



Rubrike

- | Kodiranje - Raspberry Pi |
- | STEM-radionice |
- | Mala škola fotografije |



Izbor

- | Putovanje Europom kroz osam desetljeća tehnoloških inovacija |
- | Tajni život gmazova: nepoznata toplina hladnokrvnih bića |
- | Kako postati izumitelj – praktični savjeti za učenike |

ABC

www.hztk.hr

tehnike

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 695 | Svibanj / May 2026. | Godina LXX.

Prilog

- | Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM nastavi – Fischertechnik (83) |

IZNENAĐENJE U VRTU



Pazite kad kosite

Simpatični, tihi i neobični, ježevi su posljednjih godina postali jedni od najpopularnijih egzotičnih kućnih ljubimaca, a posebno se ističe afrički patuljasti jež kao jedina vrsta prikladna za život u domu. Ljubitelji ovih malih životinja obožavaju ih zbog njihove znatiželjne naravi, preslatke njuškice i prepoznatljivog bodljikavog oklopa koji ih čini posebnima.

Afrički patuljasti jež uglavnom je aktivan tijekom večeri i noći, tih je, ne zauzima puno prostora i uz pravilnu brigu može biti izvrstan kućni ljubimac. Riječ je o životinji koja zahtijeva odgovarajuće uvjete smještaja, uravnoteženu prehranu i redovitu njegu, ali ne traži svakodnevne šetnje poput psa.

Najviše odgovara odgovornim vlasnicima koji imaju dovoljno vremena za upoznavanje njegovih navika i spremni su poštovati njegov prirodni ritam života. Iako na prvi pogled djeluje povučeno, uz strpljenje i nježan pristup može se priviknuti na čovjeka te pokazati svoju razigranu i znatiželjnu stranu. Važno je naglasiti da je riječ o egzotičnom ljubimcu pa je prije nabave potrebno dobro se informirati o njegovim potrebama kako bi imao dug i kvalitetan život.



**HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE**

U OVOM BROJU

Pazite kad kosite	2
Putovanje Europom kroz osam desetljeća tehnoloških inovacija.	3
Tajni život gmazova: nepoznata toplina hladnokrvnih bića. . .	5
Raspberry Pi [9]	8
Istraži područje kibernetičke sigurnosti koje raste iz dana u dan. . .	13
Kineski "transformer" robot može prijeći sa skakanja na četiri noge na hodanje na dvije.	14
Otkrijte karijere u rastućem području kibernetičke sigurnosti	15
Kako postati izumitelj – praktični savjeti za učenike.	16
Mala škola fotografije.	19
Cortesonova maglina	23
Starter kit Geekreit UNO R3 (11).	26
Humanoidni robot obavlja sve kućanske poslove umjesto vas	31
Početak razdoblja humanoida	32

Nacr u prilogu:

Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM nastavi – Fischertechnik (83)

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, Zoran Kušan – urednik, HZTK, Danko Kočić – ZTK Đakovo

DTP / Layout and design: Zoran Kušan

Lektura i korektura: Morana Kovač

Broj 9 (695), svibanj 2026.

Školska godina 2025./2026.

Naslovna stranica: Humanoidni robot – obavlja sve kućanske poslove

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

Putovanje Europom kroz osam desetljeća tehnoloških inovacija

TEHNIČKE POŠTANSKE MARKE

Europa je oduvijek bila kolijevka ideja i znanstvenog napretka. U posljednjih 80 godina, europski inženjeri i znanstvenici stvorili su tehnologije koje su promijenile čovječanstvo. Danas, okruženi pametnim uređajima i umjetnom inteligencijom, gotovo je nemoguće zamisliti kako je svijet nekad funkcionirao. Budući da u suvremenom medijskom okruženju dominiraju vijesti o tehnološkim inovacijama iz Sjedinjenih Američkih Država, europski doprinos često nepravedno ostaje u sjeni. Zato ćemo se u ovom članku osvrnuti na ulogu Europe u globalnim tehnološkim inovacijama kroz proteklih osam desetljeća. Godine 1958. u Švedskoj je prvi put tehnologija postala dio ljudskog tijela kako bi spašavala živote. Inženjer Elmqvist i kirurg Senning razvili su i ugradili prvi implantabilni srčani elektrostimulator (*pacemaker*). Ovaj je uređaj slao električne impulse srcu kako bi održao njegov pravilan ritam. Prvi pacijent na svijetu kojem je potpuno ugrađen srčani elektrostimulator je Arne Larsson, bivši švedski hokejaški reprezentativac, čije je srce znalo stati i desetak puta dnevno. Zahvaljujući tom revolucionarnom izumu, Arne se vratio normalnom životu te je tijekom svog života promijenio ukupno 26 *pacemakera*. Preminuo je 2001. godine u 86. godini od uzroka nevezanih uz srce, nadživjevši za pet godina čak i izumitelja uređaja koji mu je spasio život. Nadalje, nakon tehnološkog napretka u medicini pedesetih godina, europski su inženjeri



Slika 1. CERN sa sjedištem u Ženevi najveći je znanstveni laboratorij na svijetu. Ima najsloženije znanstvene instrumente i druge uređaje potrebne za istraživanja



Slika 2. Svjetsku mrežu (engl. World Wide Web, www) razvili su 1989. britanski i belgijski informatičari

šezdesetih godina donijeli revoluciju u načinu na koji čuvamo podatke i konzumiramo medije. Nizozemska tvrtka Philips 1963. predstavila je kompaktnu kazetu (*Compact Cassette*). Prije kazete, za snimanje zvuka koristili su se magnetofoni s otvorenim kolutima. Iako su nudili izvrsnu kvalitetu zvuka za to vrijeme, imali su velike nedostatke. Bili su nepraktični, to jest glomazni i teški te su zahtijevali spajanje na struju. Ovaj izum omogućio je pohranu zvuka na minijaturnoj magnetskoj traci zaštićenoj u čvrstom plastičnom kućištu. Iako je prvotno bila namijenjena snimanju govora, poboljšanjem kvalitete trake, kazeta je krajem 1960-ih i početkom 1970-ih evoluirala iz diktafona u glavni medij za slušanje glazbe. Zahvaljujući kazetama, glazbu i podatke prvi smo put mogli nositi u džepu, no ubrzo je tehnologija minijaturizacije dobila novu zadaću. Od magnetske trake prešli smo na mikročipove, te se potreba za pohranom podataka pretvorila u potrebu za sigurnom pohranom našeg novca i identiteta. Pametne kartice osmišljene su sredinom 1970-ih. Prva takozvana pametna kartica zapravo uopće nije bila kartica. Sastojala se od memorijskog čipa pričvršćenog na komad naki-ta, točnije na prsten. Roland Moreno, francuski



Slika 3. Kratke tekstovne poruke (engl. Short Message Service, SMS) izumljene su u okviru razvoja GSM mobilnih mreža u Europi

izumitelj, stvorio je i patentirao “pametni” prsten i uređaj koji ga je čitao. Godine 1974. osnovao je tvrtku Innovatron i krenuo u prodaju svojih ideja. U ranoj prezentaciji svoje nove tehnologije, Moreno je demonstrirao kako se prsten može koristiti za dobivanje sredstava i kupnju kod trgovaca koji su imali opremu za plaćanje. Nekoliko mjeseci kasnije, ugovorio je ugradnju memorijskog čipa u tvrdi epoksidnu ljusku (sami čip je bio izrazito krhak te bi vrlo lako puknuo kada ne bi bio zaštićen epoksidom). Ovi rani modeli nazivali su se memorijskim karticama. Ljuska je pružala zaštitu čipu i izdržljivost kartici. Bez ove tehnologije danas ne bismo imali kreditne kartice, SIM kartice u pametnim telefonima ni moderne biometrijske osobne



Slika 4. Internetska aplikacija za komunikaciju (Skype) razvijena je 2003. godine u Estoniji

iskaznice. Zbog sve većeg broja novih spoznaja, u znanstvenoj se zajednici toga vremena pojavila potreba za brzom razmjenom podataka i informacija. U Europskom laboratoriju za fiziku čestica (fr. Conseil européen pour la recherche nucléaire, CERN) u Ženevi, britanski znanstvenik Tim Berners-Lee je 1989. godine osmislio i razvio *World Wide Web* (www). Sustav je prvotno osmišljen kako bi znanstvenicima širom svijeta omogućio jednostavno, brzo i učinkovito dijeljenje informacija. CERN je godine 1993. *web* učinio potpuno besplatnim i dostupnim svima, čime je započelo globalno informacijsko doba u kojem danas živimo. I dok je *web* primarno transformirao način na koji globalno pristupamo podacima, ubrzo se javila potreba za jednako brzom, ali osobnom komunikacijom. Odgovor na tu potrebu ponovno je stigao iz Europe kroz francusko-njemačka istraživanja. Koncept SMS poruke nastao je 1984. godine, pri čemu su glavnu ulogu



Slika 5. Za razliku od prethodnih inovacija, gotovo sve današnje tehnološke inovacije zahtijevaju primjenu na mobitelu

u njegovom osmišljavanju odigrali Friedhelm Hillebrand i Bernard Gillebaert, dok je prvu SMS poruku 1992. godine poslao Neil Papworth. Prva poruka sastojala se od samo 15 znakova, a glasila je “Merry Christmas” (Sretan Božić). Zahvaljujući uspostavi GSM (globalni sustav za mobilne komunikacije) standarda i uspjehu finske kompanije Nokia, Europa je 90-ih godina postala svjetski centar mobilne komunikacije. Početkom novog tisućljeća, tehnološki se napredak pomaknuo i prema istoku Europe. U Estoniji je grupa programera 2003. godine razvila Skype, time omogućivši besplatne globalne glasovne i videopozive preko interneta. Kada je umjetna

inteligencija postala naša stvarnost iz znanstveno-fantastičnih filmova, predvodnik te revolucije bila je londonska tvrtka DeepMind. Njihov računalni program AlphaGo šokirao je svijet i ispisao povijest nevjerovatnom pobjedom nad svjetskim prvakom u igri Go, no najveći doprinos 2010-ih donio je sustav AlphaFold. Taj je program uspio predvidjeti strukture gotovo svih poznatih proteina, čime je odgonetnuo jednu od najvećih zagonetki biologije te unaprijedio medicinu i ubrzao razvoj novih lijekova. Dolaskom u suvremeno doba, epicentar globalnog tehnološkog razvoja

nalazi se u nizozemskom gradu Veldhovenu, sjedištu tvrtke ASML. Riječ je o jednoj kompaniji na svijetu koja proizvodi složene strojeve koristeći svjetlost valne duljine od samo 13,5 nanometara kako bi ispisali mikročipove preciznošću na razini atoma. Takva je tehnologija ključna za proizvodnju najnaprednijih procesora te cijeli današnji tehnološki napredak svijeta, od pametnih telefona do naprednih servera za umjetnu inteligenciju izravno počiva na ovoj europskoj inovaciji.

Ivo Aščić

Tajni život gmazova: nepoznata toplina hladnokrvnih bića

HERPETOLOGIJA

Premda gmazove, u pravilu, ili volite ili ne volite, dok sredine gotovo da i nema, u ovom ćemo se članku pozabaviti upravo njima – i to ne samo u ekološkom smislu već i u smislu iznošenja nekih iznenađujućih činjenica o njihovoj prirodi, inteligenciji, sposobnosti socijalizacije i empatije, a sve ne bismo li na taj način promijenili pokoji pogled na njih. Jer, naposljetku, najefikasnije štitimo upravo ono što volimo. No, ljubav često dolazi uz jedan mali preduvjet: razumijevanje.

Gmazovi kao kućni ljubimci u današnje vrijeme nisu nimalo neobična pojava, čemu svjedoči i stravičan porast dilera egzotičnim životinjama na crnom tržištu. Međutim, bili vi ljubitelj ili ne, jedno od najzapostavljenijih pitanja koje se nameće kada su u pitanju gmazovi – kako u divljini, tako i u zatočeništvu – razina je inteligencije, empatije i kognitivnih sposobnosti ovih životinja. Tradicionalno, malo se kad razmišljalo o inteligenciji tetrapoda, a raširena i vrlo često negativna percepcija gmazova u javnosti zasigurno ne pomaže u očuvanju ovih vrsti koje su (baš kao i mnoge druge, toplokrvne) krajnje ugrožene! Dakle, ukoliko se damo u debatu čija je okosnica um gmazova, pridjevi poput "primitivnog, instinktivnog ili jednostavnog", uz ostale negativne percepcije samog pojma njihove fiziološke hladnokrvnosti, iskaču nam u svijesti poput žabe krastače kada ugazimo u baru, zar ne? Međutim, barem u znanstvenim krugovima,

ta se uvjerenja konačno počinju mijenjati. Naime, tek se u posljednjih nekoliko desetljeća došlo do spoznaja koje imaju dovoljno snažan potencijal promijeniti način na koji gledamo na kognitivnu evoluciju tih zapravo nevjerovatnih životinja. Ok, netko se odlučio za gmaza kao kućnog ljubimca. Mnogim će drugim osobama istovremeno to biti apsurdno jer gmazovi su ipak – gmazovi! Mogu li oni prepoznati svoje vlasnike ili druge osobe, poput pasa i mačaka? Vole li se maziti?! Mogu li uspostaviti posebne veze s nama, ljudima? Mogu li se na bilo koji način dresirati? Sve su to pitanja koja podjednako postavljaju i šira javnost i ljubitelji gmazova, a u ovom ćemo tekstu nastojati odgovoriti na njih.

Gmazovi doista mogu biti poprilično inteligentne i pronicljive životinje, često mnogo više no što se to tradicionalno vjerovalo. To su u početku, barem anegdotalno, primjetili mnogi vlasnici ovih životinja kao kućnih ljubimaca, uzgajivači i prirodnjaci, dok danas postoji više znanstvenih izvještaja i konkretnih primjera o tome kako i što sve ove životinje mogu naučiti. Što se tiče samih istraživanja, ne radi se čak ni o tome da su gmazovi sve donedavno bili nedovoljno proučavani, već da su proučavani na krivi način. Naime, rane kognitivne studije i istraživanja provedeni su na njima još 1950-ih i 1960-ih godina, no uz brdo kritičnih nedostataka. Možda je najveća i najuočljivija mana ranih istraživanja upravo ta što je naglasak u kognitivnim studija-

ma bio na sisavcima i pticama, pa su se testovi primjereni njima koristili i na gmazovima, pri čemu se ignorirala čak i činjenica da su ove životinje ektotermne, a ne endotermne! E, sad... osvrnimo se prvo malo na tradicionalnu neuroznanost. Godine 1990. Paul MacLean predložio je teoriju moždane strukture podijeljene u tri međusobno povezana moždana sustava (obično poznata i kao teorija "tri mozga"). Ti su moždani sustavi podijeljeni na sljedeći način:

- reptilski mozak
- limbički ili emocionalni mozak
- racionalni mozak ili neokorteks.

Teorija trojnog mozga nastala je s ciljem grupiranja različitih neuronskih područja prema njihovoj funkciji i redosljedu evolucijskog izgleda (od primarnijih sustava do onih naprednijih struktura, tipičnih za ljudska bića). Također, prema Sperryju i MacLeanu, ove su strukture fizički i kemijski diferencirane. U osnovi, teorija trojnog mozga predlaže nov način podjele mozga, pri čemu su ova tri bloka međusobno povezana, ali funkcioniraju neovisno. Između njih neprestano kolaju informacije, unatoč tome što je svaki usmjeren na određenu funkciju. Reptilski mozak, također poznat i kao instinktivni ili osnovni mozak, prema MacLeanovoj teoriji, najprimitivniji je mozak. Dakle, tradicionalna teorija "trojnog mozga" pretpostavlja da je svako naprednije ponašanje nužno povezano s evolucijskim napredovanjem različitih regija mozga, ponajviše korteksa ili srednjeg mozga, pri čemu je ukupna



veličina korteksa često bila povezivana i s razinom/visinom kognitivnih sposobnosti te socijalnog ponašanja. Međutim, novija istraživanja i nalazi pokazali su iznenađujuće kognitivne sposobnosti i u drugim regijama mozga, kao i činje-

nicu da zapravo nije moguće točno "neurogeografski" (da se tako izrazim) odrediti područja povezana s višim ili nižim razinama svijesti i inteligencije. Nadalje, pri istraživanjima se pokazalo da crvenonogim kornjačama (*Chelonoidis carbonaria*), a vrlo vjerojatno i drugim gmazovima, nedostaje hipokampus, područje mozga povezano s učenjem, pamćenjem i prostornom navigacijom, te se one oslanjaju na područje mozga poznato kao medijalni korteks, što je češće povezano sa složenijim odlukama i kognitivnim sposobnostima. Ok, to je fiziološki mozak. No, što je s empatijom? Postoji li ona u gmazova ili je i dalje na snazi ona stara da je "karakteristično obilježje" gmazova totalno pomanjkanje empatije? Osobno, radeći s njima, imala sam puno prilika iz prve ruke posumnjati u potonju tvrdnju. Iako ima mnogo različitih stavova i kulturnih percepcija, kako pozitivnih tako i negativnih, o zmijama još od prapovijesnih vremena, posljednje je desetljeće dokazalo da je i ova skupina vrlo neshvaćenih gmazova mnogo inteligentnija i pronicljivija nego što se to nekoć vjerovalo. Posebno je zanimljivo i da zmije te drugi gmazovi, za razliku od ljudi, imaju neograničenu sposobnost stvaranja novih moždanih stanica tijekom čitavog života. Aktivne vrste zmija, dnevni lovci ili grabežljivci, poput kraljevske kobre (*Ophiophagus hannah*), vrste iz jugoistočne Azije, imaju vrlo visoku razinu inteligencije i kognitivnih sposobnosti, s tim da je spomenuta kraljevska kobra i među rijetkim vrstama zmija koje ujedno grade i čuvaju svoje gnijezdo, građeno od dijelova niske vegetacije. Jedna druga vrsta zmije, kubanska boa (*Epicrates angulifer*), pak kooperativno djeluje u kompi s drugim zmijama, formirajući određeni "čopor" kako bi uhvatila manji endotermni plijen. Pa ipak, iako su zmije nesumnjivo sposobne za učenje i inteligenciju, kao i drugi gmazovi, čini se da rezultati određenih istraživanja na tu temu i dalje ostaju pomalo nejasni. Naime, barem iz biološke i evolucijske perspektive, zmije se čine relativno starom, nepromijenjenom ali ujedno i vrlo uspješnom skupinom gmazova, koja bi se lako mogla oslanjati i na neki drugi vid inteligentnog djelovanja, izuzev onog standardiziranog za ostale kralježnjake. Kada prekopate hrpu materijala o njima, dolazite do sljedećeg zaključka: znamo da su pametne, no nije nam baš najjasnije kako! Ukratko, neke od značajnijih znanstvenih studija

koje mjere zmijsku inteligenciju uključuju indigo zmijske (*Drymarchon couperi*), prugaste zmijske (*Thamnophis sirtalis* i *Thamnophis radix*) te burmanske pitone (*Python bivittatus*) koji se operantnim kondicioniranjem uvježbavaju da pritišću tipke s hranom ili releje s vodom, kao i da slijede i/ili izbjegavanju određene mirise za nagradu u vidu hrane. Ipak, vjerojatno najčešće objekte kognitivnih istraživanja i studija među gmazovima čine gušteri a, zahvaljujući dokumentiranju mnogo različitih funkcija učenja i ponašanja kod različitih vrsti, smatra ih se jednom od najinteligentnijih skupina gmazova. Danas postoji barem nekoliko značajnih studija koje su koristile zagonetke različitih stupnjeva težine, a u kojima su gušteri naučili rješavati probleme prepoznavanjem prekidača i drugih mehanizama za otvaranje spremnika koji sadrže njihov plijen. Nadalje, zabilježeno je mnogo primjera društvenog i suradničkog ponašanja među različitim vrstama guštera pri kojem se koriste naučenim ponašanjem – primjerice, korištenje prednjih udova za dohvaćanje plijena iz pukotina ili drugih nepristupačnih mjesta; zajednička potraga i lov na veće ili brže pokretne objekte planiranjem unaprijed te dogovaranjem zasede među članovima promatrane grupe i sl. Velik broj vrsti također pokazuje i vrlo napredne obrasce društvenog ponašanja u divljini, pri čemu mužjaci brane svoj teritorij, gnijezde se zajednički ili na drugi adekvatan način dijele mjesta za gniježđenje, grade složene sustave jazbina s desecima ili čak stotinama drugih jedinki iste vrste i sl. Naravno, tu su i kornjače koje možda jesu spore ali nipošto nisu glupe, čak štoviše! Budući da kornjače, kao i većina

drugih gmazova, imaju malo ili nimalo roditeljske skrbi nakon valjenja/rađanja, primorane su brzo se razvijati i učiti kako bi preživjele i postale uspješne odrasle jedinke. Drugim riječima, kod ovih životinja već u startu postoji snažna prirodna selekcija za inteligenciju. Ova početna i brzo naučena ponašanja često uvelike pomažu kornjačama u učinkovitom pronalaženju hrane,



izbjegavanju potencijalnih grabežljivaca te, u konačnici, povećavaju i njihov reproduktivni uspjeh. Primjerice, drvene kornjače (*Glyptemys insculpta*) i troprste kornjače (*Terrapene carolina*) prilično su inteligentne pa tapkajući prednjim udovima po zemlji simuliraju kišu, kako bi namamile gliste i druge beskralježnjake na površinu tla te se na taj način jednostavno lakše nahrani- le! Naravno, kao što je to slučaj i kod mnogih drugih gmazova, kornjače također imaju i vrlo snažnu kooperativnu sposobnost te druga društvena ponašanja, što je posebno izraženo među pripadnicima vodenih i poluvodenih porodica (npr. *Emydidae*). Nadalje, za potrebe studija o mjeranju inteligencije gmazova, provedena su i dugotrajna laboratorijska ispitivanja snalaženja kornjača u labirintima, pri čemu su kornjače

često "potukle" ostale sudionike eksperimenta, prolazeći kroz labirint brže ili uspješnije od, primjerice, određenih vrsti glodavaca! U jednom takvom zapaženom primjeru sa Sveučilišta u Londonu, dr. Anna Wilkinson testirala je ženku crvenonoge kornjače (*Chelonoidis carbonaria*) u nizu radikalnih labirintskih testova,

koji su na kraju svakog uspješnog završetka zadatka nagrađeni komadom jagode. U studiji je utvrđeno da se kornjača koristila vanjskim orijentirima i snažnim navigacijskim strategijama i pamćenjem. Kornjača je također mogla izmijeniti svoje ponašanje na temelju promjenjivih vanjskih okolnosti i podražaja, što ovim životinjama ujedno omogućuje i uspješnu adaptaciju na nova

okruženja ili drugačije izvore hrane. Daljnja istraživanja također su pokazala da kornjače vrlo uspješno oponašaju i uče jedna od druge, štoviše, čak su naučile koristiti i tehnologiju zaslona osjetljivog na dodir kako bi zaradile svoje nagrade! Dakle, kao što možete vidjeti, suvremeno vrijeme rađa i suvremene kornjače "na dodir"! Da rezimiramo, područja inteligencije, učenja i spoznaje, kada su u pitanju gmazovi, treba još puno proučavati da bi ih mogli zaista i razumjeti! "Hladnokrvna spoznaja" zasigurno je drugačija od one na koju smo navikli kod sisavaca i, u krajnjoj liniji, nas samih, ali prema onome što smo do sada naučili o njima ove fascinantne životinje nipošto nisu "glupe", dok sami koncepti inteligencije, učenja i spoznaje mogu biti mnogo širi i raznolikiji u životinjskom carstvu nego što se to nekoć mislilo. Recentna znanstvena zapažanja da je socijalna prilagodba daleko više rezultat kon-

kretnih životinjskih sposobnosti učenja i adaptacije u promjenjivim okruženjima i okolnostima (inače poznata i kao fleksibilnost u ponašanju), nego isključivo nusprodukt evolucije života u grupama, sada je primjenjiva i na gmazove – što, dakako, otvara i jednu sasvim drugačiju perspektivu daljnjim istraživanjima ovih još uvijek pomalo misterioznih vrsti. U svakom slučaju, novonastala otkrića zasigurno će dalje oblikovati, pa čak i redefinirati, naše viđenje i razumijevanje ovih nevjerovatnih životinja! Uostalom, gmazovi su, ma što god da pisali o njima, znanstveno ili neznanstveno, prije svega – živa bića. Mislite li doista da postoji živo biće na licu Zemlje koje NE osjeća? Sve što je sposobno za strah, sposobno i za ljubav. Samo možda na nešto drugačiji način.

Ivana Janković
Croatian Wildlife Research
and Conservation Society

Raspberry Pi [9]

KODIRANJE

Poštovani čitatelji, u prošlom ste nastavku dobili upute za sastavljanje *IoT* uređaja, *Mala meteorološka stanica*. Za to ste koristili, *BBC micro:bit v.1.*, pločicu *Kitronik RTC & Climate*, OS *Raspberry Pi 64 Legacy Full* na pločici *Raspberry Pi 4*.

Kako to radi? Podaci dobiveni s pločice *Kitronik*, preko pločice *BBC micro:bit v.1. bluetooth* se šalju do pločice *Raspberryja*. Tu se obrađuju, spremaju u tablicu *Calc* i svakih sat vremena se *Wi-Fi*-jem šalju do vašeg usmjerivača koji ih preko interneta prosljeđuje do *Google Formsa*, a od tuda ih u svakom trenutku, s bilo kojeg mjesta možete pregledavati na vašem mobitelu. To je impresivan projekt koji zahtijeva solidno razumijevanje hardvera i softvera, no uz detaljne upute koje ste dobili sigurno vam je sve proradilo kako valja.

Sad se postavlja pitanje, koliko je takav sustav ranjiv na hakerske napade?

Analiza prijetnji po segmentima sustava

1. Veza *BBC micro:bit* <> *Raspberry Pi* (*Bluetooth Low Energy* – BLE)

Ovo je najosjetljiviji dio. Prisjetite se, zbog jednostavnosti je predloženo da *bluetooth* ugodite na "*No pairing required*", što je zgodno za jednostavne projekte, ali predstavlja rizik. Moguće prijetnje su: **Sniffing** (presretanje) – haker u blizini može presresti pakete ako ne koristite enkripciju (šifriranje), iako za ovaj sustav to nije kritično jer nema osjetljivih podataka (temperatura nije tajna); **Spoofing** (lažiranje) – haker može pokušati emulirati (nadomještivati) vaš *BBC micro:bit* i poslati lažne podatke na *Raspberry Pi*; **Replay Attack** – presretanje valjanih paketa i njihovo ponovno slanje kasnije.

2. Veza *Raspberry Pi* <> usmjerivač (*Wi-Fi*)

Ovdje je fokus na sigurnosti mrežnog sloja. Moguće prijetnje su: **Man-in-the-Middle (MitM)** – ako je *Wi-Fi* loše konfiguriran (na primjer *WEP*), haker može presresti promet; **Port Scanning** – je li *Raspberry Pi* izložen nepotrebnim portovima prema vanjskoj mreži? **ARP Spoofing** – napad unutar lokalne mreže koji preusmjerava promet.

3. Veza usmjerivač <> *Google Forms* (internet)

Ovaj dio uglavnom je pod kontrolom *Googlea*, ali vaša konfiguracija usmjerivača i *Raspberryja*

igra ulogu. Moguće prijetnje su: **DNS Hijacking** (otimanje *Domain Name Systema* odnosno IP adrese) – ako je DNS konfiguriran loše, promet bi mogao biti usmjeren na lažni server; **SSH Stripping** – ako skripta koristi HTTP umjesto HTTPS, haker može degradirati vezu.

4. Veza Google Forms <> mobitel

Ovo je gotovo u potpunosti pod zaštitom Googlea.

Preporuke za obranu

1. Veza BBC micro:bit <> Raspberry Pi

Budući da je hardver BBC micro:bita v.1. ograničen pa se ne može izvesti enkripcija podataka najjednostavnije je rješenje filtriranje ulaza na razini *Raspberrija*. Za to ćete dodati kôd za provjeru MAC-adrese pošiljatelja.

Što trebate napraviti?

Prvo pronađite MAC adresu vašeg BBC *micro:bita*. U terminal upišite:

```
sudo hcitool lescan
```

Na papir prepisite MAC adresu vašeg BBC *micro:bita* koja se pojavljuje.

Nakon toga prepravite *Python*-kôd. U terminalu otvorite skriptu:

```
nano microbit_ble.py
```

Unutar prozora koji se otvara dodajte kôd za Slike 9.1.

```
TIME_ID = "entry.000000000"
# ---- Umjesto 0000... upišite linkove vašeg Google Formsa
# ---- -----> Dopusitena MAC adresa -----
ALLOWED_MAC_ADDRESSES = [
    "E4:7F:96:E0:5F:79" # Zamijenite ovu s vašom MAC adresom
]
def is_mac_allowed(mac_address):
    """
    [SIGURNOST] Provjera je li MAC na listi
    """
    # [SIGURNOST] Normaliziranje oblika MAC adrese (velika/mala slova)
    mac_normalized = mac_address.upper().replace("-", "")
    allowed_normalized = [addr.upper().replace("-", "") for addr in ALLOWED_MAC_ADDRESSES]
    if mac_normalized in allowed_normalized:
        print("[SIGURNOST] MAC adresa (mac_address) je dopuštena.")
        return True
    else:
        print("[SIGURNOST] ODBIJENO: MAC adresa (mac_address) NIJE na listi!")
        return False
def send_to_google(temp, press, hum, date, time):
```

Slika 9.1. Između postojećeg koda, od "# ---- Umjesto 000... upišite linkove vašeg Google Formsa" do "def send_to_google(temp, press, hum, date, time):" prepisite ponuđeni kôd s ove slike

MAC adresa koju vidite na slici (crvena strelica) je ona koju je dobio autor ovih redaka, vi upišite MAC adresu koju ste maloprije dobili skeniranjem pa ste ju prepisali na papir. Napomena, nemojte javno dijeliti MAC adresu kao što je upravo to učinio autor ovih redaka.

Unutar iste skripte trebate dodati još nekoliko linija koda, Slika 9.2.

```
# ----- BLE petlja -----
async def find_microbit():
    print("Tražim micro:bit...")
    while True:
        devices = await BleakScanner.discover()
        for d in devices:
            if d.name and TARGET_NAME in d.name:
                print(f"Pronađen micro:bit: {d.address}")
                if is_mac_allowed(d.address):
                    return d.address
                else:
                    print(f"[SIGURNOST] Ignoriram uređaj s nepoznatom MAC adresom: {d.address}")
        await asyncio.sleep(1)
async def connect_loop():
    while True:
        mac = await find_microbit()
        if mac is None:
            print("[SIGURNOST] Nema dopuštenih uređaja u blizini!")
            await asyncio.sleep(5)
            continue
        try:
            async with BleakClient(mac) as client:
                print("Spojen na micro:bit!")
                await client.start_notify(UART_RX, callback)
                while client.is_connected():
                    await asyncio.sleep(1)
                    print("Veza izgubljena!")
            except Exception as e:
                print("Greska:", e)
        print("Pokušavam ponovno...")
        await asyncio.sleep(2)
# ----- SLANJE JEDNOM SVAKOG SATA -----
```

Slika 9.2. Između dviju crvenih i dviju žutih strelica napisan je kôd koji trebate dodati

Spremite promjene (Ctrl+o > Enter) i izađite iz skripte (Ctrl+x).

Aktivirajte virtualno okruženje:

```
source ~/bleak-env/bin/activate
```

Pokrenite skriptu:

```
python3 microbit_ble.py
```

Resetirajte pločicu BBC *micro:bita*.

Ako je sve kako valja, na zaslonu *Raspberrija* nizat će se podaci s vašeg IoT uređaja.

Ova zaštita nije najbolje rješenje (iako je bolje nego ništa), bolje rješenje je enkripcija, no o tome će biti govora malo kasnije.

Ako želite, cijelu ovu skriptu možete preuzeti na adresi <https://cikesgroup.wordpress.com/za-citatelje-abctehnike/>.

2. Veza Raspberry Pi <> usmjerivač (Wi-Fi)

Ovdje je fokus na sigurnost vaše *Wi-Fi* mreže. Što trebate poduzeti? Provjerite postavke vašeg usmjerivača. Koristite WPA2-AES (ili WPA3 ako je podržano), a izbjegavajte WPA/TKIP.

Lozinka mora biti dugačka (12+ znakova), kombinacija slova, brojeva i simbola.

Isključite WPS (ako je moguće). WPS je poznata ranjivost koja omogućava napade "brute force" na PIN.

Povežite vaš IoT na gostinsku mrežu (ako vaš usmjerivač to podržava). Prednost je u tome što je gostinska mreža odvojena od glavne mreže. Čak i ako netko probije vaš BBC *micro:bit* sustav, ne može pristupiti vašem laptopu ili mobitelu.

Promijenite *default* lozinku na *Raspberry Pi* OS-u. Provjerite, u terminal upišite:

```
passwd
```

Ako i dalje piše “*raspberry*”, odmah ju promijenite.

Onemogućite SSH pristup izvana ili ga isključite. Komande su:

```
sudo systemctl disable ssh
```

```
sudo systemctl stop ssh
```

Na *Raspberryyu* instalirajte i ugodite postavke *Firewalla*. Primjer postavki:

```
sudo apt install ufw
```

```
sudo ufw default deny incoming
```

```
sudo ufw default allow outgoing
```

```
# ako vam treba SSH, ali samo iz vlastite mreže  
sudo ufw allow from 192.168.1.0/24 to any
```

port 22

```
sudo ufw enable
```

Ovo blokira sve veze osim onih koje dopuštate.

Redovno ažurirajte sustav kako bi ranjivosti dobile zakrpu. Komanda je:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

3. Veza usmjerivač <> Google Forms (Internet)

Ovo je najmanje ranjiv dio sustava s obzirom na to da *Google* ima jednu od najnaprednijih sigurnosnih infrastruktura na svijetu. Međutim, postoje neki rizici, na primjer *DNS Hijacking* gdje napadač mijenja *DNS* odgovor. Umjesto da vodi na pravi *Google* server, vodi na lažni server koji izgleda identično.

Osim toga problema može stvarati i sam *Google*, na primjer *Vendor Lock-in* gdje se mijenja *API* pa se zbog toga briše forma ili se suspendira račun (zbog sumnjive aktivnosti).

Nadalje, ako vaša skripta šalje previše zahtjeva u kratkom vremenu *Google* može privremeno blokirati vašu IP adresu (to je takozvani *Rate Limiting*).

Na kraju, lažni *Google Forms* (*Man in the Middle* na razini korisnika). Ako netko ima pristup vašem kodu pa promijeni *FORM_URL* u lažnu adresu, podaci će ići na lažni server. Na taj se način podaci gube ili šalju napadaču.

U programskom kodu koji vam je ponuđen ima rješenja za sve ove navedene prijetnje. Pa tako, koristi se *Hardcoded URL* i verifikacija (u kodu se koristi *https://*, a to je dobro).

Napravljena je CSV datoteka (*osjetilo.csv*) što je dobro, no preporuka je da redovito (jednom tjedno) arhivirate tu datoteku na vanjski disk.

4. Veza Google Forms <> mobitel

Jedina stvar koju možete testirati je sigurnost vašeg mobitela. Je li aplikacija preglednika ili *Googleova* aplikacija ažurirana? Je li mobitel

zaražen *malwareom* koji može pročitati podatke sa zaslona?

Ukupni zaključak ovog projekta

Sustav je dobro dizajniran s obzirom na hardverska ograničenja (*BBC micro:bit v.1.*). *Bluetooth* je ranjiv na *spoofing*, ali riješeno je s provjerom MAC adrese. *Wi-Fi/Pi* je ranjiv ako je lozinka slaba, ali je riješeno jakom lozinkom, *firewallom* i ažuriranjima. *Internet/Google* ima minimalan rizik zahvaljujući *HTTPS-u*, a lokalna *CSV* pohrana štiti od gubitka podataka.

U prošlom je nastavku spomenuta te djelomično obrađena i druga inačica *IoT-a* gdje je korištena pločica *BBC micro:bit v.2.* pa dovršite i taj *IoT*. Ovdje je situacija malo bolja za ono što se tiče veze *BBC micro:bit <> Raspberry Pi*, no idemo redom.

Moj prvi IoT v.2.

BBC micro:bit

Budući da je u *MakeCode-u* teško prisiliti uparivanje s PIN-om bez kompliciranog programiranja, koristit ćete jednostavnu aplikacijsku enkripciju (*XOR šifriranje*).

Logika koda: čitanje temperature, množenje dobivene vrijednosti s tajnim brojem i dodavanje tajnog ključa (maske), slanje tog šifriranog teksta. *Raspberry Pi* će znati taj ključ i dešifrirati će ga. Ovo nije “vojna” enkripcija, ali je dovoljno dobra za kućni *IoT* projekt koji će spriječiti da netko slučajno pročita vaše podatke ili pošalje lažne.

Krenite! (Odmah valja napomenuti da će sve raditi i na *BBC micro:bitu v.1.*)

U *Makecodu* pokrenite *BETA Editor* (upute ćete naći u prošlom broju *ABC tehnike*). Učitajte *bluetooth* ekstenziju te ju ugodite za “*No Pairing Required*”. Prepišite program sa Slike 9.3.



Slika 9.3. Ovaj program iskorištava osjetilo temperature pločice *BBC micro:bit*

Program otpremite.

Provjera

Na vašem mobitelu pokrenite aplikaciju *nRF Connect* (upute pronađite u prošlom broju *ABC tehnike*), skenirajte i spojite vaš *BBC micro:bit* te provjerite pristižu li podaci.

Ako je sve kako valja, na displeju *BBC micro:bita* čitat ćete temperaturu (na primjer 20 °C), a na mobitelu će pisati šifrirani tekst (na primjer T:12545). U toj aplikaciji možete vidjeti i MAC adresu vašeg *BBC micro:bita*.

Raspberry Pi

Otvorite terminal te u njege upišite:

nano simple_reader.py

U prozor koji se otvara upišite kôd prema slikama koje slijede (od Slike 9.4 do Slike 9.6).

Napomena! Nemojte upisivati brojeve redova! Na slikama su brojevi uvedeni samo radi lakšeg snalaženja.

```
1 import asyncio
2 from bleak import BleakScanner, BleakClient
3 import os
4 import time
5 # ===== KONFIGURACIJA (obavezno promijenite!) =====
6 # 1. TAJNI BROJ (mora biti isti kao u MakeCode-u)
7 TAJNI_BROJ = 12345
8 # 2. MAC ADRESA VAŠEG MICRO:BITA (obavezno radi sigurnosti)
9 ALLOWED_MAC = "XX:XX:XX:XX:XX:XX" # ZAMIJENITE S VAŠOM MAC ADRESOM
10 # 3. IME UREĐAJA (kako se zove u MakeCode-u)
11 TARGET_NAME = "BBC micro:bit [pigov]"
12 # 4. UUID za UART servis (standardni za micro:bit)
13 UART_UUID = "6E400002-B5A3-F393-E0A5-E59E24DCC9E1"
14 # ===== FUNKCIJE =====
15 def validate_temp(temp):
16     # Provjerava je li temperatura u očekivanom rasponu (-20°C do 56°C)
17     if -20 <= temp <= 56:
18         return True
19     print(f"[SIGURNOST] ODBIJENO: Temperatura {temp}°C je nerealna!")
20     return False
21 def decrypt_temp(masked_str):
22     # Dešifriraj primljeni string
23     try:
24         if masked_str.startswith("T:"):
25             masked_val = float(masked_str[2:])
26             # Dešifriraj
27             real_temp = (masked_val - TAJNI_BROJ) / 10
28             return real_temp
29     except ValueError:
30         pass
31     return None
32 def save_to_csv(timestamp, temp):
33     # Sprema podatke u lokalnu CSV datoteku
34     csv_file = "osjetila.csv"
35     # Ako datoteka ne postoji, stvori je sa zaglavljen
```

Slika 9.4. Prvi dio koda. U 9. red upisujete MAC adresu vašeg *BBC micro:bita*. U 11. red upisujete ime vašeg *BBC micro:bita* (pažnja, kod vas neće biti *pigov*)

```
36 if not os.path.exists(csv_file):
37     with open(csv_file, "w") as f:
38         f.write("timestamp,temp\n")
39 # Dodaj red
40 with open(csv_file, "a") as f:
41     f.write(f"{timestamp},{temp}\n")
42 print(f"[SPREMLJENO] {timestamp} | Temp: {temp}°C.")
43 # ===== BLE LOGIKA =====
44 async def find_microbit():
45     # Traži micro:bit i vraća njegovu MAC adresu samo ako je na listi
46     print("Tražim micro:bit...")
47     while True:
48         devices = await BleakScanner.discover(timeout=5.0)
49         found = False
50         for d in devices:
51             if d.name and TARGET_NAME in d.name:
52                 print(f"Pronađen uređaj: {d.name} | MAC: {d.address}")
53                 # [SIGURNOST] PROVJERA MAC ADRESE
54                 if d.address.upper() == ALLOWED_MAC.upper():
55                     print(f"MAC adresa je dopuštena.")
56                     return d.address
57             else:
58                 print(f"[SIGURNOST] ODBIJENO: Nepoznata MAC adresa.")
59         if not found:
60             print("Nema uređaja u blizini. Pokušavam ponovno...")
61         await asyncio.sleep(2)
62 async def run_client(address):
63     # Povezuje se s micro:bitom i obrađuje podatke
64     print(f"Povezivanje na {address}...")
65     try:
66         async with BleakClient(address) as client:
67             if not client.is_connected:
68                 print("Neuspješno povezivanje!")
69             return
70     print("Spojen na micro:bit.")
```

Slika 9.5. Drugi dio koda

```
71 def callback(sender, data):
72     text = data.decode(errors="ignore").strip()
73     print(f"[Priljeno (šifrirano)]: {text}")
74     # Dešifriraj
75     temp = decrypt_temp(text)
76     if temp is not None:
77         if validate_temp(temp):
78             timestamp = time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
79             save_to_csv(timestamp, temp)
80         else:
81             print("Podatak odbačen (nerealna vrijednost)!")
82     else:
83         print("Greška pri dešifriranju.")
84     # Pokreni obavijesti
85     await client.start_notify(UART_UUID, callback)
86     # Čekaj dok je spojen
87     while client.is_connected:
88         await asyncio.sleep(1)
89     print("Veza prekinuta.")
90 except Exception as e:
91     print(f"Greška tijekom povezivanja: {e}")
92 async def main():
93     # Glavna petlja: Traži uređaj, spaja se, obrađuje, ponavlja
94     while True:
95         mac = await find_microbit()
96         if mac:
97             await run_client(mac)
98         else:
99             print("Nema uređaja. Pokušat ću ponovno za 5 sekundi...")
100         await asyncio.sleep(5)
101 if __name__ == "__main__":
102     print("Pokretanje sigurnog čitača temperature...")
103     print(f"TAJNI BROJ: {TAJNI_BROJ}")
104     print(f"Dopuštena MAC: {ALLOWED_MAC}")
105     asyncio.run(main())
```

Slika 9.6. Treći dio koda

Kad završite, spremite promjene (Ctrl+o > Enter) i izađite iz skripte (Ctrl+x).

Aktivirajte virtualno okruženje:

source ~/bleak-env/bin/activate

Pokrenite skriptu:

python3 simple_reader.py

Resetirajte pločicu *BBC micro:bita*.

Ako je sve kako valja, na zaslonu *Raspberrija* nizat će se podaci s vašeg *IoT* uređaja.

Provjerite ispunjava li se tablica u *Calcu* pristiglim podacima.

Završni radovi

Kako bi ovaj projekt bio potpun, trebate dio za povezivanje i slanje podataka do *Google Formsa*. S obzirom na činjenicu da biste mogli imati probleme (prije spomenuti *Vendor Lock-in* i *Rate Limiting*), prijedlog je da dobivene podatke o temperaturi *Raspberrija* šalje na vaš *Gmail*, a ne na *Google Forms*.

Kako to izvesti? *Gmail* ne dopušta da koristite vašu "običnu" lozinku za slanje e-pošte iz programa. Trebate kreirati *App Password* (lozinka za aplikacije). Otvorite svoj *Gmail* na računalo. Idite na *Upravljanje Google računom* (mali zupčanik) > *Prikaži sve postavke* > *Računi i uvoz* > *Ostale postavke Google računa*. Na traci za pretraživanja *Googleova* računa upišite **App Password**. U padajućem izborniku kliknite na *Sign in with app password*. Pojavljuje se skočni prozor za pomoć, kliknite na *Izradite zaporke aplikacije i upravljajte njima*. Kreirajte novu lozinku, nazovite ju **Raspberry Pi**. Na papir prepisite lozinku koja se

pojavljuje (izgleda kao niz znakova). To je lozinka koju ćete upisati u kod umjesto "obične" lozinke.

Nadopunite Python program

Što ćete dodati? *Gmail* postavke, funkciju `send_email()` i logiku slanja (e-pošta će se slati samo ako se temperatura promijeni (da ne "bombardirate" svoj *inbox*).

Otvorite terminal te u njega upišite:

nano simple_reader.py

U prozoru koji se otvara nadopunite kôd prema slikama i objašnjenjima koji slijede (od Slike 9.7 do Slike 9.10).

```
import asyncio
from bleak import BleakScanner, BleakClient
import os
import time
import smtplib
from email.mime.text import MIMEText
from email.mime.multipart import MIMEMultipart
# ===== KONFIGURACIJA (obavezno promijenite!) =====
# 1. TAJNI BROJ (mora biti isti kao u MakeCode-u)
TAJNI_BROJ = 12345
# 2. MAC ADRESA VAŠEG MICRO:BITA (obavezno radi sigurnosti)
ALLOWED_MAC = "XX:XX:XX:XX:XX:XX" # ZAMJENITE S VAŠOM MAC ADRESOM
# 3. TIME UREĐAJA (kako se zove u MakeCode-u)
TARGET_NAME = "BBC micro:bit [pigav]" # Kod vas ne mora biti [pigav]
# 4. UUID za UART servis (standardni za micro:bit)
UART_UUID = "6E400002-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E"
# ===== GMAIL POSTAVKE =====
GMAIL_EMAIL = "ime@gmail.com" # Upišite adresu vašeg Gmail-a
GMAIL_APP_PASSWORD = "xxxx xxxx xxxx xxxx" #Upišite lozinku za aplikacije
SMTP_SERVER = "smtp.gmail.com"
SMTP_PORT = 587
# ===== LOGIKA SLANJA =====
TEMP_THRESHOLD = 1 # Minimalna promjena u °C da bi se poslala e-pošta
last_send_temp = None # Varijabla za praćenje
# ===== FUNKCIJE =====
```

Slika 9.7. Prva nadopuna koda. Dodajte ono što nedostaje između dviju crvenih strelica

```
f.write(f"{timestamp},{temp}\n")
print(f"[SPREMLJENO] {timestamp} | Temp: {temp}°C.")
# Salje e-poštu s temperaturom na vaš Gmail
def send_email(temp, timestamp):
    if not temp:
        return
    print(f"[EMAIL] Pripremam slanje: {temp}°C...")
    msg = MIMEMultipart()
    msg['From'] = GMAIL_EMAIL
    msg['To'] = GMAIL_EMAIL
    msg['Subject'] = f"iOT Alert: Temperatura {temp}°C"
    body = f"""
Pozdrav!
Ovo je automatska obavijest s tvog Raspberry Pi-ja.
Trenutna temperatura: {temp}°C
Vrijeme očitavanja: {timestamp}
"""
    msg.attach(MIMEText(body, 'plain'))
    try:
        server = smtplib.SMTP(SMTP_SERVER, SMTP_PORT)
        server.starttls()
        server.login(GMAIL_EMAIL, GMAIL_APP_PASSWORD)
        text = msg.as_string()
        server.sendmail(GMAIL_EMAIL, GMAIL_EMAIL, text)
        server.quit()
        print(f"[EMAIL] Uspješno poslano!")
    except Exception as e:
        print(f"[EMAIL] Greška: {e}")
# ===== BLE LOGIKA =====
```

Slika 9.8. Druga nadopuna koda. Dodajte ono što nedostaje između dviju crvenih strelica

```
if validate temp(temp):
    timestamp = time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
    save_to_csv(timestamp, temp)
    # Logika za slanje e-pošte
    should_send = False
    # Posalji prvo čitanje
    if last_send_temp is None:
        should_send = True
        print("[INFO] Prvo slanje.")
    # Ako se temperatura promijenila
    elif abs(temp - last_send_temp) >= TEMP_THRESHOLD:
        should_send = True
        print("[INFO] Promjena detektirana")
    if should_send:
        send_email(temp, timestamp)
        last_send_temp = temp
    else:
        print("[INFO] Nema promjene. Ne šaljem e-poštu.")
else:
    print("Podatak odbačen (nerealna vrijednost)!")
else:
    print("Greška pri dešifriranju.")
# Pokreni obavijest!
```

Slika 9.9. Treća nadopuna koda. Dodajte ono što nedostaje između dviju crvenih strelica

```
if __name__ == "__main__":
    print("Pokretanje sigurnog čitača (e-pošta samo pri promjeni)...")
    print(f"tajni broj: {TAJNI_BROJ}")
    print(f"Popuštena MAC: {ALLOWED_MAC}")
    print(f"Gmail: {GMAIL_EMAIL}")
    print(f"Prag promjene: {TEMP_THRESHOLD}°C")
    asyncio.run(main())
```

Slika 9.10. Četvrta nadopuna koda

Kad završite, spremite promjene (Ctrl+o > Enter) i izađite iz skripte (Ctrl+x).

Aktivirajte virtualno okruženje:

source ~/bleak-env/bin/activate

Pokrenite skriptu:

python3 simple_reader.py

Resetirajte pločicu *BBC micro:bita*.

Ako je sve kako valja, na zaslonu *Raspberryja* nizat će se podaci s vašeg *IoT* uređaja.

Provjerite ispunjava li se tablica u *Calcu* pristiglim podacima.

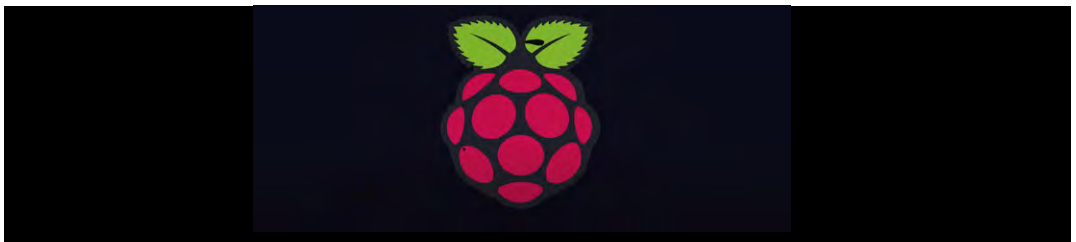
Provjerite e-poštu na vašem *Gmailu*.

Ako vam nešto pođe po zlu, uvijek možete cijelu ovu skriptu preuzeti na adresi <https://cike-sgroup.wordpress.com/za-citatelje-abctehnike/> pod imenom *Moj prvi IoT v.2*.

To bi za sada bilo sve.

Do sljedećeg nastavka, programirajte, učite i zabavljajte se!

Marino Čikeš, prof.



Istraži područje kibernetičke sigurnosti koje raste iz dana u dan



Jeste li se ikada pitali tko čuva sigurnost platformi društvenih medija poput TikToka i Instagrama? Ili tko sprječava prevarante da krađu bankovne podatke ili brojeve kreditnih kartica? Online i digitalna sigurnost naziva se kibernetička sigurnost. Vjerojatno već svakodnevno koristite tehnike kibernetičke sigurnosti – kreiranjem jakih lozinki, izbjegavanjem klikanja na čudne poveznice i osiguravanjem da stranci ne mogu pristupiti vašim digitalnim fotografijama.

Ljudi koji rade iza kulisa na kibernetičkoj sigurnosti štite naše uređaje i podatke od onih koji pokušavaju provaliti, ukrasti informacije ili namjerno uzrokovati probleme. Razvijaju načine kako nas zaštititi na mreži i uvijek su u potrazi za ljudima koji pokušavaju uzrokovati štetu.

Rad u kibernetičkoj sigurnosti može biti uzbudljiv i koristan. Stoga iznenađuje da više tinejdžera nije zainteresirano za karijere u ovom području.

Nedavno izvješće *Girls Who Code* otkrilo je da neki tinejdžeri misle da je kibernetička sigurnost preteška ili nije *cool* i uzbudljiva. Mnoge djevojke misle da nisu dovoljno dobre u tehnologiji, iako su sposobne i mogle bi biti. I vjerojatno niste čuli za poznate osobe iz područja kibernetičke sigurnosti. Često viđamo liječnike i odvjetnike u televizijskim emisijama i filmovima, u vijestima i na društvenim mrežama, ali gotovo nikada ne viđamo analitičare informacijske sigurnosti ili digitalne forenzičare.

Maturantica dobila titulu Timeovog djeteta godine

Pronalazjenje uzora u kibernetičkoj sigurnosti možda nije lako, ali postoji mnogo njih. Jedna srednjoškolka već stvara valove u tom području: Tejasvi Manoj, maturantica srednje škole Lebanon Trail u Friscu u Teksasu, kaže; "Programiranje me fasciniralo jer mi je omogućilo da budem kreativna dok rješavam probleme iz stvarnog svijeta." Kad je bila u osmom razredu, upisala se u program *Djevojke koje programiraju*

i primijenila vještine koje je naučila kako bi stvorila *web*-stranicu koja educira starije građane o kibernetičkoj sigurnosti. Ovaj joj je projekt pomogao da dobije titulu Timeovog djeteta godine.

"U konačnici, moj je cilj stvoriti sveobuhvatan ekosustav u kojem tehnologija aktivno štiti starije odrasle osobe, educira ih o kibernetičkoj sigurnosti i potiče neovisnost", kaže Tejasvi, "čineći *online* sigurnost jednostavnom, intuitivnom i široko dostupnom." Njezina priča pokazuje da, bez obzira na vaše godine, postoje načini da pomognete u održavanju sigurnosti interneta.

Želite li istražiti svoj interes za kibernetičku sigurnost? Besplatne igre poput *Interland* i *CyberStar* zabavni su načini za učenje o sigurnosti na internetu. *Web*-stranica *Get CyberSmart* nudi savjete, videozapise i aktivnosti o kibernetičkoj sigurnosti za učenike. Također možete pogledati videozapise na YouTubeu, poput kanala *PowerCert*, i podcaste poput *Malicious Life*. Zatim možete početi vježbati ono što naučite pomažući članovima obitelji i prijateljima da provjere postavke privatnosti na svojim uređajima i uoče prijevare na mreži.

Kibernetička sigurnost namijenjena je svima koji su znatiželjni i kreativni te žele napraviti stvarnu razliku. Ne morate biti savršeni u tehnologiji: samo trebate početi. Digitalni svijet postaje sve veći i upravo sada mu je potrebno više ljudi kojima je stalo do njegove sigurnosti.

Zašto to ne biste bili vi? Možda ćete postati sljedeći digitalni superheroj koji štiti milijune ljudi na mreži.

Fotografija: Getty Images

Izvor: www.timeforkids.com

Snežana Krčmar

Kineski “transformer” robot može prijeći sa skakanja na četiri noge na hodanje na dvije

Novi divovski “mecha” robot, koji teži preko 450 kilograma i visok je gotovo 3 metra, dizajniran je za urbanu mobilnost

Kineski inženjeri napravili su robota u meha stilu koji može brzo prijeći s dvije na četiri noge dok nosi ljude, nalikujući egzoskeletima s električnim utovarivačem iz filma *Aliens* ili mobilnim odijelima iz japanske anima serije *Gundam SEED*.

Proizvođač robota, Unitree, kaže da je veliki, humanoidni robot namijenjen civilnom prijevozu. U promotivnom videu robot, nazvan GD01, hoda uspravno, ruši visoki zid od blokova pepela i rekonfigurira se da stoji na četiri noge kako bi prelazio teži teren.

Predstavnici Unitreea kažu da stroj teži oko 500 kilograma s operaterom u vozilu i visok je gotovo 3 metra. Robot se čak može kupiti, a cijene počinju od 3,9 milijuna juana (572 000 dolara). Jezgra stroja je kostur od legure titana i aluminija zrakoplovne kvalitete okružen ljuskom od karbonskih vlakana.

Korištenje na prijateljski i siguran način

Unitree naziva GD01 prvim masovno proizvedenim “transformabilnim mehom” na svijetu i poziva potrošače da “robot koriste na prijateljski i siguran način”, prema pisanom opisu promotivnog videa.

Montiranje GD01 u njegovoj trenutnoj inkarnaciji nije najprikladniji proces za korištenje. U videu, operater mora nespreno skalirati nogu stroja kako bi pristupio kokpitu. Zanimljivo je da, iako se GD01 prodaje kao stroj s ljudskom posadom, početni snimci prikazuju da se njime upravlja daljinski, bez operatera u kokpitu.

Unitree je robotski startup sa sjedištem u Hangzhouu u Kini, a najpoznatiji je po mnogo skromnijim humanoidnim i četveronožnim robotima. Tvrtka proizvodi i prodaje nekoliko modela čija se cijena kreće od 4290 dolara za R1-D samo s torzom od 90 000 dolara za H1 – robot opće namjene izgrađen s lidar i dubinskim kamerama, a pokreće ga Unitreejev zglobni motor M107, motor visokog okretnog momenta i visoke



Unitreejeva ponuda humanoidnih robota

izdržljivosti s naglaskom na agilnost, brzinu i nosivost.

Na proljetnoj gala priredbi koju je Unitree organizirao u veljači, snimljeni su humanoidni roboti tvrtke kako izvode impresivne akrobacije, sinkronizirani i *breakdance* te složene rutine borilačkih vještina.

Unitree nije objavio cjeloviti tehnički dokument o GD01, ali je jasno da se ovaj meha temelji na iskustvu tvrtke u izgradnji četveronožnih robota sposobnih za prelazak teškog terena.

Četveronožni modeli poput B2 sposobni su penjati se stepenicama, ostati uspravni pri jakim udarcima, pa čak i skakati preko procjepa. Također se mogu modificirati iz konfiguracije s ravnim nogama u modele s kotačima.

Unitreejevi četveronožni roboti koriste više setova binokularnih kamera za dubinsko mjerenje s efektom ribljeg oka, koje robotima omogućuju istovremeno promatranje okoline sprijeda, odozdo i sa strane.

Prema Unitreeovoj *web*-stranici, tvrtka je usmjerena na “samoistraživanje ključnih komponenti robota kao što su motori, reduktori, kontroleri, Lidar i visokoučinkoviti algoritmi za percepciju i kontrolu kretanja”.

[Video](#)

Unitree predstavlja: GD01, transformirajući meha s ljudskom posadom, od 650 000 dolara

Prvi svjetski mehanizam s ljudskom posadom spreman za proizvodnju. Može se transformirati. To je civilno vozilo koje teži oko 500 kg, zajedno s čovjekom koji je unutra.

Izvor: www.livescience.com

Snježana Krčmar

Otkrijte karijere u rastućem području kibernetičke sigurnosti

Što ako bi vaš posao bio nadmudriti hakere, zaštititi privatne podatke ljudi i zaustaviti kibernetičke kriminalce prije nego što napadnu? To je ono što ljudi u kibernetičkoj sigurnosti rade svaki dan.

Kibernetička sigurnost nije samo jedan posao. Postoje mnoge karijere u kibernetičkoj sigurnosti, uključujući istraživanje kibernetičkih zločina poput detektiva, podučavanje tvrtki kako ostati siguran na mreži, dizajniranje sigurnih aplikacija i igara, pa čak i suradnja s vladom kako bi se zaštitile nacionalne tajne.

Za neke od ovih karijera ne morate biti programer. Neke tehnološke vještine pomažu, ali ljudi koji su stvarno dobri u ovom poslu kreativni su rješavači problema koji mogu razmišljati kao negativci, dobro surađivati s drugima i objašnjavati komplicirane stvari na način koji svatko može razumjeti.

Budući da područje kibernetičke sigurnosti brzo raste, potrebno mu je više vještih stručnjaka. Bez obzira volite li rješavati zagonetke, štitiiti ljude, podučavati druge ili nadmudrivati negativce, postoji mnogo mogućnosti za posao u kibernetičkoj sigurnosti.

Od etičkog hakera do digitalnog forenzičara

Evo samo nekoliko za istraživanje.

Etički haker: Hakeri su obično ljudi koji oštećuju sustave i krađu informacije, ali etički hakeri rade suprotno. Oni su hakeri za dobro. Tvrtke i organizacije zapošljavaju etičke hakere da provale u *web*-stranice, aplikacije i mreže kako bi pronašli sigurnosne rupe prije nego što to učine pravi kriminalci. Etički hakeri identificiraju sigurnosne probleme kako bi tvrtke mogle napraviti promjene kako bi osigurale sigurnost svojih *web*-stranica i podataka ljudi.

Kibernetički istražitelj: Kibernetički istražitelji su poput *online* detektiva koji pomažu u sprječavanju i rješavanju kibernetičkih zločina, poput hakiranja, krađe identiteta, *online* prijevara i prijetnji. Traže znakove upozorenja, prate sumnjive digitalne aktivnosti i proučavaju kako kiberne-



tički kriminalci djeluju kako bi zaustavili napade prije nego što se dogode.

Kad se dogodi kibernetički zločin, rade na tome da utvrde tko je odgovoran, što se dogodilo i kako spriječiti da se ponovi. Prate digitalne tragove na internetu, kao što su sumnjivi računi, poruke, *web*-stranice, zapisnici poslužitelja ili IP adrese, te mogu surađivati s tvrtkama, školama, vladama ili policijom kako bi pomogli u zaštiti ljudi na mreži.

Dizajner sigurnosti igara ili aplikacija: Dizajneri ugrađuju sigurnosne značajke u igre i aplikacije koje svakodnevno koristite kako bi zaštitili vaše podatke za prijavu, osigurali sigurnost kupnji unutar aplikacije i spriječili varalice da vam unište zabavu.

Ovi dizajneri razmišljaju o sigurnosti od samog početka prilikom stvaranja aplikacije ili igre. Mogu razviti enkripciju za vaše osobne podatke kako ih hakeri ne bi mogli pročitati, stvoriti sigurne sustave plaćanja kako bi zaštitili podatke o kreditnim karticama vaših roditelja ili izgraditi sustave koji otkrivaju botove ili hakere. Također dizajniraju sigurnost koja se besprijekorno stapa s korisničkim iskustvom, čineći aplikaciju ili igru lakom za pristup i igranje.

Učitelj ili zagovornik kibernetičke sigurnosti: Vještine kibernetičke sigurnosti koje steknete možete koristiti kako biste pomogli drugima tako što ćete postati edukator. Učitelji kiberne-

tičke sigurnosti pomažu ljudima da nauče kako ostati sigurni na mreži i odgovorno koristiti tehnologiju. Učitelji su važni u pomaganju drugima da razumiju teme poput stvaranja jakih lozinki, prepoznavanja *phishing* prijevara, zaštite osobnih podataka i izbjegavanja kibernetičkih prijetnji. Oni olakšavaju razumijevanje koncepta tehnološke sigurnosti, tako da su svi svjesni rizika i rješenja.

Stručnjak za digitalnu forenziku: Kada dođe do kibernetičkog kriminala, kršenja podataka ili sumnjive aktivnosti, stručnjak za digitalnu forenziku pregledava računala, telefone, tablete,

poslužitelje i druge digitalne uređaje kako bi točno utvrdio kako je zločin ili kršenje izvršeno.

Koristeći specijalizirani softver i alate, oporavljaju izbrisane datoteke, analiziraju e-poštu i poruke, prate *online* aktivnosti i otkrivaju skrivene ili šifrirane podatke. Njihov posao zahtijeva veliku osjetljivost za detalje, vještine rješavanja problema i strpljenje, jer čak i najmanji trag, poput vremenske oznake ili skrivene datoteke, može pomoći u rješavanju slučaja.

Izvor: www.timeforkids.com

Fotografija: Getty Images

Snježana Krčmar

INOVATORSTVO

Kako postati izumitelj – praktični savjeti za učenike

Uvod

Kad se govori o izumiteljima, ljudi često zamišljaju ekstravagantne pojedince koji dožive iznenadni trenutak nadahnuća te u jednom trenu promijene svijet. Takva opća slika izumitelja i samog načina nastanka izuma djelomično je nastala zbog brojnih mitova o poznatim izumiteljima poput Thomasa Edisona, Nikole Tesle ili Alexandra Grahama Bella. Međutim, izumi većinom nastaju na mnogo manje dramatičan način. Izumljivanje je najčešće postupno, a do izuma se dođe kao rezultat višegodišnjih promatranja, razmišljanja, eksperimentiranja i brojnih neuspjelih pokušaja. Iza većine izuma kriju se sati proučavanja problema, crtanja skica, izrada modela i testiranja različitih rješenja. Drugim riječima, izumitelj u praksi nije osoba koja samo dobije ideju kao na filmu, nego osoba koja uporno traži bolji način kako riješiti neki problem. Mit o instant-izumiteljima produbili su filmovi koji da bi bili zanimljivi gledateljima moraju prikazati život, pa tako i nastanak nekog izuma puno dramatičnije i ubrzanije nego što to stvarno jest!

Vježbanje vlastite kreativnosti i inovativnosti

Što je dakle potrebno da se postane izumitelj? Talent? Fakultet? Apsolutno niti jedno niti drugo! Ovo dvoje može pripomoći, ali najvažnija je zapravo želja da se riješi konkretni tehnički problem. Kada danas pogledamo predmete koje svakodnevno koristimo, lako zaboravimo da ih je netko jednom morao osmisлити najprije u svojoj glavi. Netko je morao pronaći način kako napra-

viti olovku, kotač s gumom, telefon koji će biti praktičniji ili računalo koje će stati na radni stol. Svaki od tih proizvoda nastao je zato što je netko uočio mogućnost poboljšanja postojećeg stanja.

Prvi korak prema vlastitom izumu zato nije crtanje tehničkih nacrti niti proučavanje patentnih baza, nego promatranje svakodnevnog života. Svijet oko nas prepun je problema koje prihvaćamo kao normalne i neizbježne. Ponekad nam se čini da određene stvari jednostavno moraju biti komplicirane ili neugodne za korištenje. Međutim, upravo u takvim situacijama često se krije prilika za novi izum. Izumitelj promatra svijet drugačije od većine ljudi. Umjesto da prihvati problem kao nešto neizbježno, on se pita postoji li bolje rješenje. Dobar način za razvijanje takvog načina razmišljanja jest vođenje svojevrsnog dnevnika problema. Tijekom nekoliko dana ili tjedana potrebno je zapisivati sve situacije koje izazivaju nezadovoljstvo, gubitak vremena ili nepotreban trud. Takvi problemi mogu biti vrlo jednostavni. Možda se školska torba teško organizira pa se sitni predmeti stalno gube. Možda je nezgodno nositi bocu za vodu tijekom sportskih aktivnosti. Možda je teško održavati urednim radni stol na kojem se nalaze računalo, punjači, slušalice i drugi pribor. Na prvi pogled takvi problemi djeluju beznačajno, ali upravo su mnogi uspješni proizvodi nastali pokušajem rješavanja sličnih svakodnevnih poteškoća.

Nakon što se prepozna zanimljiv problem, sljedeći korak jest bilježenje ideja. Mnogi poznati izumitelji redovito su vodili dnevnik u koji su

zapisivali svoja zapažanja, crteže i razmišljanja. Takvi dnevници ponekad su sadržavali stotine ideja, od kojih je samo mali broj poslije pretvoren u stvarne proizvode. Međutim, upravo je ta navika zapisivanja omogućavala da se zanimljive misli ne izgube. Ideje često dolaze u neočekivanim trenucima, tijekom šetnje, vožnje autobusom ili razgovora s prijateljima. Ako ih ne zabilježimo, postoji velika vjerojatnost da ćemo ih zaboraviti. Bilježnica ideja ne mora biti uredna. Dapače, dovoljno je zapisati problem koji je uočen i nekoliko mogućih načina njegova rješavanja koji prvi padnu na pamet. Korisno je dodati i jednostavne skice jer one često pomažu u razmišljanju o konstrukciji budućeg proizvoda. Nakon određenog vremena u bilježnici se može skupiti velik broj ideja koje se mogu uspoređivati, povezivati i nadograđivati. Nerijetko se dogodi da dvije naizgled nepovezane zamisli zajedno stvore potpuno novo rješenje.

Upravo je kombiniranje postojećih ideja na nov i inventivan način jedan od najboljih načina izumljavanja. Kod pametnih telefona nije bilo novo niti telefoniranje, niti fotografiranje, niti pristup internetu, niti navigacija. Ono što ih je učinilo revolucionarnim bilo je objedinjavanje svih tih funkcija u jednom uređaju. Slični primjeri mogu se pronaći gotovo posvuda. Mnogi kućanski uređaji, alati i elektronički proizvodi nastali su upravo povezivanjem funkcija koje su prije bile odvojene. Kada pokušavamo osmisliti vlastiti izum, korisno je postavljati pitanja poput: što bi se dogodilo kada bih spojio dva proizvoda u jedan? Može li jedan predmet obavljati više zadataka? Može li se neki uređaj učiniti manjim, lakšim ili jednostavnijim za korištenje? Takva pitanja često vode prema zanimljivim rješenjima. Čak i ako početna ideja nije odmah primjenjiva, proces razmišljanja pomaže razvijanju kreativnosti i tehničke mašte.

TRIZ

U svijetu inovacija postoji nekoliko poznatih metoda koje pomažu u sustavnom pronalaganju novih rješenja. Jedna od najpoznatijih nosi naziv TRIZ (skraćeno od ruskog naziva za "teorija rješavanja inventivnih zadataka"). Ovu metodu razvio je sovjetski inženjer Genrih Altšuler nakon proučavanja velikog broja patentnih dokumenata. Analizirajući tisuće izuma, primijetio je da se mnogi tehnički problemi ponavljaju te da se nji-

hova rješenja mogu svrstati u određene obrasce. Iz toga je nastao sustav koji pomaže izumiteljima da lakše pronađu inovativne ideje. Jedna od osnovnih ideja TRIZ-a jest da se većina tehničkih problema može promatrati kao proturječje. Tako npr. želimo da mobitel ima veliki zaslon, ali da bude dovoljno malen za džep. Takve situacije nazivaju se tehničkim proturječjima. Uobičajen pristup često uključuje kompromis, nešto dobivamo, a nešto gubimo. TRIZ polazi od drukčije pretpostavke. Umjesto prihvaćanja kompromisa, potrebno je pokušati pronaći rješenje koje uklanja samo proturječje. Zanimljiv primjer možemo pronaći kod kišobrana. Klasičan kišobran mora biti dovoljno velik da zaštiti korisnika od kiše, ali i dovoljno malen da se lako nosi. Dugo vremena to je predstavljalo proturječje. Rješenje je pronađeno u obliku sklopivog kišobrana. Njegova veličina prilagođava se trenutnoj potrebi pa više nije potrebno birati između zaštite i prenosivosti. Upravo takav način razmišljanja karakterističan je za TRIZ.

TRIZ metoda može se podijeliti na četrdeset inventivnih načela. Ona predstavljaju svojevrstan alat za razmišljanje kada se traži novo rješenje problema. Neka od tih načela vrlo su jednostavna i mogu se primijeniti čak i u svakodnevnom životu. Jedno od najčešće korištenih načela TRIZ-a je podjela. Ako je predmet prevelik, pretežak ili nepraktičan, možda ga treba podijeliti na manje dijelove. Mnogi suvremeni proizvodi koriste upravo takav pristup. Modularni namještaj, prijenosni alati i brojni elektronički uređaji omogućuju rastavljanje ili sastavljanje prema potrebi korisnika.

Drugo načelo predlaže da se predmet učini *pokretnim ili prilagodljivim*. Umjesto jedne fiksne konstrukcije, moguće je koristiti sklopive, teleskopske ili pomične dijelove. Primjeri takvih rješenja mogu se pronaći kod sklopivih bicikala, prijenosnih ljestava i mnogih drugih proizvoda koji se lako prilagođavaju različitim situacijama. Vrlo zanimljivo načelo jest *spajanje funkcija*. Mnogi proizvodi postali su uspješni upravo zato što objedinjuju više mogućnosti u jednom uređaju. Najbolji primjer za ovo načelo je gore opisani pametni telefon koji je spojio razne funkcije u uređaj koji stane u džep. TRIZ također potiče na razmišljanje o *iskorištavanju resursa* koji se već nalaze u sustavu. Ponekad se rješenje problema ne nalazi u dodavanju novih

dijelova, nego u boljem korištenju onoga što već postoji. Primjerice, toplina koja nastaje tijekom rada stroja može se iskoristiti za grijanje drugog dijela sustava. Na sličan način sunčeva energija, vibracije ili strujanje zraka mogu postati koristan izvor energije umjesto da se promatraju kao nešto sporedno.

Još jedno zanimljivo načelo TRIZ-a jest načelo *prethodnog djelovanja*. Ono predlaže da se dio posla obavi unaprijed kako bi poslije sve bilo jednostavnije i učinkovitije. Mnogi proizvodi koriste upravo takav pristup. Primjerice, smrznuta gotova jela pripremljena su unaprijed pa ih korisnik samo zagrije kada su potrebna. Slično tome, aplikacije na pametnim telefonima često unaprijed preuzimaju podatke kako bi se sadržaj kasnije prikazao brže. Načelo *gniježdenja* predlaže da se jedan predmet smjesti unutar drugoga. Takav pristup štedi prostor i često povećava praktičnost proizvoda. Primjer možemo pronaći kod sklopivih šalica za kampiranje koje se uvlače jedna u drugu ili kod seta alata gdje se manji dijelovi nalaze unutar većeg kućišta. Ruske babuške također predstavljaju poznat primjer ovog načela. U tehnici se *gniježdenje* koristi kada je potrebno smanjiti zauzimanje prostora ili olakšati transport proizvoda. Vrlo korisno načelo je i načelo *kopiranja*. Ponekad nije potrebno koristiti skupe ili složene sustave ako se isti učinak može postići jednostavnijom zamjenom. Primjerice, arhitekti često izrađuju umanjene modele zgrada prije njihove gradnje. Na taj način mogu ispitati različite ideje bez velikih troškova. Danas se isto načelo koristi u računalnim simulacijama koje omogućuju testiranje automobila, mostova ili zrakoplova prije nego što se izrade stvarni prototipovi.

TRIZ također poznaje načelo *promjene boje*. Na prvi pogled ono može djelovati nevažno, ali promjena boje često poboljšava funkcionalnost proizvoda. Prometni znakovi koriste jarke boje kako bi bili lako uočljivi. Sigurnosni prsluci reflektiraju svjetlost i povećavaju vidljivost osoba u prometu. U industriji se različitim bojama označavaju cijevi, prekidači i opasna područja kako bi se smanjila mogućnost pogreške. Još jedno zanimljivo načelo jest pretvaranje štete u korist. Ponekad se ono što se na prvi pogled čini problemom može iskoristiti kao prednost. Primjerice, dodavanje specifičnog kemijskog elementa u leguru kako bi reagirao s nečistoćama

koje uzrokuju koroziju, stvarajući tako zaštitni sloj. Ovo načelo potiče izumitelje da drukčije promatraju probleme i traže skrivene mogućnosti.

Načelo *dinamičnosti* predlaže da se sustav može prilagođavati različitim uvjetima rada. Umjesto da proizvod uvijek ostaje isti, njegovi dijelovi mogu mijenjati oblik, položaj ili način rada. Primjer takvog rješenja nalazimo kod uredskih stolaca koji se mogu prilagoditi visini korisnika. Moderni automobili automatski prilagođavaju rad motora, ovjesa i sigurnosnih sustava uvjetima vožnje. Prilagodljivost omogućuje bolju učinkovitost i veću udobnost korištenja. Posebno zanimljivo učenicima može biti načelo *univerzalnosti*. Ono predlaže da jedan predmet obavlja više različitih funkcija. Time se smanjuje broj potrebnih dijelova i pojednostavljuje uporaba proizvoda. Dobar primjer je školsko ravnalo koje na sebi ima i kutomjer te različite mjerne skale. Sličan pristup koristi se kod višenamjenskih alata koji u jednom kućištu sadrže nož, odvijač, škare i druge korisne dodatke.

Načelo *lokalizirane kvalitete* predlaže da se odmaknemo od ideje da cijeli predmet mora biti jednolik. Umjesto da svaki dio proizvoda ima istu strukturu i svojstva, TRIZ predlaže da različiti dijelovi obavljaju različite funkcije i imaju drukčije karakteristike prilagođene specifičnim uvjetima. Izvrstan primjer iz svakodnevnog života su kuhinjski noževi kod kojih je oštrica izrađena od tvrdog, oštrog čelika, dok je drška napravljena od mekane plastike ili gume kako bi se osiguralo udobno i sigurno držanje. U industriji se ovo načelo koristi kod izrade alata za rezanje metala, gdje se samo na sam vrh alata nanosi sloj iznimno tvrdog materijala poput titana, dok ostatak alata ostaje od žilavog i jeftinijeg čelika. Načelo *asimetrije* potiče izumitelje da prekinu simetriju predmeta ako ona više ne donosi korist. Simetrični predmeti često izgledaju estetski privlačno, ali u praksi asimetrični oblici mogu drastično poboljšati funkcionalnost ili riješiti specifičan problem. Primjerice, ergonomske računalne miševe dizajniramo asimetrično kako bi savršeno odgovarali prirodnom položaju ljudske šake i smanjili umor tijekom rada.

Još jedna zanimljiva značajka TRIZ-a jest proučavanje razvoja tehnologije. Altšuler je primijetio da se mnogi tehnički sustavi razvijaju prema određenim obrascima. Primjerice, uređaji s vre-

MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

Piše: Borislav Božić, prof.

DUBINSKA OŠTRINA *engl. depth of field*

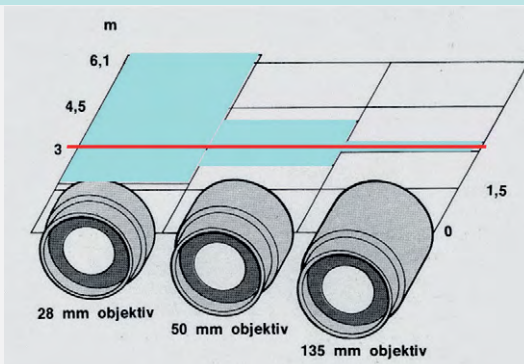
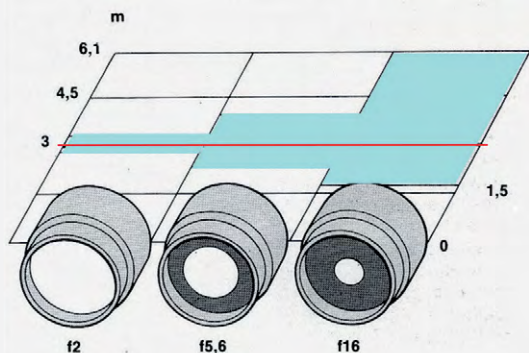


Uz oštrinu u fotografiji automatski se veže i pojam dubinske oštine. Definiramo je kao prostor oštine od najbliže oštre točke pa do najdalje oštre točke od fotoaparata, promatrajući snimanu scenu po dubini kadra. Na veličinu polja dubinske oštine utječe otvor objektiva /zaslon ili blenda/ , žarišna duljina objektiva, udaljenost fotoaparata do točke na koju smo izoštrili i veličina medija /senzora ili filma na koji snimamo/. Ako naučimo djelovanje ili učinke ovih elemenata, onda ćemo vrlo lako željenu snimku komponirati elementima oštine i neoštine. Time ulazimo sasvim ozbiljno u kreativne postupke stvaranja naše fotografske slike.

Oštrina, tj. jasnoća prikazivanja vizualnih činjenica svojstvo je slikarstva i fotografije. U slikarstvu umjetnik kontrolira što želi prikazati jasno i oštro, dok se u fotografiji oštrina dešava neovisno o namjeri fotografa. Ali i u fotografiji autor može kontrolirati oštrinu snimane scene ili samo pojedine njene dijelove ako zna što sve na nju utječe ili od čega ona ovisi.

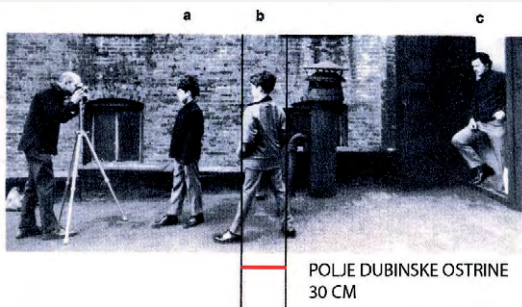
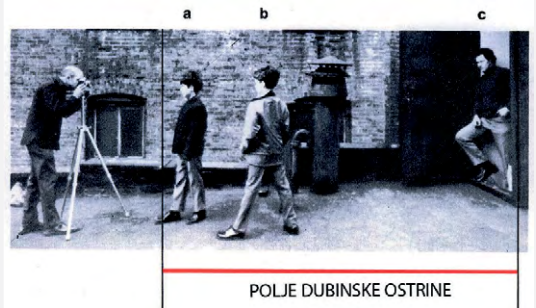


Shema lijevo dolje prikazuje situaciju kad snimamo standardnim ili normalnim objektivom; izoštrili smo na tri metra. Kad je puni otvor zaslona, dubinska oštrina nam je jedva tridesetak centimetara, a na srednjem otvoru /5,6/ dubinska oštrina je oko dva metra. Kad smo zatvorili zaslon na vrijednost 16, /dakle, jako mali otvor/ dubinska oštrina nam se proteže na udaljenosti od 1,7 m pa sve do šest metara. Na shemi desno dolje zadržali smo isti otvor zaslona na sva tri primjera - samo smo mijenjali žarišnu duljinu objektiva. Prva situacija snimana je širokokutnim objektivom i imamo najveće polje dubinske oštine. Srednja scena snimana je standardnim ili normalnim objektivom i imamo znatno manje polje dubinske oštine, a treći je primjer sniman s teleobjektivom i on daje najpliće polje dubinske oštine.



Ako imamo tri osobe u prostoru raspoređene po dubini kadra, kako to prikazuju fotografije ispod, zatvorimo zaslon na vrijednost 16 i izoštrimo na srednju osobu /B/, imat ćemo veliko polje dubin-

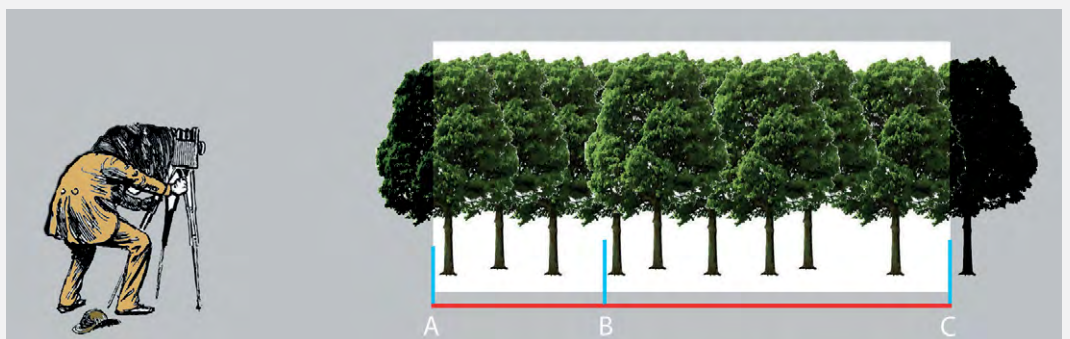
ske oštirine. Sve tri osobe na fotografiji bit će oštro registrirane. Fotografija je snimana standardnim ili normalnim objektivom. U ovom slučaju držali smo se pravila malog otvora zaslona i izoštravanja na prvju trećini od početka polja dubinske oštirine.



Imamo istu scenu i na istu srednju osobu smo izoštrili. U ovom slučaju smo otvorili zaslon do vrijednosti 2. Posljedica otvaranja zaslona na maksimum je vrlo plitko polje dubinske oštirine - svega 30 cm kako to pokazuje fotografija iznad teksta. Osobe u prvom i zadnjem planu su neoštro registrirane. Na prednjoj osobi ne prepoznajemo u potpunosti pojedinosti, ali nam je jasna osnovna

anatomija lica. Osoba u zadnjem planu zamućena je do neprepoznatljivosti. Srednja osoba na koju je postavljena oštirina vrlo jasno je registrirana.

Valja zapamtiti: Kad želimo kontrolirati polje dubinske oštirine, moramo izoštriti na prvju trećini od početka polja dubinske oštirine. Dakle, na točku B kako to pokazuje naša shema ispod.



POGLED UNATRAG



STEREOFOTOGRAFIJA
grč. stereos: tvrd čvrst, *prostran*

U ovom slučaju riječ prostran treba shvatiti kao trodimenzionalan jer je stereofotografija pojam koji označava trodimenzionalnu fotografiju. Ova vrsta fotografije snima se posebnim aparatima s dva objektivna i promatra u posebnom uređaju s dvije leće. Ova vrst fotografije nudi potpuni doživljaj tro-dimenzionalnosti za razliku od ubičajene koja je plošna i dvodimenzionalna.

Odmah po otkrivanju postupka dobivanja fotograf-ske slike, javila se želja i za njenom trodimenzionalnošću. Već sredinom devetnaestog stoljeća engleski optičar John B. Dancer konstruirao je aparat s dva objektivna za snimanje istovremeno dvije fotografije iste scene. Mala, neznatna razlika među snimljenim slikama bila je u veličini razmaka objektivna. Ovaj postupak zasnovan je na principu binokularnosti ljudskog vida. Naše oči donose dvije slike do mozga: lijevo oko jednu i desno oko drugu i naš ih mozak sjedinjuje u jedinstven doživljaj i zato imamo osjećaj prostornosti, tj. tro-dimenzionalnosti. Na istom principu radi i fotografski aparat namijenjen snimanju ovih fotografija. Ima dva objektivna i kad razvijemo fotografije, postavljamo ih u za to posebno konstruiran držač i promatramo ih kroz dvije male leće postavljene u razmaku naših očiju /sličica na vrhu lijevo/. Promatrajući ovako montirane dvije sličice, mi vidimo samo jednu scenu s doživljajem trodimenzionalnosti.

Slika ispod prikazuje originalni stereo snimak



Sličica iznad prikazuje digitalnu inačicu stereofotoaparata. Dakle, neovisno o evoluciji tehnike i tehnologije želja čovjeka za tro-dimenzionalnom slikom uvijek će postojati. Osnovno obilježje ovih aparata je da moraju imati dva objektivna i da snimaju dvije fotografije istovremeno.

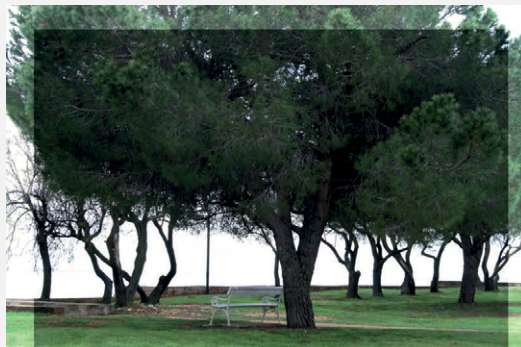
Antonia Bradarić, *Tratinčice*



Antonia je iskoristila znanja o učinku teleobjektiva i pravila dobivanja plitkog polja dubinske oštine. Aparat je postavljen u travu, a zoom objektiv pomaknut na teleopciju. Vlati trave, koje skoro dodiruju prvu leću objektiv, toliko su zamučene i „razlivene“ da daju poseban ugođaj ovoj fotografiji. Oštro iscrtane tratinčice naglašene su zamućenim okolnim ambijentom. Istaknuti kontrast bijelih cvjetica i nježne „razlivene“ zelene boje daje ugodu promatranja ovog kadra. Fotografija dijelom pripada području eksperimenta zato što je mlada snimateljica

naprosto stavila aparat u travu i stisnula gumb. Ona jest objektiv usmjerila prema tratinčicama, ali nije mogla do kraja kontrolirati kompoziciju zato što nije promatrala snimanu scenu kroz tražilo.

Mislav Mićanović, *Pogled*



Za razliku od prethodne fotografije, Mislav se trudi sve podrediti ideji, što znači da vrlo smišljeno dolazi u poziciju kontrastsvjetla i elemente snimanja podešava tako da pravilno osvijetli krošnje drveća i travnjak u podnožju. Prostor koji se otvara između krošanja i travnjaka je prazan, a u stvarnosti se vidi more. Mislav je otvorio zaslon kako bi pravilno osvijetlio krošnje koje su mu važne i time preekspozirao prostor mora, a posljedica je ta da je na fotografiji taj srednji dio bijel, nema ništa. U sadržajnom smislu je dobro da nema mora jer bismo s njim ostali na suhoparnom realitetu tumačenja pejzaža. U ovakvoj nam situaciji kod promatranja ove scene naviru asocijacije samoće, čežnutljivosti, mirnoće, odmora itd. Preporučujem malu intervenciju rezanja gornjeg dijela te lijeve i desne vertikale kako bi krošnjama zatvorili kadar.



Cortesonova maglina

Vesna je stajala sred hologramske karte kvadranta. Plavila se oko nje dok je očima pratila programiranu putanju *Histre* među zvijezdama oplakivanima plinovima Cortesonove magline. Činilo se dovoljnim pustiti neka *Histra* plovi svojim putem.

Samo što je Vesna čula dovoljno priča da zna kako na rubu Cortesonove magline ništa nije jednostavno. Ona pucketanjem prstiju ugasi 3D-kartu. Nađe se okružena zaslonima preko kojih su strujali nizovi podataka. "Okna", zapovjedi ona. Zaštitni se kapci podignu i zapovjedni most preplavi filtrirana vrelina plinova što su se kovitali u maglini. Nalazili su se na sigurnoj udaljenosti. Samo, ovdje ništa nije sigurno, podsjeti se Vesna, pa pogleda zaslone.

Jedan od tamnih krakova prebriše preko okna, izvijajući se, skupljajući i šireći svoju membranu. *Histra* je opet iskrivljavala prostor oko sebe u navigacijskome manevru, previše složenom da bi ga računala mogla pratiti u realnom vremenu. Ljudima – i svim ostalim razumnim bićima – manevarske su operacije lignjopoda bile potpuno nespoznatljive. Njima se, znala je Vesna, možemo samo služiti. Vesni se to nije uvijek sviđalo, ali to je bilo tako.

Vesna je na svome lignjopodu plovila među zvijezdama.

"Mama?"

"Da, dušo?"

"Mama, nešto mi je ispod kreveta!"

"Ti nemaš krevet, dušo."

"Ma znam, mama, ali to se tako kaže."

Vesna uzdahne. Utvare su se naganjale preko zapovjednog mosta: nejasni obrisi, na trenutak poput zvjezdanih baklji, a onda tek razmazi, da bi se potom zgrušali u

nastrana bića s mnoštvom udova, mršavih tijela, kao izglednijih, izduženih glava, dugih repova. Utvare. Nastale kad su kolapsarske gigabombe (ne zna se čije) prije 10 000 godina uništile cijelo zvjezdano jato (ne zna se koga) i stvorile maglinu što je kroz zaštitna stakla bola u oči: užareni plinovi zagrijani procesima koji su još uvijek trajali duboko unutra. Vesna kao da je gledala u razjapljena vrata pakla.

"Mama!" Mirjanin je glas požurivao, sad već na rubu plača.

"U redu, dušo", smireno će Vesna. "Strpi se trenutak, dolazim."



Bilo je razloga za plač, shvatila je Vesna čim je otvorila vrata i zakoračila u Mirjaninu inače praznu sobu. Holo je bio ugašen. Pomoćno plavo svjetlo osvijetljavalo je sobu. Mirjana je bila gore sasvim u kutu: bijela plutajuća kugla s crvenim i zelenim diodama oko pojasa, što su treperile kao lude. (Kad su se prije tri godine pred Vesnom našla dva moguća ishoda Mirjanine bolesti – smrt u manje od tri mjeseca ili kiborgizacija – nije dugo razmišljala.)

Stvar u sobi pomakla se, trznula, a onda se rastvorila u nešto poput divovskoga crnog pauka. Da je imala osam nogu, Vesna se ne bi uznemiravala. Ovako... Polako, vrlo polako – praćena s tri reda okruglih crnih očiju u kojima su se odražavale Mirjanine trepereće diode – Vesna je krenula prema njoj, ne skidajući pogleda s čudovišta. Kugla se nije usudila sama van: između nje i vrata bio je pauk i noge da je dohvate čim se malo spusti da prođe.

Tri para klijesta strugala su, zvuk je bio poput brušenja noževa. Bodlje na krajevima klijesta bile su duge i crne. Na njihovim vrhovima svako bi se malo pojavila kap tekućine. Otrov, pretpostavljala je Vesna. Nije znala mogu li klijesta probiti kuglu što je bila Mirjana, ali nije uopće sumnjala kako bi nju ubila u sekundi.

Bila je na pola puta do Mirjane kad se zapitala kakav joj je zapravo plan? Jedino što je na brodu imala od oružja bila je puška na gumene metke. Pa kad se nema nikakvog suvislog oružja, što preostaje nego goloruk ući u sobu s čudovištem? "Mama..."

"Tiho, Mirjana", Vesna će što je mirnijim glasom mogla. Znala je da se čudovišta poput ovog pojavljuju na rubu Cortesonove magline. Nitko nije znao odakle dolaze, da li odnekud unutar magline ili iz paralelnih dimenzija, možda čak i iz podsvijesti. Da, Vesnina podsvijest mogla je stvoriti ovako nešto. *Histra*, što joj je davala slobodu, i Mirjana, koja ju je ispunjavala ljubavlju, bile su joj rijetke svijetle točke u životu.

Puzala je uza zid, promatrajući pauka, svaki trzaj neke njegove noge, pokret klijesta. Što je htio? I je li uopće nešto htio? Mogao ju je ubiti u svakom trenutku. Ali samo ju je netremice gledao. Vesna pogleda gore. Kada dođe u kut i Mirjana se spusti, mogla bi je zgrabiti i onda je hitro izvući, pa ako bi imala sreće –

Nije imala sreće! Spasilo ju je samo to što je u zadnji tren spazila naprezanje mišića u dlakavim nogama, kao da se napinju kakve opruge. A onda su opruge bacile krupno tijelo na Vesnu. Crni paukoliki stvor tresnuo je u zid. Da se nije bacila na pod, tri para čeljusti upravo bi je komadala u krvavu kašu.

Dlakava su stopala tukla po njoj dok se probijala ispod paukova tijela. Čudovište se okretalo, pokušavajući klijestima uhvatiti ženu pod sobom. Kapi otrova prskale su oko nje. Onda je crno stvorenje stalo šibati stražnjim dijelom tijela, izduženim u bič, po podu. Udarci su pljuštali posvuda oko Vesne, dok ju je Mirjana zvala, ispunjena stravom. Čudovište ju je htjelo zgrabiti nogama, istovremeno mlateći i škljocajući ubojitim klijestima. Mlazovi otrova prskali su iz sjajnih bodlji. Nekoliko kapi poprskalo je Vesnu po nadlancici i ona zasikće kroz zube od bola. Brzo je otrla ruku o nogavicu, prije no što otrov probije kožu.

A onda jedan zamah biča silovito ošine Vesnu preko leđa. Udarac ju je srušio na trbuh. Nije se prestala odgurivati od dlakavih nogu, valjati se po podu ne bi li izbjegla bič i otrov. – Još jedan udarac! I još jedan! Kapi što joj prskaju ruke kojima je štitila lice i smjesta joj nagrizažu kožu.

"Mirjana!", poviče Vesna kroz ubode oštre boli, sklupčana dok je čudovište tuklo bičem oko nje i po njoj. Crni pauk bio je sad potpuno usredotočen na Vesnu, laki plijen bio mu je nadohvat klijesta, i kad bi... "Sad možeš –"

"Mama!" Vesna krajičkom svijesti shvati kako Mirjanin poziv više ne dolazi iz gornjeg kuta, pod stropom. Pametno svoje malo, pomisli ona s olakšanjem kad spazi bijelu kuglu kako lebdi u hodniku. Sad se samo mora još i ona izvući!

Odjednom, sobu obasja plamen! Utvare iz magline što se izvijaju u plesu nejasnih obrisa, poput mlazova plina iz kojih se tek na trenutak da razabrati nešto konkretno. Paukoliko čudovište zastane u pola pokreta, zburnjeno iznenadnim uljezima. Staklaste oči bile su mu zažarene. Je li bilo zaslijepljeno? Vesna nije znala. Tek, na trenutak ju je prestalo bičevati.

Vesna je znala da joj je to prva, zadnja i jedina prilika!

Ona se izgura pauku između nogu i skoči i potrči. Saplela se i pala pa, puzeći na sve četiri, izletjela iz Mirjanine sobe. Čudovište se trgnulo iz opčinjenosti plamenim obrisima. Klijesta su

zaškljocala tik za njom! Centimetar ju je dijelio od smrti kad je tresnula o zid hodnika i posegnula za kćeri.

Nije lako obuhvatiti glatku kuglu skoro pola metra u promjeru. A čudovište je probilo nestvarnu barijeru plamenih utvara, jednom kad je shvatilo kako bi moglo ostati gladno.

“Za mnom!”, poviče Vesna Mirjani. “Uz strop!”

Srećom, djevojčica ju je poslušala. Njih dvije pohitaju hodnikom, praćene struganjem dlakavih nogu i škljocanjem kliješta. Vesna nije znala može li se sama riješiti pauka, ali jednom zapečaćen, zapovjedni most siguran je od svakog prodora.

Trideset metara. Toliko je bilo do neprobojnih vrata mosta. Ni deset metara. Toliko je bilo do crnog vrtloga nogu i kliješta i bičastoga repa što se valjao iza njih.

Odjednom – otkud? – pred Vesnu i Mirjanu iskoči još jedno čudovište i zapriječi im prolaz! Praćena Mirjaninim vriskom, Vesna mu zamalo uleti ravno u kliješta.

“Mirjana!”, krikne Vesna. “Podigni me!”

“Ne znam mogu li!”

“Možeš! Podigni –” Mirjana padne Vesni nadohvat i ona skoči i obuhvati kuglu rukama. Podigla se dok je majka visjela s nje.

Dva su pauka pod njima grabila nogama za Vesnom. Osjetila je kako joj dlanovi i prsti klize po glatkoj površini kugle. Jedna je dlakava noga dohvati, ali uspjela ju je samo odgurnuti. Mirjana je brzala uz strop prema zapovjednom mostu. Pauci su gazili za njom, pokušavajući oboriti plijen. A Vesna se jedva držala.

Potom opet nalet vatrenih utvara kroz hodnik! Pauci su zastali u trku, stražnji je udario u prednjeg i oni su se sapleli u razjareno klupko. Trebalo im je nekoliko spasonosnih sekundi dok se nisu, sikćući bijesno i prijeteći si kliještima, rasplesli. Mirjana i Vesna uletjele su na zapovjedni most. Vesna lupi po tipki za hermetičko zatvaranje i sruši se u čvor boli, dok su teška vrata uz potmulu zvuk zapečatila most.

Pauci su ostali bespomoćno strugati po okomitij neprobojnoj ploči. Na trenutak su bile sigurne. Ali, na rubu Cortesonove magline, riječ “sigurno” nije puno značila.

Mora izbaciti čudovišta, odlučila je Vesna. Ali kako? Ona priskoči do jednog od zaslona i pritisne ikonu za kameru u hodniku. Zaslon ispuni slika s nje. Oba pauka pred vratima gledala su u

kameru, savršeno svjesna da ih se snima. Je l' vi to mene zafrkavate, pomisli Vesna trenutak prije no što su se pauci bacili na instalacije u hodniku. Kidali su kabele i cijevi, čupali žice, odvaljivali limene sanduke sa zidova. Vesnu zaglušni zavijanje desetaka signala za uzbunu.

Tamni krakovi lignjopoda mahnitno su pokušavali iskriviti prostor u manevru bijega. Ali, nije imao kuda: napadači su bili unutar njega. Nekoliko je trenutaka Vesna grozničavo razmišljala. Kako da ih se riješi?

Da vidimo kako će vam se ovo dopasti, naceri se odjednom ona i baci se u pilotski stolac, prebaci na ručno i primi se upravljača. Čim je dobila zeleni signal, gurnula je lignjopod ravno u plamteće plinove.

“Mama!”

“Ne brini! Možemo izdržati”, umiri Vesna Mirjanu. “A da vidimo mogu li oni!”

Signali za uzbunu zavijali su dok se *Histra* obrušavala. Vesna je osjetila kako se lignjopod opire, ali bio je to manevar u podrelativističkom prostoru, gdje je slušao njene zapovijedi. Kraci su šibali preko okna, membrane su se skupljale pred vrelinom. Vesna preusmjeri sve hlađenje na zapovjedni most. Drugdje, temperatura je skočila u kritično.

Pogled na zaslon s čudovištima: prestala su uništavati sve čega bi se dohvatila.

“Nismo više tako zločesti, je li?”, procijedi Vesna. A onda je prvo paukoliko čudovište iščezlo. Puf! i više ga nije bilo. Za njim se izgubilo i drugo. Utvare su zaposjele zapovjedni most, sve je oko Vesne i Mirjane bio veseli vrtlog plamena.

Njen je manevar uspio. Ali, čudovišta su za sobom ostavila štete i pokazivači su i dalje bili u crvenome. Alarmi nisu prestali probijati uši. Vesna opali po tipki za ručno isključivanje i na zapovjedni se most vrati tišina.

Vesna vrati upravljanje lignjopodu. “Karta”, zapovjedi ona i nađe se opet sred zvjezdonaavigacijskog holograma. Zadovoljno je promatrala kako ih lignjopod vraća natrag na putanju, slobodne od čudovišta. Plamene utvare plesale su zapovjednim mostom, a onda, kad se *Histra* stala udaljavati od magline da skoči u nadrelativistički svemir, i one su se kao jedna izgubile: dobri duhovi, preživjeli iz drevnoga rata.

Aleksandar Žiljak

Starter kit Geekcreit UNO R3 (11)

U ovom ćemo nastavku pokazati kako izmjeriti temperaturu senzorom LM35 iz kompleta Geekcreit i rezultat prikazati na alfanumeričkom displeju!

Temperaturni senzor LM35

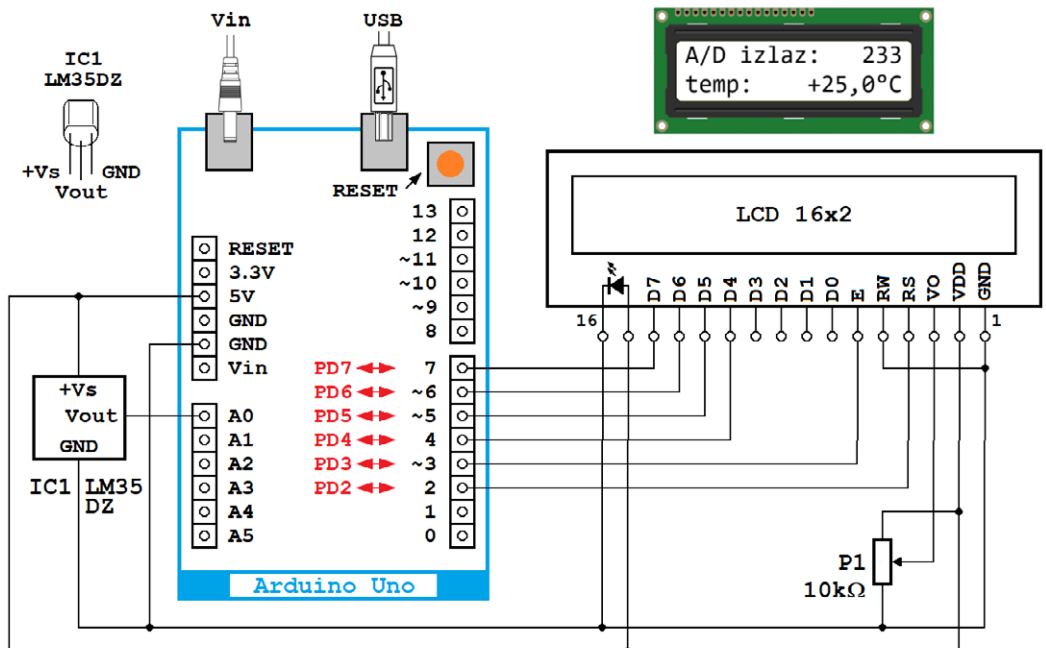
Integrirani krug LM35 precizni je temperaturni senzor, primjenjiv u širokom temperaturnom rasponu od $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Njegov izlazni napon je linearno proporcionalan temperaturi okoline, s pretvorbenim faktorom $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Točnost na sobnoj temperaturi je bolja od 1°C , a u čitavom temperaturnom rasponu greška mjerenja nije veća od $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ovo su granične vrijednosti; očekivane tipične vrijednosti su manje od $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ unutar čitavog mjernog raspona. Koliki je taj mjerni raspon, ovisi o oznaci na integriranom krugu: u kompletu Geekcreit nalazi se najjeftiniji član porodice, LM35DZ, predviđen za mjerenja temperatura od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

LM35DZ se nalazi u kućištu TO-92, poput malih "plastičnih" tranzistora; raspored izvoda

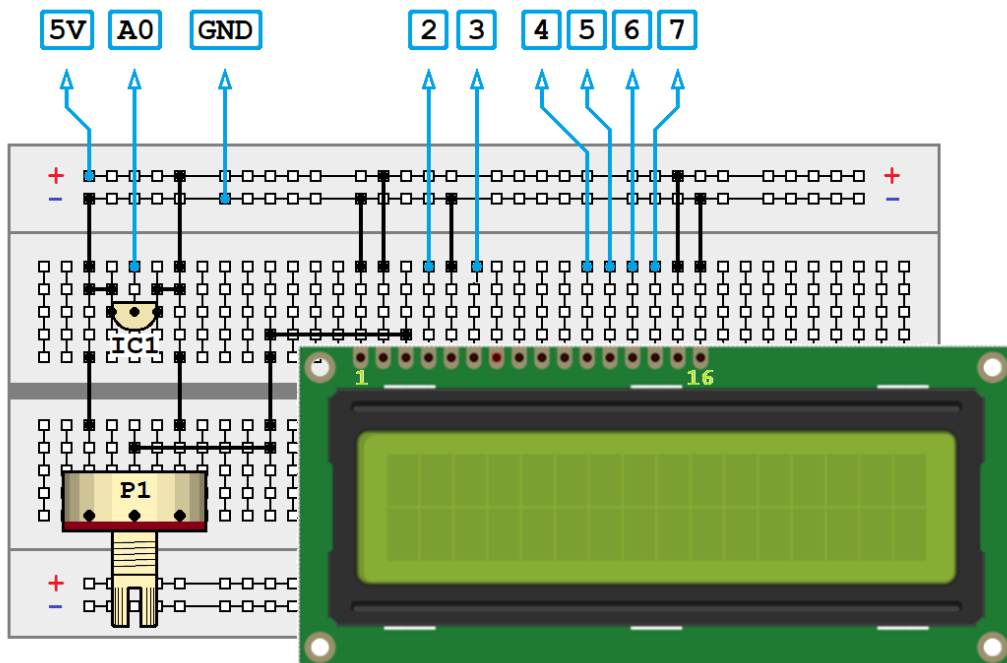
i način povezivanja s pločicom Arduino UNO prikazani su na Slici 40. Mjereći napon na analognom ulazu A0, odredit ćemo temperaturu i prikazati je na LCD-u! LM35 je tvornički kalibriran tako da mu je izlazni napon pri $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ jednak 0 V , odnosno, naponsko očitavanje brojčano odgovara izmjerenoj temperaturi ($250\text{ mV} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ovo je vrlo praktična osobina, ali povlači i jedan nedostatak: za mjerenje negativnih temperatura trebat ćemo i negativni napon napajanja.

U shemi sa Slike 40 ipak nismo predvidjeli izvor negativnog napona, jer naš LM35DZ ionako nije pogodan za mjerenje negativnih temperatura, a ni mikroupravljač ne može mjeriti negativne napone! Prema tehničkoj dokumentaciji proizvođača, LM35 u ovakvom spoju može precizno mjeriti samo temperature više od $2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Komponente sa Slike 40 posložiti ćemo na veliku testnu pločicu prema crtežu na Slici 41. Kako je potenciometar P1 izgubio svoju prijašnju funkciju, iskoristit ćemo ga za ugađanje kontrasta LCD-a.



Slika 40. Ovakvo ćemo povezati temperaturni senzor LM35 s pločicom Arduino UNO



Slika 41. Ovako ćemo komponente sa Slike 40 posložiti na veliku testnu pločicu

10. programski zadatak

Napisati program za sklop sa slika 40 i 41, koji će očitavati izlazni napon temperaturnog senzora LM35, preračunati očitavanje u temperaturu i prikazati je na alfanumeričkom displeju na sljedeći način:

- u gornjem retku treba ispisati očitavanje u rasponu 0–1023, tj. u obliku koji dobijemo iz A/D pretvarača mikroupravljača
- u donjem retku treba ispisati odgovarajuću temperaturu u °C s jednim decimalnim mjestom!

Očekivani prikaz na displeju vidljiv je na Slici 40 gore!

Arduino rješenje (program `Geekcreit_10.ino`)

Programsko rješenje jako je slično prethodnom, pa ćemo opisati samo razlike u programu. U 9. smo zadatku očitavali napon klizača potencijometra, koji smo mijenjali u rasponu 0–5 V; zbog toga je bilo logično kao naponsku referencu upotrijebiti napon napajanja, 5 V. Sada mjerimo napone unutar znatno manjeg raspona: ako kao

donju granicu pretpostavimo prije spomenutih 2 °C, a kao gornju 50 °C, izlazni napon bit će u rasponu 20–500 mV. Takve ćemo napone puno preciznije mjeriti kada kao referentni napon odaberemo internu naponsku referencu (1,1 V). To ćemo učiniti pomoću naredbe `analogReference()` kojoj prosljeđujemo jednu od ove tri vrijednosti:

DEFAULT – referenca je 5 V (na Arduino pločicama koje su napajane s 5 V) ili 3,3 V (na pločicama Arduino koje su napajane s 3,3 V)

INTERNAL – interna referenca Atmega168 ili ATmega328P mikroupravljača, tipično 1,1 V i

EXTERNAL – referentni napon je spojen na pin AREF (mora biti između 0 V i napona napajanja pločice Arduino).

U funkciji `setup()` definiramo da ćemo koristiti interni referentni napon, a zatim konfiguriramo LCD:

```
void setup() {
  analogReference(INTERNAL);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("A/D izlaz:");
}
```

Početak *loop()* funkcije, u kojem ispisujemo očitavanje, identičan je prethodnom programu, osim što smo promijenili naziv varijable za spremanje očitavanja u *lm35Value*:

```
void loop() {
  int lm35Value = analogRead(A0);
  lcd.setCursor(12,0);
  if (lm35Value > 999 ) {
  } else if (lm35Value > 99) {
    lcd.print(" ");
  } else if (lm35Value > 9) {
    lcd.print(" ");
  } else {
    lcd.print(" ");
  }
  lcd.print(lm35Value);
```

Ispisujemo početak drugog retka i znak plus:

```
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("temp:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("+");
```

Preračunavamo očitanu vrijednost senzora u milivolte, zatim milivolte u °C i, na kraju, ispišemo rezultat:

```
float napon = lm35Value * (1100.0 / 1023.0);
float temperatura = napon / 10.0;
lcd.print(temperatura,1);
lcd.print(char(223));
lcd.print("C");
delay(1000);
}
```

Drugi parametar naredbe *lcd.print()* određuje da želimo prikaz s jednim decimalnim mjestom. Znak za stupnjeve ispisujemo kao *char(223)*, jer je u internoj memoriji definiran na adresi 223.

Bascom_AVR rješenje (program Geekcreit_10.bas)

Konfiguracija displeja identična je kao u prethodnom zadatku, ali A/D pretvarač moramo prikladnije konfigurirati! Za vrijednosti temperature od 0 °C do 50 °C, napon na senzoru LM35 bit će u rasponu 0–500 mV, pa je za komparaciju razumno uzeti internu naponsku referencu napona 1,1 V – njome ćemo, teoretski, moći mjeriti temperature do 110C:

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto ,
Reference = Internal_1.1
```

I napon na senzoru LM35 izmjerit ćemo i prikazati ga na displeju na identičan način kao

u prethodnom zadatku, ali će se pretvorba razlikovati; vrijednost koju nam daje A/D pretvarač najprije ćemo pomnožiti s 1100 (= referentni napon u mV), a zatim podijeliti s 1023 (= najveća vrijednost A/D pretvorbe):

```
Ad_izlaz = Ad_izlaz * 1100
Ad_izlaz = Ad_izlaz / 1023
```

I ovdje su mogući veliki međurezultati, pa varijabla *Ad_izlaz* mora biti tipa *Long*. Pozicionirat ćemo se i izdvojiti cjelobrojnu vrijednost temperature dijeljenjem s 10:

```
Locate 2 , 10
Temp = Ad_izlaz / 10
```

Pretpostavit ćemo da nećemo mjeriti temperature više od 99 °C, pa cjelobrojni dio rezultata može biti samo dvo- ili jednoznamenasti broj. Ako je jednoznamenast, prije ispisa moramo napisati jednu bjelinu

```
If Temp < 10 Then Lcd " "
```

i onda smo spremni za ispis cjelobrojnog dijela temperature kojem prethodi znak "+" i koji završava decimalnim zarezom:

```
Lcd "+" ; Temp ; ","
```

Decimalni dio rezultata dobijemo kao ostatak pri dijeljenju s faktorom 10; ispisat ćemo ga zajedno s oznakom "°C" (*Chr(223)* odgovara znaku "°"):

```
Temp = Ad_izlaz Mod 10
Lcd Temp ; Chr(223) ; "C"
Waitms 100
```

```
Loop
```

Nakon ovoga, spremni smo za novo mjerenje!

```
***
```

Za one koji žele znati više

Imamo li na raspolaganju integrirani senzor LM35CZ ili LM35CAZ, mogli bismo mjeriti i temperature u negativnom temperaturnom području, sve do -40 °C. Proizvođač predlaže modifikacije osnovnog sklopa prikazane na Slici 42, koje omogućuju mjerenje negativnih temperature i bez dodatnog izvora negativnog napona. Modifikacija prikazana na Slici 42 lijevo omogućuje mjerenja u rasponu od -5 °C do +40 °C. Pretvorbeni faktor je ostao 10 mV/°C, ali temperaturi od 0 °C više ne odgovara izlazni napon od 0 V, nego 100 mV, pa je potrebno prikladno korigirati program.

Modifikacija prikazana na Slici 42 desno omogućuje mjerenja u punom temperaturnom rasponu, od -40 °C do +110 °C, i opet uz pretvorbeni

menom postaju manji, učinkovitiji i inteligentniji. Mehaničke sustave često zamjenjuju elektronički, a elektroničke sustave sve više nadopunjuje računalna obrada podataka. Poznavanje takvih trendova može pomoći inženjerima u predviđanju budućih smjerova razvoja tehnologije.

Iako je TRIZ nastao za potrebe industrije i profesionalnih izumitelja, njegove osnovne ideje mogu biti korisne i učenicima. Kada se suoče s problemom tijekom izrade tehničkog projekta, učenici mogu pokušati postaviti nekoliko jednostavnih pitanja. Može li se predmet podijeliti na manje dijelove? Može li postati pokretan ili prilagodljiv? Može li jedna komponenta obavljati više funkcija? Postoji li neki resurs koji se trenutačno ne koristi dovoljno dobro? Takva pitanja često otvaraju put prema novim i neočekivanim rješenjima. TRIZ ne može jamčiti da će svatko postati veliki izumitelj, međutim pokazuje da kreativnost nije urođena već se može vježbati: kao što se mogu naučiti matematika, programiranje ili crtanje tehničkih nacрта, tako se može razvijati i sposobnost stvaranja novih ideja. Upravo je to možda najvažnija poruka ove metode. Izumiteljstvo nije rezervirano samo za rijetke genijalce. Ono je vještina koja se može uvježbavati promatranjem problema, proučavanjem postojećih rješenja i sustavnim traženjem novih mogućnosti.

Što nakon što smo osmislili vlastiti izum?

Kada se razvije obećavajuća ideja, važno je istražiti postoje li već slična rješenja. Mnogi izumitelji iznenade se kada otkriju da je netko već izumio nešto posve isto ili jako slično. Prva stvar koju možemo napraviti je pretražiti internet. Druga stvar je pretraga baza patentnih dokumenata koje su danas dostupne na više stranica od kojih je najpoznatija Espacenet o čemu smo već pisali u jednom od prethodnih brojeva. Patentne baze nisu prepreka vlastitoj kreativnosti nego vrijedan izvor znanja. U njima se mogu pronaći milijuni tehničkih rješenja iz različitih područja. Proučavanjem takvih dokumenata moguće je naučiti mnogo o načinu razmišljanja drugih izumitelja. Baze patentnih dokumenata imaju još jednu važnu prednost: one omogućuju da se izbjegne ponavljanje već poznatih rješenja. Ako je netko prije deset godina patentirao sličnu ideju, to ne znači da treba odustati. Naprotiv, proučavanje postojećeg patenta može pomoći u

pronalaženju njegovih nedostataka i mogućnosti za poboljšanje. Mnogi izumi nastali su kao odgovor na ograničenja prethodnih rješenja.

Nakon istraživanja i pretrage slijedi faza izrade prototipa. To je trenutak kada ideja napušta papir i počinje dobivati stvaran oblik. Prototip ne mora biti savršen. Njegova je svrha provjeriti može li zamišljeno rješenje funkcionirati u praksi. Ponekad je dovoljan model izrađen od kartona, drva ili dijelova dostupnih u radionici. Važno je da omogućuje ispitivanje osnovnog principa rada. Tijekom izrade prototipa često se otkrivaju problemi koji nisu bili vidljivi tijekom crtanja skica. Upravo zato većina izuma prolazi kroz više razvojnih verzija prije nego što postane gotov proizvod. Jedna od najvažnijih lekcija koju svaki izumitelj mora naučiti odnosi se na neuspjeh. Gotovo niti jedan izum ne uspije iz prvog pokušaja. Ponekad se pokaže da određeni materijal nije dovoljno čvrst, da mehanizam ne radi kako je zamišljeno ili da korisnici imaju drukčije potrebe nego što se pretpostavljalo. Takve situacije nisu znak da je ideja loša. One predstavljaju priliku za učenje. U tehničkom razvoju svaki neuspjeli pokušaj pruža vrijedne informacije koje pomažu u poboljšavanju rješenja.

Povijest tehnike prepuna je primjera velikih izumitelja koji su godinama radili na svojim projektima prije nego što su postigli uspjeh. Njihova najveća prednost nije bila genijalnost nego upornost. Nastavljali su eksperimentirati čak i kada rezultati nisu bili zadovoljavajući. Upravo zbog toga mnogi stručnjaci smatraju da je upornost važnija od same ideje. Dobra ideja bez rada rijetko dovodi do uspjeha, dok prosječna ideja uz dovoljno truda ponekad može prerasti u vrlo koristan proizvod.

Pametna lijenost

Kada se govori o lijenosti, najčešće se ona doživljava kao negativna osobina koju treba izbjegavati. Međutim, u kontekstu izumiteljstva i razvoja novih ideja, lijenost može imati sasvim drugačije značenje. Ona ne mora predstavljati nedostatak volje za rad, već može biti pokretač inventivnosti. Lijenost u pozitivnom smislu možemo shvatiti kao potrebu čovjeka da izbjegne nepotrebno ponavljanje i teški fizički ili mentalni rad. Izumitelj koji razmišlja na takav način stalno se pita postoji li lakši način za obavljanje nekog zadatka. Iz takvog razmišlja-

nja nastaju izumi koji štede vrijeme i energiju. Povijest pokazuje da su mnogi izumi rezultat upravo takve *pametne lijenosti*. Na primjer, kotač je nastao jer je bilo naporno nositi teške predmete, pa je čovjek pronašao način da ih lakše prevozi. Slično tome, perilica rublja omogućila je ljudima da izbjegnu dugotrajno i fizički iscrpljujuće ručno pranje odjeće. U modernom dobu, računalni programi i automatizacija razvijeni su kako bi se smanjila potreba za ponavljanjem istih radnji. Važno je naglasiti da ovakva lijenost nije isto što i neodgovornost. Pravi izumitelj ne izbjegava rad u potpunosti, nego ulaže trud u pronalaženje rješenja koje će kasnije olakšati posao. To znači da se kratkoročni napor pretvara u dugoročnu korist. Na taj način lijenost postaje poticaj za razmišljanje, analizu i inovaciju.

Zaključak

Za mlade ljude koji se zanimaju za nove tehnologije najvažnije je razumjeti da izumiteljstvo nije rezervirano samo za znanstvenike i inženjere. Svatko može razvijati vlastiti izumiteljski način razmišljanja. Potrebno je promatrati svijet oko sebe, postavljati pitanja, zapisivati ideje i pokušavati pronaći nova rješenja. Neke zamisli pokazat će se neizvedivima, neke će već postojati, a neke će zahtijevati dodatna poboljšanja. No upravo kroz takav proces nastaju izumi. Ne mora se biti odrasla osoba, znanstvenik ili genij da bi se bio izumitelj. Dovoljni su znatiželja, mašta i želja da se isproba nešto novo. Možda si već primijetio nešto što bi se moglo poboljšati u školi, kod kuće ili na igralištu. Svaki problem krije priliku za novi izum. Nemoj se bojati pogriješiti. Mnogi poznati izumitelji pokušavali su mnogo puta prije nego što su uspjeli. Pogreške nisu znak neuspjeha, već koraci prema boljem rješenju. Promatraj svijet oko sebe, postavljaj pitanja i zapisuj svoje ideje. Crtaj, sastavljaj modele i razgovaraj s drugima o svojim zamislima. Možda će upravo tvoj izum jednog dana pomoći ljudima, zaštititi prirodu ili promijeniti način na koji živimo. Tko zna? Možda se među vama nalazi budući izumitelj koji će stvoriti nešto što danas još ne postoji. Zato vjerujte u svoje ideje i usudite se stvarati! Budućnost pripada onima koji se ne boje maštati i istraživati! Dovoljno je otvoriti oči, promatrati svijet i nikada ne prestati postavljati pitanja.

Ivo Mišur

Humanoidni robot obavlja sve kućanske poslove umjesto vas

Panther radi osnovne kućanske poslove, poput namještanja kreveta i pripremanja doručka

Biste li voljeli da jedan humanoidni robot obavlja sve kućanske poslove umjesto vas? Uskoro bi se to stvarno moglo desiti.

Naime, kineska tvrtka za robotiku UniX AI najavila je izlazak Panthera, humanoidnog servisnog robota dizajniranog za pomoć u uobičajenim kućanskim poslovima.

Robot, koji teži 80 kilograma i visok je 1,6 metara, može raditi do 12 sati s jednim punjenjem. Osim objavljivanja promotivnog videa koji prikazuje Panthera kako obavlja poslove poput namještanja kreveta, čišćenja radnih površina i WC-a te kuhanja doručka, UniX AI je započeo i komercijalne isporuke modela, što govori o tome da je spreman za primjenu u stvarnom okruženju.

“UniX AI ne samo da gradi naprednu tehnologiju i proizvode, već robote donosi u domove, hotele, javne prostore i sigurnosne operacije, čineći ih pouzdanim alatima za produktivnost društva”, kaže Fred Yang, osnivač i izvršni direktor UniX AI-ja.

Stabilan servisni robot

Za obavljanje kućanskih poslova, Panther koristi dvije od prvih masovno proizvedenih bioničkih ruku na svijetu koje zglobovima robota daju 34 stupnja slobode. Na kraju ruku nalaze se inteligentne “hvataljke” koje se prilagođavaju različitim oblicima i veličinama predmeta koje robot može uhvatiti. U promotivnom videu Panther se vidi kako drži plastičnu lopaticu prilikom prženja jaja i četku za WC kada čisti WC. Robot čak i pere ruke u sudoperu na kraju videa, sušeći hvataljke ručnikom za kupanje.

Pantherovo tijelo može se vertikalno produžiti za 80 centimetara kako bi pristupilo teško

Nastavak na 36. stranici

Početak razdoblja humanoida

Iako je 2025. proglašena godinom čovjekolikih robota tek je prava poplava funkcionalnih dvonožnih hodača na najvećem sajmu CES u Las Vegasu početkom 2026. godine mnoge uvjerila da smo zaista u razdoblju humanoida. Tome bi svjedočili i bezbrojni video "clipovi" na YouTubeu kada ne bi postojala već poslovična sumnja u njihovu vjerodostojnost. Voditelj Googleovog projekta "Everyday Robot" s pravom je izjavio da "jedna stvar koju naučite u robotici jest da nikada ne vjerujete YouTube videu".

Pojam "humanoid" počeo se češće koristiti u robotici otkad se pojavio OS Android za mobilne telefone. Od tada se na mrežnim tražilicama na pojam "android" sve rjeđe pojavljuju sadržaji vezani uz robotiku.

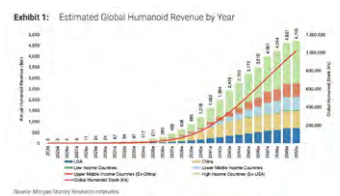
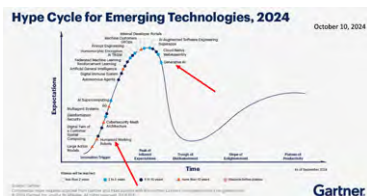
Najsnažniji dokazi da smo ušli u razdoblje humanoida je rast takozvanih "ratnih fondova" uočljiv kod najsnažnijih tržišnih takmaca. "Ratni fond" je u poslovnim krugovima fraza kojom se označavaju natjecateljska ulaganja rizičnog kapitala među tržišnim takmacima. Upravo novčani iznosi tih fondova pokazuju da smo ušli u *hype* ciklus humanoidnih robota koji potpiruju velike tvrtke, ali i istraživačke agencije najsnažnijih banaka. Više proizvođača najavljuje stavljanje u proizvodnju i na tržište tisuće humanoida što je pokazatelj rasta industrije u nastajanju.

Razvoj humanoidne robotike ušao je u novu, vrlo skupu fazu. Završena je era impresivnih

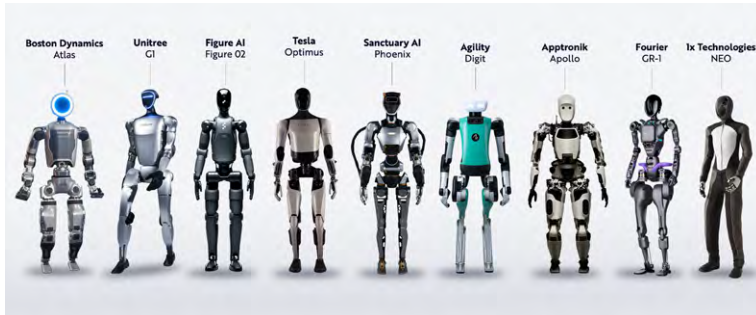
ŠTO SU HUMANOIDI? To su čovjekoliki roboti dizajnirani za kretanje, percepciju i interakciju u ljudskoj okolini, tj. rade u složenim, nestrukturiranim okruženjima. Za razliku od tradicionalnih servisnih robota, oblikovanih za slične i ponavljajuće zadatke, humanoidi se kreću u stvarnim prostorima, a njihovo ponašanje, fizičko djelovanje i komunikacija slične su ljudskima.

laboratorijskih demonstracija, a počela intenzivna, globalna utrka kapitala za financiranje velikog pothvata masovne proizvodnje. Tržište humanoidnih robota zabilježilo je na globalnom tržištu krajem 2025. godišnje povećanje prihoda od 508 % u odnosu na prošlu godinu, što je nešto manje od pola milijarde dolara. Ukupan broj humanoida u upotrebi je oko 20 000. Iz tih brojkri ne naslućuje se nevjerojatna budućnost humanoida koja se predviđa u primjerice 2060. godini. No već je i projekcija razvoja do 2035., sa čak milijun humanoida u uporabi na kraju te godine, impresivan.

Zašto se inzistira na humanoidnim robotima? Glavna prednost humanoidnog dizajna robota je njegova univerzalnost i fleksibilnost u primjeni. Spočita mu se da oponašanje čovjeka zapravo ograničava razvoj robota. Odgovor na to je pragmatičan: čovjekov artifičijelni svijet oblikovan



HUMANOIDNI HYPE (PREDVIĐANJE ŠIRENJA I RASTA HUMANOIDA). Gartnerov *Hype Cycle* (slika lijevo) prikazuje gdje se *hype* (zanos, pompa) humanoidima nalazi trenutno u odnosu na umjetnu inteligenciju (crvene strelice). Humanoidi su trenutno u fazi poticajnog investiranja bez komercijalnih dobitaka dok je AI u fazi preispitivanja. *Hype Cycle* sastoji se od pet ključnih faza životnog ciklusa tehničke inovacije. Jedan od poticaja za rast humanoida bio je u pojavi AI-ja. Vrhunac očekivanja rezultira nizom uspješnih priča bez tržišnih uspjeha. Dolina razočaranja je faza u kojoj interes opada jer nema rezultata. Ulaganja se nastavljaju samo ako preživjele tvrtke unaprijede svoje proizvode na zadovoljstvo ranih korisnika. Nagib prosvijetljenja je faza u kojoj se počinje uočavati korist za poduzeća. Sve više poduzeća financira pilot-projekte. Ravnina produktivnosti stvara se s masovnim usvajanjem novine. Široka tržišna primjenjivost i važnost novih strojeva postaju očito isplative. Na slici u sredini je plakat s utjecajne izložbe CES 2026 posvećene humanoidima. Dijagram na slici desno prikazuje procjene razvoja humanoida banke Morgan Stanley po godinama do 2050.



CIJENA HUMANOIDA. Trenutna procjena proizvodnje funkcionalnog humanoidnog robota u razvoju kreće se od 100 do 200 tisuća dolara. Smatra se da jedinični troškovi moraju pasti ispod 28 000 dolara da bi široka primjena postala moguća. Banka procjenjuje da cijena od 50 000 dolara osigurava pokretanje prvog vala masovnog usvajanja. No taj cilj stvara velik pritisak na lanac opskrbe komponentama. Za rast primjene humanoida, osim cijene gotovih robota najvažniji je brzi pad cijena komponenti koja bi se do 2030. trebala prepoloviti. Tvrtka Unitree koja planira proizvoditi 20 000 humanoida godišnje, očekuje da će troškovi komponenti pasti ispod 17 000 dolara po robotu. No postoje i tzv. skriveni troškovi humanoidnih robota: troškovi uvođenja u rad od 15 000 do 30 000 dolara, godišnje održavanje od tisuću do 15 tisuća dolara, licenciranje softvera, obuka osoblja i osiguranje. Ukupan trošak vlasništva humanoida može iznositi i više od 42% od kupovne cijene tijekom 3 godine.

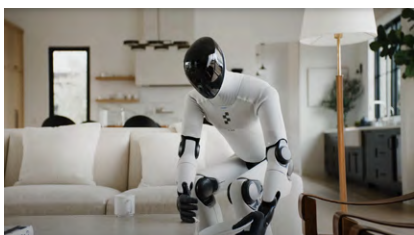
je po njemu samom, pa bi i učinkoviti univerzalni roboti za taj svijet trebali biti isti ili vrlo slični čovjeku.

Studija "Global Research" Bank of America (BoFA) predviđa da će skromnih 18 000 jedinica iz 2025. godine već od 2035. narasti do godišnjih globalnih isporuka od jednog milijuna. Dugoročno, BofA procjenjuje da će broj humanoidnih robota do 2060. godine globalno doseći tri milijarde jedinica.

Takva projekcija temelji se na sljedećim pretpostavkama. Humanoidni roboti mogu zamijeniti 20 % zaposlenika mijenjajući od 1,5 do 2,5 radnika u industrijskom i uslužnom sektoru. Stupanj njihove društvene difuzije bit će 0,7 jedinica po kućanstvu pa će većina (oko 2 milijarde) humanoidnih robota biti kućanski pomagači u

privatnim domovima (tzv. osobni humanoidi). Studija procjenjuje da će javne usluge trebati milijardu robota dok će ih tek stotinjak milijuna biti u industriji.

Usvajanje humanoidnih robota odvijat će se u tri faze, počevši s industrijskim i logističkim primjenama. Uslijedit će poslovne usluge, a na kraju dolaze i kućne upotrebe. Od 2025. do 2027. godine humanoidni roboti će se koristiti u uređenim okruženjima proizvodnje i logistike, gdje će im rukovanje materijalom, sklapanje i sortiranje komada ili provjera kvalitete biti glavni poslovi. Iz tog iskustva prikupit će se podatci za daljnju obuku robota. U razdoblju od 2028. do 2034. humanoidi će se početi masovno primjenjivati u komercijalnim uslugama, uključujući i obrazovanje. Od 2035. nadalje masovno će se koristiti



RATNI FONDOVI HUMANOIDA – SAD: Izuzimajući tvrtku Tesla koja je za razvoj vlastitog humanoida osigurala desetine milijardi dolara i koja se u odnosu na sve druge svjetske tvrtke smatra antagonističkom tvrtkom, druge tvrtke osigurala su najviše iznose "venture" (rizičnog) kapitala u tzv. "ratnim fondovima" potrebnim za razvoj. Tako je tvrtka Figure osigurala 39 milijardi USD za razvoj humanoida Figure 3 (slika lijevo) namijenjenog javnim i osobnim servisima. Nju podržavaju strateški investitori Microsoft, OpenAI, Nvidia, Intel, Jeff Bezos i Salesforce. Tvrtka ima pilot-implimentacije s BMW-om u njihovoj proizvodnoj tvornici u Spartanburgu. Procijenjene cijene kreću se od 30 000 do 50 000 dolara. Figure je također najavio model Figure 03, dizajniran za kućnu upotrebu s cijenom ispod 20 000 dolara. Tvrtka Apptronic osigurala je 5,47 milijardi dolara i partnere poput Googlea, Mercedes-Benza kao i ugovor s Jabilom za proizvodnju njenog robota Apollo (slika u sredini) u velikim serijama. Agility Robotics osigurala je 2,12 milijardi dolara. Ona ima robota Digma (slika desno) kao rijedak primjerak stvarne upotrebe humanoida u logistici skladišta. Tu usmjerenost primjene podržavaju jaki investitori Amazon i SoftBank.



RATNI FONDOVI HUMANOIDA – EUROPA: Norveška tvrtka 1X Technologies namjerava prikupiti više od 10 milijardi dolara za razvoj svojih humanoida NEO (slika lijevo). Njemačka tvrtka Neura Robotics, jedna od europskih “deca corna” ili tvrtki koje su osigurale više od 10 milijardi dolara za razvoj, ima cilj prikupiti 11,6 milijardi dolara za razvoj. Neura i veliki njemački proizvođač ležajeva Schaeffler najavili su partnerstvo na razvoju humanoida Neuras 4NE-1 (slika u sredini). NEURA 4NE1MINI je vrhunska kompaktna inženjerska konstrukcija idealna za kućnu i laganu komercijalnu upotrebu. Nastala je u suradnji s Porscheom. Britanska tvrtka Humanoid potpisala je nekoliko ugovora s europskim proizvođačima komponenti i potencijalnim korisnicima u autoindustriji za svoj humanoid HMND01 ALPHA koji se proizvodi u dvije verzije, kotačnoj (slika desno) i dvoonožnoj.

u nestrukturiranim radnim okruženjima, poput kućanstava ili za usluge brige o starijim ljudima. Isporuke humanoidnih robota mogle bi doseći i 10 milijuna jedinica godišnje predviđaju studije BofA.

Za razliku od BofA, studije istraživanja agencije “Morgan Stanley” znatno su “suzdržaniji”. Navodi se da bi do 2050. godine moglo biti u uporabi nešto više od milijarde humanoida i da će tržište humanoida narasti na 5 bilijuna dolara obuhvaćajući održavanje i podršku. Humanoidi imaju potencijal donijeti uštede od otprilike pola do milijun dolara po ljudskom radniku tijekom 20 godina.

Unatoč prognozi tržišta od 5 bilijuna dolara, pogled na humanoidnu stvarnost u bliskoj budućnosti banke Morgan Stanley čini se ozbiljnijom u odnosu na onaj BofA. Banka predviđa da će usvajanje ostati “relativno sporo”

do 2035., prvenstveno zbog troškova komponenti. Analitičari procjenjuju da bi trošak izrade humanoidnog robota mogao biti od 10 do 300 tisuća dolara, ovisno o konfiguraciji i korištenju. No između 2022. i 2024. godine, jedinična cijena humanoidnih robota pala je za najmanje 40%, pa humanoid Unitree G1 košta otprilike 13 500 dolara što odgovara godišnjim troškovima rada za minimalnu plaću u SAD-u. Troškovi rada u EU porasli su za 5% od 2023. do 2024. godine. Ekonomska točka preklapanja, gdje roboti postaju jeftiniji od ljudskih radnika, dolazi brže nego što je itko predviđao.

Jedan od najvažnijih nalaza izvješća je neravnoteža globalnog razvoja humanoida. Većina tvrtki uključenih u utrku razvoja humanoida (73%) je iz Azije, od čega ih je čak 56 % samo u Kini. Svega nekoliko američkih ili europskih tvrtki trenutno razvija potpuno humanoidne robote.



RATNI FONDOVI – KINA: Tvrtka Unitree Robotics postavila je cilj prikupiti 7 milijardi dolara razvojnog kapitala od inicijalne javne ponude (IPO). Razvoj tvrtke temelji se na hardveru, poznata je po svojim jeftinim četveronožnim robotima od čije je prodaje postala profitabilna od 2020. godine. Njihov humanoid R1 (slika lijevo) časopis Time uvrstio je u najbolje izume 2025. godine. Nedavno su predstavili svoj najnoviji model, H2. Tvrtku AgiBot (Zhiyuan Robotics) podržavaju snažne tvrtke BYD, LG Electronics, Tencent i HongShan. Ona je postavila za cilj prikupiti 6,5 milijardi dolara. UBTECH ROBOTICS je kineska tvrtka za koju se smatra da se već upustila u masovnu proizvodnju svojih humanoida Walker S2 (slika desno). Iz inicijalne ponude 2023. godine prikupila je oko milijardu dolara.

Morgan Stanley sugerira da bi kreatori politika i investitori na Zapadu možda trebali strateški reagirati ako žele sustići zaostatke.

Kritičari procjene razvoja humanoida Morgan Stanleyja primjećuju da je samo prihod od hardvera humanoida za 2050. godinu, koji navode, otprilike dvostruko viši od prodaje dvadeset najvećih proizvođača automobila u 2024. godini. Milijarda humanoidnih robota raspoređenih do 2050. znači približno 25 milijuna novih robota godišnje između 2035. i 2050. Teško je to očekivati za proizvod koji još nema isplativu ili dokazanu primjenu u stvarnom svijetu. Većina humanoidnih robota danas ne može pouzdano niti otvoriti vrata, a kamoli sigurno djelovati uz ljude u velikom opsegu.

Kritičari smatraju da će se tvornice još dugo oslanjati na specijalizirane robote koji nadmašuju humanoide po cijeni, brzini i pouzdanosti. Zašto zamijeniti robotsku ruku vrijednu 50 tisuća dolara za humanoida vrijednog 200 tisuća dolara koji hoda sporije, više se lomi i zahtijeva održavanje umjetnom inteligencijom?

Specijalizirane analize velikih banaka sugeriraju da će do 2060. "biti 3 milijarde humanoidnih robota, uglavnom zaposlenih u kućanstvima i uslužnim djelatnostima". Za uštedbu, u svijetu je trenutno oko 1,6 milijardi automobila.

Oni smatraju da studije ne razumiju ekonomiju rada. Predviđanje da će do 2050. godine biti izgubljeno 62 milijuna radnih mjesta zbog humanoidnih robota temelji se na pretpostavci da će poslodavci skupim univerzalnim humanoidima zamijeniti jeftinije i učinkovitije strojeve specifičnih namjena. To se podudara s tzv. Tesla mitologijom koja niti do sada nije imala veze sa stvarnosti. Krajnje je optimistično očekivati izradu čak i 10 000 humanoida u 2026. godini. Humanoidni roboti imaju potencijal, ali projekcije tržišta vrijednog 5 bilijuna dolara s milijardu humanoida raspoređenih u sljedećih 25 godina je znanstvena fantastika, a ne prihvatljiva analiza.

Cijene i sigurnost glavni su problem humanoida. Humanoidni roboti koštaju između 8000 i 250 000 dolara u 2026., ovisno o mogućnostima i namjeni. Najjeftiniji humanoid s punim

funkcijama koji danas možete kupiti je G1 tvrtke Unitree po cijeni od 16 000 dolara. Roboti srednjeg ranga koštaju između 25 i 100 tisuća dolara i nude najbolji omjer sposobnosti i cijene za komercijalne kupce. Ova razina uključuje Tesla Optimus, Figure 02 i nekoliko platformi spremnih za primjenu poput modela tvrtki Unitree i Sanctuary AI. Humanoidi poslovne kvalitete Boston Dynamics i Agility Robotics prelaze cijenom i 150 000 dolara.

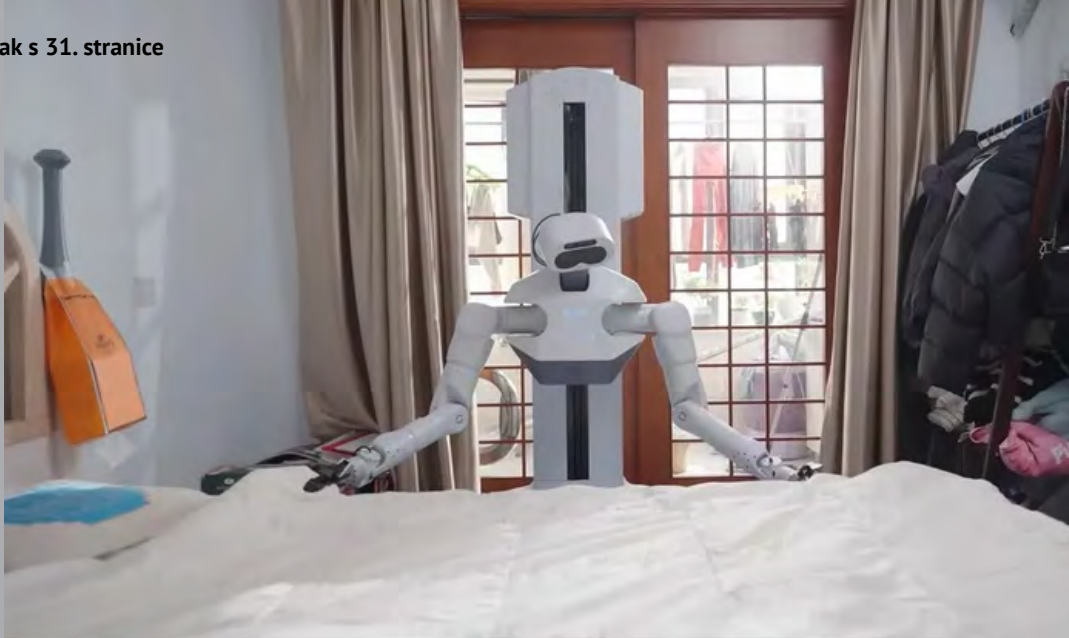
Četiri komponente čine 85 do 95 % troškova hardvera humanoidnih robota: aktuatori (30–40 %), senzori (15–25 %), računala sa softverom (10–15 %) i strukturni materijali (10–20 %). Najveći udio u troškovima izrade su aktuatori. Humanoidni roboti trebaju više od 40 preciznih motora s enkoderima, reduktorima i ležajevima. Aktuatori za noge s visokim momentom mogu koštati od 1000 do 5000 dolara po komadu. Sve u svemu, komponente humanoida su opsegom i cijenom posebna tema.

Koliki je period povrata uloženog u humanoidnog robota? Poduzetnički humanoidni roboti trebali bi se isplatiti u razdoblju od 18 do 36 mjeseci kada se koriste za ponavljajuće zadatke. S cijenom od 50 do 320 tisuća dolara plus 40 % troškova vlasništva, humanoid bi trebao uštedjeti 50 do 100 tisuća dolara godišnje na troškovima rada da bi pokrio troškove.

Rani korisnici poput Amazona (humanoid Digit) i BMW-a (humanoid FIGURE 02) izvještavaju o pozitivnim rezultatima primjene u skladištima i proizvodnim okruženjima. Jeftini Humanoid G1 tvrtke Unitree košta 16 000 dolara. Istraživački roboti koštaju od 150 000 do 320 000 dolara. Treba predvidjeti i dodatnih 36–42 % za ukupne troškove vlasništva (održavanje, osiguranje, obuka). Na tržištima s visokim troškovima rada poput SAD-a, humanoid G1 bi se isplatio za manje od 3 mjeseca.

Prva stvarna upotreba kućnih humanoidnih robota bit će obavljanje skrbi za osobe s invaliditetom i starije osobe. Takve primjene traže veliku sigurnost. Na video "clipovima" vidimo humanoide kako trče maratone i boksaju se međusobno. Vrlo rijetko ih vidimo u blizini ljudi. Razlog je sigurnost. Možda ćemo za dvadesetak godina imati robota koji će nas nositi iz kreveta u krevet, ali danas oslanjanje na recentnog humanoida, ako ste ovisni od pomoći drugih, predstavlja "kritični sigurnosni problem".

Igor Ratković



UniX AI-jev humanoidni robot Panther namješta krevet.
Izvor: UniX AI

dostupnim mjestima, od visokih polica do razine tla. Koristi binokularni vid i *web*-kameru kako bi vidio svoju okolinu.

Dok se drugi humanoidni roboti oslanjaju na kretanje nogama i stoga imaju veću sklonost padanju, Panther koristi višesmjerno upravljanje na sva četiri kotača i pogon na sva četiri kotača (4WS+4WD), što mu omogućuje glatko manevriranje različitim unutarnjim okruženjima.

Koristi lidar i ultrazvučne senzore za određivanje svog prostornog položaja i kreće se oko 1,89 m u sekundi – otprilike kao brzi ljudski hod. Inženjeri su se manje usredotočili na izgradnju "robota najsličnijeg čovjeku", a više na to da on može obavljati razne zadatke stabilno i fleksibilno.

Preuzimanje više zadataka

U ranim testovima i demonstracijama, Panther je rješavao više zadataka, uključujući pripremu čaja, čišćenje kuhinje i upravljanje perilicom rublja. Da bi to učinio, Panther radi na integriranom tehnološkom paketu UniX AI-ja, koji uključuje učenje imitacijom i dugoročno planiranje zadataka kako bi mogao besprijekorno obavljati zadatke korak po korak.

Panther je osmišljen za širok raspon primjena – uz kućanske poslove, pomaže i u maloprodaji, na recepciji, u vođenim obilascima, u brizi za starije osobe, istraživanju i obrazovanju te pravi društvo usamljenim ljudima.



UniX AI-jev humanoidni robot Panther kuha doručak u kuhinji. Izvor: UniX AI

Video:

Zakoračite u budućnost s Pantherom, naprednim humanoidnim robotom koji kombinira mobilnost, preciznost i umjetnu inteligenciju kako bi obavljao složene zadatke učinkovitošću sličnoj ljudskoj. Panther može vidjeti, razumjeti i djelovati u stvarnom vremenu. Od ugostiteljstva i maloprodaje do zdravstva i visokorizičnih operacija, osmišljen je za prilagodbu i rad u dinamičnim okruženjima.

Izvor: www.livescience.com

Snežana Krčmar