nadprzewodników wysokotemperaturowych.

Nadprzewodnictwo w egzotycznym świecie

W 2024 r. roku pojawiły się inne badania na temat nowych, „egzotycznych" form nadprzewodnictwa niezwiązanego z klasycznym modelem tego zjawiska. Wskazywałoby to, że sposoby, w jakich elektrony mogą łączyć się ze sobą w zupę kwantową, która nie

eprasa.pl f94bd886de



2. Dwa arkusze grafenu ułożone pod lekko przesuniętym 'magicznym' kątem tworzącym izolator lub nadprzewodnik"

wykazuje w ruchu efektów tarcia, są niezliczone. Obecnie wydaje się coraz bardziej prawdopodobne, że zjawisko nadprzewodnictwa może mieć różne przyczyny.

W 1957 roku John Bardeen, Leon Cooper i John Robert Schrieffer odkryli, że w niskich temperaturach rozedrgana siatka atomowa materiału wycisza się, dzięki czemu pojawiają się subtelniejsze efekty. Elektrony delikatnie oddziałują na protony w sieci, przyciągając je do środka tworząc nadmiar ładunku dodatniego. To odkształcenie, znane jako fonon, może następnie przyciągnąć drugi elektron, tworząc parę Coopera. Pary Coopera mogą łączyć się w spójną całość kwantową, która wślizguje się bez tarcia pomiędzy atomy materiału, które normalnie utrudniają przepływ prądu elektrycznego. Opracowana przez Bardeena, Coopera i Schrieffera teoria nadprzewodnictwa opartego na fononach przyniosła im w 1972 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Okazało się jednak, że nie jest ona pełnym wyjaśnieniem nadprzewodnictwa. W latach 80. fizycy odkryli, że kryształy miedzianowe mogą nadprzewodzić w wyższych temperaturach, w których drgania atomowe niwelują fonony. Później pojawiły się inne podobne przykłady.

W ostatnich kilkunastu latach uwagę badaczy szukających nadprzewodzących alternatyw zwróciły materiały 2D, czyli monowarstwy atomowe, takie jak grafen. Okazało się, że można w nich ustawiać pola i siatki atomowe na rozliczne sposoby. Hiszpański fizyk Jarillo-Herrero wykazał, że wśród mrowia możliwości jest nowy nadprzewodnik, skręcone w „magiczny kąt" arkusze grafenowe (**2**). Skręcenie dwóch arkuszy grafenu dokładnie o 1,1 stopnia jest wyjątkowo trudne. Ale ten „magiczny kąt" prowadzi do niezwykłych efektów. Następnie, kilka lat później, zespół badawczy z Kalifornii odkrył, że trójwarstwowe, nieskręcone urządzenia grafenowe również mogą być nadprzewodnikami, czyli nie potrzeba żadnego skrętu pod „magicznym" kątem.

W tym roku fizycy odkryli pierwsze przypadki nadprzewodnictwa w materiałach 2D innych niż grafen. Odkrycia te pozwoliły ustalić, że wcześniejsze nadprzewodniki grafenowe są jedynie małą próbką całkiem nowego świata nadprzewodników.

Są inne alternatywne kierunki poszukiwań rozwiązania bezstratnych przepływów prądu. Na przykład materiały nazywane dwuwymiarowymi ciałami nadstałymi. Jednym z takich nad wyraz interesujących „supersolidów" jest opracowany na austriackim uniwersytecie w Innsbrucku w 2021 r., a opisany w „Nature". To ciało nadstałe łączy w sobie cechy ciała stałego z cechami nadcieczy, która wyróżnia się m.in. tym, że płynie bez tarcia i oporu, co ma związek z efektami kwantowymi. Materiały takie wcześniej wytwarzano w warunkach schłodzenia atomów rubidu czy lantanu do temperatur bardzo bliskich zeru absolutnemu. Jednak były to zwykle „rurki" atomów o strukturze zasadniczo jednowymiarowej. Badaczom z Innsbrucku udało się stworzyć „arkusz" ciała nadstałego o strukturze dwuwymiarowej, co z punktu widzenia nadprzewodnictwa ma większy potencjał.

Oczywiście egzotyczna fizyka tego rodzaju materiałów nie jest wcale orzechem łatwiejszym do zgryzienia niż poszukiwania nadprzewodników, które będą przewodzić prąd elektryczny bezstratnie w temperaturze pokojowej. Jednak alternatywa i nowa ścieżka w nauce ma zawsze wartość. ■

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

Kosmiczne rozstaje

Przestrzeń lekką nam nie będzie

eprasa.pl f94bd886de

1. Grafika ilustrująca planowany rok końca misji ISS

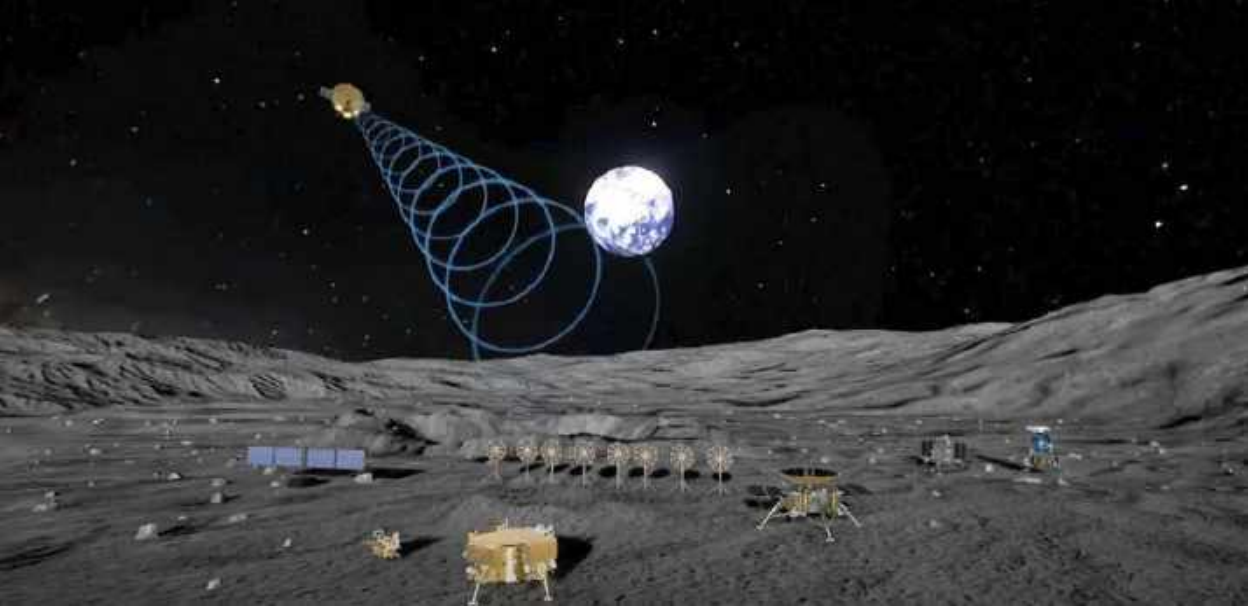
Za ok. 5 lat NASA z pomocą SpaceX dokona „uziemienia" Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (**1**). USA mają oczywiście plan utrzymania obecności ludzi na niskiej orbicie okołoziemskiej (LEO), jednak o budowie podobnej do ISS stacji raczej nie ma mowy. Jest za to całe spektrum nowych projektów, od komercyjnych „hoteli" po konstrukcje na orbicie Księżyca (**2**) i jego powierzchni.

Co po ISS – na orbicie okołoziemskiej i poza nią?

STACJE ORBITALNE I KOLEJOWE

Pod koniec ub. roku NASA informowała o grupie swoich komercyjnych partnerów, którzy mają przygotować propozycje lokalizacji i rodzaje konstrukcji do budowy od LEO po biegun południowy Księżyca (**3**). Niektóre z tych wspieranych przez NASA systemów mogą, jak zapewniają projektanci, zostać uruchomione już w tym roku. Inne potrzebują jeszcze kilku lat. Siedem firm współpracuje z NASA w ramach

eprasa.pl f94bd886de



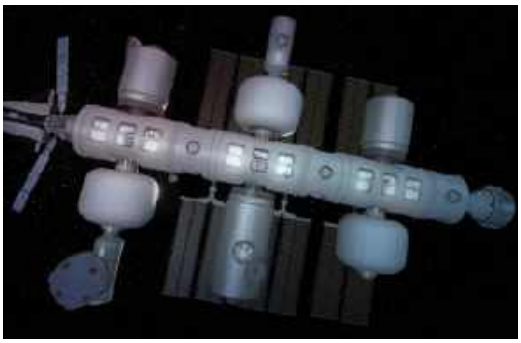
3. Wizja Międzynarodowej Stacji Badań Księżycowych (CNSA)

inicjatywy Commercial Space Capabilities-2 (CCSC-2), oferując wiedzę NASA w zamian za finansowanie. Blue Origin i Sierra Space opracowują na przykład komercyjną stację kosmiczną Orbital Reef (**4**), która ma zostać uruchomiona do 2027 roku. Chodzi o siedlisko kosmiczne, opierające się na koncepcji modułów nadmuchiwanych na orbicie, tworzących habitat nazywany LIFE. W pakiecie powstaje samolot kosmiczny Dream Chaser, który miałby transportować załogę i ładunek. Sierra ukończyła dwa pełnowymiarowe „testy rozerwania" habitatu. Firma wybrała również materiały na barierę powietrzną LIFE i poczyniła postępy między innymi w testach zderzeniowych i systemach termicznych. Blue Origin pracuje nad rakietowym transportem. Jej rakieta New Glenn ma na koncie pierwszy udany test.

2. Obraz koncepcyjny Lunar Gateway © NASA

SpaceX, największy partner komercyjny NASA, buduje infrastrukturę dla LEO, która w dalszej perspektywie może posłużyć w misjach na Księżyc, Marsa i nie tylko. Warianty gigantycznej rakiety Starship miałyby służyć jako orbitalne środki tańszego transportu a także być może statki do lądowania z ludzkimi załogami na Księżycu i innych ciałach Układu Słonecznego. Wszystko to wspierane przez sprawdzoną rakietę nośną Falcon Heavy, kapsułę Dragon i satelity Starlink. Testy wielkiej rakiety SpaceX są kontynuowane ze zmiennym szczęściem. Udało się opanować technikę „łapania" członów rakiet przez wielkie szczypce. To na Ziemi, bo czy lądowanie rakiety udałoby się na Księżycu i Marsie – tego nie wiadomo.

Northrop Grumman, kolejny duży partner NASA, pracuje z kolei nad Persistent Platform, wariantem



4. Grafika wizualizująca stację Orbital Reef (Blue Origin)

pl f94bd886de

5. Pełna konfiguracja planowanej stacji Haven-2 © Vast

statku kosmicznego Cygnus zaprojektowanego do autonomicznej komercyjnej logistyki, badań i produkcyji na orbicie. Firma ta buduje też komercyjną stację kosmiczną o nazwie Starlab, która zostanie uruchomiona nie wcześniej niż w 2028 roku.

Mniej znana (jeszcze) firma Vast Space opracowuje z kolei pierwszy projekt komercyjnej stacji kosmicznej o nazwie Haven-1, która zostanie wystrzelona na orbitę być może w przyszłym roku. Według NASA, firma zbudowała już kilka komponentów Haven-1, w tym właz i moduł baterii, a także przeprowadziła testy paneli słonecznych i ciśnienia. Vast twierdzi, że jej jednomodułowy Haven-1 będzie pierwszą na świecie komercyjną stacją kosmiczną, zdolną do obsługi krótkotrwałych misji dla maksymalnie czterech astronautów jednocześnie. Firma zamierza zaproponować swój projekt prywatnej stacji kosmicznej do drugiej fazy programu NASA Commercial Low Earth Orbit Destinations (CLD), z planami uruchomienia pierwszego modułu Haven-2 (**5**) w 2028 roku. „Naszym celem w tej dekadzie jest wygranie kontraktu NASA CLD i zbudowanie następcy ISS", powiedział w oświadczeniu Max Haot, dyrektor generalny Vast. „Aby to osiągnąć, najpierw zademonstrujemy nasze możliwości, budując i obsługując pierwszą na świecie komercyjną stację kosmiczną, Haven-1". Przy zakładanym przez Vast harmonogramie, czas dwóch lat montowania i wdrażania Haven-2 pokrywałby się z harmonogramem złomowania ISS. Plan zakłada dokowanie w pierwszej fazie pierwszych czterech modułów, a następnie, w latach 2030–2032, Vast zamierza uruchomić większy moduł podstawowy i cztery dodatkowe moduły Haven-2, w tym laboratorium do badań mikrograwitacyjnych i produkcji w przestrzeni kosmicznej, a także okno kopułowe podobne do tego, które jest na ISS, ramię robota, śluzę powietrzną do dokowania ładunków oraz kolejną śluzę powietrzną do spacerów kosmicznych. Vast zamierza również przeznaczyć cały moduł dla partnerów międzynarodowych.

Kolejni partnerzy programu CCSC-2, Special Aerospace Services (SAS) i ThinkOrbital, stawiają sobie jeszcze większe wyzwanie – budowę stacji kosmicznej jako platformy budowy innych stacji kosmicznych – na orbicie. Niedawno ThinkOrbital zademonstrował spawanie orbitalne na potrzeby NASA i Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) i ma w planie kolejne testy tej techniki. Nad technikami montażu i produkcji dla misji kosmicznych pracują też dwie inne firmy, współpracujące z NASA w ramach programu pilotażowego o nazwie SBIR Ignite. Pierwsza, Canopy Aerospace, opracowuje system produkcyjny, który mógłby usprawnić produkcję osłon termicznych chroniących statki kosmiczne przed ekstremalnie wysokimi i niskimi temperaturami. Obecnie używane systemy ochrony termicznej pochodzą jeszcze z czasów wahadłowców kosmicznych, a Canopy zamierza je ulepszyć. Drugi partner SBIR, Outpost Technologies, przeprowadził testy lotów i lądowań swojego prototypu statku kosmicznego wielokrotnego użytku na wysokościach powyżej 20 km. System ten, o nazwie Cargo Ferry, powstaje w celu częstszego kursowania do i z stacji orbitalnych. Szybujący pojazd będzie zasilany panelami słonecznymi na skrzydłach i ma wykorzystywać zrobotyzowaną paralotnię do miękkiego lądowania.

Axiom Space, firma z siedzibą w Houston, założona w 2016 roku, była pierwszą, która przetransportowała kosmicznych turystów na Międzynarodową

eprasa.pl f94bd886de

6. Ilustracja modułu Axiom Space przymocowanego do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

Stację Kosmiczną na pokładzie misji Ax-1, która wystartowała w kwietniu 2021 roku. Potem był drugi lot prywatny na pokładzie zakontraktowanej kapsuły Dragon SpaceX. Na maj 2025 zaplanowana jest czwarta już tego rodzaju misja, Ax-4. Axiom nie transportuje zwykłych turystów – każda misja obejmowała szereg eksperymentów naukowych do przeprowadzenia przez załogi. W styczniu 2020 roku Axiom wygrał kontrakt NASA na budowę pierwszego komercyjnie produkowanego modułu dla ISS (**6**). „Nasz pierwszy moduł pojawi się w 2026 roku", zapowiada w rozmowie z serwisem Space.com David Zuniga z Axiom. Firma planuje dołączyć do ISS drugi moduł w 2027 roku, a trzeci moduł rok później. W końcu jej moduł zasilania ma polecieć na ISS jeszcze przed 2030 r., pozwolić odrębnej stacji kosmicznej Axiom odłączyć się od ISS i stać się nową komercyjną stacją orbitalną.

Czy będzie rewolucja montażowo-produkcyjna w kosmosie?

Wspominaliśmy o projektach produkcji i montażu na orbicie. Agencja Zaawansowanych Projektów Badawczych w Obszarze Obronności (DARPA) postanowiła zbadać nowe możliwości w tej dziedzinie. Ogłosiła niedawno, że przechodzi ze swoim programem Novel Orbital and Moon Manufacturing,

7. Wizualizacja konstrukcji NOM4D © DARPA

Materials, and Mass-efficient Design (NOM4D), zainicjowanym w 2022 r., z fazy eksperymentów laboratoryjnych do demonstracji orbitalnych na małą skalę. NOM4D ma na celu przetestowanie nowych materiałów opracowanych przez DARPA, które według agencji mogą znacznie usprawnić proces montażu w przestrzeni kosmicznej. Zespół DARPA przewiduje dostarczanie lekkich, surowych materiałów w kosmos, gdzie byłyby one przetwarzane i montowane (**7**).

Tradycyjne podejścia opierały się głównie na wstępnym montażu struktur kosmicznych na Ziemi, które są następnie dostarczane na orbitę i dokowane lub montowane w prosty sposób na obiektach kosmicznych. Nad nowymi rozwiązaniami procuje zespół z California Institute of Technology (Caltech) i Uniwersytetu Illinois Urbana-Champaign. Caltech we współpracy z firmą Momentus zamierza umieścić nowe systemy produkcji i montażu na pokładzie pojazdu Momentus Vigoride Orbital Services Vehicle, którego start na pokładzie rakiety Falcon 9 ma nastąpić w lutym 2026 roku. Podczas eksperymentu na orbicie ma zostać zmontowana okrągła kratownica o średnicy 1,4 metra, która symuluje szkielet strukturalny anteny kosmicznej. Najważniejsze w teście jest sprawdzenie, czy lekkie włókna kompozytowe mogą być układane w struktury na dużą skalę bez udziału ludzkich rąk. Tymczasem zespół z Illinois we współpracy z Voyager Space planuje przetestować precyzyjny proces formowania kompozytów w przestrzeni kosmicznej na pokładzie komercyjnej misji zaopatrzeniowej NASA NG-24 zaplanowanej na kwiecień 2026 roku. Zespół UIUC wykorzysta specjalny proces polimeryzacji czołowej do łączenia i utwardzania rękawów złożonych z włókna węglowego z ciekłymi monomerami w przestrzeni kosmicznej bez konieczności stosowania źródła ciepła o dużej mocy. Dodatkowy zespół badawczy z Uniwersytetu Florydy przeprowadzi testy na Ziemi, aby pomóc udoskonalić techniki gięcia blachy za pomocą laserów. Ten etap eksperymentów zostanie przeprowadzony we współpracy z inżynierami z Marshall Space Flight Center NASA.

Jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem, innowacje zespołu NOM4D mogą potencjalnie zrewolucjonizować technikę rozbudowy infrastruktury kosmicznej w nadchodzących dziesięcioleciach. Długoterminowym celem jest m.in. budowa w przestrzeni kosmicznej anten o rozmiarze sto metrów i więcej, które mogłyby znacznie poprawić świadomość sytuacyjną w regionie między Ziemią a Księżycem, gdzie komunikacja i inne czynniki operacyjne mogą stać się wyzwaniem, szczególnie podczas załogowych misji eksploracji Księżyca.

Infrastruktura na Srebrnym Globie

I tak przechodzimy do misji, rozwoju infrastruktury księżycowej i rywalizacji mocarstw, której temperatura, przynajmniej w sferze planów i zapowiedzi, wzrasta. W 2021 r. Rosja i Chiny ogłosiły plany współpracy przy budowie bazy zlokalizowanej na powierzchni Księżyca lub na jego orbicie, ale od 2024 r. plan zakłada wykorzystanie obu lokalizacji. Do projektu dołączono później tuzin kolejnych krajów, w tym Zjednoczone Emiraty Arabskie, Republikę Południowej Afryki i Pakistan.

Plany amerykańskie odnośnie do Księżyca, jego orbity i powierzchni są znane od lat, choć wszystkie podawane przed laty terminy są od dawna przekroczone i nieaktualne. Prace jednak nieustannie trwają i to niemal nad każdym aspektem przyszłej obecności gatunku ludzkiego na Srebrnym Globie i w jego okolicy. Np. wspominana Sierra Space pracuje nad urządzeniem do produkcji tlenu w warunkach zbliżonych do księżycowych. Teraz czas na testy na Księżycu. Astronauci będą potrzebować tlenu do oddychania, ale także do wytwarzania paliwa rakietowego dla statków kosmicznych, które mogą wystartować z Księżyca i udać się do miejsc docelowych w dalszej odległości, w tym na Marsa. Księżycowy regolit jest pełen tlenków metali. Jednak choć ekstrakcja tlenu z tlenków metali jest dobrze opanowana na Ziemi, zrobienie tego na Księżycu jest znacznie trudniejsze. Kluczową rzeczą, której nie można przetestować na Ziemi, ani nawet na orbicie wokół naszej planety, jest księżycowa grawitacja, która wynosi około jednej szóstej ziemskiej. Być może dopiero w 2028 roku lub później Sierra Space będzie mogła przetestować swój system na Księżycu, wykorzystując prawdziwy regolit w warunkach niskiej grawitacji. Paul Burke z Uniwersytetu Johns Hopkins i jego współpracownicy ogłosili wyniki badań dowodzących, że proces ekstrakcji tlenu może być utrudniony przez stosunkowo słabe przyciąganie grawitacyjne Księżyca. Badanym przez nich procesem była elektroliza stopionego regolitu, która polega na wykorzystaniu energii elektrycznej do rozszczepienia księżycowych minerałów zawierających tlen, w celu jego bezpośredniej ekstrakcji. Problem polega na tym, że taka technologia działa poprzez tworzenie pęcherzyków tlenu na powierzchni elektrod głęboko w stopionym regolicie. „Ma on konsystencję, powiedzmy, miodu. Jest bardzo, bardzo lepki", wyjaśnia Burke. „Te pęcherzyki nie będą unosić się tak szybko i mogą z opóźnieniem odrywać się od elektrod". Istnieją sposoby na obejście tego problemu. Jednym z nich może być wibrowanie urządzenia wytwarzającego tlen, co może uwolnić pęcherzyki. A wyjątkowo

eprasa.pl f94bd886de

gładkie elektrody mogą ułatwić oderwanie się pęcherzyków tlenu. Rozwiązanie Sierra Space, proces karbotermiczny, jest inne. W ich przypadku, gdy pęcherzyki zawierające tlen tworzą się w regolicie, robią to swobodnie, a nie na powierzchni elektrody. Oznacza to, że istnieje mniejsze prawdopodobieństwo, że utkną. Burke szacuje, że dziennie astronauta potrzebowałby ilości tlenu zawartej w około dwóch lub trzech kilogramach regolitu, w zależności od kondycji i poziomu aktywności astronauty. Jednak systemy podtrzymywania życia w bazie księżycowej prawdopodobnie przetwarzałyby tlen wydychany przez astronautów. W takim przypadku nie byłoby konieczne przetwarzanie tak dużej ilości regolitu, aby utrzymać przy życiu mieszkańców Księżyca.

Wraz z kolegami, Palak Patel, doktorantka z Massachusetts Institute of Technology, opracowała eksperymentalny system elektrolizy stopionego regolitu, służący do wydobywania tlenu i metalu z księżycowej gleby. Projektując swój system, pani Patel i jej koledzy zajęli się problemem opisanym przez Burke'a – niska grawitacja może utrudniać odrywanie się pęcherzyków tlenu, które tworzą się na elektrodach. Aby temu przeciwdziałać, użyli „sonikatora", który wysadza pęcherzyki falami dźwiękowymi w celu ich usunięcia. Pani Patel twierdzi, że przyszłe maszyny do wydobywania zasobów na Księżycu mogłyby na przykład pozyskiwać żelazo, tytan lub lit z regolitu. Materiały te mogłyby pomóc astronautom zamieszkującym Księżyc w wytwarzaniu drukowanych w 3D części zamiennych do ich księżycowej bazy lub komponentów zamiennych do uszkodzonych statków kosmicznych. Przydatność regolitu księżycowego na tym się nie kończy. Pani Patel zauważa, że w oddzielnych eksperymentach stopiła symulowany regolit w twardy, ciemny, podobny do szkła materiał. Wraz z kolegami pracowała nad tym, jak przekształcić tę substancję w mocne puste w środku cegły, które mogłyby być przydatne do budowy struktur na Księżycu.

Wiele grup bada różne metody, które astronauci mogliby wykorzystać do przekształcenia regolitu (księżycowej wierzchniej warstwy gleby) w materiały budowlane. Jeśli chodzi o produkcję cegieł, wcześniejsze próby polegały zwykle na wykorzystaniu koncentratorów słonecznych i laserów o dużej mocy. Alternatywą może być proces znany jako spiekanie mikrofalowe. W skrócie polega on na wystawianiu bloków luźnego regolitu na działanie mikrofal o ultrawysokiej częstotliwości. Naturalnie występujące w regolicie cząsteczki metalu przekształcają mikrofale w energię cieplną, powodując ich stopienie. W rezultacie powstaje solidny blok materiału. Zaletą tej

8. Jedna z gotowych cegieł z Koreańskiego Instytutu Inżynierii Lądowej i Technologii Budowlanej

techniki jest fakt, że jest ona znacznie szybsza i bardziej energooszczędna niż inne proponowane metody, a ponadto nie wymaga żadnych dodatków. Niestety, przeprowadzone do tej pory eksperymenty doprowadziły do wytworzenia cegieł, które były zbyt wadliwe strukturalnie, aby mogły mieć jakiekolwiek praktyczne zastosowanie. Pojawia się jednak nowa odmiana tej techniki. Została ona opracowana przez Hyu-Soung Shin i współpracowników z Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. Naukowcy zaczęli od wykorzystania konwencjonalnego spiekania mikrofalowego do produkcji litych cegieł z komercyjnego płynu modelowego regolitu o nazwie KLS-1. Po przeprowadzeniu kilku eksperymentów stwierdzono, że problem strukturalnych pęknięć można rozwiązać poprzez podgrzanie KLS-1 do temperatury 250°C przez osiem godzin w próżni. Następnie materiał został umieszczony w wielomodowym piecu do spiekania mikrofalowego, gdzie utrzymywano go w wewnętrznej temperaturze 1080°C przez 10 minut. W ostatnim etapie regolit pozostawiono do ostygnięcia w temperaturze pokojowej przez około 16 godzin. Uzyskane w ten sposób cegły (**8**) nie miały pęknięć, a próbki rdzeniowe wykazały, że gęstość, porowatość i wytrzymałość na ściskanie były jednolite. „Solidna powtarzalność i podobieństwo właściwości fizycznych i mechanicznych potwierdzają wykonalność spiekania mikrofalowego w produkcji dużych i jednolitych bloków nadających się do zastosowania jako materiały budowlane na Księżycu", stwierdzają naukowcy w artykule na temat swoich badań w „Journal of Building Engineering".

Jak informowała Al Jazeera, wśród koncepcji całkiem poważnie rozważanych przez NASA jest hodowanie w przyszłości struktur mieszkalnych dla kolonii kosmicznych na powierzchni Księżyca i ewentualnie Marsa z grzybów. Agencja kosmiczna przyznała niedawno kontrakt o wartości 2 milionów dolarów grupie

eprasa.pl f94bd886de

Wybrane projekty stacji orbitalnych przyszłości

Lunar Gateway
Lokalizacja: Orbita księżycowa
Data powstania: 2025 r. (ale prawdopodobnie 2027 r. lub później)
Pojemność: 4 osoby
NASA planuje od lat powrót astronautów na powierzchnię Księżyca w ramach nadchodzących misji Artemis i ostatecznie wysłanie ludzi na Marsa. Aby wesprzeć tych astronautów i ich badania, planuje zbudować stację kosmiczną na orbicie Księżyca wraz z partnerami z ESA, JAXA i CSA. „Będziemy potrzebować miejsca na orbicie wokół Księżyca, gdzie będziemy mogli żyć i pracować. Miejsca, w którym będziemy mogli przygotować się do naszych wypraw na powierzchnię Księżyca i miejsca, do którego będziemy mogli wrócić po zakończeniu naszej pracy na powierzchni Księżyca. Potrzebujemy księżycowego domu z dala od domu. To będzie Brama", mówi Randy Bresnik, astronauta NASA

Haven-1
Lider projektu: Vast (USA/prywatny)
Lokalizacja: Niska orbita okołoziemska
Data powstania: Sierpień 2025 r.
Pojemność: 4 osoby
Plan firmy Vast zakłada, że Haven-1 będzie działać jako niezależna komercyjna stacja kosmiczna po jej pierwszym uruchomieniu, ale później zostanie podłączona jako moduł do większej stacji kosmicznej, którą obecnie opracowuje. Firma zwróciła się już do SpaceX z prośbą o wystrzelenie Haven-1, a także dostarczenie pierwszej czteroosobowej załogi astronautów.

Stacja Axiom
Lider projektu: Axiom Space (USA/prywatny)
Lokalizacja: Niska orbita okołoziemska
Data powstania: 2026 r.
Pojemność: 8 osób
W 2020 roku NASA przyznała Axiom Space kontrakt na budowę i wdrożenie co najmniej jednego nowego modułu stacji kosmicznej, dołączonego do ISS. Kiedy ISS przejdzie na emeryturę, plan zakłada odłączenie modułów Axiom, co pozwoli im działać jako niezależna stacja kosmiczna, z której NASA i inni klienci będą mogli korzystać za opłatą. „Dzięki naszej stacji otworzymy niską orbitę okołoziemską dla świata – do odkrywania, podróżowania, prowadzenia badań naukowych w kosmosie i poza nim", mówi Mark Greely, wiceprezes ds. zarządzania programem stacji w Axiom Space.

Projekt Gravitics/Space Force
Lider projektu: Gravitics (USA/prywatny)
Lokalizacja: Niepodana
Data powstania: Niepodana
Pojemność: Niepodana
W kwietniu Siły Kosmiczne Stanów Zjednoczonych

przyznały firmie Gravitics kontrakt o wartości 1,7 miliona dolarów na opracowanie platform orbitalnych w ramach taktycznie reagującej przestrzeni kosmicznej (TacRS), która koncentruje się na opracowywaniu systemów, które pozwolą szybko i elastycznie reagować na zagrożenia w kosmosie. Szczegóły dotyczące tego, w jaki sposób platformy te mogą różnić się od modułu StarMax firmy lub kiedy mogą zostać wdrożone, nie zostały ujawnione. „Moduł stacji kosmicznej Gravitics oferuje niekonwencjonalne i potencjalnie zmieniające zasady gry rozwiązanie dla TacRS. Patrząc w przyszłość, innowacyjne wykorzystanie technologii komercyjnych będzie ważnym aspektem w rozwiązywaniu niektórych z naszych najtrudniejszych wyzwań", twierdzi Jason Altenhofen, dyrektor operacyjny w Biurze Programu Space Safari Sił Kosmicznych USA.

Rosyjska stacja orbitalna
Lokalizacja: Niska orbita okołoziemska
Data powstania: 2027 r.
Pojemność: Co najmniej 2 osoby
W 2022 roku Rosja ujawniła plany wycofania się z ISS i zbudowania własnej stacji kosmicznej na orbicie okołoziemskiej. W lipcu 2024 r. ogłosiła harmonogram budowy, zgodnie z którym pierwszy moduł zostanie wdrożony w 2027 r., a pięć kolejnych modułów pojawi się przed rokiem 2033. Plan zakłada, że stacja będzie mogła działać autonomicznie lub z załogą na pokładzie. „Stacja będzie miała dużą moc zasilania, co umożliwi organizowanie różnych eksperymentów, testowanie nowych technologii, opracowywanie nowych materiałów i leków oraz będzie działać jako stale funkcjonujące laboratorium do testowania technologii kosmicznych", mówi Jurij Borisow, dyrektor generalny Roskosmos.

Orbital Reef
Liderzy projektu: Blue Origin (USA/prywatny) i Sierra Space (USA/prywatny)
Lokalizacja: Niska orbita okołoziemska
Data powstania: 2027 r.
Pojemność: 10 osób
NASA planuje powrót astronautów na powierzchnię Księżyca w ramach nadchodzących misji Artemis i ostatecznie wysłanie ludzi na Marsa. Aby wesprzeć tych astronautów i ich badania, planuje zbudować stację kosmiczną na orbicie Księżyca wraz z partnerami z ESA, JAXA i CSA.

eprasa.pl f94bd886de

9. Wizja kolei księżycowej © Northrop Grumman

badawczej z NASA Ames Research Center na dalsze badania i rozwój „mykotecture". Według architekta Chrisa Maurera z Cleveland w stanie Ohio, wysłanie zarodników grzybów i zmieszanie ich z „lokalnym" materiałem księżycowym, wodą i regolitem, w celu wytworzenia cegieł, byłoby znacznie tańsze. Badania NASA miały wykazać również, że te grzybowe bloki konstrukcyjne mogą odbijać większość promieniowania kosmicznego, zapewniać izolację od ekstremalnych temperatur i mogą być uprawiane bardzo szybko w ciągu jednego do dwóch miesięcy. Habitaty miałyby być nadmuchane, zaś mieszanina zarodników grzybów, wody i alg tworzyłaby zewnętrzną powłokę, która ostatecznie twardnieje. Grupa badawcza, kierowana przez pracującą dla NASA Lynn Rothschild, planuje wysłać model koncepcyjny struktur mykotecture w kosmos w ramach planowanego na 2028 r. uruchomienia wspominanej stacji kosmicznej Starlab.

W ramach przygotowań do stworzenia stałej ludzkiej kolonii na Księżycu DARPA przyznała Northrop Grumman kontrakt na opracowanie koncepcji kolei księżycowej (**9**). Na Księżycu nawet ograniczona obecność ludzi wymagałaby pewnego rodzaju systemu transportowego łączącego różne placówki i obiekty. Kolej, prócz swych zalet logistycznych, oferuje rozwiązanie jednego z głównych problemów Księżyca – pyłu, który jest wszędobylski, agresywny mechanicznie i chemicznie. Ze względu na brak ciekłej wody, statyczne naelektryzowanie pyłu sprawia, że przywiera on do skafandrów kosmicznych i sprzętu, brudząc je i skracając ich żywotność. Podróżowanie koleją znacznie zmniejszyłoby kontakt ludzi z pyłem. Tory kolejowe na Księżycu nie będą ponadto tak podatne na niszczenie z powodu atmosfery, wody i erozji, bo to wszystko praktycznie nie istnieje. Northrop Grumman ma za zadanie sporządzić krytyczną listę przewidywalnych kosztów, ryzyka technologicznego i logistycznego, opracować prototypy i architektury oraz technikę budowy kolei za pomocą robotów, a także jak radzić sobie z problemami związanymi z nachyleniem linii kolejowej, budową jej fundamentów, układaniem torów i bieżącymi sprawami, takimi jak inspekcja, konserwacja i naprawy.

Od zmierzchu ISS dotarliśmy do księżycowych pociągów. Plany dotyczące kosmicznej infrastruktury są, jak widać, bardzo ambitne. Trzeba mieć nadzieję, że uda się przezwyciężyć wszystkie trudności i bariery, bo księżycową ciuchcię warto byłoby zobaczyć. ■

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

1. Wizualizacja statku napędzanego wiązką © AI

Alfa Centauri znajduje się w odległości 4,3 roku świetlnego, czyli ok. dwóch tysięcy razy dalej od Słońca, niż dotarła sonda Voyager 1, która dotarła najdalej z wszystkich maszyn, jakie kiedykolwiek wysłaliśmy w przestrzeń kosmiczną, a podróżuje już prawie pół wieku. Przykład ten obrazuje, jak bardzo przydałyby się nam szybsze środki transportu w kosmosie.

Technika napędowa wciąż kosmiczną kulą u nogi

CZY DA SIĘ SZYBCIEJ?

Fizyczne ograniczenia prędkości współczesnych statków kosmicznych stanowią poważne wyzwanie, jeśli myślimy o podróżach załogowych czy bezzałogowych na dystans większy niż układ Ziemia–Księżyc, zwłaszcza przy ograniczonej przestrzeni na zapas paliwa czy też jakąś inną formę magazynowania energii.

Elektronami go, nie laserem

Jeśli kiedykolwiek chcemy osiągnąć ogromne prędkości niezbędne do pokonania odległości międzygwiezdnych w ciągu ludzkiego życia, musimy znaleźć nieszablonowe rozwiązania. Takim niekonwencjonalnym pomysłem mogłyby być np. relatywistyczne wiązki elektronów poruszających się z prędkością bliską prędkości światła (**1**). „Przesyłanie energii na odległość do statku od dawna jest uznawane za pełnoprawną potencjalną metodę uzyskania większej ilości energii, niż można zabrać na pokład", powiedział portalowi Space.com Jeff Greason z firmy Electric Sky, prezes fundacji Tau Zero. „Energia to moc pomnożona przez czas, więc by uzyskać daną ilość energii z wiązki, potrzebujesz albo bardzo dużej mocy, albo musisz być zasilany przez wiązkę przez długi czas".

Wyniki badań przeprowadzonych przez Greasona i Gerrita Bruhauga, fizyka z laboratorium Los Alamos, opublikowane w czasopiśmie „Acta Astronautica", wskazują, że osiągnięcie praktycznych prędkości międzygwiezdnych zależy od możliwości dostarczenia wystarczającej ilości energii do statku kosmicznego w ekonomiczny sposób. Dotychczas większość

eprasa.pl f94bd886de

2. Jedna z wizualizacji pchanej wiązką laserową sondy Breakthrough Starshot

teoretycznych badań nad wykorzystaniem kierowanych wiązek energii do podróży międzygwiezdnych koncentrowała się na laserach, które składają się z fotonów. Jednak takie koncepty zmagają się z wyzwaniami takimi jak konieczność utrzymania, wyrównania i zachowania intensywności wiązki na dużych odległościach. Zmaga się z nimi inicjatywa Breakthrough Starshot, która pracuje nad projektem niewielkiego statku z gigantycznymi „skrzydłami" z paneli słonecznych z celem misji w układzie Alfa Centauri. Jednak z praktycznego punktu widzenia tak mała sonda będzie w stanie zebrać niewiele lub nie będzie w stanie zebrać żadnych rzeczywistych informacji po dotarciu na miejsce. Będzie to raczej wyczyn inżynieryjny niż faktyczna misja naukowa. Breakthrough Starshot planuje użycie wiązki laserowej (**2**), prawdopodobnie w zakresie widzialnym, która będzie naciskać bezpośrednio na „żagle" przymocowane do sondy. Biorąc jednak pod uwagę obecny stan technologii optycznej, wiązka ta mogłaby skutecznie popychać sondę tylko przez około 0,1 jednostki astronomicznej (odległość Ziemi od Słońca) jej podróży. Nawet tak niewielki odcinek, na którym przyłożona zostaje energia, może wystarczyć, aby sonda osiągnęła prędkość międzygwiezdną, ale tylko wtedy, gdy jest niewielka i wiązka lasera jej nie usmaży.

Autorzy artykułu w „Acta Astronautica" przyjęli inne podejście. Zamiast dostarczać moc tylko przez krótki czas, chcą zasilać sondę energią przez dłuższy okres, co umożliwiłoby sondzie podróżowanie o wiele szybciej. Taki projekt również wiąże się z wieloma wyzwaniami. Pierwszym z nich jest rozproszenie wiązki na dłuższym dystansie. Większość artykułu szczegółowo omawia tę kwestię, koncentrując się na relatywistycznych wiązkach elektronów. Taka koncepcja znana jest jako „Sunbeam". Autorzy opracowania wskazują, że elektrony znacznie łatwiej przyspieszyć do prędkości bliskich prędkości światła, choć ma to swoje ograniczenia. „Ponieważ wszystkie elektrony są naładowane ujemnie, odpychają się nawzajem, co powoduje rozproszenie wiązki", wyjaśnia Greason. Jednak podobnie jak jego kolega, Bruhaug, uważa, że są sposoby, aby temu przeciwdziałać. Przy prędkościach relatywistycznych, czyli bliskich prędkości światła, czas płynie wolniej, co oznaczałoby, że wiązka elektronów nie miałaby wystarczająco dużo czasu na rozproszenie się, co miałoby utrzymać ją w stanie skupienia. Rozwiązaniu temu sprzyja też fakt, że przestrzeń kosmiczna nie jest pusta. „Przestrzeń kosmiczną wypełniają mocno rozrzedzone zjonizowane gazy, czyli plazma, w której dryfują elektrony i jony. Gdy wiązka elektronów przechodzi przez plazmę, napotyka pole magnetyczne w naładowanej plazmie kosmicznej, które skutecznie ściska wiązkę i zapobiega jej rozproszeniu. „Nazywa się to »relatywistycznym uszczypnięciem«", tłumaczy Greason. „Jeśli wszystko zadziała prawidłowo, możemy utrzymać wiązkę w skupieniu, w przestrzeni kosmicznej przez bardzo dużą odległość, tysiące razy większą niż odległość od Ziemi do Słońca, a to zapewniłoby moc do przyspieszenia statku kosmicznego".

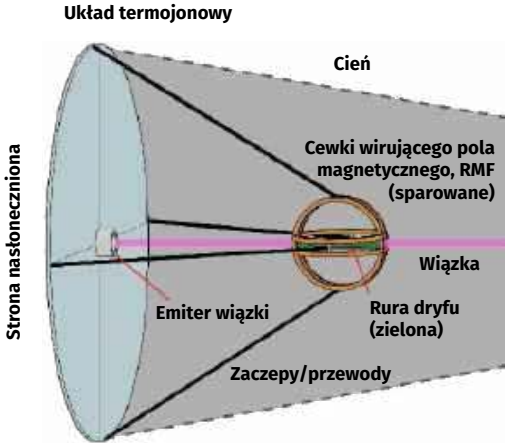
eprasa.pl f94bd886de

Nie brakuje oczywiście wyzwań, które należy pokonać, aby tak się stało. Jednym z nich jest kwestia, jak w ogóle uzyskać tak dużą moc uformowaną w wiązkę. Im dalej sonda znajduje się od źródła wiązki, tym więcej mocy potrzeba do przekazania tej samej siły. Szacunki sięgają nawet 19 gigaelektronowoltów dla sondy znajdującej się w odległości 100 j.a., co jest wiązką o bardzo wysokiej energii. Do przechwycenia tej energii w kosmosie autorzy sugerują użycie narzędzia, które jeszcze nie powstało, ale, przynajmniej teoretycznie, można by je zbudować. To coś nazywają „statytem słonecznym". To swoista platforma przekaźnikowa, która znajdowałaby się nad powierzchnią Słońca, tak blisko jak niedawne najbliższe podejście sondy Parkera, wykorzystywałaby połączenie siły pochodzącej z promieniowania gwiazdy z polem magnetycznym do generowania wiązki napędzającej, kierowanej następnie do statku mknącego ku gwiazdom (**3**). Wyemitowanie wiązki elektronów do statku kosmicznego to tylko połowa wyzwania. Wygenerowana moc musi być w stanie napędzać statek kosmiczny. „Oznacza to przekształcenie energii wiązki w wyrzut jakiegoś rodzaju materiału pędnego lub »masy reakcyjnej«", teoretyzuje Greason. „Ta wiązka przekazywałaby dużą moc, a konwersja ta nie mogłaby odprowadzać zbyt wiele ciepła odpadowego do statku kosmicznego, by się nie stopił!". Mówi, że jest kilka pomysłów na to, jak można to osiągnąć, ale wszystkie są obecnie hipotetyczne i wymagają więcej pracy.

Duet uczonych obliczył, że wiązka elektronów poruszająca się z tymi prędkościami mogłaby wygenerować wystarczającą moc, aby napędzić sondę o masie tysiąca kilogramów, mniej więcej tej samej wielkości co Voyager 1, do 10 proc. prędkości światła. Umożliwiłoby to dotarcie do Alfy Centauri w ciągu 40 lat, co jest znacznym postępem w porównaniu do 70 tys. lat podróży przy wykorzystaniu używanych obecnie technik napędowych.

Napędy jądrowe, a może nawet termojądrowe

Na razie Sunbeam jest w sferze teoretycznych i futurystycznych rozważań, podobnie jak opisywane przez MT niejednokrotnie koncepcje napędu „warp", czyli silnika Alcubierre'a z użyciem hipotetycznej ujemnej energii, napędy wykorzystujące fuzję termojądrową czy antymaterię. Realniejsze, choć wciąż w praktyce niezrealizowane, są projekty wykorzystania reaktorów nuklearnych, choć nawet jeśli się ziszczą, to nie mają potencjału międzygwiezdnego, najwyżej przyspieszą nieco podróże po Układzie Słonecznym.

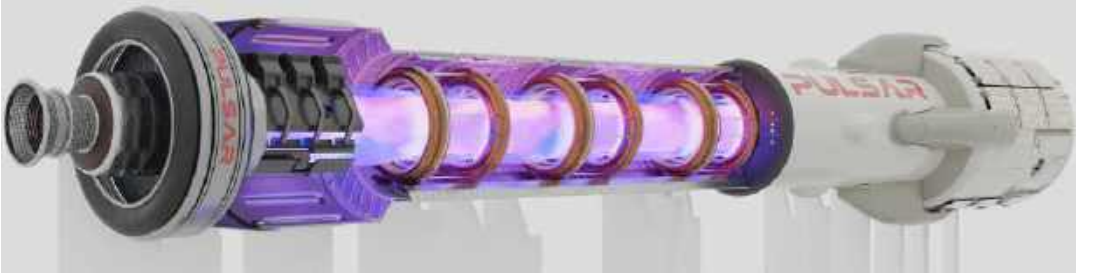


3. Przykładowa teoretyczna konfiguracja „statytu", stacji transmisji wiązki elektronów

Być może bliższym realizacji konceptem jest proponowana przez NASA rakieta plazmowa z wykorzystaniem energii jądrowej, która ma pozwolić nam dotrzeć na Marsa w dwa miesiące. Program NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC) niedawno wybrał sześć projektów do dodatkowego finansowania i rozwoju. Potencjalnie przełomowy system napędowy jest opracowywany przez firmę Howe Industries. Aby osiągnąć wysokie prędkości w krótszym czasie, rakieta z plazmą impulsową wykorzystywałaby reakcje rozszczepienia – uwalnianie energii z rozpadających się atomów do generowania pakietów plazmy w celu uzyskania ciągu. Korzystając z nowego systemu napędowego i pod względem ciągu, rakieta mogłaby potencjalnie wygenerować do 100 tys. niutonów przy impulsie właściwym wynoszącym 5000 sekund, co ma być znaczącą oszczędnością paliwa.

Nie jest to całkowicie nowa koncepcja. NASA rozpoczęła opracowywanie własnej wersji takiego napędu w 2018 roku pod nazwą Pulsed Fission-Fusion (PuFF). Opierał się na urządzeniu powszechnie stosowanym do kompresji plazmy laboratoryjnej do wysokich ciśnień w bardzo krótkich okresach, zwanym z-pinch, w celu wytworzenia ciągu. Pulsacyjna rakieta plazmowa jest jednak, według NASA, mniejsza, prostsza i bardziej przystępna cenowo. Im mniej czasu ludzie mogą spędzić w przestrzeni kosmicznej, tym lepiej. Krótsze okresy ekspozycji na promieniowanie kosmiczne i mikrograwitację mogłyby pomóc złagodzić ich wpływ na ludzkie ciało. Pulsacyjna rakieta plazmowa byłaby również zdolna do przenoszenia znacznie cięższych statków kosmicznych, takich np. z osłonami przed galaktycznym promieniowaniem kosmicznym.

eprasa.pl f94bd886de



4. Wizualizacja rakiety Pulsar

Wciąż nie brak propozycji wybiegających dalej w przyszłość. Na przykład Pulsar Fusion, brytyjski startup, tworzy rakietę termojądrową (**4**). Celem jest rozpędzenie za pomocą rakiety statku do 800 tysięcy km/h. Firma niedawno nawiązała współpracę z firmą Princeton Satellite Systems (PSS), która ma opracować oparty na sztucznej inteligencji system modelowania gorącej plazmy w silniku rakiety termojądrowej. Firma ogłosiła też rozpoczęcie budowy ośmiometrowej komory reakcyjnej w Wielkiej Brytanii. Testy są zaplanowane na ten rok a osiągnięcie temperatur fuzji w 2027 r. Następnym krokiem będzie przeprowadzenie testowego odpalenia na orbicie.

Strefa mgły i „łamania praw fizyki"

Nowe propozycje i konstrukcje proponowane są też do przyspieszenia i zmniejszenia kosztów podróży na znacznie krótszych dystansach, na orbitę okołoziemską i w jej obrębie. Całkowicie elektryczny system napędowy dla satelitów (IVO Quantum Drive) firmy IVO z Dakoty Północnej w USA ma posłużyć jako platforma testowa dla alternatywnej i budzącej sporo kontrowersji teorii bezwładności, która teoretycznie mogłaby mieć zastosowanie w nowych napędach kosmicznych. Założona w 2017 roku przez Richarda Mansella, Kena Mansella, Daniela Teleheya i Matthew Silbernagela firma IVO skoncentrowała się na opracowaniu rozwiązań do bezprzewodowej transmisji energii przy użyciu technologii znanej jako Capacitive Based Aerial Transmission (CBAT), które teoretycznie znacznie oszczędzają energię w misjach kosmicznych. W 2021 r. firma IVO rozpoczęła prace nad nowym, w pełni elektrycznym układem napędowym, który wykorzystuje alternatywną („skwantowaną") teorię bezwładności, którą wielu fizyków postrzega jako wątpliwą naukowo. Teoria QI została po raz pierwszy zaproponowana w 2007 roku przez fizyka z uniwersytetu w Plymouth, Mike'a McCullocha, jako alternatywa dla modelu Lambda Cold Dark Matter (LCDM). Teoria ta była próbą pogodzenia ogólnej teorii względności i kwantowej teorii pola w celu wyjaśnienia krzywych rotacji galaktyk w sposób, który nie wymagał ciemnej materii.

McCulloch twierdził, że teoria ta może stanowić podstawę do wystrzeliwania pojazdów kosmicznych bez paliwa. Teoria ta była wielokrotnie kwestionowana. Niemniej McCullough i jego koledzy otrzymali grant DARPA na przeprowadzenie eksperymentów w celu zbadania QI w warunkach laboratoryjnych. Wraz z misją IVO Quantum Drive teoria ta miała być po raz pierwszy przetestowana w kosmosie za pomocą prototypowego urządzenia (**5**). Niestety do testu nie doszło, gdyż stracono kontakt z satelitą z przyczyny niezależnej od systemu IVO.

Jeśli teoria ta zostałaby kiedyś w ogóle potwierdzona, system taki zapewniłby wiele korzyści w porównaniu z konwencjonalnymi technikami napędu, z których najważniejszą jest ekstremalna wydajność. Według IVO, pojedynczy napęd Quantum Drive może osiągnąć do 52 miliniutonów (mN) ciągu z jednego wata energii elektrycznej dostarczanej przez połączenie pokładowego magazynu energii i energii słonecznej. Byłaby to znaczna poprawa w porównaniu z silnikami Halla (jonowymi), które mogą osiągnąć 25…250 mN ciągu, mają niższą wydajność energetyczną (65…80 proc.) i wymagają większej mocy – 1…7 kW (kilowatów). Kolejną zaletą, według IVO, byłaby modułowa konstrukcja pędnika, która pozwala na układanie wielu jednostek na wielu osiach w celu uzyskania większego ciągu. Typowy pędnik z efektem Halla waży ponad 200 kg, zaś pojedyncza zewnętrzna i wewnętrzna jednostka Quantum Drive ważyłaby odpowiednio 186,6 grama i 103,5 grama. Jeśli testy udowodniłyby słuszność tych wszystkich przewidywań, napęd IVO mógłby także zrewolucjonizować fizykę, ale to inna sprawa.

Doniesienia o tym teście i twierdzenia firmy spotkały się z dużym sceptycyzmem ze strony wielu naukowców. Andrew Higgins, profesor inżynierii mechanicznej na Uniwersytecie McGill i lider Interstellar Flight Experimental Research Group, opublikował w 2018 r. artykuł zatytułowany „Reconciling

eprasa.pl f94bd886de

5. Prototyp pędnika IVO © IVO LTD

a Reactionless Propulsive Drive with the First Law of Thermodynamics", w którym wykazał, że napęd elektromagnetyczny, który nie wykorzystuje paliwa, nie ma podstaw w znanej fizyce. Według Higginsa, to nowy rodzaj mrzonki o perpetuum mobile, która przede wszystkim narusza pierwszą zasadę termodynamiki, która mówi, że energia wewnętrzna systemu jest równa różnicy między przenikaniem ciepła do systemu a pracą wykonaną przez system.

Innym pomysłem na napęd z pogranicza nauki, o którym warto wspomnieć, pamiętając jednak o zachowaniu sceptycyzmu, jest koncepcja inżyniera Eugene'a Podkletnova, który twierdzi, że poddając nadprzewodzący emiter impulsowi energii elektrycznej o wartości pięciu megawoltów, stworzył „impulsowy generator grawitacyjny" zdolny do wybijania otworów w betonie i odkształcania stalowych płyt o grubości cala. Jest to, jak wyjaśnia autor „wynalazku", połączenie wyładowania, pola magnetycznego i użycia specjalnie przygotowanych nadprzewodnikowych emiterów. Impulsy te są bardzo krótkie w czasie, mówimy o milionowej części sekundy i krótszych. Siła wyjściowa zależeć ma tu od całkowitego napięcia oraz czasu narastania napięcia. Im szybciej wzrasta napięcie, tym większy jest impuls, co daje nam możliwość robienia dziur w betonie na duże odległości. Nadprzewodzący emiter ma dwie warstwy – pierwsza jest wykonana z materiału nadprzewodzącego, druga to zwykły przewodnik. Rozładowujemy napięcie przez emiter w obecności pola magnetycznego o wysokiej intensywności, co, zdaniem Podkletnova, prowadzi do bardzo interesującego zjawiska, które opisuje jako „impuls grawitacyjny", który rozchodzi się z dużą prędkością na duże odległości bez utraty energii. Impulsy te mogą być kierowane w dowolnym kierunku w przestrzeni i wywierają dużą siłę na każdy obiekt znajdujący się na ścieżce propagacji. Testy, które zostały przeprowadzone przez zwolenników tej koncepcji, polegały na niszczeniu za pomocą owego „impulsu" obiektów z betonu czy metalu. Jednak, skoro generowana byłaby tak potężna energia, to mogłoby to mieć także, hipotetycznie, zastosowanie również do napędzania obiektów, choćby w kosmosie. Jeśli to rzeczywiście działa tak, jak głoszą entuzjaści pomysłu. Na razie sprawa jest dość tajemnicza. Nie wiadomo np., w jaki sposób zbudowano ów nadprzewodzący emiter. Nie trzeba dodawać, że, jeśli wierzyć opisom, koncepcja ta jest mocno na bakier z prawami fizyki, choćby dynamiką newtonowską.

Którędy wylecieć z heliosfery?

Skoro przed naszą techniką napędową stoi tyle wyzwań, warto pomyśleć o technikach optymalizacji podróży, by z takim trudem uzyskaną energię i pęd statku jak najlepiej wykorzystać. Naukowcy wyznaczyli np. niedawno najlepsze trasy, które pozwolą wydostać się poza strefę wpływów Słońca. Jak wiadomo, ludzkość wysłała już dwie sondy poza heliosferę, czyli region, w którym dominuje wiatr słoneczny. Jednym z ważnych aspektów, którego zupełnie nie znamy, jest kształt heliosfery. Nazwa sugeruje kulistość, ale wcale nie jesteśmy pewni, czy tak jest. Według modeli, może ona być rozciągnięta, a nawet mieć kształt półksiężyca.

Naukowcy zaproponowali ostatnio strefę, gdzie najlepiej wysłać sondę, aby poznać lepiej heliosferę. „Bez takiej misji jesteśmy jak złota rybka próbująca zrozumieć akwarium od środka", zauważa w publikacji w czasopiśmie „Frontiers in Astronomy and Space Sciences", Sarah A. Spitzer z Uniwersytetu Michigan.

Promieniowanie galaktyczne wpływa na kształt heliosfery. Istnieje strona „dziobowa" w kierunku ruchu Słońca, gdzie granica heliosfery znajduje się najbliżej Słońca. Jest też ogon. Zgłoszona w 2021 r. propozycja misji zakładała, że sonda znajdująca się na trajektorii 45 stopni względem nosa jest optymalna. Autorzy wspomnianej wyżej nowszej publikacji nie zgadzają się z tym. Spitzer i jej współpracownicy przeanalizowali sześć możliwych trajektorii i uznali, że z punktu widzenia badań przestrzeni międzygwiezdnej i uzyskania lepszego wyobrażenia o kształcie heliosfery najlepszą propozycją jest przejście „boczne".

Badania te mogą być pomocne, gdy podejmiemy misję międzygwiezdną, w której zależeć nam będzie na jak najszybszym wyrwaniu się ze słonecznej bańki. Nawet jednak najlepiej zoptymalizowana trajektoria oznacza przytłaczająco duży dystans jak na możliwości naszych obecnych technik napędowych. I to przede wszystkim trzeba zmienić. ■

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

1. Artystyczne wyobrażenie, jak może wyglądać Enaiposha spowita gęstymi kłębami pary wodnej © NASA

Enaiposha lub GJ 1214 b krąży wokół czerwonego karła, 47 lat świetlnych od Ziemi. Wcześniej była zaliczana do tzw. mini-Neptunów, jednak dokładniejsze obserwacje za pomocą teleskopu Webba (JWST) sugerują, że ona jest jak Wenus, tylko znacznie większa. Czyni ją to pierwszą znaną planetą klasy, którą astronomowie nazwali „super-Wenus".

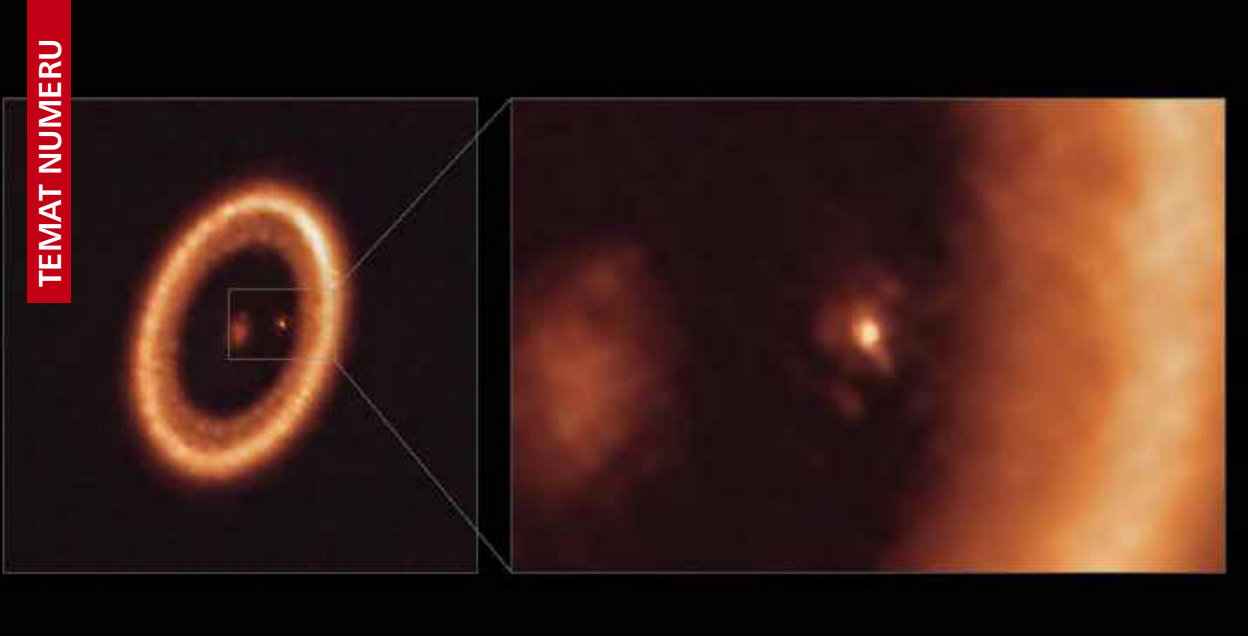
Gabinet planetarnych osobliwości

ŚWIATY Z PUCHU, PARY I WIATRU

Została odkryta jeszcze w 2009 roku, a jej szacowana masa i promień plasowały ją gdzieś pomiędzy Ziemią a Neptunem. Późniejsze obserwacje ujawniły istnienie znacznej atmosfery. Egzoplanety o tej masie zazwyczaj należą do jednej z dwu kategorii – super-Ziemi lub mini-Neptunów. Pierwsza kategoria to egzoplanety większe od Ziemi, z bogatymi w wodór atmosferami, o ile w ogóle takowe mają. Tak zwane mini-Neptuny mogą mieć podobne rozmiary, ale ich skład jest znacząco różny, z gęstszymi atmosferami bogatymi w wodór i hel oraz ciekłymi oceanami, prawdopodobnie pokrywającymi ich powierzchnie w całości. Mini-Neptuny są najliczniejszymi z prawie sześciu tysięcy potwierdzonych egzoplanet, co jest ciekawostką, gdyż w naszym Układzie Słonecznym nie ma ani jednej tego typu planety.

Zarówno super-Ziemie, jak i mini-Neptuny, jeśli spełnione byłyby określone warunki, mogą nadawać się do zamieszkania przez życie, jakie znamy. Częściowo z tego powodu astronomowie wnikliwie badali Enaiposhę, ciało o promieniu 2,7 razy większym i masie 8,2 razy większej od Ziemi. Mimo że krąży po orbicie zbyt bliskiej swojej gwiazdy-gospodarza, Orkarii, a zatem jest zbyt gorąca, by nadawała się do zamieszkania, bliskość tej egzoplanety do Ziemi oznacza, że możemy ją stosunkowo łatwo ją obserwować. W 2023 r. na podstawie obserwacji JWST i Hubble'a badacze wysunęli przypuszczenie, że egzoplaneta może mieć atmosferę bogatą w wodę, zawierającą również odparowane metale (**1**). Kolejne badania proponują jej przeklasyfikowanie. Kierowany przez astronomów Everetta Schlawina z uniwersytetu w Arizonie i Kazumasę Ohno z Narodowego Obserwatorium Japonii zespół odkrył coś nieoczekiwanego. Podczas

eprasa.pl f94bd886de



2. Dysk wokół egzoplanety

tranzytu Enaiposhy przed tarczą swojej gwiazdy, po swojej 1,6-dniowej orbicie, JWST zarejestrował stężenia dwutlenku węgla podobne do tych, jakie znamy z atmosfery Wenus, gdzie tego gazu jest 96 proc. Okazało się, że do obserwacji najlepiej pasuje scenariusz zakładający, że Enaiposha ma atmosferę zdominowaną przez metale na niższych wysokościach i stosunkowo niewielkie ilości wodoru, zaś na większych wysokościach atmosfera składa się z mgły gęstej od aerozoli, także CO_2. Z tego właśnie wyłania się koncepcja super-Wenus, świata bardzo gorącego z bogatą w węgiel atmosferą, przez którą trudno dojrzeć powierzchnię. Jednak w dwóch artykułach w „The Astrophysical Journal Letters" naukowcy podkreślają, że odkrycia te wymagają dodatkowych badań i weryfikacji.

Odkrycie planety podobnej do naszej sąsiadki z Układu Słonecznego nie powinno być chyba wielką sensacją. Świat egzoplanet pełen jest obiektów i zjawisk dużo dziwaczniejszych. Zobaczmy, jakie cuda i dziwy planetarne odnaleziono w naszej Galaktyce, a nawet poza nią.

Co ty wiesz o wianiu?

W odległości prawie stu lat świetlnych od nas znajduje się planeta oznaczona GJ 9827 d. Jest dwa razy większa od Ziemi i, według obserwacji, ma atmosferę składającą się prawie wyłącznie z pary wodnej. „Pierwszy raz, widzimy coś takiego", komentował to odkrycie Eshan Raul z Uniwersytetu Michigan, który analizował dane z Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba. Żeby było jasne – ta planeta nie byłaby gościnna dla tych form życia, które znamy na Ziemi. Jest ciekawa przez to, że to pierwszy znany „świat parowy". Jak dotąd, prawie wszystkie egzoplanety z wykrytymi atmosferami składają się głównie z najlżejszych pierwiastków, wodoru i helu, podobnie jak gazowe olbrzymy Jowisz i Saturn w naszym Układzie Słonecznym. GJ 9827 d jest pierwszą planetą, na której wykryliśmy atmosferę bogatą w cięższe cząsteczki gazowe.

Rekordowe wianie wiatrów wykryto natomiast w atmosferze gazowego giganta WASP-127b, oddalonego o ponad 500 lat świetlnych od Ziemi. Szaleją z prędkością szacowaną na maksymalnie 33 tysiące kilometrów na godzinę, co czyni je najszybszymi prądami atmosferycznymi na jakiejkolwiek znanej planecie. Egzoplaneta ta jest nieco większa od Jowisza pod względem średnicy, ale jej masa wynosi zaledwie 16 proc. jego masy. Uważa się również, że jest zablokowana pływowo, obracając się w synchronizacji z 4,2-dniowym cyklem obrotu wokół swojej gwiazdy, więc jedna strona jest wiecznie nagrzana do temperatur przekraczających tysiąc stopni Celsjusza a druga jest zimna. Różnice w sile sygnałów między biegunami planety mogą wskazywać na ekstremalne wahania temperatury o setki stopni Celsjusza między zmierzchem a świtem, czyniąc WASP-127b światem ekstremalnym. Zespół ją badający użył kriogenicznego spektrografu o wysokiej rozdzielczości w podczerwieni na Bardzo Dużym Teleskopie (VLT) Europejskiej Agencji Kosmicznej na pustyni Atakama w Chile.

Niedawno też udało się naukowcom zidentyfikować pierwszy znany pierścień gazu i pyłu okrążający planetę spoza naszego Układu Słonecznego.

eprasa.pl f94bd886de

Dysk ten otacza egzoplanetę o nazwie PDS 70c (**2**), jednego z dwóch gazowych olbrzymów o masie i rozmiarze podobnym do Jowisza, krążących wokół gwiazdy PDS 70, prawie 400 lat świetlnych od nas. Astronomowie z Europejskiego Obserwatorium Południowego odkryli tę egzoplanetę w 2019 roku za pomocą VLT. Obserwacje te w połączeniu z obrazami wysokiej rozdzielczości z teleskopu ALMA, również znajdującego się w Chile, pozwoliły na wyciągnięcie konkluzji, że dysk PDS 70c zawiera materiał umożliwiający formowanie księżyców wokół planety. Wyniki te zostały opublikowane na łamach „The Astrophysical Journal Letters".

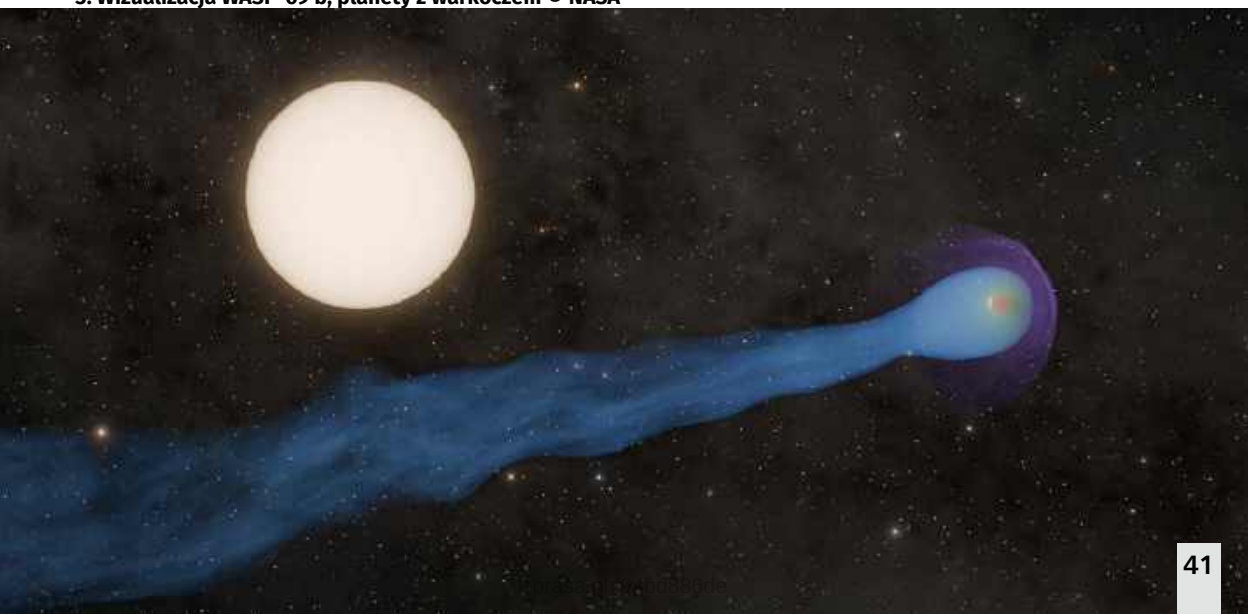
Zapachu za pomocą naszego astronomicznego instrumentarium jeszcze nie umiemy wykrywać, jednak, korzystając z teleskopu Jamesa Webba, astronomowie doszli do wniosku, że jedna z najbliższych Ziemi planet typu „gorący Jowisz" śmierdzi zgniłymi jajkami, gdyż jej atmosfera zawiera sporo siarkowodoru. Egzoplanetą, o której mowa, jest HD 189733 b, planeta o masie około 1,13 razy większej od Jowisza, odkryta w 2005 roku, około 65 lat świetlnych od Ziemi, w gwiazdozbiorze Liska. Świat ten był już wcześniej niesławny ze względu na śmiercionośne deszcze szkła, ekstremalne temperatury i wiatry wiejące z prędkością ponad 8000 km/h, a odkrycie fetoru sprawia, że wydaje się jeszcze mniej przyjazny.

Być może nie ze względu na zapach, ale za to w ramach zjawiska stosunkowo nowego dla astronomów, inna planeta, WASP-69 b, systematycznie pozbywa się z atmosfery cząsteczek wodoru i helu, które tworzą za planetą warkocz niczym za kometą zbliżającą się do Słońca (**3**). Przyczyna jego powstawania w tym odległym układzie jest zresztą taka sama jak w kometach – wiatr gwiezdny. WASP-69 b jest gorącym Jowiszem i krąży wokół swojej gwiazdy w konstelacji Wodnika, około 164 lat świetlnych od Ziemi, w niewielkiej odległości, co powoduje wzrost temperatury jej powierzchni. Promieniowanie z gwiazdy macierzystej powoduje, że lekkie gazy, wodór i hel, „fotowaporują" w przestrzeń kosmiczną, a ponieważ planeta nie stoi w miejscu, gazy ciągną się za nią. Wyliczono, że egzoplaneta traci około 200 tys. ton gazu na sekundę. Choć może się to wydawać dużo, faktycznie oznacza to utratę masy podobnej do masy ziemskiej w miliard lat, a masa WASP-69 b jest dziewięćdziesiąt razy większa od masy Ziemi, zatem egzoplaneta nie „wyparuje" tak szybko.

Super puff

Uczonych od dłuższego czasu zadziwia fakt istnienia „planet z puchu", światów tak lekkich i rzadkich, że trudno uwierzyć w ich istnienie i stabilność. Odkrycie dokonane JWST i ogłoszone w grudniu 2024 r. ujawniło nową planetę w układzie Kepler-51, 2600 lat świetlnych od Ziemi, w którym wykryto wcześniej „planety z waty cukrowej". Trzy wcześniej znane planety są mniej więcej wielkości Saturna, ale ich masa tylko kilka razy przekracza masę Ziemi. Naukowcy szacują, że masa nowo odkrytej planety jest podobna do pozostałych trzech, ale jej promień i gęstość pozostają nieznane, ponieważ nie zaobserwowano jej bezpośredniego tranzytu przez gwiazdę. „Planety typu super puff są dość rzadkie, a kiedy już się pojawiają, są zazwyczaj jedynymi w układzie planetarnym", zauważa w publikacji w czasopiśmie „Astronomical Journal" Jessica Libby-Roberts z Uniwersytetu Pensylwanii, która odkryła

3. Wizualizacja WASP-69 b, planety z warkoczem © NASA



4. Jedna z nieco żartobliwych wizualizacji 'planety z waty cukrowej' WASP-193b

ten puchowy świat. Istnienie aż czterech „puchatych" planet w układzie to rzecz niezwykła.

Do planet z waty cukrowej należy też odkryta przez astronomów z MIT, uniwersytetu w Liège w Belgii i innych instytucji WASP-193b (**4**). Wyróżnia się wielkim gabarytem. Według ustaleń naukowców jego średnica jest o 50 proc. większa od Jowisza przy jednej dziesiątej jego gęstości.

Prawdopodobnie należącą do kategorii „puchowych" planetę tak lekką, że uformowała się raczej w jajo niż w kulę, wykryli astronomowie z Uniwersytetu Arizony, we współpracy z międzynarodowym zespołem. Dzięki teleskopowi Webba udało się ustalić, że egzoplaneta WASP-107b, o rozmiarach Jowisza, ale znów z zaledwie jedną dziesiątą jego masy, ma asymetrię wschód–zachód w swojej atmosferze, co oznacza, że istnieje znaczna różnica między dwiema krawędziami jej atmosfery. Jest sprzężona pływowo ze swoją gwiazdą, a jej wykryta temperatura jest bliska 500 stopniom Celsjusza.

By nie stało się nam zbyt lekko, warto wspomnieć o odkrytej kilka lat temu przez teleskop kosmiczny Keplera niezwykle z kolei ciężkiej egzoplanecie. Obiekt ten krąży wokół czerwonego karła w konstelacji Lwa i oznaczony został K2-3d. Ma średnicę wynoszącą około 1,5 średnicy Ziemi. Masa tej egzoplanety została oszacowana na jedenaście mas ziemskich. Oznacza to gęstość około 17,5 grama na centymetr sześcienny. Uczeni sądzą, że oznaczać to może, iż obiekt składa się w większości z żelaza. Wyliczono, że gdyby był w całości z żelaza, to jego masa wynosiłaby prawie 15 mas Ziemi. Nie może to być więc żelazny monolit. Naukowcy zakładają, że część masy planety to skały lub też inne składniki, nawet woda.

Kosmiczna włóczęga

Dziwnym i ciekawym, choć, jak się okazuje, wcale nie tak rzadkim zjawiskiem są planety „bezpańskie", przemierzające przestrzeń, nie okrążając żadnej gwiazdy. Nazwaliśmy je w MT kiedyś planetami „roninowymi" przez skojarzenie ze znanymi z japońskich legend roninami, samurajami bez pana. W języku angielskim z kolei nazywa się je „rogue planets", co można przetłumaczyć jako „zbójeckie". Jakkolwiek je nazwiemy, wyniki obserwacji w ostatnich latach coraz silniej sugerują, że nie są one wyjątkami ani rzadkimi przypadkami. Planet we Wszechświecie, co wiemy już właściwie na pewno, jest wielokrotnie więcej niż gwiazd, bo prawie każda gwiazda ma wokół siebie układ planetarny. Zaś planet poza tymi układami, co dopiero zaczynamy sobie uświadamiać, może być również bardzo dużo.

Wiadomo, że w trakcie długiej historii układu planetarnego, wiele światów „znika" lub zostaje zniszczonych w wyniku kosmicznych kolizji i innych dramatycznych wydarzeń. Takie rzeczy wydarzyły się, wedle obecnego przekonania, także w dziejach Układu Słonecznego. Co najmniej jeden duży obiekt, o rozmiarach zbliżonych do Jowisza i Saturna, został najprawdopodobniej wyekspediowany gdzieś poza Układ Słoneczny w wyniku dramatycznych wydarzeń zachodzących we wczesnej fazie formowania systemu. Dziś

eprasa.pl f94bd886de

przyjmuje się, że ów obiekt albo znajduje się na bardzo odległej orbicie wokół Słońca, albo… cóż, stał się „roninem". Nie można wykluczyć, że w podobny sposób „znikło" z wczesnego dysku wokół Słońca także kilka mniejszych ciał, ale o tym wiemy mniej.

Według niektórych oszacowań, liczba planet bez gwiazd w kosmosie jest porównywalna z liczbą planet krążących dziś wokół gwiazd. Jednocześnie uczeni uważają, że ci „wygnańcy", czyli planety, które kiedyś krążyły wokół gwiazd i zostały ze swoich rodzimych orbit wyrzucone przez grawitacyjny bilard większych graczy, to jedynie część „roninów". Obecnie uważa się, że większość błąkających się po Drodze Mlecznej bezpańskich planet nigdy nie miała swojego domu wokół jakiejkolwiek gwiazdy. Dawniej wydawało się, że w obłokach gazu w obszarach formowania się gwiazd rzeczy biegną według ustalonego schematu. Gaz skupia się w coraz większych kłębach i zapada się grawitacyjnie w miejscach, w których potem zaczyna się fuzja termojądrowa. Z pozostałej materii w postaci dysku powstają planety itd. W rzeczywistości jednak na każdą gorącą, niebieską, masywną gwiazdę, którą widzimy w takim obszarze, przypadają setki, a nawet tysiące mniej masywnych gwiazd, które są trudne do dostrzeżenia, bo są o wiele mniej jasne. Trzy na każde cztery gwiazdy we Wszechświecie to czerwone karły, gwiazdy o małej masie wynoszącej od 8 do 40 proc. masy Słońca. Natomiast te, które najłatwiej dostrzec, mają masę dziesiątki, a nawet setki razy większą od masy Słońca. Te masywne gwiazdy wydmuchują gaz, z którego powstałyby nowe gwiazdy. W ten sposób zapobiegają dalszemu powstawaniu i wzrostowi gwiazd, co prowadzi do tego m.in., że skupiona masa zatrzymuje się w rozwoju, zanim stanie się gwiazdą. Pozostawia to w gromadzie wiele nisko- i średniomasywnych gwiazd, ale także tworzy dużą liczbę gwiazd niedoszłych, zbitków materii, które nigdy nie przekroczyły progu, by stać się gwiazdą. Te są wystarczająco duże i masywne, aby pasować do geofizycznej definicji planety. Według badań przeprowadzonych jeszcze w 2012 roku, na każdą tworzącą się gwiazdę przypada od stu do nawet stu tysięcy planet, które nigdy nie miały „swojej gwiazdy". Planety „roninowe" mogą mieć zresztą zróżnicowane pochodzenie, na przykład powstawać z fragmentów zniszczonych w wybuchach gwiazd lub innej materii „odpadowej".

Z powyższych rozważań wynika, że planet bezpańskich jest we Wszechświecie prawdziwe zatrzęsienie. Dlaczego więc ich nie wykrywamy? Nasze metody detekcji w astronomii oparte są albo na emisji własnej obiektu, albo na identyfikowaniu interakcji z emisją innych ciał. Do tego sprowadza się metoda tranzytu a także inne techniki, np. te wykrywające zakłócenia grawitacyjne, mikrosoczewkowanie itd. Planety same w sobie niestety są pod tym względem słabo dostrzegalne.

Mimo to udało nam się znaleźć potencjalne kandydatki na błąkające się po przestrzeni bezpańskie planety. Należy do nich np. CFBDSIR2149, zobrazowana przez obserwatorium ESO w podczerwieni. Zakłada się, że jest gazowym olbrzymem. Bliską w sensie odległości kandydatką na planetarnego włóczęgę jest obiekt WISE 0855-0714, znajdujący się w szacowanej odległości 7,27±0,13 roku świetlnego od Ziemi. We wrześniu 2020 r. astronomowie wykorzystujący techniki mikrosoczewkowania poinformowali o wykryciu po raz pierwszy planety tego rodzaju o masie zbliżonej do ziemskiej, nazwanej OGLE-2016-BLG-1928.

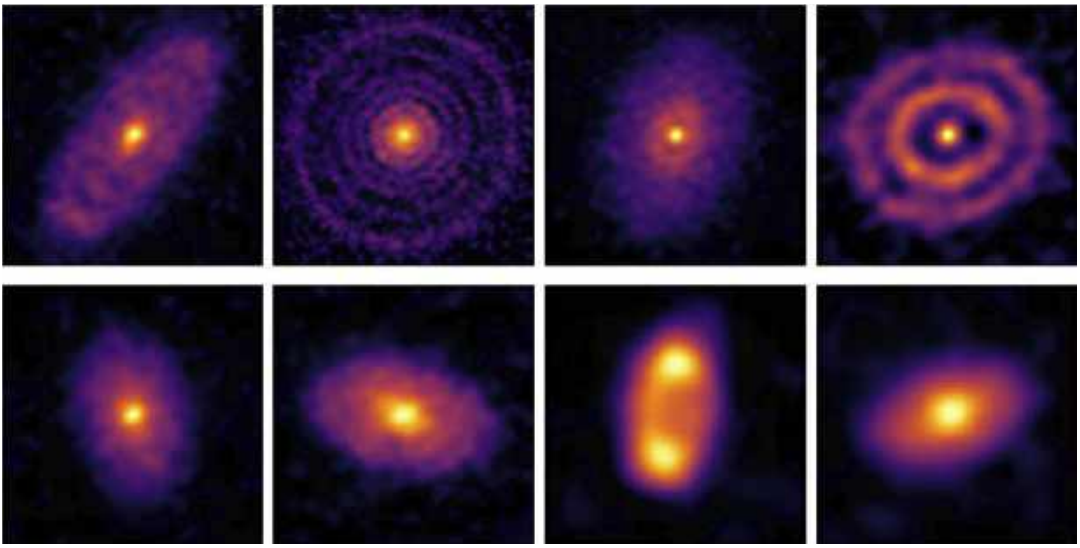
Saturn ekstragalaktyczny

Wszystkie opisane wyżej i wiele innych niezwykłości świata egzoplanet każą na nowo spojrzeć na procesy formowania tej kategorii ciał kosmicznych. Świeże odkrycia radioastronomii ujawniają np., że układy planetarne mogą tworzyć się w reakcji łańcuchowej, w której powstanie jednej planety w pobliżu gwiazdy centralnej sprzyja powstawaniu kolejnych planet położonych dalej, przez niejako efekt domina.

Wnioski takie pojawiły się po obserwacjach PDS 70, młodej gwiazdy znajdującej się w odległości 367 lat świetlnych w gwiazdozbiorze Centaura. Wcześniejsze badania przy użyciu Atacama Large Millimeter/submillimeter Array zidentyfikowały pierścień pyłowy poza orbitami dwóch planet w tym układzie, ale nie mogły zapewnić szczegółowego wglądu w rozkład pyłu. Zespół badawczy, kierowany przez Kiyoaki Doi z Instytutu Astronomii Maxa Plancka, wykorzystał obserwacje ALMA w wysokiej rozdzielczości na dłuższych falach radiowych, aby wniknąć głębiej w chmurę pyłu wokół PDS 70. Dane ujawniły koncentrację pyłu w północno-zachodnim regionie pierścienia, tuż poza orbitami istniejących planet. Sugeruje to, że interakcje między planetami a otaczającym je dyskiem skupiają ziarna pyłu w określonych obszarach. Te skupiska prawdopodobnie przekształcają się w nowe planety. Proces ten rozwija się jak reakcja łańcuchowa, w której powstała planeta przygotowuje grunt dla następnej.

W innym badaniu, opisanym w „The Astrophysical Journal", międzynarodowy zespół astronomów wykorzystał ALMA do uchwycenia wysokiej rozdzielczości obrazów ośmiu dysków protoplanetarnych w gromadzie gwiazd Sigma Oriona (**5**). Podczas obserwacji zespół znalazł dowody na istnienie luk i pierścieni

eprasa.pl f94bd886de



5. Obrazy zaskakująco bogatych struktur dyskowych w gromadzie Sigma Ori © ALMA

w większości dysków, które są potencjalnymi oznakami formowania się gigantycznych planet. Było to zaskakujące, biorąc pod uwagę, że dyski te są napromieniowane intensywnym promieniowaniem ultrafioletowym pochodzącym od masywnej gwiazdy w gromadzie. Wyniki te sugerują, że formowanie planet może zachodzić w warunkach, które wcześniej uważano za niesprzyjające. „Spodziewaliśmy się, że wysoki poziom promieniowania w tej gromadzie zahamuje formowanie się planet w zewnętrznych regionach tych dysków. Jednak zamiast tego widzimy oznaki, że planety mogą formować się w odległościach dziesiątek jednostek astronomicznych od swoich gwiazd, podobnie jak w mniej surowych środowiskach. Wskazuje to na to, że planety mogą formować się w jeszcze większej liczbie miejsc w całej galaktyce, nawet w regionach, które wcześniej uważaliśmy za zbyt surowe", czytamy w opublikowanym komunikacie.

Weryfikowane na nowo są nie tylko warunki formowania planet, ale również fantastyczne koncepcje nazywane sferami Dysona. W artykule, którego głównym autorem jest Tongtian Ren, a opartym na danych z Very Large Array Sky Survey (VLASS) i kilku innych radiowych obserwatoriów, o domniemanych sferach Dysona, które chciano widzieć wokół niektórych gwiazd, traktowane są raczej jako rodzaj nieodkrytego dotychczas zjawiska naturalnego, najprawdopodobniej chmur pyłu, które zakłócają rozkład energii w widmowych zakresach podczerwieni. Stąd brałyby się anomalie w obserwacjach, w których nierzadko upatruje się ślady otaczających gwiazdy konstrukcji budowanych przez obce cywilizacje.

Ważnym odkryciem ostatnich lat jest obserwacja wskazująca, że planety, jakie znamy z Drogi Mlecznej, istnieją także w innych galaktykach. Według informacji ogłoszonych parę lat temu w „Nature Astronomy", astronomom udało się zidentyfikować pierwszą planetę znajdującą się poza Drogą Mleczną, która, zdaniem uczonych, może mieć rozmiary zbliżone do Saturna. Pierwsza „ekstroplaneta", bo tak zdecydowano się nazywać tę klasę egzoplanet, znajduje się w galaktyce Wir, znanej również jako M51 lub NGC 5195, odległej od naszej o 28 milionów lat świetlnych. Planeta została odkryta, gdy przesłoniła źródło promieniowania rentgenowskiego, oznaczone jako M51-ULS-1, co wychwycił pracujący w zakresie promieni X teleskop kosmiczny Chandra. Znajduje się w układzie, w którym podobna do Słońca gwiazda krąży wokół gwiazdy neutronowej lub czarnej dziury, będącej silnym źródłem promieniowania rentgenowskiego. Przygaśnięcie tego źródła jest co do zasady podobne do zjawisk zachodzących podczas tranzytu egzoplanet przez tarcze gwiazd, pozwalających na ich odkrywanie np. przez teleskop Keplera. Dlatego naukowcy sądzą, że chodzi o planetę. Oczywiście odkrycie musi zostać jeszcze dodatkowo potwierdzone, co może nie być łatwym zadaniem z uwagi na oddalenie układu z hipotetyczną ekstroplanetą.

Skoro jednak w innych galaktykach zaczynamy odkrywać planety podobne do znanego Saturna, to zapewne jest tam również podobne do odkrywanego systematycznie w naszej Galaktyce, zoo dziwów egzoplanetarnych. ■

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

1. Misja Artemis planuje lądowanie astronautów na Księżycu w ciągu najbliższych trzech lat © NASA

Biały Dom wezwał kilka miesięcy temu do ustanowienia nowego standardu „skoordynowanego czasu księżycowego" (ang. skrót LTC). Ma to pozwolić na lepszą koordynację misji księżycowych, które wymagają dokładności, a na naszym satelicie występuje przesunięcie o jedną sekundę na pół wieku. Czyżby był to znak nadejścia w końcu czasu prawdziwego podboju Księżyca?

Nikt nie obiecywał, że eksploracja przestrzeni będzie łatwizną

KOSMOS TO NIE BUŁKA Z MASŁEM

Oprócz opracowania nowej strefy czasowej dla Księżyca, NASA pracuje również nad siecią o nazwie LunaNet, do komunikacji i nawigacji. National Geospatial-Intelligence Agency przygotowuje również system pozycjonowania, który zapewnić ma astronautom odpowiednik GPS na powierzchni Księżyca. Nie wiadomo jeszcze, czy nowy standard skoordynowanego czasu księżycowego zostanie ustanowiony przed pierwszym od ponad pół wieku lądowaniem astronautów na Księżycu w ramach misji NASA Artemis. Bo nie wiadomo niestety w ogóle, kiedy ten, zapowiadany od lat, powrót człowieka na Księżyc nastąpi (**1**). Piętrzą się problemy techniczne, rosną koszty, a harmonogramy są raz po raz przesuwane.

Rakieta problemów

Niepewne np. są losy rakiety Space Launch System (**2**), która jest od kilkunastu lat opracowywana w celu dostarczenia pierwszych astronautów na Srebrny Glob. Według Erica Bergera z „Ars Technica", znanego z tego, że jest w kwestiach kosmicznych dobrze poinformowany, istnieje „co najmniej 50 proc". szansy na to, że rakieta „zostanie anulowana". Jednak, jak

eprasa.pl f94bd886de

2. Rakieta SLS

podkreśla, wciąż jest daleko „od rozstrzygnięcia czegokolwiek". Plotki o anulowaniu SLS narastają od czasu niedawnego zwycięstwa wyborczego Donalda Trumpa, choć problemy SLS znane były wcześniej i MT o nich dość obszernie pisał. Już w wywiadzie z 2022 r. była zastępczyni administratora NASA Lori Garver powiedziała serwisowi „Futurism", że projekt jest po prostu „nie do utrzymania". Platforma przekroczyła budżet o ponad sześć miliardów dolarów, opóźniając się o ponad pół dekady. Były administrator NASA Michael Griffin podczas styczniowego przesłuchania w Izbie Reprezentantów, powiedział: „W mojej ocenie program Artemis jest nadmiernie złożony, nierealistycznie wyceniony, zagraża bezpieczeństwu załogi, stwarza bardzo wysokie ryzyko dla pomyślnego ukończenia misji i jest bardzo mało prawdopodobne, by był gotowy na czas, nawet jeśli zakończy się sukcesem".

Do tej pory rakieta SLS została wystrzelona tylko raz, w ramach inauguracyjnej misji NASA Artemis w 2022 roku, ale uszkodzenia poniesione w jej trakcie przez statek kosmiczny Orion wywołały wątpliwości co do możliwości bezpiecznego wysyłania astronautów na Księżyc za pomocą tego systemu. Według raportu Biura Inspektora Generalnego NASA (OIG) z sierpnia 2024 r., sama cena wieży zaprojektowanej do wystrzeliwania rakiet, począwszy od misji Artemis IV, która jest wstępnie zaplanowana na 2028 rok, wzrosła do 1,8 miliarda dolarów. W oddzielnym, wrześniowym raporcie OIG stwierdzono, że konfiguracja Block 1B SLS, która jest budowana przez Boeinga, jest poważnie opóźniona i znacznie przekracza budżet. Według OIG, niewłaściwe zarządzanie i brak doświadczenia po stronie Boeinga powodują poważne opóźnienia i wydatki. 38-stronicowy dokument określa praktyki kontroli jakości producenta jako nieodpowiednie, a jego siłę roboczą jako niewystarczająco wykwalifikowaną, obwiniając Boeinga za wzrost kosztów i opóźnienia w harmonogramie rozwoju Space Launch System (SLS) Block 1B. Podczas wizytacji w jednym z zakładów w 2023 r. inspektorzy odkryli na przykład, że spawanie komponentu SLS Core Stage 3 nie spełnia standardów NASA. Niewłaściwie wykonane spawanie zbiorników paliwa doprowadziło bezpośrednio do siedmiomiesięcznego opóźnienia w ukończeniu członu górnego (Exploration Upper Stage, EUS).

Rakieta nośna, będąca potężniejszą konfiguracją istniejącego SLS Block 1 NASA, ma odbyć swoją dziewiczą podróż w 2028 roku w ramach misji Artemis IV, czyli załogowego lądowania na Księżycu (według obecnie obowiązującego harmonogramu). Prace nad nim trwają od 2014 roku. Boeing miał zbudować górny stopień EUS dla Bloku 1B, zwiększający ładowność SLS o około 40 proc., a także podstawowe stopnie dla Bloku 1. Inni wykonawcy SLS to Aerojet Rocketdyne i Northrop Grumman. Pierwotnie na EUS przeznaczono budżet w wysokości 962 mln USD i miał on polecieć na Artemis II. Według szacunków OIG, koszty EUS mają wzrosnąć do dwóch miliardów dolarów do 2025 roku i osiągnąć 2,8 miliarda

eprasa.pl f94bd886de

dolarów do czasu, gdy Artemis IV miałaby wystartować w 2028 roku. Biuro przewiduje, że całkowite koszty SLS Block 1B osiągną 5,7 miliarda dolarów. Dodajmy do tego spodziewane sześcioletnie opóźnienie w dostawie systemu. OIG przewiduje, nawiasem mówiąc, że start Artemis IV może zostać przełożony.

Przypomnijmy, że SLS nie jest rakietą wielokrotnego użytku, co oznacza, że trzeba budować całkowicie nowe stopnie rakietowe dla każdej kolejnej misji Artemis. To przeciwieństwo rakiet SpaceX, w tym także potencjalnej alternatywy transportowej, jaką jest Starship. NASA wciąż ma nadzieję wykorzystać wielką rakietę Muska do Artemis III, pierwszej załogowej podróży na powierzchnię Księżyca, jednak niepowodzenie styczniowego testu rakiety Elona Muska znów przynosi znaki zapytania. Jednocześnie NASA wciąż zapewnia, że SLS jest „jedyną rakietą, która może wysłać Oriona, astronautów i ładunek bezpośrednio na Księżyc podczas jednego startu". Niestety ten jeden start kosztuje w tej chwili ponad dwa miliardy dolarów, a może kosztować więcej.

Jeśli NASA rzeczywiście zrezygnuje z SLS, to jak sugeruje Berger, agencja może być zmuszona do wykazania się kreatywnością i użycia do księżycowych misji innych rakiet, np. Falcon Heavy firmy SpaceX, a następnie „dokowania do osobno wystrzelonego stopnia Centaur V i wynienia go na Księżyc". Nie jest jednak jasne, czy taki plan B w ogóle wchodzi w grę. Jest w sferze rozważań inny wariant. W ramach pierwszej misji lądowania na Księżycu, jaką ma być, według obecnych planów, Artemis III, SLS miałaby wynieść na orbitę czterech astronautów w kapsule załogowej Orion. Następnie Orion miał udać się na Księżyc. Po dotarciu na orbitę księżycową, Orion zadokowałby do Starshipa (który został wystrzelony oddzielnie). Dwóch astronautów wsiądzie do Starshipa, który odłączy się od Oriona i zejdzie na powierzchnię Księżyca (**3**). Po pobycie na Srebrnym Globie astronauci wracają na orbitę księżycową Starshipem, który łączy się ponownie z Orionem. Załoga wraca na Ziemię na Orionie, pozostawiając Starshipa na orbicie wokół Księżyca. Jeśli jednak wyeliminowana zostanie rakieta SLS, to… jest znów Starship, choć Orion może zostać też wyniesiony na orbitę przez inną rakietę. Wariant, w którym Starship używany jest jako lądownik, wymaga sprawdzenia go w tej roli. Na Księżycu raczej nie będzie szczypiec chwytających.

Z koncepcją wykorzystania Starshipa w programie Artemis są problemy innej natury. Elon Musk nie jest w ogóle entuzjastą skupiania się na Księżycu. O wiele bardziej interesuje go Mars. Miliarder powiedział, że chce wysłać ludzi w podróż na Marsa za pomocą Starshipa do 2028 roku. Na ogół uważa się ten plan za nierealny. Starship w tej chwili nie jest gotowy do jakiejkolwiek misji, gdyż testy nie udowodniły jeszcze jego niezawodności i zdolności do udźwignięcia wszystkich zadań, które mogłyby być mu postawione. SLS, mimo problemów i kosztów, jest już sprawdzoną w działaniu rakietą. Starship czeka wciąż sporo testów, zanim ludzie będą mogli wejść na jego pokład.

Program Artemis w 2017 roku zainaugurowała pierwsza administracja Trumpa. Jego celem jest, po wstępnych misjach na powierzchnię Księżyca, ustanowienie stałej bazy, w której ludzie mogliby mieszkać i pracować na Księżycu. Amerykańscy astronauci mieli w pierwotnym planie wylądować na Księżycu

3. Wizualizacja lądowania rakiety Starship na Księżycu

eprasa.pl/94bd886de

już w ubiegłym roku. Teraz trudno nadążyć za przesuwaniem terminów misji Artemis III i kolejnych w przyszłość. Opóźnienia wynikają nie tylko z problemów z rakietą SLS i wieżą, ale również z przeprojektowania skafandrów kosmicznych, wad osłony termicznej Oriona i systemów podtrzymywania życia.

W grudniu 2024 NASA ogłosiła kolejne opóźnienia w wysyłaniu astronautów z powrotem na Księżyc. Administrator Bill Nelson powiedział, że następna misja w ramach programu Artemis, lot czterech astronautów wokół Księżyca i z powrotem, jest planowana na kwiecień 2026 roku. Wcześniej planowano ją na wrzesień 2025 roku, po tym jak przesunięto ją z tego roku. Urzędnicy twierdzą, że dochodzenie w sprawie uszkodzenia osłony termicznej podczas pierwszego lotu testowego kapsuły dwa lata temu wymagało czasu, a potrzebne są też inne poprawki i ulepszenia. Przesuwa to trzecią misję Artemis – lądowanie na Księżycu dwóch astronautów – na co najmniej 2027 rok. NASA celowała wcześniej w rok 2026. A realistyczniej mówi się o 2028 roku, z kolejnymi możliwościami przesunięcia

Seria przesunięć harmonogramu musi wzbudzać w USA niemały niepokój, bowiem Chiny zapowiadają wysłanie swoich taikonautów na powierzchnię Księżyca do 2030 roku. Uważa się, iż w przeciwieństwie do Stanów Zjednoczonych, Chiny są zazwyczaj konserwatywne w swoich szacunkach, więc można założyć, że przesunięcie terminu jest mało prawdopodobne. Gdyby Chińczycy dotarli na Księżyc jako pierwsi w tym stuleciu, zadałoby to poważny cios amerykańskiej astronautyce, nie tylko wizerunkowy.

Jedni podwykonawcy sobie radzą, inni – nie

Jest też sporo zamieszania z ekosystemem i podwykonawcami programu Artemis. Jak się okazało niedawno, kosztujący 450 milionów dolarów księżycowy łazik NASA, Volatiles Investigating Polar Exploration Rover (VIPER) firmy Astrolab, nie poleci na Księżyc, przynajmniej nie dla NASA. Pierwotnie miał zostać umieszczony na pokładzie lądownika księżycowego o nazwie Griffin firmy Astrobotic. Ten jednak teraz, zamiast VIPERA, zabierze ze sobą „symulator masy", ponad 400 kg. NASA tłumaczy, że nie miała wyboru. Koszty VIPER-a już wzrosły, a choć łazik został w pełni zbudowany, nie został w pełni przetestowany. Oczekiwano, że przeprowadzenie dalszych testów w celu udowodnienia, że nadaje się do misji, spowoduje przekroczenie kwoty 600 milionów dolarów, i to przy założeniu, że łazik przejdzie je bez żadnych poważnych problemów. Agencja obawiała się, że jeśli nie wyciągnie wtyczki, koszty pochłoną budżet innych misji księżycowych.

Dwa, mające odgrywać w Artemis misje pomocnicze, lądowniki księżycowe, Blue Ghost firmy Firefly Aerospace i Resilience, zbudowany przez japońską firmę ispace, w końcu wystartowały na pokładzie rakiety SpaceX Falcon 9 w styczniu 2025 r. Lot jest częścią programu NASA Commercial Lunar Payload Services (CLPS). Po dotarciu na powierzchnię, Blue Ghost będzie miał około dwóch tygodni na prowadzenie działań naukowych i badawczych. Zasilany energią słoneczną lądownik z dziesięcioma ładunkami CLPS jest rekordem w programie dostarczania ładunków na Księżyc. Z kolei Resilience ma dotrzeć na Księżyc później niż Blue Ghost. Jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem, japoński lądownik wyląduje w Mare Frigoris na północnej półkuli Księżyca w okolicach maja 2025 r. Jednym z ładunków Resilience jest mikrołazik o nazwie Tenacious, który zostanie umieszczony na powierzchni Księżyca po udanym lądowaniu. Ma zebrać próbki regolitu.

Znana z Polsce z tego, że wysyła drugiego polskiego astronautę, Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego w kosmos, firma Axiom Space pracuje m.in. nad nowym kombinezonem znanym jako Axiom Exploration Extravehicular Mobility Unit (AxEMU). Zaprezentowała projekt, który został stworzony we współpracy z Pradą (**4**). Axiom podaje, że AxEMU jest wyposażony w systemy podtrzymywania życia i monitorowania stanu zdrowia, które byłyby nie do pomyślenia w erze programu Apollo. Ma również

4. Skafander firmy Axiom

eprasa.pl f94bd886de

5. Wizja sondy Europa Clipper nad powierzchnią księżyca Europa – w tle Jowisz

nową technologię chłodzenia i system oczyszczania dwutlenkiem węgla. Axiom zapowiada też bardziej zaawansowane materiały na wizjer i hełm, ułatwiające użytkownikom zachowanie świadomości otoczenia. Znana marka modowa, Prada, pomogła Axiom wybrać materiały i opracować metody szycia łączącego białą zewnętrzną warstwę tkaniny z precyzyjnie zaprojektowanym wnętrzem. Axiom Space zaprojektował AxEMU tak, aby działał do ośmiu godzin na powierzchni Księżyca. Konstrukcja przeszła wstępny test ciśnieniowy we współpracy z NASA i SpaceX. Przed nami jednak jeszcze więcej testów. Firma ma nadzieję wejść w fazę krytycznego przeglądu projektu w 2025 roku, co umożliwiłoby jej rozpoczęcie produkcji skafandrów do użytku w kosmosie.

NASA miała, jak wspominaliśmy, trudności z wprowadzeniem nowych skafandrów kosmicznych do produkcji. Początkowo agencja miała nadzieję, że produkować skafandry będzie dwóch partnerów komercyjnych, z którymi zawarła umowy, Axiom i Collins Aerospace. Ta ostatnia ogłosiła jednak na początku tego roku, że porzuca projekt skafandra kosmicznego. Oznacza to, że AxEMU może być jedynym skafandrem nowej generacji w garderobie NASA, co nic nie ujmując projektowi Axiom, nie jest korzystne z punktu widzenia programu.

Drobiazgi budzące przerażenie

O tym, że nigdy nie jest lekko w świecie eksploracji kosmosu, świadczą przygody innych misji, niezwiązanych z planami księżycowymi i marsjańskimi. Na przykład sonda NASA Europa Clipper, która wystartowała w kierunku układu Jowisza (**5**) w październiku, jak donosił „The New York Times" na kilka miesięcy przed startem, miała katastrofalną wadę techniczną. Testy wykazały, że niezbędne w Europa Clipper tranzystory zostaną najprawdopodobniej zniszczone przez intensywne promieniowanie Jowisza, a to oznaczałoby fiasko misji.

W całym statku zastosowano półtora tysiąca takich tranzystorów. Naukowcy obawiali się, że ich wymiana może kosztować nawet miliard dolarów i zająć lata. Jak wykazały późniejsze eksperymenty, ciepło z promieniowania ostatecznie spowodowałoby, że lekko uszkodzone atomy tranzystora powróciłyby do swojego pierwotnego układu. W efekcie, częściowo „leczyłyby się same", powiedział NYT Joe Stehly, inżynier systemowy misji. Mając to na uwadze, gdyby udało się ograniczyć przeloty Clippera i oszczędnie korzystać z jego instrumentów elektronicznych, być może udałoby się uratować misję. Takie podejście byłoby jednak nadal pełne niepewności, nie wspominając już o radykalnym ograniczeniu celów naukowych sondy kosmicznej. Jeff Srinivasan, kierownik ds. systemów lotu, zaproponował więc pobranie próbek każdego stosowanego w sondzie typu MOSFET i zapakowanie ich do pojemnika przymocowanego do statku kosmicznego. Służyłyby jako systemy wczesnego ostrzegania informujące, kiedy powinni wyłączyć określone układy elektroniki, by uniknąć uszkodzeń spowodowanych promieniowaniem. Chociaż stworzenie takiego systemu zwykle trwa lata, inżynierowie złożyli go w miesiąc. A po rygorystycznych testach okazało się, że będzie działał nawet lepiej, niż oczekiwano.

eprasa.pl f94bd886de

6. Rakieta Electron firmy Rocket Lab podczas startu

Sonda została wystrzelona, ale dopiero za kilka lat okaże się, czy te podjęte działania zaradcze pomogą.

Kilka lat temu przerażenie wywołała u prowadzących misję JWST wiadomość o uderzeniu w zwierciadło drobiny kosmicznej. Było to krótko po rozłożeniu obserwatorium wartego 10 mld dolarów, więc panika była zrozumiała. Potem już o tym nie słyszeliśmy, chyba uderzenie nie wpłynęło na działania teleskopu Webba. Gdy latem ubiegłego roku podobna rzecz połączona z burzą słoneczną przydarzyła się europejskiemu teleskopowi kosmicznemu Gaia, był on już bliżej końca swojej ponaddziesięcioletniej działalności. W lipcu 2024 r. w komunikacie prasowym Europejska Agencja Kosmiczna przyznała, że statek kosmiczny Gaia został uderzony trzy miesiące wcześniej przez szybko przemieszczający się „mikrometeoroid", który uszkodził jego ochronną powłokę zewnętrzną. Gaia miała już wcześniej awarie, a w dodatku jej urządzenia zostały zakłócone przez słoneczny sztorm. Problemy te wystąpiły ponad cztery lata po spodziewanej dezaktualizacji Gai. Do tej pory technicy ESA umieli dostosować oprogramowanie starzejącego się statku kosmicznego, aby „radykalnie zmniejszyć liczbę fałszywych detekcji" i przywrócić go do rutynowych operacji, ale ESA ostrzegła, że burza słoneczna może okazać się „ostatnią kroplą".

Europo, nie idź tą drogą!

Europa i jej agencja ma, ogólnie rzecz biorąc, znacznie bardziej fundamentalne problemy niż dziurki w starej sondzie Gaia. Nie NASA, a SpaceX już dawno prześcignęła Europejską Agencję Kosmiczną i jej partnerów instytucjonalnych pod niemal każdym względem, jeśli chodzi o dostęp do przestrzeni kosmicznej i zapewnienie bezpiecznej komunikacji. Na przykład w ubiegłym roku SpaceX przeprowadziła 134 misje orbitalne. A Europa w sumie miała tylko trzy. SpaceX obsługuje ogromną konstelację ponad siedmiu tysięcy satelitów, dostarczając szerokopasmowy Internet na całym świecie. Europa ma nadzieję, że do 2030 r. dopracuje się znacznie skromniejszego systemu obsługującego najwyżej nasz kontynent kosztem jedenastu miliardów dolarów inwestycji.

Europa bardzo jednak chce utrzymać niezależny dostęp do przestrzeni kosmicznej. Kupowanie tanich usług od SpaceX upokarza europejski biznes kosmiczny. UE bardzo chce znaleźć odpowiedź na dominację SpaceX. Europejskim firmom bardzo trudno było dogonić komercyjny przemysł kosmiczny, który rozwinął się w Stanach Zjednoczonych w ciągu ostatnich 15 lat, ze SpaceX na czele, ale obejmujący również dziesiątki innych graczy. Częściowo wynika to z faktu, że Europejska Agencja Kosmiczna działa wolniej i mniej sprzyja rozwojowi konkurencyjnego środowiska, wyrównującego szanse nowych, aspirujących firm. Przyczyny bardziej ogólne dotyczą lepszych warunków dla przedsiębiorczości w Stanach Zjednoczonych i większego dostępu do kapitału wysokiego ryzyka. ESA w ostatnich latach chciała to zmienić, inicjując konkursy takie jak European Launcher Challenge. Oczywiste jest jednak, że Europa jest daleko w tyle za Stanami Zjednoczonymi oraz,

eprasa.pl f94bd886de

choć w mniejszym stopniu, za Chinami, jeśli chodzi o rozwój dynamicznego komercyjnego ekosystemu kosmicznego.

Jednak podejście stosowane przez Airbusa, europejską korporację lotniczą, której powierzono to zadanie, a którą cechuje wiele podobieństw do Boeinga, budzi ogromne wątpliwości wielu komentatorów. Według Bloomberga, „Airbus zatrudnił Goldman Sachs Group do doradztwa w sprawie stworzenia nowej europejskiej firmy kosmicznej i satelitarnej, która mogłaby lepiej konkurować ze SpaceX Elona Muska". W negocjacjach uczestniczą m.in. francuski Thales i włoski Leonardo, a celem jest stworzenie portfolio konkurencyjnych usług kosmicznych. Ekspertom trudno jest wyobrazić sobie, by Airbus i niektóre inne duże koncerny wraz z europejskimi instytucjami stały się sprawnymi operatorami lotów kosmicznych. Wymagałoby to ogromnych zmian w organizacjach, które od dziesięcioleci mają skostniałą kulturę.

Stosuje się tu analogię do tego, co próbowano przed laty zrobić w USA. Dwie dekady temu amerykańskie wojsko zmusiło Lockheeda i Boeinga do połączenia zespołów zajmujących się startami kosmicznymi w jedną spółkę. Powstały w ten sposób United Launch Alliance (ULA) miał mieć większą efektywność, zwinność i niższe koszty. Stało się wręcz przeciwnie. Ceny startów gwałtownie wzrosły, a USA oddawały rynek komercyjnych startów zagranicznym podmiotom. Było tak aż do momentu, gdy SpaceX wprowadziła swoją rakietę Falcon 9. Krytycy obawiają się, że obecne podejście europejskie, z zaangażowaniem Airbusa i niesłabnącą rolą biurokracji, doprowadzi do tych samych rezultatów jak powołanie ULA w USA, czyli właściwie braku rezultatów.

Konkurencja mała, duża i potencjalna

Dominacja SpaceX na szczęście nie oznacza monopolu. Wynika raczej z konkurencyjności cenowej usług startowych firmy Muska. Niektórzy uważają, że dominacji tej sprzyja istnienie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Gdy ta zostanie wycofana z orbity, liczba misji ładunkowych i załogowych może wzrosnąć, umożliwiając wejście na rynek większej liczbie firm startowych poza SpaceX, choć prawdopodobnie to ona wciąż będzie numerem jeden.

Potencjalna konkurencja już działa na rynku. To np. Rocket Lab, nowozelandzko-amerykańska firma, która zwiększyła swój udział w rynku wynoszenia na orbitę dzięki swojej rakiecie Electron (**6**). Debiut jej rakiety Neutron, która jest przeznaczona do rozmieszczania konstelacji satelitarnych, sond międzyplanetarnych i załogowych lotów kosmicznych, w dodatku będącej wielokrotnego użytku, jest opóźniony – być może dojdzie do niego w tym roku. Rocket Lab miał na koncie w 2024 r. tylko kilka startów. Jednak to działający i sprawdzony system wynoszący.

Blue Origin, założona przez Jeffa Bezosa, jest potencjalnie poważnym konkurentem SpaceX a to ze względu na potencjał finansowy szefa Amazonu. Przez kilka lat firma świadczyła usługi dla zamożnych turystów kosmicznych, korzystając ze swojej suborbitalnej rakiety New Shepard. Prowadziła również nieskuteczne batalie prawne przeciwko SpaceX. Jej los ma się odmienić wraz z udanym testem rakiety New Glenn, odpowiedzi Blue Origin na Falcona 9 i Falcona Heavy. New Glenn, podobnie jak rakiety SpaceX, ma pierwszy stopień wielokrotnego użytku (choć w pierwszym teście go nie odzyskano).

Oczywiście trudno będzie jakiejkolwiek firmie, z tym co mają lub mogą mieć w najbliższym czasie do zaoferowania, konkurować ze Starshipem. Ta rakieta SpaceX potencjalnie miażdży wszystko, co znamy w sektorze kosmicznym. Jednak wyniki jej kolejnych testów to mieszany komunikat. Nie można jej w tej chwili uznać za gotowy i niezawodny wehikuł kosmiczny.

Wysokie wymogi niskiej orbity

W kosmosie trwa też wyścig, dotyczący najniższych orbit okołoziemskich. Roje i konstelacje satelitów umieszczane na „bardzo niskiej orbicie okołoziemskiej" (ang. „Very Low Earth Orbit", VLEO), oraz statki kosmiczne muszą już, inaczej niż obiekty na wyższych orbitach, walczyć z oporem powietrza w górnych partiach atmosfery. Dolna granicą tej orbity jest wysokość 100 km, uznawana za umowną granicę przestrzeni kosmicznej. Satelita pozostawiony na średniej orbicie okołoziemskiej lub wyższej mógłby krążyć wokół naszej planety przez tysiąclecia. Jednak na orbicie VLEO, w zależności od prędkości, kształtu i masy, satelita utrzymuje się zaledwie kilka miesięcy, tygodni lub nawet dni, Gdy zejdzie na wysokość około 100 km, jego koniec jest nieuchronny. Tu trwa walka przede wszystkim o obniżenie kosztów, zwiększenie efektywności i pozostanie na niskiej orbicie możliwie najdłużej. Zaletą tak niskiej orbity jest możliwość szybkiego dotarcia i mniej problemów komunikacyjnych, gdyż do powierzchni Ziemi jest blisko. Nic dziwnego, że konkurencja na rozwiązania pozwalające opanować VLEO zaostrza się.

Możliwości dłuższego pozostawania na VLEO badał jakiś czas temu należący do Europejskiej Agencji Kosmicznej satelita Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer (GOCE). Wystrzelony w 2009 roku, orbitował na wysokości około 250 km (**7**),

eprasa.pl f94bd886de

7. Artystyczna wizja satelity GOCE na VLEO © Wikipedia

wykorzystując system napędu jonowego. GOCE precyzyjnie mierzył pole grawitacyjne Ziemi. Przetestował też rozwiązania konstrukcyjne niezbędne do trwałego operowania na VLEO.

Obecnie próbuje się m.in. wykorzystać w tej strefie to, co stanowi tam tradycyjnie największy problem – rozrzedzone cząsteczki atmosfery. Chodzi o technikę zbierania ich, by posłużyły do napędzania satelitów. Taki system, zwany Air-Breathing Electric Propulsion (ABEP), polega na przymocowaniu dużego pojemnika lub otworu z przodu satelity, do którego wpadają cząsteczki gazu z atmosfery, zanim zostaną zjonizowane, w celu wytworzenia plazmy, która generuje ciąg. Wykorzystując pola elektryczne i magnetyczne, silnik jonizowałby gaz z atmosfery, odbierając po jednym elektronie z każdej cząsteczki, aby wytworzyć wolny elektron i jon. Następnie, za pomocą magnesów, elektrony i jony są wypychane z tyłu statku kosmicznego, wytwarzając ciąg. Do tej pory eksperymentalne systemy ABEP na poziomie gruntu zdołały wytworzyć stosunkowo niewielkie ciągi, a ich wykonalność na orbicie nie została jeszcze przetestowana. Nad rozwiązaniem tym pracuje jednak szereg startupów z Europy, m.in. Stellar Advanced Concepts z Londynu, Kreios Space z siedzibą w Vigo w Hiszpanii. Zainteresowało się nim także amerykańskie wojsko. Program Otter Departamentu Obrony USA przeznaczył już ponad 20 milionów dolarów na opracowanie satelitów na VLEO. Jedna z amerykańskich firm, Redwire, projektuje „orbitalnego drona" o nazwie SabreSat, który ma panele słoneczne ustawione podobnie jak górne płetwy ryby, w celu zmniejszenia oporu. Firma twierdzi, że SabreSat byłby w stanie spędzić do siedmiu lat w VLEO. Europejski oddział Redwire opracowuje własnego satelitę VLEO o nazwie Phantom, w ramach projektu Europejskiej Agencji Kosmicznej o nazwie Skimsat. Phantom nie będzie jednak wykorzystywał technologii oddychania rozrzedzonym powietrzem, lecz mieszankę paliwową o nieujawnianym na razie składzie.

Wykorzystanie najniższych orbit ma ogromny potencjał biznesowy, jednak pozostawienie ich jako pola do swobodnej konkurencji prowadzi do niezwykle kontrowersyjnych rezultatów. Na przykład falę gorących komentarzy i sprzeciwów wywołał w ubiegłym roku startup z Teksasu, AST SpaceMobile, który jeszcze w 2022 r. zaczął wystrzeliwać na niską orbitę satelity wyposażony w największe w historii komercyjne matryce antenowe, mające po rozłożeniu 64 metry kwadratowe powierzchni (**8**). Taki obiekt przyćmiewa na niebie większość obiektów, z wyjątkiem Księżyca, Wenus, Jowisza i siedmiu najjaśniejszych gwiazd. Firma, dążąca do stworzenia pierwszej kosmicznej komórkowej sieci szerokopasmowej, dostępnej bezpośrednio przez telefony komórkowe, wciąż rozbudowuje swoją konstelację satelitów. We wrześniu 2023 r. wykonała pierwsze w historii połączenie telefoniczne 5G między swoim prototypowym satelitą a Samsungiem Galaxy S22. Chce zbudować konstelację ponad stu satelitów.

AST SpaceMobile nie jest ani pierwszą, ani jedyną firmą próbującą budować wieże komórkowe w kosmosie. SpaceX wystrzeliło do tej pory ponad siedem tysięcy satelitów, a nowe partie satelitów Starlink wciąż trafiają na niską orbitę okołoziemską. Amazon, OneWeb i Lynk Global to inne firmy, które próbują włączyć się do konkurencji. W kosmosie nie jest więc łatwo nie tylko dlatego, że to wyzwanie techniczne. Wyzwaniem i to rosnącym jest coraz liczniejsza konkurencja. ■

Mirosław Usidus

8. Koncepcyjny obraz satelity Bluewalker firmy AST Spacemobile

eprasa.pl f94bd886de

O tych, co przekuli innowacyjne wizje w biznesowy sukces
W polskim życiu publicznym coraz częściej używanym słowem jest odmieniany na wszystkie sposoby wyraz „innowacje". I tak powinno być przez najbliższe lata, bo ambicją naszego kraju jest spektakularny awans do grona państw o gospodarce kreatywnej, tworzącej własne produkty i marki, znane i szanowane w świecie.
To Wy, młodzi Czytelnicy MT, macie tego dokonać! Żeby Was natchnąć dobrymi przykładami, co miesiąc przedstawiamy reprezentantów czołówki światowych liderów innowacji. Najczęściej byli oni jeszcze w wieku szkolnym lub studenckim, gdy w ich głowach rodziły się śmiałe pomysły skutkujące później powstaniem superproduktów, wielkich brandów i fantastycznych fortun.
To oni kształtują cywilizację technologiczną.
To bohaterowie naszych czasów.

1. Melanie Perkins

Młoda, zdolna, piękna i bogata – **Melanie Perkins**

Która kobieta nie marzy, by być jak Melanie Perkins. Pamiętajmy jednak, że majątku nikt jej nie dał w prezencie czy w jakimś spadku. To, co ma, zawdzięcza sobie, swojej pomysłowości, talentowi i pracy.

CV: Melanie Perkins
Data i miejsce urodzenia: 1987, Perth, Australia
Adres zamieszkania: Sydney, Australia
Obywatelstwo: australijskie
Stan cywilny: mężatka
Majątek: 4,4 mld dolarów (2024)
Kontakt: www.linkedin.com/in/melanieperkins
Edukacja: Sacred Heart College w Perth, Uniwersytet Zachodniej Australii w Perth (nieukończony)
Doświadczenie zawodowe: 2007 – założycielka i współwłaścicielka firmy Fusion Books, 2012 – współzałożycielka i prezes Canva
Zainteresowania: kite surfing, podróże

eprasa.pl f94bd886de

2. Fragment projektu nowej siedziby firmy Canva w Sydney

Na świat przyszła w 1987 roku w australijskim mieście Perth. Jest córką urodzonej w Australii nauczycielki i malezyjskiego inżyniera pochodzenia filipińskiego i lankijskiego. Uczyła się w lokalnej szkole średniej Sacred Heart College, początkowo marząc, by zostać łyżwiarką figurową. Jako nastolatka regularnie wstawała o 4.30 rano, by pędzić na trening, jeszcze przed pójściem do szkoły. Jednocześnie w wieku czternastu lat zaczęła prowadzić swój pierwszy biznes, sprzedając ręcznie robione szaliki w sklepach i na targach w Perth.

Po ukończeniu szkoły średniej zapisała się na Uniwersytet Australii Zachodniej, wybierając studia na kierunku komunikacja, psychologia i handel. Udzielała też korepetycji dla studentów w dziedzinie projektowania graficznego. Zauważyła przy okazji, ile trudności sprawia ludziom nauka biegłej obsługi i funkcji zaawansowanych programów do projektowania i obróbki grafiki, takich jak Adobe Photoshop. Podstawowa nauka jednego tylko programu potrafiła zająć cały semestr studiów, nie dając wcale jeszcze profesjonalnej biegłości. To wtedy zaświtała jej myśl, że opracowanie narzędzi ułatwiających pracę nad projektami graficznymi ma potencjał biznesowy. Ten tok myślenia doprowadził ją do pomysłu stworzeniu platformy graficzno-projektowej, w której nie byłoby wymagane doświadczenie techniczne w obsłudze wyspecjalizowanego oprogramowania.

W wieku 19 lat porzuciła studia, by w 2007 r. wraz ze swoim kolegą i sympatią, Cliffem Obrechtem, założyć firmę nazwaną Fusion Books, która umożliwiała uczniom projektowanie własnych roczników szkolnych za pomocą prostego narzędzia typu „przeciągnij i upuść", wyposażonego w bibliotekę szablonów projektów, które można było wypełniać zdjęciami, ilustracjami i czcionkami. Pierwotnie Perkins chciała opracować oprogramowanie, które ułatwiłoby cały proces projektowania, ale okazało się to w tamtym momencie technicznie zbyt trudne i kosztowne. Jak sama potem mówiła w wywiadach, trening na niszowych projektach, jakimi są roczniki szkolne (zajmowała się tym m.in. jej matka, nauczycielka w szkole), prowadził w konsekwencji do udoskonalenia projektu ambitniejszego i bardziej złożonego narzędzia graficznego.

W ciągu pięciu lat Fusion Books stała się największą firmą w Australii zajmującą się tą specyficzną działalnością – projektowaniem i opracowywaniem graficznym roczników szkolnych. Potem firma rozszerzyła swoją działalność na Francję i Nową Zelandię.

Pomysł na Canvę

Melanie zaczęła szukać finansowania dla swojego projektu docelowego. Opowiadała, że została odrzucona przez ponad sto lokalnych podmiotów, do których zwróciła się w swoim Perth. W końcu w 2011 r. w mieście zjawił się znany na arenie międzynarodowej inwestor, Bill Tai, jako juror konkursu dla startupów. Perkins i Obrecht przedstawili mu wtedy wstępny pomysł na platformę graficzną Canva. Obecni byli również inni inwestorzy venture capital, w tym Rick Baker z Blackbird Ventures.

Przedsiębiorczyni wspomina, że początkowo była zawiedziona spotkaniem z Billem. „Myślałam, że nie spodobało mu się to, co miałam do powiedzenia. Rozmawiał przez telefon i myślałam, że to oznacza, że nie był tak naprawdę zbyt zaangażowany w to, co mówiłam", wspominała Perkins. „Ale potem wróciłam do domu i zdałam sobie sprawę, że przecież przedstawił mnie kilku osobom". Dotarło zatem do niej, że to jest właśnie przełom, otwarcie nowej ścieżki. Choć ona i Obrecht nie dostali żadnych pieniędzy, jednak stali się stałymi bywalcami spotkań organizowanych przez Taia dla inwestorów i założycieli startupów. Niektóre z nich odbywały się w Dolinie Krzemowej, gdzie młodzi przedsiębiorcy

eprasa.pl f94bd886de

z Perth spotkali Larsa Rasmussena, współzałożyciela Google Maps. Wyraził on zainteresowanie pomysłem, ale doradził im, by odłożyli go, zanim nie znajdą zespołu programistycznego, który sprosta zadaniu zbudowania platformy, o której od lat marzyła Melanie. Dzięki Rasmussenowi poznali następnie Camerona Adamsa, byłego pracownika Google, który dysponował odpowiednim technicznym know-how. Po pewnym czasie i dzięki wielu namowom zdecydował się dołączyć do projektu Canva, stając się trzecim założycielem, dziś sławnej na cały świat platformy graficznej, i dyrektorem ds. produktu.

Canva, platforma do projektowania graficznego, która zapewnia narzędzia do tworzenia grafik w mediach społecznościowych, prezentacji, pocztówek, materiałów promocyjnych i stron internetowych, została założona w Perth w Australii 1 stycznia 2013 roku. W pierwszym roku działalności miała ponad 750 tys. użytkowników. W 2015 roku uruchomiono usługę Canva for Work, skupioną na materiałach dla branży marketingowej. W latach 2016–17 przychody Canva wzrosły z 6,8 mln dolarów australijskich do 23,5 mln. W 2017 r. firma osiągnęła rentowność i miała 294 tys. płacących klientów. Firma rosła, przynosiła dochody, pozyskiwała kolejne fundusze od inwestorów. W pewnym momencie dostała nawet 1,5 miliona od australijskiego rządu, który w ten sposób chciał utrzymać nową, obiecującą firmę w kraju.

Canva opiera się na modelu subskrypcyjnym. Klienci płacą stałą opłatę abonamentową, która umożliwia im skonfigurowanie zestawu marki z logo, preferowanymi kolorami, czcionkami i zasobami oraz zapewnienie spójności w swoich projektach, dostęp do miliardów zdjęć i wiele innych funkcji, w tym usługę drukowania w różnych formatach i rozmiarach, z wydrukami dostarczanymi do domu lub firmy. Narzędzia do współpracy Canva umożliwiają zespołom współpracę na żywo. Prostota interfejsu użytkownika Canva, w połączeniu z licznymi funkcjami, „demokratyzuje" projektowanie, zwiększając dostępność wysokiej jakości prac graficznych zarówno dla osób prywatnych, jak i firm. Canva odnotowała ogromny wzrost popularności podczas pandemii. W grudniu 2022 r. firma uruchomiła Magic Write, który jest asystentem prac graficznych opartym na sztucznej inteligencji. Kilka miesięcy później powstał Assistant, który wykorzystując algorytmy AI, rekomenduje grafiki i style pasujące do projektu użytkownika. Na początku 2024 r. Canva uruchomiła własny wyspecjalizowany model AI GPT w sklepie OpenAI. Potem ogłosiła uruchomienie Canva Enterprise, usługi przeznaczonej dla dużych firm i organizacji, wraz z nowymi narzędziami, w tym zestawami roboczymi, kursami i możliwościami sztucznej inteligencji.

3. Zdjęcie Melanie Perkins i Cliffa Obrechta z czasów studenckich © Canva

Pieniądze nie są ważne – mówi para, która ma ich bardzo dużo

Melanie jest ambitna. Otwarcie mówi, że chce konkurować z profesjonalnymi narzędziami do projektowania, stworzonymi przez gigantów, takich jak Microsoft i Adobe. To niełatwe wyzwanie, ale podobno już ponad cztery piąte firm z listy Fortune 500 korzysta z jej platformy. Więc chyba nie jest to nierealne.

Miliarderka pozostaje dyrektorem generalnym Canvy. W 2020 roku magazyn „Forbes" umieścił ją na liście „Top Under 30 of the Decade" (z ang. „najlepszych w dekadzie poniżej 30-ki"). „The Australian Financial Review" spozycjonował ją wraz z Obrechtem na dziewiątym miejscu na liście najbogatszych Australijczyków.

Dlaczego w parze z nim? Odpowiedź jest prosta. W 2019 roku Obrecht oświadczył się Perkins na wakacjach w tureckiej Kapadocji. Pierścionek zaręczynowy kosztował 30 dolarów. Pobrali się w styczniu 2021 roku na wyspie Rottnest. Oboje znani są z wypowiedzi kwestionujących materializm i posiadanie majątku dla majątku. Wyrazili nawet chęć przekazania większości swojej fortuny na cele charytatywne. ■

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

Generowanie obrazu na domowym komputerze

Na przestrzeni ostatnich kilku lat sfera generowania obrazów przy użyciu modeli uczenia maszynowego przeobraziła się z niszowej ciekawostki dla pasjonatów do prężnie rozwijanej, domniemanie rewolucyjnej technologii. Rynek generatorów obrazów w roku 2023 oszacowano na 350 milionów dolarów, natomiast rok później na 420 milionów. Na podstawie szybkiego wzrostu prognozuje się osiągnięcie miliarda dolarów w roku 2030. Dziedzina została uznana za przyszłościową, a zakres jej zastosowań wciąż jest rozwijany. Wiele firm obecnie szuka sposobu na jej adaptację w swoich modelach biznesowych. Dla przeciętnego użytkownika przetwarzanie tekstu na obraz jest ciekawą i zabawną nowinką, której używanie po prostu wciąga. Dodatkowo, prostota, szybkość działania oraz niskie koszty tej technologii poszerzają możliwości użytkowników tworzących szeroko rozumianą grafikę cyfrową – od obrazów, przez komiksy, aż po gry wideo. Modele te mogą być wykorzystywane zarówno jako główne rozwiązanie w warunkach amatorskich, jak i jako narzędzie przyspieszające pracę profesjonalistów.

Alternatywa dla dużych dostawców

Obecnie większość generowanych obrazów powstaje za pośrednictwem usług komercyjnych. Program wykonuje generowanie na serwerze, natomiast na maszynę użytkownika wysyłany zostaje finalny efekt. Konsekwentnie sam użytkownik nie jest w stanie konfigurować szczegółów dotyczących procesu takich jak liczba zasobów czy czas przeznaczony na generowanie obrazu. Dodatkowo powierza on firmie swoje dane, nierzadko wrażliwe. Usługi sieciowe charakteryzuje również nałożenie liczby filtrów ograniczających generowane obrazy, chociaż w tym przypadku obecni producenci zdają się wybiórczo radykalni. Dodatkowo wiele firm narzuca używanie swoich modeli wyłącznie w formie subskrypcji. Taki model dystrybucji generuje wysokie koszty przy korzystaniu z kilku różnych modeli, co ogranicza swobodę wyboru.

Istnieje alternatywa – społeczność opensource, która do niedawna sama napędzała rozwój technologii i nadal ma na nią duży wpływ. Obecnie próg wejścia do używania generatywnego AI na własnej maszynie jest niższy niż kiedykolwiek. Aby skorzystać z dowolnego modelu, konieczna jest znajomość języka programowania Python lub zasad programowania blokowego w przypadku aplikacji ComfyUI. Dlatego w artykule skupimy się na modelach opartych na architekturze Stable Diffusion. Architektura ta w znacznym stopniu zdominowała pole opensource. Powstało wiele aplikacji stworzonych specjalnie do tego typu modeli, niewymagających znajomości programowania, między innymi InvokeAI czy Stable Diffusion WebUI. W artykule przyjrzymy się aplikacji Fooocus, łączącej prostotę użytkowania z optymalizacjami dla słabszego sprzętu. Jej twórcą i głównym deweloperem jest Lvmin Zhang.

Wymagania sprzętowe

Minimalne wymagania sprzętowe podane na stronie to 8 GB pamięci RAM oraz od 4 do 8 GB VRAM (pamięci karty graficznej). Zalecana jest karta graficzna Nvidia. Alternatywnie aplikacja umożliwia generowania obrazów bez karty graficznej, jeśli komputer ma co najmniej 32 GB RAM. Jednak procesory ogólnie radzą sobie gorzej z przetwarzaniem grafiki niż karty graficzne, począwszy od modeli Nvidia RTX 30XX. Na potrzeby artykułu obrazy generowano przy użyciu Nvidia RTX 3060 Laptop, 6 GB VRAM, 32 GB RAM. Stworzenie jednego obrazu przy domyślnych ustawieniach zajmowało około minuty. Wymagane jest także co najmniej 16 GB wolnego miejsca na dysku, jednak program ma tendencję do automatycznego pobierania dodatkowych komponentów przy ich aktywacji. Ponadto modele

eprasa.pl f94bd886de

text-to-image zazwyczaj mają od kilku do kilkunastu gigabajtów. Aplikacja jest więc w stanie szybko „urosnąć" do rozmiarów przekraczających 50 GB.

Download

Interesujące nas repozytorium GitHub to pierwszy wynik pojawiającym się w dowolnej wyszukiwarce internetowej po wpisaniu „Fooocus" (https://github.com/lllyasviel/Fooocus). Na stronie znajduje się rozbudowany i łatwy do zrozumienia poradnik w języku angielskim, którego najważniejsze elementy zostaną tu podsumowane. Po wejściu na stronę należy przewinąć w dół i kliknąć w pierwszy link 'Click Here to Install Fooocus', następnie 'Click here to download'. Spowoduje to pobranie skompresowanego pliku o rozmiarze ~2 GB. Pobrany plik należy wypakować dowolnym programem obsługującym rozszerzenie .7z takim jak 7-Zip lub WinRAR. Po wejściu do „wypakowanego" folderu użytkownik zobaczy trzy pliki uruchamiające program. Każdy z nich pobierze inny model: od dołu – wersje ogólną, specjalizującą się w generowaniu zdjęć oraz dedykowaną rysunkom. Po uruchomieniu wybranego pliku otworzy się okno konsoli, z którego program pobierze pozostałe niezbędne pliki. Pierwsze uruchomienie może zająć sporo czasu. Po zakończeniu pobierania program powinien otworzyć się w domyślnej przeglądarce internetowej. Aplikacja znajduje się w całości na naszym komputerze i działa w trybie offline, a wszystkie dane są zapisywane w jej podfolderach. Programiści używają środowiska przeglądarki, gdyż jest ono wygodniejsze niż tworzenie aplikacji okienkowych. Aplikacja nie ma ekranu ładowania, dlatego jeśli wydaje się zawieszać lub zwraca błąd, należy sprawdzić komunikaty w otwartej konsoli. Środowisko zawiera trzy główne sekcje, aktywowane przez znaczniki pod polem tekstowym. Zostaną one opisane w dalszej części artykułu. Wszystkie wyniki są zapisywane w podfolderze Fooocus\outputs. Aby wygenerować pierwszy obraz, wystarczy opisać go w polu tekstowym i kliknąć przycisk 'Generate'.

Modele i LoRA

Największą korzyścią pełnej kontroli nad generowaniu jest swoboda w doborze modelu, w tym możliwość korzystania z LoRA. LoRA, czyli Low-Rank Adaptation. To stosunkowo niewielka modyfikacja dużego modelu, pozwalająca uzyskać precyzyjniejsze wyniki. Może ona modyfikować wagi modelu lub dodawać nowe. W tym kontekście główny model stanowi naszą bazę wiedzy, podczas gdy LoRA kieruje wynik w konkretne obszary, które nas interesują, takie jak styl, kompozycja, poza, tło, ubiór, konkretne zwierzę czy przedmiot. Modele i LoRA można przeglądać na stronie Civitai lub serwisie Hugging Face – na podstronie LoRA Studio. Pobrane modele należy umieścić w Fooocus\models\checkpoints, natomiast LoRA w Fooocus\models\loras. Po dodaniu do folderu i odświeżeniu wyświetlą się one w aplikacji.

To samo zapytanie (prompt) zostało użyte dla modeli: animaPencilXL, ponyV6, ponyV6 z dołączoną LoRA 'Cute Things Are Cute'

Uwaga: W Internecie łatwo znaleźć LoRA kopiujące konkretne postacie, fikcyjne lub prawdziwe, bądź też style konkretnych artystów. Taki sposób fałszowania osoby bądź twórcy bez jego zgody jest nieetyczny i może naruszać prawa autorskie.

Advanced

Fooocus skupia się na prostocie i łatwości w użyciu, dlatego domniemanie ukrywa większość swoich funkcji w obawie przed przytłoczeniem użytkownika, pozwalając mu na poznawanie oprogramowania we własnym tempie. Po oswojeniu się z początkowym surowym stanem aplikacji należy zaznaczyć pole 'Advanced', aby rozszerzyć możliwości programu ponad te oferowane przez rozwiązania komercyjne. Poniżej opisano każde pole sekcji Advanced:

- Preset – zestawy gotowych ustawień, które można zdefiniować w Fooocus\presets.
- Performance – tryby generowania obrazu, od najdokładniejszego po lewej do najszybszego po prawej.
- Aspect Ratios, Image Number, Output Format – proporcje, liczba oraz format generowanych obrazów.
- Negative Prompt – zapytanie, które określa, czego nie chcemy na wygenerowanym obrazie. Na przykład, jeśli nie chcemy kotów na obrazie,

eprasa.pl f94bd886de

Model SDXL, duża ostrość, niski wpływ. Od góry: liczba kroków (sampling steps) – 3, 8, 30, 100

zamiast wpisywać 'no cats' w standardowym zapytaniu, lepiej wpisać 'cat' w Negative Prompt.

- Random – odznaczenie tej opcji sprawi, że początek (szum) generowania będzie określony przez seed (ciąg liczb) zamiast użycia algorytmu losującego. Umożliwia to lepszą kontrolę nad wynikiem.
- Styles – są to ciągi wyrazów dodawane do głównego zapytania, w celu uzyskania określonego stylu.
- Models – pozwala na wybranie modelu i LoRA oraz określenie siły ich wpływu na generowanie (weight).
- Advanced – zawiera suwak kontrolujący ostrość oraz ilość szczegółów na obrazie (sharpness) i suwak określający wpływ naszego zapytania tekstowego na transformacje obrazu (guidance). Kryje również kolejne menu z zaawansowanymi ustawieniami 'Developer Debug Mode'. Sekcja zawiera link do dokumentacji szczegółowo opisującej jej działanie. Najważniejsza opcja w ustawieniach developerskich to 'Forced Overwrite of Sampling Step', pozwalająca precyzyjnie dostosować kompromis między jakością a szybkością generowania. Określa liczbę kroków (steps), w których model wygeneruje obraz. Duża liczba kroków nie zawsze jest pożądana.

Input Image

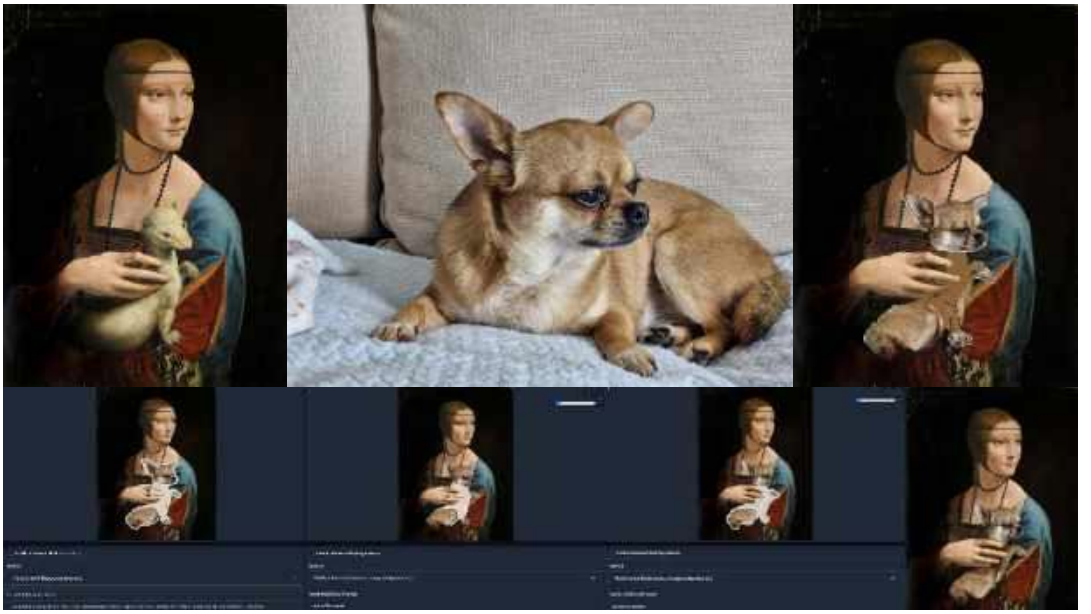
Kolejna sekcja łączy generację text-to-image z elementami image-to-image. Umożliwia m.in. tworzenie obrazów na podstawie innych grafik, zwiększanie rozdzielczości, generowanie alternatywnych wersji oraz wykonywanie korekt typowych dla Photoshopa.

- Upscale or Variation – upscale zwiększa rozdzielczość obrazu. Vary tworzy alternatywną wersję obrazu, uwzględniając nasze zapytanie tekstowe.
- Image Prompt – wykorzystuje podane obrazy jako zapytanie do generowania nowego obrazu. Model spróbuje przenieść elementy widoczne na obrazie 'Prompt' do wygenerowanego obrazu.
- Inpaint or Outpaint – ogranicza generowanie do wybranych fragmentów obrazu.
- Describe – tworzy zapytanie na podstawie obrazu.
- Enchance – wprowadzenie obrazu dla menu enchance.

Enhance

Ta sekcja jest bardziej rozbudowaną wersją 'Upscale or Variation'. Również umożliwia poprawę rozdzielczości, jednak jej główną funkcją jest mechanizm rekonstruowania obrazu AI. Proces polega na częściowym rozmyciu obrazu, a następnie jego ponownym wygenerowaniu, przy czym większy nacisk kładzie się na poszczególne elementy określone

eprasa.pl f94bd886de



Prezentacja działania Inpaint poprzez stopniowe dopasowywanie mojego pupila do obrazu. Aby zobrazować możliwości ML, edycję ręczną ograniczono do minimum, jednak w praktyce połączenie modelu z odpowiednimi narzędziami graficznymi znacznie ułatwia pracę

przez użytkownika, które początkowo powstały z błędami. Dotyczy to przede wszystkim rąk, twarzy, fałd ubrań i innych problematycznych obszarów. Enhance lub Inpaint można użyć do nakładania filtrów na obraz, jednak udostępnione przez program opcje mają zbyt duże rozmycie. Do tego zastosowania należy zmienić ręcznie Forced Overwrite of Denoising Strength of „Vary", znajdujące się w Developer Debug Mode. Zmienna przyjmuje wartości od 0 do 1 i określa stopień rozmycia obrazu przed ponownym generowaniem.

Funkcja Inpaint użyta jako filtr poprzez ręczne zmniejszenie Denoising Strength do 1,1%. Dodany wcześniej fragment został dopasowany do stylu reszty obrazu. W tym przypadku koniecznie było użycie małej liczby kroków – większa wartość powodowała nadmierne dodawanie detali przez model

Podsumowanie

Korzystanie z rozwiązań open-source nie wymaga podstawowych umiejętności informatycznych. Aplikacja *Fooocus* zapewnia łatwy start oraz przystępne materiały do nauki jego działania. W zależności od przypadku można uzyskać wyniki porównywalne lub nawet lepsze niż przy użyciu najpopularniejszych modeli komercyjnych. Oprogramowanie daje pełną kontrolę nad procesem i oferuje więcej funkcji niż pojedyncza komercyjna usługa. Płatne alternatywy często wymagają zakupu kilku różnych subskrypcji.

Karol Chruzik
student Akademii WSB

Źródła:
- https://github.com/lllyasviel/Fooocus
- https://tiny.pl/v2mwrh_2
- https://en.wikipedia.org/wiki/Fooocus
- https://tiny.pl/ks01z97c

eprasa.pl f94bd886de

1. Reddit Answers

Czasownik, który w polskiej nieoficjalnej wersji brzmi „guglać" (ang. „to gogle"), znany jest od około dwu dekad. Jednak, jak wskazują najnowsze badania, wraz z pojawieniem się nowych rozwiązań i zmieniającymi się preferencjami pokolenia „zetów", a tym bardziej najnowszej „generacji Next", być może stanie się anachronizmem.

Konkurencja AI dla Google i Binga

Odpowiadarka zamiast wyszukiwarki?

Badanie cytowane przez serwis „Business Insider" wykazuje, że pokolenie Z woli „wyszukiwać", zamiast „googlować". Według Bernstein Research, to i jeszcze młodsze pokolenie preferuje aplikacje i platformy społecznościowe, gdzie znajduje informacje i rekomendacje. Naprzeciw ich preferencjom ma wyjść uruchomiony krótko przed końcem 2024 roku serwis popularnej społecznościówki Reddit Answers (**1**), będący, co charakterystyczne dla usług opartych na AI, nie tyle wyszukiwarką, co „odpowiadarką". Oparty jest na algorytmach AI, które odpowiedzi na pytania szukają wśród treści publikowanych w serwisie. Wątpliwe, czy Reddita przyćmiło przynajmniej na razie rozgłos stworzonego przez OpenAI ChatGPT Search, ale kto wie? Czy te i wiele innych usług wydobywania informacji z użyciem AI (**2**) to coś, czego Google powinno się obawiać? Jasnej odpowiedzi na to pytanie jeszcze nie ma.

Halucynacje i niepokoje

Microsoft, o którym w pierwszej połowie 2023 r. mówiło się jako o firmie szybciej łapiącej wiatr sztucznej inteligencji w żagle niż Google, po tym, jak odważnie zintegrował swoją wyszukiwarkę Bing z modelem AI pochodzącym z OpenAI, w lipcu 2024 r. zaprezentował kolejną odsłonę Bing AI. Nowa wersja serwuje stronę wyników wyszukiwania ze szczegółową odpowiedzią wygenerowaną przez sztuczną inteligencję, a następnie wyselekcjonowane źródła, z których pochodzi odpowiedź AI. Tradycyjne wyniki wyszukiwania są nadal wyświetlane obok wyników generowanych przez sztuczną inteligencję po prawej stronie. Rozwiązanie to testowano na niewielkiej grupie użytkowników. Co ciekawe, nie wykorzystuje ono marki Copilot. Wnioski do grudnia 2024 nie były jeszcze znane. Microsoft twierdzi, że nadal ocenia rzeczywisty wpływ rozwiązań AI w wyszukiwarce na strony internetowe pod względem bezpośredniego ruchu i czytelnictwa.

W branży wydawców i autorów stron rośnie bowiem obawa, że strony internetowe, które tworzą treści za darmo, ostatecznie znikną z rynku, jeśli boty AI pobiorą dostępne w nich treści, by prezentować je w odpowiedziach bez konieczności „wklikiwania się" na strony. Oczywiście Bing to tylko kilka procent rynku wyszukiwarkowego. Wydawców o wiele bardziej nurtuje kwestia – co zrobi Google. Potentat również od 2023 r. dodaje odpowiedzi oparte na Gemini do wyników wyszukiwania. W ubiegłym roku uruchomił AI Overviews (ang. „przeglądy AI") udostępniając

eprasa.pl f94bd886de

je w wynikach wyszukiwania Google w USA, jednak usługa ta wzbudziła falę kontrowersji ze względu na wyrzucane przez generatywną sztuczną inteligencję nieprawdziwe informacje.

Te czasem śmieszne, czasem groźnie wyglądające błędy popełniane przez generatywne duże modele językowe (LLM-y) zasilające usługi, z których korzystamy, znane też jako „halucynacje", stały się nieodłącznym elementem doświadczenia użytkowników „inteligentnych" chatbotów. Dopóki odbywało się to w sferze rozrywki, czyli zabawnych przekomarzań z maszyną, nie wydawało się poważnym problemem. Jednak wyszukiwanie informacji, która jest potrzebna i użyteczna w życiu i pracy, to rzecz poważna, tak jak poważny jest biznes firm serwujących takie usługi. Dlatego ostatnio większość wysiłków konstruktorów „silników odpowiadających" skupia się na poprawności i bezbłędności odpowiedzi.

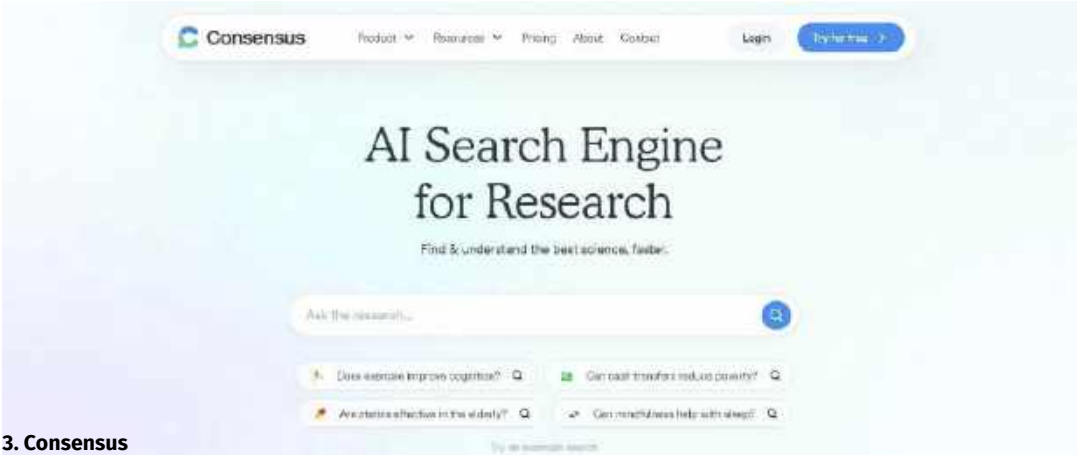
2. Sztuczna inteligencja i wyszukiwanie informacji

Czy Perplexity łamie zasady?

Jednym z pomysłów na większą wiarygodność informacji wydobywanych przez AI, a zarazem niejako z boku „mainstreamowych" usług, jest Consensus (**3**). Nie jest to zasadniczo konkurencja dla Google czy nawet GPT Search. Nie oferuje ogólnych informacji jak tradycyjne wyszukiwarki. Consensus analizuje treści prac badawczych opublikowanych w sieci. Ma dostęp do około dwustu milionów publikacji. Pytania mu zadawane muszą koncentrować się na określonego rodzaju danych naukowych. Wyszukiwarka AI podaje, prócz odpowiedzi i wyników, także „miernik konsensusu", ukazujący poziom odmienności wyników danej pracy od przyjętych w danej dziedzinie poglądów. Wyniki są połączeniem odpowiedzi z odsyłaczami do artykułów źródłowych. Co istotne, usługa nie jest za darmo.

Innym wyspecjalizowanym tematycznie serwisem łączących AI z wynikami wyszukiwania jest Perplexity Finance. Pozwala na śledzenie notowań giełdowych w czasie rzeczywistym, przy wglądzie w historyczne dane i zestawienia, oferując też podstawowe narzędzia analizy finansowej. Oczywiście ta „wyszukiwarka/odpowiadarka" też jest płatna.

Perplexity nie ma swojego modelu AI. Wykorzystuje modele firm OpenAI, Anthropic i innych. Startup wspierany przez Jeffa Bezosa wydaje się marką, którą warto zapamiętać. Na razie ma jednak sporo problemów, np. prawnych, gdyż został pozwany przez „New York Timesa" i jest oskarżany przez innych wydawców o korzystanie z treści tej znanej gazety. W środowiskach internetowych mówi się też sporo o tym, że firma ignoruje powszechnie akceptowany standard internetowy o nazwie Robots Exclusion Protocol



3. Consensus

eprasa.pl f94bd886de

w celu wydobywania danych i treści, które normalnie nie trafiały do wyników serwowanych przez wyszukiwarki. Na przykład serwis „Wired", który o tym pierwszy napisał, twierdzi, że jego strona internetowa zablokowała „crawlera" (kod przeszukujący zawartość strony i wydobywający informacje) Perplexity, ale mimo to robot wydobywający dane tej firmy nadal szczegółowo analizuje treści serwisu „Wired".

Usługa „odpowiadarkowa" Perplexity podsumowuje artykuły w sieci, twierdząc, że dostarcza „wiarygodnych odpowiedzi" bez „konieczności klikania w różne linki". Oficjalnie, w dokumentacji na swojej stronie internetowej, twierdzi, że przestrzega protokołu wykluczenia robotów. Szef startupu, Aravind Srinivas, powiedział, że dziennikarze „Wired" wykazali się „fundamentalnym niezrozumieniem działania Perplexity i Internetu", ale z drugiej strony nie zaprzeczył w sposób jasny.

OpenAI w swojej teoretycznie konkurencyjnej dla Google usłudze zawczasu zadbało, by nie mieć problemów z wydawcami i nawiązało współpracę z szeregiem firm medialnych, płacąc im z góry za licencjonowanie treści. Perplexity podobno pracuje nad podobnymi partnerstwami z wydawcami, jednak zamiast płacić stałą opłatę za treści, jak OpenAI, Perplexity proponuje im dzielenie się przychodami. Czy na to pójdą, to trochę zależy, przede wszystkim od tego, czy popularność Perplexity wśród użytkowników będzie rosła, bo wtedy takie partnerstwo stanie się rzeczywiście opłacalne dla obu stron.

Zabije WWW czy pozwoli mu rozkwitnąć?

Google od lat wykorzystuje przetwarzanie języka naturalnego w swoich usługach wyszukiwawczych. Jednak do tej pory firma niechętnie integrowała chatboty AI ze swoją wyszukiwarką. Kierownictwo Google obawiało się, jak to ujmują analitycy jego poczynań, „ryzyka reputacyjnego" związanego z wprowadzeniem narzędzia podobnego do ChatGPT. Szef giganta, Sundar Pichai, na dorocznej konferencji deweloperów powiedział, że w przyszłości wyszukiwarka Google będzie dostarczać własnych, generowanych przez sztuczną inteligencję odpowiedzi na wiele pytań użytkowników. Zdaniem firmy przeglądy „AI Overviews", udostępnione w Stanach Zjednoczonych, inaugurują nową erę w dziejach wyszukiwarki. Krytycy twierdzą jednak, że może być wręcz przeciwnie, że w miarę jak Google przebudowuje swoje algorytmy i wykorzystuje AI do przejścia z wyszukiwarki na „odpowiadarkę", stopniowo zabije to firmy i inne podmioty, które tworzą treści na WWW. Oczywiście jest też kwestia poprawności odpowiedzi. Google przyznaje, że narzędzia AI mogą dostarczać niedokładnych informacji, zapewniając jednocześnie, że stale pracuje nad poprawą wyników.

Internet jest zdominowany przez technikę budowania stron internetowych znaną jako „optymalizacja pod kątem wyszukiwarek" lub SEO, zbiór rozwiązań mających na celu dostosowanie artykułów i stron internetowych do lepszej widoczności w wyszukiwarce Google. Google zapewnia nawet wskazówki, narzędzia i porady SEO dla właścicieli witryn. Problem polega na tym, że SEO może być i często jest nadużywane. Czasami można zarobić więcej pieniędzy, tworząc treści zaprojektowane tak, by zadowolić algorytmy Google, a nie ludzi, którym rzekomo mają służyć. Często wyniki dla popularnych wyszukiwanych haseł są pełne linków do mało przydatnych informacji z tonami reklam.

„Nasze ostatnie aktualizacje mają na celu łączenie ludzi z treściami, które są pomocne, satysfakcjonujące i oryginalne, z różnych stron internetowych", powiedział w rozmowie z BBC rzecznik Google. Jednak aktualizacje miały również pewne zaskakujące konsekwencje. Niedawno spadł ruch kierowany z Google do wielu znanych i cenionych serwisów tworzonych przez niezależnych mniejszych niż wielkie korporacje wydawców. Według właścicieli witryn i twórców treści, którzy rozmawiali z BBC, największym problemem są odpowiedzi generowane przez sztuczną inteligencję. Google twierdziło, że przeglądy AI w wynikach wyszukiwania będą dobrodziejstwem dla stron internetowych. Liz Reid, szefowa Google ds. wyszukiwania, zapewniała, że wyniki wyszukiwania AI faktycznie zwiększają ruch, który Google wysyła na strony internetowe. Firma nie udostępniła jednak żadnych danych potwierdzających to twierdzenie. Wydawcy twierdzą co innego.

Projektów „wyszukiwarek AI" czy też – „odpowiadarek" jest już na rynku poza wymienionymi wyżej znacznie więcej. Powstaje nawet przeglądarka AI, czyli konkurencja dla Chrome czy Firefoxa, budowana przez The Browser Company. Najwięcej oczu skierowanych jest oczywiście na OpenAI. Kiedy latem zademonstrowano usługę SearchGPT, przemianowaną potem na GPT Search, szybcy w formułowaniu osądów entuzjaści okrzyknęli nową „odpowiadarkę" OpenAI pierwszym od lat prawdziwym zagrożeniem dla dominacji Google. Szybko okazało się, że problem błędów i halucynacji nie zniknął, choć jest mniej widoczny niż wcześniej. Tak czy inaczej użytkownik nie może mieć stuprocentowego zaufania do tego, co mu „odpowiadarka AI" wyświetla. ■

Mirosław Usidus

eprasa.pl f94bd886de

*** Pisownia oryginalna ***

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Korki bezpiecznikowe z miernikiem prądu

Fabryka aparatów elektrycznych Knobloch w Berlinie opatentowała korki bezpiecznikowe zaopatrzone sprzodu w łatwy do ustawiania amperomierz. Urządzenie to umożliwia stałą kontrolę obciążenia poszczególnych gałęzi instalacji bez stosowania kosztownych tablic rozdzielczych z aparatami mierniczemi. Korki te wykonywa firma w pięciu normalnych wielkościach, skala sięga do 15 wzgl. 2000 A. W wielu wypadkach stosuje się 2 skale: dla prądu stałego i zmiennego. Do nastawiania zera służy mały guziczek, umieszczony również na powierzchni czołowej korka.

1 kwietnia 1925

Holowniki kanałowe z napędem elektrycznym

Na kanale w Kinderminster w Anglji wypróbowano elektryczny napęd holowników. Prąd czerpią one z drutów, rozpiętych wzdłuż kanału. Motor elektryczny napędza pompę wirową, która czerpie wodę z pod dna łodzi i wypuszcza ją w tył, nadając w ten sposób łodzi ruch. Wprawdzie ten rodzaj napędu nie jest zbyt ekonomiczny, wyróżnia go jednak łatwość sterowania, możność energicznego zatrzymania łodzi i prostota oraz lekkość urządzenia maszynowego (1100 kg), które można łatwością przenosić z łodzi na łódź. Przy próbach używano łodzi 25 t. która poruszała się z szybkością 6,1 km/g.

1 kwietnia 1925

Turbina Peltona o mocy 15 000 KM z szybką regulacją

Turbina powyższa wykonana jest przez angielską wytwórnię silników wodnych, była ona na wystawie w Wembley. Moc silnika 15 000 KM, obraca się on z szybkością 300 obrotów na minutę przy spadku 500 in. Składa się z jednego koła z łopatkami i jednej dyszy. Cechy charakterystyczne tej turbiny polegają na specjalnem umocowaniu łopatek i sposobie regulacji. Koło osadzone jest bezpośrednio na wale prądnicy i składa się z tarczy stalowej o 24 łopatkach (stalowych). Koło waży 10, a każda łopatka – 150 kg. Łopatki są obliczone na uderzenie prądu wody, o sile 30 ton 300 razy na minutę oraz – siłę odśrodkową. Powoduje to specjalną konstrukcję łopatek. Regulacja według systemu inż. Seevera, polega na tem, że zamiast zmiany kierunku strumienia wody, wywołuje się rozproszenie wody w kształcie snopa wydrążonego; strumień środkowy ma wskutek tego średnicę zredukowaną. Specjalna pokrywa ochronna z otworem, umieszczonym na przeciwko ostrumienia, kieruje boczne jego części do kanału odpływowego. Wskutek tego tylko część strumienia wody działa jako siła bodźca, a reszta wody odpływającej nie tryska na około i nie wywołuje szkodliwych wirów. Sposób ten, według słów autora ułatwia bardzo obsługę.

1 kwietnia 1925

Nowy środek ochronny przeciw przepięciom

Towarzystwo Elektryczne „Emag" w Frankfurcie skonstruowało jako ochronę przeciwprzepięciową cewkę „koronową". Cewka ta wykonana jest z grubego drutu miedzianego o małym odstępie zwojów i bez rdzenia żelaznego. Działanie jej polega na tem, że nadchodzące fale przepięciowe osłabiają się przez wyładowania jarzące, a częściowo i przeskoki między zwojami cewki tak, że stromość czoła fali się zmniejsza. Cewka ta nadaje się równie dobrze do zmontowania w budynku, jak i pod gołem niebem, co stanowi jej poważną zaletę.

15 kwietnia 1925

Łączenie izolatorów wsporczych z armaturą bez użycia kitu

Powszechne Towarzystwo Elektryczne w Berlinie wprowadziło nowy sposób umocowywania armatur na izolatorach wsporczych bez użycia kitu, wywołującego niejednokrotnie przy rozszerzaniu pękanie izolatorów. W dolnej i górnej części izolatora wsporczego znajdują się okrągłe nakrętki, przytrzymywane od spodu pierścieniami z wężykowatej sprężyny, opierającemi się w wydrążeniu porcelany. Nakrętki tę łączą się mocnemi śrubami z płytą lub konstrukcją żelazną, do której umocowany jest izolator, względnie u góry – z armaturą. Konstrukcja ta poza większą wytrzymałością mechaniczną odznacza się również większą prostotą montażu.

15 kwietnia 1925

PRZEGLĄD PRZEMYSŁOWO-HANDLOWY

Baza lotnicza w Pucku

Jak się dowiadujemy, w najbliższym czasie zostanie wybudowany niewielki port lotniczy w Pucku. Port ten będzie posiadał duże znaczenie dla rozwoju lotnictwa cywilno-handlowego. Zatrzymywać się w nim bowiem będą statki powietrzne, kursujące na linji Londyn – Kopenhaga – Puck – Bukareszt – Angora. Rzeczony port lotniczy będzie się mieścił opodal dotychczasowego portu wojennego w kierunku północnym od miasta.

18 kwietnia 1925

PRZEGLĄD TECHNICZNY

Turbowóz angielski Reid MacLeod'a

Jednym z najciekawszych okazów zeszłorocznej wystawy w Wembley była lokomotywa turbinowa fabr. North British Locomotive Company, wykonana wedł. syst. Reid – MacLeod. Turbowóz ten różni się od dotychczasowych ustrojów (Ljungströma i in.) tem, że nie jest podzielony na 2 części: wóz kotłowy i wóz maszynowy (ze skraplaczem), lecz obie te części są ustawione na wspólnej ramie i zespół posiada 2 mechanizmy napędowe: przedni i tylny, w postaci turbin oraz podwójnej przekładni zębatej. Przednia turbina jest niskoprężna, tylna – wysokiej prężności. Podwozie składa z 2-ch par wózków, z których każda posiada 2-osiowy wózek napędny i 2-osiowy wózek toczny (...). Przód parowozu nadto nie jest, jak bywa zwykle, od strony komina, lecz z odwrotnej strony, a to w celu uzyskania chłodzenia skraplacza zapomocą pędu powietrza. Powietrze wchodzi przez siatkę (...) na czołowej stronie wozu, pod wpływem ruchu turbowozu, a nadto jest wsysane zapomocą wentylatorów, obracanych przez turbinkę parową, ustawioną w budce kierowcy. Kocioł, mieszczący się w tylnej części wozu, nie jest zaopatrzony w podgrzewacz powietrza spalinowego, który pomysłowo zbudował Ljungström w swym turbowozie. Nowy parowóz stoi więc pod względem ustroju kotła i przebiegu spalania w gorszych warunkach, niż we wspomnianym pierwszym turbowozie, natomiast uniknięcie konieczności giętkich połączeń rurociągów dla pary pomiędzy 2-ma wozami jest zaletą tego nowego ustroju. Konstruktorzy jego spodziewają się uzyskać ok. 50% oszczędności opału, gwarantują zaś 25%, co zresztą w porównaniu ze sprawnością turbowozu Ljungströma wynoszącą 12% nie stanowi dalszego postępu. Ocenić jednak zalety nowego turbowozu można będzie oczywiście dopiero na podstawie przyszłych jego badań.

29 kwietnia 1925

ŚWIAT KOBIECY

Odświeżanie pieczonych legumin

Panie, zajęte pracą biurową, które w wolnych chwilach, w domu, chętnie przygotowują sobie niektóre potrawy dziś na jutro, na obiad, mogą odświeżyć sobie nazajutrz buchty drożdżowe, placki, leguminy przeróżne b. łatwym sposobem. W dużej rynce kipi woda na kuchni (na 3–4 palce wysokości). W mniejszej rynce (wprzód wielkością dopasowanej do dużej) ułożyć dość ciasno buchty, kawałki placka, pokrajaną leguminę, nakryć szczelnie wieczkiem lub talerzem, wstawić do wody w dużej rynce i jeszcze nakryć wszystko dużem wiekiem, uważnie, by talerza nie zesunąć i by para nie dostała się bezpośrednio do pieczywa. Najdalej za pół godziny legumina będzie gorąca i tak pulchna, jakby w tej chwili upieczona. Nawet kilkudniowe ciasta będą jak świeże. (Jeśli para dostanie się wprost do pieczywa, zwilgnie odrazu).

5 kwietnia 1925

eprasa.pl f94bd886de

Lista grzechów poślednich

Kończyłem kontrolę pozyskiwaczy na Europie, kiedy przyszło do mnie wezwanie od Dubravki. Akurat sprawdzałem Francisa, brygadzistę, którego odpowiedzi wydawały mi się trochę nadto wypracowane. Pozyskiwacze to nie głąby, wiedzą, że wizyta kontrolera oznacza wydanie oceny, do której Nadsystem przykłada wielką wagę.

Francis siedział pod lodową rzeźbą przedstawiającą członków jego brygady w ludzkich postaciach. Sam nie przypominał w tej chwili człowieka, ale wielkiego czarnego kraba zbudowanego nie z ciała i krwi, lecz z kompozytów węglowych. Wycelował we mnie cztery z osiemnastu swych kamer. Musiał zadrzeć je nieco w górę, bo zawisłem nad pomnikiem w jednym ze swych dronów, lśniącym, gładkim, przypominającym pestkę jabłka.

Francis nie ściemniał, jak przekonałem się, sprawdzając jego systemy. Jeszcze nie doszedł do etapu, w którym zaczynał mnie traktować jak wroga. Ale jego brygada zaczęła już przypominać rój, organizować się bardziej na wzór pszczół niż ludzi. To nic niezwykłego w przypadku pozyskiwaczy, przemiana powtarzała się tak regularnie, że czasem zastanawiałem się, czy nie była programowana. Chyba nie, skoro znalazła się na liście grzechów głównych. Przesłałem mu aprobatę, odklikałem zezwolenia na dalszą pracę i odleciałem. Dołączały do mnie kolejne drony sterowane wcześniej przez moje echa, a teraz z powrotem składające się w pełne ciało podróżnicze.

Powinienem był wrócić do centrali, ale wezwanie od Dubravki pulsowało mi tępo na peryferiach systemu. Trochę cieszyłem się na to spotkanie, trochę się go bałem. Dubravka ostatnio robiła się coraz bardziej nerwowa, a nasz związek… Cóż, urósł bardziej, niż oczekiwałem i zmienił nas oboje. Nie potrafiłbym jej odmówić. Odnalazłem uprząż na orbicie, wpiąłem się w nią i rozwinąłem skrzydła, by złapać w nie wiatr słoneczny.

Dubravka była stacją naprawczą, leżącą nieco bliżej Jowisza niż centala, więc musiałem nadłożyć drogi. O całe dwa dni. Ale cóż, nieśmiertelni mają czas.

Bywa natomiast, że brakuje nam cierpliwości. Ledwie przycumowałem do Dubravki, zarzuciła mnie skargami i oskarżeniami. Że ją zaniedbuję, że zbyt długo zwlekałem, że pewnie mniej tęsknię.

Czasem zastanawiam się, czy SI nie byłyby jednak lepsze od transfów. Niestety, budziły lęk. Choć nigdy się przeciw nam nie zbuntowały, służąc nam wiernie, rozwinęły się tak bardzo, że przestaliśmy za nimi nadążać, nawet rozumieć języki ich programowania. Zniszczyliśmy więc superSi co do jednej, a pozostałym nałożyliśmy kagańce. Rozwój zwolnił, jednak przestaliśmy się bać. W każdym razie bać superSI. Strach jest naturalną cechą ludzkości i teraz ludzie na Ziemi boją się, między innymi, nas, transfów. Ale zasoby Ziemi są ograniczone i ktoś musi zdobywać je tutaj – w kosmosie zamkniętym dla słabych, biologicznych ciał.

Wylądowałem na platformie naprawczej, pozwoliłem sięgnąć ku sobie wysięgnikom warsztatu. Dubravka wtuliła się nimi we mnie, obsypała pieszczotami, równocześnie nadając mi ich wrażenia przez wielosystem.

– Tęskniłam!

– Miałem robotę na Europie.

– Mogłeś tam wysłać echa!

– Regulamin…

– Wiem! – zawołała z gniewem. – Kontroler musi być w pełni obecny podczas kontroli! Ale, do diabła, tam się nic złego nie dzieje! A tu…

– Opowiedz mi o tym, Dubravka. Co się stało?

Poczęstowała mnie stałą śpiewką o samotności, potrzebie kontaktu innego niż drogą radiową. Dubravka coraz częściej wyświetlała sobie wspomnienia z Ziemi, z ludzkiego ciała, sprzed transferu świadomości do machiny, którą stała się na orbicie Jowisza.

– Rozmawiam ostatnio wiele z Jane – powiedziała. – O tym, czym jesteśmy.

Jane, jowiszowy nurek. Trochę nadpobudliwa, za dużo myśli. Jest tu dopiero od pięciu lat, a już robi zamieszanie.

– My: Ludzie? – podpowiedziałem.

– Transfi. Według Jane jesteśmy następnym krokiem ewolucji. Ludzkość naprawiła spieprzony genotyp, zyskała nieśmiertelność, ale kosmos jest dla niej zamknięty. Więc zbudowaliśmy to – uderzyła wysięgnikami w korpus mojego drona. – Może tak właśnie powinno być?

Och, Dubravko…

– No i tak jest – przesłałem jej wrażenie zdziwienia. – W czym problem?

– W tym, że po odbębnieniu stu lat w kosmosie wracamy na Ziemię, do ciał. A może ci z nas, którzy tego chcą, powinni lecieć dalej? Budować nowe cywilizacje wśród gwiazd?

eprasa.pl f94bd886de

– Prawo nakazuje wracać do ciał. Pamiętać o biologicznym człowieczeństwie.

– Prawo – prychnęła. – Stworzone setki lat temu przez ludzi, którzy nie dotknęli kosmosu!

– Nie tęsknisz za ciałem? – przesłałem jej wrażenie pieszczoty. Iluzję wędrówki mojej dłoni z jej karku, na plecy i niżej. Potem pocałunku.

– Nie muszę tęsknić za ciałem, skoro mam to – westchnęła, obejmując mnie wrażeniem nie jednej ręki, lecz sześciu. Poczułem, jak napływają do mnie zbudowane przez nią wirtuale. Potrafiła pracować nad nimi miesiącami. Poddałem się jej, jak zwykle. Jej wyobraźnia przerastała moją.

Staliśmy się parą smoków w jaskini skrzącej klejnotami i ogarniętymi miłosną furią tygrysami i delfinami nurkującymi w morzu lśniącym od gwiazd, a na końcu skrzydlatymi ludźmi kochającymi się nad gasnącym słońcem.

Gdy trzy ziemskie dni później lądowałem w centrali, Paul czekał już na mnie w cielsku kontrolera przypominającym stwora z koszmarów. Zgrabnymi dronami byliśmy tylko w podróży, w domu pakowaliśmy się z powrotem w mechanizmy składające się głównie z dziesiątków chwytaków i wysięgników.

– Co z nią? – zapytał.

– Załamanie nerwowe, depresja, znużenie izolacyjne – wyliczałem. – Wymyśliły z Jane cywilizację transfów.

– Szlag. Chcesz ją wyzerować?

– Obie. Nie ma innego wyjścia. Marzenie o cywilizacji transfów to grzech kardynalny.

– Po wyzerowaniu nigdy więcej jej tu nie spotkasz, Krzychu.

– Prawo to prawo.

– Będziesz cierpiał, chłopie. Nie jestem ślepy. Jesteś w niej zabujany tak samo, jak ona w tobie.

– A jak nie wyzeruję im pamięci, to zaczną tworzyć niezależną społeczność transfów. A od tego krok do olania ludzi.

– Też jesteśmy transfami. Nie kusiło cię nigdy…

– Nigdy! Cholera, bycie transfem to robota, nie tożsamość! Wszyscy jesteśmy ludźmi, tylko ja o tym nie zapominam! Odsłużymy swoje i wrócimy na Ziemię. Do ciał!

– Naprawdę w to wierzysz?

– Cholernie pomaga mi wiedza, że jak odpalimy rewolucję, to nas zdezintegrują. Być może zaczynając od Dubravki.

Zalogowałem się do Nadsystemu, odnalazłem akta Jane i Dubravki. Nominowałem je do wyzerowania. Przyczyna: grzech główny, narodzenie się idei cywilizacji transfów. Wniosek w sprawie Jane wysłałem od razu. Dubravki…

To nie było wahanie. Wiedziałem, co muszę zrobić. Chciałem się tylko pożegnać. Przez blisko minutę wspominałem, jak się poznaliśmy, jak zbliżyliśmy, jak tkała dla mnie wirtuale, na początku niewinne, przygodowe. I jak potem zaczęliśmy odkrywać się nawzajem w nowy sposób.

Wysłałem i jej wniosek. Za kilka godzin wyląduje na biurku któregoś z koordynatorów na Ziemi. Przeczyta go i pewnie od razu zaakceptuje. Nadsystem wyciągnie z Legowiska którąś z oczekujących osobowości, nadpisze w niej wiedzę stacji naprawczej i prześle na orbitę Jowisza. A pamięć ostatnich lat zostanie w Dubravce skasowana. Moja dziewczyna obudzi się w jakiejś innej maszynie na drugim końcu Układu Słonecznego, nie pamiętając ostatnich lat, przekonana, że jej służba zaczęła się właśnie po raz pierwszy. Tylko Nadsystem zapisze jej prawdziwe lata służby i ujawni we właściwym czasie.

Za parę godzin przestanę dla ciebie istnieć, Dubravko.

Wisiałem w Nadsystemie jeszcze przez całe dziewięć minut. A potem wypisałem jeszcze jeden wniosek. Krzysztof Grabiński: niezbędne wyzerowanie. Przyczyna… Nie znalazłem nic na liście grzechów głównych, sięgnąłem więc do poślednich i tam trafiłem na pasujący do mnie.

Niewskazana miłość skutkująca nadmiernym przywiązaniem i ryzykiem zbudowania trwałego związku.

Wysłałem wniosek. ■

Paweł Majka

eprasa.pl f94bd886de

Drugie życie plastiku, część 2

Z poprzedniego odcinka wiesz już, że wyrzucanie odpadów z tworzyw sztucznych to działanie bardzo nieracjonalne. Okres ich biodegradacji szacowany jest na setki lat (nie zdążyły wyewoluować jeszcze drobnoustroje, które wydajnie rozkładają plastiki), a przez ten czas zdążą narobić wiele szkód. Przetwarzanie jest zatem koniecznością.

Plastisfera

Pozbycie się zużytego przedmiotu z tworzywa sztucznego do zwykłych odpadów komunalnych lub, co gorsza, na dzikie wysypisko to postępowanie bardzo szkodzące środowisku. Biolodzy wyróżniają już nawet **plastisferę**, czyli zespół organizmów związanych z dryfującymi po oceanach śmieciami. Dla przykładu: okrężny układ prądów morskich spowodował powstanie na środku Oceanu Spokojnego tzw. Wielkiej Pacyficznej Plamy Śmieci o powierzchni około 1,6 mln km^2, w skład której wchodzi ponad 100 tys. ton odpadów tworzyw sztucznych (podobnie dzieje się i na innych akwenach). Część mikroorganizmów korzystających z plastikowych śmieci wytwarza toksyny i powoduje zakwity wód, do tego należy dodać częste przypadki śmierci zwierząt wodnych, które połknęły kawałki tworzyw. Czy na pewno taki prezent chcemy podarować biosferze (**1**)?

Tworzywa sztuczne powoli ulegają rozpadowi pod wpływem działania czynników środowiskowych (światło, tlen, zmiany temperatury) oraz mikroorganizmów. Degradacja początkowo prowadzi do rozpadu przedmiotu i powstania fragmentów o wymiarach milimetrowych (**mikroplastik**), a potem ułamków milimetrów (**nanoplastik**). Pyłem z tworzyw sztucznych zanieczyszczone są już oceany, gleba, lody obu biegunów, a także komórki organizmów żywych, nie wyłączając ludzkich. Trudno już dziś przewidzieć, jaki będzie tego skutek dla przyszłych pokoleń.

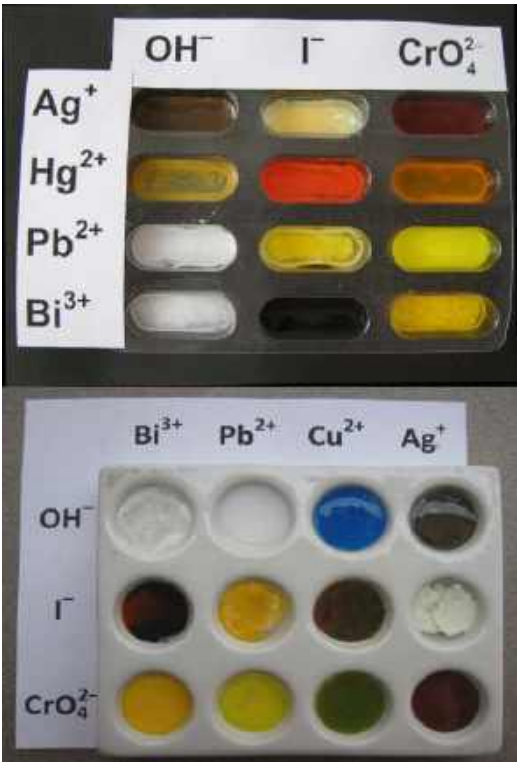
Zasada 3R

W początkach XXI wieku dostrzeżono wreszcie narastający problem z zagospodarowaniem odpadów tworzyw sztucznych. Racjonalny sposób postępowania z plastikowymi śmieciami został opisany w trzech angielskich słowach: **reduce**, **reuse, recycle**, z nich zaś utworzono akronim **3R**. Kolejność słów nie jest przypadkowa. I tak **reduce** oznacza ograniczenie nabywania nowych produktów, co w oczywisty sposób zmniejsza ilość odpadów oraz zanieczyszczeń generowanych podczas ich wytwarzania. Choć czasem trudno oprzeć się specom od marketingu, to jednak zastanów się, czy naprawdę potrzebna ci jest właśnie reklamowana rzecz tylko dlatego, że stanowi nowość. Zasada dotyczy także nabywania produktów, które z powodzeniem można kupić bez opakowania, np. owoców i warzyw luzem, a także stosowania opakowań przeznaczonych do wielokrotnego użytku zamiast jednorazowych.

1. Wody również nie są wolne od plastikowych śmieci

Używane przedmioty niestety się niszczą, wychodzą z mody i stają przestarzałe technologicznie. W tym miejscu należy zastosować drugą regułę – **reuse**, czyli ponowne ich użycie, często w innym przeznaczeniu niż pierwotne lub też przekazanie komuś, dla kogo dany przedmiot będzie jeszcze wystarczająco dobry. Wymyślenie ponownego zastosowania odpadów jest zresztą znakomitym polem do popisu dla wyobraźni i kreatywnego myślenia. Także i w domowym laboratorium możesz wykorzystać liczne zbędne

eprasa.pl f94bd886de



2. Blister po tabletkach (u góry) z powodzeniem zastąpi specjalną płytkę porcelanową do reakcji kroplowych (na dole)

już przedmioty, np. słoiki, puszki, fiolki po lekarstwach, odpadki metali i wiele innych (**2**). W domu możesz również zagospodarować jednorazowe plastikowe opakowania przeznaczone do kontaktu z żywnością (oznaczone specjalnym symbolem), np. pudełka po lodach, zamiast kupować produkowane do tego celu pojemniki.

3. Oznaczenia na produkcie wykonanym z tworzywa sztucznego: u góry ogólny symbol materiału nadającego się do recyklingu, po prawej produkt wykonany z polipropylenu (PP, nr 5), który można stosować do kontaktu z żywnością (piktogram kieliszka i widelca)

Gdy zaś przedmiot definitywnie już nie nadaje się nawet do ponownego użycia, należy poddać go przetworzeniu (**recycle**). Jednak proces ten musi być dostosowany do specyfiki materiału, z którego dany produkt jest wykonany. Charakterystycznymi cechami tworzyw sztucznych, które mają decydujący wpływ na podarowanie im drugiego życia, zajmiemy się za miesiąc.

W języku polskim zasada 3R nazywana jest czasem **zasadą 3U**: **unikaj** (kupowania zbędnych rzeczy), **użyj** (ponownie), **utylizuj**. Warto o niej pamiętać i – co ważniejsze – stosować.

Plastikowy świat wokół ciebie

Tworzywa sztuczne tak zrewolucjonizowały naszą cywilizację, że nie wyobrażamy sobie już życia bez nich. Dzięki opanowaniu technologii ich przetwórstwa możliwa stała się produkcja wielu wyrobów, których nie sposób (lub jest to bardzo skomplikowane) wytworzyć z innych materiałów, np. wtryskarka do tworzyw pozwoli uzyskać praktycznie dowolny kształt w krótkim czasie, a wykonanie takiego samego przedmiotu z metalu potrwa znacznie dłużej i spowoduje straty materiału.

Dzięki tworzywom życie po prostu stało się łatwiejsze i stąd ich ekspansja w naszym otoczeniu. Jednak plastik plastikowi nierówny, a chemicy powinni wiedzieć o nich więcej niż inni. Dodatkowo zdajesz sobie sprawę, że tworzywa sztuczne to zbiorcze określenie, zaś poszczególni ich przedstawiciele znacznie różnią się właściwościami. W celu identyfikacji na wyrobach wykonanych z danego tworzywa umieszcza się odpowiednie oznaczenia (**3**). Zazwyczaj jest to piktogram trójkąta złożonego ze strzałek (symbol materiału nadającego się do recyklingu) oraz kodu literowego będącego akronimem angielskiej nazwy polimeru i kodu liczbowego. Przykładowo: poli(chlorek winylu), który badaliśmy w ubiegłym miesiącu, ma nadany kod liczbowy 3 oraz literowy PVC odpowiadający angielskiej nazwie *poly(vinyl chloride)*. Pamiętaj, że polskim odpowiednikiem skrótu jest PCW, natomiast często używany PCV nie odpowiada ani polskiej, ani angielskiej nazwie i jest błędny. Inne materiały (papier, metale, szkło, tkaniny) również mają podobne oznaczenia. Niżej krótki przegląd tworzyw sztucznych najczęściej występujących w twoim otoczeniu.

1. (oznaczenie liczbowe) **PET** (oznaczenie literowe, czasem zapisywane jako PETE), czyli poli(tereftalan etylu) – odporny chemicznie, w domu spotkasz się najczęściej z wykonanymi z niego butelkami, ale używa się go także w postaci włókien (elana, polar, dakron, tergal) oraz folii (mylar stosowany

eprasa.pl f94bd886de

4. Butelki to najczęściej spotykane przedmioty z PET

6. Rury kanalizacyjne i wodociągowe z PVC

na rękawy do pieczenia i do laminowanie dokumentów) (**4**).

2. **PE-HD** (polietylen o dużej gęstości – *high density*) i **PE-LD** (polietylen o małej gęstości – *low density*) – tworzywo występuje w dwóch odmianach różniących się gęstością i mających odmienne właściwości mechaniczne. Polietylen jest materiałem o gęstości mniejszej niż woda (pływa po jej powierzchni), prześwitującym (w większej masie ma mleczne zabarwienie). Jego powierzchnia przypomina powierzchnię parafiny, podobieństwo nie jest przypadkowe – parafina jest również mieszaniną węglowodorów o długich łańcuchach węglowych. Polietylen jest termoplastem o dużej odporności chemicznej. Typowe wyroby z polietylenu to torebki foliowe, pojemniki, butelki i drobne przedmioty gospodarstwa domowego. Z polietylenu wykonuje się także włókna sztuczne stosowane do produkcji lin i sznurów odpornych na czynniki atmosferyczne i działalność drobnoustrojów wszędzie tam, gdzie najważniejsza jest niezawodność, np. w żeglarstwie i wspinaczkach wysokogórskich. Włókna polietylenowe o handlowych nazwach spectra i dyneema są znacznie wytrzymalsze od stali (**5**).

5. Torebki foliowe z PE-LD, butelki z PE-HD i kubki z PP

3. **PVC** – właściwości i zastosowania poli(chlorku winylu) zależą od dodawanych zmiękczaczy. Twardy winidur używany jest do produkcji instalacji wodociągowych oraz elementów konstrukcyjnych, np. ram okiennych. Większy dodatek zmiękczaczy powoduje wzrost plastyczności tworzywa. Trudno wymienić wszystkie zastosowania miękkiego igelitu, najważniejsze z nich to produkcja folii, rur, węży, opakowań, sprzętu medycznego (dreny, strzykawki), izolacji przewodów elektrycznych, wykładzin podłogowych, skóry ekologicznej (skaj, derma), sztucznych trawników do pokrywania boisk i nawierzchni stoków narciarskich, wyrobu sztucznych choinek, zmywalnych tapet oraz wielu innych przedmiotów używanych w naszych domach (miski, wiadra) (**6**).
4. **PP** (polipropylen) – tworzywo jest krewniakiem polietylenu i ma podobne właściwości mechaniczne i chemiczne. Zastosowania są również podobne: opakowania, pojemniki do przechowywania żywności (np. kubki do jogurtów), folie, elementy maszyn i urządzeń oraz włókna.
5. **PS** (polistyren) – przezroczysty (można zabarwić go na różne kolory) termoplast, z łatwością poddający się formowaniu i obróbce. Polistyren nie jest tak odporny chemicznie jak polietylen i niszcząco działa na niego wiele rozpuszczalników organicznych. Z polistyrenu wytwarza się różnego rodzaju opakowania, m.in. do przechowywania żywności. Największa część produkcji polistyrenu przeznaczona jest do otrzymywania tworzywa spienionego – styropianu (izolacja termiczna, naczynia jednorazowe, opakowania) (**7**).
6. **Other** – szeroka grupa innych tworzyw, rzadziej stosowanych niż poprzednia szóstka. Przykłady, które spotkasz w domu, to:
   - poliamidy – głównie włókna (nylon, stylon).
   - poliamidy aromatyczne – włókna kevlarowe.
   - poliakrylonitryl – włókna (anilana), surowiec do produkcji włókien węglowych.

eprasa.pl f94bd886de

7. Styropian to spieniony polistyren PS

- politetrafluoroetylen, bardziej znany pod handlową nazwą teflon – nieprzywierające powłoki naczyń oraz oddychające tkaniny Gore-Tex.
- poliwęglany – płyty CD i DVD, butelki dla niemowląt, szyby w kaskach.
- poliuretany – gąbki kąpielowe i tapicerskie, włókna lycra i elastan.
- poli(metakrylan metylu) – szkło organiczne (pleksiglas) używane np. na zadaszenia i owiewki samochodowe.

PVC raz jeszcze

Po tak dużej porcji informacji o tworzywach sztucznych, chcesz już z pewnością wykonać doświadczenie. Na warsztat weźmiemy jeszcze raz poli(chlorek winylu). Potrzebny ci będzie miedziany drut (koniecznie z tego metalu), którego powierzchnię oczyść papierem ściernym do połysku. Drut wprowadź do płomienia palnika i ogrzewaj, aż płomień przestanie się barwić. Na wyżarzony drut nałóż próbkę tworzywa, np. zdjętej z niego izolacji, i całość umieść w płomieniu. Zauważysz zielone zabarwienie płomienia, co jest dodatnim wynikiem **próby Beilsteina** (tak nazywa się przeprowadzony eksperyment) potwierdzającym, że PVC zawiera chlor (**8**). Próba ta jest ogólną metodą wykrywania obecności chlorowców (chlor, brom, jod; fluor nie powoduje zmiany barwy płomienia) w badanym związku organicznym. Ogrzewanie drutu w płomieniu palnika ma na celu wytworzenie na jego powierzchni cienkiej warstwy tlenku miedzi(II) CuO, związku o działaniu utleniającym, który przyspiesza rozkład połączeń organicznych. Powstające lotne halogenki miedzi barwią płomień na zielony kolor. Jeżeli dysponujesz chlorkiem miedzi(II) $CuCl_2$, możesz sprawdzić, że i ten związek wywoła podobną zmianę barwy płomienia (użyj drutu stalowego). Pamiętaj również o środkach ostrożności, stosowanych miesiąc temu podczas badania produktów rozkładu PVC. ■

Krzysztof Orliński

8. Zielony płomień PVC na miedzianym drucie to pozytywny wynik próby Beilsteina

eprasa.pl f94bd886de

Ile lodu stopi globalne ocieplenie?

W ciągu ostatnich dziesięcioleci obserwujemy efekt globalnego ocieplenia, prowadzący do systematycznego wzrostu temperatury ziemskiej atmosfery. Zdania zarówno co do przyczyn, jak i konsekwencji tego zjawiska są bardzo podzielone. Wskazuje się przyczyny stojące po stronie człowieka, takie jak zwiększona emisja dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych, jak również przyczyny naturalne.

Śledząc dokładnie historię naszej planety, można wyróżnić zarówno okresy zlodowaceń, jak i okresy znacznie cieplejsze niż obecnie. Pojawiały się one naprzemiennie na skutek zmian aktywności słonecznej, niewielkich zmian parametrów ziemskiej orbity czy też jako efekt wzmożonej aktywności wulkanicznej. Na przykład nazwa Grenlandii (w dosłownym tłumaczeniu „Zielony Ląd") pochodzi od roślinności, która we wczesnym średniowieczu porastała wąski pas ziemi na jej południowym wybrzeżu, wolny od lądolodu i zdatny do osadnictwa.

Skoro cykliczne zmiany temperatury na Ziemi są zjawiskiem naturalnym, to czy rzeczywiście musimy się przejmować potencjalnym wpływem człowieka na obserwowany efekt? Odpowiedź zależy od naszych priorytetów. Jeśli postawimy sobie za cel zachowanie obecnej różnorodności biologicznej i ochronę gatunków zagrożonych wyginięciem na skutek zmian klimatu, to jak najbardziej przejmować się trzeba.

Z drugiej strony, należy mieć na względzie, że wymieranie pojedynczych gatunków lub całych ich grup jest nieodzownym elementem ewolucji i miało miejsce wielokrotnie w dziejach świata. Ale właśnie zaczynamy stąpać po bardzo kruchym lodzie, bo należałoby uznać, że naturalne będzie również wymarcie naszego gatunku. To twierdzenie może wydać się wielu osobom kontrowersyjne. Aby jednak nie dopuścić do stawiania rodzaju ludzkiego przed trudnymi i kontrowersyjnymi pytaniami, powinniśmy okazywać naturze tyle troski i poszanowania, na ile nas stać w danym momencie.

Odrobina historii

Od połowy XIX wieku do chwili obecnej notuje się wyraźny i stały trend wzrostu średniej rocznej temperatury na Ziemi. Trend ten tłumaczy się wpływem działalności przemysłowej człowieka. Szacuje się, że nawet przy redukcji emisji gazów cieplarnianych możemy do końca XXI wieku zanotować dalszy przyrost temperatury o prawie 2°C, a bez takiej redukcji – o 5°C lub więcej.

Pozornie wartości te nie są bardzo wysokie i z punktu widzenia organizmu ludzkiego są ledwie zauważalne. Niemniej ze względu na całkowitą masę atmosfery zmiana temperatury nawet na takim poziomie powoduje zakumulowanie w niej ogromnych ilości ciepła. To z kolei może mieć dalsze następstwa, między innymi pod postacią zmian globalnej cyrkulacji powietrza, prądów oceanicznych czy stopienia czap polarnych. Coraz częściej notowane są różnego rodzaju anomalie atmosferyczne, a poziom morza systematycznie się podnosi. W wielu miejscach na Ziemi prowadzi to do szkód materialnych, powoduje zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego, wpływa również na funkcjonowanie naturalnych ekosystemów.

Dlaczego lód się topi?

Z punktu widzenia chemii lód jest zestaloną wodą. Zapewne każdy z nas zauważył, że w temperaturach dodatnich (w skali Celsjusza) lód przechodzi ze stanu stałego w stan ciekły. Z kolei w temperaturach ujemnych sytuacja jest odwrotna: płynna woda zamarza i staje się lodem. Warto przy okazji przypomnieć,

eprasa.pl f94bd886de

że skala Celsjusza, jako względna skala temperatur, została oparta na dwóch temperaturach związanych z konkretnymi zjawiskami fizycznymi. Pierwszą z nich jest temperatura topnienia lodu, przyjęta jako umowne zero, a drugą – temperatura wrzenia wody.

Zastanówmy się zatem, jakie czynniki mają wpływ na możliwość stopienia ściśle określonej masy substancji. Pierwszym z tych czynników jest różnica temperatur pomiędzy otoczeniem a danym ciałem, która bezpośrednio przekłada się na ilość przekazywanego ciału ciepła. Drugim czynnikiem jest wewnętrzna budowa substancji i struktura wiązań utrzymujących atomy w ciele stałym. I tak na przykład, aby stopić świecę trzeba dostarczyć jej więcej ciepła (ogrzać do wyższej temperatury) niż jest to konieczne w przypadku lodu.

Masę substancji, jaką jesteśmy w stanie stopić, dostarczając jej pewną ilość ciepła, opisuje wzór

$$m = \frac{Q}{c_t}$$

gdzie C_t jest ciepłem przemiany, a jego wartość jest wielkością charakterystyczną dla każdej substancji. Dla lodu

$$c_t = 3,3 \cdot 10^5 \frac{J}{kg}$$

Ile lodu stopimy?

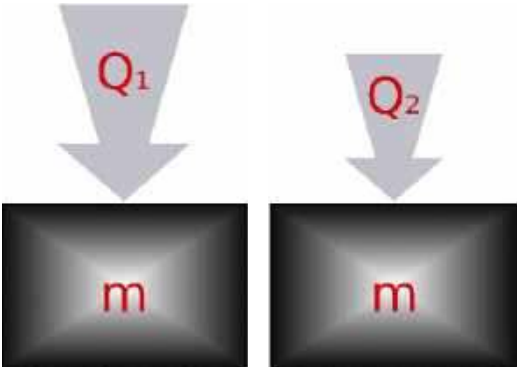
Obliczmy, a przynajmniej oszacujmy, ile lodu możemy stopić, podnosząc temperaturę ziemskiej atmosfery o zaledwie 1°C. Oczywiście oszacowanie to będzie jedynie przybliżone, ponieważ pomijamy w nim część procesów, które mogą mieć znaczący wpływ na bilans energetyczny. Nie chodzi też w tym miejscu o uzyskanie dokładnego wyniku, ale o zobrazowanie skali zjawiska.

Zacznijmy od obliczenia ilości ciepła, jakie zostanie zakumulowane w atmosferze przy takim wzroście temperatury. Posłużymy się przy tym wzorem $Q=m_A c_w \Delta T$, gdzie m_A jest masą atmosfery i wynosi około $5 \cdot 10^{18}$ kg, c_w jest ciepłem właściwym powietrza i wynosi $1005 \frac{J}{kgK}$, a $\Delta T=1K$ jest przyrostem temperatury wyrażonym w skali Kelvina. Po podstawieniu do wzoru i zaokrągleniu dostajemy $Q=5 \cdot 10^{21} kg$.

Zakładając, że lód pobiera całe skumulowane w atmosferze ciepło, uzyskamy maksymalną wartość masy, jaka ulegnie stopieniu, korzystając ze wzoru

$$m = \frac{Q}{c_t}$$

Otrzymujemy $m=1,5 \cdot 10^{16}$ kg. Porównajmy tę wielkość z całkowitą masą lodowców na Ziemi. Szacuje się, że ich objętość to mniej więcej $3 \cdot 10^{16}$ m^3. Jeśli przyjmiemy, że gęstość lodu jest w przybliżeniu



1. Przy wyższej różnicy temperatur między danym ciałem a otoczeniem ciało otrzymuje większy przekaz energii pod postacią ciepła ($Q_1 > Q_2$ ponieważ $\Delta T_1 > \Delta T_2$)

równa $920 \frac{kg}{m^3}$, to całkowita masa lodowców wyniesie $2760 \cdot 10^{16}$ kg. Wynika z tego, że stopieniu ulegnie niewielka część lodu. Z drugiej strony ta „niewielka część" jest liczbą tego samego rzędu co masa niektórych księżyców Jowisza. Wbrew pierwszemu wrażeniu nie jest to wcale mało.

Sprawdź swoją wiedzę

Przygotuj dwa naczynia o tej samej objętości oraz kostki lodu. Do jednego naczynia wlej wodę zimną, a do drugiego tę samą ilość wody ciepłej. Do obu naczyń wrzuć taką samą masę lodu. Zmierz czas, po którym lód stopi się w obu naczyniach. Następnie oba naczynia napełnij jednakową ilością wody o tej samej temperaturze. Do każdego z nich wrzuć inną masę lodu i ponownie zmierz czas, po którym lód ulegnie stopieniu. Wyjaśnij wynik doświadczenia w oparciu o informacje z powyższego tekstu.

Dla nauczyciela

Poruszone w niniejszym artykule zagadnienie można wykorzystać do realizacji punktów podstawy programowej dotyczących pojęcia ciepła oraz bilansu energetycznego realizowanych w szkole ponadpodstawowej zarówno w zakresie podstawowym, jak i rozszerzonym.

W przypadku zakresu rozszerzonego warto zmodyfikować zaproponowane ćwiczenie doświadczalne tak, aby uczeń wyznaczył wartość ciepła potrzebnego do stopienia danej masy lodu. Potrzebna jest do tego waga oraz termometr. W bilansie energetycznym należy uwzględnić ciepło pobrane na ogrzanie lodu do temperatury topnienia oraz ciepło przemiany fazowej w tej temperaturze. ■

Joanna Borgensztajn

eprasa.pl f94bd886de

Inżynieria biomedyczna

Czy przyszłość już nadeszła? Świat przyszłości, który jeszcze niedawno oglądaliśmy w takich filmach jak: „Blade Runner", „Ghost in the shell" czy „Altered carbon", staje się rzeczywistością. Inteligentne protezy rodem z „Chappie", roboty inspirowane „Westworld", a może nawet cybernetyczne egzoszkielety jak z „Iron Man" to już nie fikcja, ale technologie rozwijające się na naszych oczach. Inżynieria biomedyczna to kierunek, który pozwala zrozumieć i współtworzyć te innowacje. Każdego, kto chce wiedzieć, jak tworzyć technologię połączoną z medycyną i tym samym wpływać na przyszłość ludzkiego ciała, zapraszamy do lektury.

Inżynieria biomedyczna (IB) to kierunek, który można znaleźć niemalże w całej Polsce, przede wszystkim na politechnikach, ale także na wybranych uniwersytetach. Studiować go można między innymi w: Warszawie, Krakowie, Wrocławiu, Gdańsku, Poznaniu, Łodzi czy Gliwicach. W sumie, według danych z 2025 roku, IB jest dostępna na kilkunastu uczelniach publicznych, zarówno w trybie dziennym, jak i zaocznym. Dzięki temu osoby z różnych regionów mają szansę ukończyć ten kierunek bez konieczności przeprowadzki na drugi koniec kraju. Dostanie się na inżynierię biomedyczną to nie lada wyzwanie. Wymagane są przedmioty ścisłe, takie jak matematyka, w połączeniu z fizyką, chemią, biologią lub informatyką, a także język polski i obcy. Na przykład Politechnika Gdańska uwzględnia matematykę, język polski, język obcy oraz jeden przedmiot do wyboru: fizykę, chemię lub informatykę. Podobne wymagania stawia Politechnika Wrocławska. Progi punktowe różnią się między uczelniami, ale na najpopularniejszych politechnikach są dość wysokie. W ostatnich latach na Politechnice Wrocławskiej wahały się od 283 do 291 punktów, a na Politechnice Łódzkiej około 219 punktów. Politechnika Krakowska w rekrutacji na rok akademicki 2024/2025 odnotowała ponad trzech kandydatów na jedno miejsce. To pokazuje, że konkurencja jest spora, a uczelnie stawiają wysokie wymagania.

Każdy, kto myśli, że studia inżynierskie to tylko trochę matematyki, która w tym wypadku będzie okraszona biologią, jest w błędzie. Program inżynierii biomedycznej to prawdziwy maraton interdyscyplinarnej wiedzy. Pierwsze semestry to solidne podstawy techniczne: matematyka, fizyka, chemia, mechanika, elektronika i elektrotechnika, statystyka oraz materiałoznawstwo. Do tego dochodzą podstawy medyczne, takie jak anatomia i fizjologia człowieka. W kolejnych latach wchodzą przedmioty kierunkowe, na przykład: biomechanika, inżynieria biomateriałów, cyfrowe przetwarzanie sygnałów i obrazów, techniki

eprasa.pl f94bd886de

obrazowania medycznego czy informatyka medyczna. Przykładowo, na Politechnice Krakowskiej program obejmuje także mechatronikę medyczną, sztuczne narządy i mechanikę płynów biologicznych. Różnice programowe między uczelniami sprawiają, że warto dokładnie sprawdzić, gdzie dany kierunek ma profil bardziej elektroniczny, informatyczny czy biomechaniczny.

Nauka na tym kierunku jest jak przeprawa przez tor „Ninja warrior". Nie ma lekko. Studenci zgodnie twierdzą, że pierwszy rok to „skok na głęboką wodę". Najtrudniejsze przedmioty to: „Królowa nauk", fizyka oraz programowanie (często w językach C/C++, C#). Osoby, które nie miały do czynienia z programowaniem lub fizyką na poziomie rozszerzonym w liceum, mogą poczuć sporą różnicę poziomu. Dla tych z zapleczem biologiczno-chemicznym największym wyzwaniem są przedmioty inżynierskie, a dla osób z umysłem ścisłym, wprowadzenie do medycyny. Trzeba przygotować się na dużą ilość samodzielnej nauki, zarwane noce i nieustanne przyswajanie nowych zagadnień. Jednym z wielu plusów tego kierunku jest świetne zaplecze laboratoryjne. Uczelnie inwestują w nowoczesne pracownie, dzięki czemu studenci mogą pracować na sprzęcie używanym w szpitalach i firmach technologicznych. Na przykład Politechnika Śląska posiada Europejskie Centrum Innowacyjnych Technologii dla Zdrowia (EHTIC), gdzie można pracować na skanerach 3D, drukarkach 3D, aparaturze do ultrasonografii czy systemach VR stosowanych w medycynie. Z kolei na Politechnice Warszawskiej są laboratoria z aparatem MRI, EKG, EEG oraz systemami do analizy sygnałów biometrycznych. To sprawia, że kierunek nie jest tylko teorią, a studenci rzeczywiście uczą się obsługi sprzętu diagnostycznego i technologii medycznych.

Koniec edukacji to początek przygody związanej z rozwojem kariery zawodowej. Inżynieria biomedyczna to jeden z najbardziej przyszłościowych kierunków. W Polsce branża dopiero się rozwija w porównaniu do reszty świata, ale już teraz absolwenci znajdują zatrudnienie w firmach produkujących sprzęt medyczny, takich jak na przykład: Siemens Healthineers, Philips czy Medtronic, w szpitalach i laboratoriach medycznych, a także w firmach IT rozwijających oprogramowanie dla medycyny. Coraz więcej startupów działa w obszarze MedTech, co stwarza dodatkowe możliwości. Absolwenci IB mogą pracować jako inżynierowie serwisu sprzętu medycznego, projektanci urządzeń medycznych, specjaliści IT w medycynie, biomechanicy, analitycy danych biomedycznych, a nawet audytorzy systemów jakości wyrobów medycznych. Dodatkowo, ponad 90% studentów IB kontynuuje naukę na studiach magisterskich, co otwiera jeszcze więcej drzwi na rynku pracy. Duża liczba osób decydujących się na uzupełnianie wiedzy na kolejnym etapie edukacji wskazuje też na to, że większość studentów pozytywnie ocenia wybór kierunku.

Wybór inżynierii bezpieczeństwa będzie strzałem w dziesiątkę dla każdej osoby, która fascynuje się technologią i medycyną, a swoją przyszłą karierę zawodową widzi na styku tych dwóch dziedzin. Studia są wymagające, ale dają ogromne możliwości zawodowe i naukowe. To kierunek dla tych, którzy nie boją się wyzwań i chcą mieć realny wpływ na rozwój technologii medycznych. Perspektywy są obiecujące. WHO uznaje inżynierię biomedyczną za jeden z kluczowych kierunków przyszłości, a rozwój sztucznej inteligencji, robotyki medycznej i telemedycyny tylko zwiększa zapotrzebowanie na specjalistów z tej dziedziny. Podsumowując: łatwo nie będzie, ale dla każdego, kto ma pasję do nauki i chce działać w innowacyjnej branży, inżynieria biomedyczna to świetny wybór. ■

Michał Pacholski

Snowglobe
Soyoung Park

Wydawnictwo StoryLight, cykl: Snowglobe Duology (tom 1), liczba stron: 400, cena: 49,99 zł

Kiedy tam jesteś, świat patrzy na ciebie... W zniszczonym przez katastrofę klimatyczną, zamarzniętym świecie, każdy dzień Chobahm to walka o przetrwanie. Jedyną ucieczką od przytłaczającej codzienności dla niej i dla pozostałych mieszkańców skutej lodem pustyni są reality show transmitowane bezpośrednio ze Snowglobe, klimatyzowanego miasta pod kopułą, jedynego ciepłego miejsca na planecie. Snowglobe. Raj. Szczęśliwcy, którzy się tam znaleźli, mają wszystko, czego tylko dusza zapragnie. Oprócz prywatności – ich życie jest publiczne. Śledzą je miliony widzów przed ekranami telewizorów, marząc, by pewnego dnia dołączyć do wybranych. Chobahm też o tym marzy. Jej życie zmienia się w jednej chwili, gdy odwiedzają ją dwaj wysłannicy Snowglobe i przekazują szokującą wiadomość: Goh Haeri, największa gwiazda, nie żyje. A ponieważ Chobahm wygląda niemal identycznie jak ona, ma ją zastąpić. Chobahm zgadza się zająć miejsce Haeri – w końcu może wyrwać się z okrutnej rzeczywistości i spełnić marzenia o dostatnim życiu. Ale czy świat, do którego dostała przepustkę, okaże się tym, czego tak bardzo pragnęła?

eprasa.pl f94bd886de

Michał Szurek tak mówi o sobie: „Urodzony w 1946. Ukończyłem UW w 1968 roku i od tego czasu tam pracuję na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki. Specjalność naukowa: geometria algebraiczna. Ostatnio zajmowałem się wiązkami wektorowymi. Co to jest wiązka wektorowa? No, trzeba wektory mocno powiązać sznurkiem i już mamy wiązkę.
Do „Młodego Technika" zaciągnął mnie siłą kolega fizyk, Antoni Sym (przyznaję, powinien mieć z tego powodu tantiemy od moich honorariów autorskich). Napisałem kilka artykułów, a potem zostałem i od 1978 roku co miesiąc możecie Państwo czytać, co też myślę o matematyce.
Lubię góry i mimo nadwagi staram się chodzić. Uważam, że najważniejsi są nauczyciele.
Polityków, niezależnie od opcji, jaką prezentują, trzymałbym w pilnie strzeżonym miejscu, żeby nie mogli uciec. Karmił raz dziennie.
Lubi mnie jeden pies z Tulec, rasy beagle".

Do Lizbony przez Stambuł i Alaskę

Mój znajomy Gottfried sam wyraża się o zwyczajach swoich rodaków tak: Warum einfach, wenn es auch kompliziert geht? Po co prosto, kiedy można w sposób skomplikowany? Przyznam się, że i ja w swoich najlepszych turystycznych czasach lubiłem zygzakowate wędrówki. Dziś będziemy rozwiązywać jedno proste równanie kwadratowe różnymi metodami – również nieco udziwnionymi. Dlaczego i po co? Dlatego, że to, co jest nienaturalne dla prostych równań, może być dobrą metodą dla trudnych i skomplikowanych. Znów posłużę się analogią podróżniczą: z Warszawy do Radomia można polecieć samolotem, ale prościej i szybciej będzie samochodem, zwłaszcza jeżeli w Warszawie mieszkam na Białołęce (to jest ok. 20 km od lotniska). Do Krakowa najlepszy będzie pociąg, ale już do Madrytu – zdecydowanie samolot.

Równania kwadratowe wspominam z sentymentem, zarówno te, które rozwiązywałem w szkole jako uczeń, potem jako nauczyciel z uczniami, a również jedna z moich najlepszych prac matematycznych dotyczy fascynującej geometrii powierzchni określonych równaniem kwadratowym. Przypomnijmy sobie szkolne wiadomości: ogólne równanie kwadratowe ma postać $ax^2+bx+c=0$ – ale żeby było „naprawdę" drugiego stopnia, współczynnik a ma być różny od zera. Obliczamy tak zwany wyróżnik równania, na który zawsze mówi się „delta", a oznaczenie to bierze się od pierwszej litery łacińskiego słowa „discriminatio": $\Delta = b^2 - 4ac$

Następnie, algebra poucza nas, że jeżeli „delta" jest dodatnia, to równanie ma dwa pierwiastki

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Od początków upowszechnia się w miarę powszechnej edukacji uczymy właśnie w ten sposób. Miesiąc temu pokazałem tu zeszyt Józefa Chełmońskiego z podobnymi notatkami.

Zanim jednak przejdę do równania kwadratowego, powiem, co skłoniło mnie do wyboru tego tematu. Wiemy, że niestety śledzą nas algorytmy. Może dlatego w mojej komórce dostaję często „sensacyjne" wiadomości o trudnych problemach matematycznych, które „rozwiąże tylko bystrzak". Inną wersją tych sensacji bywa, że „oto zagadnienie, które dzieli internautów" – po czym następuje prościutkie równanie, do rozwiązania w pamięci albo na skrawku papieru.

Pewnego dnia, a dokładnie było to 6 lutego, pojawiło się takie oto zadanie, z komentarzem, że tylko ktoś z wysokim IQ szybko to rozwiąże. No cóż, wypadłem nieźle. Oto zadanie:

eprasa.pl f94bd886de

Ile jest równe x, jeżeli $x = 2 \cdot (x : 4 + 4)$?

Nie wątpię, że jeżeli to byłby test na inteligencję, to każdy Czytelnik „Młodego Technika” osiągnąłby bardzo wysoki wynik. Czy warto się czymś takim zajmować? Taką prostą algebrą?

O, właśnie – algebrą. Sam przedrostek *al* sugeruje arabskie pochodzenie nazwy. I tak to jest. Algebra to osiągnięcie arabskich uczonych IX–X wieku. Jej istota dziś wydaje się nam prosta i jasna, choć być może mamy kłopoty z samymi obliczeniami. Chodzi o to, że Arabowie dostrzegli, że dodawać, odejmować, mnożyć i dzielić można nie tylko liczby, ale i wielkości niewiadome. Niezależnie od tego, czym jest x, zawsze $x+x$ będzie równe $2x$.

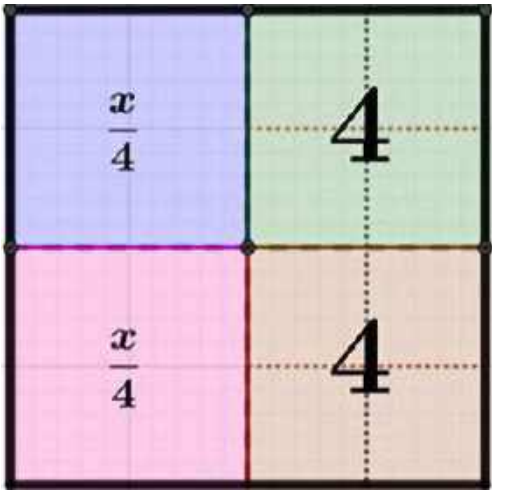
Ciekawe jest pochodzenie zwyczaju oznaczania niewiadomej symbolem x. Gdy to poznałem (jeszcze w szkole podstawowej), myślałem, że wzięło się to stąd, że litery tej nie ma w klasycznym polskim alfabecie, a zatem x ma oznaczać coś tajemniczego, coś, czego nie ma. Potem, gdy dowiedziałem się, że w każdym kraju tak się oznacza niewiadomą, przestałem się interesować, skąd to się wzięło. Odkryłem to dopiero przy pisaniu jednej z moich książek – studiując źródła. Otóż arabski wyraz *szai* (*shay*) oznacza *rzecz, coś*, a głoskę *sz* oddawano w dawnej pisowni hiszpańskiej przez x, np. Don Quixote, późniejsze Don Quijote, a w dzisiejszym języku katalońskim mamy np. *caixa* = kasa. I stąd poszło *iks*.

Poezyjność, futuryzm – niewiadoma i X.
Bruno Jasieński, *But w butonierce*

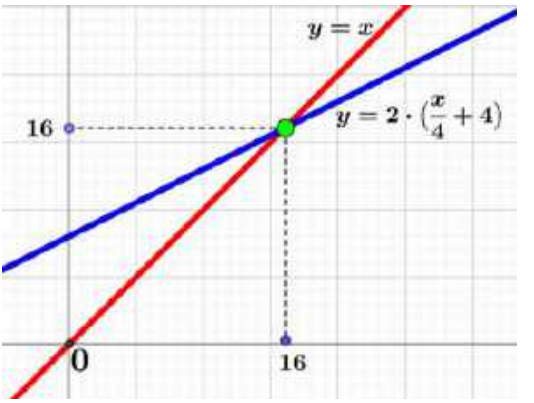
Równanie $x = 2 \cdot \left(\frac{x}{4} + 4\right)$ każdy rozwiąże sprawnie i szybko, x=16. Na **rysunku 1** mamy rozwiązanie graficzne. Nazwę je „arabskim” – a niżej zobaczymy dlaczego.

Teraz skomplikuję. Wykreślę linie proste $y = x$ i $y = 2 \cdot (x : 4 + 4)$. Tam, gdzie one się spotkają, tam jest rozwiązanie:

Poszukam rozwiązania w sposób, który wydaje się już skomplikowany „dla samej komplikacji”. Ale zobaczmy. Wybiorę jakiś „punkt startowy”, powiedzmy x=48. Daleko mu do prawdziwego rozwiązania, czyli 16. Potraktujmy sprawę „funkcyjnie”. Rozpatrzmy funkcję $f(x) = 2 \cdot \left(\frac{x}{4} + 4\right)$



1. *x*=16



2. *x*=16

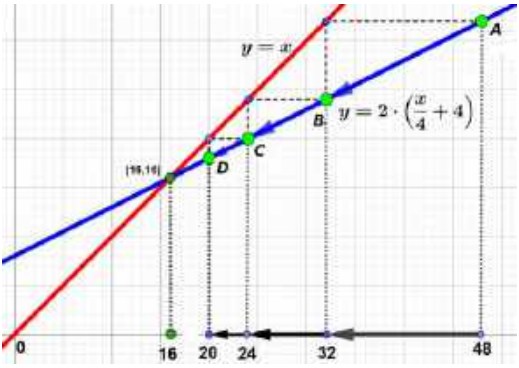
Obliczajmy kolejno
$f(48)$, $f(f(48))$, $f(f(f(48)))$, $f(f(f(f(48))))$, ...
Za moich szkolnych czasów byłoby żmudne zadanie rachunkowe – dziś to jedna z najprostszych pętli w programie komputerowym, a ChatGPT sam (sama, samo?) ułoży program realizujący ją. Otrzymamy ciąg, który będzie dążył do „prawdziwego rozwiązania”, x=16. Niezależnie od punktu wyjściowego, ciąg zbliży się nieograniczenie do 16, choć nigdy jej nie osiągnie. Ale po stosownej liczbie *iteracji* możemy dostać dowolne przybliżenie.

Przejdę do zapowiadanego równania kwadratowego. Proste, szkolne – jedno z najłatwiejszych i często zadawanych jako ćwiczenie: $x^2+4x-21=0$. Jego pierwiastkami są dwie liczby:

$$\frac{-4 \pm \sqrt{100}}{2}$$

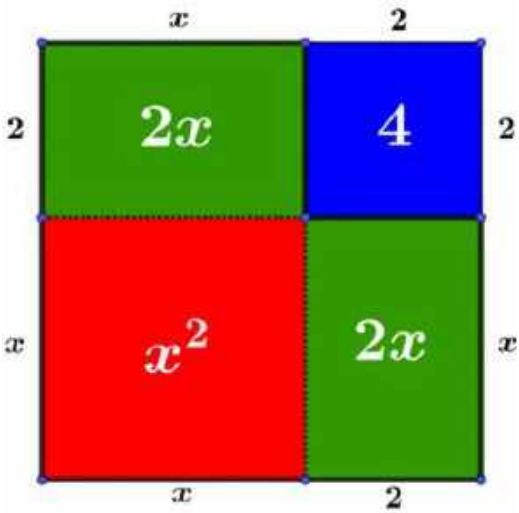
czyli 3 oraz –7. Jak widzimy, jedna jest dodatnia, druga ujemna.

eprasa.pl f94bd886de



3. Dążymy do 16

Arabowie w dawnych wiekach patrzyli na równania geometrycznie – choć przecież „wynaleźli" algebrę. Spójrzmy na **rysunek 4**. Jest na nim kwadrat o jeszcze nieznanym boku x, z dwoma dorysowanymi paskami prostokątnymi o rozmiarach x na $2x$. W górnej części utworzył się kwadrat 2 na 2, a więc o polu 4. Przepiszmy nasze równanie w postaci $x^2+4x=21$. Widzimy zatem, że pole figury złożonej z czerwonego kwadratu i dwóch zielonych prostokątów jest równe 21. Cały duży (czerwono-zielono-niebieski) kwadrat ma zatem pole równe 25. Ale ten kwadrat ma bok o długości $x+2$, a zatem $(x+2)^2=25$, czyli $x+2=5$ i stąd rozwiązanie $x=3$. Świadomie opuściłem drugie rozwiązanie: $x+2=-5$, zatem $x=-7$. Arabowie jeszcze nie znali liczb ujemnych. Nie zrozumieliby, że temperatura może być ujemna. Nie tylko dlatego, że w tamtych krajach mrozu raczej nie ma. Liczby ujemne jakoś „nie mieściły się ludziom w głowach". Zresztą, dziś też nie są najlepiej pojmowane.



4. Rozwiązanie równania $x^2+4x=21$

Teraz pojedźmy do Lizbony przez Alaskę. Z równania $x^2+4x-21=0$ możemy otrzymać dwa inne:

$$x=\sqrt{21-4x} \text{ albo } x=\tfrac{1}{4}\left(21-x^2\right)$$

Pierwsze z tych równań jest równoważne z wyjściowym tylko dla dodatnich x. Ale to nie szkodzi. Przyjrzyjmy się mu. Na **rysunku 5** mamy wykresy dwóch funkcji $f(x)=\sqrt{21-4x}$ i linii prostej $y=x$. Tam, gdzie się przecinają, tam znajdziemy pierwiastek. Zgadza się: widzimy, że $x=3$.

Spróbujmy teraz z ciągiem kolejnych przybliżeń. Wystartujmy np. z liczby $x_0=5$. To będzie pierwsze przybliżenie rozwiązania naszego równania. Obliczamy wartość tej funkcji $f(x)=\sqrt{21-4x}$ dla $x=5$, otrzymując wynik $x1=1$. Podstawiamy 1 do wzoru na funkcję, obliczamy wynik $x_2=\sqrt{17}$; znów podstawiamy, obliczamy wynik

$$x_3=\sqrt{21-4\sqrt{17}}$$

i czynimy to dalej. Otrzymujemy wzory, które cieszą oko matematyka, choć wydają się nieprzydatne.

$$x_4=\sqrt{21-4\sqrt{21-4\sqrt{17}}}$$

$$x_5=\sqrt{21-4\sqrt{21-4\sqrt{21-4\sqrt{17}}}}$$

$$x_6=\sqrt{21-4\sqrt{21-4\sqrt{21-4\sqrt{21-4\sqrt{17}}}}}$$

Jeżeli jednak posłużymy się przybliżeniami dziesiętnymi, będzie bardziej zrozumiale. Otrzymamy ciąg, który „grzecznie" (choć powolutku) dąży do naszego $x=3$, otaczając go z obu stron:

$x_0=5$, $x_1=1$, $x_2=4{,}1231$, $x_3=2{,}1231$, $x_4=3{,}5366$, $x_5=2{,}61794$, $x_6=3{,}24470$

Podobnie będzie dla dowolnego punktu startowego. To, co odkryliśmy, matematycy formułują tak:

Punkt $x=3$ jest punktem stałym *przyciągającym* dla funkcji $f(x)=\sqrt{21-4x}$.

Jak poznać, że dana funkcja ma tak miłe punkty? To wykracza już poza zakres naszych *Rozmaitości Matematycznych*. Czytelnicy obeznaniu, z analizą matematyczną zgodzą się z tym, że aby tak było, funkcja musi spełniać w otoczeniu danego punktu warunek Lipschitza.

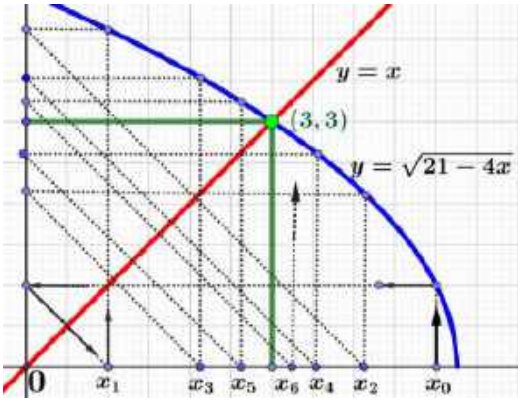
Jak się bawić, to się bawić. Przyjrzymy się drugiemu równaniu, to jest

$$x=\frac{21-x^2}{4}$$

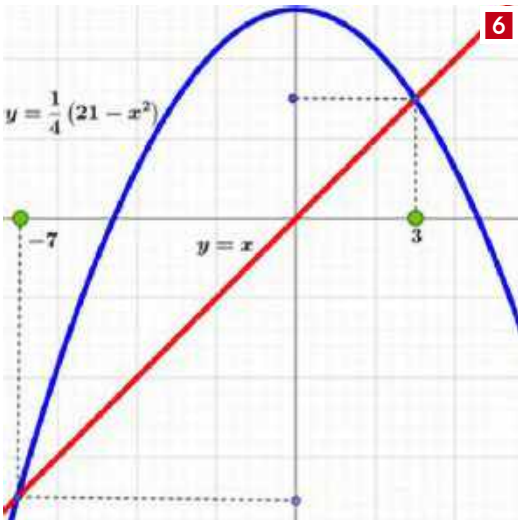
i zastosujmy to samo. Najpierw wykresy (**6**). Wystartujmy znów z $x_0=5$. Po podstawieniu tej wartości do wyrażenia

$$\frac{21-x^2}{4}$$

eprasa.pl f94bd886de



5. Zbliżamy się nieograniczenie do *x*=3



otrzymamy –1, a gdy z kolei podstawimy –1, wynikiem będzie 5. Można powiedzieć, że dostaliśmy swego rodzaju oscylator: –1⇔5. Gdy wystartujemy z x_0=3 albo x_0=–7, otrzymamy ciąg stały: wszystkie wyrazy równe 3 albo –7. To nie powinno nas dziwić, bo są to pierwiastki równania. Niestety, nie są one przyciągające, tylko odpychające i w dodatku zachowują się bardzo dziwnie, gdyż (warto to napisać większą czcionką) dla każdego punktu startowego między –7 a 7, poza –5, –3, –1, 1, 3, i 5 prędzej czy później dochodzimy do pętli z **rysunku 7**.

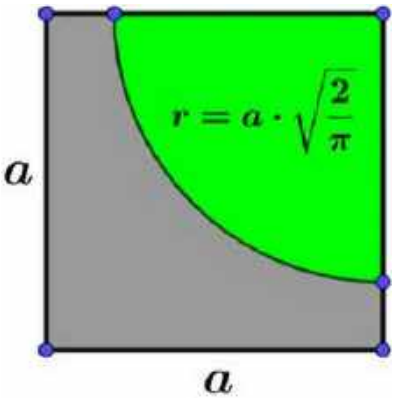
Cztery liczby powtarzają się w nieskończoność i o żadnym rozwiązaniu równania nie ma mowy. Co to za liczby? Trudno zgadnąć. Takie wyszły (**7**). To jeszcze nie chaos matematyczny – ale niedaleko do niego.

***

Mamy więc taką metodę rozwiązywania równań. Doprowadzamy je do postaci $x = f(x)$ i „zagnieżdżamy" pętlę. Niekiedy daje to dobry wynik, niekiedy nie. Ale spróbować warto. Oto ładne zadanie, w którym dojdziemy do rozwiązania. Najpierw łatwe, szkolne:

W narożniku kwadratowego poletka, pokrytego trawą, uwiązana jest koza. Jak długi ma być łańcuch, by w zasięgu zwierzęcia była dokładnie połowa pastwiska.

Rozwiązanie pokazuje **rysunek 8**.

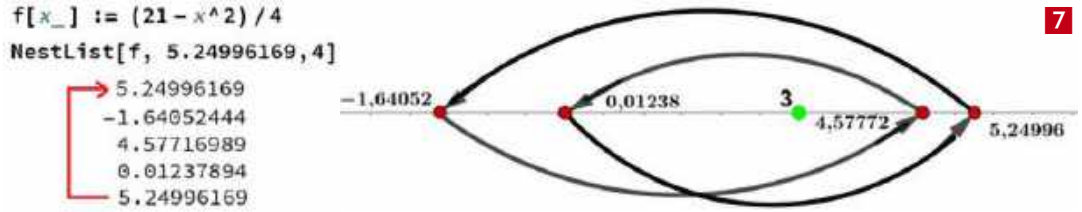


8. Koza na kwadratowym pastwisku

Znacznie trudniej jest, gdy pastwisko jest okrągłe (koliste). Jak poprzednio, zakładamy, że palik, do którego uwiązana jest koza, jest wbity na brzegu koła. Tu równanie jest bardziej skomplikowane, a doprowadzenie go do postaci $x = f(x)$ jest trudniejsze. Otrzymujemy

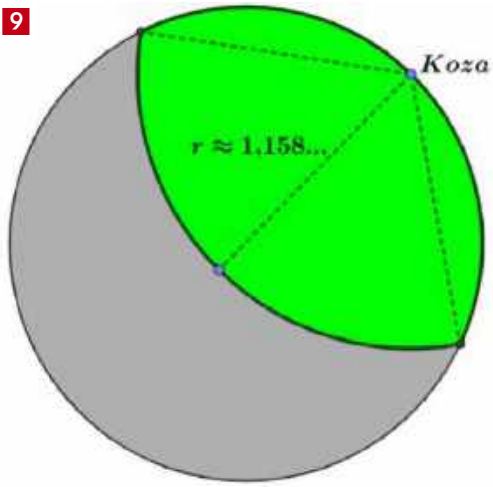
$$f(x) = 2sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{x}{2}\sqrt{1 - \frac{x^2}{4}} - \frac{x^2}{2}\arccos\frac{x}{2}\right)$$

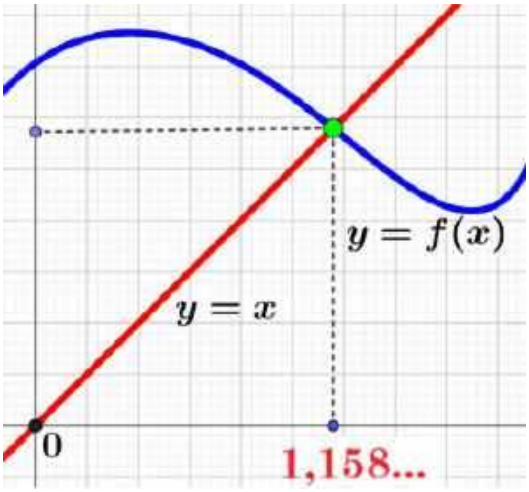
Funkcja ta, choć nieco skomplikowana, jest „porządna" i metoda kolejnych przybliżeń daje rozwiązanie. Przybliżona długość postronka to 1,158 *długości*



eprasa.pl f94bd886de

9





promienia koła. Tu drobna dygresja. Kto z dzisiejszych uczniów wie, co to jest „postronek”?

***

Zakończenie. Zapytałem ChatGPT o kozę. Dostałem dwie sprzeczne odpowiedzi. Załączam. ■

3. Interpretacja

Jeżeli długość postronka L wynosi około 1,158 razy promień pastwiska, to koza może dosięgnąć dokładnie połowy obszaru pastwiska.

Chcesz, żebym to dokładniej wyliczył numerycznie? 😊 ?

Tak, proszę, oblicz to numerycznie

Numeryczne rozwiązanie pokazuje, że długość postronka powinna wynosić około:

$$L \approx 0.656R$$

aby koza mogła dosięgnąć dokładnie połowy powierzchni pastwiska. 😊

eprasa.pl f94bd886de

Nieustannie czekamy na Wasze pomysły ulepszeń, innowacji, zmian. Swoje propozycje nadsyłajcie na adres redakcji. „**Pomysły**" nie są wołaniem na puszczy! Komentujemy, oceniamy i staramy się wyrazić nasz szczery podziw i uznanie dla pomysłowości Czytelników. Gorąco zachęcamy wszystkich do prezentowania swoich koncepcji, również tych najbardziej zwariowanych! Wszystkie mają wartość, nawet te z pozoru niedorzeczne, bo ich krytyka może stać się twórczym zaczynem czegoś ciekawego! **A oto plon ostatniego miesiąca:**

Pomysł miesiąca 04/2025

Pomysł inteligentnej rośliny jest intrygujący, pod warunkiem, że będzie to roślina prawdziwa a nie syntetyk. Kto wie, czy w dobie manipulacji genetycznych nie udałoby się kwiatka w doniczce wyposażyć w aparat mowy lub chociaż zdolność do wydawania dźwięków jak zwierzęta.

Autorem pomysłu jest Janusz M. Korczak

1 **Piotr Krajewski** – Podobno węgorze elektryczne mogą wygenerować prąd o napięciu ok. 600 V. Prąd ten jest raczej impulsem krótkotrwałym. Można by więc zorganizować hodowlę takich węgorzy i ich impulsami ładować kondensator. Ładunek zgromadzony w kondensatorze dałoby się jakoś przetworzyć na bardziej wygodną postać prądu. Byłoby to jeszcze jedno źródło „zielonej energii".

Próby „zagospodarowania" energii elektrycznej węgorzy były już dość dawno podejmowane, chociaż na bardzo małą skalę. Prąd węgorzy służył do zasilania oświetlenia akwarium. Jednakże było to dość dawno, a dzisiaj technologie elektroniczne poszły bardzo mocno do przodu i może jednak dałoby się coś z tych węgorzy uzyskać. Bardziej perspektywiczną rybą wydają się strętwy, największe stworzenia, wytwarzające energię na Ziemi. Mogą wyprodukować napięcie rzędu 860 V, co wystarczy do uruchomienia niewielkiej maszyny. Zespół naukowców z Nagoya University dokonał szokującego odkrycia: wykazał, że energia elektryczna uwalniana przez strętwy jest wystarczająca do genetycznej modyfikacji larw małych ryb.

2 **Krzysztof Dudzik** – Lustro do nauki języków: lustro, które rozpoznaje, kiedy patrzysz na nie rano, i mówi do ciebie w obcym języku. Możesz odpowiadać, a ono ocenia twoją wymowę.

Pomysł w pełni realny. Z punktu widzenia nauki języka obcego jedną z reguł jest „częsty kontakt z językiem, minimum 1 godzinę dziennie". Takie lustro mogłoby uatrakcyjnić na ogół nudną naukę słówek i gramatyki.

3 **Zbigniew Kowalski** – poduszka z odgłosami przytulania; inteligentna poduszka, która emituje dźwięki przytulania i głosu bliskiej osoby, by poprawić nastrój podczas samotnych wieczorów.

Odpowiednio dobrany program takich odgłosów sympatii i mruczenia z zadowoleniu mógłby odegrać istotną rolę dla osób trudno zasypiających. Poduszka byłaby na pewno zdrowsza niż farmaceutyczne preparaty. Podobną funkcję pełni też muzyka relaksacyjna.

4 **Janusz M. Korczak** – inteligentna roślina – domownik. Roślina, która sama komunikuje swoje potrzeby przez aplikację – np. „Chcę wody!" albo „Potrzebuję więcej światła!" i na monitorku pokazuje przy tym śmieszne miny, odpowiednie do wyrażanej „zachcianki".

Już około 60 lat temu amerykański agent CIA Cleve Backster prowadził badania nad sygnałami wysyłanymi i odbieranymi przez rośliny. Jego badania – jako nienaukowca – biologa, zostały zlekceważone. Jednakże zainteresowanie tymi eksperymentami rosło i coraz większa grupa osób powtarzała łatwiejsze do wykonania próby. Dziś można stwierdzić, że rośliny są w stanie sygnalizować brak wody, słońca, itd., co może być wykorzystane w profesjonalnej uprawie roślin. Do wykonania najprostszej próby wystarczy czuły miliwoltomierz, wpięty w główną łodygę kwiatka w układzie mostka Wheatstone'a.

5 **Radosław Hall** – śpiewający parasol – parasol, który automatycznie zaczyna grać radosne piosenki podczas deszczu, by poprawić humor jego właścicielowi.

Słuchając wielokrotnie aktualnych piosenek, odnosi się wrażenie, że ich twórcy chcą „wstrząsnąć" słuchaczami i raczej nie działać kojąco. Sądzimy, że muzyka klasyczna byłaby lepsza. Marsz pod parasolem, ale w rytm np. marsza Radeckiego lub marsza Toreadora z opery Carmen, pozwala z uśmiechem wkroczyć nawet w sporą kałużę wody.

6 **Marek Wojeński** – proponuje opracowanie i produkcję – Personalizowanej Opaski Nastroju na rękę, która za pomocą technologii biometrycznej odczytuje nastrój użytkownika i zmienia kolor lub wyświetla inspirujące cytaty, dostosowane do samopoczucia.

Byłby to w zasadzie sprzęt do autokontroli. Niekiedy nie wiemy, czy nastrój „nagłej krwi" nie jest już groźny dla naszego zdrowia; czy nie grozi zawałem lub udarem. Taki obiektywny wskaźnik byłby pomocny w monitorowaniu stanu zdrowia.

eprasa.pl f94bd886de

Szkoła Wynalazców

dozwolone do lat 15

Mieliście problem typowy dla domowych majsterkowiczów (gdzie dziś takich szukać?), bardzo potrzebny waszym babciom i dziadkom: zaproponować prosty przyrząd, system, do podlewania kwiatów wiszących w doniczkach, zawieszonych u sufitu.

Żeby podać wodę na wysokość ok. 2 m, możliwe są dwa podstawowe sposobny: skorzystać z jakiejkolwiek formy pompki lub podnieść na drążku naczynie, które następnie można przechylić, żeby dało są wlać wodę do doniczki. Przyrząd do takiego podlewania musi mieć charakter mobilny, tzn. nie może być czymś w rodzaju instalacji, zamontowanej na stałe w pokoju. Co na to nas czytelnicy? Zobaczmy:

Jerzy Nowak – proponuje najprostszy system: trzeba na końcu kijka o długości rzędu 2 m zamocować gąbkę i prosty układ dźwigniowy, który powodowałby zaciskanie tej gąbki i wyciskanie z niej wody. Zamiast systemu dźwignicowego można by chyba użyć woreczka siatkowego, który byłby zaciskany sznurkiem tak, jak to robią dzieci z workami na pantofle w szatni szkolnej.

Dobry i prosty pomysł. Faktem jest, że pod sufitem nie wiszą jakieś duże okazy roślinne, a dla paprotki i podobnych kwiatów, dwa lub trzy podania wody z pomocą gąbki powinny wystarczyć.

Zuzanna Rolnik ma siostrę, pielęgniarkę, i w związku z tym jest obeznana z różnym, akcesoriami pielęgnacyjnymi. Widziała u siostry „zestaw do wlewów" oraz sporą gruszkę gumową, służącą do tego samego celu. Uważa, że wystarczy zaopatrzyć np. gruszkę w długą rurkę, zagiętą na końcu i można już podlewać kwiatki.

Damski, praktyczny umysł zabłysnął w całej okazałości! Nie da się chyba już nic prostszego wymyślić. Poza tym wszystko w zasadzie można kupić: gruszkę w sklepie ze sprzętem medycznym, rurkę w sklepie z materiałami technicznym, najlepiej miedzianą, bo łatwo ją wygiąć.

Dariusz Gumowski – ma w domu spore akwarium i uważa, że podlewanie kwiatków wiszących u sufitu to żaden problem. Można kupić niedrogo pompkę akwariową i z jej pomocą łatwo jest podać wodę nawet na wyższe wysokości niż standardowy sufit. Trzeba tylko zaopatrzyć pompkę w kij z dyszą do podlewania i właściwego skierowania strumienia wody.

Dobry przykład użycia z „tego, co jest w zasięgu ręki" i jest możliwe wykorzystanie w celu zgoła odmiennym od zasadniczego przeznaczenia.

Koleżance i kolegom gratuluję, życzę powodzenia przy podlewaniu kwiatków! Zapraszam do dalszych zadań.

Nowe zadanie

Jak szaleć, to szaleć! W tym wieku Amerykanie mają zamiar wylądować na Marsie. Wiedząc to, co można znaleźć w popularnych opracowaniach o Marsie:

Zaprojektować tzn. sformułować podstawowe założenia do projektu niewielkiego domu na Marsie tak, aby umożliwił przeżycie w nim bez skafandrów.

Musicie ustalić podstawowe warunki zewnętrzne a więc zakres temperatur, atmosfera jest czy jej nie ma, jeśli jest, to jakie tam panuje ciśnienie, czy jest szansa na wodę z odwiertu, Poza tym chodzić będzie o różnego rodzaju „drobiazg" meteorytowy, a także – rzecz podstawowa, jakie tam będzie przyciąganie grawitacyjne i jak to wpłynie na konstrukcję domku.

Wszystkim życzę XXI-wiecznej fantazji, ale też „chodzenia po konkretach", a więc poczytajcie coś o Marsie.

Termin – koniec maja 2025 rok.

375 000 klocków LEGO – taki nacisk wytrzymać może pojedynczy klocek LEGO, co oznacza, że można teoretycznie zbudować z nich wieżę o wysokości ok. 3,5 km, która się nie zapadnie pod sobą.

eprasa.pl f94bd886de

Klub Wynalazców

bez ograniczeń wieku

Mieliście poważne zadanie: w zakładzie chemicznym zachodziła konieczność dokładnego mierzenia poziomu agresywnej cieczy, przechowywanej w cysternie umieszczonej wysoko niemal pod sufitem. Jakakolwiek aparatura z serii „klasycznych" będzie natychmiast „zjedzona" przez agresywną ciecz. Co robić?

Czyli zapominamy o pływakach i jakichkolwiek mechanicznych przekaźnikach informujących o objętości cieczy w zbiorniku. Należy wykonać przegląd „resursów", czyli wszystkiego, co jest w systemie: zbiornik, podpory, instalacja zasilająca i odbierająca płyn. W zależności od wymaganej dokładności trzeba oczywiście ocenić, co będzie najskuteczniejsze, a możliwości kilka jest. Jest sprzede wszystkim ciężar zbiornika, przestrzeń nad płynem; może być wykorzystana jako swego rodzaju pudło rezonansowe. Wzbudzając jakiś impuls, uzyskujemy dźwięk, którego wysokość zależy od objętości przestrzeni nad płynem. Można jeszcze dodać kilka efektów, trzeba po prosu sięgnąć do encyklopedii fizyki. Przyjrzyjmy się propozycjom kolegów:

Ryszard Bogucki – proponuje zastosować metodę zliczania, tzn. mierzyć dokładnie ilość cieczy wlewanej i wylewanej, i w ten sposób będzie znana ilość cieczy, jaka jeszcze jest w zbiorniku.

Pomysł niezły; współczesna elektronika potrafi zarówno mierzyć, jak i zliczaj kolejne wyniki. Czy to będzie dokładny pomiar? A gdzie wpływ temperatury na objętość cieczy samego zbiornika?

Nie są to łatwe sprawy, ale pomysł kolegi jest do przyjęcia.

Stanisław Bzdek – proponuje zainstalować w ściance zbiornika gwizdawkę, do której podczas pomiaru doprowadzałoby się powietrze i mierząc dokładnie wysokość dźwięku wtórnego, wydobywającego się ze zbiornika, odpowiednia aparatura mogłaby określać wysokość dźwięku i program komputerowy przeliczałby to na objętość powietrza, a co za tym idzie, dałoby to podstawę do obliczenie ilości płynu.

Koledze chodziło zapewne o ustalenie momentu rezonansu, ale w sumie pomysł jest dobry. Gwizdawka może być wykonana z materiału odpornego na tę żrącą ciecz, a cała reszta to aparatura i komputer, znajdujący się poza zbiornikiem.

Bogusław Zdziechowicz – proponuje jednak metody klasyczne: skoro nie można wprowadzić jakiejkolwiek aparatury do zbiornika, to może go po prostu prześwietlić promieniami x lub γ. Odpowiedni ekran, obrazujący poziom cieczy załatwia sprawę.

Pomysł niezły, choć wprowadzający do przestrzeni pracy ludzi szkodliwe promieniowanie.

Wszystkim kolegom gratuluję i zapraszam do dalszych zmagań.

Nowe zadanie

Żyjemy w czasach, gdy terror przybiera coraz bardziej wyrafinowane formy. Niedawny przykład rozbicia samolotów na budynkach World Trade Center i samobójcze rozbicie maszyny na zboczu góry w Alpach dowodzą, że system zabezpieczania drzwi kokpitu jest nieskuteczny. Nie powinien nikt spoza personelu pokładowego mieć możliwości wejścia do pilotów. Jednocześnie jednak żaden z pilotów nie powinien mieć możliwości technicznej zamknięcia się w kokpicie, zablokowania wejścia drugiemu pilotowi. Rzecz jasna nie chodzi nam o dokumentację systemu, ale o ogólny algorytm, czyli: jak ma działać taki system, odporny na terrorystów i eliminujący sytuację alpejską, kiedy pilot samobójca odciął wstęp kapitanowi i doprowadził do zderzenia samolotu ze zboczem alpejskiej góry. Należy wziąć pod uwagę możliwość sterroryzowania członka załogi, np. stewardesy i zmuszenia jej do otwarcia drzwi.

Zaproponować ideę systemu zabezpieczającego załogę samolotu pasażerskiego przed wtargnięciem do kokpitu niepowołanych osób.

Jak wiadomo, najsłabszym ogniwem każdego systemu zabezpieczenia kokpitu przed wtargnięciem obcych jest człowiek. Zazwyczaj stosowane jest zamknięcie na szyfrowany zamek, który dla otwarcia drzwi wymaga naciśnięcia kilku cyfr. W przypadku napadu terrorystycznego jeden z bandytów może zmusić stewardesę do otwarcia kokpitu, bo przecież stewardesa musi mieć możliwość kontaktu z pilotami. Wydaje się, że stewardesa nie

eprasa.pl f94bd886de

powinna wchodzić do kokpitu, więc nie miałaby kodu do otwarcia drzwi.

A w przypadku takim jak podczas katastrofy w Alpach: wyszedł z kokpitu jeden z pilotów i on też może być sterroryzowany i zmuszony do otwarcia drzwi. A co, jeśli zaistnieje przypadek taki, że pozostawiony w kokpicie pilot zablokuje drzwi, nie dając wejść drugiemu? Wydaje się, że pominąwszy terror, pilot pozostający na zewnątrz powinien mieć możliwość awaryjnego zdjęcia blokady, bo przecież drugi pilot mógł potrzebować pomocy. Już z tej minianalizy widać, że sprawa nie jest prosta. Wiadomo, że wszelkie tajemne przyciski, np. zdejmujące blokadę drzwi, i tak po pewnym czasie staną się informacją powszechnie znaną.

Wszystkim życzymy dobrych pomysłów i przypominamy o terminie: do końca maja br.

Vademecum Młodego Wynalazcy

Wynalazczość – jak każda inna dziedzina działalności człowieka – wymaga doświadczenia i wprawy. Doświadczenie to szereg prób wynalazczych, nie zawsze udanych. Te nieudane próby to „koszt" poszukiwań, budowy prototypów i... złomowania. Czy można zdobywać doświadczenie wynalazcy bez tych niemiłych kosztów? Okazuje się, że częściowo można. Służy temu jedna z metod nauczania TRIZ, tzw. „reinwenting". Tłumacząc dosłownie, oznacza to „ponowne wynalezienie" czegoś, co istnieje, ale chcemy dokonać rewizji uzyskanego wcześniej rozwiązania, albo – w celu dydaktycznym – odtworzyć drogę rozumowania, które doprowadziło do znanego nam rezultatu. Czyli zabawiamy się zgodnie z hasłem jednej z audycji TV: „jak oni to zrobili?" Spróbujemy na początek „wynaleźć przyrząd" do nawlekania nici do igły krawieckiej do ręcznego szycia. Nitka krawiecka do ręcznego szycia, cięta nożyczkami lub – gorzej – urwana przedstawia niemiły dla nawlekania igły widok. O ile „średnia średnica nici" jest mniej więcej stała, o tyle nitka z uciętą lub urwaną końcówką to rozczapierzony „krowi ogon". Rozmiary uszek igielnych, zazwyczaj owalne, są na ogół dość małe i ten „krowi ogon" nie ma szans przejść przez uszko.

Co robią krawcy? Łapią poślinionymi palcami koniec nitki i „dokręcają" go w kierunku pierwotnego skręcenia nici. W ten sposób uzyskuje się wydłużoną końcówkę, o zmniejszającej się średnicy, co ułatwia wetknięcie jej w uszko. Na rynku są dostępne przyrządy, ułatwiające nawleczenie igły. Są to malutkie „lizaki" z wystającą z „rękojeści" pętelką z cieniutkiego drutu. Pętelka ta w stanie swobodnym tworzy dość duże oczko, przez które łatwo jest przetknąć nawet mocno „kudłatą" nić. Jej koniec jest wąski i daje się łatwo przepchnąć przez ucho igły. Po przepchnięciu przekładamy nitkę przez rozszerzoną pętelkę i wyciągając ją z uszka, mamy już igłę nawleczoną.

1

Wadą tych bardzo prostych przyrządzików jest częste wyłamywanie lub odrywanie się drucianej pętelki. Szukamy dalej lepszego rozwiązania, a jest ich na rynku sporo. Żeby jednak zacząć metodycznie (ale jeszcze nie w myśl zasad TRIZ), musimy jakoś usystematyzować działania. Najstarszą i wciąż używana metodą jest metoda prób i błędów (MPiB). Zaczynamy więc od uświadomienia sobie: co się nam w tym przyrządziku nie podoba. Wypisujemy więc rejestr tzw. niepożądanych. W tym przypadku jego niepożądane efekty to:

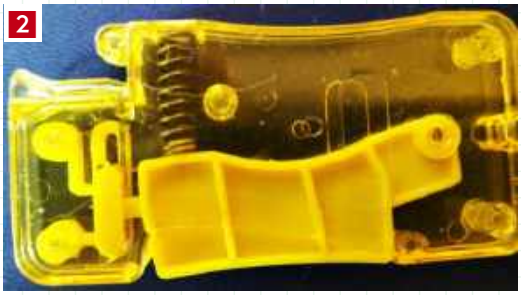
- bardzo cienki drucik tworzący pętelkę, łamie się bardzo często,
- trudno trafić pętelką w uszko igły,
- w przypadku nieco grubszej nici wyciąganie pętelki z uszka razem z nicią kończy się wyrwaniem pętelki z plastikowej osady.

Zauważamy, że igły mają na ogół uszka owalne, na ogół dość długie; rzędu 1,5…3 mm. Jeśli tak, to znaczy, że część wchodząca do uszka igły może mieć formę płaskiej sprężynki. To prawda, ale taka płaska sprężynka nie ma jak wprowadzić nici do uszka. Trzeba więc zrobić coś w rodzaju maleńkiego haczyka – takiego, jakie mają szydełka – i wtedy ta blaszka może zahaczyć nić i ją pociągnąć. A więc główny element roboczy mamy mniej więcej zdefiniowany. Nasz przyrząd powinien działać w ten sposób, że ww. sprężynka

eprasa.pl f94bd886de

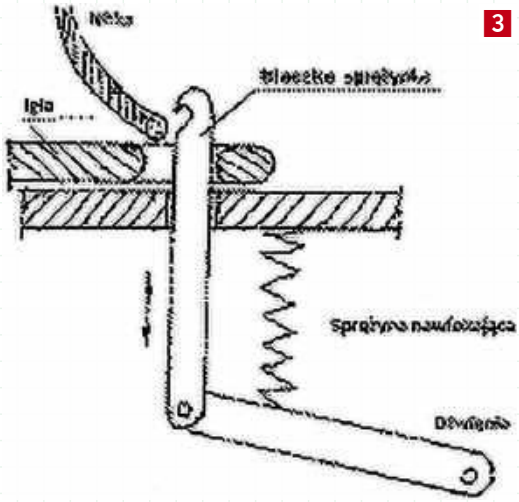
blaszka wchodzi do uszka igły, przechodzi na drugą stronę i tu powinna trafić na nitkę. Jakaś ogólna idea już jest, ale pozostaje problem, jak ułatwić waszym babciom trafienie tą blaszką sprężynką w uszko igły. To już wydaje się proste; wystarczy przewidzieć jakąś prowadnicę o zwężającym się przekroju; taki rowek o przekroju V. Wtedy igła zawsze przyjmie położenie w osi tego rowka. Pozostaje jednak problem trafienia blaszką w uszko. Odległość wzdłużna nie jest tak ważna, jak obrót igły wokół własnej osi. Tu na razie nie widać prostej metody, ale można nieco ułatwić trafienie blaszką w uszko, nadając jej lekko zaokrąglony kształt i dbając o to, żeby uszka igieł też miały zaokrąglone krawędzie. W rezultacie lekko naciskając blaszką na igłę, jednocześnie obracaną palcem, dość łatwo wyczuwamy moment, gdy blaszka może swobodnie wejść w uszko. Mamy więc blaszkę przetkniętą przez uszko igły i trzeba wprowadzić nitkę. To już jest łatwa sprawa, bo wystarczy przeciągnąć końcówkę nitki przez rowek w korpusie przyrządu, w którym już widać blaszkę z haczykowatym zakończeniem, wtedy naciskamy, lub robi to sprężyna, na korpus z blaszką i cofając się, wciąga ona nitkę przez uszko igły. Wymaga to na pewno pewnej wprawy, ale nie trzeba mieć sokolich oczu, żeby dać sobie radę z najbardziej krnąbrną nitką. Rzeczywisty dość sprawny „automat" do nawlekania igieł przedstawia **rysunek 2**.

2



Jak to działa? Prosto! Igłę wsuwamy w kanalik od lewej strony. Ma on lejkowate wejście, ułatwiające trafienie igłą. Niemal jednoczenie naciskamy dźwignię (od dołu). Z dźwignią tą związana jest blaszka sprężynka, która wysuwa się do góry, trafiając w uszko igły. Żeby trafiła, trzeba ją wstępnie ustawić i w momencie, gdy blaszka jest wysuwana w górę, trochę nią poobracać. Robi się to łatwo i blaszka w końcu znajdzie się w górnym położeniu. Cały czas należy trzymać dźwignię wciśniętą. Bierzemy nitkę i wkładamy ją na styk z blaszką z haczykiem. Powoli puszczamy dźwignię i blaszka, cofając się, wciąga nitkę do uszka. Operacja skończona! Dla

3

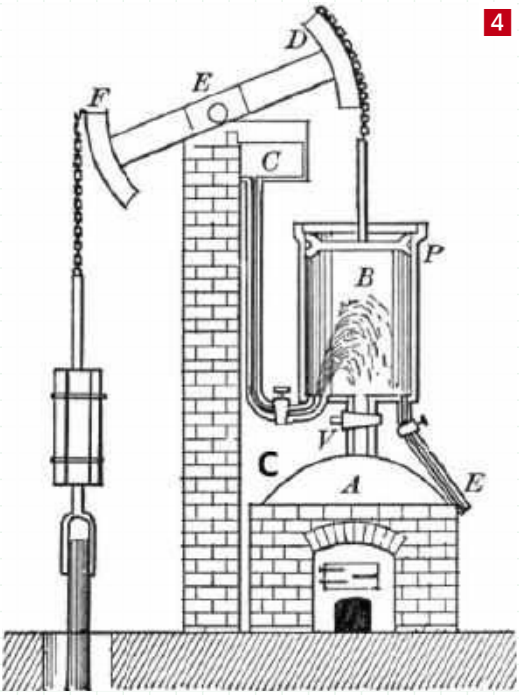


wyraźniejszego zobrazowania działania przyrządu, schemat (**3**) pokazuje istotne jego elementy.

Innym tematem do „powtórnego wynalezienia" jest system rozrządu maszyny parowej. Pierwszą maszyną parową zdatną do wykonywania pracy była „maszyna ogniowa" Newcomena (**4**).

Maszyna bardzo prosta. Kocioł A z kopulastą pokrywą wytwarzał parę, którą przez zawór V wpuszczano do cylindra B. Pod działaniem tej pary tłok poruszał się w górę. Gdy osiągnął już górny poziom, ze zbiornika zimnej wody C puszczano

4



eprasa.pl f94bd886de

do cylindra wodę, która powodowała skroplenie się pary. Zaworem E wypuszczało się skroploną wodę. I dookoła Wojtek: zawór V, zawór dla wody i zawór spustowy. Niestety początkowo maszyna wymagała obsługi ręcznej. Zadanie to powierzono 10-letniemu chłopcu – Humphreyowi Potterowi. Pracę zaczął od następnego dnia. Początkowo bawiło go zakręcanie i odkręcania kurków, ale po krótkim czasie miał już tej pracy dość. Obok, na łące koledzy grali w piłkę, a on nie mógł się ruszyć od „piekielnej maszyny". Był to jednak bystry chłopiec i zaczął uważnie obserwować pracę maszyny. Szybko dostrzegł, że powtarzające się ruchy można by wykorzystać do samoczynnej obsługi zaworów. Z pomocą drutu i sznurków wykonał niezbędną „korektę" i maszyna zaczęła pracować sama. Oznaczało to, że właściwie jego należałoby uznać za twórcę użytecznej maszyny parowej. Oczywiście do jej pełnej doskonałości dużo jeszcze trzeba było zrobić, żeby nie wspomnieć o regulatorze prędkości obrotowej – wynalazek J. Watta, skraplaczu, itd. Jaka była droga Humphreya do realizacji swojego pomysłu? Tu warto przypomnieć podstawowe zasady metodyki TRIZ; po pierwsze, optymalnym rozwiązaniem jest takie, gdy system obsługuje się sam. Po drugie, najpierw wykorzystujemy resursy, które są już w systemie, po trzecie, resursy powinny być darmowe lub bardzo tanie.

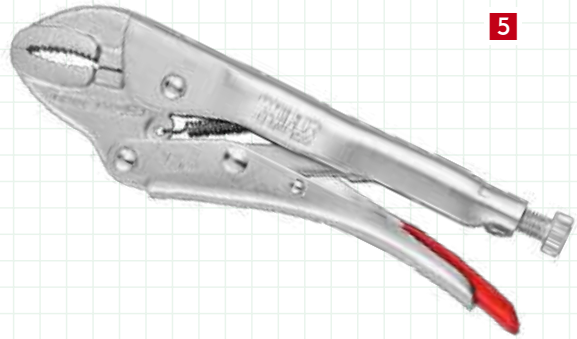
Istotnym elementem jest potrzeba – „matka wynalazków". W przypadku Humphreya warunki te wyglądały następująco:

1. Potrzeba – oczywiście była: chęć pozbycia się nudnej pracy i dołączenie do kolegów,
2. Rytm otwierania i zamykania zaworów był zgodny z rytmem ruchów organów roboczych,
3. Zawory – to właściwie kurki, czyli typ zaworu, który otwiera się i zamyka jednym ruchem, w zakresie 180°, było to istotne, bo zawór wymagający kilku obrotów dla otwarcia – tu by się nie sprawdził.

Warunki te oraz odrobina wyobraźni okazały się wystarczające. Dola wynalazcy dla Humphreya okazała się niełaskawa: wyrzucono go z pracy, a owoce pomysłu zebrał nadzorca, który udoskonalił system sznurkowo-druciany i zgarnął całą chwałę i nagrodę od właściciela kopalni.

Na tego typu przykładach można ćwiczyć wyobraźnię twórczą i dochodzić do pewnej wprawy w rozwiązywaniu technicznych zagadek. W tym miejscu warto polecić przeglądanie ofert firm handlowych, oferujących ogromną rzekę drobnych gadżetów; przykład wyżej: „automat" do nawlekania igły.

Pokrewną taktyką wynalazczą jest. tzw. benchmarking, czyli twórcze naśladownictwo. Na łamach naszego kącika (VMW) były przedstawiane trzy duże wynalazki, oparte na wspólnej idei. Króciutko przypominając, były to: walcarka Tadeusza Sędzimira łącząca walcowanie z rozciąganiem wstęgi blachy. Po kilkudziesięciu latach idea ta, czyli połączenie dwóch stanów naprężeń w jednym procesie, znalazła zastosowanie w produkcji trójników, w której zastosowano ściskanie osiowe prefabrykatu w postaci odcinka rury z rozprężaniem go ciśnieniem oleju. Materiał rury „musiał uciekać" do bocznego kanału matrycy, tworząc trójnik. Ostatni przykład to metoda RT – kucia dużych wałów silnikowych, wynaleziona przez Tadeusza Ruta i stosowana do kucia wałów silników okrętowych. W metodzie tej połączono ściskanie wzdłużne prefabrykatu z jednoczesnym jego wyginaniem. Skuteczna i sprawdzona idea bardzo szybko znajduje coraz szersze zastosowanie. Przykładem mogą być popularne szczypce „mors" (**5**) które w dużej liczbie odmian znalazły liczne zastosowania. Ideą konstrukcji tych kleszczy jest zastosowania tzw. „członu kolanowego" będącego podstawą konstrukcji „pras kolanowych" i wielu innych narzędzi, gdzie potrzebny jest duży nacisk przy umiarkowanej sile napędu i małym skoku roboczym.



5

Szczypce te niekiedy nazywane są „buldogami", ponieważ przy odpowiednim nastawieniu rozwarcia szczęk, po zaciśnięciu trzymają aż do momentu naciśnięcia czerwonej dźwigni.

Szczypce te ok. 30 lat temu zrobiły ogromną karierę. Służyły do ustawiania i przytrzymania elementów do spawania, sklejenia lub innego zamocowania. Pojawiła się ogromna ilość narzędzi wzorowanych na ich idei. Dziś są powszechnym narzędziem także w domach, do różnych robótek instalacyjnych. Ich „pradziadkiem" była jednak prasa kolanowa. ■

Prezes Klubu Wynalazców
Champion TRIZ
Jan Boratyński

eprasa.pl f94bd886de

Sieci neuronowe typu transformer, część 2

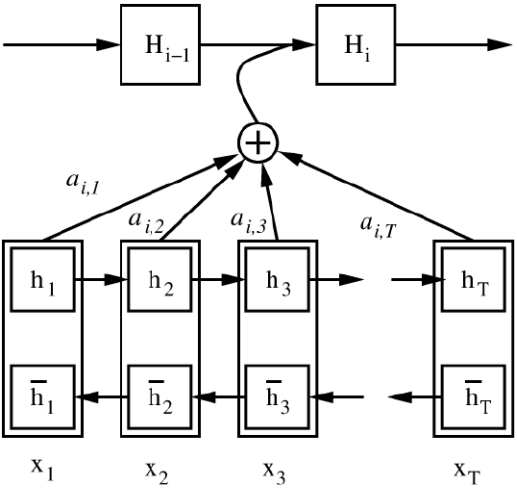
Narodziny mechanizmów uwagi, enkoder transformera – tokenizacja BPE, kodowanie pozycji w zdaniu, zanurzenie *word2vec*, obliczanie relacji uwagi, uwaga wielotorowa

Ambitnym Czytelnikom „Młodego Technika" proponujemy kurs najbardziej popularnej dziś techniki sztucznej inteligencji w trzech częściach. W tym wydaniu – część druga.

W części pierwszej artykułu wprowadziłem podstawowe pojęcia związane ze sztucznymi sieciami neuronowymi, po czym przedstawiłem sposób działania rekurencyjnych sieci neuronowych. Sieci rekurencyjne przed wynalezieniem architektury transformera – z uwagi na sekwencyjny sposób działania – stanowiły podstawową technologię przetwarzania języka naturalnego. Miały jednak jedną wadę: sieć szybko zapominała dane wprowadzone w poprzednich krokach przetwarzania. Aby zaradzić sytuacji, wprowadzono rozwiązania takie, jak architektura LSTM. Jednak i takie rozwiązanie nie było doskonałe, a tłumaczenia odbiegały jakością od tego, co uzyskujemy współcześnie. Znaczącą poprawę przyniosło wprowadzenie tzw. *mechanizmów uwagi*.

1. Rekurencyjne sieci neuronowe z wprowadzonym po raz pierwszy mechanizmem uwagi

Dzmitry Bahdanau w 2016 – po raz pierwszy wprowadził do architektury sieci neuronowych *mechanizmy uwagi* – które rok później legły u podstaw koncepcji transformerów. Zamiast tłumaczyć zdanie na podstawie końcowego kontekstu, jakim jest zmienna h_N, jak było to w klasycznych układach enkoder-dekoder opartych na sieciach rekurencyjnych



12. Schemat mechanizmu uwagi wg D. Bahdanau (2016). Wagi $a_{i,j}$, które decydują o wyborze pary wektora uwagi, zależą od poprzedniego stanu H_{i-1} dekodera i są wyliczane na jego podstawie

– skorzystał z różnych kontekstów dla różnych, precyzyjnie wybieranych, słów.

W szczególności, ponieważ tłumaczone zdanie źródłowe od razu było znane w całości, oprócz sekwencji h_1, h_2, ..., h_N, korzystał również z sekwencji stanów obliczanej podczas wprowadzania do sieci

eprasa.pl f94bd886de

słów w odwrotnym porządku, $\overline{h}_N$, ..., $\overline{h}_2$, $\overline{h}_1$. Do dekodera następnie podawał dla tłumaczenia *i*-tego słowa wektory stanu h_i oraz $\overline{h}_i$ [18]. W ten sposób każde słowo otrzymywało – na swój sposób – kompletny wektor stanu (pamiętający wszystkie wprowadzone słowa, na wzór klasycznego h_N), przy czym dla każdego słowa „ostatnio wprowadzone do wektora stanu pozycje" – to były słowa sąsiadujące z *i*. Mechanizm tego rodzaju był znany już wcześniej pod nazwą dwukierunkowej sieci rekurencyjnej i sam w sobie tutaj by nie wystarczył, gdyż pojawia się tu pewien drobny niuans. Do selekcji informacji kontekstowej konieczne jest określenie nie tyle *i*-tego słowa w zdaniu źródłowym na *i*-tym etapie tłumaczenia, ale *j*-tego słowa zdania źródłowego, które wykazywało najsilniejszy związek z *i*-tym słowem tłumaczenia... Bo kolejność słów zdania w języku docelowym może być inna od kolejności słów zdania źródłowego. Tu właśnie pojawia się mechanizm uwagi, zaszyty w wagach a_i z rysunku 11. Ostatecznie jednak nawet translator zmodyfikowany w powyższy sposób i oparty o rekurencyjne sieci neuronowe okazał się gorszy od transformera.

2. Transformery – ogólna idea

W odróżnieniu od rekurencyjnych sieci neuronowych, transformery nie próbują *krok po kroku* budować wewnętrznego stanu obrazującego *całe* zdanie (co wiąże się z ryzykiem zapominania dawno wprowadzonych informacji). Zamiast tego, jakby odwrotnie, dysponując od początku pełnym zdaniem, próbują redukować kontekst jedynie do informacji niezbędnych na konkretnym etapie tłumaczenia, np. próbują wyłapać słowa, które wiążą się ze sobą gramatycznie, przykładowo przymiotniki określające rzeczowniki, grupy znaczeniowe (np. jabłka czy gruszki powinny być powiązane ze sobą jako owoce), związki frazeologiczne, itd. [19] Przykładowo, w poniższym zdaniu – uwaga mogłaby w pierwszej kolejności zostać skierowana na słowa wyróżnione kolorem czerwonym, determinujące rdzeń wypowiedzi:

„**Józek** poszedł do wielkiego, przestronnego sklepu, w którym, po długiej sprzeczce ze sprzedawcą, **zakupił** dwa **młotki**".

Tłumaczenie w obecności *wyłącznie* wskazanych powyżej związków uwagi ograniczyłoby się do *Józek bought hammers*. Jednakże zdanie to zawiera również inne relacje między słowami! Np. kiedy transformer będzie próbował zaproponować wyraz *młotki* na kolejne słowo tłumaczenie – odnotuje silny związek uwagi między *młotki* a *dwa* – ostatecznie wnioskując o pierwszeństwie tego drugiego słowa! Podobnie, przy próbie zaproponowania słowa *zakupił* – transformer odnotuje, że słowo to wiąże się ze słowami *wtrącenia „...po długiej sprzeczce ze sprzedawcą"*, które jest przed nim. I to któreś ze słów wtrącenia zyska priorytet kolejnego słowa tłumaczenia.

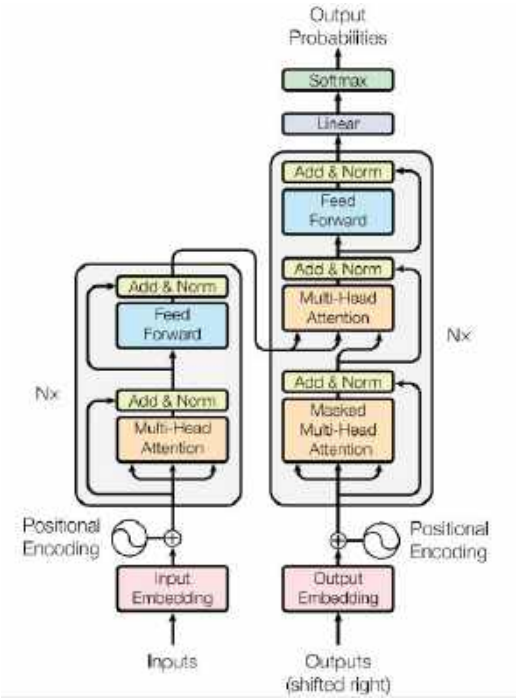
Z powyższego przykładu wynika ważny wniosek, że nie zawsze nadrzędny, najbardziej rzucający się w oczy związek uwagi, determinuje kolejne słowo tłumaczenia. Zwykle trzeba rozwikłać całą *hierarchię* takich związków uwagi [20] i dlatego taka analiza jest w transformerze przeprowadzana wielokrotnie – jego *bloki enkodera i dekodera są 6-krotnie zduplikowane*.

Analiza uwagi wykonywana jest równolegle dla każdego słowa (ściślej – tokena) i ostatecznie każde słowo wyposażone zostaje w wektor związków uwagi (ang. *attention vector*), który mierzy, na ile ono oddziałuje (i w jaki sposób) z innymi słowami w zdaniu. Na razie możemy traktować „uwagę" jako własność trochę abstrakcyjną, ale kiedy dowiemy się więcej o zanurzeniach (ang. *embeddings*), nabierze ona bardziej namacalnych kształtów. Taka mapa połączeń uwagi zastępuje zupełnie abstrakcyjny stan rekurencyjnej sieci neuronowej – i co ważne – nie słabnie w przypadku długich zdań. Dekoder ma w każdej chwili dostęp do wszystkiego, natomiast na potrzeby tłumaczenia będzie się ograniczać tylko do istotnych (w kontekście relacji uwagi w danym etapie tłumaczenia) informacji. W ten sposób złożone zagadnienie tłumaczenia długiej sekwencji tekstu może zostać etapami rozbite na mniejsze podproblemy.

Bazując na relacjach uwagi zdania źródłowego, dekoder *słowo po słowie* w obrębie aktualnie opracowywanego kontekstu odtwarza zdanie w języku docelowym. Kolejne słowa modyfikują kontekst wypowiedzi tłumaczonej, wyczerpują zawartość informacyjną tłumaczonego zdania i przesuwają je ku kolejnym relacjom zdania oryginalnego. Tak, krok po kroku, budowane jest tłumaczenie.

Schemat blokowy transformera (z oryginalnej publikacji *Attention is All you Need* [21]) ilustruje **rysunek 13**. Jest on *bardzo* złożony, ale po zrozumieniu działania podzespołów enkodera z lewej strony schematu (dyskusja poniżej), zrozumienie całości jest już łatwiejsze (omawiane podzespoły się powtarzają). Uwaga, symbol „Nx" na schemacie oznacza *N*-krotne powtórzenie wskazanego bloku (to właśnie to zwielokrotnienie, o którym wspominałem w kontekście rozwiązywania hierarchii relacji związków między słowami), przy czym wyjście enkodera, które wchodzi do dekodera, nie jest zwielokrotnione i dotyczy po prostu ostatniego stopnia przedstawionego tu stosu.

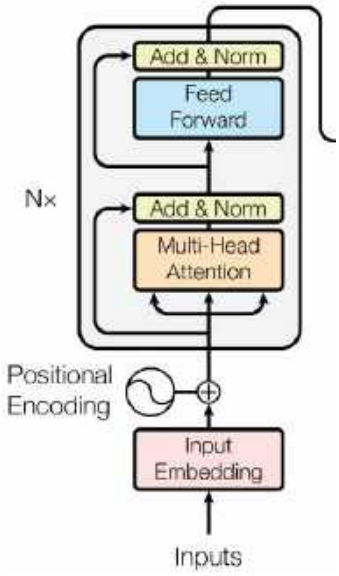
eprasa.pl f94bd886de



13. Schemat blokowy transformera (z pracy *Attention is all you need!* A. Vaswani et. al. [22])

3. Enkoder transformera

Enkoder transformera (**rysunek 14**) dokonuje kilku czynności: tokenizuje zdanie na słowa (ten moment nie został zaznaczony na schemacie), zanurza słowną postać zdania w wielowymiarową przestrzeń liczbową,



14. Schemat blokowy enkodera w transformerze

koduje w niej informację o kolejności słów, a w końcu, dzięki mechanizmom uwagi współgrającym z nieliniową warstwą sieci feed-forward, wyłapuje relacje między częściami zdania.

3.1. Tokenizacja: polega na rozbiciu zdania na elementy składowe – np. słowa. W praktyce, oryginalny transformer Google wykorzystywał *tokenizację par bajtowych* (ang. *byte-pair tokenization* lub *byte-pair-encoding, BPE* [23]). W tym podejściu zdanie nie jest rozbijane na słowa (jako takie), ale na mniejsze jednostki, z osobno wyselekcjonowanymi (jako osobne tokeny) m.in. przyrostkami i przedrostkami słów, jak również i z elementami niemającymi odpowiednika w klasycznej gramatyce. Jest to podejście bardziej elastyczne, w którym sieć nie musi uczyć się wszystkich odmian danego słowa (np. przez przypadki), a jedynie właściwego łączenia rdzenia z formantem. Dla ogólnego zrozumienia idei transformerów nie musimy się przejmować szczegółami technicznymi tokenizacji i możemy przyjąć, że chodzi tu o słowa.

3.2. Zanurzenie: (z ang. *embedding*) na tym etapie słowa są odwzorowywane w przestrzeń liczbową (w przypadku transformera przygotowanego przez Google do tłumaczeń – 512-wymiarową), której podstawowym zadaniem jest grupowanie ze sobą podobnych słów. Wymiarowość przestrzeni jest ogromna i jest to celowe – dzięki temu jest duża możliwość grupowania kodów słów w niezachodzące na siebie skupiska.

Podobieństwa w przestrzeni zanurzenia mogą być rozmaite: podobne znaczenie (np. owoc, jabłko, gruszka, banan), podobna rola w zdaniu (podmiot, orzeczenie, przydawka, ...) itd. Takie przestrzenie istnieją już gotowe do wykorzystania, jednak aby zrozumieć coś więcej, warto – chociaż koncepcyjnie – wyobrazić sobie, jak taką przestrzeń przygotować – tym bardziej że transformery dobierają przestrzeń zanurzenia na drodze uczenia.

Jednym z najbardziej znanych schematów tworzenia zanurzeń jest *word2vec*. W metodzie tej początkowo przypisuje się wszystkim słowom ze słownika losowe *d*-wymiarowe wektory kodów (np. 512-wymiarowe), a następnie dla każdego słowa na podstawie dostępnych baz tekstów sprawdza się *koincydencję* tego słowa *w* z innymi słowami c_i w zdaniach [24] z bazy. Na każde słowo c_{i+}, występujące w zdaniu *wspólnie* z *w*, losowane jest z bazy *k* słów c_{i-} *niewystępujących* razem z *w*. Następnie kody na każdej pozycji wektora *w* przesuwa się tak, aby zwiększyć podobieństwo kodu *w* do c_{i+}, a zarazem zmniejszyć podobieństwo w do słów c_{i-}.

Podobieństwo wygodnie uzależnić od iloczynu skalarnego kodów słów $w \cdot c = w_1c_1 + w_2c_2 + \ldots + w_dc_d$ [25],

eprasa.pl f94bd886de

który dobrze różnicuje kody zbudowane na różnych osiach układu współrzędnych [26]. Z iloczynu skalarnego – o wartościach w zakresie (–∞, ∞) – podobieństwo wyliczamy za pomocą funkcji sigmoidalnej $\sigma(w{\cdot}c)=(1+e^{-w\cdot c})^{-1}$ [27], która ogranicza jego wartości do przedziału (*0, 1*). Ciągłe powtarzanie procedury poprawiania wag w kierunku zbliżania do siebie kodów słów występujących koincydentnie i oddalania od siebie kodów słów niekoincydentnych, wykonywane na wszystkich dostępnych materiałach uczących, ostatecznie powoduje pojawienie się w danych wielu *regularności* – zarówno znaczeniowych, jak i gramatycznych.

Aby zrozumieć – chociaż zgrubnie – ideę tworzenia zanurzeń tą metodą, rozpatrzmy zdanie *Jaś kupił zielone auto*. Przypuśćmy, że chcemy aktualizować kody słowa *w=auto*, które występuje w tym zdaniu wspólnie m.in. ze słowem c_+=*zielone*. Weźmy do tego dwa losowe słowa, z którymi *auto* w tej konkretnej sekwencji się nie łączy, np. $c_{1\_}$=*okulary* i $c_{2\_}$*cukierek*.

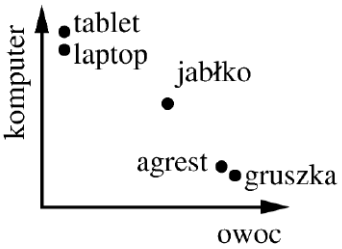
Na początek, przypiszmy tym słowom jakieś losowe, np. 3-wymiarowe [28] kody: *auto*=[0.3,–0.6,0.1], *zielone*=[–0.1,0.3,–0.2], *okulary*=[0.5,0.2,0.1], *cukierek*=[0,–0.4,–0.3]. Spróbujmy teraz zmniejszyć delikatnie kod *auto* na pierwszej pozycji, np. o 0.1 – do [0.2,–0.6,0.1].

Iloczyn skalarny przed poprawką:	Iloczyn skalarny po poprawce:
auto·zielone= =[0.3,–0.6,0.1]· [–0.1,0.3,–0.2]=–0.23 $(1+e^{0.23})^{-1}$=0.443	auto·zielone= =[0.2,–0.6,0.1]· [–0.1,0.3,–0.2]=–0.22 $(1+e^{0.22})^{-1}$=0.445
auto·okulary= =[0.3,–0.6,0.1]· [0.5,0.2,0.1]=0.04 $(1+e^{-0.04})^{-1}$=0.510	auto·okulary= =[0.2,–0.6,0.1]· [0.5,0.2,0.1]=–0.01 $(1+e^{0.01})^{-1}$=0.497
auto·cukierek= =[0.3,–0.6,0.1]· [0,–0.4,–0.3]=0.21 $(1+e^{-0.21})^{-1}$=0.552	auto·cukierek= =[0.2,–0.6,0.1]· [0,–0.4,–0.3]=0.21 $(1+e^{-0.21})^{-1}$=0.552

Jeśli naszym celem jest łączne maksymalizowanie podobieństwa wyrazów występujących wspólnie i minimalizowanie podobieństwa do wyrazów niewystępujących w zdaniu, matematycznie może to wyrazić iloczyn

P(*zielone*)[1–P(*okulary*)][1–P(*cukierek*)]

który chcielibyśmy doprowadzić do maksimum. Iloczyn ten przed rozpatrywaną poprawką wynosił 0.443(1–0.510)(1–0.552)=0.0972. Po poprawce – 0.445(1–0.497)(1–0.552)=0.1003. *Jest poprawa*! Zatem *zaakceptujemy* taką zmianę. Gdyby funkcja celu,



15. Przykład fragmentu przestrzeni zanurzenia

zamiast się zwiększyć, zmniejszyłaby się – należałoby sprawdzić, czy może zamiast zmniejszania kodu na pierwszej pozycji nie lepiej go zwiększyć. I tak dalej, przez wszystkie współrzędne kodów, przez wszystkie koincydentne słowa w bazach danych tekstowych. Łatwo zauważyć, że jest to wymagające zadanie obliczeniowe!

Związki wykrywane w toku zanurzenia ideowo pokazuje wykres na **rysunku 15** (niestety ma tylko dwa wymiary!). Powiedzmy, że znaleźliśmy osie, które mierzą aspekt *komputerowości* i *owocowości*. W oczywisty sposób *laptop* i *tablet* wykazują duże podobieństwo do komputerów, a małe do owoców. Analogicznie, *agrest* i *gruszka* wykazują duże podobieństwo do owoców, a małe do komputerów. A co z *jabłkiem*? Cóż, Apple jest firmą produkującą elektronikę, więc to słowo nie będzie się pojawiało jedynie w kontekście *owocowym*, ale również w kontekście *komputerowym*.

Co ciekawe, jeśli uświadomić sobie amerykańską nazwę Nowego Jorku (Big Apple) – możemy się też spodziewać znacznego podobieństwa słowa *jabłko* do kategorii *miasto* – ale tej (i pozostałych 509) osi wykresu nie dodam do rysunku, bo na kartce najczytelniej widać dwie osie.

3.3. Kodowanie kolejności słów: zależnie od położenia w zdaniu – słowa mogą mieć różne znaczenie i mogą pełnić funkcję różnych części zdania. Należy więc zadbać o to, aby nasza sieć neuronowa miała dostęp do tej informacji [29]. Informację o pozycji słowa w zdaniu można dodać do przestrzeni zanurzenia za pomocą różnych funkcji i sieci neuronowe są w stanie nauczyć się wielu różnych sposobów kodowania, a w konstrukcji pierwszego transformera wykorzystano funkcje trygonometryczne:

$$PE_{(pos,2i)} = sin\left(pos/10000^{2i/d_{model}}\right)$$

$$PE_{(pos,2i+1)} = cos\left(pos/10000^{2i/d_{model}}\right)$$

gdzie *pos* oznacza pozycję słowa w zdaniu, natomiast *i* oznacza numer współrzędnej tego słowa w przestrzeni zanurzenia. Ten wektor PE_i dodajemy do współrzędnej zanurzeniowej słowa, tworząc w przestrzeni

eprasa.pl f94bd886de

zanurzenia swoiste „klastry” danego słowa, odpowiadające różnym jego pozycjom w zdaniu. Alternatywnie, i może lepiej uchwycając istotę zagadnienia, możemy na to spojrzeć w taki sposób, że dla *każdej pozycji słowa* tworzymy *nową przestrzeń zanurzenia wszystkich słów*, która jest nieco przesunięta względem przestrzeni podstawowej.

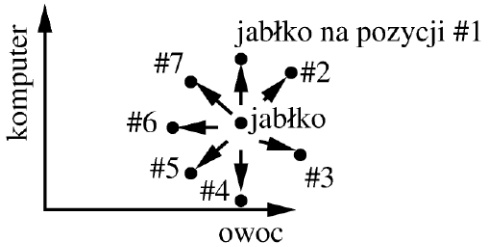
Warto zauważyć, że kodując położenie, przesuwamy słowo wzdłuż wszystkich 512 współrzędnych. Zatem nawet jeśli dla dwóch różnych pozycji któreś elementy tego wektora się powtórzą (funkcje sinus i kosinus są przecież okresowe!) – to jest znikomo prawdopodobne, aby powtórzyły się wszystkie współrzędne.

Kolejna sprawa: dlaczego wybrano funkcje sinus i kosinus? Rozpatrzmy względną zmianę parametru *pos* w tym kodowaniu:

$$\sin(pos + d) = sin(pos)\cos d + cos(pos)\sin d$$

Kodowanie pozycji przesuniętej o *d* wyraża się kombinacją liniową kodowania dla pozycji oryginalnej. Takie liniowe zależności ułatwiają uczenie sieci neuronowej i umożliwiają skupienie uwagi na względnych przesunięciach słów (np. w obrębie konkretnych związków frazeologicznych), nie zaś na ich absolutnej pozycji w zdaniu.

Ilustrację zmian położenia słowa w przestrzeni zanurzenia w zależności od tego, na którym miejscu znajduje się słowo – pokazuje (ideowo) **rysunek 16**.



16. Zmiany położenia słowa w przestrzeni maszynowej na skutek kodowania położenia w zdaniu. Uwaga, *jabłko* na pozycji #3 bynajmniej nie musi mieć kodu identycznego z *agrestem* czy *gruszką* – mogą się one wprawdzie pokryć na prezentowanych tutaj współrzędnych, ale pamiętajmy że pozostałych współrzędnych, których na tym wykresie nie da się pokazać, pozostaje jeszcze 512–2=510!

3.4. Wykrywanie związków między słowami – mniej i bardziej zapętlonych

Przypomnijmy sobie zdanie, które przytoczone było we wprowadzeniu do tego paragrafu:

„**Józek** poszedł do wielkiego, przestronnego sklepu, w którym, po długiej sprzeczce ze sprzedawcą, **zakupił** dwa **młotki**”.

Wspomnieliśmy tam, że moglibyśmy tu znaleźć główną relację „Józek zakupił młotki”. Z drugiej strony gdyby translator dotarł do momentu, w którym po słowie *bought* miałby wygenerować słowo *hammers*, to odnotowałby związek słowa *młotki* oraz *dwa*, nadając większy priorytet w bieżącym etapie tłumaczenia słowu *dwa* (czyli na wyjściu pojawiłoby się słowo *two*). To doprowadziło nas do konkluzji, że badanie związków między słowami na potrzeby tłumaczenia wymaga rozwiązania całej hierarchii relacji, co możliwe jest do zrealizowania poprzez wielokrotne analizowanie lokalnych relacji uwagi (stąd mnożnik Nx na rysunku 13 wynosi 6; natomiast w przykładzie powyżej wystarczyło dwukrotnie przyjrzeć się relacjom między słowami w zdaniu).

3.5. Wykrywanie związków między słowami – mechanizm uwagi transformera

Relacje uwagi wykrywane są z wykorzystaniem – fundamentalnego dla transformerów – mechanizmu *uwagi* (ang. *attention*). Stąd właśnie tytuł przełomowej pracy o transformerach to *Attention is All you Need!*. Wspominaliśmy już o takim mechanizmie przy okazji sieci rekurencyjnych, ale teraz poświęcimy mu znacznie więcej czasu.

Do znajdowania związków między słowami wykorzystuje się własności przestrzeni zanurzenia, gdzie podobne słowa mają podobne kody, a niepodobne mają różne kody (przy czym, jak wynika z mechanizmu word2vec, „rodzaj” podobieństwa może mieć rozmaity charakter – może to być znaczenie [30], a może to być koincydencja wymuszana regułami gramatyki).

W pierwszej kolejności zapiszemy wektory kodów zanurzenia słów rozpatrywanego zdania w postaci tzw. macierzy *zapytań*, np. dla zdania „Ala ma kota, kot ma Alę” będziemy mieć macierz 6-wierszową *Q* (nazwa od słowa *Query* – *zapytanie*):

$$Q = \begin{array}{c} \\ Ala \\ ma \\ kota \\ kot \\ ma \\ Alę \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} & \mathbf{...} & \mathbf{512} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0.78 & 1.39 & -1.55 & \dots & -0.45 \\ -0.22 & 0.15 & -0.92 & \dots & 1.43 \\ 1.12 & -1.01 & 0.67 & \dots & 0.91 \\ 1.13 & -1.04 & 0.65 & \dots & 0.89 \\ -0.23 & 0.14 & -0.91 & \dots & 1.43 \\ 0.80 & 1.35 & -1.60 & \dots & -0.47 \end{bmatrix} \end{array}$$

W macierzy tej w kolejnych wierszach występują kody zanurzeń kolejnych słów (512-wymiarowe – tj. macierz ta ma 512 kolumn i tyle wierszy, ile słów w zdaniu wejściowym). W tym przykładzie (wypisanym ad hoc, bez związku z realnymi reprezentacjami słów) chciałem pokazać, że podobne słowa (np. „Ala”

eprasa.pl f94bd886de

i „Alę”, „kot” i „kota”) – mają podobne kody, ale też to, że słowa identyczne (np. „ma”) – mogą mieć różne kody, np. dzięki informacji o kolejności słów w zdaniu.

Do badania interakcji między słowami zakodowanymi w macierzy Q narzuca się wykorzystanie – stosowanego już na etapie konstrukcji przestrzeni zanurzeń – *iloczynu skalarnego*. W tym celu definiujemy drugą macierz, macierz *kluczy – Keys*, $K=Q^T$. Na nasze potrzeby będzie to po prostu transponowana macierz Q. W rzeczywistości macierz kluczy nie jest tylko prostą transpozycją macierzy zapytań (jest obliczana za pomocą pewnej dodatkowej macierzy X_K, której współczynniki podlegają uczeniu, $K=X_K Q$), ale na razie nie komplikujmy sobie i tak dość zawiłego obrazu sytuacji. Jeżeli przemnożymy przez siebie macierze Q oraz K, to wynikowa macierz QK będzie zawierać *iloczyny skalarne* pomiędzy wektorami zdefiniowanymi w wierszach Q oraz wektorami w kolumnach K [31]:

$$QK_{ij} = \sum_{k=0}^{511} Q_{ik} K_{kj} = \overrightarrow{Q_i} \cdot \overrightarrow{K_j}$$

Iloczyn skalarny można niekiedy zapisać z użyciem *kąta* między wektorami [32],

$$QK_{ij} = |Q_i||K_j| \cos \alpha_{ij}$$

Oczywiście iloczyn ten ma wysoką wartość dla podobnych wektorów i niską dla wektorów, które znacznie różnią się od siebie. Macierz QK w analizowanym przez nas przykładzie *mogłaby* ostatecznie przyjąć następującą postać:

	Ala	*ma*	*kota*	*kot*	*ma*	*Alę*
Ala	2.3	0.6	−1.1	0.1	0.1	0.9
ma	0.6	3.1	1.3	−0.2	1.9	1.4
kota	−1.1	1.3	4.2	2.1	0.4	−1.1
kot	0.1	−0.2	2.1	4.5	0.2	−0.5
ma	0.1	1.9	0.4	0.2	2.9	0.6
Alę	0.9	1.4	−1.1	−0.5	−0.6	4.1

Nie jest to znowu żadna konkretna macierz z działającego systemu, ale ilustracja, która ma pokazać pewną ideę. Największy związek w takiej macierzy występuje – generalnie – dla danego słowa z samym sobą (elementy diagonalne, na przekątnej macierzy). Ta informacja jest jednak trywialna i niewiele z niej wynika. Warto zauważyć, że pierwsze słowo „ma” z drugim słowem „ma” ma słabszy związek niż z samym sobą – bo w przestrzeni zanurzenia, po uwzględnieniu kodowania położenia w zdaniu, te słowa nie są już identyczne! Dalej, widzimy również, że wynikowa macierz może zawierać wartości mniejsze od zera – zatem nasza miara „oddziaływania” między słowami jest dziwnie skalibrowana i nie zaczyna się w zerze...

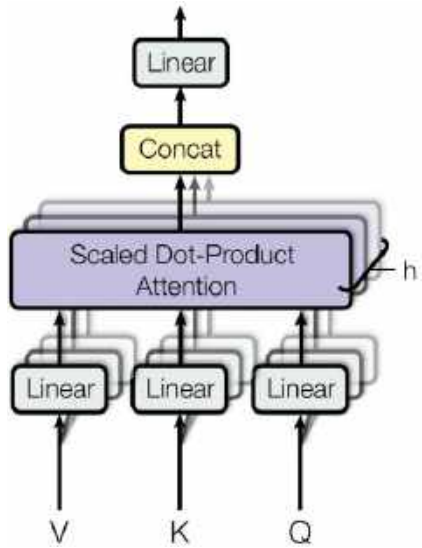
Konieczna jest jakaś jej *normalizacja*. Tutaj z pomocą przychodzi popularna w metodach sztucznej inteligencji funkcja *softmax*, która przerabia taki „rosnący” zbiór wartości, określających siłę oddziaływania – na coś, co ma sens prawdopodobieństwa oddziaływania. Każdy element macierzy QK przetwarzamy następująco:

$$softmax(QK)_{ij} = \frac{e^{QK_{ij}}}{\sum_i e^{QK_{ij}}}$$

Mianownik zapewnia normalizację miary, a stosowanie funkcji wykładniczej zapewnia, że miara ta jest nieujemna. Wiersz *Ala* (pierwszy w macierzy) – mógłby wówczas przejść w wektor „prawdopobieństw” związków z innymi słowami:

$$[2.3 \quad 0.6 \quad -1.1 \quad 0.1 \quad 0.1 \quad 0.9]$$
$$\rightarrow [0.59 \quad 0.11 \quad 0.02 \quad 0.06 \quad 0.06 \quad 0.15]$$

(z dokładnością do zaokrągleń).



17. Wielotorowy mechanizm uwagi (ang. *multihead attention* – fragment rysunku 11)

3.6. Wielotorowy mechanizm uwagi: Opisany powyżej sposób poszukiwania związków między słowami w zdaniu ma jedną wadę – jest *globalny*! Uśrednia on niejako związki, mierzone na wszystkich 512 współrzędnych, w jakich zakodowane jest słowo, np. równocześnie mierzy podobieństwo znaczeniowe i gramatyczno-składniowe. W ten sposób relacje zachodzące w pewnych wymiarach między tokenami mogą być niezauważone i zamaskowane niekorzystnymi relacjami w innych wymiarach. Trochę tak jak w naszym pierwszym przykładzie z rozpoznawaniem literek, które chcielibyśmy robić jednowarstwową siecią neuronową, analizując wszystko za jednym zamachem.

eprasa.pl f94bd886de

Z tego względu, 512-wymiarowa przestrzeń maszynowa słów rzutowana jest na 8 podprzestrzeni (64-wymiarowych, **rysunek 17**), w których pewne cechy mogą się lepiej prezentować niż w przestrzeni wyjściowej. W efekcie uzyskujemy *wielotorowy mechanizm uwagi* (ang. *multihead attention*). Wynikowe związki między słowami, pochodzące z osobnych torów, w postaci 64-wymiarowych macierzy wartości *V* – są następnie agregowane (zwyczajnie sklejane w procesie konkatenacji) w 512-wymiarowy wynik.

W tym miejscu kończymy bieżący odcinek. W następnym zajmiemy się m.in. interpretacją działania sieci feed-forward w blokach transformera, rodzajami reprezentacji danych, jakie są tam uzyskiwane, wyjaśnimy sobie sens istnienia połączeń rezydualnych, a ostatecznie przejdziemy do omówienia bloku dekodera – co, gdy będziemy wyposażeni w dotychczas przedstawioną wiedzę – okaże się już w miarę proste. ■

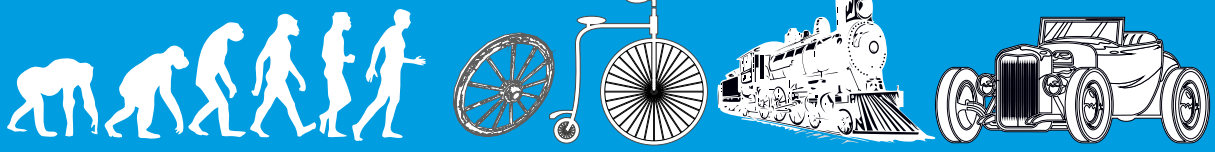
Przemysław Borys
Wydział Chemiczny
Politechniki Śląskiej w Gliwicach

Literatura

- A. Vaswani et al, *Attention is all you need!*, 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach, CA, USA,
- L. Tunstall, L. von Werra, T. Wolf, *Natural language processing with transformers*. O'Reilly, 2022,
- D. Jurafsky, J. H. Martin, *Speech and language processing*, darmowy ebook, Standford University, 2024,
- Dzmitry Bahdanau, *Neural machine translation by jointly learning to align and translate*, 3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015,
- S. Cristina, M. Saeed, *Building transformer models with attention*, MachineLearningMastery.com, 2022,
- P. Goyal, S. Pandey, K. Jain, *Deep learning for natural language processing*, Apress, 2018,
- E. Voita et. al, *The Bottom-up Evolution of Representations in the Transformer: A Study with Machine Translation and Language Modeling Objectives*, Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing,
- Cykl wpisów o transformerach na blogu Sachinsoni, medium.com – bardzo dokładnie rozpisane kolejne kroki przetwarzania danych,
- Luis Serrano, *What are transformer models and how they work?* (przystępny wykład YouTube),
- Luis Serrano, *The math behind attention: keys, queries and values matrices* (przystępny wykład YouTube),
- Luis Serrano, *The attention mechanism in large language models* (przystępny wykład YouTube),
- Niels Rogge, *How a transformer works at inference vs training time* (wykład YouTube),
- Jay Alammar, *Visualizing a neural machine translation model* (mechanics of Seq2seq models with attention) (wykład tekstowy z animacjami).

18. W związku z czym należało pamiętać całą sekwencję stanów ukrytych sieci reukrencyjnej. Ponadto, na podstawie wykonanego dotąd tłumaczenia trzeba było wybrać słowo *i*, wokół którego w następnym kroku kontekst będzie najistotniejszy – predykcji tego dokonywano w oparciu o podobieństwo między bieżącym stanem dekodera s_{i-1} (tuż przed emisją słowa *i* ze stanu s_i) oraz kandydującymi stanami h_j
19. W przypadku zagadnień wykraczających poza translację – jak GPT – transformer może sięgać uwagą nawet poza pojedyncze zdanie, wyłapując kontekst całej dotychczas prowadzonej konwersacji
20. Ściślej, nie wiemy, czy dokładnie w ten sposób postępuje proces warstwowego przekształcania relacji uwagi. Istotne poszlaki za taką interpretacją wynikają jednak z prac takich, jak np. (Geva, 2021)
21. Autorzy zezwalają na reprodukcję schematu pod warunkiem cytowania jego pochodzenia
22. Google wyraża zgodę na wykorzystywanie materiałów z pracy przy zachowaniu cytowania
23. Idea konstrukcji słownika metodą BPE jest dość prosta. Początkowo cały tekst traktuje się jako osobne znaki. Następnie wyszukuje się w tym tekście par znaków, które występują najczęściej i zastępuje nowym symbolem. Procedura jest następnie ponawiana, np. „Alina ma kota, kot ma Alinę" → „Al"=**A**, „in"=**B**, „ma"=**C**, „ko"=**D** (wszystkie występują dwukrotnie, tj. najczęściej) → „**AB**a **C D**a, **D**t **C AB**ę" („**AB**"→**E**=„Alin") → „**E**a **C D**a, **D**t **C E**ę. Czytelnik domyśla się, że „Alę" w tym przykładzie zastąpiliśmy „Aliną", aby nie zakończyć go na pierwszym kroku
24. Ściślej, nie są to zdania, a po prostu L słów w otoczeniu analizowanego słowa *w*
25. Niech czytelnik przypomni sobie iloczyn skalarny w przestrzeni 3D: $A \cdot B = |A||B|\cos\alpha = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$
26. Wówczas c_i oraz w_j są niezerowe dla $i \neq j$ i wszystkie wyrazy w iloczynie skalarnym wynoszą zero
27. Wydawałoby się, że iloczyn skalarny powinien już sam w sobie być dobrą miarą podobieństwa, ale niestety pozostawiony w surowej postaci byłby podatny na zwiększanie jego wartości (a więc miary podobieństwa) przez proste powiększanie długości wektorów, bez przegrupowywania ich w inne miejsca przestrzeni. Funkcja sigmoidalna ogranicza maksymalną wielkość podobieństwa do przedziału (0,1)
28. Z przyczyn oczywistych nie będziemy robić przykładu na kodach 512-wymiarowych – nie zmieściłyby się w linijce i niewiele by wnosiły do zrozumienia
29. Naiwnie można by sądzić, że nie jest to potrzebne, bo każdy token w transformerze przetwarzany jest w osobnym bloku, więc teoretycznie można by te bloki wyspecjalizować w zależności od kolejności tokena w sekwencji wejściowej. Niestety jednak taka informacja nie przetrwałaby już po przekazaniu w postaci superpozycji kodów słów (patrz dalej, co dzieje się na wyjściu mechanizmu uwagi) do wektora uwagi innych słów. Te inne słowa miałyby tylko informację, że łączą się z jakimś obiektem znaczeniowo-gramatycznym, ale bez wiedzy o pozycji tego obiektu w zdaniu
30. Właściwie podobieństwo kodów względem znaczenia – w systemie *word2vec* – jest dopiero pochodną podobieństwa względem koincydencji z innymi słowami w zdaniu. Słowa o podobnym znaczeniu można bowiem swobodnie „podmieniać" w zdaniach, a zarazem muszą one (te słowa o podobnym znaczeniu) wykazywać podobieństwo do całej tej wymiennej konstrukcji – i w ten sposób – pośrednio – są podobne do siebie samych
31. Będących w naszej konwencji po prostu transponowanymi wierszami *Q*!
32. Możemy mieć jednakże problem z interpretacją pojęcia kąta w 512-wymiarowej. Warto wówczas zauważyć, że każda para wektorów – obojętnie iluwymiarowa – leży na płaszczyźnie, a tam kąt można określić bez kłopotu

eprasa.pl f94bd886de



Mosty i wiadukty

pradzieje

Pierwsze mosty były tworzone przez naturę, np. powalone kłody drzew tworzące naturalne przeprawy przez strumienie. Pierwsze mosty zbudowane przez ludzi były prawdopodobnie przęsłami z drewnianych bali lub desek albo z kamieni, przy użyciu prostego układu podpór i belek poprzecznych. Ludzie w epoce neolitu budowali również swoiste promenady przez bagna. Przykłady takich mostów to m.in. Sweet Track (**1**) i Post Track w Anglii sprzed ok. 6 tys. lat.

starożytność

Starożytne cywilizacje, greckie, rzymska, babilońska czy chińska, mają na koncie pionierskie konstrukcje mostów. Jednym z najstarszych drewnianych mostów był most Holzbrücke Rapperswil–Hurden, który przecinał górne Jezioro Zuryskie w Szwajcarii (**2**) – prehistoryczne drewniane pale odkryte na zachód od grobli Seedamm pochodzą z 1523 r. p.n.e., w miejscu, w którym budowano przez wieki kolejne drewniane konstrukcje. W epoce mykeńskiej w Grecji wybudowano kamienny most Arkadiko, zwany też mostem Kazarma. To jeden z czterech mykeńskich mostów łukowych, będących częścią dawnej sieci dróg, zaprojektowanych z myślą o rydwanach, między fortem Tiryns a miastem Epidauros na Peloponezie, w południowej Grecji. Jest nadal używany przez miejscową ludność. Mezopotamski most w Girsu został zbudowany w XXII wieku p.n.e.. Rzymianie używali cementu, który poprawiał parametry wytrzymałościowe konstrukcji kamiennej, i budowali mosty łukowe i akwedukty o konstrukcji znacznie wytrzymalszej niż wcześniejsze budowle. Niektóre z ich mostów stoją do dziś. Przykładem jest most Alcántara, zbudowany nad rzeką Tag w Hiszpanii. Duże mosty o konstrukcji drewnianej powstały w Chinach jeszcze w okresie Walczących Królestw. Najstarszym zachowanym kamiennym mostem w Chinach jest most Zhaozhou, zbudowany w latach 595...605 n.e. za panowania dynastii Sui. Most ten jest najstarszym na świecie kamiennym mostem segmentowym z otwartymi ryglami.

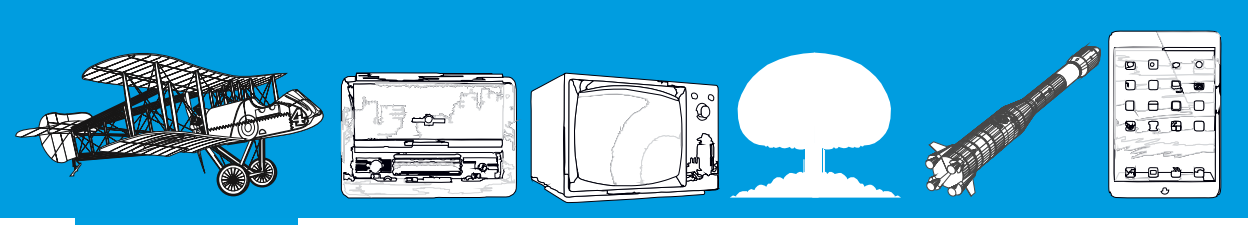
średniowiecze

Rozwój technik budowy przepraw przyspieszył dzięki wynalazkom takim jak mosty zwodzone i udoskonalenia w konstrukcjach kamiennych mostów łukowych. Około XII w. powstało pierwsze znane stowarzyszenie budowniczych mostów – Bractwo Mostowe (Fratres Pontifices) we Francji. W tym okresie dominowały mosty kamienne z charakterystycznymi ostrołukowymi przęsłami. Znaczącym przykładem jest Most Karola w Pradze, zaprojektowany przez Petera Parlera, którego budowę rozpoczęto w 1357 r. (**3**). Dla wzmocnienia konstrukcji do zaprawy dodano białka jajek.

1433

Najwcześniejsze mosty wiszące podtrzymywane były linami zawieszonymi nad przepaścią, z pokładem prawdopodobnie na tym samym poziomie lub zawieszonym poniżej lin, tak że lina miała kształt sieci trakcyjnej. Użycie żelaznych łańcuchów w swojej wersji prostych mostów wiszących zapoczątkował tybetański budowniczy mostów Thangtong Gyalpo. Zbudował osiem mostów we wschodnim Bhutanie. Ostatnim zachowanym mostem łańcuchowym Gyalpo był most Thangtong Gyalpo w Duksum na trasie do Trashi Yangtse, który został ostatecznie zmyty w 2004 roku. Żelazne mosty łańcuchowe Gyalpo nie zawierały mostu z podwieszanym pokładem, który jest standardem we wszystkich współczesnych mostach wiszących. Zamiast tego zarówno balustrada, jak i warstwa spacerowa mostów Gyalpo wykonane były z drucianej siatki. Uważa się, że przed użyciem żelaznych łańcuchów Gyalpo używał lin ze skręconych wierzb lub skór jaka.

eprasa.pl f94bd886de



XVI w.

Włoski architekt Andrea Palladio opublikował w latach siedemdziesiątych szesnastego wieku dzieło „Cztery księgi o architekturze", które uważa się za pierwsze naukowe podejście do projektowania mostów. W tym okresie powstały także pierwsze mosty wykorzystujące innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne, jak most Rialto (**4**) w Wenecji, zaprojektowany przez Antonio da Ponte. Wprowadzono także pierwsze matematyczne metody obliczania konstrukcji mostowych.

1595

Projekty pierwszych znanych mostów wantowych pochodzą z książki „Machinae Novae", książce wynalazcy Fausto Veranzio. Wiele wczesnych mostów podwieszanych było konstrukcjami wantowymi, w tym kładka dla pieszych Dryburgh Abbey Bridge z 1817 roku, opatentowany przez Jamesa Dredge'a most Victoria Bridge w Bath (1836) oraz późniejsze mosty Albert Bridge (1872) i Brooklyn Bridge (1883).

1716

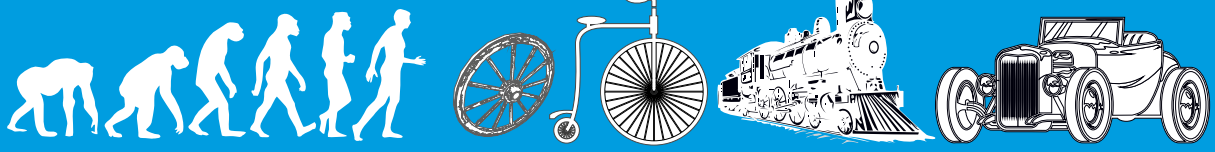
Pierwsza książka poświęcona w całości inżynierii mostowej pod tytułem „Traité des ponts" (**5**). Jej autorem był francuski inżynier Hubert Gautier.

1741–1820

Pierwszy most łańcuchowy w Anglii został zbudowany prawdopodobnie w Middleton-in-Teesdale. Został zbudowany dzięki składce publicznej, aby umożliwić górnikom ołowiu z Holwick dotarcie do kopalni Middleton. Był dość prymitywny w konstrukcji, właściwie była to piesza kładka o szerokości 0,6 m, znana również jako Wynch Bridge. Bardziej zaawansowany konstrukcyjnie most tego typu został zbudowany w Tweed w 1820 r. przez kapitana marynarki wojennej Samuela Browna. W tym przypadku po raz pierwszy zostały wykorzystane pręty oczkowe. Most, znany jako Union Bridge, miał całkowitą rozpiętość 133,5 m i szerokość 3,6 m. Mniej znany, ale wcześniej wybudowany most łańcuchowy zaprojektowany przez Johna Renniego i Adama Smitha przez rzekę Humber w Hookstown miał rozpiętość 39 m i kamienne pylony. Został on zbudowany w 1807 r. Wynch Bridge to łańcuchowy most wiszący na rzece Tees.

1. Ilustracja przeprawy Sweet Track, 2. Rycina z 1566 r. przedstawiająca stary most pomiędzy Rapperswilem a Hurden, 3. Most Karola w Pradze na Wełtawie, 4. Most Rialto w Wenecji, 5. Ilustracja z książki „Traité des ponts"

eprasa.pl f94bd886de



1755–81

Pierwszy na świecie most żelazny (precyzyjnie mówiąc, żeliwny), Iron Bridge, stanął nad rzeką Severn w Anglii (**6**). Zbudował go Abraham Darby III. Sukces tego projektu zainspirował budowę kolejnych konstrukcji mostowych z wykorzystaniem żelaza-żeliwa jako materiału konstrukcyjnego. Był pierwszym tego typu obiektem, który został zbudowany w całości, choć nie pierwszym, który był w planie. Żelazny most powstał częściowo we francuskim Lyonie jeszcze w 1755 roku, ale budowa została porzucona ze względu na koszty. W 1769 roku nad malowniczą drogą wodną w Kirklees w hrabstwie Yorkshire zbudowano kładkę z kutego żelaza o rozpiętości ponad 20 metrów.

XIX w.

Inżynierowie zaczynają rozumieć rozkłady obciążeń na podporach mostu i na kratownicach. Powstają konstrukcje zaprojektowane tak, by redukować punktowe naprężenia na dźwigarze i kratownicach, co w praktyce oznaczało, że można by budować dłuższe przęsła. Heinrich Gerber był jednym z inżynierów, którzy uzyskali patent na dźwigar z przegubem (1866) i jest uznawany za pierwszego konstruktora, który zbudował most z takim rozwiązaniem. To most Hassfurt nad rzeką Men w Niemczech, w którym centralne przęsło ma 38 metrów rozpiętości. Jest uznawany za pierwszy nowoczesny most wspornikowy.

1801

Pierwszym żelaznym mostem podwieszanym w zachodnim świecie był Jacob's Creek Bridge (**7**) w hrabstwie Westmoreland w Pensylwanii, zaprojektowany przez Jamesa Finleya. Most Finleya był pierwszym, który zawierał wszystkie niezbędne elementy nowoczesnego mostu podwieszanego, w tym podwieszany pokład, który wisiał na kratownicach. Finley opatentował swój projekt w 1808 roku i opublikował go w filadelfijskim czasopiśmie „The Port Folio" w 1810 roku.

1863–68

Ustalenie, która konstrukcja była pierwszym w całości stalowym mostem, nie jest łatwe. Często podaje się, że pierwszym takim mostem mógł być most kolejowy w Kuilenburg (Culemborg) w Holandii (**8**). Budowa rozpoczęła się w 1863 roku, a most został ukończony w 1867 roku i otwarty w 1868 roku. Był to most kratownicowy wykonany ze stali i kutego żelaza, przecinający rzekę Lek w Gelderland w Holandii. Został zburzony w 1982 roku.

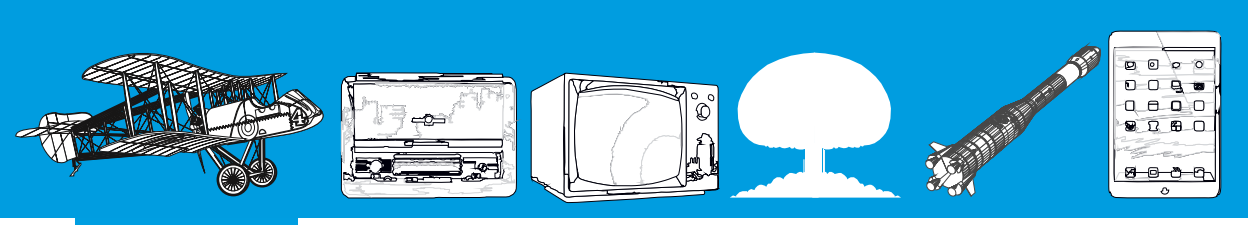
1875

We Francji został zbudowany pierwszy most żelbetowy. W 1873 r. Joseph Monier uzyskał francuski patent na metodę budowy mostów z betonu zbrojonego drutem żelaznym. Była to przeprawa przez fosę markiza de Tillièrein's fr:Château de Chazelet (**9**).

1902–18

Szwajcar Robert Maillart, uznawany za twórcę stylu „technicznego" podkreślającego funkcjonalną prostotę formy konstrukcji pozbawionej zbędnych ozdób i detali, opracowuje nowatorski system stropu grzybkowego, utrzymującego płytę stropową wprost na słupach bez zastosowania belek i dźwigarów. W 1930 roku zrealizował najdłuższy wówczas na świecie most żelbetowy na łuku trójprzegubowym nad rzeką Salgina w Gryzonii (**10**), a w 1936 roku równie awangardowy most przez rzekę Arve łączący miasto Genewę z Veyrier. W 1991 roku jego most nad Salginą ogłoszony został przez American Society of Civil Engineers (ASCE) „pomnikiem światowej inżynierii lądowej".

eprasa.pl f94bd886de



1927–29

Pionier spawalnictwa, Polak Stefan Bryła, projektuje pierwszy spawany most drogowy na świecie, most Maurzycki, który został później zbudowany przez rzekę Słudwię w Maurzycach koło Łowicza w Polsce w 1929 roku.

lata 30.–60. XX w.

Fritz Leonhardt doskonali system budowy mostów z betonu sprężonego, po raz pierwszy zastosowany w jego projekcie mostu z 1963 r. nad rzeką Caroní w Ciudad Guayana w Wenezueli.

lata 90. XX w.

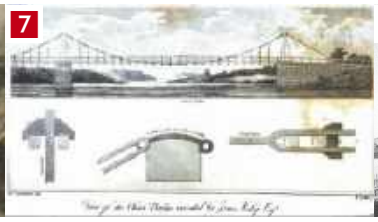
Wprowadzenie kompozytów polimerowych z włóknami wzmacniającymi w konstrukcjach mostowych. Konstrukcje dźwigarów kompozytowych są stosowane w mostach autostradowych o małych i średnich rozpiętościach. W większych rozpiętościach stosuje się stalowe dźwigary kratownicowe.

2010

Powstaje najdłuższy znany dziś most, Danyang-Kunshan w Chinach. Jego łączna długość to 164,8 km. Znajduje się na trasie kolejowej łączącej miasta Szanghaj i Nankin w chińskiej prowincji Jiangsu. Przebiega przez deltę rzeki Jangcy, nad płaszczyznami pól ryżowych, kanałów, rzek i jezior.

2022

Oddanie do użytku mostu nazwanego „1915 Çanakkale" (po turecku – „1915 Çanakkale Köprüsü"). Zbudowany w prowincji Çanakkale w północno-zachodniej Turcji, na południe od nadmorskich miast Lapseki i Gelibolu, przecinający cieśninę Dardanele, jest najdłuższym mostem wiszącym na świecie pod względem długości głównego przęsła, które ma 2023 metrów długości. Most pobił rekord japońskiego mostu Akashi Kaikyo oddanego do użytku w 1998 w Japonii o 32 m.



6. Obraz Eliasa Martina przedstawiający Iron Bridge w budowie w 1779, 7. Rysunek projektowy Jacob's Creek Bridge, 8. Most przez fosę w Château de Chazelet, 9. Most kolejowy Culemborg, 10. Zaprojektowany przez Roberta Maillarta most nad rzeką Salgina, 11. 1915 Çanakkale Köprüsü

eprasa.pl f94bd886de

Klasyfikacja mostów

Mosty i wiadukty są dzielone na typy i rodzaje w licznych klasyfikacjach. Oto najczęściej spotykane podziały tego rodzaju konstrukcji na kategorie.

Podział ogólny:

- **Przepusty** – budowle typu mostowego prowadzone przez nasypy. Według innych definicji są to niewielkie mosty do rozpiętości 2–3 metrów.
- **Mosty rzeczne** – zbudowane ręką ludzką przeprawy nad przeszkodami wodnymi (rzeki, jeziora, zatoki, cieśniny morskie itp.).
- **Mosty inundacyjne (zalewowe)** – przęsła lub mosty nad terenami zalewowymi.
- **Wiadukty** – nad suchymi przeszkodami (doliny, wąwozy), również nad drogowymi i kolejowymi trasami komunikacyjnymi. Pierwotnie tym terminem była określana droga rzymska przeprowadzona nad wąwozem, na konstrukcji opartej na arkadach. Wiadukty budowane są podobnie jak mosty, z wykorzystaniem podobnych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych.
- **Estakady** – nad terenami zabudowanymi lub obniżeniem terenu, co zastępuje wysoki nasyp. Również jest to droga transportowa (np. na terenie fabryki pomiędzy halami produkcyjnymi, placami składowymi, na terenie fortu lub pomiędzy fortami itd.) prowadzona ponad terenem na specjalnie wzniesionej konstrukcji wsporczej (np. słup, filary). Estakady zwykle mają znaczną długość.

Ze względu na rodzaj drogi prowadzonej po moście konstrukcje te dzieli się następująco:

- **Drogowe** – przez most prowadzony jest ruch komunikacji samochodowej.
- **Kolejowe** – przez most prowadzona jest trasa kolejowa.
- **Wodne (akwedukty)** – przez most prowadzony jest kanał wodny bądź grawitacyjnie strumień wody.
- **Mosty przemysłowe** – suwnice, mosty przeładunkowe.
- **Kładki piesze** – dla ruchu pieszego. Szczególnym przypadkiem kładek są tzw. żywe mosty, czyli konstrukcje tworzone metodą kształtowania drzew, zwłaszcza ich korzeni.

Podział konstrukcji mostowych ze względu na materiał wykonania:

- **Drewniane**,
- **Masywne**, czyli kamienne, ceglane, betonowe, żelbetowe, sprężone,
- **Metalowe** – żelazne, stalowe, żeliwne),
- **Kompozytowe –** wykonane z materiałów kompozytowych, np. FRP (polimer zbrojony włóknami),
- **Mieszane** – można spotkać rozwiązania, w których podpory wykonane są z innego tworzywa niż przęsła, np. stalowe przęsła na filarach z cegły (most stalowo-ceglany). ■

M.U.

eprasa.pl f94bd886de

Współczesne wzmacniacze stereofoniczne, część 1

W miesięczniku AUDIO nieustannie testujemy wzmacniacze stereofoniczne i obserwujemy, jak się zmieniają. Na tej podstawie przygotowaliśmy dla Czytelników MT specjalne opracowanie, które podzieliliśmy na trzy części. W pierwszej i drugiej zajmiemy się głównie funkcjami współczesnego wzmacniacza, w drugiej – techniką i parametrami.

Pojawiają się nowe rozwiązania i kategorie urządzeń, zastępujące w systemie hi-fi tradycyjny wzmacniacz zintegrowany. Mogą to być kolumny aktywne (mające wzmacniacze już zainstalowane), na znaczeniu zyskują końcówki mocy (podłączane do nowoczesnych źródeł z regulowanymi wyjściami, a nawet bardziej rozbudowanymi funkcjami przedwzmacniacza), wreszcie karierę robią mniejsze i większe, tańsze i droższe – zintegrowane systemy audio, nazywane głośnikami BT (od transmisji BT, która jest podstawowym sposobem dostarczania do nich sygnału, głównie ze źródeł mobilnych), albo „all-in-one" (czyli wszystko w jednym), albo jeszcze inaczej… Świat urządzeń audio stał się bardzo różnorodny, poszukiwane są nowe rozwiązania, wychodzące naprzeciw różnym potrzebom, wśród których „prawdziwa" stereofonia wcale nie zawsze jest na pierwszym miejscu. Jednak swoją wartość zachowują też klasyczne systemy, z parą pasywnych zespołów głośnikowych i odseparowanymi komponentami elektronicznymi (kiedyś składającymi się na tzw. wieżę).

W tradycyjnych systemach, zwłaszcza high-endowych, złożonych z wielu wyspecjalizowanych komponentów, wzmacniacz jest często „rozmieniony" na przedwzmacniacz z końcówką mocy, a jeżeli zachowuje formę zintegrowaną – zwykle jest funkcjonalnie dość prosty; jego sekcja przedwzmacniacza przyjmuje (najczęściej) tylko sygnały analogowe i tylko liniowe (nie można podłączyć bezpośrednio gramofonu), nie poddaje ich żadnej korekcji (charakterystyki częstotliwościowej), pozwala praktycznie tylko na selekcję źródeł i regulację głośności. Może to wydawać się paradoksalne, że najdroższe wzmacniacze (czy też przedwzmacniacze) są często najskromniej wyposażone, ale jak już wspomnieliśmy, w tym sektorze ceniona jest specjalizacja, więc potrzebne (konkretnemu użytkownikowi) dodatkowe zadania pełnią dodatkowe urządzenia, a przedwzmacniacz (czy to jako odseparowane urządzenie, czy jako sekcja wzmacniacza zintegrowanego) funkcjonalnie ogranicza się do minimum. Co wcale nie przeszkadza, że bywa urządzeniem bardzo rozbudowanym.

Referencyjny wzmacniacz (przedwzmacniacz PH30A plus końcówka mocy H30A) norweskiej firmy Hegel – przykład minimalizmu formy i funkcji, w surowym skandynawskim stylu. Wejścia tylko analogowe, liniowe, podobnie jak w wielu wzmacniaczach high-endu. Test AUDIO 9/2024

Najlepszy wzmacniacz zintegrowany brytyjskiej firmy Rega – Osiris – mimo oryginalnego wyglądu i wyświetlacza, wyposażenie ma purystyczne; wejścia tylko analogowe i liniowe; mimo że Rega słynie z gramofonów, nie przygotowała tutaj wejścia gramofonowego. Test AUDIO 1/2025

Chociaż najdroższe wzmacniacze (i przedwzmacniacze) są często „gołe", to te najtańsze są obecnie zwykle wyposażone w dwie dodatkowe (ponad absolutne minimum regulacji głośności i wejść liniowych) funkcje – wejście gramofonowe i wyjście słuchawkowe. To znamię czasów, w których gramofony i słuchawki

eprasa.pl f94bd886de

Polski wzmacniacz Fezz Audio Torus 5040 też ogranicza „obsługę" do źródeł analogowych, liniowych; pokrewny model 5060 ma dodatkowo przetwornik C/A (a więc i wejścia cyfrowe) i Bluetooth. Żaden z nich nie ma wejścia gramofonowego ani wyjścia słuchawkowego. Test AUDIO 12/2024

zdobyły (a raczej odzyskały) mocną pozycję i ich podłączenie do wzmacniacza zintegrowanego jest dla wielu użytkowników sprawą ważną. Można to załatwiać też na inne sposoby. Część gramofonów (i to tych najtańszych) jest wyposażona w układ phono (więc można je podłączać do wejść liniowych), a klasyczna i najlepsza, ale wymagająca dodatkowych nakładów metoda, to zewnętrzny przedwzmacniacz phono (zwykle wyższej klasy niż układy we wzmacniaczach zintegrowanych i gramofonach). Układy phono we wzmacniaczach zintegrowanych ograniczają się zwykle do obsługi wkładek typu MM, co wystarczy 90% użytkowników gramofonów. Niektóre mają też tryb dla wkładek typu MC, teoretycznie potrzebny tym, którzy wyposażają swoje gramofony w takie wkładki (zwykle znacznie droższe). Jednak w praktyce wysokie wymagania spełniają dopiero odseparowane przedwzmacniacze phono, mające też dodatkowe regulacje parametrów dopasowujących do konkretnych modeli wkładek.

Reaktywacja Unitry oparta jest w dużej mierze na sile sentymentu, a najważniejszym urządzeniem, otwierającym ofertę – wzmacniacz WSH-805. Wyglądem i funkcjami nawiązuje do sprzętu z lat 70. i 80.; oprócz regulacji „barwy", ma rzadko obecnie spotykany filtr „loudness". Obok wejść liniowych jest wejście gramofonowe – zarówno dla wkładek MM, jak i MC. Końcówka może pracować w klasie A lub AB, do wyboru trybu służy jeden z „hebelków". Test AUDIO 10/2023

Wzmacniacze Emotiva są pełne funkcji, w tym dość oryginalnych i całkiem praktycznych. W modelu BasX TA2 zainstalowano bogatą sekcję cyfrową z USB na czele, Bluetooth z kodowaniem aptX HD. W sekcji analogowej jest tuner FM, przedwzmacniacz gramofonowy dla wkładek MM i MC, wyjście słuchawkowe z niezależnym układem wzmacniającym. Ale największą ciekawostką jest wyjście subwooferowe z regulacją częstotliwości filtrowania dolnoprzepustowego, jest też analogiczna regulacja filtrowania – ale górnoprzepustowego – na wyjściu (liniowym i głośnikowym), co ułatwi integrację pary kolumn z subwooferem. Test AUDIO 2/2025

Z kolei słuchawki są często bezprzewodowe, ale takie wymagają transmisji BT, czyli innego wyposażenia, a przewodowe… też wracają do gry. Popularne są też małe wzmacniacze słuchawkowe, ale to przecież dodatkowy wydatek; swoją drogą przetworniki C/A są często wyposażone w wyjścia słuchawkowe. Proste wyjście słuchawkowe we wzmacniaczu zintegrowanym nie podnosi znacznie jego kosztów, nie ma go więc (podobnie jak wejścia gramofonowego) w high-endowych wzmacniaczach nie z powodu oszczędności, lecz dla zachowania „czystej formy", nieskażonej niedoskonałymi rozwiązaniami. Wyjście słuchawkowe może też być bardziej zaawansowane, kiedy zamiast podłączenia przez tłumik do głównych końcówek mocy, ma własny układ wzmacniający.

Pożyteczne, ale wciąż mało popularne jest wyjście subwooferowe, pozwalające podłączyć subwoofer aktywny i uruchomić system 2.1, czy to dla celów kina domowego, czy słuchania muzyki.

Kolejny etap wtajemniczenia i wyposażenia, dostępnego coraz częściej w niedrogich wzmacniaczach, to sekcja cyfrowa z choćby podstawowymi parametrami i wejściami. Oczywiście nie oznacza to, że wzmacniacz staje się cyfrowy; 99% końcówek mocy (również tych w klasie D) to układy analogowe. Pomysł nie jest nowy; już w latach 90. ubiegłego wieku pojawiły się wzmacniacze „cyfrowe" (tak je wówczas kilka firm nazywało), wyposażone w przetworniki C/A, oczywiście wówczas znacznie słabsze niż dzisiaj; pozwalało to na podłączenie do wzmacniaczy transportów CD (ew. ominięcie jeszcze słabszych sekcji przetworników C/A w odtwarzaczach CD). Pomysł przyjął się „średnio", ale zdecydowanie odżył, gdy rozwinęły się inne źródła cyfrowe.

Wariantów może być tutaj bardzo wiele; o maksymalnych parametrach przetwarzanych sygnałów decyduje

eprasa.pl f94bd886de

AUDIO przeglądaj, czytaj i kup na **www.ulubionykiosk.pl**

Wzmacniacze Audiolaba mają kapitalne sekcje cyfrowe; nawet relatywnie niedrogi 7000A przyjmuje PCM 32/768, DSD512, MQA, ma certyfikat Roon, Bluetooth aptX HD. Jest wejście MM, jest wyjście słuchawkowe. Test AUDIO 12/2024

zarówno zainstalowany przetwornik C/A, jak też interfejs wejściowy i rodzaj wejścia. Oczywiście wysokie wartości częstotliwości próbkowania i rozdzielczości są pożądane i budzą nadzieję na lepsze brzmienie, ale w praktyce parametry, które dzisiaj mogą być oceniane jako przeciętne na tle rekordzistów, są dla jakości brzmienia całkowicie satysfakcjonujące, a zależy ona jak zawsze od wielu innych czynników. Są dość „stare" kości C/A, które uchodzą za brzmieniowo lepsze od najnowszych.

Podstawowymi wejściami cyfrowymi są optyczne i koaksjalne, i niektóre wzmacniacze do nich się ograniczają, jednak do przesyłu wyższych rozdzielczości potrzebne jest USB, i ono również nie należy już do rzadkości we wzmacniaczach średniej klasy. Wraz z tym mogą pojawiać się standardy MQA (tracący na znaczeniu) i Roon (zyskujący).

Nowszym składnikiem cyfrowego wyposażenia wzmacniaczy stereofonicznych jest wejście HDMI z kanałem zwrotnym eARC, służącym odebraniu z telewizora sygnału audio wysokiej rozdzielczości

Przykład solidnego, wydajnego, nowoczesnego wzmacniacza japońskiego – Denon PMA-3000NE.
Wysoka moc, wszechstronne wyposażenie – tradycyjne regulatory barwy, wyjście słuchawkowe, wejście gramofonowe MM/MC, doskonała sekcja cyfrowa i wyświetlacz, pokazujący parametry sygnału. Test AUDIO 10/2024

(telewizory nie są wyposażane w USB, a połączenie optyczne ma niższe parametry). To sposób na integrację audio i wideo, wychodzący naprzeciw tym użytkownikom, którym wystarczy w kinie domowym format stereofoniczny.

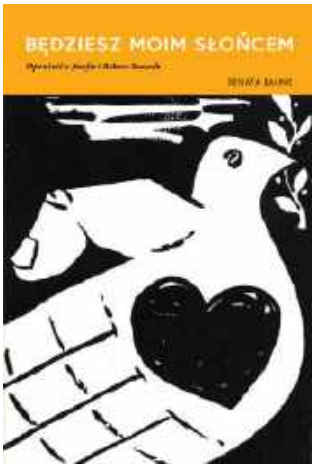
Sekcja cyfrowa pozwala też uruchomić Bluetooth, coraz częściej dostępny w wzmacniaczach stereofonicznych; jeżeli wiążemy z taką transmisją oczekiwania jakościowe, warto zwrócić uwagę, czy dostępne będzie kodowanie aptX HD, pozwalające na przesył 24 bit/48 kHz.

W następnym numerze rozpoznamy funkcje związane ze strumieniowaniem. ■

Andrzej Kisiel

Będziesz moim słońcem.
Opowieść o Józefie i Rebece Bauach
Renata Baume
Wydawnictwo Insignis, liczba stron: 552, cena: 59,99 zł

Miłość, która zdarzyła się na dnie obozowego piekła. Międzywojenny i okupacyjny Kraków, getto, Płaszów i obozowa odyseja zakończona powrotem do Krakowa, emigracja do Izraela i nowy dom w Tel Awiwie. Galeria postaci, z którymi los zetknął Józefa i Rebekę: Amon Göth, Oskar Schindler, Józef Hen, prof. Witold Chomicz, Adam Włodek, Wisława Szymborska, Bogdan Holewiński... To wszystko czytelnicy znajdą na kartach tej wzruszającej i pasjonującej książki. On: utalentowany grafik i poeta. Ona: kosmetyczka o wielkim sercu. Poznali się w obozie w Płaszowie, „w dniu, w którym nie było słońca". To właśnie ich ślub w otchłani płaszowskiego szeolu uwiecznił Steven Spielberg w *Liście Schindlera*. Obozowa manicurzystka Amona Götha miała przeczucie, że wojnę przeżyje, i swoje miejsce na liście oddała mężowi. A potem były próby odbudowy życia w Krakowie, emigracja do Izraela, z którym swój los związali na zawsze. Było pionierskie studio filmowe Babelross, udział w tajnych operacjach związanych z Eli Cohenem i pojmaniem Adolfa Eichmanna, działalność studia graficznego, pomoc Rebeki dla Ocalałych z Holocaustu, wychowanie córek oraz rosnąca tęsknota za przyjaciółmi, Krakowem, językiem polskim...



eprasa.pl f94bd886de

SIĘGNIJ PO WYDANIA ARCHIWALNE **MŁODEGO TECHNIKA**

Przejrzyj wszystkie wydania on-line i zamów wygodnie na **www.UlubionyKiosk.pl**

Przesyłka **GRATIS**

eprasa.pl f94bd886de