



Rubrike

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

ISBN 0400-0315



Prilog

- | Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (62) |

ABC tehnike

www.hzeka.hr

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 670 | Prosinac / December 2023. | Godina LXVII.

Cijena 10 KN; 1,32 EUR; 1,76 USD; 2,52 BAM; 150,57 RSD; 80,84 MKD



SRETAN BOŽIĆ
I NOVA 2024. GODINA

ABC
tehnike

U OVOM BROJU

Čestitka	2
Božić	3
Biološki inspirirani roboti II. - Humanoidi	5
BBC micro:bit [44]	8
Robokup 2024. – 17. kup Hrvatske zajednice tehničke kulture u robotici	13
Mala škola fotografije	17
Analiza fotografija	20
Projekt Predstraža	21
Jednostavni elektronički sklopovi (1)	27
Androidi opće prakse	30
Što govori vaš ljubimac?	34

Nacrt u prilogu:

Robokup 2024. – 17. kup Hrvatske zajednice
tehničke kulture u robotici



**HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE**

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

Glavni urednik: Zoran Kušan

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

DTP / Layout and design: Zoran Kušan

Lektura i korektura: Morana Kovač

Broj 4 (670), prosinac 2023.

Školska godina 2023./2024.

Naslovna stranica: Sretna nova godina!

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

Cijena za inozemstvo: 2,25 eura, poštarina
uključena u cijeni

Tisak: Alfacommerce d.o.o., Zagreb

Ministarstvo znanosti i obrazovanja preporučilo je uporabu “ABC tehnike”
u osnovnim i srednjim školama

Božić je jedan od najljepših kršćanskih blagdana koji se slavi diljem svijeta povodom Isusovog rođenja. To vrijeme spaja ljude diljem svijeta, bez obzira na kulturne razlike. Vrijeme iščekivanja Božića počinje četiri tjedna prije blagdana, nama poznato kao advent. Tradicionalno se označava adventskim vijencem s četiri svijeće. Svaka svijeća predstavlja jedan tjedan adventa, te je običaj da se pali jedna svake nedjelje. Ova tradicija pomaže u pripremi i iščekivanju dolaska Božića. Također, adventski vijenci postavljaju se na glavnim trgovima gradova što dodatno pridonosi atmosferi blagdana, stvarajući toplinu, zajedništvo i prepoznatljiv božićni duh. To predstavlja zajedničko iskustvo za građane, okupljajući ih i potičući osjećaj zajedništva tijekom blagdana. Uz adventski vijenac i poznato simbolično božićno drveće gradovi su ukrašeni lampicama. Svjetlosne instalacije igraju ključnu ulogu u ukrašavanju gradova, to jest gradskih ulica, trgova, drveća i kuća. Danas najpoznatiji simbol ovog blagdana koji rijetko zaobiđe neku kuću je božićno drveće. Njegova tradicija ima dugu povijest koja seže unatrag nekoliko stoljeća. Rani zapisi o ukrašavanju drveća potječu iz XV. stoljeća u Njemačkoj. Početak modernog ukrašavanja božićnih drvaca povezan je s njemačkim prosvjetiteljem Martinom Lutherom, koji je, prema legendi, prvi



Slika 1. Vrijeme iščekivanja Božića počinje četiri tjedna prije blagdana, nama poznato kao advent. U tome vremenu, svake nedjelje pali se po jedna svijeća



Slika 2. Jedan od najprepoznatljivijih likova tijekom božićnih blagdana je Sv. Nikola

stavio svjetla na bor kako bi replicirao ljepotu zvijezda koje je vidio noću. Koriste se različite vrste drveća poput bora, jele i smreke. U drugim dijelovima svijeta zbog drugačije klime, zimzeleno božićno drveće zamjenjuje neka druga vrsta stabla. Na primjer u nekim dijelovima Indije to je stablo manga ili bambusovo drvo. Obično ih ljudi ukrašavaju kuglicama, lampicama i zvijezdama na vrhu.

Darivanje

Darivanje je nezaobilazan element božićnog duha. U mnogim kulturama darovi se razmjenjuju tijekom cijelog adventa, a posebno na božićno



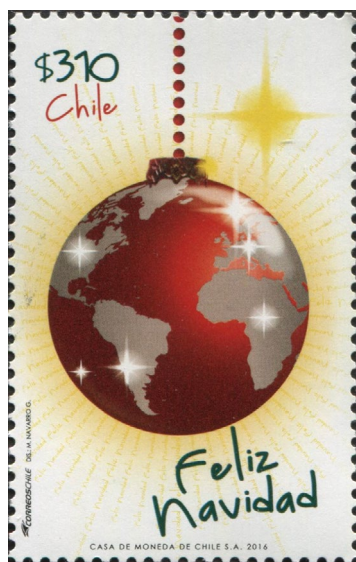
Slika 3. Bijeli pokrivač daje poseban vizualni dojam i dodatno naglašava čaroliju Božića, te potiče ljude na vanjske aktivnosti bez obzira na hladnoću



Slika 4. I vilenjaci, pomagači Djeda Mraza, neizostavni su likovi u pomaganju darivanja tijekom mjeseca prosinca

jutro, najčešće unutar obitelji. Tradicija darivanja ima korijene u biblijskoj priči o trima mudracima koji su darivali Isusa. Danas simbol darivanja je lik Djeda Mraza/Božićnjaka. Legenda o njemu započinje zahvaljujući redovniku po imenu Sveti Nikola, rođenom u Turskoj oko 280. godine. Sveti Nikola odvojio je svoje naslijeđeno bogatstvo kako bi putovao selima i pomagao siromašnima i bolesnima. Kasnije je postao poznat kao zaštitnik djece i mornara. Prvi tragovi Sv. Nikole u američkoj popularnoj kulturi pojavili su se krajem XVIII. stoljeća u New Yorku kada su se nizozemske obitelji okupile kako bi obilježile godišnjicu smrti "Sint Nikolaas" (nizoz. Sv. Nikola), poznatog i kao "Sinter Klaas". Godine 1822., biskupski ministar Clement Clarke Moore napisao je božićnu pjesmu *Prikaz posjeta svetog Nikole*, poznatiju po prvom retku: "Bila je to noć prije Božića." Pjesma je prikazivala Djeda Mraza kao veselog čovjeka koji leti od kuće do kuće na sanjkama koje voze sobovi kako bi dostavio igračke. Kulturna slika Djeda Mraza kao veselog čovjeka u crvenom odijelu s bijelom bradom i vrećom igračaka postala je prepoznatljiva 1881. godine kada je politički karikaturist Thomas Nast crtajući Mooreovu pjesmu stvorio sliku starog svetog Nicka kakvog danas poznajemo. Velik utjecaj na stvaranje popularnosti Djeda Mraza doprinijela je Coca-Cola koja je tijekom 1930-ih i 1940-ih godina pokrenula seriju marketinških kampanja

čije su reklame prikazivale lik Djeda Mraza u crvenom odijelu, čime su utvrdile njegov izgled kao standardni i prepoznatljiv. Sve te različite tradicije, legende i marketinški doprinosi zajedno oblikovali su lik Djeda Mraza kakvog danas poznajemo. Kako je darivanje istaknuto posebno u ovo vrijeme, organiziranje sajмова i događanja često ima humanitarni karakter. Božićni sajmovi



Slika 5. Neizostavan dio božićnog vremena su putovanja, bez obzira na udaljenosti, čak i na druge kontinente radi susreta sa svojma najbližima

omogućuju i potiču posjetitelje da podrže lokalne dobrotvorne organizacije, doniraju hranu ili sudjeluju u drugim akcijama koje promiču solidarnost i ljubaznost tijekom blagdana. Kako bi privukli veću pažnju i više posjetitelja, sastavni dio božićnog sajma često budu glazbeni koncerti i predstave. Božićni filmovi i pjesme postaju također sastavni dio tradicije. Primjer božićnog filma, koji se ponavlja svake godine u isto vrijeme, koji gledaju sve generacije i koji nikad ne dosadi je *Sam u kući*. Isto tako božićne su pjesme nezaobilazan dio blagdanskih repertoara. *Tiha noć* ili *Bijeli Božić* su svima prepoznatljive melodije koje odjekuju prostorijama. Nadalje, neizostavan dio božićnog vremena su putovanja. Ljudi posjećuju svoje najmilije, roditelje, rodbinu i prijatelje. Uz to mnogi putuju kako bi istražili nova mjesta ili razgledali ukrašene gradove.

Usprkos gužvi na cestama ili u zračnim lukama, vremenskim uvjetima i stresu vezanom uz organizaciju, putovanja tijekom božićne sezone nose sa sobom posebnu čar i uzbuđenje. Prijevozna sredstva igraju ključnu ulogu u povezivanju ljudi omogućujući im da dođu iz jednog u drugo mjesto. Mnoge željezničke kompanije trude se stvoriti božićnu atmosferu na svojim vlakovima ukrašavanjem vagona božićnim ukrasima, postavljanjem božićnih svjetala ili čak organiziranjem glazbenih nastupa ili priredbi unutar vlaka. Negdje se čak i uvode dodatne linije koje nude jedinstvena iskustva, poput vožnje vlakom kroz prekrasno ukrašene krajolike, susret s

Djedom Božićnjakom ili posluživanje božićnih poslastica putnicima. Iako snijeg može otežati takva putovanja, on stvara posebnu atmosferu tijekom blagdana. Bijeli pokrivač daje poseban vizualni dojam i dodatno naglašava čaroliju Božića, te potiče ljude na vanjske aktivnosti bez obzira na hladnoću. Otvara mogućnosti za razne zimske radosti poput sanjkanja, skijanja i izrade snjegovića. Ove aktivnosti pružaju ljudima priliku za zajedništvo i zabavu na otvorenom. Na kraju, Božić nije samo datum na kalendaru, već osjećaj koji se rađa u ljudima bez obzira na kulturu i nacionalnost.

Ivo Aščić

Biološki inspirirani roboti II. - Humanoidi

TEHNIKA I PRIRODA

Nakon što smo u prethodnom članku obrađivali temu robota čiji su dizajn i motoričke funkcije izravno inspirirani prirodom, odnosno biološkim i fiziološkim kvalitetama životinja iz različitih porodica, danas nastavljamo s predstavljanjem još jednog tipa biološki inspiriranih robota – onih humanoidnih! I, zaista, premda se mnogi od nas u današnje vrijeme subjektivno gotovo više niti ne osjećaju dijelom prirode i biologije već se, definirajući se "čovjekom", svrstavaju u svojevrsnu "nadkласu", superiorniju ostatku svijeta, mi to itekako još uvijek jesmo. I uvijek ćemo biti. Baš kao i humanoidni roboti čiji lik i motorika – neovisno o AI-u koji ih dodatno komplementira – već samom svojom fizionomijom nužno slijede određene fiziološke zakonitosti svojstvene i nama, ljudima – samo uvelike poboljšane!

Dakle, humanoidni roboti složeni su antropomorfni strojevi, a rastući interes javnosti upravo za njih, dodatno popraćen najnovijim tehnološ-

kim dostignućima u području robotike, mehanike i umjetne inteligencije, kao i marketingom te procjenom enormne ekonomske dobiti, ubrzao je u proteklom desetljeću njihov razvoj do neslućenih razmjera! Pa ipak, ljudska fascinacija idejom o stvaranju humanoidnih robota postoji već više od stotinu godina, da bi se prvi pravi koraci u njihovu razvoju dogodili tijekom ranog XX. stoljeća, a gdje drugdje nego li u – Japanu. Naime, prvi poznati primjerci humanoidnih robota bili su upravo japanske proizvodnje, a izrađeni su tijekom 1920-ih i 1930-ih godina. Jedan od najpoznatijih primjera je robot Gakutensoku, izrađen od drva i bakra, a izložen na svjetskoj izložbi u Oslu 1939. godine. Kasnije, u '70-ima i '80-ima, upravo su se poznate japanske kompanije poput Honde i Toyote posvetile daljnjim postpionirskim istraživanjima i razvoju robota. Tako je, primjerice, Honda razvila poznati humanoidni robot P3, koji je bio sposoban hodati, pomicati ruke i prstima držati predmete. Također, 1986. godine, Honda je predstavila humanoidni robot P2, koji je ujedno postao prvi robot koji je samostalno hodao. Naravno, današnji humanoidni roboti dolaze već u najrazličitijim oblicima i veličinama te se itekako intenzivno koriste za razna istraživanja, osobnu pomoć i njegu, obrazovanje i zabavu, operacije potrage i spašavanja, proizvodnju i održavanje te grane unutar zdravstvenog sektora. U nastavku ćemo nastojati predstaviti neke od prototipova humanoidnih robota s najvećim praktičnim potencijalom. Dakle, danas humano-



idne robote proizvode najrazličitije kompanije i institucije širom svijeta. Među najpoznatijim tvrtkama koje se bave proizvodnjom humanoidnih robota općenito su SoftBank Robotics, Hanson Robotics, Boston Dynamics, Toyota, Honda itd., a pritom svaka tvrtka ima određene specifičnosti u smislu da se posebno fokusira na specijalizirana područja primjene humanoidnih robota. Nadalje, sve veća popularnost humanoidnih robota očekivano nas dovodi i do zabavnih te edukativnih opcija pa je tako, primjerice, japanski SoftBank Robotics proizveo jedan od najpoznatijih modela – robota zvanog NAO. NAO je pritom ciljano dizajniran u obrazovne svrhe, odnosno za učenje programiranja i razvoja robotskih vještina i vrlo je popularan u školama te na sveučilištima diljem zemlje. S druge strane, tu je i tvrtka Boston Dynamics, također poznata po svom humanoidnom robotu Atlasu. Atlas se koristi za istraživanje i razvoj robotskih vještina, osobito u području autonomnih robotskih sustava, omogućavajući pritom mladima da nauče osnove programiranja i robotike na zabavan i interaktivan način, a ujedno posjeduje i impresivne motoričke sposobnosti! ASIMO (Advanced Step in Innovative Mobility) je pak jedan od humanoidnih sustava koje je razvila Honda Motor Co. i smatra se jednim od najnaprednijih humanoidnih robota na svijetu te koristi novu Hondinu tehnologiju “i-WALK”. Dakle, ono što ga posebno izdvaja njegove su napredne sposobnosti hodanja i ravnoteže. Zahvaljujući naprednim sensorima i složenom sustavu za održavanje ravnoteže, ASIMO može hodati po neravnom terenu, penjati se stepenicama i izvoditi složene pokrete s velikom preciznošću. ASIMO je također opremljen sofisticiranim sustavom za prepoznavanje ljudskih gesta i glasovnom interakcijom, što mu omogućava komunikaciju s ljudima na vrlo jednostavan no efektivan način. Može prepoznati ljude oko sebe, pozdraviti ih i odgovoriti na osnovne naredbe i pitanja. Glavna svrha Hondinog razvoja ASIMA bila je istraživanje i razvoj tehnologija koje bi omogućile robotima da komuniciraju i surađuju s ljudima u svakodnevnim situacijama. ASIMO je također korišten u obrazovne svrhe, gdje su kroz njega predstavljene osnove robotike i tehnologije u mnogim školama i na sveučilištima širom svijeta. Visok oko 130 cm i težak cca 54 kilograma, ASIMO je prvi put predstavljen javnosti 2000. godine, da bi se s vremenom razvile i



datne verzije ovog robota, naravno, proširenih sposobnosti i funkcionalnosti. A ako si priželjkujete jednog takvog za po doma, cijena ovog naprednog humanoidnog sustava prava je “sitnica”! Naime, procijenjen je na tek nešto više od 1 milijun USD, što ga čini ne baš pretjerano adekvatnim za svačiji džep. Premda Honda trenutno više nije fokusirana na daljnji razvoj ASIMA, ovaj je robot svakako simbol iznimnog doprinosa u istraživanju i razvoju humanoidne robotike te neporeciva inspiracija drugim kompanijama za slične projekte. Nadalje, tu je i HRP-1, koji je razvila Honda R & D (američki ogranak Honda Motor Co., op. a.), uglavnom za zadatke održavanja u industrijskim postrojenjima te pružanje sigurnosnih usluga za dom i ured, koji košta ipak daleko skromnijih cca 400 tisuća USD. Napredniji i razvijeniji humanoidni model - HRP-4 – dolazi u prirodnoj ljudskoj veličini, no karakterizira ga lakše i fleksibilnije tijelo u usporedbi s njegovim prethodnicima HRP-2 i HRP-3. Potom, sveučilište u Teksasu predstavlja nam 3D-tiskani humanoidni robot veličine djeteta nazvan HBS-1, koji je prvenstveno dizajniran za istraživanje obrazovanja i rehabilitacije djece, dok je Inmoov, prvi Open-Source 3D-tiskani humanoidni robot u prirodnoj veličini, koji je dizajnirao francuski dizajner Gael Langevin, još jedan primjer ekonomičnog humanoidnog robota, koji sad već košta oko 2000 USD. Ukratko, s nekog ekonomskog aspekta, cijene robota na globalnom tržištu očekivano padaju kako bi postale što konkurentnije sve većem broju tvrtki koje se također bave ovim poslom. Ne bih se čudila da nam ih u skorije vrijeme plasiraju pored mobitela, u sklopu preplate... No, vratimo se temi – Sophia. Pretpostavljam da nam je svima više ili manje poznata. Znači, humanoidni robot Sophia, koji je razvio Hanson Robotics, hongkonška tvrtka spe-

cijalizirana za razvoj robotske umjetne inteligencije, postala je poznata zahvaljujući, s jedne strane, simpatičnom i vrlo realističnom ljudskom izgledu te, s druge, zahvaljujući impresivnoj sposobnosti interakcije s ljudima zbog čega je često korištena i kao svojevrsni ambasador robotike na međunarodnim eventima. Sophia je opremljena vrhunskim AI-em što joj omogućava da kroz naprednu obradu govora prepoznaje i obrađuje ljudski jezik te smisljeno odgovora na postavljena pitanja. Također, opremljena je i memorijskim kamerama za prepoznavanje lica, što joj omogućava da identificira i pamti ljude s kojima je ušla u interakciju. Ono što se pak posebno ističe kod Sophie svakako je i njezin izgled mlade žene, a kako joj je lice izrađeno tako da vjerno imitira ljudske izraze, mimiku i emocije, u interakciji s njom lako stječete dojam da razgovarate s jednim vrlo svjesnim, odnosno samosvjesnim bićem. Naime, Sophia ima vrlo pokretljive trepavice, usne i obrve što joj omogućava ekspresiju širokog raspona facijalnih neverbalnih izraza. Sophia je prisustvovala mnogim događanjima i konferencijama diljem svijeta, gdje su joj postavljana mnoga pitanja i održane razne forme interakcije s publikom. Tijekom ovakvih evenata, Sophia bi često izrazila "svoje" mišljenje o raznim temama te – sasvim očekivano – izazvala raspravu o budućnosti umjetne inteligencije i humanoidnih robota općenito. Gledala sam i neke poprilično zabavne skečeve s njom na društvenim mrežama, u kojima nadmudruje neke likove sklone (doduše, namještenom) zadirkivanju, i moram priznati da me uistinu nije ostavila ravnodušnom! Ipak, važno je napomenuti da Sophia zasigurno nije tek neki robot za *chat* i duhovitu zabavu, već se primarno koristi u istraživačke svrhe. Naime, cilj Hanson Roboticsa je razviti umjetnu inteligenciju sa sposobnostima prilagodbe i učenja kako bi humanoidni roboti mogli komunicirati i surađi-



vati s ljudima na mnogo složenijim razinama. Time je Sophia postala svojevrsni simbol trenutnog napretka u području humanoidne robotike i umjetne inteligencije te je inspirirala mnoge da razmišljaju o donedavno još neistraženim mogućnostima ovakve tehnologije. Dakle, zaključno, humanoidni roboti postali su neizostavan dio suvremenog svijeta tehnologije, a njihova složena antropomorfna struktura, napredna motorika i sposobnost interakcije s ljudima otvaraju mnoge mogućnosti za primjenu u različitim područjima poput industrije, medicine, obrazovanja i zabave. Jasno, tvrtke koje sam ovdje spomenula – poput SoftBank Robotics, Hanson Robotics i Boston Dynamics – samo su neke od kompanija koje aktivno razvijaju humanoidne robote, dok su pak Honda i Toyota pioniri ovog polja. Nadalje, primjeri kao što su ASIMO, Sophia ili NAO postali su već dobro poznati diljem svijeta, a dodatno nas inspiriraju da razmišljamo o daljnjem razvoju umjetne inteligencije i humanoidnih robotičkih sustava općenito, zar ne? Naravno, primjenom umjetne inteligencije i humanoidnih robota otvaraju se mnoge mogućnosti za pomoć ljudskoj rasi kao takvoj, kao i za znatno olakšavanje našeg svakodnevnog radnog opterećenja. Hoću reći, kao majka dvoje male djece i biološko-ekološki *freak* koji skuplja životinje okolo, zaista se ne bih bunila da imam jednog pri ruci da mi očisti stan, skuha ručak, opere veš ili prošetala pse povremeno. Međutim, uza sve benefite koji stoje na raspolaganju našoj premorenoj mašti, podjednako tako postoji i opravdana zabrinutost oko toga kako će se ova kva tehnologija koristiti u budućnosti. Premda stvaranje samosvjesne umjetne inteligencije koja bi nadmašila ljudsku za sada još uvijek ostaje u sferi SF-a, činjenica jest da se tehnologija brzo razvija i teško je predvidjeti što će se nadalje događati. Vidite, to je kao da uzmete vatru – možete je koristiti kako biste se ugrijali, osvijetlili prostor, skuhalili ručak, raskužili iglu prije vađenja trna iz nečije šape... ili je možete koristiti kako biste nekome spalili kuću, zar ne? Hoću reći, AI je alat, oruđe ili oružje (ništa manje, ništa više), izum baš poput svega ostaloga što smo smislili u međuvremenu. I ne, osobno me ne plaši razvoj AI-a i robotike, već me zabrinjava isključivo tendencija ljudske vrste da se opetovano uvalja u balegu – neovisno o tome što nas povijest do sada jest ili nije naučila. Dakle, za sprje-

čavanje potencijalno loših scenarija u budućnosti nije važno samo pitanje programiranja algoritama sustava jer, u tom smislu, i humanoidni roboti i AI – baš kao i bilo koja druga napredna tehnologija – mogu predstavljati itekako realnu prijetnju ljudskoj sigurnosti, jednako kao što nam mogu pružati i znatnu pomoć te brojne prednosti! Ne, zbilja, ja imam jedno drugo, možda čak i ključno pitanje – mislite li da smo moralno zaista dorasli ovakvom zadatku? U ljudskoj je prirodi da se volimo igrati boga, a nerijetko i stvarati za račun nekoga kome u interesu nije kreacija kakvog svjetskog boljitka, već generira-

nje i koncentriranje moći u rukama pojedinaca. Dakle, dragi moji mladi čitatelji, vrhunac spoznaje apsolutno svake znanosti ipak ostaje univerzalni zakon da svijetom vladaju moral i empatija; sve ostalo je kao jako piće – vrlo opojno, krajnje toksično i kratkotrajno! Stoga bi bilo dobro da se, prije no što se upustimo u razvoj bilo čega više ili manje pametnog od nas samih, pozabavimo vlastitim razvojem. I to na svim razinama!

*Ivana Janković,
Croatian Wildlife Research
and Conservation Society*

BBC micro:bit [44]

KODIRANJE

Poštovani čitatelji, u ovom broju nastavljamo i proširujemo teme vezane za dron Air:bit 2. Govorit ćemo o jednom dosta važnom području tehnologije kod letjelica, a to je napajanje energijom. Tako je uvijek bilo u zrakoplovstvu. Sjetite se iz povijesti prvog leta Orvillea Wrighta davne 1903. godine koji je letio korištenjem snage četverocilindričnog benzinskog motora koji je dizajnirao njegov brat Wilbur Wright, a sastavio Charlie Taylor, strojar koji je radio s braćom Wright u njihovoj trgovini biciklima. To je bio motor snage 12 KS (1 konjska snaga = 0,75 kW) koji je težio 152 kg. Ako vas tema zanima, detalje potražite na stranici <https://www.thoughtco.com/wright-brothers-make-the-first-flight-1779633>. Sljedeći korak ostvaren je kada je Frank Whittle sagradio motor na mlazni pogon. Prvi avion s tim motorom postigao je visinu od 7620 m i brzinu od 370 km/h (<https://www.bbc.co.uk/news/uk-england-leicestershire-56155895>). Daljnji napredak ostvaren je izumom raketnog motora s kojim je Chuck Yeager probio zvučni zid (<https://www.historynet.com/bell-x-1-dropping-the-orange-beast/>). I tako dalje do svih drugih dostignuća gdje svaka novina dolazi s novim motorima i novim izvorima goriva (https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_aviation) pa tako, za ove najmodernije letjelice – dronove, izvor energije su baterije. Pritom, najčešće su korištene Li-Po (litij-polimerske) baterije kao ove na Slici 44.1.

Li-Po baterije proizvode se u raznim veličinama i oblicima, od baterije veličine poštanske

marke do baterije veličine kovčega. Njihovi se kapaciteti i mogućnosti zbog toga razlikuju. Li-Po baterije ne vole dugo biti napunjene, ali ne žele biti niti pohranjene potpuno prazne. Postupate li s njima pogrešno poprilično je sigurno da ćete ih uništiti. Nadalje, imaju reputaciju zapaljivih baterija, ali uz neke minimalne mjere opreza Li-Po baterije omogućit će vam krajnosti koje niti jedna druga vrsta baterije neće, no idemo redom.



Slika 44.1. Li-Po baterije

Osnovni podaci o Li-Po baterijama za male dronove

Li-Po baterije sastoje se od ćelija. Svaka ćelija ima nominalni napon od 3,7 V i znatno se razlikuje od napona koji baterija može dati u potpuno napunjenom ili ispražnjenom stanju. Ako je potreban viši napon, ove se ćelije mogu spojiti

serijski u jedan paket. Siguran raspon napona po ćeliji ide od 3 V do 4,2 V. Pražnjenje ispod 3 V može dovesti do nepovratnog gubitka potencijala pa čak i do oštećenja baterije. Radi toga, unatoč navedenom, preporuka je da se baterija isključi iz strujnog kruga kada njezin napon padne na 3,5 V. S druge strane, prekomjerno punjenje iznad 4,2 V može biti opasno i dovesti do požara.

Kapacitet Li-Po baterije

Kapacitet se mjeri u mAh (miliamper sati), što teoretski odgovara struji koju može baterija dati unutar jednog sata prije nego se isprazni. Drugim riječima, baterija koja ima kapacitet od 800 mAh ispraznit će se nakon jednog sata ako priključeno trošilo crpi 800 mA. Odnosno, ispraznit će se nakon pola sata ako crpi 1600 mA ili nakon dva sata ako crpi 400 mA.

Charge Rate C

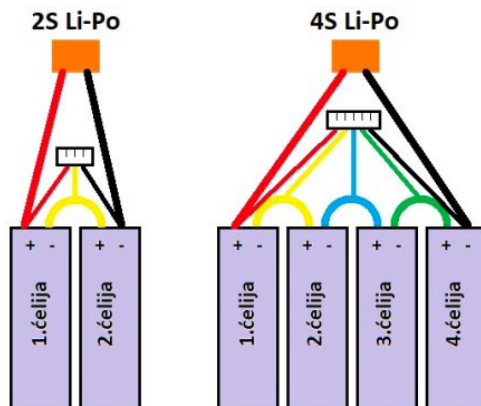
Važan parametar kojim se određuje brzina punjenja Li-Po baterije. Većina baterija ima brzinu punjenja od **1C**. Ova vrijednost određuje najjaču dopuštenu struju punjenja. Do te jačine struje dolazi se formulom koja glasi: **$I = \text{kapacitet} \times \text{brzina punjenja}$** (jačina se dobiva u mA, ako je kapacitet izražen u mAh). Evo primjera. Na bateriji piše: 460 mAh, 2C. Uvrstite: $I = 460 \times 2$, $I = 920$ mA. Prekoračenje maksimalne struje punjenja neizbježno dovodi do zapaljenja baterije! Sa slabijom strujom, punjenje Li-Po baterije trajat će duže, no zato sporo punjenje produžuje vijek trajanja baterije. Napomena! Ako na bateriji ne piše vrijednost za Charge Rate C, nemojte riskirati nego računajte s 1C.

Iako se za Air:bit 2 ne koriste Li-Po baterije s više ćelija, možda ćete jednom poželjeti sagraditi veći i snažniji dron, stoga nije na odmet da upoznate i njihove specifičnosti.

Broj ćelija na Li-Po baterijama označava se slovom S. 1S je baterija s jednom ćelijom, a njen nominalni napon je kao što već znate 3,7 V. S 2S označena je baterija koja ima dvije ćelije, a njen nominalni napon je 7,4 V. S 3S označena je baterija koja ima 3 ćelije, a njen nominalni napon je 11,1 V i tako dalje. Ovdje valja spomenuti da postoji još jedna vrsta baterija koja se zove Li-HV, a to je Li-Po baterija kod koje kratica HV znači viši napon. Li-HV baterije imaju povećani kapacitet skladištenja energije i mogu se pouzdano

puniti do 4,35 V po ćeliji, no to znatno ne produžuje trajanje letenja dronom pa je za amatere upitna njena stvarna korist.

Kod punjenja Li-Po baterija koje imaju više od jedne ćelije treba napone pojedinih ćelija balansirati. Radi toga, takve baterije imaju dva priključna konektora s više odlaznih žica, Slika 44.2.



Slika 44.2. Shema spojeva konektora Li-Po baterija s više od jedne ćelije

Te se žice dijele na glavne (ili žice pražnjenja) i žice balansiranja. Konektor za balansiranje koristi se upravo za uravnoteženo punjenje svake ćelije. Broj žica na tom konektoru ovisi o broju ćelija baterije, tri žice imaju baterije 2S, četiri imaju baterije 3S i tako dalje.

Punjači i načini punjenja

Na tržištu postoji mnogo različitih punjača, no samo provjerene marke nude najbolje. Raspitajte se prije kupovine. Na Slici 44.3. vidljiv je primjer punjača.



Slika 44.3. Primjer punjača Li-Po baterija

Vrlo je važan način punjenja, zato gotovo svi modeli punjača nude tri načina punjenja baterija.

Izravno – brzo punjenje

Kod ovog se načina baterija puni samo kroz glavne žice pražnjenja čime je isključena mogućnost kontrole svake pojedine ćelije. Ova je opcija brža od drugih, no stvarni naponi pojedinih ćelija mogu biti različiti pa se neće postići 100% napunjenosti.

Balansirano punjenje

Kod ovog se načina baterija spaja na punjač preko žica pražnjenja i preko žica balansiranja. Punjač tako kontrolira napon svake pojedine ćelije te ih puni zasebno održavajući im jednak napon tijekom procesa punjenja. To je najsigurniji način punjenja Li-Po baterija jer se izbjegava opasno prekomjerno punjenje pojedinih ćelija, a baterija se napuni do maksimuma.

Storage charge

To je punjenje prije pohrane baterije. Punjač puni bateriju do napona od 3,8 V – 3,85 V po ćeliji što je optimalno za skladištenje baterije koju nećete koristiti danima. Time se produljuje vijek trajanja same baterije.

Osim svega navedenog, neki punjači nude mogućnost pražnjenja baterija, no o tome kasnije.

Za 1S Li-Po baterije, kao što je baterija koju ste dobili u kompletu Air:bit 2 dobro će doći i skromniji punjač, kao ovaj na Slici 44.4.



Slika 44.4. Ovaj punjač omogućava istovremeno punjenje do 6 komada 1S Li-Po baterija

Mjere opreza prilikom punjenja

Tijekom punjenja nikada ne ostavljajte baterije bez nadzora.

Povremeno provjeravajte zagrijava li se baterija ili počinje li bubriti. Ako se to događa, odmah prekinite punjenje. Ispravna Li-Po baterija neće

se zagrijati tijekom punjenja pogotovo ako je puniti strujom za 1C ili slabijom.

Ne puniti bateriju odmah nakon pražnjenja, sačekajte da se ohladi.

Nikada nemojte niti koristiti niti puniti Li-Po bateriju koja je oštećena ili nabubrena!

Nakon punjenja, bez obzira na činjenicu da je punjač pratio taj proces, provjerite napone pojedinih ćelija baterije uz pomoć specifičnog voltmetra, Slika 44.5.



Slika 44.5. Specijalni voltmetar za mjerenje napona pojedinih ćelija Li-Po baterije

Isključivanje baterije s punjača ili drona treba izvesti tako da hvatate same konektore. Drugim riječima, nemojte povlačiti žice ili tijelo baterije kako se žice ne bi potrgale i izazvale spoj kratko s neizbježnim izazivanjem požara.

Li-Po baterije ne ostavljajte na izravnoj sunčevoj svjetlosti, na temperaturi višoj od 60 °C počinju bubriti i mogle bi se zapaliti. Te baterije rade dobro na temperaturi između 25 °C i 55 °C, a najučinkovitije su između 30 °C i 35 °C.

Imajte plan za slučaj zapaljenja Li-Po baterije. Najbolje bi bilo da pripremite neku limenu kantu s poklopcem, koju ste prethodno napunili pijeskom. U slučaju da baterija plane, ubacite ju u tu kantu i poklopite. Pažnja, pare gorućeg litija su otrovne!

Umjesto kante možete nabaviti i posebnu Li-Po torbu, kao ovu na Slici 44.6.



Slika 44.6. Li-Po torba

Nažalost, torbu će baterija u plamenu uništiti. Zato ju je najbolje koristiti samo i isključivo za pohranu i spremanje Li-Po baterija.

Povrh svega, za gašenje litija bilo bi poželjno da u blizini imate i aparat za gašenje požara klase D.

Pažnja! Zapaljene Li-Po baterije nemojte gasiti vodom!

Mjere opreza prilikom pražnjenja

Kada je najbolje završiti let? Ovo je jedno od najčešćih pitanja koje postavljaju početnici. Činjenica koju treba poštovati je da se napon Li-Po baterije ne snižava linearno tijekom pražnjenja, već naglo pada kada dosegne 3,5 V po ćeliji. Ako do tog trenutka niste sletjeli riskirate prekomjerno pražnjenje, a već znate da to dovodi do nepovratnog oštećenja baterije.

Mjere opreza prilikom pohrane

Ako bateriju nećete koristiti duže vrijeme (duže od 7 do 8 dana) trebate ju napuniti do 3,8 V po ćeliji (*Storage charge*). Sve konektore izolirajte lijepljenjem električarskom trakom te ju pohranite u Li-Po torbu ili limenu kantu. Kada baterija ima napon od 3,8 V znači da je napunjena približno 50 %, što Li-Po bateriju čini stabilnom. Eto, sada znate zašto svaki put kad u trgovini kupujete novu bateriju ona nije napunjena do maksimuma.

Što učiniti s previše ispražnjenim baterijama?

Kako je prije rečeno, previše ispražnjena baterija dovodi do gubljenja kapaciteta i do uništenja. Stoga, najbolje je što prije takvu bateriju spojiti na punjač kako bi se minimizirala oštećenja. Nažalost, neki punjači odbijaju puniti previše ispražnjenu bateriju jer stručnjaci preporučaju da se takve baterije više ne koriste.

Recikliranje Li-Po baterija

Li-Po baterije imaju ograničen vijek trajanja, odnosno broj ciklusa punjenja i pražnjenja. Procjena je da kod pravilne upotrebe, baterija može izdržati do 300 ciklusa. Ne postoji neko pravilo, no bilo bi dobro bateriju baciti kad se očekivano trajanje leta dronom prepolovi. Prije bacanja potrebno je bateriju isprazniti do 0 V što će isključiti mogućnost požara. Tako ispražnjenu bateriju valja baciti na mjesta za zbrinjavanje istrošenih baterija.

Kako Li-Po bateriju isprazniti?

Najjednostavnije je preko punjača ili specijalnih voltmetra koji imaju način rada *Discharge* (pražnjenje). Nažalost, neki punjači prazne samo

do 3 V pa ako imate takav punjač onda bateriju trebate prazniti sa slabom strujom tako da na njene izvode spojite halogenu žarulju. Umjesto žarulje možete koristiti keramički otpornik otpora 150 Ω i 2 W snage. Ovisno o veličini baterije pražnjenje će trajati najmanje jedan sat.

Putovanja s Li-Po baterijama

Putujete li zrakoplovom onda se obratite zrakoplovnoj tvrtki kako biste saznali pravila. Opća pravila bila bi da baterije držite u ručnoj prtljazi, da ih napunite u *Storage* modu, da izolirate sve konektore električarskom ljepljivom trakom, da ih držite u Li-Po torbi i, ono najvažnije, da ne putujete s oštećenim i nabubrenim baterijama.

Kakva su rješenja na Air:bitu 2?

Na *Black boardu* je ugrađen specifičan integrirani sklop tvorničke oznake TP4056. To je linearni punjač konstantne struje i napona za punjenje jedne ćelije Li-Po baterija preko USB priključka. Napon punjenja je predodređen na 4,2 V, a struju punjenja moguće je prilagoditi dodavanjem vanjskog otpornika. Na *Black boardu* Air:bita ugrađen je otpornik od 1200 Ω koji prema proizvođačkim specifikacijama spomenutog integriranog sklopa ugađa struju punjenja do 1000 mA pa stoga ako puniti preko USB-a računala pripazite da ga ne oštetite jer USB računala ne može trajno dati toliko struje, bolje rješenje je punjač mobitela, a najbolje rješenje je punjač za Li-Po baterije. Punjenje se automatski prekida kad se postigne konačni napon i kad struja punjenja padne na 1/10 zadane vrijednosti. Dvije dodane LED-ice označavaju prisutnost ulaznog napona punjenja i završetak punjenja. Drugim riječima, sve je automatizirano, no bez obzira na to, BBC micro:bit ima električnu vezu s Li-Po baterijom preko izvoda P0 čime je omogućeno praćenje njenog napona. To je iskorisćeno i u demo-programu "*Code for drone Air:bit 2 with micro:bit V2*" pa ako želite saznati napon baterije dovoljno je da pritisnete tipku A na BBC micro:bitu drona dok se propeleri ne vrte. Na displeju BBC micro:bita zdesna nalijevo klizit će brojevi koji ukazuju na napon izražen u mV.

Što biste vi mogli poboljšati?

Programirajte vlastiti voltmetar. Kako to učiniti? Najprije napunite Li-Po bateriju do maksimuma (4,20 V). Kad je baterija puna odvojite ju te premjestite USB s priključka *Black boarda* na priključak BBC micro:bita. U Micro Phyton Editoru prepisite program sa Slike 44.7


```

1 from microbit import *
2 while True:
3     vrijednost_P0 = pin0.read_analog()
4     display.scroll(vrijednost_P0)
5     sleep(500)

```

Slika 44.7. Program za prikazivanje vrijednosti dobivene na priključku P0

Program otpremite. Ako je sve kako valja, na displeju BBC micro:bita čitate 0. To je tako jer nemate priključenu bateriju. Na *Black board* priključite punu Li-Po bateriju. Na displeju biste trebali čitati 646 (to je vrijednost koju je dobio autor ovih redova, a kod vas može biti nešto drugačije). Sad napišite program voltmetra gdje ćete koristiti dobivene parametre (0 i 646) za preslagivanje, Slika 44.8.

```

1 from microbit import *
2 while True:
3     vrijednost_P0 = pin0.read_analog()
4     napon = scale(vrijednost_P0, from_=(0,646), to=(0,4200))
5     display.scroll(napon)
6     display.scroll("mV")
7     sleep(500)

```

Slika 44.8. Voltmetar za mjerenje napona Li-Po baterije Air:bita 2

Program otpremite. Ako je sve kako valja, na displeju BBC mikro:bita možete pročitati napon Li-Po baterije u milivoltima.

Što još možete poboljšati?

Ako niste nabavili poseban punjač za Li-Po baterije prisiljeni ste puniti preko *Black boarda*, no kad poželite bateriju spremnu na duže vrijeme, nije predviđen *Storage charge* način punjenja pa biste neprestano morali ručno provjeravati napon. Eto ideje za još jedan program!

Kako to riješiti? U Micro Python Editoru napišite program koji će vam na displeju BBC micro:bita ispisivati poruke o stanju napunjeno-
sti baterije uz popratni zvučni signal, Slika 44.9.

```

1 from microbit import *
2 speaker.on()
3 while True:
4     vrijednost_P0 = pin0.read_analog()
5     if vrijednost_P0 <= 780:
6         display.scroll("Empty")
7         audio.play(Sound.SLIDE)
8     elif vrijednost_P0 > 780 and vrijednost_P0 <= 810:
9         display.scroll("Low")
10    elif vrijednost_P0 > 810 and vrijednost_P0 <= 816:
11        display.scroll("Storage")
12        audio.play(Sound.HELLO)
13    elif vrijednost_P0 > 816 and vrijednost_P0 <= 996:
14        display.scroll("Good")
15    else:
16        display.scroll("Full")
17        audio.play(Sound.TWINKLE)

```

Slika 44.9. Program prati Li-Po bateriju dok se puni te ispisuje njeno stanje napunjenosti

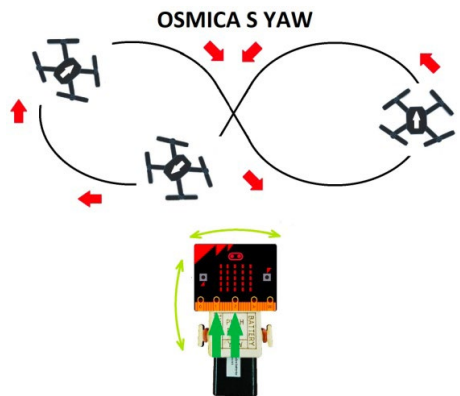
Program otpremite. Nakon toga na *Black board* priključite USB kabel za punjenje i Li-Po bateriju. Ovisno o trenutnoj napunjenosti baterije, na displeju BBC micro:bita čitat ćete stanje, a kod tri točke napunjenosti oglasit će se minizvučnik s BBC micro:bita. Stanje *Empty* podrazumijeva da baterija ima napon koji je niži od 3,5 V. Od 3,5 do 3,8 V prikazuje se stanje *Low*, od 3,8 V do 3,85 V ispisuje se stanje *Storage* (kad to vidite, bateriju skinite i pohranite), kod stanja *Good* napon baterije je između 3,85 i 4,17 V i konačno kod stanja *Full* baterija je potpuno puna (pa ju skinite i krenite letjeti dronom).

U ovom se programu koriste neke naredbe s kojima se dosad niste susretali, a tipične su za BBC micro:bit v.2. Kao što ste primijetili, minizvučnik treba programski uključiti naredbom *speaker.on()*. Zvučnik može reproducirati tonove i muziku iz biblioteke *music*, no ne morate ju koristiti jer postoje neki zvučni zapisi i u biblioteci *microbit* pa to isprobajte s naredbom *audio.play(Sound.IME)*.

U nastavku slijedi opis još dviju vježbi letenja koje se nadovezuju na one iz prošlih nastavaka ove serije pa ih izvježbajte.

Sedma vježba

Nakon obavljenog lebdjenja napravite vodoravnu osmicu tako da održavate konstantnu visinu, i to na način da dron mijenja smjer letenja, Slika 44.10. Nakon toga ga prizemljite (na helidrom).



Slika 44.10. Vodoravna osmica s promjenom smjera letenja

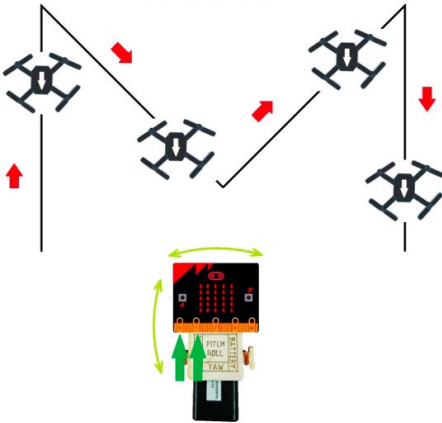
Kod izvođenja ove vježbe trebate se dronom udaljiti od helidroma. Zatim, trebate kružiti oko dva stupa (kao na primjer improvizirani stupovi

od lego-kockica visokih 30–50 cm) na način da ih potpuno obiđete tako da tvorite osmicu. Prizemljite dron kad napravite osmicu. Koristite komande *THROTTLE*, *PITCH* i *YAW*. Vježbu ponavljajte dok ne steknete rutinu.

Osma vježba

Nakon obavljenog lebdenja, dronom napravite vodoravno M tako da održavate konstantnu visinu, i to na način da je prednji kraj drona usmjeren prema vama (zrcalni let), Slika 44.11. Nakon toga prizemljite dron (na helidrom).

ZRCALNO M



Slika 44.11. Vodoravni zrcalni let u obliku slova M

Najprije obavite lebdenje na metar visine. Zatim, uz pomoć komande *YAW*, skrenite s pravca letenja za 180° kako biste prednji kraj drona okrenuli k sebi. Nakon toga oblikujte figuru koja sliči slovu M. Kad to obavite, prizemljite dron. Koristite komande *THROTTLE*, *PITCH*, *YAW* i *ROLL*. Vježbu ponavljajte dok ne steknete rutinu.

To bi za sada bilo sve. Do sljedećeg nastavka vježbajte i zabavljajte se.

Podsjetnik:

speaker.on() > uključivanje minizvučnika BBC micro:bita v.2.

audio.play(Sound.IME) > zvučni zapisi iz biblioteke **microbit**. **IME**: *GIGGLE*, *HAPPY*, *HELLO*, *MYSTERIOUS*, *SAD*, *SLIDE*, *SOARING*, *SPRING*, *TWINKLE* i *YAWN*

Za ove ste vježbe trebali:

- dron Air:bit 2
- daljinski upravljač za dron.

Marino Čikeš, prof.

Robokup 2024. – 17. kup Hrvatske zajednice tehničke kulture u robotici

Slike u prilogu

Robokup HZTK-a ekipno je natjecanje iz elementarne robotike koje se organizira diljem Republike Hrvatske. Natjecanja se provode na školskoj, županijskoj i državnoj razini. Sve razine natjecanja provode se u timovima sa po tri učenika/ce. Županijsko natjecanje odvija se po županijama u timovima koji zajednički rješavaju problemske zadatke iz područja elektronike, automatike i robotike. Učenici u timu međusobno surađuju, analizirajući problemske izazove i rješavajući složene zadatke iz različitih područja tehnike: elektronike, automatike i robotike.

U prvom izazovu timovi rješavaju zadatke s jednostavnim strujnim krugovima koje projektiraju na eksperimentalnoj pločici. Izazov se sastoji od spajanja elektroničkih elemenata s vodičima i izvorom napajanja.

Slika 1. Eksperimentalna pločica

Eksperimentalna pločica omogućava provjeru funkcionalnosti elektroničkih sklopova izradom i sastavljanjem strujnih krugova pomoću pasivnih elektroničkih elemenata. Spojni vodovi na eksperimentalnoj pločici osiguravaju protok električne energije kroz električne spojnice koje povezujemo na spojnice elektroničkih elemenata prema zadanoj shemi spajanja.

1. Izrada i spajanje strujnih krugova pomoću zadane sheme – **Upravljanje trošilima (svjetleće diode, LED) s izmjeničnim prekidačima**

Slika 2. Svjetleća dioda

Svjetleća dioda (LED) je poluvodički električni element u strujnom krugu koji prolaskom električne energije svijetli. Kod svjetleće diode

smjer propusnosti električne energije je jedno-smjeran od anode (+) prema katodi (-).

Slika 3. Izmjenični prekidač

Izmjenični prekidač ima tri izvoda: jedan zajednički i dva upotrebljavamo za spajanje na izvor napajanja ili za prebacivanje iz jednog u drugi strujni krug. Izmjenični prekidač ima funkciju da u strujnom krugu izmjenom položaja mijenja protok električne energije. Srednji izvod spajamo na negativan pol baterije i ulaz katode (-) svjetleće diode. Drugi ulaz svjetleće diode je anoda (+) koju spajamo na pozitivan pol baterije. Potrošači (LED) su povezani vodičima kojima prolazi električna energija kada su spojeni na izvor napajanja (baterija). Upravljanje smjerom električne energije kontroliramo pomoću izmjeničnih prekidača.

Slika 4. Izmjenični prekidač OFF_ON

Izmjenični prekidač ima jedan zajednički kontakt u sredini i dva kontakta koji upravljaju (otvaraju i zatvaraju) strujni krug. Shema spojnih kontakata prikazuje izmjenični prekidač u položaju kada je isključen zajednički kontakt s kontaktom 1.

Shema spojnih kontakata prikazuje izmjenični prekidač u položaju kada je uključen zajednički kontakt i kontakt 1 (crveno).

Napomena: Redoslijed spajanja elemenata strujnog kruga određen je načinom povezivanja elemenata:

- vodiče i izvor električne energije povezujemo serijski s ostalim elektroničkim elementima
- spajamo paralelno ostale elektroničke elemente
- zatvaramo (uključimo) strujni krug s izvorom električnog napona ($U = 3\text{ V}$).

Napomena: Nakon provjere funkcionalnosti elektroničkog sklopa, strujni krug obavezno odspojimo (isključimo) s izvora napajanja.

Elektronički (logički) sklopovi

Elektronički uređaji građeni su od elektroničkih logičkih sklopova koji rade na principu binarne logike. Moguća su dva stanja koja određuju protok električne energije: logička "1" i logička "0". Funkcioniranje logičkih sklopova: NE (NOT), I (AND) i ILI (OR) prikazujemo električnom shemom strujnog kruga i tablicom istine.

Strujni krug s izmjeničnim prekidačem prikazan je logičkim sklopom NE (NOT), strujni krug sa serijski spojenim prekidačima prikazan je logičkim sklopom I (AND), a strujni krug s

usporodno spojenim prekidačima prikazan je logičkim sklopom ILI (OR).

Izmjenični prekidač – logički sklop "NE" (NOT)

Izmjenični prekidač je u položaju i nije pritisnut. Pomicanjem sklopke dolazi do spajanja kontakata i strujni krug je zatvoren, LED-ica svijetli. Kada u strujnom krugu promijenimo položaj izmjeničnog prekidača, LED-ica ne svijetli. Postavimo li u početni položaj izmjenični prekidač, LED-ica svijetli jer je strujni krug zatvoren.

Slika 5. NOT_shema

Slika 6. NOT_sastavni_crtež

Tablica istine – logički sklop "NE"

P	LED
0	1
1	0

Tablica istine prikazuje ovisnost ulaznih (P) i izlaznih (LED) elemenata. Vrijednost "0" označava stanje kada prekidač nije pomaknut, a "1" označava stanje kada je prekidač pomaknut.

Zadatak 1. Prema zadanoj shemi povežite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa "NE". Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED-ica, baterija ($U = 3\text{ V}$) i vodiči.

Napomena: Strujni krug moguće je drugačije spojiti na eksperimentalnoj pločici. Položaj uključeno izmjeničnog prekidača preusmjerava protok električne energije kroz njega i svjetleća dioda ne svijetli.

Usporedni spoj tipkala – logički sklop "ILI" (OR)

Usporedni spoj prekidača prikazuje logički sklop "ILI" koji omogućava da LED-ica ne svijetli, ako su oba stanja na ulazu "0". To znači da prekidači nisu pomaknuti i zadržavaju stanje "0". Strujni je krug otvoren i struja ne teče. U ostala tri položaja LED-ica svijetli jer je strujni krug zatvoren.

Slika 7. OR_shema1

Slika 8. OR_shema2

Slika 9. OR_sastavni_crtež

Dva izmjenična prekidača P1 i P2 spojena su usporodno. LED-ica ne svijetli u slučaju kada prekidači nisu pritisnuti i strujni krug nije zatvoren.

Prekidače P1 i P2 spajamo usporodno tako da vodičima međusobno povežemo prekidače. Kod usporodnog spoja tipkala bez obzira koliko je tipkala pritisnuto, strujni se krug zatvara i svjetleća dioda svijetli.

Tablica istine prikazuje četiri moguća stanja na izlazu. LED-ica ne svijetli jedino kada su oba prekidača u stanju "0". U ostalim slučajevima LED-ica svijetli.

Tablica istine za logički sklop "ILI"

P1	P2	LED
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Zadatak_2. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa "ILI". Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidači (2 kom.), LED-ica i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Serijski spoj tipkala – logički sklop "I" (AND)

Serijski spoj dva prekidača prikazuje logički sklop "I" koji omogućava da LED-ica svijetli ako su oba stanja na ulazu "1". To znači da su prekidači u položaju uključeno i zadržavaju stanje "1", strujni je krug zatvoren i struja teče kroz LED-icu. U druga tri slučaja LED-ica ne svijetli jer je strujni krug otvoren.

Slika 10. AND_sheme1

Slika 11. AND_sheme2

Slika 12. AND_sastavni_crtež

U serijskom spoju elektronički se elementi spajaju u nizu jedan za drugim tako da kroz komponente protječe jednaka jakost struje.

Tablica istine za logički sklop "I"

P1	P2	LED
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tablica istine pokazuje ovisnost izlaznih vrijednosti o ulaznim vrijednostima u strujnom krugu. Oznaka "0" (nula) označava stanje kada prekidač nije pomaknut iz početnog položaja (isključen), a oznaka "1" označava stanje kada je prekidač pomaknut (uključen). LED-ica svijetli kada su oba prekidača u stanju "1". U svim ostalim slučajevima LED-ica ne svijetli.

Zadatak_3. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa "I". Elektronički su elementi izmjenični prekidači (2 kom.), svjetleća dioda i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Zadatak_4. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad izmjeničnog prekidača (P) i dvije LED-ice (D1 i D2). Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED-ica (2 kom.) i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Slika 13. Izmjenični_prekidač_2LED_sheme

Slika 14. Izmjenični_prekidač_2LED_sastavni_crtež

Elektronički sklop građen je od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije svjetleće diode. Promjenom položaja prekidača (P) u prvom strujnom krugu svijetli crvena (LED2) i vraćanjem u početni položaj zatvara se prvi strujni krug i svijetli žuta (LED1). Izmjenični prekidač upravlja (uključuje/isključuje) dva strujna kruga.

Tablica istine izmjenični prekidač

P	LED1	LED2
0	1	0
1	0	1

Zadatak_5. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente u seriju na eksperimentalnoj pločici u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti izmjenični su prekidač, LED-ica (2 kom.) i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Slika 15. Izmjenični_prekidač_2LED_serijski_sheme

Slika 16. Izmjenični_prekidač_2LED_serijski_sastavni_crtež

Elektronički sklop sastavljen je od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije svjetleće diode. Kada prebacimo prekidač (P) u prvom strujnom krugu svijetle dvije (LED1, LED2) jer su serijski povezane. Svjetlost dviju LED-ica jedva je primjetna zbog pada vrijednosti napona na svakoj LED-ici. Ako prekidač postavimo u početni položaj zatvara se prvi strujni krug i LED-ica se isključuje (ne svijetli).

Tablica istine izmjenični_prekidač_2LED_serijski

P	LED1	LED2
0	0	0
1	1	1

Zadatak_6. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente usporedno na eksperimentalnoj pločici u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED-ica (2 kom.) i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Slika 17. Izmjenični_prekidač_2LED_ustoredni_sheme

Slika 18. Izmjenični prekidač_2LED_ustoredni_sastavni_crtež

Elektronički sklop građen je od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije LED-ice. Kada prebacimo prekidač (P) u prvom strujnom krugu svijetle usporedno povezane dvije (LED1, LED2). Svjetlost svjetlećih dioda jednakog je intenziteta. Kada prekidač postavimo u početni položaj svjetleće diode (LED) ne svijetle.

Sastavite strujne krugove i riješite izazove za vježbu:

Izazov_1. Nacrtaj shemu, zadane elektroničke elemente te ih serijski spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED-ica (3 kom.) i baterija ($U = 3\text{ V}$) s vodičima. Napiši tablicu istine i objasni rad zadanog sklopa.

Izazov_2. Nacrtaj shemu, zadane elektroničke elemente te ih usporedno spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED-ica (3 kom.) i baterija ($U = 3\text{ V}$) s vodičima. Napiši tablicu istine i objasni rad zadanog sklopa.

Zadatak_7. Prema zadanoj shemi na eksperimentalnoj pločici spojite elektroničke elemente u elektronički sklop koji će uključivati i isključivati rasvjetu na stubištu. Pritiskom na izmjenični prekidač uključuje se stubišna LED rasvjeta. Penjanjem na kat i pritiskom na izmjenični prekidač isključujemo stubišnu LED rasvjetu. U ovom zadatku koristimo dva izmjenična prekidača, svjetleću diodu, bateriju ($U = 3\text{ V}$) i vodiče.

Slika 19. Strujni krug_Stubište_shema_OFF_ON

Elektronički sklop sastavljen je od dva izmjenična prekidača (P1, P2), vodiča, izvora napajanja i svjetleće diode. Zajednički kontakti (srednji) izmjeničnih prekidača spojeni su krajevima na LED (P1) i na negativni pol (-) izvora napajanja (P2). Kada prebacimo izmjenični prekidač (P2), strujni je krug zatvoren i LED-ica svijetli. Kada prekidač (P1 ili P2) postavimo u početni položaj svjetleća dioda ne svijetli.

Slika 20. Izmjenični prekidač2_LED_Stubište_sastavni_crtež

Tablica istine_Stubišna_rasvjeta

PREKIDAČI		SVJETLEĆA DIODA
P1	P2	LED
0	0	OFF
0	1	ON
1	0	OFF
1	1	ON

Izazov_3. Nacrtaj dvije sheme uz pomoć gornjih s elektroničkim elementima te ih spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elementi koje treba upotrijebiti su dva izmjenična prekidača, LED-ica i baterija ($U = 3\text{ V}$) s vodičima. Upotrijebi gornju tablicu istine i objasni rad zadanog elektroničkog sklopa.

Smjer vrtnje elektromotora (EM) ovisi o polaritetu izvora električnog napona čija je vrtnja određena položajem izmjeničnih prekidača u električnoj shemi (H-spoj).

Zadatak_8. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente u elektronički sklop koji će pokazivati smjer vrtnje elektromotora ovisno o stanju na izmjeničnim prekidačima. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidači (2 kom.), LED-ica (2 kom.) i baterija ($U = 3\text{ V}$) s vodičima.

Slika 21. Strujni krug_H_spoj_shema_OFF

Slika 22. Strujni krug_H_spoj_shema_ON

Elektronički sklop građen je od dva izmjenična prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije svjetleće diode koje spajamo umjesto elektromotora (M) i simuliraju njegovu vrtnju. Svjetleće diode (D1 i D2) ne svijetle kada su izmjenični prekidači (P1 i P2) isključeni. Uključivanjem izmjeničnog prekidača (P1) u prvom strujnom krugu svijetli crvena svjetleća dioda (D1). Kada uključimo izmjenični prekidač (P2) svjetleće diode (LED1 i LED2) ne svijetle. Uključivanjem izmjeničnog prekidača (P2) u drugom strujnom krugu svijetli zelena svjetleća dioda (LED2), a crvena (LED1) je isključena.

Tablica istine_H_spoj

PREKIDAČI		ELEKTROMOTOR	SVJETLEĆE DIODE	
P1	P2	M	LED1	LED2
0	0	STOP	0	0
1	0	CCW	0	1
1	1	STOP	0	0
0	1	CW	1	0

Napomena: Svjetleće diode (LED1 i LED2) usporedno su povezane.

2. Izrada modela uporabom mikrokontrolerskog sučelja (ArduinoUno) – Automatizirano upravljanje

Zadatak_1: Konstruiraj automatizirani model rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spoji jedno tipkalo i jednu svjetleću diodu koji su smješteni na eksperimentalnoj pločici. Napiši program koji će pritiskom tipkala promi-

Nastavak na 24. stranici



MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

Piše: Borislav Božić, prof.

GRAFIČKI FORMATI DATOTEKA RAW I PSD

U ovom broju opisat ću dva formata koji jako pomažu ili služe autoru u postprodukciji njegovih fotografija. Kako biste koristili ove formate, tj. programe, važna je edukacija. Pored osnovnih znanja autor treba imati i razvijen likovni senzibilitet te u spoju znanja o korištenju programa i kreativnog osjećaja može napraviti dobru fotografiju.

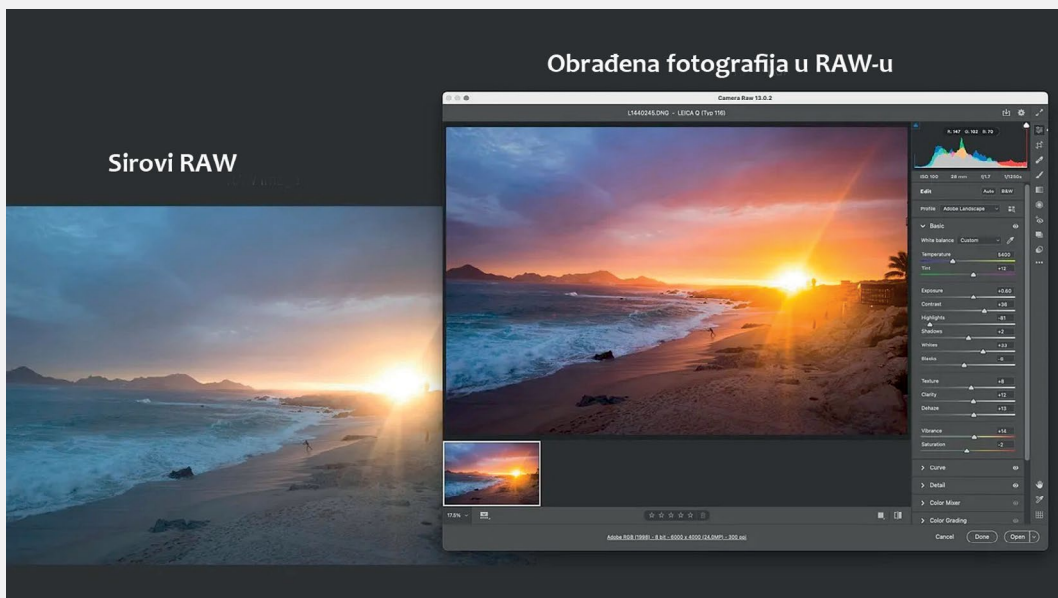
RAW

Ovo nije grafički format u klasičnom smislu već je svojevrsan program koji je ugrađen u digitalni fotoaparati i koji pravi fotografije slično kao negativ u analognoj fotografiji. Digitalni fotoaparati snimaju u JPG formatu, ali on nije savršen jer ima nekoliko nedostataka koji onemogućavaju napraviti visoko kvalitetnu fotografiju. Da bi profesionalnim fotografima omogućilo besprijekoran rad u smislu da svaki detalj na slici mogu urediti i popraviti, proizvođači fotoaparata su u više klase, one skuplje, ugradili još i RAW program fotografiranja, za koji svaki proizvođač ima svoj naziv. Tablica desno od ovoga teksta prikazuje marku fotoaparata i ime RAW programa koji je ugrađen u nj. Rad u ovom programu je vrlo kompleksan i otvara neslućene mogućnosti, što prikazuje i fotografija ispod ovoga teksta. Lijevo je primjer "sirove" neobrađene snimke, a desno je ista snimka, ista scena obrađena u RAW programu.



OZNAKE RAW FORMATA KOD POJEDINIHO FOTOAPARATA

.nef, .nrw	Nikon
.crw, .cr2	Canon
.arw, .srf, .sr2	Sony
.orf	Olympus
.raw, .rw2	Panasonic
.raf	Fujifilm
.ptx, .pef	Pentax
.raw, .rwl, .dng	Leica
.srw	Samsung
.dcr, .kdc	Kodak
.mrw	Minolta
.3fr	Hasselblad
.x3f	Sigma
.dng	Adobe
.bay	Casio
.erf	Epson



Dakle, kada govorimo o **RAW** programu govorimo o snimci koju autori često imenuju kao "sirovi" materijal, što znači da je kao takav neupotrebljiv sve dok se ne obradi u programu. A obrađivati ili popravljati može se sve ono što jedna slika ima: ton, boja, kontrast, ekspozicija. Sve se da korigirati i prilagođavati konačnom izgledu slike. Ta ogromna razlika između polazne "sirove" snimke do konačne slike zorno je prikazana

na fotografiji iznad ovoga teksta. U desnom dijelu po vertikali gornje fotografije vidi se izbornik s mnoštvo alatki kojima možemo uređivati željeni element ili sloj fotografije. Ako želimo koristiti RAW program, najprije moramo vidjeti može li naš fotoaparat uopće u njemu fotografirati pa ako može, onda njegovu inačicu trebamo instalirati na naše računalo kako bismo doista mogli raditi savršene fotografije.



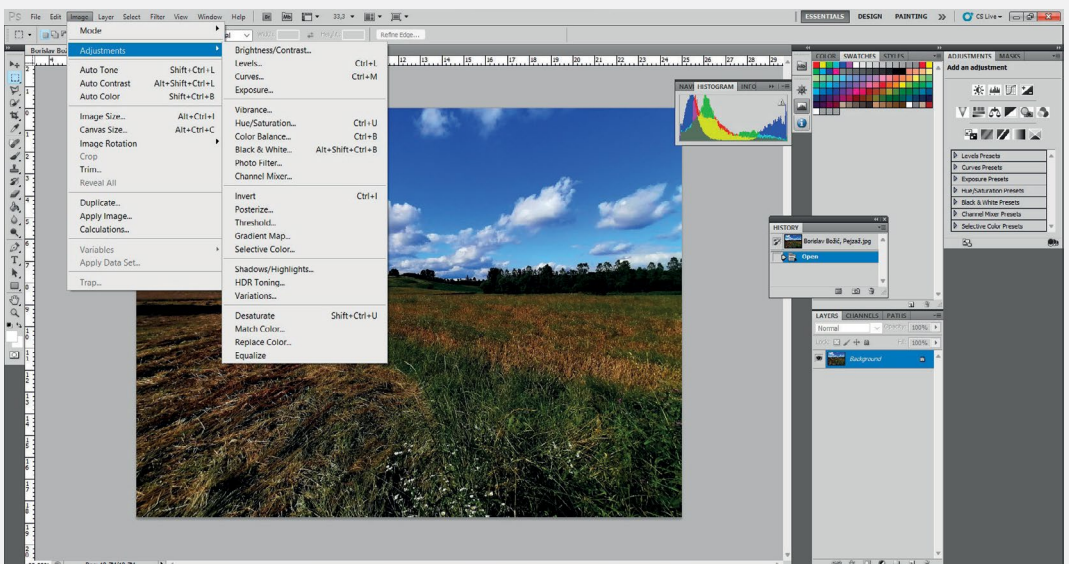
PSD je kratica za **Photoshop Document** i on je sastavni dio kompleksnog programskog paketa Adobe. Ovaj program namijenjen je autorima koji se bave primjenom fotografija u propagandne ili reklamne ili neke druge svrhe jer pruža neslućene mogućnosti obrade i manipulacije jednom te istom snimkom. Isto tako, ovaj program vrlo uspješno koriste i fotografski autori koji ozbiljno žele uređivati svoje slike kako bi one bile što bolje i u potpunosti odražavale njihovu kreativnu ideju. Drugim riječima, autori koji se bave umjet-

ničkom fotografijom. Da ne bi bilo zabune, umjetničkom fotografijom možemo se baviti, a da ne koristimo niti jedan program za obradu fotografija, pa ni ovaj, jer na tržištu postoje brojni slični programi za uređivanje fotografija. Fotografije koje obrađujemo u ovom programu imaju ekstenziju PSD, i ako je spremimo s tom ekstenzijom uvijek joj se možemo vraćati i dorađivati određeni element. Također fotografiju koju obrađujemo u ovom programu možemo pospremiti u JPG formatu koji je operativniji za daljnju javnu distribuciju, što PSD nije. Već sam pisao o ovom programu u jednom drugom kontekstu, pa je ovo mali podsjetnik na to što sve može ovaj, skoro svemoćni program.

Slika gore je originalna i malo je pretamna. Zbog toga sam je "provukao" kroz samo jedan mali dio programa Photoshopa, a to je korekcija ekspozicije. Laički rečeno, posvijetlio sam je kako bi svi detalji ovoga prekrasnog pejzaža bili vidljivi. Manja slika prikazuje obrađenu, posvijetljenu fotografiju i u desnom dijelu vidljiv je korišteni alat. Photoshop je program koji nudi niz alata kojima možemo svaki i tehnički i likovni element popravljati, odnosno korigirati prema željenoj zamisli. Iako program nudi bezbroj mogućnosti, naš rad ne smije biti produkt slučajnih stiskanja i upotrebe različitih alata, već mogućnosti programa trebaju služiti unaprijed smišljenoj ideji. Slika ispod ovoga teksta samo djelomično pokazuje koje sve alate i mogućnosti nudi program. Fotografiju možemo obrađivati "sloj po sloj" i tako je spremati.



Važno je da obrađenu fotografiju uvijek spremamo u PSD formatu, a i u JPG formatu koji je operativan i upotrebljiv za online objave i slanje drugim korisnicima.





ANALIZA FOTOGRAFIJA

Tatsuyu Tanaku 1981.

Evo jednog japanskog fotografa srednje generacije, svjetski poznatoga po svojim specifičnim fotografijama minijaturnog svijeta.

Kroz cijelo školovanje zanimala ga je umjetnost tako da ju je i diplomirao na fakultetu. Pored svih umjetničkih praksi najviše ga je zanimala fotografija. Taj interes bio je još i veći jer je radio u jednoj dizajnerskoj tvrtki. Specifičnost Tanakovog rada je u tome što on najprije pravi minijaturne prizore koji djeluju vrlo živopisno i stvarno i onda takvu scenu fotografira. Fotografija desno prikazuje scenu kupanja na bazenu. Tu su kupači, dvije palme, spasilac koji sjedi na povišenoj promatračnici. Neki su kupači su u vodi, a neki se sa strane sunčaju i promatraju. Bazen je ustvari maska za usta i nos koju smo svi nosili u vrijeme korone, a ljudi su sitne figurice napravljene za ovu scenu ili koje su bile dio neke druge igrčke. Fotografija ispod isto ima plavu masku kao vodu, more, a druga bijela



maska je jedro malog čamca u kojem je nekoliko osoba. Sve je minijaturno i djeluje stvarno. Dakle, naš umjetnik radi dva umjetnička djela. Najprije ova minijaturna instalacija koja služi da bi se napravilo drugo umjetničko djelo, tj. fotografija. Kada se napravi snimka, onda se instalacija rasformira i dijelovi služe za neku drugu kombinaciju i fotografiranje. Ovo je dobra ideja da se i sami okušamo u stvaranju minijaturnog svijeta i fotografija tog svijeta.

Projekt Predstraža

Vojni helikopter letio je nad šumom, tamni kukac nad crnogoricom, nizina pod snijegom u daljini. Dinah se prisjetila onog što je znala o tunelu. Vojska ga je iskopala sredinom 1960-ih, otprilike 20 metara duboko pod permafrostom. Htjeli su vidjeti može li vječito smrznuto tlo čuvati naoružanje. Pokus nije bio uspješan, pa je nakon nekoliko desetljeća tunnel predan na upravljanje znanstvenicima.

Nakon što se permafrost počeo odleđivati zbog globalnog zatopljenja, a kuće tonuti u blato, napušteni tunnel odjednom je postao mjestom vrlo značajnih proučavanja. Milijarde dolara u infrastrukturi i kućama ovisile su o rezultatima dobivenim u tunelu.

Iz daljine je vidjela ulaz u tunnel i pristupnu cestu. Namrštila se. Nekoliko vojnih vozila, novopostavljene montažne kućice, rampa i straža pred velikim vratima.

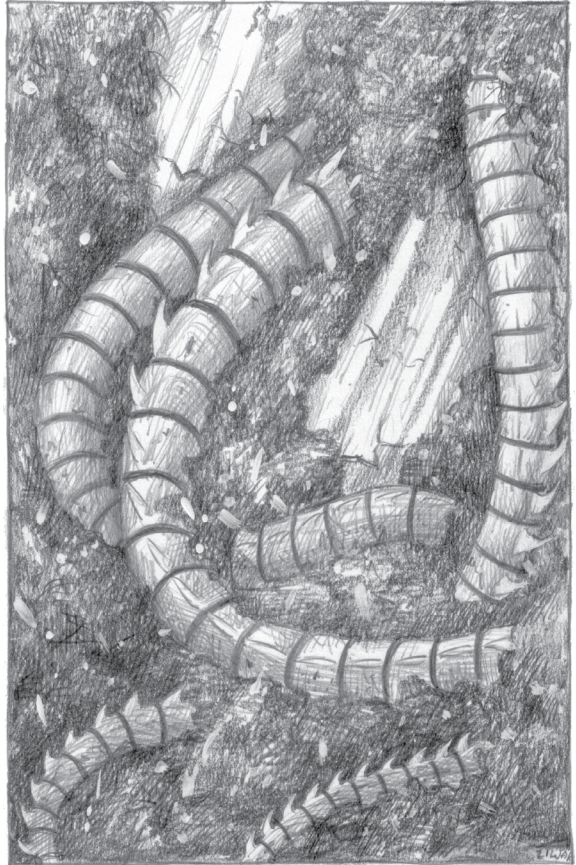
“Nisam znala da je tunnel čuvan”, pogleda pukovnika Tyrella koji je sjedio nasuprot njoj. Ulaz u tunnel je bio ograničen. Ipak je smatran rudnikom, a osim toga, puno toplih tijela neminovno bi povisilo temperaturu. Ali, naoružana straža pred ulazom...

“Nove mjere, doktorice Jones”, odvrati on. “Vidjet ćete zašto.”

Dinah, pukovnik Tyrell i vojnik u pratnji ušli su kroz sporedna vrata, dobro utopljeni i s bijelim kacigama na glavama. Tunnel je bio ogroman. Sve su stijene bile boje blata, osvijetljene nizovima bijelih svjetiljki. Bilo je hladno, tunnel je zaudarao po stajskom gnojivu. Tisućljećima stare bakterije oživjele su i sad su razgrađivale organske tvari u tlu.

Dinah je znala kako u tunelu još nisu otkriveni nikakvi patogeni. Ali se prisjetila incidenta u Sibiru, kad su u jednom selu ljudi oboljeli, a sobovi popadali mrtvi od antraksa: otapanjem permafrosta na zrak je došla neka drevna zaražena strвина. A nije joj bilo ugodno niti kad se sjetila crva, oživjelih nakon tisućljeća u smrznutom tlu.

“Recite, pukovniče, zašto ste me zapravo doveli?”, upita Dinah. “Ne smatram se stručnom za permafrost.”



“Ali ste najbliža osoba uključena u projekt Predstraža.”

“O bože”, zakoluta Dinah očima. “Zar to još itko shvaća ozbiljno?”

“Itekako.”

“Svi koji smo sudjelovali”, prisjeti se ona, “svi smo to smatrali u najboljem slučaju intelektualnom vježbom. Skupom uputa za sasvim hipotetsku situaciju.” A onda ona zastane i namršti se. Pukovnik se nasmiješi.

“E pa, doktorice Jones, hipotetska situacija postala je stvarnost.”

Nastavili su dalje, odvojkom koji je iskopan naknadno. Kroz desetljeća istraživanja, izvorni je tunnel proširen, a i otapanje permafrosta čini-

lo je svoje. Smrznuta zemlja, korijenje, lišajevi. Mamutske kosti što su izbijale iz zidova. Jedna kljova. Sobov rog. Ledeni klinovi zabijeni u slojeve tla. I miris gnojiva što je ispunjavao čitav tunel, uvlačio se u nosnice, u odjeću, Dini se činilo kako ga se više nikad neće riješiti.

“Tu smo, doktorice Jones.” Pukovnik je stao. Vojnik je s nelagodom gledao u zid. Dinah je prišla i pogledala što joj pokazuje. Svjetla odozgo. I sa strane. Kamera na tronošću. Vjerojatno je netko u kućicama sve promatrao na zaslonu, pomisli ona.

“K vragu”, promrsi kad je vidjela što joj Tyrell pokazuje.

* * *

Stvar je bila u permafrostu, smrznuta. Ono što je izašlo van podsjećalo je na tri kraka. Velika kraka, izvijena u nekom smrtnom grču. Na prvi pogled, moglo bi se pomisliti kako su to krakovi nekog velikog glavonošca, možda stvarno divovske lignje. Bilo bi malo čudno da se lignja zatekne toliko udaljena od mora. Ali, možda nekim ljudim spletom okolnosti ne bi bilo nemoguće...

Ali Dinah odmah odbaci takvu mogućnost.

Krakovi su bili debeli poput bedra odraslog čovjeka. Naoružani kukama, izgledali su poput kakovih pandži.

Bili su podijeljeni na segmente.

I bilo je očito da su od metala.

“Koliko je tlo staro?”, upita Dinah.

“Četrdeset tisuća godina.” Krakovi su izgledali kao da su jučer izašli iz tvornice. “Objekt je možda i mlađi. Ako je bio vruć, mogao je propasti do ove dubine.”

“Onda bi nastali lijevak ispunila voda i krakovi bi bili u ledu”, odmahne Dinah glavom. “Tko zna za ovo?”

“Osim vas sada? Nekoliko ljudi u Pentagonu. Ja. Znanstvena ekipa koja je otkrila krakove. Upravo se brinemo da osiguramo njihovu šutnju. Osiguranje. Vojnici, dočasnici i časnici su pouzdani. Kontaktna postrojba, ako se sjećate.”

Sjećala se. Svi u projektu Predstraža slagali su se da treba imati kontaktnu postrojbu koja će osiguravati objekt i ljude koji ga istražuju. Složili su i niz zahtjeva koje moraju zadovoljavati njeni pripadnici.

Dinah uzdahne. Trebalo se organizirati, vidjeti što dalje, odrediti porijeklo krakova.

“O.K., nema šanse da su ljudi mogli prije 40 000 godina napraviti nešto ovakvo. Znači, ako

odbacimo alternativnu arheologiju, ovo je iz svemira. Kako je stiglo na Zemlju?” Ona nastavi prije no što je Tyrell stigao odgovoriti na ionako retoričko pitanje. “Svemirski brod. U najmanju ruku nekakva kapsula. To je sljedeće što tražimo. Pod dva: kako ovo izvaditi van? Pod tri: gdje će se nalaz ispitivati? Cijelo to vrijeme vodimo računa o sterilnosti.” Morali su pretpostaviti da će naići na neki patogen.

“Pod četiri”, uskoči Tyrell, “ima li objekt posadu? Pod pet, što mu je namjena?”

Projekt Predstraža jasno je tražio da određivanje namjene eventualno nađenih objekata iz svemira bude prioritet. Dinah baci pogled na kuke. Bile su smrtonosne.

“Gotovo sigurno borbena”, odgovori ona. “Barem dok se ne dokaže suprotno. U najboljem slučaju, lovac. Ovi krakovi će raskomadati mamuta bez većih problema.”

Šutjeli su pred krakovima. Onda Dinah krene natrag.

“Ovdje više nemamo što tražiti. Ako želite moje mišljenje –”

“Zato ste ovdje, doktorice?”

“Prvo osigurajte transport i postavite laboratorij. Izvan centara naseljenosti, najbolje u blizini. Imate preporuke Predstraže što se toga tiče, pročitajte ih. Tek onda ići na vađenje objekta. Morala bih razgovarati s kolegama koji poznaju tunel. Najjednostavnije je da polako otapamo permafrost. I naravno, tajnost cijelo vrijeme.”

“Za to ne brinite”, odvrati Tyrell. Krenuo je za njom, zadovoljan. Doktorica Jones opravdala je povjerenje, stvari su se počele slagati na mjesto, svaka u svoju kućicu. Baš onako kako je pukovnik volio.

* * *

Dinah Jones bila je smještena u jednoj od kućica kod ulaza. Malena, ali s krevetom, sanitarnim čvorom i sićušnim tušem. Rolete su bile spuštene, svjetlo je samo plavo nužno svjetlo. Dinah je spavala čvrstim snom bez snova. Tableta za spavanje pomogla joj je, nije bila sigurna bi li brzo zaspala bez nje.

Noćni sati vukli su se u tišini. Samo se oduvijek daleko ravnicom i šumom razlijevalo tužno zavijanje vukova.

Odjednom, prasak!

Sirena za uzbunu!

Povici!

Dinah skoči iz kreveta kao izbačena oprugom. A onda vani zaprašti nekoliko rafala. Ona se brzo baci na tlo. Srećom, spavala je u odjeći. Pograbila je čizme i navukla ih. Nije smjela van bez njih, ne treba biti dugo bos po toj hladnoći i snijegu da se ostane bez prstiju ili još gore. Posegnula je za jaknom dok se vani vikalo i pucalo kroz neprekinuto tuljenje sirene. Konačno je dohvatila kacigu. Nije baš kao vojnička, znala je, ali bolje nego ništa.

Nekoliko metaka zaprašilo je po kućici i probilo zidove.

Na sve četiri, stražnjice spuštene do poda, Dinah otpuže do vrata i odškrine ih.

Nije joj trebalo puno da shvati što se događa. Vrata tunela bila su razvaljena nepojmljivom silom iznutra. Rampa je bila prelomljena. Jedno tijelo ležalo je u snijegu, krv posvuda oko njega. Bila je u pravu, stroj je bio namijenjen ubijanju. Nekako se izvukao iz permafrosta, i to vrlo brzo, najvjerojatnije zagrijavajući smrznuto tlo.

Krici, krakovi su se obavili oko jednog vojnika, kuke su mu rezale meso, vrućina ga je pržila, noge su mu bespomoćno mlatarale zrakom. A onda su se noge smirile i stroj ga je odbacio u stranu, poput pokidane i nagorjele krpene lutke. Dinu spopadne mučnina. A onda duboko udahne. Mora se pokrenuti, pobjeći... Ili se suprotstaviti? Čime?

Splet krakova izvijao se, Dinah nije mogla jasno definirati obrise tijela. Stvar je izgledala poput kakvog metalnog mjehura na debelim nogama, iz kojeg su izlazili krakovi. Neki su se još žarili.

Njezina je kućica bila zadnja u nizu. Stroj se bacio na onu najbližu ulazu. U nekoliko ju je sekundi raskidao i razbacao dijelove posvuda, cijelo vrijeme zasipan zrnima iz automatskih pušaka. O tome nismo razmišljali, pomisli Dinah kroz zvuke pokolja, kakvo oružje treba osigurati za kontaktnu postrojbu. Iako, sumnjala je da bi ikakvo pješačko naoružanje zaustavilo stroj.

Sljedeća kućica bila je raskomadana još brže nego prva. Krakovi su hvatali ljude i ubijali ih, brzo i nemilosrdno, ne igrajući se s njima. Nije mogla vidjeti pukovnika. Je li bio još živ?

A stroj je neumoljivo išao prema Dini. Ona se izvuče kroz vrata i niz stube, pa skoči na noge i potrči. Čula je pucnjeve još samo s tri strane.

Vozila!

Jedan kamion i dva terenca. Iza Dine, zadnje su pucnjeve ugušili krici. Pobjeći! Morala je pobjeći! Terenci!

Ali nije imala ključeve. I dok je iza nje škripao zgnječeni lim, ona potrči prema šumi. Među stabla. Teturala je preko snijega. Obasjao ju je plameni bljesak. Eksplozija! Nije se usudila pogledati preko ramena, ali naslućivala je da je stroj napao vozila.

Dvije su joj stvari bile u glavi. Pobjeći. I što prije obavijestiti vojsku. Nije znala što je gore. Kao što nije znala niti ima li vojska išta dovoljno jako za nauditi stroju što se probudio iz tisućljetnog sna. Možda zrakoplovstvo...

Sjetila se još jednog zaključka projekta Predstraža. Kontaktna postrojba treba imati način da hitno obavijesti nadređene ako nešto krene naopako. Nisu razradili kako to izvesti, ali ako ih je vojska poslušala, možda je netko poslao unaprijed pripremljenu poruku.

Dinah se baci iza stabla. Pogledala je za sobom, vatra, dim. Gdje je bio stroj? Nije ga vidjela. Je li pošao za njom? Vidi li njene toplinske tragove? Ili požari bacaju dovoljno svjetla da je vidi i ovako?

Držeći stabla između sebe i pokolja, Dinah nastavi trčati. Pogledavala je preko ramena, ne zaustavljajući se. Nije vidjela stroj, ubojite krakove. To nije bilo nešto maleno, teško da bi bio potpuno nečujan.

Je li mu uspjela pobjeći?

Usporila je. Morala je čuvati snagu. Možda je stroj otišao negdje drugdje? Možda se vratio u tunel? Ili je ipak slijedi? Nije smjela dopustiti da je strah paralizira. Naprijed, bez predaha.

Imala je zadatak. Morala je obavijestiti vojsku.

A onda joj, kroz daleko zavijanje vukova, glavom prođe zastrašujuća misao. Što ako ih ima još? Deseci, stotine, tisuće. Skrivenih u permafrostu, gdje samo čekaju da se odlede zbog globalnog zatopljenja, pa da krenu u ubilački pohod. I što ako su zapravo strojevi bili sigurnosna sklopka koju je postavila neka galaktička civilizacija? Kad se čovječanstvo razvije toliko da zagađenjem zaprijeti životu na Zemlji, strojevi se probude da obnove poremećenu ravnotežu.

Dok je bježala kroz šumu, činilo joj se kako je proganjaju stotine tisuća kukastih krakova.

Aleksandar Žiljak

jeniti zatečeno stanje svjetleće diode: a) kada je LED-ica isključena i pritisnemo tipkalo, svjetleća dioda će svijetliti, b) kada je LED-ica uključena i pritisnemo tipkalo, svjetleća dioda neće svijetliti.

Slika 23. Arduino_Prekidač_LED_sastavni_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, tipkalo, svjetleća dioda, otpornik ($R = 470 \Omega$) i spojni vodiči.

Slika 24. P_Tipkalo_LED

Definiranje spojenih elemenata na početku programa osigurava komunikaciju između mikrokontrolera i elektroničkih elemenata. Postavljanje i definiranje spojenih elemenata u dijelu programa `void setup()` osiguravamo naredbama koje se izvode samo jednom na početku. U dijelu programa `void loop()` naredbe se neprekidno izvršavaju ako je mikrokontroler spojen na napajanje.

Zadatak 2: Konstruiraj automatizirani model stubišne rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spoji dva tipkala i jednu svjetleću diodu koji su smješteni na eksperimentalnoj pločici. Napiši program koji će pritiskom bilo kojeg tipkala uključiti svjetleću diodu koja svijetli ako je pritisnuto bilo koje od dva tipkala. Kada su oba tipkala otpuštena, svjetleća dioda ne svijetli.

Slika 25. Arduino_2Prekidač_LED_sastavni_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, dva tipkala, svjetleća dioda, otpornik ($R = 470 \Omega$) i spojni vodiči.

Slika 26. P_2Tipkalo_LED

Definiranje spojenih elemenata na početku programa osigurava komunikaciju između mikrokontrolera i elektroničkih elemenata. Postavljanje i definiranje spojenih elemenata u dijelu programa `void setup()` osiguravamo naredbama koje se izvode samo jednom na početku. Početno stanje svjetleće diode je isključeno (LED-ica ne svijetli). U dijelu programa `void loop()` naredbe se neprekidno izvršavaju ako je mikrokontroler spojen na napajanje. Ako je pritisnuto jedno od dva tipkala, svjetleća dioda će se uključiti. Ako niti jedno od dva tipkala nije pritisnuto, LED-ica ne svijetli.

Zadatak 3:

Konstruiraj automatizirani model regulacije jačine rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spojite tri tipkala i jednu svjetleću diodu koji su smješteni na eksperimentalnoj pločici. Napišite program kojim upravljamo jačinom količine svjetlosti svjetleće diode pomoću tri tipkala. Pritiskom tipkala1 jačina svjetlosti poveća se za pet, pritiskom tipkala2 jačina svjetlosti smanji se za pet. Pritiskom tipkala3 jačina svjetlosti je nula, svjetleća dioda je isključena.

Slika 27. Arduino_3Prekidač_LED_sastavni_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, tri tipkala, svjetleća dioda, otpornik ($R = 470 \Omega$) i spojni vodiči.

Slika 28. P_3Tipkalo_LED

Definiranje spojenih elemenata na početku programa osigurava komunikaciju između mikrokontrolera i elektroničkih elemenata. Postavljanje i definiranje spojenih elemenata u dijelu programa `void setup()` osiguravamo naredbama koje se izvode samo jednom na početku. Početno stanje svjetleće diode je isključeno (LED-ica ne svijetli). U dijelu programa `void loop()` naredbe se neprekidno izvršavaju ako je mikrokontroler spojen na napajanje. Program provjerava koje je tipkalo pritisnuto i ovisno u signalu na ulazu izvršava naredbu zadanu u programu.

3. Izrada robotičke konstrukcije, povezivanje elemenata i pokretanje modela *košarkaša* pomoću međusklopa (TXT), infracrvenog senzora (IR), senzora za očitavanje boje (Color senzor), fototranzistora, LED lampice i dva elektromotora.

Planiranje dimenzija modela statičkog robota, izrada funkcionalnog prototipa i sastavljanje konstrukcije izvršava se u koracima. Senzor za detektiranje crte (IR) očitava površinu i detektira prisutnost optice. Senzor boje očitava boju optice i ovisno o očitavanju pokreće (uključuje) elektromotore, pozicionira robot u položaj za izbacivanje i ispucava lopticu u koš.

Slika 29. FT_elementi

Konstrukcija modela *košarkaša* ostvarena je pomoću elemenata strojeva, građevnih blokova, spojnih vodiča, električnih, elektroničkih elemenata i senzora za kontrolu položaja Fischertechnika. Izrada konstrukcije modela

robota predstavlja izazov za konstruktore i elektrotehničare koji surađuju pri izradi projekta.

Popis konstrukcijskih elemenata olakšava odabir gradivnih blokova, spojnih i električnih elemenata sa sensorima koji pokreću autonomni robotski model pomoću prijenosnog mehanizma s elektromotorom.

Robotski model košarkaša detektira i izbacuje lopticu u boji

Zadatak_1: Konstruiraj model robotskog vozila na koje su postavljeni senzori za automatsko upravljanje i izbacivanje loptice u tri različite boje: bijela, crna i crvena. Senzor za očitavanje prisutnosti loptice (IR – infracrveni), senzor za očitavanje boje (Color), senzor za očitavanje svjetlosti ili dodirni senzor osiguravaju pouzdan rad robota. Elektromotor (M1) pokreće model robota rotirajući postolje dok ga ne zaustavi u početni položaj. Postavljanjem loptice u prostor nosača započinje automatizirani postupak određivanja njene boje. Prisutnost loptice detektira IR senzor, a senzor za detektiranje boje programski odredi boju pomoću reflektirane svjetlosti od površine loptice i izbaci lopticu u koš. Izbacivanje osigurava drugi elektromotor (M2) koji se rotira u jednom smjeru i uzrokuje pokretanje mehanizma za izbacivanje loptice u boji.

Slika 30. košarkaš1

Inženjer zadužen za postavljanje elektrotehničkih elemenata i njihovo ožičenje osigurava funkcionalnost uz odabir optimalnog broja vodiča. Ožičenje elektromotora, senzora dodira, fototranzistora, IR senzora i senzora boje s međusklopom iziskuje pomno planiranje pri razradi radnih postupaka. Programski inženjer izrađuje plan (algoritam) rada robota, programski kod, provjerava rad spojenih senzora, elektromotora i obavlja završno testiranje prije pokretanja.

Dizajn automatiziranog modela robota košarkaša i izrada konstrukcije robotskog modela izvedena je od nekoliko funkcionalnih cjelina:

- izrada postolja za postavljanje funkcionalne konstrukcije robota
- spajanje mehanizma prijenosa za rotaciju postolja i elektromotora
- izrada konstrukcije nosača pužnog prijenosa
- izrada konstrukcije mehanizma za izbacivanje loptice
- izrada konstrukcije postolja za loptice

- podešavanje senzora na postolje za detekciju loptice
- postavljanje senzora dodira (tipkalo1) za detekciju početnog položaja
- izrada algoritma i računalnog programa s potprogramima.

Slika 31. koš1

Slika 32. koš2

Nosači postolja pozicionirani su na rotirajuću podlogu. Crveni okrugli statični element umetnut je na veliki crni rotirajući zupčanik na kojem su fiksirani nosači postolja. Gradivni element postolja nosača elektromotora izrađen je od crnog malog obostranog gradivnog bloka kojim osiguravamo precizno podešavanje pozicije elektromotora (M1) koji zakreće robota košarkaša i precizno podešava kut rotacije (0° – 90°). Pomičnim nosačem određujemo trenutnu promjenu položaja (naprijed/nazad) zakretanja robota. Umetanje zupčanog vratila, spajanje na mehanizam prijenosa i podešavanje njegovog položaja omogućuje regulaciju prijenosa i konstantnu brzinu vrtnje elektromotora (M1).

Slika 33. koš3

Slika 34. koš4

Slika 35. koš5

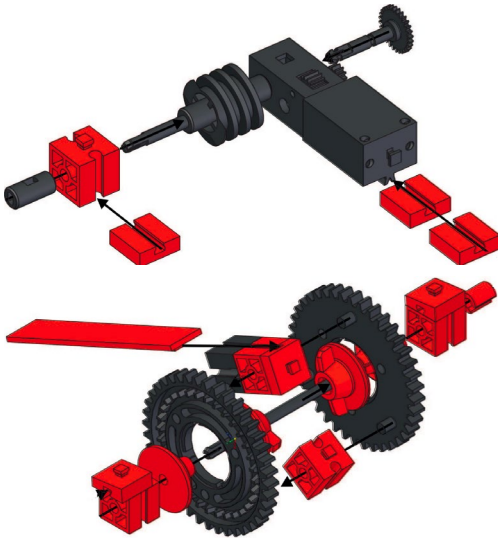
Na prijenosni mehanizam zupčanog vratila postavimo pužni vijak koji dodatno smanjuje brzinu vrtnje elektromotora i omogućuje precizno zakretanje postolja robotske ruke.

Napomena: Podešavanje preciznog položaja pužnog prijenosa zahtijeva pozicioniranje pužnog elementa s rotirajućim zupčanikom koji zahvaćaju unutrašnjost pužnog vijaka.

Stabilnost i nepomičnost vratila spojenog na pužni vijak omogućena je postoljem s dva mala crna obostrana bloka na koje je umetnut crveni veći spojni blok, na koji je pričvršćena vodilica kroz koju prolazi vratilo. Krajnji položaj nosača konstrukcije pužnog mehanizma osigurava pouzdan rad i zakretanje nosača postolja robota košarkaša u oba smjera. Stožasti zupčanik s osovinom osigurava stabilan položaj pužnog vijka povezanog na prijenosni mehanizam i nosače elemente blokova. Mali crveni kutni element postavljen je na desni nosač na postolju. Njegova je uloga omogućiti kontakt s dodirnim senzorom (tipkalo1) koji određuje početni položaj robota (0°).

Slika 36. koš6

Slika 37. koš7



Slika 38. koš8

Umetanje i pozicioniranje pogonskog mehanizma na oba elektromotora definiramo odabirom konstrukcijskih elemenata koji osiguravaju stabilnost i pouzdan rad konstrukcije. Pogonski elementi spojeni su u kompaktnu cjelinu sa spojnima elementima osiguravajući stabilnost modela robota tijekom okretanja.

Prijenos kružnog gibanja iz elektromotora na prijenosni mehanizam zupčanika potrebno je omogućiti čvrstim spojem između zupčanika elektromotora i zupčanika prijenosnog mehanizma.

Napomena: Vrtnja elektromotora osigurana je povezivanjem vodičima međusklopa s izvorom napajanja (baterija) i programom ROboPro.

Slika 39. koš9

Slika 40. koš10

Slika 41. koš11

Čvrsta simetrična konstrukcija olakšava umetanje IR senzora za detektiranje loptice između velikih crnih građevnih blokova. Visina položaja senzora definirana je veličinom dimenzija loptice. Dodatnu stabilnost osiguravaju veliki crveni spojni elementi postavljeni na model robota.

Povezivanje građevnih blokova i električnih elemenata (2 elektromotora, IR senzor crte, senzor za određivanje boje, fototranzistor i lampica) s vodičima, TXT međusklopom i izvorom napajanja.

Slika 42. koš12

Slika 43. koš13

Spajanje elemenata s TXT sučeljem: elektromotore spajamo na izlaze međusklopa (M1 – postolja, M2 – izbacivanje loptice), lampicu na izlaz (O8 i +, zelena), fototranzistor ili tipkalo (I1), IR senzor na ulaze (I2) i senzor boje (I3) i istosmjerni izlaz (+) koji osigurava dodatno napajanje ($U = 9\text{ V}$) za rad senzora.

Infracrveni senzor (IR) sastoji se od četiri vodiča. Umetnemo plavi u žuto/plavi (I2), zeleni vodič spajamo u uzemljenje (-) i crveni u istosmjerni izlaz (+) koji osigurava dodatno napajanje ($U = 9\text{ V}$) za rad senzora.

Senzor boje sastoji se od tri vodiča: I8 (crna), uzemljenje (-, zelena), izlaz 9 V (+, crvena).

Slika 44. košarkaš2

Urednost i čvrstoća spojnica s vodičima olakšava povezivanje električnih elemenata s međusklopom. IR senzor očitava količinu IR svjetlosti koja se reflektira od površine podloge. Podešavanje i provjeru ispravnosti senzora omogućava alat programa RoboPro.

Senzor boje odašilje crveno svjetlo, koje se različitim intenzitetom reflektira od različitih obojenih površina. Količina reflektiranog svjetla mjeri se pomoću fototranzistora i na izlazu TXT međusklopa očitava se kao napon između (0 V i 10 V). Program RoboPro preračunava izlaznu vrijednost napona i prikazuje kao analognu vrijednost. Senzor boje radi na principu "tamne komore" kako bi se spriječio prekomjerno raspršivanje svjetlosti. Kroz otvor senzora dolazi reflektirana vrijednost očitane boje, te ga je potrebno postaviti bliže površini na kojoj očitava boju.

Napomena: Različita očitavanja senzora boje ovise o rasvjeti prostorije i intenzitetu svjetlosti.

Slika 45. GP_košarkaš1

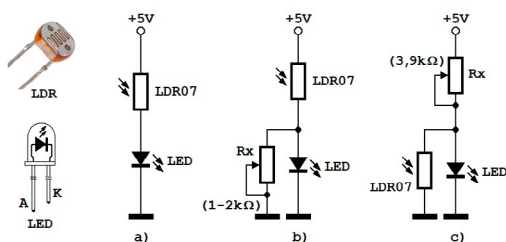
Slika 46. GP_košarkaš2

Glavni program pokreće robot u početni položaj. Pritiskom tipkala (I1) robot se zaustavi. Potprogram *Pocetna pozicija* postavlja robot u početni položaj (M1 = cw).

Potprogrami *Bijela*, *Crvena* i *Crna* kontinuirano provjeravaju površinu nosača loptice i njihovu boju. Kada senzor očitava boju loptice, robot košarkaš se zakrene u smjeru koša i izbacuje lopticu ovisno o njenoj boji. Kada nema loptice robot se zakreće u početni položaj dok ga ne dostigne. Pritiskom tipkala (I1) robot se zaustavlja i program čeka ponovno očitavanje boje loptice.

Petar Dobrić, prof.

Uređaji kojima se svakodnevno služimo, poput mobitela, pametnih satova, tableta, osobnog računala, televizora ili mikrovalne pećnice, u sebi kriju elektroničke sklopove sa stotinama, tisućama pa i milijunima tranzistora. Možemo li uopće više napraviti funkcionalni elektronički sklop s jednim ili dva tranzistora? Naravno: Slika 1 prikazuje da to možemo postići čak bez ijednog tranzistora!



Slika 1. Funkcionalni elektronički sklop možemo napraviti i bez ijednog tranzistora

Iskoristili smo samo dvije elektroničke komponente: fotoosjetljivi otpornik (LDR) i svjetleću diodu (LED). Otpor fotoosjetljivog otpornika ovisi o tipu otpornika i intenzitetu svjetlosti kojom je obasjan. Tako na LDR otporniku oznake LDR07 mjerimo sljedeće vrijednosti otpora: u mraku > 1 MΩ, pri normalnoj sobnoj rasvjeti 1-2 kΩ, a osvijetlimo li ga sijalicom mobitela iz neposredne blizine, otpor će biti manji od 400 Ω. Dobiveni raspon otpora veći je od 2000:1 pa će, napravimo li sklop prema Slici 1a, u istom rasponu varirati i struja kroz LE diodu:

- u normalno osvijetljenom prostoru, LE diodom teći će struja od nekoliko mA (LE dioda jasno svijetli)
- osvijetlimo li LDR iz blizine jakom svjetlosti, struja kroz LE diodu porast će iznad 10 mA (LE dioda vrlo jako svijetli)
- prekrijemo li prstom površinu LDR-a, LE diodom teći će struja oko 0,2 mA (LE dioda slabo svijetli).

Tako ćemo prema intenzitetu svjetlosti LE diode moći procijeniti intenzitet rasvjete koja pada na aktivnu površinu LDR-a. No, prstom ne možemo u potpunosti ugasiti LE diodu jer nešto svjetlosti dolazi i "sa strane"! Da bismo to sprije-

čili, potrebno je umotati LDR u tamnu neprozirnu tkaninu ili ga postaviti u potpuno zatvorenu kutijicu: tek tada će LDR postići maksimalan otpor, struja kroz LE diodu smanjit će se ispod 10-ak μA i njena će svjetlost biti jedva primjetna.

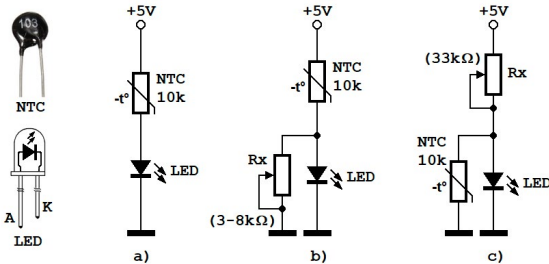
Problemu možemo doskočiti i na potpuno drukčiji način! Želimo li postići da približavanjem prsta LDR otporniku potpuno gasimo LE diodu, sklop ćemo modificirati prema shemi na Slici 1b. Ovdje smo paralelno LE diodi dodali otpornik Rx, kroz koji će "skrenuti" dio struje koja prolazi LDR-om. Optimalna vrijednost otpora otpornika Rx ovisi o nivou osvijetljenosti prostora i osjetljivosti samog LDR-a (umjesto LDR07, možemo koristiti i fotoosjetljive otpornike drugih oznaka!). U mom primjeru, optimalna vrijednost bila je između 1 i 2 kΩ, a najlakše je možemo odrediti ako kao Rx upotrijebimo promjenjivi otpornik otpora 4,7 ili 10 kΩ. Rx ugađamo dok se, uz prstom pokriveni LDR, LE dioda upravo ugasi. Tako ugođen sklop posebno je osjetljiv, i promjene intenziteta svjetlosti LE diode najbolje su uočljive, baš kada prst pomičemo na udaljenosti od nekoliko centimetara od površine LDR-a.

Sklop čija je shema prikazana na Slici 1c radi na suprotan način od prije opisanog. Dok je površina LDR-a osvijetljena, njegov otpor je mali i radi "kratkog spoja": sva struja koja prolazi kroz Rx "skrenut" će kroz LDR pa LE dioda neće svijetliti. Zaklanjamo li postupno površinu LDR-a, njegov će se otpor povećavati i u jednom trenutku LE dioda će zasvijetliti. Intenzitet svjetlosti LE diode bit će to veći, što više zaklonimo površinu LDR-a. Osjetljivost sklopa i ovdje ugađamo promjenom vrijednosti promjenjivog otpornika Rx. U mom primjeru, optimalna vrijednost je iznosila oko 3,9 kΩ: tada se primicanjem i udalžavanjem prsta od površine LDR-a moglo lijepo upravljati intenzitetom svjetlosti LE diode, od jasno osvijetljene do potpuno ugašene.

Oprez: U sklopu prema Slici 1c ne smijemo smanjiti vrijednost otpornika Rx ispod 100 Ω, jer bi tada kroz LE diodu potekla prejak struja, koja bi je mogla trajno oštetiti!

Pokušajmo sada umjesto fotoosjetljivog otpornika upotrijebiti termistor (Slika 2). Termistori su elementi čiji otpor ovisi o temperaturi na kojoj

se nalaze, a razlikujemo ih po tome kako promjena temperature utječe na promjenu otpora: NTC termistorima s porastom temperature otpor se smanjuje, dok se PTC termistorima s porastom temperature otpor povećava. Dakle, upotrijebimo li umjesto fotoosjetljivog otpornika NTC termistor, očekujemo da će se s porastom temperature sklopovi sa Slike 2 ponašati identično sklopovima sa Slike 1, kada smo ih jače osvijetlili. Proverimo je li doista tako!



Slika 2. Sklop s NTC otpornikom i LE diodom

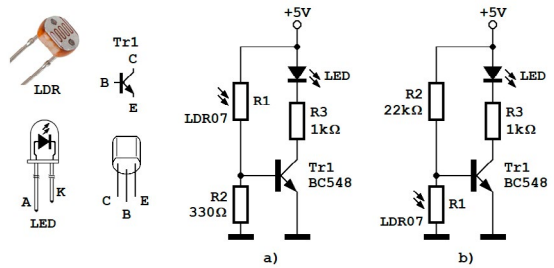
Oznaka na termistoru pokazuje koliki je njegov otpor pri 25°C pa je tako, npr., NTC termistoru sa Slike 2 otpor na sobnoj temperaturi 10 kΩ. Ovakvi mali termistori koriste se za mjerenje temperature u širokom temperaturnom rasponu, od -55°C do 125°C, pri čemu će se otpor tipično promijeniti u omjeru 870:1 (prema tvorničkim podacima termistora NTCM-10K-B3380).

Ovo je značajna promjena koju je lako vizualizirati promjenom intenziteta svjetlosti LE diode. Međutim, tijekom eksperimentiranja u kućnim uvjetima, ograničeni smo na puno manji temperaturni raspon: termistor možemo hladiti kockicom leda ili zagrijavati toplim zrakom iz fena. Prema tvorničkim podacima za isti termistor, njegov otpor pri 0°C bit će 27,5 kΩ, a pri 50°C 4,17 kΩ. U sklopu prema Slici 2a to će uzrokovati promjenu struje kroz LE diodu od 0,14 mA do 0,9 mA. Promjena intenziteta svjetlosti bit će uočljivija upotrijebimo li osjetljivu (*low current*) LE diodu, ali LE dioda neće postizati puni sjaj niti ćemo je moći potpuno ugaziti.

U sklopu prema Slici 2b trimerom Rx otpora 10 kΩ možemo ugoditi kod koje temperature će se LED-ica potpuno ugaziti. Vrijednosti sa slike, 3–8 kΩ, približno odgovaraju temperaturama između 25°C i 0°C: porastom temperature iznad podešene vrijednosti, LE dioda počeo će slabije svijetliti.

Sklop sa Slike 2c ima obrnuto djelovanje: LE dioda slabije će pa sve jače svijetliti kako se temperatura snižava ispod podešene vrijednosti. Graničnu temperaturu ugađamo trimetrom Rx, a navedena vrijednost od 33 kΩ približno odgovara graničnoj temperaturi od 25°C.

Prema očekivanju, sklopovi s termistorom ponašaju se identično sklopovima s fotoosjetljivim otpornikom, ali su promjene intenziteta svjetlosti LE diode slabije uočljive. Kako bismo neku promjenu mogli bolje uočiti, ili kako bismo mogli detektirati slabije signale nekog drugog porijekla, trebat ćemo odgovarajuće pojačalo – tranzistor.

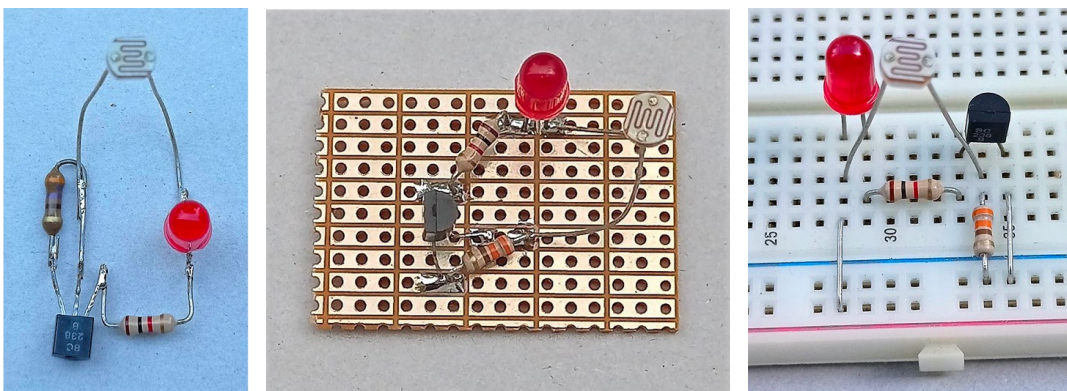


Slika 3. Sklop s fotoosjetljivim otpornikom, tranzistorom i LE diodom

Na Slici 3 vidimo dvije sheme s fotoosjetljivim otpornikom, tranzistorom i LE diodom. Upotrijebili smo mali tranzistor univerzalne primjene NPN tipa (poput BC548, BC107, BC238...). Ovakvi tranzistori počinju voditi kada im napon između baze i emitera naraste preko 0,6 V, a strujno pojačanje (omjer kolektorske i bazne struje) im je 200–800. Na shemama je predviđen napon napajanja od 5 V, no sklopovi će jednako dobro raditi iskoristimo li kao izvor napona napajanja "plosnata" bateriju napona 4,5 V, kutijicu s tri ili četiri baterije AA ili AAA tipa (4,5, odnosno 6 V) ili mrežni adapter izlaznog napona 5–6 V.

Sklop prikazan na Slici 3a funkcionalno odgovara sklopu sa Slike 1b:

U slabije osvijetljenom prostoru, ili kada aktivnu površinu LDR otpornika pokrijemo prstom ili na neki drugi način zakrijemo od izvora svjetlosti, otpor će mu biti velik te će kroz njega i otpornik R2 teći neka mala struja. Pad napona na otporniku R2 bit će premalen pa tranzistor T1 neće voditi struju: zbog toga LE dioda neće svijetliti.



Slika 4. Tri načina na koje možemo realizirati sklop sa sheme na Slici 3a

Osvijetlimo li jače površinu LDR-a, otpor će mu se smanjiti, a struja kroz njega i R2 početi će rasti. Posljedično, rast će i pad napona na otporniku R2. U trenutku kada taj napon dosegne oko 0,6 V, tranzistor će početi voditi i LE dioda će zasvijetliti. Intenzitet svjetlosti LE diode bit će to veći, što je LDR jače osvijetljen.

Zbog velikog strujnog pojačanja tranzistora, kolektorska struja tranzistora ubrzo bi mogla dostići vrijednost koja bi mogla uništiti tranzistor i LE diodu. Zato smo dodali otpornik R3, koji ograničava kolektorsku struju na oko 2 mA: to je dovoljno da bi osjetljiva LE dioda mogla zasvijetliti punim sjajem. Jednom kada R3 počne ograničavati jakost struje u kolektorskom krugu, daljnje povećanje intenziteta osvijetljenja neće povećavati intenzitet svjetlosti LE diode.

Sklop sa Slike 3b funkcionalno je identičan sklopu sa Slike 1c:

Kada je LDR osvijetljen jakim svjetlošću, otpor LDR-a je malen pa je pad napona na njemu manji od 0,6 V; tranzistor ne vodi i LE dioda ne svijetli.

Smanjenjem intenziteta svjetlosti koja pada na aktivnu površinu LDR-a, njegov otpor raste pa će i pad napona na njemu postajati sve veći: čim dostigne 0,6 V, tranzistor će početi voditi i LE dioda će početi svijetliti.

Daljnijim smanjenjem intenziteta svjetlosti, pad napona na LDR-u još će porasti, kao i bazna struja tranzistora pa će i LE dioda sve jače svijetliti. I ovdje otpornik R3 ograničava maksimalnu struju kroz tranzistor i LE diodu na oko 2 mA.

Primjećujemo kako oba sklopa imaju tri stanja: stanje u kojem LE dioda ne svijetli, stanje u

kojem LE dioda svijetli punim sjajem i relativno usko područje u kojem promjenom intenziteta osvijetljenja možemo mijenjati intenzitet svjetlosti LE diode. Promjenom vrijednosti otpornika R2 možemo mijenjati osjetljivost sklopa, odnosno prag kod kojeg će LE dioda početi ili prestati svijetliti. Ponekad će nam biti interesantno pratiti promjenu intenziteta svjetlosti LE diode pa će nam odgovarati da prijelazno područje bude što šire; drugi put će nam odgovarati da bude što uže, tako da LE dioda ima samo dva stanja: svijetli ili ne svijetli. Kako postići jedno ili drugo, analizirat ćemo u sljedećem nastavku.

Slika 4 prikazuje kako možemo u praksi realizirati sklopove koje ćemo proučavati. Konkretno, na sve tri fotografije nalazi se sklop sa Slike 3a. Na lijevoj su fotografiji komponente međusobno lemljene "u zraku"; ovakav način spajanja čest je u filmićima koji kruže internetom i u kojima autori pored poznavanja elektronike demonstriraju i svoju vještinu lemljenja. Predlažemo da ipak radije upotrijebite komadić univerzalne tiskane pločice s "otočićima" (kod ovako jednostavnih sklopova, ponekad je spretnije lemiti komponente sa strane vodova, fotografija u sredini) ili da koristite univerzalnu eksperimentalnu pločicu i tako potpuno izbjegnute lemljenje (desna fotografija).

Sklop sa Slike 3a ima još jedno interesantno svojstvo, o kojem ćemo također govoriti u sljedećem nastavku!

Napomena: Članak je izvorno objavljen u slovenskom časopisu *Svet elektronike*. Za objavljivanje u časopisu *ABC tehnike* prilagodio autor.

Mr. sc. Vladimir Mitrović

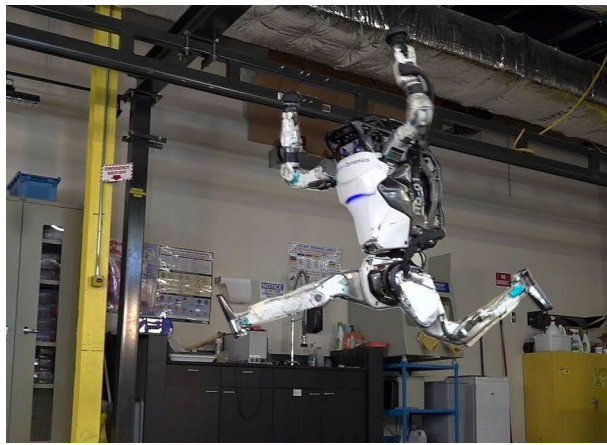
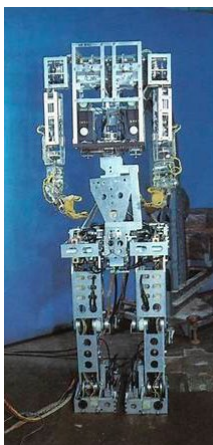
Čovjekolike robote spominje se i opisuje u svakodnevnom govoru, stručnoj i znanstvenoj, ali i popularnoj literaturi s dva naizmjenično korištena pojma koji nisu sinonimi: androidi i humanoidi. Odnos među tim pojmovima je slijedeći: svi androidi jesu humanoidi, ali svi humanoidi nisu androidi. Android (ili ponekad skraćeno "droid") je stroj izgledom i ponašanjem nalik čovjeku. Izraz je složenica od starogrčkih riječi "andro" – čovjek i "eides" – izgled ili oblik. Humanoid, međutim, ne mora nužno biti stroj: to je svako stvorenje slično čovjeku. Izraz je izveden iz latinskog "humanus" što znači ljudski i nastavka "oid". Humanoidi mogu biti biološki i nebiološki (artificijelni). Oba pojma gotovo da i nisu korištena do tridesetih godina XX. stoljeća kada se znatno povećava frekvencija njihove uporabe.

Unatoč agresivnim medijskim uvjerenjima da su suvremeni androidi po svojim funkcionalnim sposobnostima ili prepoznatljivim izražajnim licima "gotovo ljudi", teško je povjerovati da postoji čovjek koji ne bi prepoznao kako se pred njim nalazi složen ali još uvijek nezgrapnan i grub humanoidan stroj. Ne može se, međutim, poreći

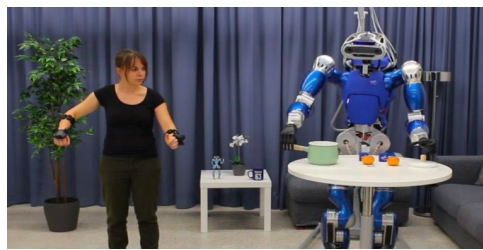
da su androidi dosegli zavidnu razinu radnih sposobnosti i vanjskog izgleda od 1973. godine kada je prikazan prvi suvremeni android WABOT.

Danas se tržište humanoidnih robota procjenjuje na oko 2 milijarde američkih dolara, a u sljedećih pet godina povećat će se na više od 13 milijardi. Rast potražnje odnosi se na napredne humanoidne robote s ljudskim funkcionalnim značajkama koji bi mogli obavljati poslove u uslužnoj industriji, obrazovanju, zabavi i zdravstveno-socijalnoj skrbi.

Navedene optimistične poslovne projekcije i zanimanje tržišta dovele su do nedavnog pokretanja prve tvornice androida "RoboFab" u SAD-u. Osnivač tvornice je *start-up* tvrtka "Agility Robotics" koja planira u prvoj godini proizvesti stotinjak robota "Digit", ali je projektirani godišnji kapacitet tvornice čak 10 000 androida namijenjenih poslovima vanjske dostave i radu po skladištima gdje je i najveća nestašica radnika. Zanimanje tvornice "Ford" za mogućnost korištenja "Digita" u kombinaciji s njihovim dostavnim kombijima potaklo je i druge velike tvrtke poput



POLA STOLJEĆA RAZVOJA MODERNOG ANDROIDA. Od vremena kada je 1973. u Japanu razvijen spor i nestabilan dvonožni stroj WABOT (slika lijevo) mijenjali su se znanstveni koncepti privlačne ideje androida i pomicali centri razvoja. Japan je više desetljeća bio sinonim za razvoj androida, a robot ASIMO (slika u sredini) iz 2000. godine bio je pojam nedostižnog vodstva. Havarija u Fukushima promijenila je i svijet androida. Natjecanja DARPA-e "Robotics Challenge" od 2012. do 2015. i pojava tvrtke "Boston Dynamic" pomaknule su središte uspješnih istraživanja androida na Zapad. Istraživački android ATLAS (slika desno) s raskošnim dinamičkim vještinama pokazao je koliko bi androidi mogli biti spretni. Suvremeni androidi oblikom sve uspješnije oponašaju autentične ljudske izraze, interakcije i pokrete, opremljeni su mnoštvom senzora, a u novije vrijeme strojno uče.



KLJUČNI SUSTAVI ANDROIDA. Tri funkcionalne različite cjeline ističu se kod čovjekolikih robota: glava (lice) s različitim pokretnim sensorima (vid, sluh...) i izražajnim licem, stabilan dvonožni hod po svakom terenu i vješto dvoručno rukovanje alatima s petoprstnom šakom. Te podsustave povezuje toraks. Lice androida Ham (slika lijevo) iz 2015. tvrtke "Hanson Robotics" označava pristup oblikovanju u kojem su izrazi i grimase lica važan dio komunikacije. Opčinjenost licem androida vidljiva je na licima promatrača (slika desno). Dvonožni hod, koji nije svojstven samo ljudima, bitno određuje ljudsku umjetnu okolinu (npr. postojanje stepenica). Slijepi dvonožni hodač Cassie (slika u sredini), razvojna je prethodnica radnog androida "Digit". Za uspješan hod po stepenicama treba samo proprioceptorske (unutarnje) senzore. Pri treniranju hoda korištena je tehnika *deep reinforcement learning*. Dvoručno manipuliranje upravo je s razvojem androida postalo važna istraživačka tema u kojoj se primjenjuju tehnike treniranja (slika desno) pri čemu se robot uči pokretima teleoperacijski. Snimljeni pokreti koriste se za generalizaciju naučenog. Novije tehnike teže spajanju jezičnih, video i motoričkih vještina. Petoprstne šake omogućavaju korištenje standardnih ljudskih alata.

Od samih njenih početaka, kako one praktične tako i one umjetničke, "sveti gral" robotike bio je univerzalni android ili čovjekoliki robot opće prakse. Nakon pedeset godina modrene robotike čini se da smo se okvirno primakli tom cilju, ali ostalo je detalja za još jedno stoljeće.

Amazona da razmišljaju o uvođenju androida u svoja skladišta.

Androidni osobni roboti su i do sada proizvedeni u malim serijama, ali je njihova namjena bila obrazovno-zabavna ili asistentska. Krajnji cilj razvoja androida ipak je stroj opće prakse, tj. proizvodnja velikih serija univerzalne surad-



ZAPOSLjeni ANDROIDI. Unatoč velikom broju istraživačkih androida vrlo malo ih je blizu radnog prostora. Radne robote obilježava skromno oblikovano lice zbog ograničene potrebe za tjelesnom komunikacijom. "Digit" (slika u sredini) zapravo i nema glavu, a šake bez prstiju zadovoljavaju zadatke dostave i prenošenja paketa. Videosenzori služe mu za prepoznavanje i prihvata paketa ili prepoznavanje okoline. EVE, humanoidni robot na kotačima, (slika lijevo) ima digitalno lice za jednostavne sintetičke poruke. "Digit" i EVE pretekli su dugo najavljivanog Teslinog robota "Optimusu" (slika desno) čija demonstracija nije bila osobita. Predstavljan je kao robot opće namjene koji hoda naprijed, sam kalibrira udove i pomiče ih u različitim smjerovima izvodeći tjelesne poze uključujući i balansiranje na jednoj nozi. Može samostalno rukama pokupiti, sortirati i izvršiti preslagivanje predmeta i prepoznati okruženja u kojima se nalazi ili locirati vlastite udove unutar vidnog polja. "Optimusovo" središnje računalo obrađuje podatke o vidu s više senzora kako bi se dobila slika okoline. Vizualnim navigacijskim sustavom upravljaju trenirane neuronske mreže za kretanje. Robot raspolaže bibliotekom prirodnih referenci kretanja nastalih tako da su snimljene ljudske kretnje, npr. hvatanja kutije s police, a potom se te podatke o kretanju mapira i optimizira za prilagodbu stvarnom kretanju robota.



LICA, RASE I ROD ANDROIDA KOMUNIKATORA. Androidi komunikatori su portiri, predavači (slika desno) ili manekeni. Neverbalne informacije igraju važnu ulogu u komunikaciji licem u lice. Izrazi lica, posebno, prenose veliku količinu informacija. Za komunikaciju s robotom mogućnost izražavanja licem koristila bi se za obavještanje čovjeka o stanju stroja. Danas roboti mogu mijenjati izraz lica, ali su oni, jer nemaju kao ljudi 46 mišića za oblikovanje kože, ograničeni. Neki od tih izraza simbolični su s ograničenim pomakom dijela lica. Neki izrazi oblikovani su po stripovima, animacijama ili po ugledu na životinje. Lica robota izgledom oponašaju rodove (muško, žensko ili neutralno), ali i rase (slika u sredini) pa tako imamo tipično bjelačka lica, japanska ili kineska lica. AMECA (slika lijevo), primjer je robota neodređena roda, spola i rase. Ima sivu gumenu kožu na licu i rukama, a posebno je dizajniran da izgleda bez spola. Osmišljen je kao razvojna platforma za neverbalnu, emocionalnu komunikaciju čovjeka i androida. Koristi ugrađene mikrofone, binokularne kamere montirane u očima, ali i na prsima, kao i softver za prepoznavanje lica za interakciju s javnošću.

nčke platforme s cijenom od 20 do 30 tisuća eura dostupnih poput osobnih automobila. Oni bi, kako direktor Musk vjeruje, za “Teslin” android “Optimus” postali poslovno isplativiji i od proizvodnje automobila.

Unatoč polustoljetnom razvoju po istraživačkim laboratorijima širom svijeta, konstrukcijska i funkcionalna složenost humanoidnih robota, kao i priroda zadataka koje bi obavljali, odgađaju stalno njihovu pojavu. Jedan od težih zadataka je ostvarivanje bliske suradnje s ljudima na siguran, predvidljiv, intuitivan i iskoristiv način. Kao i u području manipulacijskih industrijskih robota i čovjekoliki roboti očekivano su ušli u razdoblje razvoja i primjene suradničkih (*cobot*) strojeva s posebnim čovjek-stroj interfejsom. Posebice se to vidi kod robota radnika jer se kod njih očekuje da rade zajedno s ljudima na poslovima s povećanim opasnostima od ozljeda.

Novo razdoblje razvoja i primjene androida obilježava, između ostaloga, podatak da Japanci koji su desetljećima bili sinonim za androide počinju zaostajati. Novo razdoblje androida prepoznaje se upravo po suradničkom konceptu rada i primjenama novih tehnika strojnog učenja kojima sve više dominira *deep reinforcement learning*, ali i s novim načinima dizajna, konstrukcije i izrade mehanike, npr. 3D-tiskanjem.

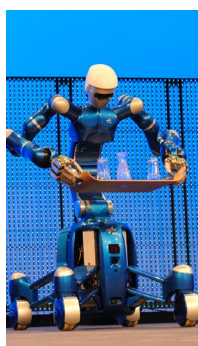
Prisutnost mnogobrojnih razvojnih androida dokaz je zapravo napretka razvoja ključnih pod-sustava kakvi su dvonožni hod, dvoručna mani-

pulacija, senzoriрана glava s komunikacijskim licem i njihova sinteza.

Jedan od češće navođenih razloga razvoja i istraživanja androida je razumijevanje i razvoj komunikacije čovjeka i stroja koja se ne odvija samo jezikom već i neverbalno, tj. tjelesnim pokretima. Pokreti i govor tijela objašnjavaju namjere i ciljeve. To je korisna sposobnost androida koja im omogućuje suradnju i siguran rad s ljudima. Kod androida, slično kao i kod manipulacijskih robota, uveden je koncept robota za suradnju ili kobota (suradničkih robota).

Prvo “zaposlenje” androida na profesionalno radno mjesto obavio je norveški *start-up* za robotiku “1X Technologies”, čiji robot EVE od travnja 2023. godine obavlja sigurnosni nadzor objekata na dvjema lokacijama u Europi i SAD-u. EVE, koji pri kretanju balansira na dva kotača, rukama može otvarati vrata ili preuzimati predmete. Ima glavu s jednostavnim licem – LED zaslonom. Rad androida EVE nadzire čovjek koji posredstvom virtualne stvarnosti može imati uvid u stanje više robota istovremeno. Cilj tvrtke je “proizvoditi androide u komercijalnim razmjerima”, a početkom 2023. godine objavila je zatvaranje potrebne financijske konstrukcije od 23,5 milijuna američkih dolara. Jedan od njenih financijera je i tvrtka “OpenAI”.

Primjer ranog europskog razvoja androida je “Rollin Justin” iz Njemačkog svemirskog centra pri Institutu za robotiku i mehatroniku u



ANDROIDI COBOTI. Kao što su u industriji za ljude opasne robotske manipulacijske ruke počeli postupno zamjenjivati suradnički koboti (pohrvaćena skraćenica od engl. *Cooperative Robots*) tako se i kod radnih androida promoviraju suradnički strojevi. ARMAR 6 (slika lijevo) primjer je suvremenog suradničkog androida bezopasnog za ljude u okolini s kojim radnik pri obavljanju poslova saobraća glasom. Drugi europski android "Rollin Justin" (slika u sredini) istovremeno slijedi nekoliko ciljeva, dok se pridržava hijerarhije obavljanja zadataka: može posluživati pića dok promatra okoliš, izbjegava sudare, usklađeno reagira na stanje okoline bez prolijevanja pića. Kanadski android "Phoenix" (slika desno) visok je 170 cm, težak 70 kg i hoda brzinom od 4,8 km/h. Može podići i nositi 25 kg. Istinski svestran humanoidni robot mora imati ruke vješte poput ljudskih koje su glavno sredstvo i alat za obavljanje profesionalnih ili kućanskih poslova, poput prikupljanja pošte, paljenja svjetla, pripreme hrane i čišćenja. Stoga je opremljen iznimno okretnim robotskim rukama s petoprstnom šakom koje oponašaju osjećaj dodira.

Wesslingu razvijen još 2009. godine. To je zapravo mobilna platforma za istraživanje dvoručne manipulacije. Lagana konstrukcija ruku s četiri prsta omogućava obavljanje složenih poslova, a mobilna baza autonoman rad na velikim udaljenostima. Senzori za detekciju pokreta i stereokamere omogućuju 3D-rekonstrukciju okruženja. Nestrukturirana, promjenjiva i dinamična okruženja zahtijevaju od robota da djeluje neovisno i bez ljudske podrške. S druge strane, robot mora biti u stanju sigurno raditi s ljudima.

Kanadski android Phoenix tvrtke "Sanctuary AI" također je primjer projektno naprednog stroja opće prakse koji se mora prilagoditi bilo kojem okruženju, pod bilo kojim okolnostima i obavljati fizički rad na isti način kao i čovjek, s potrebnom razinom autonomnosti. No praksa znatno odstupa od zamišljenih istraživačkih postavki pa se pri demonstracijama u pravilu koriste daljinsko vođenje i koncept teleprisutnosti: robote ljudi treniraju raditi u određenom radnom kontekstu. Ljudski operater nalazi se na platformi za snimanje pokreta: vidi kroz kamere robota i osjeća ono što robot "osjeća" svojim senzorima.

Primjer treniranja dvonožnog hodanja po stepenicama stroja "Cassie" daje uvid u metode razvoja suvremenih androida. Najprije je model treniran u simulacijama, a potom su se naučene strategije penjanja stepenicama (koje se naziva-

ju politikama) prenijele iz simulacije u stvarni svijet (tzv. *Sim 2 Real* prijenos). Simulacija ne može detaljno oponašati stvarnost (npr. trenje tla i sl.), ali se postiže iznenađujuće uspješan upravljački softver kretanja i robusnost ponašanja stroja u velikom rasponu različitih prilika. U drugim slučajevima operateri upravljaju treniranjem robota, dok neuronski kontroler promatra, osjeća i uči. Kada umjetna inteligencija prepozna obrasce kretanja, počinje graditi repertoar radnji specifičnih za zadatke dok ih ne može samostalno izvoditi. Ovakav trening izvodi se za svaki zadatak potreban za obavljanje predviđenog posla. U praksi robot može pristupiti tim podacima, kombinirati autonomne zadatke u duže sekvence.

U istraživanju objavljenom u travnju 2023. godine navodi se da "na većini objavljenih videozapisa androidnim robotima daljinski upravljaju ljudi". Fascinantne vježbe robota "Atlas" s milijunskim pregledima na mrežama rezultat su i pomno razrađenih scenarija snimanja kao i dobre montaže. Stoga, iako je teško točno procijeniti trenutno stvarno stanje i mogućnosti razvojni androidi, realnije od fikcionalnih filmova, dopuštaju zamišljati budućnost u kojoj su roboti opće namjene sveprisutni i pomažu ljudima obavljati zamorne, opasne, prljave poslove neumorno i točno.

Igor Ratković

Znanstvenici upravo rade na tome i tehnologija će jednog dana možda moći pretočiti u riječi ono što naši krzneni prijatelji vokaliziraju.

Vau! Vau! Vaš pas stoji kraj prozora i laje na sav glas. Gledate van, ali ne vidite ništa. Prrr... Vaša mačka ponekad voli maženje, a ponekad pobjegne.

Ne bi li bilo sjajno, pomislio je Con Slobodchikoff, kad bi vam tehnologija mogla pomoći da bolje razumijete svog ljubimca? Biolog sa sjedištem u blizini Flagstaffa, Arizona, proveo je 30 godina radeći na boljem razumijevanju glasanja prerijskih pasa. Sada proučava komunikaciju pasa kućnih ljubimaca.

Ljudi već jako dugo pokušavaju razumjeti pse. Neki su se usredotočili na ponašanje pasa. Drugi su provodili mnogo vremena trenirajući različite životinje. Svi su naučili mnogo o osnovnom govoru tijela pasa. Slobodchikoff je koristio to znanje kako bi savjetovao ljude koji su imali problema sa svojim kućnim ljubimcima. Dobro se sjeća jednog slučaja.

Muškarac je prijavio da ga je njegov pas htio ugristi. Tako je Slobodchikoff otišao u čovjekovu kuću. Promatrao je kako vlasnik prilazi psu, nadvija se nad njega i kaže mu: "Dobar pas!" glasnim, niskim tonom. "Pas je otrčao u kut", prisjeća se Slobodchikoff.

Vlasnik je preplašio psa. Slobodchikoff je preporučio da se čovjek ne nadvija nad psa. Preporučio je također da kaže "dobar pas" visokim glasom. Vlasnik je poslušao taj savjet – i na kraju razvio odličan odnos sa svojim ljubimcem.

Aplikacija za prevođenje

Nemaju svi vremena proučavati komunikaciju pasa ili novca da angažiraju stručnjaka. Slobodchikoff misli da bi tehnologija mogla pomoći. Osmišljava aplikaciju ili uređaj za mobilni telefon koji biste mogli usmjeriti prema psu. Uređaj bi snimio video i audio zapis ponašanja psa i potom ga prenio, poslije bi ga analizirao sustav umjetne inteligencije.

"Umjetna inteligencija bi ovo prevela za vas na engleski ili bilo koji drugi jezik", kaže



Kućni ljubimci donose puno radosti. Ali ponekad je vrlo teško točno protumačiti što ljubimac želi ili treba. Može li umjetna inteligencija prevesti ono što govore? ISO3000/ISTOCK / Getty Images Plus

Slobodchikoff. Rezultat, objašnjava, može biti neka potreba poput "Gladan sam" ili "Moram ići van piškiti" ili "Želim ići u šetnju".

Kako bi trenirao sustav umjetne inteligencije, Slobodchikoff je planirao prikupiti podatke izravno od pasa kućnih ljubimaca. Bio je u procesu priprema za početak rada sa psima, a onda je izbila pandemija. Do danas još nije ponovno pokrenuo projekt, ali se nada da će to uskoro učiniti.

Potražite li aplikaciju za prevođenje jezika kućnog ljubimca, naći ćete ih podosta, no neke su potpuno neznanstvene. Međutim, MeowTalk je aplikacija za mačke prevođenje temeljena na modelu umjetne inteligencije. Godine 2021. njeni tvorcii izvijestili su da je model umjetne inteligencije postigao 90 posto točnosti u prepoznavanju devet različitih emocionalnih stanja u mijaukanju. To uključuje ljutnju, sreću, lov, bol i odmor. Aplikacija bira fraze za razgovor na temelju tih emocija, poput "drago mi je vidjeti te" ili "pusti me da se odmorim".

Ljudi koji su isprobali aplikaciju kažu da ne radi uvijek dobro. Ali bolji prijevodi za tumačenje lajanja i mijaukanja možda stižu.

Sretan štakor, nervozan štakor

Nova tehnologija mogla bi pomoći ljudima da razumiju i manje krznene prijatelje.

Kevin Coffey je neuroznanstvenik sa Sveučilišta Washington u Seattlu. Njegov laboratorij radi sa

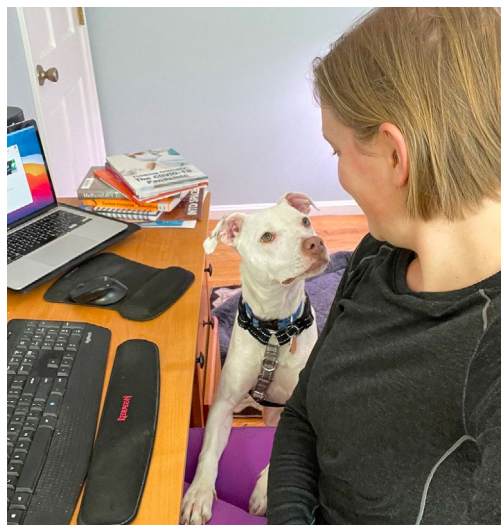
štakorima i miševima. Ove životinje proizvede mnogo zvukova, uglavnom u ultrazvučnom rasponu koje ljudi ne mogu čuti. Ali poseban mikroskop može "uhvatiti" sve njihove zvukove. Sretni štakori obično se glasaju višim tonovima. Nervozni ili iznervirani štakori čavrljaju na nižoj frekvenciji. Glasanje miševa manje je jednostavno. Ali i ono se može razvrstati u pozitivne i negativne zvukove.

Spektrogrami su vizualni grafikoni koji prikazuju značajke zvuka mapirane tijekom vremena. Kao student, Coffey je morao ručno pregledati spektrograme cviljenja glodavaca kako bi shvatio kako se njegove životinje osjećaju. Nacrtao je okvire oko svake škripe. Zatim bi analizirao svaki zvuk kako bi pokušao shvatiti što glodavci komuniciraju.

Ovo je oduzimalo mnogo vremena. Često je bilo potrebno punih 10 sati da se prođe kroz samo jedan sat snimanja. Tako je Coffey napravio model umjetne inteligencije koji je nazvao DeepSqueak.

DeepSqueak

Kako bi ga trenirao, dao je modelu mnogo primjera vizualnih grafikona snimaka glodavaca koji su sadržavali pozive. Model je naučio izdva-



Čak i bez kućnog prevoditelja autorica članka često može razumjeti svog psića Apolla. Na ovoj fotografiji on joj očito pokušava reći kako želi da ona prestane raditi i da ga odvede u šetnju.

K. Hulick

jati i kategorizirati pozive. Ono za što su nekada bili potrebni sati, sada se događa u samo nekoliko trenutaka.

Coffeyjevo istraživanje nije usredotočeno na dešifriranje značenja tih poziva. Ali, kaže "Vjerojatno nisu samo emocije". Učinio je DeepSqueak besplatno dostupnim drugima. Neki su prilagodili model za otkrivanje drugih vrsta životinjskih zvukova. Godine 2022. pomorski su znanstvenici upotrijebili alat za automatsko označavanje podmorskih snimaka glasanja grbavih kitova, dupina i kitova perajara.

Jednog dana sva bića, velika i mala, mogla bi imati vlastite aplikacije za prevodjenje.

Ključne riječi

App: skraćenica za aplikaciju ili računalni program dizajniran za određeni zadatak.

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

Audio: Ima veze sa zvukom.

Biolog: Znanstvenik koji se bavi proučavanjem živih bića.

Dupini: vrlo inteligentna skupina morskih sisavaca koji pripadaju obitelji zubatih kitova. Članovi ove skupine uključuju orke (kitove ubojice), kitove pilote i dobre dupine.

Kit perajar: Druga po veličini vrsta kitova, a ime je dobio po peraji na stražnjem repu. Ovi brzi plivači crni su ili tamnosmeđe-sivi na leđima i sa strane, ali bijeli odozdo. Vrsta kita usana, svaki pojede do dvije tone hrane (često račići ili male ribe) dnevno. Postižu odraslu dob s oko 25 godina, dožive 90 i postižu težinu od oko 72 metričke tone.

Grbavac: vrsta kita usana (Megaptera novaeangliae), možda najpoznatiji po svojim novim "pjesmama" koje pod vodom putuju na velike udaljenosti. Ogromne životinje, mogu narasti do više od 15 metara.

Model: Simulacija događaja iz stvarnog svijeta (obično pomoću računala) koja je razvijena za predviđanje jednog ili više vjerojatnih ishoda. Ili pojedinac koji treba pokazati kako bi nešto funkcioniralo ili izgledalo na drugima.



Nije lako prevesti ono što bi kućni ljubimci mogli reći. Na primjer, osjetljive njuškice pasa njuše stvari kojih vi niste svjesni. Psi su također osjetljivi na govor tijela. Zagrljaj je prijateljska gesta za većinu ljudi, ali može biti prijeteća za neke pse.

K. Hulick

Neuroznanstvenik: Netko tko proučava strukturu ili funkciju mozga i drugih dijelova živčanog sustava.

Prerijski pas: društvena životinja (Mustela nigripes) veličine velike vjeverice koja živi u jazbinama koje tvore velike kolonije – poznate

kao gradovi prerijskih pasa. Svaki "grad" može se prostirati na mnogo hektara. Životinje proizvode zvuk sličan lavežu, imaju kratke noge i oštre kandže. Mogu živjeti i do 8 ili 10 godina.

Raspon: Puni opseg ili distribucija nečega. Na primjer, područje rasprostiranja biljke ili životinje je područje na kojem ona prirodno postoji.

Glodavac: Sisavac iz reda Rodentia, grupe koja uključuje miševe, štakore, vjeverice, zamorce, hrčke i dikobraze.

Spektrogram: Vizualni (ili grafički) prikaz spektra. Taj spektar može mapirati zvučne valove ili druge vrste elektromagnetskog zračenja. Zvučni spektrogram prikazuje frekvenciju zvuka (ton) tijekom vremena; a njegova amplituda (ili volumen) kroz intenzitet boje.

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

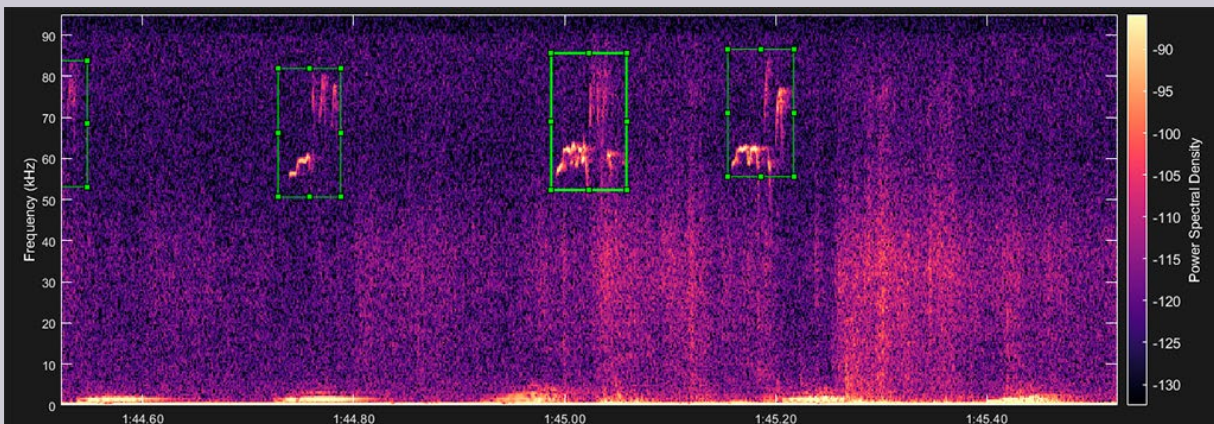
Tehnologija: Primjena znanstvenih spoznaja u praktične svrhe, posebno u industriji – ili uređaji, procesi i sustavi koji proizlaze iz tih napora.

www.snexplores.org

Snježana Krčmar

Audio snimka

DeepSqueak prolazi kroz vizualni grafikon zvučne snimke. Crta okvire oko svakog poziva štakora ili miša koji pronade. Također može kategorizirati pozive kako bi otkrio emocije. Ovdje čujemo zvuk sretnog štakora.



Ovo je vizualni grafikon zvučne snimke. Kutije su zvukovi identificirani kao da dolaze od štakora ili miševa.

Dr. Kevin Coffey, neuroznanstvenik na Sveučilištu u Washingtonu