



Rubrike

- | Kodiranje - BBC micro:bit |
- | STEM-radionice |
- | Mala škola fotografije |



Izbor

- | Statistika |
- | Zeleno zlato |
- | Tko je izmislio videoigre? |
- | Roboti nogometaši |
- | FM radioprijemnik (1) |

Prilog

- | Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (68) |

ABC tehnike

www.hztk.hr

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 677 | Rujan / September 2024. | Godina LXVIII.

Ljetna škola tehničke kulture



Hrvatska zajednica tehničke kulture uspješno je organizirala i provela Ljetnu školu tehničke kulture od 3. srpnja do 12. srpnja 2024. godine u Trogiru. Škola je okupila 32 entuzijastična polaznika u dobi od 5. do 8. razreda osnovne škole, pružajući im jedinstvenu priliku za praktično učenje i razvoj vještina u različitim područjima tehničke kulture.

Glavni projekt: Pametni radio na Arduino platformi. Središnji dio programa bio je izrada pametnog radija koristeći Arduino tehnologiju. Ovaj ambiciozni projekt omogućio je polaznicima da integriraju znanja iz različitih područja:

1. Dizajn i izrada kućišta (Modelarstvo)
2. Projektiranje i spajanje elektroničkih komponenti (Elektrotehnika)
3. Programiranje Arduino mikrokontrolera (Automatika)
4. Izrada dodatnih komponenti 3D-ispisom (3D-modeliranje)

Polaznici su radili u timu, razvijajući vještine suradnje i rješavanja problema. Konačni proizvod bio je funkcionalni pametni radio s mogućnostima poput digitalnog prikaza frekvencije, automatskog traženja stanica i kontrole.



**HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE**

U OVOM BROJU

Statistika	3
Zeleno zlato	5
BBC micro:bit [51].	8
Tko je izmislio videoigre?	12
Tinejdžer napravio reaktor nuklearne fuzije koji je uspješno postigao plazmu.	14
Mala škola fotografije	17
Analiza fotografija	20
Rezalište	21
Roboti nogometaši	24
FM radioprijemnik (1)	28
“Oboji svijet”	31
Stogodišnjica umjetne šake	32

Nacrtr u prilogu:

Robotski modeli za učenje kroz igru

u STEM-nastavi – Fischertechnik (68)

Nakladnik: Hrvatska zajednica tehničke kulture, Dalmatinska 12, P. p. 149, 10002 Zagreb, Hrvatska/Croatia

Glavni urednik: Zoran Kušan

Uredništvo: Sanja Kovačević – Društvo pedagoga tehničke kulture Zagreb, Neven Kepenski – Modra Lasta, Zoran Kušan – urednik, HZTK, Danko Kočiš – ZTK Đakovo

DTP / Layout and design: Zoran Kušan

Lektura i korektura: Morana Kovač

Broj 1 (677), rujan 2024.

Školska godina 2024./2025.

Naslovna stranica: Robotska ruka

Uredništvo i administracija: Dalmatinska 12, P. p. 149, 10002 Zagreb, Hrvatska
telefon (01) 48 48 762 i faks (01) 48 46 979;
www.hztk.hr; e-pošta: abc-tehnike@hztk.hr

“ABC tehnike” na adresi www.hztk.hr
izlazi jedanput na mjesec u školskoj godini
(10 brojeva godišnje)

Rukopisi, crteži i fotografije se ne vraćaju
Žiro-račun: Hrvatska zajednica tehničke kulture
HR68 2360 0001 1015 5947 0

Devizni račun: Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb, Dalmatinska 12, Zagrebačka banka d.d. IBAN: 6823600001101559470 BIC: ZABAHR2X

Tisak: Alfacommerce d.o.o., Zagreb

Grana primijenjene matematike, prema Leksikografskom zavodu Miroslav Krleža, koja se bavi prikupljanjem, uređivanjem, analizom, sažimanjem, prezentiranjem i tumačenjem velikog broja podataka i donošenjem zaključaka o pojavama i procesima koje ti podaci predočavaju naziva se statistika. Njezina povijest seže daleko u prošlost, u jednostavnim oblicima pojavila se u babilonskoj, kineskoj i egipatskoj civilizaciji te u Rimskom Carstvu. Zahvaljujući statistici vodili su evidenciju o porezima, stanovništvu i poljoprivrednim resursima. U srednjem vijeku prikupljali su se podaci o činjenicama bitnima za političko-gospodarsko stanje političkih entiteta. U XVII. stoljeću statistika se počela razvijati kao posebna disciplina u Europi. Rad britanskog statističara i demografa Johna Graunta (1620. – 1674.) označio je početak "političke aritmetike", koja je bila temelj za ranu demografiju i statistiku stanovništva. Naime, ovaj engleski znanstvenik koristio je podatke za analizu smrtnosti u Londonu i izradio prve tablice o tome. U Njemačkoj, u XVIII. stoljeću, Gottfried Achenwall (1719. – 1772.) uveo je pojam "statistika" (od latinske riječi *status*, što znači "država"/"stanje") kako bi opisao prikupljanje podataka o državama i njihovom gospodarstvu. Njemački matematičar i astronom Carl Friedrich Gauss (1777. – 1855.) razvio je normalnu distribuciju, poznatu kao Gaussova krivulja, koja je postala temelj za mnoge statističke metode. Također je doprinio razvoju metode



Slika 1. Međunarodna godina statistike obilježena je 2013.



Slika 2. Prema rezoluciji Generalne skupštine UN-a svake pete godine 20. listopada obilježava se Svjetski dan statistike

najmanjih kvadrata, koja se koristi za predviđanje i analizu podataka. U drugoj polovici XX. stoljeća, s razvojem tehnologije, statistika je doživjela veliku promjenu. Računala su omogućila analizu velikih količina podataka. Upravo iz tog razloga nastala je potreba za statističkom analizom ogromnih skupova podataka, kako bi uzorci bili reprezentativniji, a time i pouzdaniji

zaključci. Danas se umjetna inteligencija oslanja na napredne statističke metode kako bi donosila predikcije i analizirala podatke u stvarnom vremenu. Statistiku pronalazimo ne samo u znanosti već i u svakodnevnom životu i društvu. Izučava se na gotovo svim tehničkim školama i fakultetima. Iz toga razloga je Generalna skupština Ujedinjenih naroda odredila da se svakih pet godina 20. listopada obilježava kao Svjetski dan statistike. Prvi je obilježen 2010. godine, a 2020. imao je tijekom obilježavanja slogan: "Povezujemo svijet podacima kojima možemo vjerovati". Više se može saznati o ovome danu na <https://worldstatisticsday.org>. I u Hrvatskoj, gotovo 150 godina se obrađuju različiti statistički podaci. One ranijih datuma čuva knjižnica Državnog zavoda za statistiku, ujedno jedna od najstarijih specijaliziranih knjižnica u Hrvatskoj, koja je dom oko 30 tisuća knjiga i publikacija. Izvor je mnogih korisnih statističkih podataka koji oslikavaju vrijeme u kojem su nastali. Najstariji primjerci u ovom moru brojeva sežu još u XIX. stoljeće, a iz istog razdoblja dolazi najstariji sačuvani popis stanovništva, onaj iz 1857. U Hrvatskoj ovim se poslovima danas bavi Državni zavod za statistiku RH.



Slika 3. Gotovo svaka država u okviru svojih ustojstvenih jedinica ima i neki obiljk zavoda za statistiku. Markom sa slike obilježena je jedna takva obljetnica

Primjena gotovo svuda

Statistika omogućava istraživačima da testiraju hipoteze i procjenjuju vjerodostojnost rezultata. Na primjer, u medicinskim istraživanjima statistika se koristi za procjenu učinkovitosti novih lijekova i terapija. Bez statističke analize, bilo bi teško znati je li određeni tretman stvarno učinkovit ili je rezultat slučajaj. U prirodnim znanostima, kao što su fizika, biologija i kemija, koristi se za izgradnju modela koji mogu predviđati ishode, identificirati uzorke i razumjeti složene sustave (npr. u klimatologiji, genetici, astrofizici). Nadalje, statistički podaci (npr. popis stanovništva) pomažu vladama i organizacijama da donose odluke o zdravstvenim, obrazovnim, ekonomskim i društvenim politikama. U ekonomiji se statistika koristi za praćenje gospodarskih



Slika 4. Statistika se koristi u gotovo svim područjima života, od politike i ekonomije, sve do sporta

pokazatelja poput inflacije, nezaposlenosti i BDP-a, dok u sportu igra veliku ulogu u procjeni učinka sportaša, analizi taktika i donošenju odluka o strategijama igre. Sociolozi koriste statistiku za praćenje i analizu promjena u društvu, poput

migracijskih obrazaca, promjena u rodnim ulogama ili obrazovnim postignućima različitih društvenih skupina. Nismo ni svjesni koliko ju koristimo u svakodnevnom životu. Prilikom donošenja odluka, statistika nam pomaže analizirati rizike i prednosti različitih opcija (npr. prilikom kupnje automobila, odabira zdravstvenog osiguranja ili donošenja financijskih odluka). Informacije kao što su prosječne ocjene proizvoda, tržišni trendovi ili osiguravateljski rizici olakšavaju donošenje ispravnih odluka. Modeli koji stoje iza algoritama koje svakodnevno koristimo, poput onih na Googleu, YouTubeu, TikToku, Amazonu i ostalim društvenim mrežama prate našu aktivnost i koriste statistiku kako bi nam preporučili proizvode, videozapise ili oglase koji su relevantni za naše interese. S obzirom na ubrzan tehnološki razvoj, statistika će igrati sve značajniju ulogu u budućnosti, osobito kroz integraciju s naprednim tehnologijama poput Big Dataa, umjetne inteligencije (AI) i strojnog učenja (*machine learning*). Umjetna inteligencija kombinira sta-



Slika 5. Francuski filozof, matematičar, izumitelj i fizičar Blaise Pascal (1623. – 1662.) jedna je od zaslužnih osoba za razvoj statistike kao analitičke metode

tističke modele i algoritme kako bi razvila sustave koji mogu oponašati ljudsko razmišljanje i ponašanje. Također, strojno učenje (grana umjetne inteligencije) oslanja se na statističke metode za analizu podataka i stvaranje modela koji se mogu koristiti za automatsko donošenje odluka. Isto tako trebala bi se istaknuti važnost poznavanja statističke pismenosti (sposobnost razumijevanja, interpretiranja i primjene osnovnih statističkih koncepta) kako bi šira javnost razumjela osnovne pojmove te donosila informirane odluke i sudjelovala u oblikovanju društva na temelju podataka

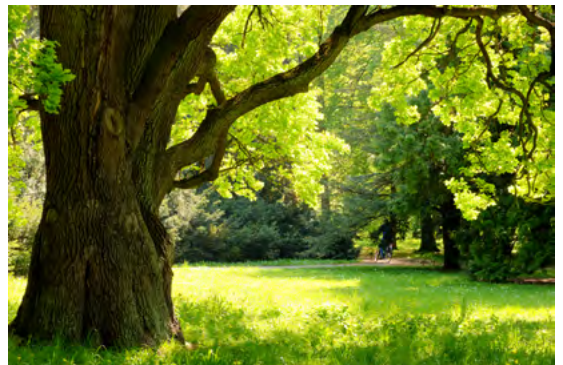
Ivo Aščić

Zeleno zlato

Više uopće nije upitno trebamo li posaditi više drveća (i to puuuno više!), već se sve očitiije nameće još jedno vrlo praktično pitanje – gdje to konkretno?!? Jer, ukoliko se jednog dana konačno i odlučimo slijediti sve prihvatljiviji zeleni model gradnje, bojim se da jednostavno više nećemo imati gdje posaditi išta! Naime, moderna gradnja kojoj svjedočimo svakog dana evidentno sve više preferira asfalt s dostatnim brojem parkirnih mjesta te nekoliko dizajnerskih kvadrata čelavog "travnjaka". Tako je barem u Zagrebu... Pojasnimo li nekoliko osnovnih elemenata neporecive važnosti drveća i flore općenito u našem okolišu, hoće li to promijeniti naš trenutni pogled na stvari? Možda ne danas, možda ne niti sutra no... moramo se nadati.

Posljednjih se nekoliko godina dosta toga promijenilo u kvartu. Umjesto onih starih, šarmantnih kućica okruženih zelenilom dvorišta, sve su češći prizor na mome utabanome putu arhitektonski promašaji koji su sve samo ne dio nekog skladnog urbanog plana. Zelenilo nestaje pod neumoljivom čizmom asfalta, a nekadašnje oaze pune života zamjenjuju bezdušna, siva parkirališta. No, mora li doista biti tako? I, možemo li više uopće naći način nekakvog suvislijeg i prirodnijeg suživota s prirodom? Zapravo da. U svijetu zelena gradnja polako postaje trend, a neki primjeri onoga što se zapravo sve može zaista su impresivni te bude barem kakvu-takvu nadu u neko bolje, zdravije i zelenije sutra. Jedan od takvih projekata je i *Liuzhou Forest City* koji se gradi u planinskom području Guangxi u južnoj Kini, briljantan zeleni arhitektonski koncept koji zasigurno mijenja postojeću percepciju urbanog života te bi svojim revolucionarnim temeljima – koji će, nadam se, jednog dana postati naširoko prihvaćeni diljem svijeta – mogao poslužiti kao inspiracija novim/starim gradovima koji više neće smetati regionalnim ekosustavima, već će se u njih prirodno integrirati. S više od 40 000 stabala, zelenim zidovima i milijunom biljaka koje prekrivaju svaku zgradu u gradu, Liuzhou je grad osmišljen na principu vertikalne urbane šume. Međutim, usprkos činjenici da daleki Liuzhou podiže koncept zelene gradnje na jednu potpuno novu razinu, sam koncept zelene arhi-

tekture i "vertikalne šume" nije nov. Štoviše, postoji cijeli niz novih projekata diljem svijeta koji slijede upravo isti pristup jer, osim što je dobar za okoliš, ovaj koncept rezultira i životnom okolinom dobrom za zdravlje ljudi! No, izuzev što stvaraju daleko povoljnije životno okruženje za svoje ljudske stanovnike, ovakvi koncepti zelene arhitekture imaju i mnoge druge vrlo relevantne globalno-ekološke pogodnosti. Naime, procjenjuje se da će samo biljke i drveće u našem oglednom zelenom gradu Liuzhou apsorbirati čak cca 10 000 tona CO₂ i 57 tona ostalih aerosolnih zagađivača te istovremeno dodati cca 900 tona novog, svježeg kisika u atmosferu godišnje! Nadalje, prema projekcijama tvrtke koja stoji iza čitave ove ideje – konkretno, Stefano Boeri Architetti – ovakva koncentracija biljaka na jednom mjestu smanjit će znatno i prosječnu temperaturu zraka u Liuzhou, barem u usporedbi s ostalim gradovima u regiji, građenih tradicionalnom gradnjom. Ujedno, s toliko biljaka, zelenih zidova i zelene krovne arhitekture, grad neće narušiti okolni ekosustav budući da će te biljke poslužiti kao svojevrstan urbani proizvednik prirodnog okolnog staništa ptica, insekata i životinja koje nastanjuju ovo područje. Naravno, vjerovali ili ne, nekim će ljudima upravo ovo poslužiti kao problem budući da se već i sada – usprkos činjenici očigledne devastacije prirodnih staništa u korist urbanih sredina – upravo kod nas u Zagrebu i u Hrvatskoj općenito, ljudi iz moje branše svakodnevno susreću s pritužbama građana na pčele u vrtu, vrapce, vrane i ostale ptice u dvorištima, sisavce da ne spominjem...





dakle, poanta cijele ove priče, nažalost, nije samo prilagoditi gradnju okolišu (umjesto obratno!), već je problem i puno kompleksniji – a odnosi se na edukaciju i prilagodbu samih građana na nove stupnjeve razumijevanja i empatije spram svijeta koji ih okružuje. Brojni ljudi još uvijek namjerno ogoljuju vlastita dvorišta uklanjajući iz njih sve grmlje i drveće upravo ne bi li tako razinu bioraznolikosti smanjili na minimum te time reducirali broj kukaca. Međutim, grmlje i drveće zapravo igra posebno važnu ulogu u poboljšanju kvalitete ljudskih života u urbanom okruženju, baš kao i onih životinjskih. Raslinje vrlo šarmantno prikriva neugledne strukture, osigurava nam privatnost te omeđava čvrste linije zgrada. Stabla također unose boje i kontraste u urbanu sredinu. No, na stranu sad estetika jer, ne samo da drveće ima onu svima znanu vizualnu kvalitetu, već oplemenjuje naš okoliš i na neke druge, manje očite načine. Naime, drveće i grmoliko raslinje poboljšava kvalitetu zraka djelujući kao prirodni filter koji uklanja prašinu, dim i pare iz atmosfere zadržavajući ih na lišću, granama i deblima. Naravno, drveće smanjuje i onaj toliko spominjani efekt staklenika uklanjajući ugljičnog dioksida iz zraka tijekom procesa fotosinteze te otpuštanjem kisika. Štoviše, svega jedan hektar šume apsorbira čak šest tona ugljičnog dioksida pri čemu oslobađa cca četiri tone kisika, što je dovoljno za godišnje potrebe osamnaestoro ljudi! Lišće ujedno upija i filtrira sunčevu energiju i solarna zračenja, održavajući ljeti površine iznad kojih raste hladnijima. No, drveće također čuva i toplinu okoliša zimi, pružajući zaštitu od oštrih sjevernih vjetrova! Naravno, osim što utječe na brzinu i smjer vjetra, drveće i raslinje nas štiti od kiše, susnežice i tuče. Štoviše, prema

USDA Forest Service, drveće pravilno postavljeno oko zgrada može smanjiti potrebu za klimatizacijom za 30% te uštedjeti 20 do 50% energije koja se koristi za grijanje!

Drveće je, dakle, ključno za ekosustave u kojima prebiva, i to ne samo za površine kojima se krećemo iznad razine zemlje već i za one ispod! Moćno korijenje bori se protiv erozije, dok istovremeno upija i skladišti kišnicu, čime se smanjuje otjecanje i taloženje sedimenta nakon oluja, što nadalje igra i značajnu ulogu u obnavljanju rezervoara podzemnih voda, sprječava prijenos kemikalija u potoke te prevenira poplave. Otpalo lišće kojeg se, poprilično apsurdno, u jesen svim silama pokušavamo osloboditi, daje odličan kompost koji obogaćuje tlo te ujedno osigurava toplu barijeru, tj. svojevrsnu "zimsku dekiću" za čitav niz životinjica čiji životni ciklusi izravno ovise upravo o tom sloju! Naravno, još na tisuće drugih živih bića drveće naziva svojim domom, a grane prekrivene lišćem mnoge od njih – poput, primjerice, ptica i vjeverica – drže izvan dohvata grabežljivaca. Međutim, i pored svega navedenog, drveće ima još pokoji trik u rukavu (pardon, grani!) – ono je također vrlo učinkovita zvučna barijera koja itekako doprinosi ograničenju ne samo ozonskog onečišćenja već i svjetlosnog te zagađenja bukom.

No, pored drveća, i grmlje i travnjaci također filtriraju zrak uklanjajući prašine i upijanjem drugih zagađivača poput ugljičnog monoksida, sumpornog dioksida i dušikovog dioksida a, nakon što drveće i drugo, niže raslinje presretne zagađivačke čestice, kiša ih ispere na tlo.

Ukratko, koliko god bili ili ne bili fanovi prirode i ekologije, drveće je neporecivo važan dio svake zajednice – i to podjednako one ljudske, kao i životinjske. Ukoliko još uvijek smatrate da su ovakvi tekstovi tek ekološko-medijsko pretjerivanje, podsjetite se samo da se svi mi odvajkada okupljamo pod okriljem osvježavajuće hladovine koju nam tijekom ljetnih aktivnosti na otvorenom s djecom, obitelji i prijateljima pruža upravo drveće! Mnogi gradski kvartovi ujedno su staništa vrlo starih stabala koja služe kao povijesne znamenitosti (poput našeg maksimirskog hrasta – "Dedeka") i veliki su ponos grada. Međutim, izuzev ovih općih ekoloških funkcija, stabla imaju i doista široku lepezu praktičnih i komercijalnih namjena te su podržavala naš život tijekom čitava našeg postojanja. Drvo se od

davnina koristilo kao oruđe, građevni materijal i gorivo, dok ga čak i danas još uvijek za kuhanje i grijanje koristi oko polovice svjetske populacije. Naravno, drveće nam daje materijal za izgradnju zgrada, proizvodnju namještaja, alata, sportske opreme i raznih kućanskih predmeta, a drvena se masa koristi i za proizvodnju papira. Prehrambenu vrijednost s plodonosnog drveća poput jabuka, naranči te orašastih plodova, kao i ukusnog sirupa od npr. bazge da ni ne spominjemo! A, ako ste do sada pratili naše članke, zasigurno znate i da se od kore nekih vrsta stabala može napraviti pluto, baš kao što je ujedno i izvor ljekovitih spojeva! I kinin i aspirin dobivaju se od ekstraktata kore biljaka poput, recimo, vrbe. Ujedno, unutarnja kora određenih vrsta stabala sadrži lateks, glavni sastojak gume. Pa ipak, usprkos čitavoj lepezi dobrobiti koju nam drveće nesebično pruža, najčešće nismo toliko svjesni njegove praktične vrijednosti već se glavni razlog naše ljubavi spram zelenila općenito ogleda u njegovoj ljepoti i veličanstvenosti, zar ne? Mislim, ne postoje dva ista stabla! Čak i jedinke iste vrste pokazuju naizgled beskrajnu raznolikost oblika, tekstura i boja, a i sama pojedinačna stabla mijenjaju svoj izgled tijekom godine u skladu s mijenom godišnjih doba... Neprikosnovena snaga, elegancija, dug životni vijek te uzvišeni stas drveću daju kvalitetu spomenika, dok kod većine nas prisutnost drveća evocira osjećaj ugone i opuštenosti. Nadalje, stabla nam na samo sebi svojstven način pomažu i u bilježenju osobne povijesti te povijesti naših obitelji dok rastu i razvijaju se uz nas i našu djecu pa se često emocionalno povezujemo s drvećem koje smo sami posadili, ili se pak osobno vežemo



uz drveće koje nas svakodnevno prati našim životnim putem. Kada su, prije nekoliko godina, posjekli staru lipu koja je svjedočila odrastanju čitavog niza generacija djece u našem parku – uključujući i moju! – nije bilo susjedne mi duše kojoj suza nije kanula niz obraz! I kladim se da svatko od nas ima barem jedno takvo stablo za kojim žali. Stara vrba ispred osnovne škole od čijih smo grana pleli improvizirane ljučjačke kao djeca, ili dudovi iz susjedova dvorišta čije smo plodove brstili svako ljeto viseći neustrašivo s ograde, stari dvorišni orah kojeg nema već čitavo desetljeće no nitko ne zna razlog zašto su ga uopće uklonili... Nisam to samo ja; o ovim jakim vezama svjedoče na stotine grupa i organizacija diljem zemlje i svijeta koje ulažu velike napore kako bi zaštitile i spasile posebno velika, stara ili stabla od povijesne važnosti od svih opasnosti koje im donosi "razvoj" moderna čovjeka. I zaista, uzmite sad trenutak i zapitajte se – koliko vaših uspomena iz djetinjstva uključuje drveće iz vašeg dvorišta ili starog susjedstva? Svi mi imamo kakvo drveće još uvijek posađeno negdje u zakutcima naše svijesti i sjećanja, a čija je sentimentalna vrijednost jednostavno nemjerljiva! Da rezimiramo, drveće je najizravniji simbol same prirode pa kada se samo i spomenemo tog pojma, najčešće vizualiziramo upravo šumu! Od samih početka naše kolektivne povijesti, drveće nas je opskrbljivalo s dva osnovna životna preduvjeta – kisikom i hranom. Kako smo evoluirali, ono nam je osiguravalo dodatne elemente kao što su sklonište, lijekovi, alati itd. No, paradoksalno, dok s jedne strane danas percepcija vrijednosti drveta čak i nastavlja rasti kako se sve više otkrivaju njegove dobrobiti sa znanstvene strane, istovremeno svjedočimo sve široj devastaciji prirodnih šumskih krajolika upravo u korist zahtjeva modernog doba. Sve nas to navodi da se zapitamo – jesmo li doista toliko civilizirani kako se volimo prikazivati? Jedini način da opstanemo jest da osvijestimo ono što doista jesmo – neraskidiv dio prirode. A naše se istinsko bogatstvo ne ogledava u mondenom prestižu lažne sigurnosti i udobnosti već u onome što nosimo u vlastitim srcima te onome što nas okružuje izvan klimatiziranih prostorija – priroda, naše zeleno zlato!

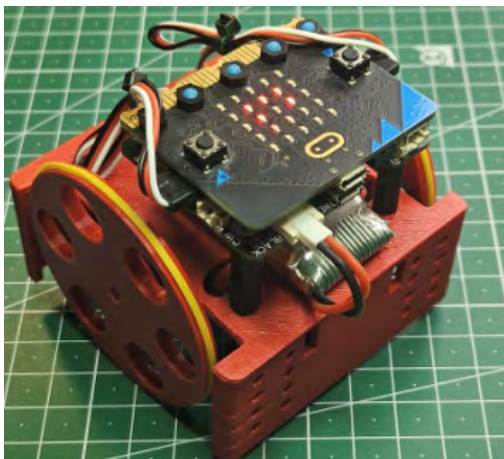
*Ivana Janković,
Croatian Wildlife Research
and Conservation Society*

Poštovani čitatelji, nakon vrućih ljetnih praznika eto vas natrag u novoj školskoj godini. Ako ste se dobro odmorili, sigurno željno očekujete prionuti novim uzbudljivim aktivnostima s BBC micro:bitom. Prisjetimo se, u nekoliko posljednjih brojeva *ABC tehnike* bavili ste se kompletno norveškog proizvođača *MAKEKIT*. Sastavili ste i programirali dron gdje ste štošta naučili o letenju, baterijama, daljinskom upravljanju... Zatim ste sastavili i programirali vozilo na zračnom jastuku, *hovercraft*, no kao što već znate, ovime nisu iscrpljene sve mogućnosti. U ovom nastavku vratit ćemo se korijenima školske robotike pa ćete sastaviti i programirati *Wheel:bit*, odnosno robotska kolica.

Valja napomenuti da ta kolica možete kupiti u kompletu za sastavljanje, ali ako već posjedujete *Black bord* nemate za to potrebe. Bit će dovoljno da nedostajuće dijelove printate na 3D-printeru te posebno nabavite dva servomotora, dvije špekule, dvije gumice i dvije vezice.

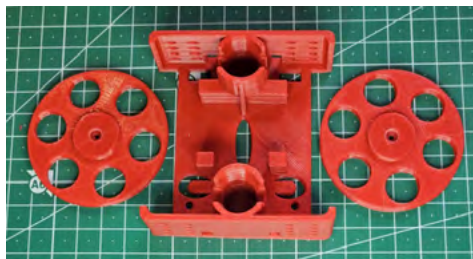
Wheel:bit

Robotska kolica koja ćete sastaviti prilično se razlikuju od originala, brza su i vrlo okretna, Slika 51.1.



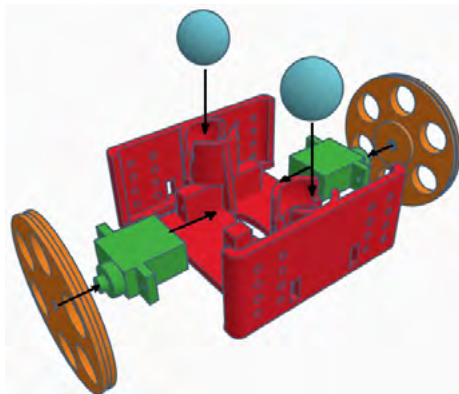
Slika 51.1. Robotska kolica inspirirana *Wheel:bitom*

Krenite! Gotove crteže za 3D-printanje besplatno preuzmite na stranici <https://www.thingiverse.com/thing:6759353> te ih 3D printajte, Slika 51.2.



Slika 51.2. 3D-printani dijelovi robotskih kolica, baza i dva kotača

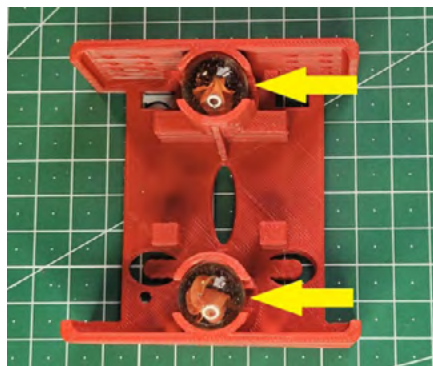
Na Slici 51.3 vidljiva je eksplozivna projekcija.



Slika 51.3. Eksplozivna projekcija zaokrenutih robotskih kolica (dijelovi na slici koji se ne printaju jesu špekule nacrtane u plavoj boji i servomotori u zelenoj)

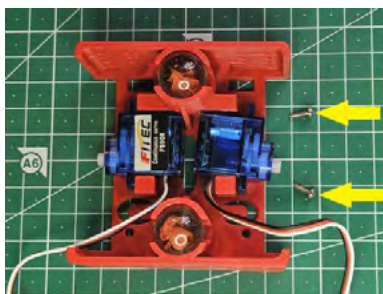
Sklapanje

U odgovarajuće utore na bazi umetnite dvije špekule, Slika 51.4.



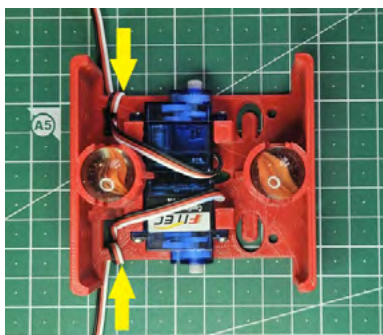
Slika 51.4. Promjer špekula neka je 17 – 17,5 mm

Namjestite i vijcima pričvrstite dva servomotora, Slika 51.5.



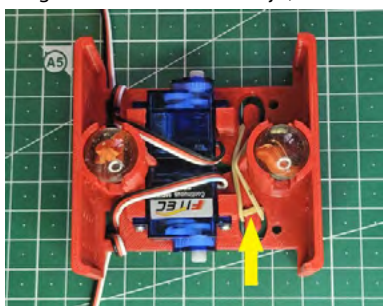
Slika 51.5. U kompletu sa servomotorima idu i dva veća vijka za pričvršćivanje (ide i jedan manji vijak za vratilo, koji ćete trebati kasnije)

Kroz pravokutne urene na bazi dva puta provucite priključne žice s konektorima servomotora, Slika 51.6.



Slika 51.6. Priključne žice valja zategnuti tako da ne strše s donje strane robotskih kolica

Na bazi, u odgovarajuće rupe u obliku potkove, utaknite gumicu za Li-Po bateriju, Slika 51.7.



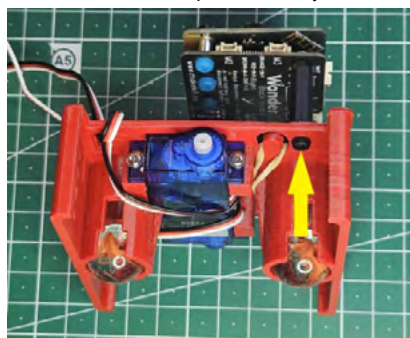
Slika 51.7. Gumicu ste dobili u kompletu kad ste kupili *Air:bit*

Bazu odložite te spojite BBC micro:bit v.2. s *Black boardom* kako je opisano na službenim stranicama *MAKEKIT-a*, Slika 51.8.



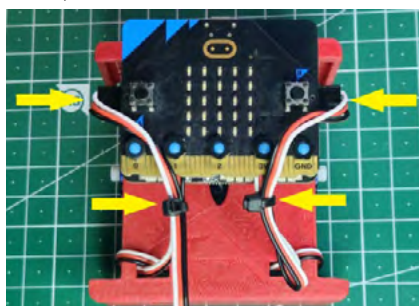
Slika 51.8. Kad dvije pločice spojite prema uputama u “sendvič”, na bijele plastične vijke zavrnite dvije odvojene matice koje ste također dobili u kompletu

Tako dobiveni “sendvič” pričvrstite za bazu robotskih kolica s dva plastična vijka, Slika 51.9.



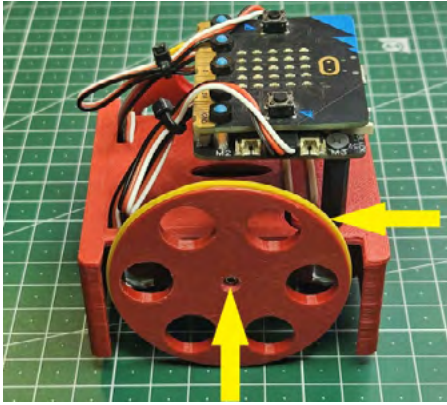
Slika 51.9. I ova ste dva vijka dobili u kompletu (na ovoj se fotografiji drugi vijak ne vidi jer ga zaklanja nosač špekule)

Konektore servomotora priključite na *Black board*, jedan na *Left servo*, a drugi na *Right servo*. Pripazite na raspored žica, crna ide na minus (-), crvena na plus (+), a bijela na signal (S). Višak žica skupite tako da ne strše i stegnite plastičnim vezicama, Slika 51.10.



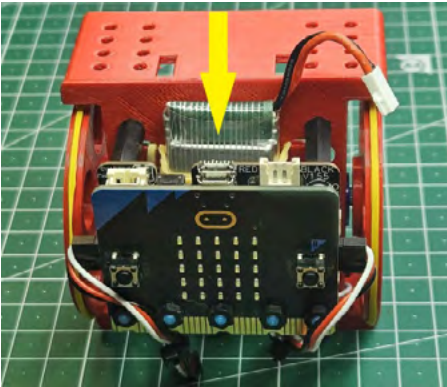
Slika 51.10. Vrlo je važno da konektore ne okrenete nopačke jer su servomotori polarizirani!

Na vratilo jednog i drugog servomotora montirajte i malim vijcima pričvrstite kotače. Na kotače navucite gumice, Slika 51.11.



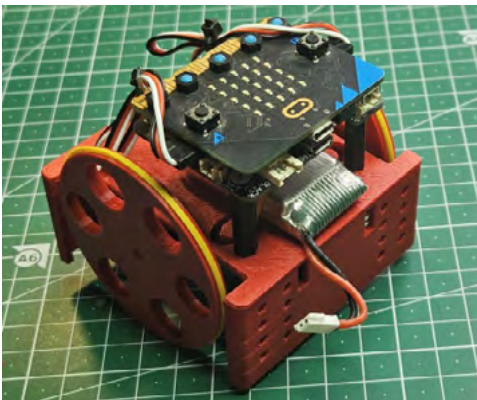
Slika 51.11. Gumice morate nabaviti zasebno. Trebaju vam dvije promjera 55 mm. Male vijke dobili ste u kompletu sa servomotorima

Montirajte Li-Po bateriju, Slika 51.12.



Slika 51.12. Između gornje strane baze i tiskanih pločica zavucite Li-Po bateriju ispod gumice

Robotska kolica su sklopljena, Slika 51.13.



Slika 51.13. Ovo su osnovna robotska kolica koja ćete kasnije moći nadograđivati






Kodiranje i probni rad

Kako biste ispitati funkcionalnost najbolje je da preuzmete ponuđeni gotov program na stranici <https://www.makekit.no/en/docs/>. Kliknite na *Wheel:bit* te izaberite program koji je označen na Slici 51.14.



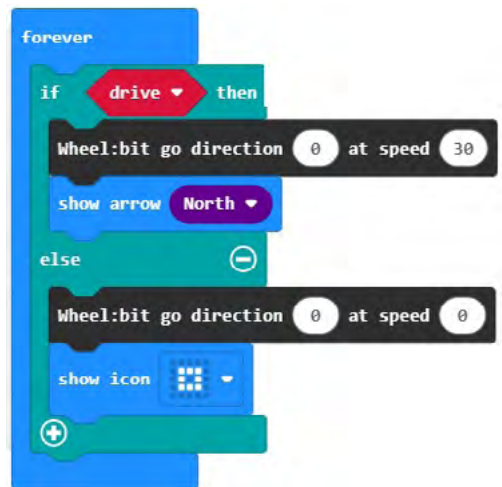
Black board

Code for black card:

-  Self-driving 
-  Bumper car
-  Remote controlled (two micro:bit needed)
-  Code for hand controller/remote

Slika 51.14. Preuzmite program “Self-driving”

Preuzeti program uvezite u Make Code Editoru te ga otpremite do BBC micro:bita robotskih kolica. Nakon otpremanja odvojite USB kabel, a robotska kolica položite na pod prostorije. Na *Black board* priključite Li-Po bateriju. Ako je sve kako valja, na displeju se pojavljuje, najprije srce, a potom kvadrat. Pritisnite tipku B na pločici BBC micro:bita. Robotska kolica trebala bi se pokrenuti i neprestano gibati u raznim smjerovima. Na displeju se vide strelice koje označavaju trenutni smjer kretanja. Za zaustavljanje servomotora trebete pritisnuti tipku A ili robotska kolica okrenuti naglavačke.



Slika 51.15. Iz bloka *forever* izbacite sve osim blokova koje vidite na ovoj slici

Ako je sve kako valja, krenite s provjerom i po potrebi s ugađanjem kako biste ostvarili identične brzine dvaju servomotora. Naime, velika je vjerojatnost da se servomotori ne vrte jednakom brzinom. Kako ćete to provjeriti? U programu *Self-driving* pronađite blok *forever* koji sadrži nekoliko crnih blokova. Iz tog bloka uklonite i bacite u smeće sve osim blokova koje vidite na Slici 51.15.

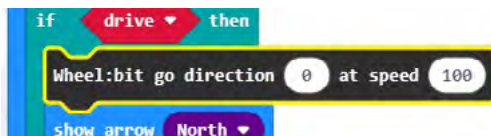
U bloku "*Wheel:bit go direction 0 at speed 30*" promijenite *speed* (brzina) na 5. Tako prepravljenu program otpremite te pritiskom na tipku B pokrenite servomotore. Oba bi se servomotora trebala vrtjeti identičnom usporenom brzinom prema naprijed. Ako se jedan vrti brže od drugoga, ili još gore, ako se jedan od servomotora ne vrti uopće, morat ćete ga ugoditi. Kako ugoditi brzinu servomotora? Servomotor koji se ne vrti ili se vrti sporije trebate odvojiti od baze robotskih kolica kako biste imali pristup polupromjenjivom potencijometru za ugađanje, Slika 51.16.



Slika 51.16. Na poleđini servomotora nalazi se polupromjenjivi potencijometar za fino ugađanje

Kad ste servomotor odvojili držite ga u ruci te tipkom B pokrenite program. Malim križnim odvijačem zakrećite ulijevo i udesno klizač polupromjenjivog potencijometra dok ne dobijete brzinu vrtnje njegovog kotača približno jednaku brzini vrtnje drugog kotača. Kad to postignete zaustavite izvođenje programa te servomotor koji ste maloprije skinuli vratite i pričvrstite na bazu robotskih kolica. Ugađanje je završeno.

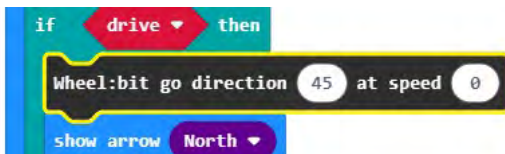
Provjerite kako djeluje blok "*Wheel:bit go direction 0 at speed xx*". U maloprije prepravljenom programu promijenite *speed* na 100, Slika 51.17.



Slika 51.17. Mijenjanje brzine vrtnje oba servomotora

Program otpremite i isprobajte. Ako je sve kako valja, oba servomotora vrte se maksimalno brzo prema naprijed. Robotska kolica idu ravno naprijed. U programu promijenite *speed* na -100. Robotska kolica idu najvećom brzinom ravno unazad. Isprobajte i druge mogućnosti za *speed* mijenjanjem brojeva od -100 preko 0 do 100. Primijetite da robotska kolica miruju kad je *speed* 0.

Speed namjestite na 0, a *direction* ugodite na 45, Slika 51.18.



51.18. Robotska kolica se zakreću

Ako je sve kako valja, lijevi servomotor vrti se prema naprijed, a desni unazad. Robotska kolica se zakreću u mjestu udesno. *Direction* ugodite na -45. Robotska se kolica zakreću u mjestu ulijevo.

To bi za sada bilo sve. Do sljedećeg nastavka vježbajte s promjenama brojeva kod *speed* i *direction* kako biste razumjeli logiku djelovanja tih naredbi jer valja napomenuti da se kod određenih brojeva robotska kolica ponašaju drugačije od očekivanog.

Za ove ste vježbe trebali:

- *Black board* s pripadajućim plastičnim vijcima i maticama
- 2 komada servomotora s kontinuiranim zakretanjem, s dodacima i vijcima (FS90R)
- BBC micro:bit v.2.
- Li-Po bateriju
- 2 komada gumica promjera 55 mm
- 2 komada plastičnih vezica
- 2 komada špekula promjera 17 mm.

Marino Čikeš, prof.

Tko je izmislio videoigre?

Povijest videoigara seže desetljećima unatrag, još od samog početka računalstva

Neki se ljudi jednostavno vole igrati. Dajte im loptu, ili olovku, ili hrpu lišća i oni će pronaći način da se time igraju. Zapravo, dovoljno se ljudi voli igrati da kad god netko izmisli nešto novo, ljudi pronađu način da se time igraju.

Christopher Strachey nije izumio moderno računalo. Čak ga nije ni vidio do 1951. godine, nekoliko godina nakon što su drugi ljudi napravili prva računala. Ali bio je prijatelj s Alanom Turingom, koji je bio jedan od izumitelja modernih računala, dok je bio na koledžu u Engleskoj.

Kada je Strachey čuo za novo računalo Mark I, instalirano na Sveučilištu u Manchesteru u Velikoj Britaniji, zatražio je od Turinga primjerak priručnika za programiranje. Proučavao je priručnik, a zatim je dobio priliku napisati program za računalo. Ljudi su bili toliko impresionirani njegovim radom da je ubrzo imao pristup računalu kad god je imao slobodnog vremena od svog posla učitelja.

Strachey je školske praznike provodio radeći na programu igranja dame, koji je za to vrijeme bio izuzetno kompliciran. Prikazivao je ploču na ekranu – katodnu cijev. Igrači su zapisivali svoje poteze na *teletypeu*, pisačem stroju elektronički povezanom s računalom, koji je ispisivao poteze na papir i slao ih na računalo. Stroj bi unaprijed “predviđao” moguće poteze i protupoteze, kako bi odabrao što učiniti sljedeće i kako bi ismijao igrače za posebno loše poteze.

Ova je igra u knjizi *How Pac-Man Eats* nazvana “M.U.C. Draughts” jer joj Strachey nikada nije dao ime.

M.U.C. znači Manchester University Computer, a *draughts* je britanski naziv za dame. To je vjerojatno bila prva videoigra.

Otprilike u isto vrijeme kada je Strachey stvarao M.U.C. *draughts*, A. S. (Sandy) Douglas stvorio je igru *tic-tac-toe*, koja je također bila prikazana na katodnoj cijevi, za računalo EDSAC Sveučilišta u Cambridgeu. U budućnosti bismo mogli otkriti da su i drugi razigrani ljudi napravili druge videoigre za rana računala.



Gotovo otkad postoje računala, postoje i videoigre Izvor:: Nelson Barnard, Getty Images

Ljudi još uvijek igraju videoverzije društvenih igara i kartaških igara, ali one obično nisu prva stvar na koju pomislite kad netko kaže “videoigre”. Općenito ljudi misle na videozaslon koji prikazuje simulirani prostor, s jednom ili više značajki koje igrač može kontrolirati u tom prostoru – možda klizi nebom u *The Legend of Zelda: Breath of the Wild* ili zgradama i ljudima u *Civilization*.

Sljedeći veliki korak prema takvim igrama sada se zove Tenis za dvoje – iako nije imao ime kad je nastao.

William Higinbotham, Robert V. Dvorak i David Potter stvorili su ga kao demonstraciju za dan posjetitelja 1958. u Nacionalnom laboratoriju Brookhaven u Uptonu, New York. Koristili su staromodno analogno računalo kako bi napravili bočni pogled na teniski teren, prikazujući tlo, mrežu i lopticu koja bi letjela iznad mreže. Ali nakon tog događanja rastavljeno je.

Spacewar! je bio još jedan demonstracijski projekt, koji je 1962. objavila grupa inženjera MIT-a koja je uključivala Stevea Russella, Petera Samsona, Dana Edwardsa i Martina Graetza. Zaludno je računalni svijet.

Časopis *Rolling Stone* čak je sponzorirao *Svemirski rat! Olympics* 1972. godine. To je bila



Mark I smatra se prvim računalom jer je moglo pohranjivati programe napisane za njega
Izvor: Anders Sandberg, CC BY)

nevjerojatna razina publiciteta u vrijeme kada većina ljudi nikada nije ni vidjela računalno uživo, a kamoli igrala videoigricu.

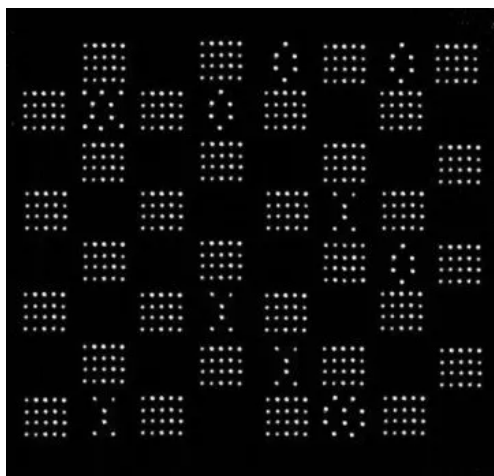
Svemirski rat! bila je prva igra koja je sadržavala sve ono što ljudi danas obično očekuju od videoigre. Imala je simulirani prostor s objektima koji su se kretali uokolo. U ovom slučaju to je bio svemir, s pozadinom od zvijezda i središnjim suncem koje je vršilo gravitaciju. Postojali su elementi koje su igrači kontrolirali u tom prostoru, konkretno dva svemirska broda u bitci. Bilo je i vizualnih atrakcija, kao što je vatra koja je izbijala iz stražnjih dijelova brodova kad god su igrači koristili svoje potisnike za kretanje.

Videoigre su prvi put ušle u dom 1972. godine s izdavanjem igraće konzole *Magnavox Odyssey*. Ralph Baer, Bob Tremblay, Bob Solomon, Bill Rush i drugi inženjeri u Sanders Associates pokušavali su smisliti način igranja igara na kućnim televizorima. Došli su na ideju da se optička udara naprijed-natrag: elektronički stolni tenis, preteča tenisa, igre koja je postala jako popularna.

Od tada su videoigre postale rastuća sila u svjetskoj kulturi, koju pokreću ljudi koji se jednostavno vole igrati.

Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=L1HeZ2kPck>



Prva videoigra bila je digitalna verzija dame
Izvor: Christopher Strachey

Godine 1961. računala su bila ozbiljno velika, ozbiljno skupa i ozbiljno ozbiljna. Onda je došao *SpaceWar!* Ali ova rana računalna igra nije bila samo igra koja izaziva ovisnost. Ona je potaknula zanimanje za programiranje na sveučilišnim kampusima, pomaknula granice tehnologije i bila je korak prema interaktivnom osobnom računalstvu.

Tekst: www.livescience.com

Snježana Krčmar

Tinejdžer napravio reaktor nuklearne fuzije koji je uspješno postigao plazmu

Cilj ovog reaktora je stvoriti uvjete koji su potrebni za fuziju

Sedamnaestogodišnji učenik Cesarea Mencarini uspješno je razvio mali nuklearni fuzijski reaktor za generiranje neutrona. Za njegov se rad tvrdi da je jedini nuklearni reaktor napravljen u školskom okruženju.

Nedavno prikazan na Festivalu znanosti u Cambridgeu, nuklearni reaktor je prije nekoliko mjeseci postigao plazmu. To je također dalo Mencariniju najvišu ocjenu u njegovim rezultatima. Nije mu bilo lako nagovoriti svoje učitelje na ovaj projekt jer su oni mislili da bi projekt mogao biti opasan i predstavljati veliku prijetnju.

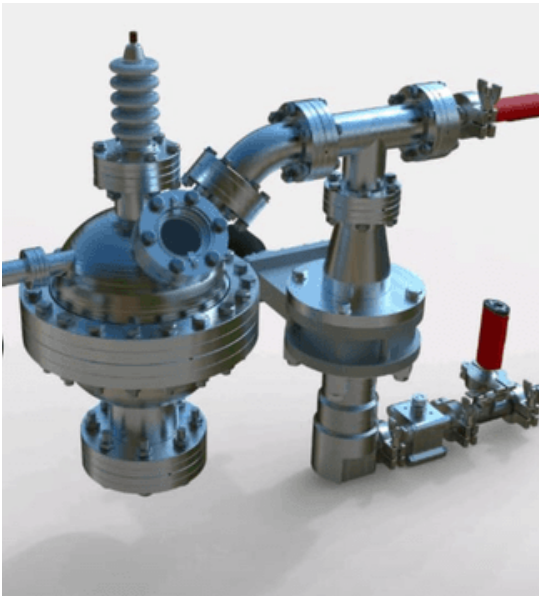
“Koledž je u početku bio zabrinut da je ovaj projekt opasan. Međutim, napravili smo punu procjenu rizika, a osoblje nam je pružilo veliku podršku,” kaže Mencarini.

Konačno, nakon 18 mjeseci napornog rada na projektu, mladić je uspješno razvio mali reaktor. Sada se namjerava prijaviti za diplomu inženjera. Međutim, prije toga ima ambiciju raditi u Interface and Analysis Centre Sveučilišta u Bristolu.

Umjesto Sunca, visoki napon

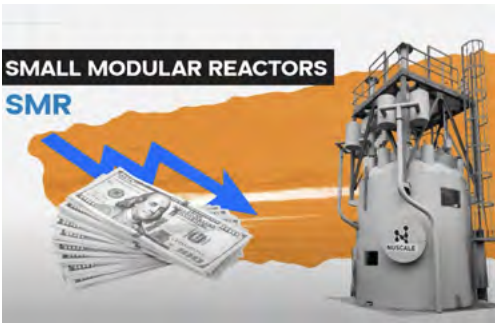
Mencarini kaže da je cilj reaktora stvoriti uvjete koji su potrebni za fuziju. Međutim, projekt nije mogao dobiti isti pritisak koji stvara Sunce zbog vlastite gravitacije. Stoga, kako bi atomi bili dovoljno vrući, koristio je visoki napon.

Opisujući Mencarinija kao “izvanrednog”, ravnatelj koledža dr. Julian Davies rekao je da će tinejdžer znatno utjecati na energetska industriju u budućnosti. Također je Cesareovo djelo, napravljeno u više od godinu dana, nazvao vrlo uzbuđljivim.



Mali reaktor nuklearne fuzije Cesarea Mencarinija

Izvor: Cesare Mencarini



Kako mali modularni reaktori oblikuju budućnost energije
<https://youtu.be/6KUuUh8uaLo>

“Želimo našim učenicima dati priliku da rade na projektima koji ih zanimaju, kao i naučiti ih kako položiti ispite i biti hrabri u preuzimanju rizika i razvijanju projekata koji su primjenjivi u stvarnim životnim situacijama. Mencarini je bio izvanredan u svojoj radnoj etici i bez sumnje će znatno utjecati na energetska industriju u budućnosti”, kaže Davies.

Cesare Mencarini, rođen u Italiji, studirao je matematiku, kemiju i fiziku na Cardiff Sixth Form College. Demonstrirao je potencijal reaktora zajedno sa sveučilištima Imperial College, Bristol i Bangor.

Postigao sam plazmu!

Reaktor je postigao plazmu u lipnju. “Prije dva dana postigao sam plazmu, što je bilo briljantno i silno sam sretan zbog toga”, napisao je Mencarini u objavi na LinkedInu.

<https://www.linkedin.com/in/cesare-mencarini-624449249/?originalSubdomain=it>

“Sustav radi zahvaljujući pumpi Leybold Trivac E2 za grubu obradu, koja mi omogućuje postizanje minimalnog tlaka od $8E-3$ Torr.”

Tada je spomenuo da će se Pfeiffer TPH062 poslije koristiti za postizanje fuzije. “Ova turbomolekularna pumpa trenutno je izolirana VAT prigušnim ventilom.”

“Mreža je zatim spojena na 30 kV ocijenjeni visokonaponski prolaz spojen na napajanje Unilab od 5 kV, što mi omogućuje korištenje fuzora u mojoj školi (ograničen je na izlaz od 2 mA). Dok sam pokretao fuzor, eksperimentirao sam s dvije mreže koje možete vidjeti na slicama,” dodao je Mencarini u objavi.

Izvor: www.interestingengineering.com

Snježana Krčmar

“Hrvatska vojska i policija u mjerilu - od Domovinskog rata do danas”



Dana 2. rujna 2024. godine u sklopu galerije “Ivan Saboli” u Peterancu, otvorena je izložba *Hrvatska vojska i policija u mjerilu - od Domovinskog rata do danas* koju je obilježio iznimno velik broj posjetitelja i uzvanika. Izložbu su organizirali Hrvatska zajednica tehničke kulture, Hrvatska udruga vojnih minijaturista i IPMS Croatia u suradnji s UHBDDR-om ogranak Peteranec, Općinom Peteranec i Gradskim muzejom Koprivnica te ministarstvima obrane, unutarnjih poslova i hrvatskih branitelja uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih.

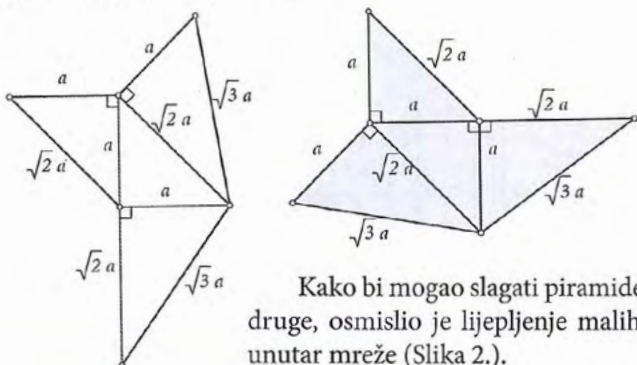
Okupljenim posjetiteljima izložbe obratili su se prigodnim riječima gosp. Damir Munda i u ime UHBDDR-a ogranak Peteranec, gosp. Ivan Derdić, načelnik općine Peteranec te gosp. Hrvoje Nekić, glavni tajnik HZTK-a koji je ujedno i otvorio izložbu.

Uz prisutne govornike, svečanom otvorenju prisustvovao je koordinator izložbenog postava gosp. Kristian Matas iz HUVMa te velik broj branitelja pripadnika 117. br HV Koprivnica, kao i članova njihovih obitelji i prijatelja. Nakon otvaranja, svi prisutni obišli su izložbeni postav koji smo dodatno obogatili s nekoliko novih panoa s ratnom pričom iz Koprivnice i njene okolice.



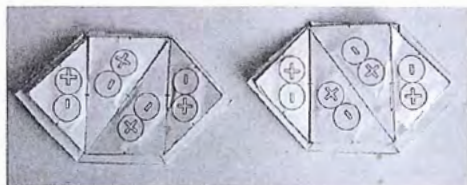
MOZGALICA: DVIJE TEMELJNE PIRAMIDE

Zagrebački matematičar Karlo Šoštarić istraživao je različite vrste poliedara. Zanimalo ga je kako rastaviti tijelo na manje poliedre ili od kojih se najjednostavnijih poliedara može izgraditi neki veći. Otkrio je da se velik broj poliedara može izgraditi samo s određenim brojem dviju simetričnih trostranih piramida. Uočio je sljedeće dvije simetrične trostrane piramide/tetraedra čije su mreže (vidi Sliku 1.).

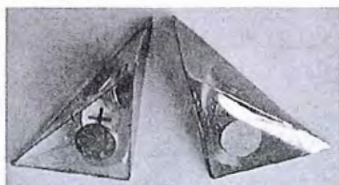


Slika 1.

Kako bi mogao slagati piramide jednu do druge, osmislio je lijepljenje malih magneta unutar mreže (Slika 2.).



Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.

Na Slici 3. prikazani su modeli dvaju temeljnih tetraedara s magnetima.

Prijedlog: Na kartonu ili nekoj čvršćoj podlozi nacrtajte/konstruirajte mrežu dviju piramida i obojite ih crvenom i bijelom bojom. Načinite određeni broj crvenih i bijelih piramida s magnetima.

Problem: Složite:

- kocku (vidi Sliku 4.),
- zvijezdu (vidi Sliku 5.).
- Koliko treba kojih tetraedara za svako od ova dva tijela?
- Možete li složiti neko drugo tijelo i s koliko temeljnih tetraedara?



Slika 5.

Nagrada: Svaki Matkač koji pošalje rješenje (nacrtano ili načinjeno od nekog materijala), dobit će jednu knjigu iz Matkine biblioteke ili Matkinu bilježnicu.





MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

Piše: Borislav Božić, prof.

KAMERA-E-FAOREE

Živimo u digitalnom svijetu koji u zadnje vrijeme sve više potpomaže umjetna inteligencija. Znamo da je ljudskoj evoluciji svojstveno da inovira i da te inovacije suvislo koristi za svoju dobrobit i za daljnji napredak vlastite vrste pa se stare, tj. prevladane tehnike i tehnologije najčešće zaboravljaju jer ih nasljeđuje nešto uspješnije i korisnije. Da se to ne dogodi, različiti muzeji i zbirke prikupljaju i čuvaju sve što je dio ljudske povijesti te se i analogna fotografska oprema i tehnologija tako čuvaju. No tehnološki napredak ne primjenjuje se podjednako u svim geografskim područjima ovoga planeta, odnosno u svim zemljama svijeta i u tom smislu govorimo o razvijenim i manje razvijenim zemljama. To se događa i s fotografskim radom; u nekim se zemljama primjenjuje savršena i najnovija digitalna tehnologija, a u nekim se još uvijek na najjednostavniji način radi analogna fotografija, i to na ulicama većih gradova. Daskora se radilo iz čistih ekonomskih razloga, a sada uglavnom taj analogni fotografski ulični rad ima turističku svrhu. Govorim o drvenim uličnim kamerama koje su ujedno i kamere i mali laboratoriji. Njima se fotografira i u njima se fotografija razvija.



Fotografija prikazuje uličnog fotografa na ulici Kabula u Afganistanu s kamera-e-faoree što bi u prijevodu značilo instant kamera.

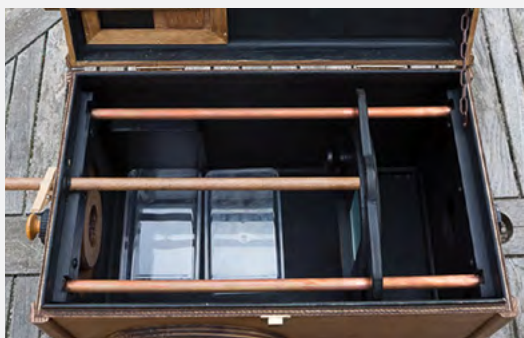


Ova vrsta kamere ujedno je i fotoaparat i laboratorij za crno-bijelu fotografiju. To je ustvari drveni sanduk u kojem su smještene posude s kemikalijama, mutno staklo za izoštravanje i hvataljke za fotopapir. Na jednoj strani ovoga sanduka je objektiv, a na suprotnoj strani od objektiva su vratašca koja se otvore kada se model kadrira i izoštrava. S gornje je strane, tj. na poklopcu, mali otvor za jedno oko kroz koji gledamo i kontroliramo postupak razvijanja. S obzirom na to da ima dosta poluga i vratašca, sve mora biti napravljeno tako da unutrašnjost bude svje-

tlosno nepropusna. S jedne bočne strane je otvor s rukavom kroz koji se provuče ruka u unutrašnjost kamere radi postavljanja papira i razvijanja snimke. Dakle, manipuliramo jednom rukom i tu treba nešto više vježbe i spretnosti. Na slici ispod desno vidi se ploča ispred objektiva na koju se stavlja negativ koji se presnimi i ponovo razvija kako bi se dobio pozitiv. Kada se završi presnimavanje, ploča za držač negativa spušta se ispod zahvata objektiva kako bi se mogao fotografirati novi model.



Desno na fotografiji u unutrašnjosti kamere vide se dvije posude za kemikalije. Ovdje nema posude s prekidačem i direktno se iz razvijaača fotopapir uranja u fiksir. Izostavljanjem prekidača nešto se brže troši fiksir, ali smo na to prinuđeni zbog skućenosti prostora u unutrašnjosti kamere. S obzirom na ostale funkcionalne dijelove u unutrašnjosti kamere, dok razvijamo moramo biti vrlo dobro uvježbani kako



bismo bez gledanja mogli uspješno razviti fotografiju. No to nije posebno teško, ali prije samog razvijanja naslijepo treba vježbati. Na većoj slici iznad ovoga teksta umjetnik Vejnović pokazuje unutrašnjost kamere i njene funkcionalne dijelove, te kako se njima

upravlja. Ova drvena kamera vrlo često izgleda nezgrapno, ali njome vrlo kvalitetno i na licu mjesta možemo fotografirati i razviti fotografiju. Svaki fotograf svoju kameru ukrašava po vlastitom estetskom nahođenju.

Desno od ovoga teksta je fotografija gornjeg dijela drvene kamere na kojem se vidi rebrasta okrugla cijev. To je ustvari otvor kroz koji autor gleda proces razvijanja. Skroz desno je scena kada autor gleda kroz tu cijev u unutrašnjost kamere. Ispod cijevi je crveni filter koji sprečava prolazak dnevnog svjetla.



ANALIZA FOTOGRAFIJA

Žarko Vijatović

Rođen je 1952. u Washingtonu D.C., u SAD-u. Završio je zagrebačku ALU, slikarski smjer, ali od 1987. godine intenzivno se bavi fotografijom. Živi i radi u Parizu. Član je francuske udruge umjetnika Maison des Artistes od 1994. godine.

Snimio Frank Elbaz

Naš autor po obrazovanju je akademski slikar što podrazumijeva dobro poznavanje slike, tj. i prirodni i školovani senzibilitet za likovno djelo. U tom smislu fotografija je nadogradnja, a u ovom slučaju i potpuna umjetnička preokupacija. Dobar je poznavatelj povijesti umjetnosti, ne samo u općim okvirima već i personalnim odnosima pojedinih umjetnika tako da iz tih različitih umjetničkih razmišljanja gradi svoj fotografski diskurs. Ovdje donosimo dva rada iz ciklusa "Normandija" i o tom fotografskom radu, preciznije o izložbi "Normandija" uvažena kustosica Leila Topić piše: *Geometrijsko promišljanje i promjena planova od općeg prema krupnom planu je,*



rekla bih, upravo onaj domišljati supstitut koji nadomješta teksturu fotografije, spomenuti impasto o kojemu su razmišljali Fried i Demand. Geometrijska kompozicija, okomice i vertikale kao i pažljivi odabir suvremenih motiva koji nastanjuju Vijatovićeve prizore učestalo zamućuju geografski i povijesno-umjetnički imaginarij Normandije.

Privedio je niz samostalnih i skupnih izložbi u Hrvatskoj i Francuskoj. Dobitnik je Nagrade "Ilford" za crno-bijelu fotografiju 1992. godine. Fotografije Žarka Vijatovića nalaze se u zbirka-
ma MSU-a u Zagrebu i splitske Galerije umjetnina. Trenutno su izložene u Muzeju suvremene umjetnosti u Zagrebu u stalnom postavu "Zbirka kao glagol".



Škripa i lom čelika preparali su vruće poslijepodne kako su robotske ruke za rezanje, opremljene laserima, odsjekle komad divovskog svemirskog kruzera. Tone teška sekcija strovalila se u prašinu, što je zastrla cijelu olupinu. Nije se ni slegla, a već su se roboti bacili na odrezani dio trupa i stali ga rasijecati na još manje dijelove koji će konačno biti složeni u ploče za talionički kompleks. Ovdje se ništa nije bacalo. Vickers, šef smjene, poveo me dalje, još skoro tristo metara do kontejnera uprave rezališta.

“Dođite, McKinley, kod mene je svježije.” Nadam se, pomislio sam.

Za divno čudo, bilo je. Preletio sam pogledom preko niza nadzornih zaslona. Vickers je sjeo u svoj naslonjač.

“Ovo je samo da pratim što se događa”, pokazao je. “Ekipa za upravljanje rezačima je u kontejnerima na drugom kraju rezališta.”

“Ovo bi moglo raditi i samostalno”, primijetio sam. Na zaslonima se mogao pratiti svaki robot, što mu je bio zadatak i dokle je stigao u izvršenju.

“Istina”, Vickers će. “Ali propisi zahtijevaju ljudsko upravljanje. Rezalište je vrlo opasan pogon. Ruke vas ubiju samo tako. A i odrezani komadi!”

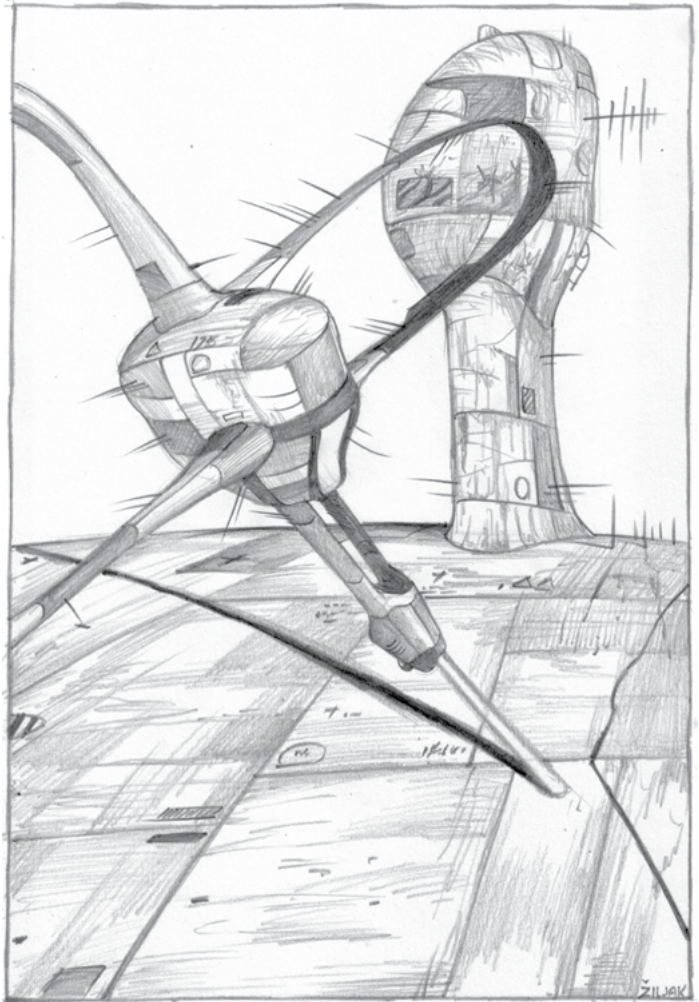
“Ne bi trebalo.”

“Ne bi trebalo, ali senzori... znate...” Kimnuo sam glavom. “Nego, podsjetite me, koja vas točno olupina zanima?”

Fram je rashodovan, spušten iz orbite i predan u rezalište prije šest standardnih mjeseci. Nije bio veliki brod, nekih sto metara dugačak. Uobičajeni teretnjak, s dvadeset putničkih kabina i osam članova posade. Znao sam da je u toj klasi bilo nekih 1250 brodova u tri osnovne verzije. Sam po sebi, *Fram* nije bio ništa posebno.

“Dugo stoji”, pogledao sam Vickersa. Slegnuo je ramenima.

“Vidite i sami, McKinley”, pokazao je rukom naokolo. “Imamo posla. Manji brodovi – niži prioritet. Veliki brodovi zauzimaju mjesto, hoćemo ih se što prije riješiti. I više izvučemo iz njih.”



“Je li što već skinuto s broda?”

“Pipnuli ga nismo”, potvrdio je Vickers. “Teoretski, ako ga tko hoće vratiti u promet...”

“Je li bilo interesenata?”

“Ne. Iskreno, i vi me čudite.”

“Dobili ste upute”, podsjetio sam Vickersa.

“Jesam”, pružio mi je zaštitnu kacicu sa svjetiljkom. “I rečeno mi je da ništa ne pitam.”

“Ne morate sa mnom”, rekao sam mu.

“Propisi, kapetane”, samo je odvratio, nabivši svoju kacicu na glavu.

Dva snopa svjetla šarala su zidovima tamnog hodnika. *Fram* je po slijetanju bio skinut s napajanja, plazma u reaktoru ugašena i brod je od tada bio u mraku. Srećom, tlocrt sam znao napamet. Vodio sam Vickersa prema teretnom bloku. Ako su informacije bile točne, zanimalo me je skladište 12.

Dvadesetak znojnih minuta kasnije, stajali smo pred vratima na kojima je velikim žutim brojkama s crnom sjenom pisalo '12'. U brodu je bilo vruće, ovako bez struje i klime.

„Sad moramo uprijeti“, pogledao sam Vickersa. Nije bio baš sretan, ali obećan mu je bonus. Da je poveo još nekoga, morao bi ga dijeliti, pa će zato morati zajedno sa mnom pogurati vrata ustranu. Tja, što se mora...

Brod je, iako star te nakon šest mjeseci ljenčarenja, svejedno bio kao jučer podmazan: vrata smo otvorili bez pretjeranog napora i bez potrebe da dovlačimo prijenosni robotski rezač.

“I što sad tražimo?”, upitao me Vickers. Njegove su upute bile vrlo kratke i neinformativne. Svjetla su otkrivala potpuno prazno skladište.

Osim što sam očekivao, prema uputama koje sam dobio, da nije bilo.

Maleni laserski rezač koji sam imao u džepu bio je dovoljan da u jednom kutu skladišta otvorim rupu u zidu iz kompozitnog materijala. Osvijetlio sam u prostor iza zida. Unutarnje instalacije, konstrukcijski elementi, uobičajeni krš i lom za sve one koji ne znaju u što gledaju. Ja sam znao. I nisam bio sretan s onim što vidim.

Opsovao sam.

“Što nije u redu?”, Vickers je pogledao preko mog ramena u rupu.

“Ukratko“, okrenuo sam se, “ovdje je trebao počivati komad male umjetno inteligentne fungomehanoidne gamadi, koji je pobjegao iz transportne ambalaže i provukao se kroz onaj tamo ventilacijski otvor“, pokazao sam prstom. Rešetka je bila iščupana i odbačena na pod. “Neću gubiti vrijeme na to kako i otkud znam. Eksperimentalna serija, poslana u tajnosti. To je bila zadnja roba koju je *Fram* prevezio prije otpisa. Zato je i trajalo šest mjeseci da se rekonstruira gdje je malac najvjerojatnije završio. Ono što je bitno, nema ga ovdje.”

“Gdje bi mogao biti?”

“Bilo gdje u brodu“, slegnuo sam bespomoćno ramenima. “Stvar je bazirana na gljivama s bio-

elektronskim međusklopovima, zato se vjerovalo da neće stići daleko. Preračunali su se.”

“Tko to?” Nisam htio na to odgovoriti. Što manje Vickers zna, to bolje. Po njega. Uz mene nije teško izgubiti glavu.

“Recimo samo da ponekad radim prljave poslove za službene agencije koje će ostati neimenovane. Razumijete?”

“Dobro“, pogledao me Vickers nakon kratke stanke. Razumio je. I htio je da mu glava ostane tu gdje je. “Što ta gljiva s nogama radi?”

“Može se spojiti na bilo što i preuzeti upravljanje. Izvorno nije bila zamišljena da ima dobre namjere. Recimo, uvuče se u neprijateljski tenk, spoji se na njegove upravljačke krugove i onda...”

“Da, mogu zamisliti“, kimao je Vickers. “Srećom, ovdje nema tenkova.”

A onda mi je nešto palo napamet. I nisam zbog toga postao sretniji.

“Ali imate laserske robotske ruke za rezanje.”

E sad, mi smo mogli upotrijebiti lasere da razrežemo *Fram* i uništimo fungomehanoid. Ili je on mogao upotrijebiti lasere da razreže *Fram* i uništi nas. Bilo je samo pitanje tko će biti brži.

Fungomehanoid nas je preduhitrio.

Laserski snop prorezao je kroz stijenke broda kao kroz maslac i počeo rezati po skladištu broj 12. Rezač je bio brz, laser pri punoj snazi. Jedva sam izbjegao snop, opahnula me vrelina kako je prošarao na pola metra iznad mene. Za njim drugi.

“Ovamo!“, zgrabio me Vickers i povukao prema vratima.

Izletjeli smo u hodnik, praćeni laserima. Još jedan snop pokušao nam je presjeći put. Pognuti smo projurili ispod njega, a onda se pod zatresao i uz škripu nagnuo. Laseri su sjekli brod na komadiće, konstrukcija je škripala kako su se stijenke rušile, a nivoi propadali. Trčali smo prema ulazu u *Fram*. Van, što brže van! Dok se sve ne sruši na nas ili nas ne prereže neki snop.

Trup se zanjihao kao da je na podivljalom moru, bacan valovima. A onda se prevrnuo, kako se uz zaglušujući tresak pola trupa odvalilo i palo. Tresnuli smo o stijenku, Vickers je poletio u bezdan što se iznenada otvorio pod njim. Uhvatio sam ga za jaknu i povukao k sebi. Kaciga mu je sletjela s glave i progutala ju je tama. Srećom, jakna je bila čvrsta, radna, nije se razderala.

Laserski snop probušio je zid i stao ga rezati, nepogrešivo nas prateći. Smrad spaljene izola-

cije, rezao je kablove. Skotrljali smo se niz pod i onda u procijep, bolno smo tresnuli kat niže. Skočio sam na noge, uhvatio se za neke ljestve.

“Idemo!”, povikao sam. Vickersu nije trebalo ponavljati, na vrijeme smo izmakli odsječnim cijevima što su se dokotrljale do mjesta gdje smo bili sekundu ranije. Buka je bila zaglušujuća. Vickers je negdje udario glavom, krv mu je curila niz čelo. Bijesno ju je otro prstima, a onda je postao svjestan crvene diode što mu je treperila na primopredajniku.

Sve se oko nas urušavalo. Vickers je zgrabio uređaj i samo se izderao “ZNAM!” u njega. To su mu sigurno javljali da su rezači podivljali.

Tada se olupina zatresla uz gromovit prasak. Noge nas nisu uspjele držati, srušili smo se. Nešto je eksplodiralo, pogodeno laserom. Plamen je pokuljao uvis, kroz konstrukciju i put neba. Nekako smo se uspravili, ali primijetio sam da se jedan laserski snop na nekoliko sekundi ugasio.

Tek na nekoliko sekundi, ali dovoljno da shvatim da su eksplozija i vatra nekako omeli fungomehanoid.

“Imam dobru i lošu vijest!”, povikao sam.

“Koja je dobra?”

“Gamad je tu negdje, na brodu.”

“A loša?”

“Trebamo plamenobacač!”

Olupina se opet zatresla, repni dio se otkotrljao, odsječen laserima. Snopovi su šarali kroz trup, ostavljajući za sobom trag uništenja. Fungomehanoid se bacio na reaktorsko postrojenje.

A onda sam primijetio gdje izvana u trup ulazi prašina. Svjetlo. Potrčali smo, prije no što nas zatrpaju neke cijevi ili zidovi. I dok su laseri komadali torus, mi smo se istresli van i bacili se u bijeg, što dalje od hrpe što je do koju minutu bila svemirski brod.

Svugdje oko nas, tutnjava. Laseri, rušenje konstrukcija. Po cijelom su rezalištu rezači sjekli trupove. Vidio sam u daljini operatere kako bježe.

Nismo ni mi gubili vrijeme. Tresnuli smo o ogradu i pohitali prema parkiralištu na ulazu. Jedan laser prošarao je tik iznad nas i rasjekao Vickersov kontejner. A onda se bacio na automobile. U pola minute, pretvorio ih je sve u buktinje.

Srećom, i Vickers i ja imali smo kondicije za trčanje. Projurili smo pored ulazne brklje i nismo se zaustavljali dok nismo primijetili kako nas laseri više ne slijede.

Ono što je do prije sat vremena bilo polje uredno poredanih brodova i robotskih rezača, sad je bilo hrpa nasumce razrezanih trupova. Iz mnogih je kuljao dim. Vickers je razgovarao na radio, shvatio sam da su mu se svi ljudi stigli izvući na sigurno. Otro sam znoj s čela, vrućina nije popuštala.

Razmišljao sam što da radim. Fungomehanoid je još uvijek bio negdje unutra. Razvalio je cijelo rezalište i samo srećom nije nikog ubio. Mogao sam samo pretpostaviti kako je još uvijek negdje u olupini *Frama*. Drugi neka razbijaju glavu kako je odatle preuzeo kontrolu nad cijelim rezalištem, pomislio sam.

“Što sad?”, pitao me Vickers.

“Pojma nemam”, odmahnuo sam glavom. Nisam obavio posao, a vrijeme je istjecalo. Rezalište je udaljeno od najbližeg grada, ali svejedno će se uskoro ovdje naslagati gomila policijskih, vatrogasnih i ambulantnih vozila. A onda će se tajni zadatak pretvoriti u opći cirkus. “Plamenobacač?”

“Otkud mi?” Tako sam i mislio. Posegnuo sam za svojim radiom. Stvar je postala prevelika za mene samoga. Morat će preuzet agencija koja me poslala. I to što prije.

A onda smo začuli zujanje. Pogledali smo se.

Iz hrpe rasječenih olupina stao se dizati mali prijevozni modul. Očito je ostao na nekom od brodova predviđenih za rezanje. I očito je preživio. Sad se uspinjao, nošen svojim antigravitacijskim generatorom.

Vickersu i meni nije trebalo govoriti tko njime upravlja. Kako se gljiva prebacila do njega, pojava nismo imali. Tek, modul se zaustavio na nekih tristo metara visine. Iznutra, kao da nas je fungomehanoid odmjeravao. A onda je modul poletio prema nama, pa se propeo u zrak i u trespaju oka nestao u nebeskom plavetnilu.

Samo sam slegnuo ramenima, tipkajući broj čovjeka u agenciji. Fungomehanoid je dobio ovu rundu, pokazao je da s njim nema zafrkavanja, i neka se dalje oni s njim zabavljaju kako znaju i umiju.

Aleksandar Žiljak

Roboti nogometaši

Roboti koji igraju nogomet pokazuju koliko okretni mogu biti strojevi pokretani umjetnom inteligencijom

ChatGPT i drugi alati umjetne inteligencije već mijenjaju naše digitalne živote. Ali naše AI interakcije sada će postati fizičke.

Humanoidni roboti koje pokreće određena vrsta umjetne inteligencije mogu bolje osjetiti svijet i reagirati na njega od prijašnjih strojeva. Takvi agilni roboti mogli bi pomoći u tvornicama, svemirskim postajama i drugdje.

Vrsta umjetne inteligencije o kojoj je riječ naziva se *učenje s potkrepljenjem*. A dva nedavna rada u časopisu *Science Robotics* naglašavaju mogućnost da će u budućnosti robotima dati okretnost poput ljudske.

“Vidjeli smo stvarno prekrasan napredak umjetne inteligencije u digitalnom svijetu s alatima kao što je GPT,” kaže Ilija Radosavović, informatičar koji radi na Sveučilištu Berkeley u Kaliforniji. “Ali”, dodaje, “mislim da umjetna inteligencija u fizičkom svijetu ima potencijal biti čak i više.”

Do sada je softver za upravljanje dvonožnim robotima često koristio nešto što se naziva *pre-*

diktivno upravljanje temeljeno na modelu. Ovdje se robotov “mozak” uvelike oslanja na unaprijed postavljene upute o tome kako se kretati. Robot Atlas tvrtke Boston Dynamics jedan je takav primjer. Dovoljno je graciozan za *parkour*, ali roboti s ovakvim mozgovima zahtijevaju mnogo ljudske vještine za programiranje. I ne prilagođavaju se dobro novim uvjetima.

Učenje s potkrepljenjem može biti bolji pristup. U ovoj postavci, model umjetne inteligencije ne slijedi unaprijed postavljene upute, već uči kako djelovati samostalno, pokušajima i pogreškama.

“Željeli smo vidjeti koliko daleko možemo pogurati učenje potkrepljenjem kod stvarnih robota”, kaže računalni znanstvenik Tuomas Haarnoja koji radi za Google DeepMind u Londonu, Engleska. U jednoj od novih studija, on i njegov tim razvili su sustav za upravljanje robotom igračkom visokim 50,8 cm, nazvanim OP3. Htjeli su ga naučiti ne samo hodati već i igrati nogomet jedan na jedan.

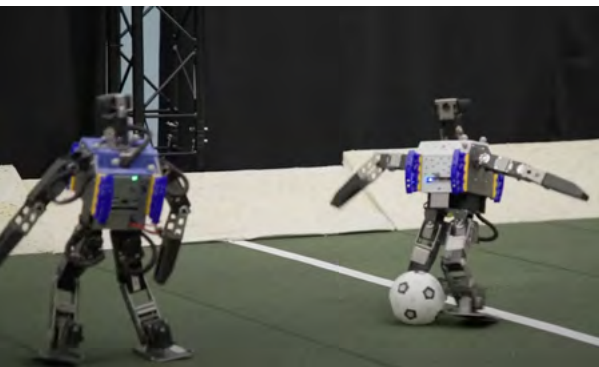
Nogometni roboti

“Nogomet je lijepo okruženje za proučavanje općeg učenja s potkrepljenjem. Zahtijeva planiranje, agilnost, istraživanje i natjecanje”, kaže član tima Guy Lever koji također radi za Google DeepMind u Londonu.

Veličina igračke robota koji su trenirali omogućila je timu da izvodi mnogo eksperimenata na svojim strojevima i uči na svojim pogreškama. Naime, većim robotima teže je upravljati i popravljati ih. Ali prije korištenja njihovog AI softvera za kontrolu stvarnih robota, tim ga je trenirao na virtualnim botovima.

Ova obuka odvijala se u dvije faze. U prvoj tim je obučavao jedan AI model samo da podigne virtualnog robota s tla kroz učenje s potkrepljenjem. Ova vrsta učenja također je pomogla drugom modelu umjetne inteligencije da shvati kako zabijati golove bez pada.

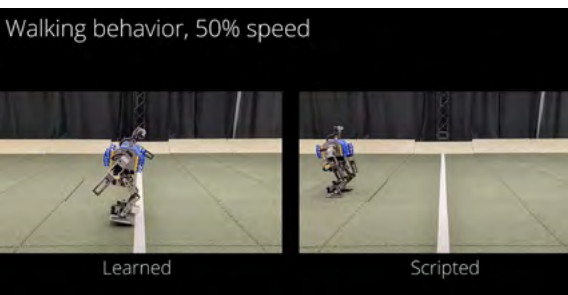
Dva modela umjetne inteligencije mogla bi “osjetiti” gdje se nalazi virtualni robot, znajući položaje i pokrete njegovih zglobova. AI modeli



Video 1

<https://www.youtube.com/watch?v=m3wJGDiSxWY>

Dva mala, humanoidna robota igraju nogomet nakon što su obučena učenjem s potkrepljenjem. Ova vrsta umjetne inteligencije pomaže robotima da budu spretniji i otporniji u usporedbi s onima koji su trenirani pomoću tradicionalnog računalnog koda.



Video 2

<https://www.youtube.com/watch?v=FHIFOYo5W-k>

Roboti pokretani umjetnom inteligencijom naučili su se kretati sami, kroz učenje s potkrepljenjem. Dobili su podatke o položaju i pokretima svojih zglobova. Koristeći vanjske kamere, mogli su vidjeti i položaje svega ostalog u igri. Te su im informacije pomogle da uče brže od robota koji su trenirani pomoću unaprijed postavljenih uputa.

također mogu otkriti lokaciju svega ostalog u ovom virtualnom svijetu.

Umjetna inteligencija mogla bi koristiti te podatke za usmjeravanje zglobova virtualnog robota na nove položaje. Kada su ti pokreti pomogli robotu da dobro igra, tada su AI modeli dobili virtualnu nagradu. A to ih je potaknulo da više koriste ta ista ponašanja.

U drugoj fazi, istraživači su istrenirali treći AI model da oponaša svaki od prvih dva. Također je naučio kako zabijati protiv drugih verzija sebe.

Kako bi opremili taj model umjetne inteligencije s više vještina za kontrolu robota u stvarnom svijetu, istraživači su promijenili različite aspekte njegova virtualnog svijeta.

Na primjer, nasumično su promijenili količinu trenja s kojom se virtualni robot susreće. Istraživači su također nagradili AI ne samo za postizanje golova već i za druge korisne radnje. Na primjer, AI model je dobio nagradu jer nije previše uvrnuo koljeno virtualnog robota. To je poticalo pokrete koji mogu pomoći u izbjegavanju ozljeda koljena u stvarnom svijetu.

Konačno, AI je bio spreman za rukovanje pravim robotima. Oni kojima je upravljala ova umjetna inteligencija hodali su gotovo dvostruko brže od onih kojima je upravljao softver treniran pomoću unaprijed postavljenih uputa. Novi roboti temeljeni na umjetnoj inteligenciji također su se okretali tri puta brže i trebalo im je manje od upola manje vremena da ustanu. Čak su pokazali i naprednije vještine. Ovi roboti mogu glatko povezati niz akcija.

“Bilo je jako lijepo vidjeti složenije motoričke vještine”, kaže Radosavović. Softver AI nije naučio samo pojedinačne nogometne poteze već i planiranje potrebno za igranje igre – kao što je znati stati na put protivnikovom udarcu.

U prirodnoj veličini

U drugoj novoj studiji Radosavović i njegovi kolege radili su sa strojem. Istrenirali su AI sustav za upravljanje humanoidnim robotom, nazvanim Digit. Visok je oko 1,5 m i ima koljena koja se savijaju unatrag, poput onih kod noja.

Pristup ovog tima bio je sličan pristupu Google DeepMindu. Obje grupe trenirale su svoje umjetne inteligencije koristeći učenje s potkrepljenjem. Ali Radosavovićev tim koristio je određenu vrstu AI modela koji se zove transformator. Ova vrsta uobičajena je u velikim jezičnim modelima, poput onih koji pokreću ChatGPT.

Veliki jezični modeli uzimaju riječi kako bi naučili kako napisati više riječi. Na gotovo isti način, umjetna inteligencija koja je pokretala Digit gledala je prošle akcije kako bi naučila kako djelovati u budućnosti. Konkretno, gledalo se što je robot osjetio i napravio u prethodnih 16 snimaka vremena. Na temelju tih podataka, AI model je isplanirao sljedeću radnju robota.

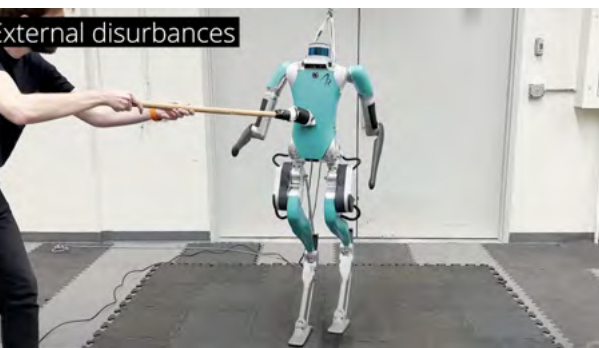
Poput softvera za igranje nogometa, ovaj AI model prvi je naučio upravljati virtualnim robotima. U digitalnom svijetu morao je prijeći teren koji uključuje ne samo padine već i kablove o koje se robot mogao spotaknuti.

Nakon treninga u virtualnom svijetu, AI sustav preuzeo je pravog robota za cijeli tjedan testova na otvorenom. Nije se niti jednom prevrnuo. U laboratoriju se robot mogao nositi s time da se na njega baci lopta na napuhavanje.

Općenito, sustav umjetne inteligencije kontrolirao je ovog robota bolje od tradicionalnog softvera. S lakoćom je hodao preko dasaka na tlu i uspio se popeti na stepenicu, iako nije vidio stepenice tijekom treninga.

Na dvije noge

Posljednjih nekoliko godina učenje s potkrepljenjem postalo je popularno za upravljanje četveronožnim robotima. Ove nove studije pokazuju da se iste tehnike mogu primijeniti i na dvonožne strojeve. Također pokazuju da roboti izgrađeni na učenju s potkrepljenjem rade jednako dobro, ako ne i bolje, od onih koji koriste



Video 3

<https://www.youtube.com/watch?v=d5qNkzzLOLI>

Ovaj dvonožni robot naučio je nositi se s raznim fizičkim izazovima. To uključuje hodanje po različitim terenima i gubitak ravnoteže s loptom za vježbanje. Dio robotove obuke uključivao je model transformatora (poput onog koji se koristi u ChatGPT-u) za obradu podataka i odlučivanje o njegovom sljedećem kretanju.

unaprijed postavljene upute, kaže Pulkit Agrawal, informatičar na Massachusetts Institutu za tehnologiju u Cambridgeu.

Budućim AI robotima možda će trebati spretnost Google DeepMindovih nogometaša. Možda će im trebati i vještina za sve terene koju je pokazao Digit. Oba su potrebna za nogomet. A to je, kaže Lever, "veliki izazov za robotiku i umjetnu inteligenciju već neko vrijeme."

Ključne riječi

Okretan: Sposoban se brzo kretati i okrenuti prema potrebi uz vještinu i malo vidljivog napora. Ponekad se izraz primjenjuje na razmišljanje i upravljanje projektima, kao i na sportske aktivnosti.

Umjetna inteligencija: Vrsta odlučivanja temeljena na znanju koje pokazuju strojevi ili računala. Pojam se također odnosi na područje proučavanja u kojem znanstvenici pokušavaju stvoriti strojeve ili računalni softver sposoban za inteligentno ponašanje.

Kolega: Netko tko radi s drugim; suradnik ili član tima.

Podaci: Činjenice i/ili statistika prikupljene zajedno za analizu, ali ne nužno organizirani na način koji im daje značenje. Za digitalne informacije (vrste koje pohranjuju računala), ti su podaci obično brojevi pohranjeni u binarnom kodu, prikazani kao nizovi nula i jedinica.

Digitalno: (u informatici i inženjerstvu) Pridjev koji označava da je nešto numerički razvijeno na računalu ili na nekom drugom elektroničkom uređaju, temeljeno na binarnom sustavu gdje su svi brojevi prikazani korištenjem niza samo nula i jedinica.

Dinamičan: Pridjev koji označava nešto što je aktivno, mijenja se ili se kreće.

Okoliš: Zbroj svih stvari koje postoje oko nekog organizma ili procesa i uvjeta koje te stvari stvaraju. Okoliš se može odnositi na vrijeme i ekosustav u kojem neka životinja živi ili, možda, temperaturu i vlažnost.

Trenje: Otpor na koji jedna površina ili objekt nailazi kada se kreće preko ili kroz drugi materijal kao što je tekućina ili plin. Trenje općenito uzrokuje zagrijavanje, koje može oštetiti površinu nekog materijala dok se trlja o drugi.

Veliki jezični model: (u računalstvu) Jezični modeli su vrsta strojnog učenja. Oni pokušavaju predvidjeti nadolazeće riječi (u tekstu ili govoru), a zatim predstavljaju ta predviđanja koristeći riječi koje bi gotovo svatko trebao razumjeti. Modeli to uče pregledavajući velike količine teksta ili govora. Kao što bi njihov naziv implicirao, veliki jezični modeli treniraju koristeći ogromne količine podataka. Oni organiziraju te podatke i daju im smisao pomoću "neuralnih mreža", sheme koja se malo razlikuje od putova živaca u ljudskom mozgu. Veliki jezični modeli ne uče samo riječi, već i fraze sastavljene od mnogo riječi. Oni čak mogu učiti iz konteksta u kojem je sročena nova fraza i ideja.

Motoričke sposobnosti: Sposobnost izvođenja kontroliranih pokreta, posebno rukama ili nogama.

Navigacija: Pronalaženje puta kroz krajolik pomoću vizualnih znakova, senzornih informacija (poput mirisa), magnetskih informacija (poput internog kompasa) ili drugih tehnika.

Parkour: Francuski izraz za vrstu aktivnosti nalik gimnastici gdje se ljudi kreću kroz prostor skačući i pentrajući se, oko i između zidova i drugih prepreka. Pokreti su vrlo brzi i tečni. Neki mogu uključivati skokove ili prevrtanje preko ograde, stepenica ili drugih struktura. Ljudi se čak mogu penjati po zidovima ili skakati s jednog zida ili ograde na neku drugu strukturu.

Potkrepljenje: Neka posljedica koja vodi buduće ponašanje životinje ili osobe. Ako štakor pritisne polugu i primi kuglicu hrane, ta kuglica



Naravno, igranje nogometa teško da je primarni cilj robota obučenih umjetnom inteligencijom. Hodajući kiburzi bi jednog dana mogli biti poslani u uvjete koji su previše opasni za ljude – od okruženja kratkih otrovima do dalekih planeta. I morat će moći samostalno upravljati tim nepoznatim i izazovnim terenima.

Izvor: gremlin/E+/Getty Images Plus

hrane postaje potkrepljenje za guranja poluge – to je nagrada koja će štakora naučiti da ponovno pritisne polugu.

Učenje s potkrepljenjem: Pristup podučavanju u kojem životinja ili osoba uči obavljati određeni zadatak kako bi dobila željenu nagradu.

Otpornost: Sposobnost brzog oporavka od neuspjeha.

Robot: Stroj koji može osjetiti svoje okruženje, obraditi informacije i odgovoriti određenim radnjama. Neki roboti mogu djelovati bez ikakvog ljudskog sudjelovanja, dok druge vodi čovjek.

Padina: (u geologiji) Strmo nagnuta strana litice, brda ili planine.

Softver: Matematičke upute koje upravljaju hardverom računala, uključujući njegov procesor, da izvrši određene operacije.

Upravljati: Usmjeravati kretanje nečega (vozila, osobe ili ideje) u nekom određenom smjeru.

Sustav: Mreža dijelova koji zajedno rade kako bi postigli neku funkciju. Na primjer, krv, krvne žile i srce primarne su komponente krvožilnog sustava ljudskog tijela. Slično tome, vlakovi, peroni, tračnice, cestovni signali i nadvožnjaci među potencijalnim su komponentama nacionalnog željezničkog sustava. Sustav se čak može primijeniti na procese ili ideje koje su dio neke metode ili uređenog skupa postupaka za obavljanje zadatka.

Teren: Zemljište u određenom području i ono što ga pokriva. Izraz se može odnositi na bilo što, od glatkog, ravnog i suhog krajolika do planinskog područja prekrivenog stijenama, močvarama i šumom.

Oruđe: Predmet koji osoba ili druga životinja napravi ili dobije i zatim koristi za obavljanje neke svrhe kao što je dohvaćanje hrane, obrana ili njegovanje.

Transformacijski: (pril.) Od korijena riječi transformirati, što znači promijeniti, ovaj izraz odnosi se na sposobnost nečega da se prilagodi u velikoj mjeri ili donese veliko poboljšanje u nekoj situaciji.

Virtualno: Biti gotovo kao nešto. Objekt ili koncept koji je virtualno stvaran bio bi gotovo istinit ili stvaran, ali ne sasvim. Izraz se često koristi za označavanje nečega što je računalo modeliralo ili postiglo pomoću brojeva, a ne pomoću dijelova iz stvarnog svijeta. Dakle, virtualni motor bio bi onaj koji bi se mogao vidjeti na zaslonu računala i testirati računalnim programiranjem, ali to ne bi bio trodimenzionalni uređaj napravljen od metala. U računalstvu – stvari koje se izvode u ili digitalnom obradom i/ili na internetu. Na primjer, virtualna konferencija može biti mjesto gdje su ljudi prisustvovali gledajući je preko interneta.

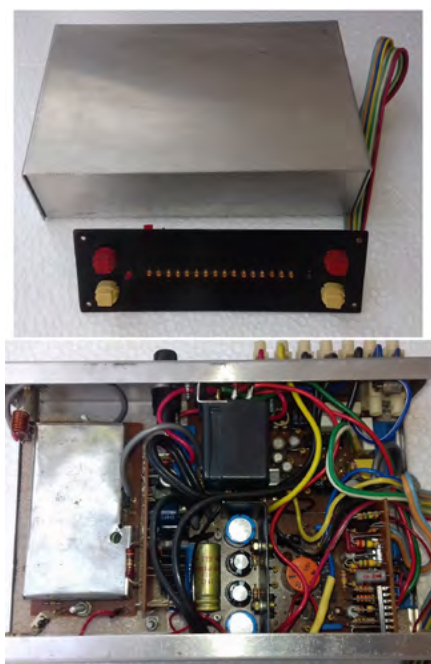
Izvor: www.snexplores.org

Snježana Krčmar

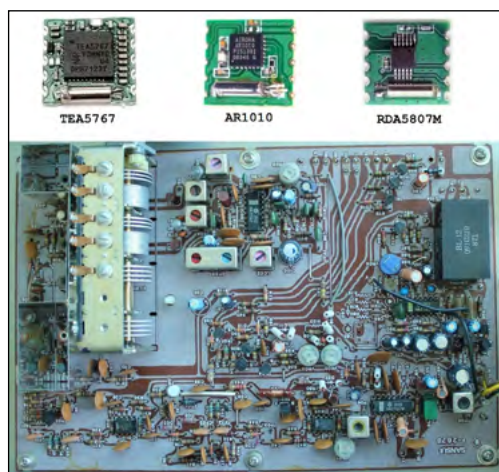
FM radioprijemnik (1)

Jeste li ikada pokušali napraviti radioprijemnik? Ja jesam, prije više od 40 godina, i bilo je to sjajno iskustvo (Slika 1). Upotrijebio sam najbolje integrirane krugove koji su se tada mogli naći na tržištu, i dobro mi je služio punih deset godina u mom prvom automobilu. Vremena su se otad promijenila, noviji automobili dolazili su s već ugrađenim radioprijemnicima pa je tako i moj raritetni primjerak završio u ormaru s drugim uspomena. I strpljivo je tamo čekao dok ga nedavno nisam ponovo priključio na akumulator – proradio je od prve!

Povod ovom povratku u prošlost bogata je ponuda jeftinih FM stereomodula u internetskim trgovinama. Slika 2 ilustrira dio te ponude: u gornjem redu prikazani su moduli TEA5767, AR1010 i RDA5807M koji obavljaju funkciju FM tjunera, a u donjem se, usporedbe radi, nalazi fotografija jednog "pravog" FM tjunera. Napomena: Tjuner (eng. *tuner*) je uređaj koji obavlja posao prijema i obrade signala radiostanice, dok radioprijemnik



Slika 1. Moj prvi radioprijemnik



Slika 2. FM stereomoduli u usporedbi s klasičnim FM tjunerom

ima ugrađeno i audiopojačalo na koje je moguće spojiti zvučnike.

Interesantno je, kako su sve komponente klasičnog FM tjunera mogle "stati" na modul površine oko 1,2 cm²... Interesantna je još jedna stvar: na FM modulu s integriranim krugom TEA5767, koji je prvi bio dostupan, nalazi se još 20-ak komponenti nužnih da bi mogao obavljati svoju funkciju; kod tek nekoliko godina mlađeg RDA5807M sve je integrirano u sam čip – pored njega, na modulu se nalaze još samo kvarc i dva kondenzatora!

Svi moduli sa Slike 2 međusobno su hardverski kompatibilni – istih su dimenzija, 11 x 11 mm, i imaju isti raspored izvoda. Moduli su i softverski kompatibilni, jer noviji čipovi većinom mogu raditi i u TEA5767 modu. Međutim, želite li izvući maksimum iz nekog čipa, treba ga programirati na njemu specifičan način, a tu se onda javljaju razlike.

Napraviti svoj vlastiti radioprijemnik pomoću ovakvog modula puno je jednostavnije od mog prije spomenutog amaterskog pokušaja. No, mogu li to učiniti i djeca osnovnoškolskog uzrasta? Trideset i pet polaznika ovogodišnje Ljetne škole tehničkih aktivnosti, održane od 3. do 12. srpnja u Trogiru, pomoglo nam je saznati

odgovor na to pitanje! Pod rukovođenjem voditelja multidisciplinarnih radionica, polaznici su uspjeli izraditi svoj vlastiti, potpuno funkcionalan uređaj. Stereo? Dakako!

Napomena: Nije ovo prvi put da se na radionicama u organizaciji HZTK-a izrađuje radioprijemnik: prvi smo se put u tu avanturu upustili 2018. godine s polaznicima srednjoškolskog uzrasta. U odnosu na taj projekt, ovogodišnji model imao je drukčije kućište, drukčiji način upravljanja i noviji FM modul većih mogućnosti, čemu su bili prilagođeni shema elektroničkog sklopa i program mikroupravljača.

Kako radi radioprijemnik?

A kako zapravo radi radioprijemnik? Princip radioprijenosa zasniva se na usklađenim titrajnim krugovima. Svaki titrajni krug sastoji se od paralelnog ili serijskog spoja zavojnice i kondenzatora, čije impedancije (otpori) ne ovise samo o njihovom induktivitetu i kapacitetu već i o frekvenciji struje koja njima prolazi: induktivni otpor zavojnice raste s porastom frekvencije, dok se kapacitivni otpor kondenzatora s porastom frekvencije smanjuje. Frekvencija na kojoj se ti otpori izjednače naziva se rezonantnom frekvencijom titrajnog kruga i može se izračunati formulom.

Kad se frekvencija struje koja teče titrajnim krugom približava rezonantnoj frekvenciji, nastaje interesantna pojava: impedancija (otpor) paralelnog titrajnog kruga naglo poraste i postaje višestruko veća od impedancije svake pojedine

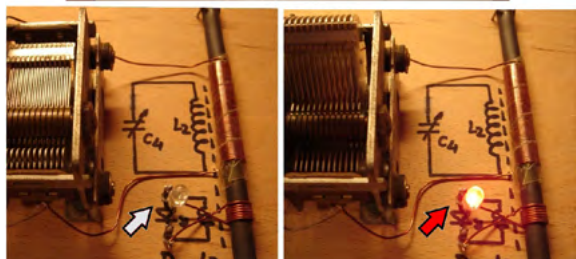
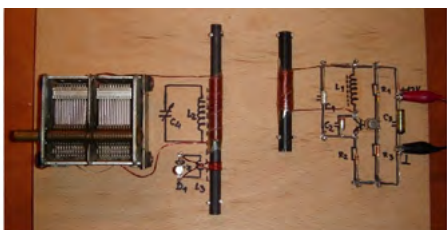
komponente. Stoga će i napon na titrajnom krugu, pobuđenom frekvencijom bliskoj rezonantnoj, biti znatno viši od napona na bilo kojoj drugoj frekvenciji – kažemo da titrajni krug ima svojstvo selektivnosti.

Ako su dva titrajna kruga ugođena na istu rezonantnu frekvenciju i nalaze se na nevelikoj udaljenosti, pri rezonanciji dolazi do znatnog prijenosa energije s jednog titrajnog kruga na drugi. To je zorno prikazano na maketi sa Slike 3: maketa se sastoji od oscilatora (gore desno) i titrajnog kruga čiju rezonantnu frekvenciju možemo ugađati promjenjivim kondenzatorom (gore lijevo). U sklopu titrajnog kruga nalazi se i svjetleća (LE) dioda, koja nije fizički povezana s oscilatorom, ali će jasno zasvijetliti ako titrajni krug ugodimo na frekvenciju signala koji odašilje oscilator (na Slici 3 dolje desno)!

Na istom se principu zasniva i radioprijenos; jedina je razlika što se tu radi o mnogo većim udaljenostima, pa odašiljač mora imati veliku snagu a prijemnik mora biti osjetljiv. Signal koji emitira odašiljač neke radiostanice ima još jednu značajku: na njega je na prikladan način "utisnuta" informacija koju radiostanica emitira. Prijemnik izdvaja frekvenciju na kojoj emitira željena radiostanica, pojačava njen signal na dovoljnu razinu da bi mogao iz njega izdvojiti utisnutu audioinformaciju, razdvaja signale lijevog i desnog kanala... dosta je tu posla. Zato su i radioprijemnici vrlo složeni uređaji, kako nam to donja fotografija na Slici 2 i prikazuje. Prijemnik sa slike je prije 30-ak godina predstavljao vrh tadašnje tehnologije i nije bio baš jeftin. Možda se kvaliteta prijema FM modula s iste slike ne može mjeriti s kvalitetom klasične izvedbe, ali se ipak radi o vrlo upotrebljivim sklopovima!

Ovdje još moramo pojasniti što znači oznaka FM. Frekvenzijsko područje na kojem emitiraju komercijalne radiostanice proteže se od 150 kHz do 108 MHz i dijeli se na duge, srednje, kratke i ultrakratke valove. Prijemnik koji opisujemo pokriva najviše frekvencije, od 87,5 do 108 MHz, tzv. ultrakratkovalno područje (UKV). Na UKV području za prijenos audioinformacije koristi se frekvenzijska modulacija, otuda se uvriježilo često korišten naziv – FM.

A što je to frekvenzijska modulacija? Zamislimo da neka radiostanica emitira svoj program na frekvenciji od 100 MHz: točno će tolika biti izlazna frekvencija elektromagnetnog vala



Slika 3. Maketa rezonantnih krugova

koju emitira njena antena – ali samo kada je na programu "tišina". Ako audiosignal koji se trenutno emitira ima frekvenciju od 1 kHz, uzrokovat će da se frekvencija emitiranog signala mijenja baš u takvom ritmu oko centralne frekvencije 100 MHz. Kolika će promjena frekvencije biti, ovisi o jačini (glasnoći) tog signala.

Radiostanice u FM području prenose audio-informaciju od 50 Hz do 15 kHz. Govor, muzika i drugi zvukovi koji su sastavni dio radioprijenosa zapravo su zbroj audiosignala različitih frekvencija i amplituda, pa će frekvencija radiostanice koja svoj program emitira na 100 MHz na različite načine, više ili manje i brže ili sporije, odstupati od te frekvencije. Kako bi se u FM područje moglo smjestiti čim više radiostanica, te promjene ne smiju biti velike: ograničene su na manje od 100 kHz, pa ipak sadrže sve potrebne informacije o zvuku koji treba reproducirati naš prijemnik.

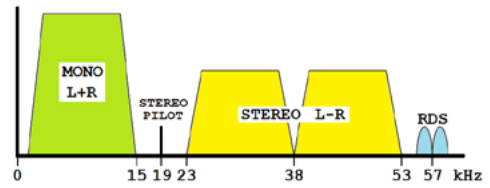
I više od navedenog! Većina radiostanica u FM području emitira svoje programe u stereotehnici. Slušatelj stereoprijenosa, pored "gole" zvučne informacije, može procijeniti i položaj pojedinog izvora (instrumenta ili govornika) u prostoru. Za to je dovoljno prenijeti dva zvučna signala, onaj koji bi čulo lijevo i onaj koji bi čulo desno uho slušatelja kada bi se on, umjesto ispred svog radioprijemnika, nalazio na mjestu zbiljanja. Pogrešno ćemo pomisliti kako se to rješava odvojenim prijenosom lijevog (L) i desnog kanala (R). Ne, nije tako!

Prije pojave stera, postojao je samo monoprijenos: prenošena je zvučna informacija bez informacije o rasporedu zvučnih izvora u prostoru. Kada su osmišljavali stereoprijenos, projektanti su željeli zadržati kompatibilnost između oba sustava:

- stari monoprijemnici trebali su moći primati i mono i stereoprograme, uz ograničenje da stereo primaju u monotehnici, tj. bez prostorne informacije,
- novi stereoprijemnici trebali su moći primati i mono i stereoprograme i ove druge emitirati s prostornom informacijom.

Pogledajmo kako je to elegantno riješeno (Slika 4)! Tijekom stereoprijenosa, emitiraju se dva signala: zbroj lijevog i desnog kanala (L+R) u normalnom frekvencijskom području (50 Hz – 15 kHz) te njihova razlika (L-R) u pomaknutom frekvencijskom području, iznad 23 kHz. Kao oznaku da se radi o stereoprijenosu, radiostanica emitira

još i slab signal frekvencije 19 kHz, tzv. pilot-ton. Monoprijemnik će prepoznati samo L+R i obraditi ga kao monosignal. Stereotuner ili prijemnik



Slika 4. Struktura signala koji emitira radiostanica

prepoznat će pilot-ton i dodatnu L-R informaciju i jednostavnom računicom razdvojiti kanale:

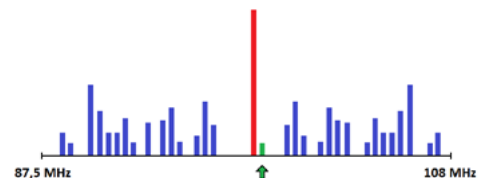
$$L+R + L-R = 2L$$

$$L+R - (L-R) = 2R$$

Ovo razdvajanje kanala odvija se u dijelu prijemnika koji se naziva stereodekoder. Kada prima monoinformaciju, bez pilot-ona i L-R signala, stereoprijemnik neće moći razdvojiti kanale pa će u oba zvučnika reproducirati isti, monosignal.

Unatrag nekoliko godina, mnoge radiostanice emitiraju i dodatnu digitalnu informaciju, RDS (*radio data system*). Ta informacija krije se u nečujnom dijelu audiospektra, u uskom pojasu oko 57 kHz. Prijemnik koji raspoznaje RDS signal, moći će iz njega iščitati naziv radiostanice, frekvencije na kojima emitira, tip programa i druge kratke poruke.

Moramo upoznati još jedan važan pojam u radioprijenosu, selektivnost. Slika 5 prikazuje dio frekvencijskog pojasa u kojem emitira veći broj radiostanica različite snage i na različitim udaljenostima od našeg prijemnika. Zbog toga će se i jačina prijemnog signala jako razlikovati, od nekoliko μV do 10-ak mV. Prijemnik mora moći podjednako kvalitetno primati signale i jakih i slabih radiostanica, što se postiže automatskom prilagodbom osjetljivosti radioprijemnika. Poseban problem nastaje ako želimo primati slabu radiostanicu čija je frekvencija



Slika 5. Uz objašnjenje programa selektivnosti

bliska jakom signalu neke bliske radiostanice (na Slici 5, slabu radiostanicu predstavlja zeleni, a jaku crveni stupić). Kako bi uspješno razdvojili ove signale, prijemnici trebaju biti selektivni i dovoljno pojačati samo signal (oko) željene frekvencije, a jako potisnuti sve ostale signale.

Koliko je u tome uspješan, ovisit će i kvaliteta radioprijemnika!

Eto, sada znamo na kojim je principima zasnovan radioprijenos u ultrakratkovalnom ili FM području. A kako napraviti radioprijemnik, pokazat ćemo u sljedećim nastavcima!

mr. sc. Vladimir Mltrović

“Oboji svijet”

NATJEČAJI

Otvoren je 14. natječaj za škole “Oboji svijet” posvećen Međunarodnom danu tolerancije!

Svake godine Forum za slobodu odgoja nagrađuje najbolje radove učenica i učenika na temu tolerancije, u sklopu kreativnog natječaja “Oboji svijet”.

Kroz videoradove, postere, pjesme i priče učenice i učenici izražavaju stavove o inkluzivnosti, toleranciji i ravnopravnosti u školama i društvu. Cilj natječaja je poticanje stvaranja pozitivne školske klime te promicanje poštovanja različitosti. Prijaviti se mogu škole i učenički domovi, ali i dječji vrtići i slične institucije.

Ove godine posebne su teme natječaja:
Različiti smo – zašto je to dobro? Gdje nedostaje ravnopravnosti među ljudima? Što možemo učiniti? Kako je to biti stranac u nekoj zemlji? Gdje primjećuješ (ne)ravnopravnost između žena i

muškaraca? Koja se djeca osjećaju neprihvaćeno u svojoj okolini i zašto? Vaša poruka djeci i odraslima za sretnije i ravnopravnije društvo?

Pozivaju se sve zainteresirane škole da prouče poziv i pravila natječaja, potaknu učenike na izradu radova uz mentorstvo te da nam pošalju **do tri najbolja rada** iz škole **do 20. listopada 2024.** Dodatna pitanja mogu se uputiti na e-mail adresu oboji.svijet@fso.hr.

Posebna vijest: Povratak priredbe “Oboji svijet”!

S velikim veseljem ujedno najavljujemo povratak svima drage priredbe “Oboji svijet 2024”, koja će se održati 14. studenog 2024. u kazalištu Mala scena u Zagrebu, povodom Međunarodnog dana tolerancije. Na priredbi ćemo predstaviti nagrađene radove i okupiti učenike, učitelje i roditelje u zajedničkom slavljenju tolerancije i međusobnog uvažavanja.



Stogodišnjica umjetne šake

Kao što je ljudska šaka smještena na vrhu ljudske ruke tako je mehanička (robotička) šaka smještena na vrhu robotskog manipulatora. Prva zanimanja za tu funkcionalno fascinantnu biomehaničku strukturu započinju s protetičkim pomagalicama izrađivanim početkom XX st. kada su se pojavili prvi praktični mehanizmi nalik biološkim izvorima. No stoljećima pa i tisućljećima unazad susreću se impresivni uzorci mehaničkih šaka male ili nikakve funkcionalnosti. Zabilježene potrebe za umjetnom šakom vrlo su stare.

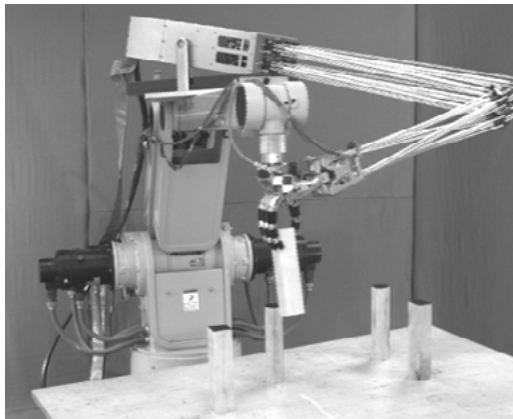
Plinije Stariji u svojoj enciklopediji *Naturalis Historia* ostavio je rani zapis o protetičkoj šaci iz 77. godine. U Drugom punskom ratu (218. – 201. p. n. e.), "rimski vojskovođa Marko Sergije izgubio je desnu šaku. Dao je napraviti protezu od željeza i njom, vezanom za ruku, pokrenuo je opsadu grada Cremona".

U robotici šaka se svrstava pod širi pojam krajnjeg izvršnog mehanizma (engl. *end-efektora*) smještenog na vrhu različitih tipova robotičkih manipulacijskih ruku. Robotičke šake u funkcionalnom su smislu prihvatnice čija se složenost mijenja od najjednostavnije dvoprstne do čovje-

U sto godina povijesti razvoja protetičkih i robotičkih šaka prvih devedeset godina zabilježena je izvedba tek desetak, uglavnom razvojno-istraživačkih prototipova. No u prvom desetljeću XXI. stoljeća bilježi se eksponencijalni porast razvoja složenih razvojno-istraživačkih modela višeprstnih šaka. Primjena, iz različitih razloga, nije slijedila razvoj.

kolike petoprstne proteze kojom se nadomješta nedostajući dio ruke.

Razvijene su mnoge robotske šake s više prstiju. Najstarije su stanfordske i šake Utah/MIT-ja. Ove robotske šake pokreću udaljeni aktuatori koji su s mehanizmom prstiju povezani sajlama nalik na tetive. Elastičnost sajli uzrokuje netočan kutni pomak zgloba, a ograničeno je i pomicanje. Te složene šake zbog nesavršenosti, ali i složenosti izrade, nisu bile tržišni proizvod. Zbog toga su naknadno razvijene kompaktnije šake s aktuatorima ugrađenima izravno u šaku. No broj prstiju u tim zglobovima u prstima bili su manji u usporedbi s ljudskom rukom.



LJUDSKE I ARTIFICIJELNE ŠAKE. Šaka s prstima bila je zbog svoje složenosti uvijek dokaz slikarske vještine, a Albrecht Dürer napravio je više realističnih grafika (slika lijevo). Ništa manje oduševljavajući je primjer rane proteze ruke iz 1505. viteza von Berlichingena za kojeg je, nakon gubitka ruke tijekom opsade oko 1505., kovač načinio remek-djelo – ruku s prstima koji su se pasivno savijali i pružali tako da je mogao držati uzde ili uhvatiti oružje. Šaka je bila produžetak borbenog oklopa (slika u sredini). Sve do kraja XX. st. prihvatnice industrijskih manipulacijskih robota imale su standardno dva prsta koja su oponašala antagonističko djelovanje palca i prsta. Zanimljiv istraživački otklon od standarda je četveroprstna šaka Stanford-JPL (slika desno) prigradna na industrijsku ruku ASEA IRB6. Šaka s pet prstiju pričvršćena umjesto klasične dvoprstne prihvatnice pogonjena je preko kompleksne strukture sajli i izmještenih motora.



ŠAKE ROBOTIZIRANIH PROTEZA I ŠAKE ASISTIVNIH ROBOTA. Antropomorfne robotske šake uglavnom se razvijaju za potrebe ljudske protetike (slika lijevo). Za višu razinu osjetljivosti potrebni su modeli s 15 do 24 stupnja slobode gibanja (SSG) kojima se mogu izvoditi spretni pokreti ili geste rukom i prstima. Cijene tih proteza dosežu i 250 000 USD. No većina osnovnih hvatova ruke može se postići ograničenim brojem SSG-a, što se postiže povezivanjem pokreta prstiju i tzv. podaktuiranom aktivnom šakom. Za pouzdan prihvata kod kojega preciznost i vještina nisu važni dovoljno je od jednog do šest SSG-a. Donja je granica i danas korištena klasična Bowdenova dvostruka kuka s početka XX. st. (slika u sredini). Za precizne prihvate i složeniju manipulaciju dovoljno je od 9 do 14 SSG-a. Primjer je šaka na asistivnom robotu za pomoć osobama s paralizom kojim se upravlja glasom (slika desno).

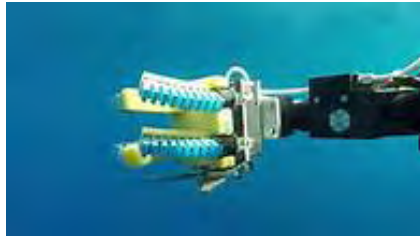
Najvažniji razlozi povećanog zanimanja za složene umjetne šake su napredak u jeftinoj 3D-aditivnoj tehnici izrade složenih mehaničkih dijelova šake, tržišna raspoloživost minijaturnih elektro- i mehaničkih komponenti sa senzoričkom te, posebice, pojava brojnih internetskih "open-design" projekata šake.

Važan je, svakako, i porast potrebe za prihvatnicama s više prstiju u različitim poslovima pojedinih područja izvan industrijske robotike. Danas se, uglavnom u razvojnim laboratorijima, širom svijeta može pronaći više stotina (200 do 300) različitih višeprstih prihvatnica koje se mogu nazivati i mehaničke (robotičke) šake.

Zbog toga se čini da smo blizu ostvarenja primjenjive i dostupne robotske šake po svojstvima slične ljudskoj. Detaljniji uvid u stanje tehnike pokazuje, međutim, da smo i danas zapravo vrlo daleko od biološkog ideala. Najbolji pokazatelj udaljenosti tog cilja je to da, unatoč postojanju vrlo kompleksnih proteza ruke i šake, još se uvijek proizvode i koriste prve mehaničke dvoprstne proteze izumljene 1912. ili da se u medicini pokušava presaditi šaku na amputiranu ruku. Mnoge robotske ruke stvorene su kako bi oponašale funkcije i geste ljudske ruke, ali im još uvijek nedostaje spretnost, kompaktnost ili cjenovna pristupačnost za protetičku upotrebu.



TREND U KONSTRUKCIJI UMJETNIH ŠAKA: 3D-IZRADA I OTVORENI DIZAJN ŠAKA. Spretna humanoidna ruka otvorenog koda DexHand (slika lijevo) koju je razvio The Robot Studio može se na IoT nabaviti za 300 USD. Od same cijene vrijednije je to što se cjelokupan materijal za izradu kao i potreban upravljački softver u ROS2 (Robotički operativni sustav) može dobiti na internetu. Tehnika 3D-tiskanja omogućava da se izravno kopira struktura ljudskog kostura. Švicarski ETH i američka start-up tvrtka Inkbit izveli su 3D-ispis prve robotske ruke na svijetu s unutarnjom strukturom sastavljenom od kopije ljudskih kostiju, ligamenata i tetiva (slika u sredini). Na slici desno je model proteze šake koja za pokretanje koristi električne signale iz mišića druge ruke. Iako je riječ o jednostavnom modelu koji košta 2000 USD on ima osnovne funkcionalne osobine proteze. To upućuje na mogućnost pojave cijenom mnogo pristupačnijih proteza.



TREND U RAZVOJU VIŠEPRSTIH ŠAKA: POJEDNOSTAVLJENE KONSTRUKCIJE I PRIMJENA MEKIH MATERIJALA. Korištenje mekih materijala za prste ima učinak sličan ljudskim ligamentima. Tehnika “meke robotike” koristi pojednostavljene sheme pokretanja, meke materijale i strukture te pojednostavljen dizajn ruku. Na slici desno prikazana je petoprstna šaka za branje voća i povrća kod koje su prsti kontinuirano aktuirani. Na slici u sredini šaka je s elastičnim prstima za podvodnu robotiku (npr. za podmorsku arheologiju). Takve šake imaju stroge zahtjeve u pogledu robusnosti, jednostavnosti upravljanja i prilagodljivosti. Na slici desno vrlo je kompleksna pneumatičkim mješovima pogonjena bionička šaka tvrtke Festo načinjena od mekih materijala.

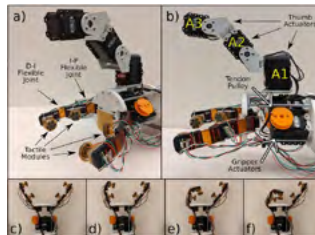
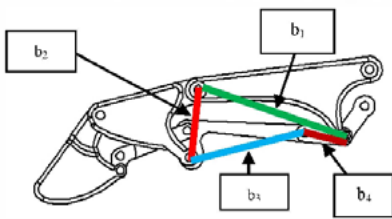
Ljudska šaka sastoji se od četiri prsta (kažiprsta, srednjaka, prstenjaka i malog prsta) i palca, a pokreti fleksija/ekstenzija i adukcija/abdukcija (bočni pomaci članaka) prstiju omogućuju prihvaćanje stvari, držanje, skupljanje i ispuštanje prema potrebi. Jedan prst sastoji se od 4 zglobova, dok palac ima 5 stupnjeva slobode gibanja (SSG). Ruka sa šakom ima gotovo 27 SSG-a, računajući od vrhova prstiju do ramena, dok najsloženiji protetički modeli imaju najviše 23 SSG-a.

Šaka ima vrlo veliku uporabljivost. Njome se obavljaju motoričke funkcije poput prihvata, držanja, guranja, povlačenja, udaranja i sl. koje su presudne za fizički opstanak, ali je ona i organ kojim se aktivnim i pasivnim opipavanjem reljefa i teksture površine izvode osjetilne funkcije taktilnog vida, prepoznavanje oblika predmeta i njegove vlage i temperature. Prstima se osjećaju vibracije, pritisak i sile. Šaka ima i emocionalne funkcije poput milovanja, prijetnji, rukovanja, pokazivanja, pozdravljanja, sviranja. Prstima se i govori ili gestikulira. To je samo dio razloga zašto

ruke i posebice građu i način uporabe šake još uvijek ne razumijemo. U tome je i težina razvoja umjetnih šaka.

Dugo vremena mnogi su istraživači i dizajneri petoprstne šake slijedili ideju repliciranja izgleda i vještine ljudskih ruku složenim konstrukcijama s mnoštvom aktuatora (motora; pokretača) i senzora. Takav “maksimalistički pristup” nije imao širih primjena u industrijskoj robotici, uslužnoj robotici ili protetici. Kako bi se povećala primjena složenih šaka s više prstiju predloženi su novi pristupi razvoja učinkovitih i pouzdanih umjetnih šaka.

Međunarodna natjecanja u prihvaćanju i manipuliranju kakva su Amazon Picking Challenge, DARPA Robotic Challenge ili Robotic Grasping and Manipulation Competition iz 2016., pokazala su da je većina antropomorfni načina prihvaćanja nepotrebna. Šake pojednostavljenog dizajna bile su učinkovitije. Pobjednik prvog Amazonova natjecanja bio je krajnji efektor temeljen na usisavanju, a niti jedan humanoidni robot iz DARPA



VRSTE POGONA ROBOTIZIRANIH ŠAKA: Kod “kupliranog” (mehanički spregnutog) pogona prsta (slika lijevo) broj zglobova mehanizma veći je od broja SSG-a. Kretanje jednog zgloba izaziva proporcionalno kretanje s njim spojenih zglobova. Kod podaktuirane prihvatnice (slika desno) omogućavaju se pasivni pokreti između aktuiranih stupnjeva slobode kako bi se prsti prilagodili obliku prihvaćanog predmeta. Potpuno aktuirani sustav ima za svaki zglob odgovarajući aktuator. Nedostatak mu je velika masa. Na slici u sredini prikazana je troprsta šaka koja ima jedan prst s tri članka potpuno aktuiran (tri motora), dok su druga dva prsta podaktuirana jer imaju jedan motor za tri zglobova.

Robotics Challengea nije imao potpunu antropomorfnu ruku. Više od 15 timova od 25 sudionika koristilo je podaktuiranu šaku s tri ili četiri prsta.

Umjetne šake po načinu primjene svrstavaju se u tri grupe. Svaka primjena utječe na oblikovanje i konstrukciju primijenjenih umjetnih šaka. Prvo područje primjene su protetika i rehabilitacija u kojima se koriste robotizirane proteze i asistivni roboti.

U industriji se različite vrste prihvatnica, od dvoprstnih do višeprstnih, koriste u nadziranoj (supervizorskoj) manipulaciji, autonomnoj manipulaciji i posebice kod logističkih robota.

Treće područje primjene karakterizira različito međudjelovanje stroja i čovjeka kod teleoperacije, teleinterakcije, socijalne (društvene) robotike ili kod zabave i servisne (uslužne) robotike.

Svaka od navedenih vrsta robota ima posebne zahtjeve za oblik i konstrukciju prihvatnice.

Protetika je društveno i medijski najzanimljivija primjena umjetnih udova zbog atraktivnosti modernih uređaja. Protetičke šake zahtijevaju

pojednostavljene konstrukcije smanjene težine, ali i jednostavno upravljanje zbog ograničenog broja inervacijskih ulaza za priključenje na amputiranu ruku.

Šake pomoćnih (asistivnih) robota, prilagođene za pomoć bolesnima, starijima i invalidima trebaju djelovati na siguran način pa se zahtijevaju šake koje rade i u teškim uvjetima i s nepotpunim informacijama. Moraju biti robusne, male, lagane i fleksibilne, a usto udobne i sigurne.

Neuroznanstvene studije sugeriraju da mozak ne shvaća i ne koristi šaku kao skup nezavisnih elemenata (prsti, palac, dlan...) već kao organiziran i uređen fizički sklop. Određeni obrasci mišićnih aktivnosti šake formiraju bazni skup djelovanja iz kojih se za potrebe provedbe određenog hvata izdvaja skup potrebnih pokreta. Takva i slična saznanja, kao i veliko zanimanje za androidne robote i rehabilitacijsku robotiku utjecat će na oblikovanje i funkcionalnost budućih robotičkih šaka.

Igor Ratković

13.
ZNANSTVENI
PIKNIK
27. i 28. 9. 2024.
PETAK & SUBOTA
OD 10 H DO 17 H
PERIVOJ DVORCA ORAŠIĆ
GORNJA STUBICA
ULAZ BESPLATAN



Krpašinsko-zagrebačka
županija



GRAD
GORNJA STUBICA



OPĆINA
GORNJA STUBICA



Zagreb



GUPČEV(PA)



MIZ



MUZEJ
GORNJA STUBICA



Ministarstvo znanosti
i obrazovanja

CARNET



ABC
tehnika

Udruga



17



FABLAB HR



17



HRVATSKA
ZAJEDNIČKA
TEHNIČKE
KULTURE



17

Maker Faire®

MARE ISLAND

Discover Maker Faire
All Over Again

Navigate through the wondrous world of art and technology anchored in creativity and community. Reward your curiosity and spark your imagination.

OCTOBER 18-20, 2024

Buy tickets today!

WWW.MAKERFAIRE.COM

