

Rubrike

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



Izbor

- | Čuda suvremenog svijeta |
- | Superbiće iz sjene |
- | Starter kit Geekcreit UNO R3 (5) |
- | Taksonomija i standardizacija robota0 |

Prilog

- | Robotski modeli za učenje kroz igru
u STEM nastavi – Fischertechnik (75) |

ABC tehnike

www.hztk.hr

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 685 | Svibanj / May 2025. | Godina LXIX.

Državna razina 67. natjecanja mladih tehničara

Državna razina 67. natjecanja mladih tehničara održana je u Segetu Donjem, Hotelu Medena od 26. do 29. svibnja 2025. Na svečanosti otvorenja sudionicima su se obratili: Momir Karin, prof., ravnatelj Uprave za potporu i unaprjeđenje sustava odgoja i obrazovanja u Ministarstvu znanosti, obrazovanja i mladih, Ivana Ivančić Medved, prof., viša savjetnica za natjecanja i smotre u Agenciji za odgoj i obrazovanje, doc. dr. sc. Damir Tomić, predsjednik Hrvatske zajednice tehničke kulture, Jasminka Gerin, dipl. inž., predsjednica Državnog povjerenstva 67. natjecanja mladih tehničara te domaćini natjecanja: mr. sc. Ivo Sorić, načelnik Općine Seget, i Dominik Matković, dipl. kat., ravnatelj Osnovne škole kralja Zvonimira iz Segeta Donjeg. Prigodni program pripremili su OŠ Kralja Zvonimira pod vodstvom ravnatelja Dominika Matkovića, dipl. kat. i OŠ Bijaći, Kaštel Novi, pod vodstvom ravnateljice dr. sc. Jadranke Šošić, prof.

Nakon pisane provjere znanja u trajanju od dva školska sata, natjecatelji su prema zadanoj dokumentaciji osam školskih sati izrađivali tehničke tvorevine u jednom od dvanaest područja tehničke kulture, a zatim ih prezentirali pred tročlanim ocjenjivačkim povjerenstvima. Mladi tehničari 5. razreda izradili su u području Maketarstva i modelarstva maketu blagdanskog seta od šperploče. U području Graditeljstva učenici 6. razreda napravili su maketu bazena za plivače i neplivače od kapa ploča. Natjecatelji 7. razreda izradili su limeni poštan-

Nastavak na 26 stranici



**HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE**

U OVOM BROJU

Državna razina	
67. natjecanja mladih tehničara	2
Čuda suvremenog svijeta	3
Superbiće iz sjene	5
BBC micro:bit [59]	9
Robotski modeli za učenje kroz igru u	
STEM nastavi – Fischertechnik (75)	...15
Mala škola fotografije	17
Čovjek u Zoni	21
Starter kit Geekcreit UNO R3 (5)	28
Taksonomija i standardizacija robota	..32
Osam najčudnijih robota na svijetu	...36
Nacrt u prilogu:	
Robotski modeli za učenje kroz igru u	
STEM nastavi – Fischertechnik (75)	

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

Glavni urednik: Zoran Kušan

Uredništvo: Sanja Kovačević – Društvo
pedagoga tehničke kulture Zagreb, Zoran Kušan
– urednik, HZTK, Danko Kočić – ZTK Đakovo

DTP / Layout and design: Zoran Kušan

Lektura i korektura: Morana Kovač

Broj 9 (685), svibanj 2025.

Školska godina 2024./2025.

Naslovna stranica: Robot ljubimac–

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

Izlazi jedanput na mjesec u školskoj godini
(10 brojeva godišnje)

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

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

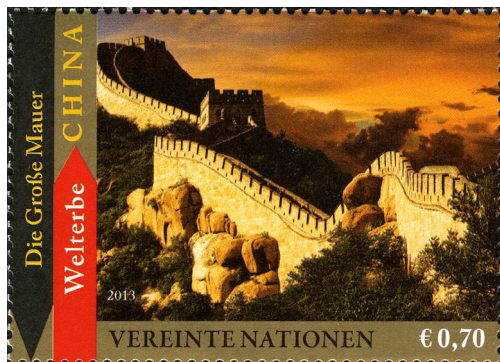
Tisak: Alfacommerce d.o.o., Zagreb

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

Stari popisi svjetskih čuda, o kojima je pisano u prošlom broju, nadahnula je suvremeni svijet da još jednom izabere najizvanrednije građevine naše civilizacije. Još od kraja XVIII. stoljeća, a osobito u razdoblju romantizma, počeli su se sastavljati popisi sedam srednjovjekovnih svjetskih čuda, među kojima su se nalazili Kosi toranj u Pisi, Taj Mahal, Kineski zid, Aja Sofija i druge znamenitosti. Godine 2000. švicarska zaklada pokrenula je inicijativu za odabir novih sedam svjetskih čuda. Novi popis objavljen je 2007. nakon što je u glasanju koje se održalo telefonski i internetskom anketom sudjelovalo više od 100 milijuna ljudi diljem svijeta. Na tom su popisu našli svoje mjesto Kineski zid (Kina), Chichén Itzá (Meksiko), Petra (Jordan), Machu Picchu (Peru), Kristov kip iznad Rio de Jeneira (Brazil), Taj Mahal (Indija) i Kolosej u Rimu (Italija). Egipatske piramide proglašene su počasnim čudom. Ovaj članak donosi pregled svake od tih znamenitosti, njenu povijesnu i kulturnu važnost u današnjem svijetu.

Kineski zid

Kineski zid često prate razni mitovi, a najpoznatiji je onaj da je riječ o jedinoj ljudskoj tvorevini vidljivoj iz svemira, no to, nažalost, nije istina. Ipak, ova znamenitost na Zemlji ostaje impresivno remek-djelo. Njegova izgradnja započela je još u VII. stoljeću prije Krista s ciljem obrane,



Slika 2. Kineski zid najveća je fortifikacijska građevina na svijetu, dug je oko 21 000 km

a prve ozbiljne temelje postavio je Shi Huangdi, prvi car ujedinjene Kine (221.–210. prije Krista). Zid je građen od svega što je bilo dostupno, poput zemlje, drveta, opeke i granita. Svoj današnji izgled dobio je u XV. stoljeću tijekom vladavine dinastije Ming. Tada su dodane stražarnice i kule za signalizaciju koje su omogućavale brzu komunikaciju pomoću dimnih (danju) i vatrenih (noću) signala. Zanimljivo je da se tom razdoblju vapneni mort za učvršćivanje zidova pojačavao kuhanom ljepljivom rižom. Ukupna duljina svih dijelova Kineskog zida iznosi oko 21 196 kilometara, uključujući preklapajuće dijelove koji su ponovno izgrađeni. U njegovu izgradnju bilo je uključeno više od 800 000 ljudi (većinom vojnici,



Slika 1. Kolosej u Rimu iz I. stoljeća više puta je obnavljan, a do danas je sačuvana približno trećina

seljaci i zatvorenici), što ga zaista čini jednim od najvećih građevinskih čuda u povijesti.

Chichen Itza

Iako je priznanje "svjetsko čudo" formalno dodijeljeno samoj piramidi El Castillo, njezina se slava proširila na čitav arheološki kompleks Chichen Itza. Ruševine ovog drevnog grada koji su u VI. stoljeću podigli Maye smještene su na sjeveroistoku poluotoka Yucatán u Meksiku. El Castillo je stepenasta piramida visoka 24 metra, izgrađena od ogromnih, precizno klesanih kamenih blokova. To da su Maye bili nadareni inženjeri i astronomi govori činjenica da je piramida savršeno usklađena s četiri strane svijeta od kojih svaka broji točno 91 stepenicu, što zajedno čini 364, a dodavanjem gornje platforme dobiva se simbolična brojka od 365 (broj dana u godini). Isto tako devet terasa simbolizira devet mjeseci mayanskog kalendara. Posebnu atrakciju piramida stvara na proljetnu i jesenju ravnodnevnicu, 21. ožujka i 23. rujna, kada se duž stubišta rasprostire sjena u obliku zmijske glave. Također zanimljiv fenomen uz ovu znamenitost je posebna jeka koja podsjeća na ptičji pjev, a stvara se kada pljesnete rukama uz samo podnožje piramide El Castillo.

Petra i Machu Picchu

Petra, antički grad uklesan u crvenkastu stijenu u južnom Jordanu, stoljećima je bila zaboravljena i skrivena u nepristupačnom krajoliku. Do Petre se može doći uskim kanjonom Siq,



Slika 3. Grad Machu Picchu u Peruu izgrađen je sredinom XV. stoljeća na terasama, s utvrđenim kamenim zidinama i sa samo jednim ulazom



Slika 4. Antički grad Petra smješten je na trgovačkom putu između Mrtvog i Crvenog mora u južnom Jordanu. Danas se nalazi na UNESCO-ovom popisu svjetske kulturne baštine

kamenim prolazom dugim 1,2 kilometra. Nekada je u njoj živjelo približno tridesetak tisuća ljudi, i to usred pustinje, što nameće logično pitanje: odakle im voda i hrana? Nabatejci, stanovnici i osnivači ovog grada, bili su majstori trgovine pa su kroz svoje trgovačke rute nabavljali potrebne zalihe. Isto tako izumili su sustav za skupljanje kišnice kojim su opskrbljivali grad tijekom čitave godine, time su se istaknuli i kao izvrsni inženjeri. Drugi drevni grad Machu Picchu, smješten na grebenu Anda na čak 2430 m nadmorske visine, između dva oštra vrha Huayna Picchu (Novi Vrh) i Machu Picchu (Stari Vrh), po kojem je dobio ime. "Izgubljeni grad" ponovno je otkrio američki istraživač Hiram Bingham 1911. godine. Iako se Machu Picchu nalazi na sjecištu tektonskih rasjeda, otporan je na razorne potrese. Zapanjujuće je da su ga Inke sagradili bez žbuke, a kameni blokovi su rezani i uklapani toliko precizno da niti primjerice "kreditna kartica" ne može proći između njih. Ipak, oko 60 % građevinskih radova odvijalo se pod zemljom, ti duboki temelji i nasipi od zdrobljenog kamena ključni su za stabilnost ovog kompleksa.

Taj Mahal, Kristov kip i Kolosej

Prve četiri opisane znamenitosti služile su prvenstveno kao obrambeni ili urbani kompleksi i svetišta starih civilizacija, dok ove tri građevine predstavljaju simbol kulture, religije i javnog života u novijem ili klasičnom razdoblju. Kristov kip smješten je na vrhu brda Corcovado (Rio de Janeiro), visok je 30 metara te simbolizira mir i



Slika 5. Golemi kip Isusa Krista na vrhu planine Corcovado, jedna je od glavnih turističkih atrakcija grada Rio de Janeiro u Brazilu

prihvaćanje. Izgrađen je između 1922. i 1931., a još i danas izaziva divljenje. Nadalje, mauzolej od bijelog mramora, danas poznat kao Taj Mahal,

podignut je u XVII. stoljeću po nalogu cara Šaha Džahana kako bi izvršio obećanje koje je dao svojoj supruzi Mumtaz Mahal. U gradnji, koja je trajala više od dvadeset godina, sudjelovalo je oko 20 000 radnika. Poznati mit govori da je car poslije izgradnje Taj Mahala dao odsjeći ruke radnicima, odnosno palce arhitektima kako ne bi ponovno mogli sagraditi nešto toliko veličanstveno. Ipak, to ostaje samo mit jer nemamo sigurnih potvrda ove informacije. Nadalje, sudbina je bila ironična; Šah Džahana je s prijestolja svrgnuo vlastiti sin Aurangzeb te ga zatvorio u tvrđavi Agra, gdje je posljednjih osam godina života gledao s prozora izgrađeno remek-djelo. Poput Taj Mahala, i rimski Kolosej privlači brojne turiste iz cijelog svijeta. Riječ je o najvećem amfiteatru Rimskog Carstva, podignutom između 70. i 80. godine pod vladavinom careva Vespazijana i Tita. Mogao je primiti čak do 50 000 gledatelja, koji su ondje pratili gladijatorske borbe i druge spektakle. Ovakvi događaji doista su znali biti brutalni. Kako bi se gledatelji zaštitili od užarenog sunca i vrućine, postojala je velika tenda koja se mogla razvući iznad tribina i pružiti hlad. Također, ispod Koloseja nalazile su se brojne prostorije i podzemni hodnici. Tu su se čuvale životinje i gladijatori dok su čekali svoju izvedbu u areni.

Ivo Aščić

Superbiće iz sjene

Već tisućama godina štakori opsjedaju najmračnije kutke naših gradova – ali i naše podsvijesti. Dugo su bili povezivani s prljavštinom, bolestima i smrću, no u priči o gradskim štakorima ima još mnogo toga, i to pretežno nedorečenog. I, zaista, možemo mi njih promatrati kao štetočine, ali štakori nesumnjivo imaju određene “supermoći” koje im omogućavaju da i dalje vrlo uspješno opstaju u sjenama naših gradova. Norveški ili smeđi štakor (*Rattus norvegicus*) jedno je od najprisutnijih i najpoznatijih stvorenja na planetu – te ujedno i jedno od najmanje shvaćenih!

Premda se zovu “norveški”, naši smeđi gradski obični štakori zapravo potječu iz sjeverne Kine (a ne iz Norveške), dok crni štakori podrijetlo vuku iz Indije i južne Azije. Obje su se vrste proširile

TEHNIKA I PRIRODA



svijetom kao neka vrsta slijepog putnika, što pre-koočenaskim brodovima, što zahvaljujući drugim prometnim aktivnostima.

Norveški ili smeđi štakori (*Rattus norvegicus*) te crni ili brodski štakori (*Rattus rattus*), među najplodnijim su i najrasprostranjenijim vrstama urbanih glodavaca na svijetu. I, premda vas na sam spomen ovih životinja često podilazi jeza, zapravo nisu tako strašni niti u mikrobiološkom, niti u inom smislu. Uostalom, što zapravo znamo o njihovim tajnim gradskim životima?

Vidite, ispod neuglednog *outfita* gradskog štakora zapravo kuca srce heroja koji posjeduje i neke poprilično ozbiljne "supermoći".

Tako nam *Rat City*, dokumentarac iz *The Nature of Things*, otkriva neke zaista izvanredne adaptacije koje su štakorima omogućile da se infiltriraju – i napreduju! – kroz podzemlja praktički svih ljudskih civilizacija. Kao prvo, tu na scenu stupa ultimativna supermoć štakora – brza reprodukcija. Skriveno u toplim, suhim gnijezdima, mame štakori rađaju legla u prosjeku od oko osam mladunaca. Bebe se rađaju bez krzna, slijepe, gluhe i potpuno ovisne o majci – ali ne zadugo. U dobi od samo tri do četiri tjedna, bebači se počinju brinuti sami za sebe, dopuštajući majci da ponovno započne cijeli ciklus – štoviše, čak i do 15 njih godišnje!

Nadalje, štakori su ujedno majstori detoksikacije.

Tisuće kilometara kanalizacijskih cijevi ispod svake od naših metropola i manjih gradova koristi se svakodnevno kao svojevrсни "metro za štakore", što im ujedno omogućuje da dođu do svakog kutka naših urbanih staništa. E sad, s obzirom da je kanalizacija jedan poprilično usrani habitat, zahvaljujući svojoj nabrijanoj evoluciji, smeđi su štakori razvili gene koji im pomažu u vrlo efikasnoj detoksikaciji – i to vrlo brzo! To ujedno znači da štakori ne moraju biti izbirljivi u pogledu hrane. Mogu se pogostiti nevjerojatnom lepezom ulične hrane (doslovno) koja se nalazi u kantama za smeće i kontejnerima ili se baca po parkovima, pri čemu nešto što će vama naškoditi čak i svježje, štakora neće okrnuti niti ustajalo. I eto, ustajali odbačeni komad pizze i štakori su se super najeli, i to s kapacitetom i do trećine svoje tjelesne težine. Pritom nemaju problema niti s kalorijama niti s celulitom! Debeli pak primjerci nemaju problema niti s psihologijom ili kompleksima, pa im niti naši standardi ljepote

i vitkosti apsolutno ništa ne znače. Uostalom, ionako su rođeni atleti! Iznimno su brzi, spretni i okretni, a zahvaljujući snažnom stisku svojih malenih nožica s vrlo spretnim i izduženim prstima, izvrsni su penjači koji se mogu s lakoćom penjati i po zidovima. Izuzev na kopnu, savršeno se snalaze i u vodi te su ujedno kontorcionisti, odnosno, mogu provući cijelo tijelo kroz otvor veličine glave.

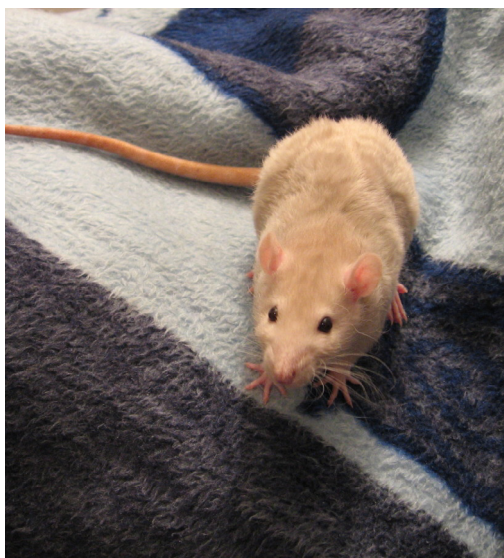
Nadalje, još je jedna zanimljivost u svezi ovih životinja i to da štakori mogu preživjeti pad s 15 metara visine, što je otprilike visina prosječne peterokatnice! Dakle, da – da organiziramo nešto poput olimpijskih igara za divlje gradske vrste, štakori bi imali vrlo malo takmaca.

No, osim što su fizički iznimno spretni, štakori ujedno imaju i superosjetila!

Primarno, to je njih na koji se oslanjaju kako bi pronašli hranu, izbjegli predatore ili pronašli potencijalne partnere. Naravno, kada spomenemo njih prvo nam na pamet padaju psi, no naspram štakora, psi su otprilike poput nas, ljudi, naspram pasa! Naime, štakori imaju preko 2 000 gena za receptore mirisa, dakle oko 700 receptora više od pasa. Štoviše, toliko su dobri u njuškanku da mogu otkriti i registrirati podrijetlo određena mirisa za svega 0,05 sekundi. I, da, baš poput pasa, štakori se koriste i za potražne vježbe! Vidiite, upravo zahvaljujući svom supernjuhu, afrički se divovski štakori, rođaci naših smeđih štakora, koriste za otkrivanje nagazih mina, podjednako kao i za rano otkrivanje tuberkuloze i malignih bolesti. Iz tog se razloga ovi iznimno spretni i inteligentni glodavci trenutno testiraju i treniraju i za operacije potrage i spašavanja.

Smeđi štakori posjeduju još jedno supermoćno osjetilo – sluh, kojim mogu detektirati visoke ultrazvučne frekvencije daleko izvan ljudskog dometa. Nadalje, štakori su također opremljeni i paketom senzora za snalaženje u potpunom mraku. Njihovi dugi brkovi, zvani *makrovibrissae* okružuju štakorovu njušku i šire se prema van i prema naprijed. Ove visoko specijalizirane dlake djeluju poput superistančanih vrhova naših prstiju, omogućujući štakorima da vrlo precizno osjete svoj put čak i kroz vrlo mračan, podzemni svijet.

Premda većina ljudi prema ovim životinjama još uvijek osjeća odbojnost, štakori posjeduju i inteligenciju rijetke razine u životinjskom svijetu, a vrlo su i socijalno privrženi zbog čega su



sve većem broju ljudi i idealni, izrazito mazni i pametni kućni ljubimci. Štakori su i vrlo kreativni te strastveni graditelji koji kreiraju svoje pomno razrađene podzemne “stanove” – labirinte s mnogo namjenski izgrađenih soba. Tuneli štakorskih nastambi vode do rasadnika za rastuće obitelji i smočnica za pohranu zaliha hrane, a u slučaju poplave ili upada kakvog predatora, uvijek uključuju i nekoliko hodnika i rupa za brzu evakuaciju.

Štakori inače rade zajedničke, “socijalno osviježene” nastambe, pa tipično prebivalište obično predstavlja dom koloniji od 40 do 50 jedinki, premda su pronađene i nastambe s više od 150 životinja. No, gdje to štakori konkretno grade svoje domove? Ponekad su to mali gradski parkovi, ponekad prazne parcele, ponekad jame pod korijenjem drveća – uglavnom, ako gdje ima slobodnog prostora sa solidnim tlom, štakori će ga itekako dobro iskoristiti. Štoviše, čak i usred naših urbanih betonskih džungli uspijevaju pronaći savršenu nekretninu za svoje maštovite i uredne domove. Pored toga, usprkos tome što su skloni skupljanju otpadaka, štakori su načelno vrlo uredne i čiste životinje. Ukratko, štakori su debelo podcijenjena bića s jedne, i još deblje “hororizirane” životinje s druge strane. Naime, mnoge strašne priče koje već tradicionalno slušamo o štakorima jednostavno ne drže vodu. Dakle, kao prvo, razbijmo nekoliko najpopularnijih mitova o ovim glodavcima!

Mit No. 1: Štakori su glavni prijenosnici kuge

Uvriježeno je mišljenje da se “crna smrt” proširila gotovo svim dijelovima svijeta upravo zahvaljujući štakorima (odnosno njihovim buhama) koji su se prošvercali na brodove, zarazili posadu te posljedično i ljude u dalekim zemljama. Kugu inače uzrokuje *Yersinia pestis*, bakterija sa stopom smrtnosti od 30 do 100%, ukoliko se ne liječi. Dakle, premda ova bolest nije zezancija te je prije pojave antibiotika odnijela na milijune života, suvremeni znanstvenici vjeruju da su daleko vjerojatnije *ljudske* uši i buhe, a ne štakori, bili pravi krivci za pandemiju XIV. stoljeća, kao uostalom i sve naknadne epidemije. Stvar je u tome da se buhe koje napadaju štakore ne šire na ljude dokle god imaju životinjskog domaćina. Nadalje, kuga se proširila prebrzo da bi štakori bili ikakav faktor budući da pri testiranju tri modela prijenosa, model štakora jednostavno nikako nije odgovarao brzini kojom se bolest zapravo širila. Naime, da su glavni prijenosnici bili štakori, sam proces prijenosa morao bi proći kroz dodatnu etiološku “petlju”, umjesto da se širi izravno s osobe na osobu.

Mit No. 2: Štakori su česti prenositelji bjesnoće (i ostalih bolesti)

Ako vas ugrize šišmiš, lisica, rakun, mačka ili necijepljen pas, preventivno se vakcinirate protiv bjesnoće, što je dio već odavno ustanovljenog protokola. Međutim, ukoliko vas ugrize štakor, to nije slučaj! Što mislite, zbog čega? Dakle, da – malo je vjerojatno da će vam smeđi štakor prenijeti virus bjesnoće!

Veća bi bila vjerojatnost da će vam prenijeti neke druge patogene poput npr. *salmonelle*, *E. coli* i potencijalno smrtonosne bolesti zvane “rat bite” groznica, ali i to uvelike ovisi o tome gdje štakor (i vi skupa s njim) živite. Tako su npr. Zagreb i Mumbai epidemiološki dvije sasvim različite stvari.

Ujedno, štakori su primarno uskoteritorijalne životinje koje se, izuzev u slučajevima neposredne opasnosti, odvažno kretati svega kojih stotinjak metara od svog doma u potrazi za hranom ili vodom. Dakle, određene bolesti koje prenose štakori razlikuju se ne samo ovisno o državi ili gradu, već čak i ovisno o gradskim kvartovima.



Mit No. 4: Štakori mogu veličinom prerasti i krupne mačke

Tamo negdje godine 2015. svijet je obišla fotografija čudovišnog, navodno 19-kilogramskog super-štakora uhvaćenog negdje u predgrađima New Yorka. A to zasigurno nije prvi put da se senzacionalistički šušalo o "glodavcima neuobičajene veličine" koji vrebaju iz mraka, doručuju malu djecu i egzistiraju među nama, vrebajući nas taman dok smo na WC školjci. Međutim, istina je da su ti monstruozi gradski štakori ipak samo fikcija. U pitanju su u pravilu ili fotomontaže, ili slike većih štakor-

skih kućnih ljubimaca, slikane s filterom ili pak iz određene perspektive. Tipičan smeđi štakor dugačak je 40 cm, uključujući rep, a teži maksimalno do 500 gr!

U nadi da smo vam barem malo umanjili bojazni, na kraju balade možemo još zaključiti samo jedno: mi zapravo i nemamo toliko problema sa štakorima, koliko štakori imaju s nama. Vidite, ubrzana urbanizacija i izgradnja, loše gospodarenje otpadom, gusta naselja, humano populacijsko širenje te zastarjela infrastruktura igraju ipak glavnu ulogu u tome koliko je koja vrsta prisutna na urbanim područjima – uključujući i štakore. Pogotovo štakore! Ironično no, sukladno znanstvenim istraživanjima, ispada da ljudsko ponašanje više doprinosi infestacijama štakora, nego li sami štakori. Naime, često smo skloni zaboraviti što štakori zaista jesu – tek još jedna vrsta divljih životinja koja, baš poput mnogih drugih koje sve češće susrećemo u ljudskom okolišu, tek nastoji preživjeti! I, da, baš poput mnogih drugih divljih životinja odgajanih u ljudskom okruženju, čini zaista vrlo privržene, pametne i drage kućne ljubimce te suputnike sve većem broju ljudi zapadnih zemalja.

Štakor, premda nam nije baš uvijek mio prizor, nije bolest, pošast i smrt. Živo je biće za čiju smo neravnотеžu populacije, u konačnici, krivi mi sami.

*Ivana Janković,
Croatian Wildlife Research
and Conservation Society*

Drugim riječima, ukoliko salmonelu dosad već niste pobrali u lokalnoj slastičarni, još je manje vjerojatno da ćete je pobrati od lokalnog štakora koji trčkara vašom ulicom. Naravno, tu je i leptospiroza, za koju također vrijedi pravilo teritorija. Tako, sukladno istraživanjima, čak i do 60% štakora u jednom bloku može biti pozitivno na *Leptospiru*, patogen koji se širi njihovim urinom, a da joj istovremeno nema ni traga kod štakora koji žive doslovno preko puta! Ukratko, naš se epidemiološki rizik odnosi na štakore iz neposrednog susjedstva.

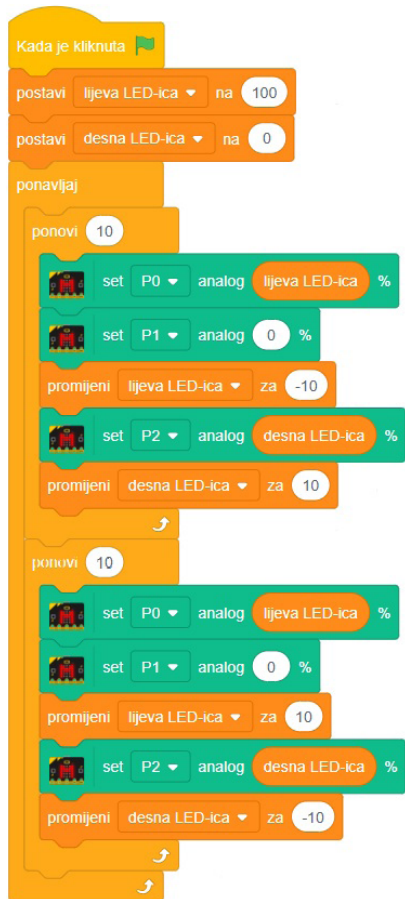
Mit No. 3: Štakore privlače samo zapuštene četvrti

Naravno, skloni smo povezivati štakore s područjima gradova s nižim higijenskim uvjetima, lošijom infrastrukturom, sirotinjskim četvrtima itd. Propadajuće i loše održavane zgrade često su ispunjene pukotinama koje štakorima i ostalim štetnicima omogućavaju slobodnije ulaznje i izlaženje, a u takvim okruženjima obično imaju i veći pristup našem smeću zbog nesavjesnog i nepravilnog odlaganja. No, štakori su oportunistička stvorenja i nimalo nas ne diskriminiraju spram socijalnog statusa. Ako u blizini imaju sklonište uz pristup hrani i vodi, udobno se osjećaju bilo gdje – podjednako u napuštenoj zgradi ili kakvom luksuznom apartmanu.

Poštovani čitatelji, prije nastavka serije kodiranja BBC micro:bita u Scratch-Editoru *Microbit More* proučite rješenje zadatka iz prošlog broja *ABC tehnike*. Zadatak je glasio:

“Napišite program koji će lijevoj LED-ici smanjivati sjaj od početnih 100% prema 0% u skokovima od 10%, a istovremeno desnoj LED-ici pojačavati sjaj od početnih 0% prema 100% u skokovima od 10%. Nakon toga neka se uloge zamijene tako da se kod lijeve LED-ice pojačava sjaj, a kod desne smanjuje. Neka se cijeli taj ciklus neprekidno ponavlja.”

Na Slici 59.1 ponuđeno je rješenje koje možete isprobati.



Slika 59.1. Programsko rješenje zadatka iz prošlog broja *ABC tehnike*

Kako je u prošlom broju preporučeno, katodu lijeve LED-ice koja je priključena na pin P1 valja ugoditi blokom “**set pin P1 analog 0 %**” da bi se ostvario spoj s minusom (-) baterije. Za desnu LED-icu nije potrebno ugađanje jer je njena katoda neposredno spojena na minus (-) baterije preko pina GND.

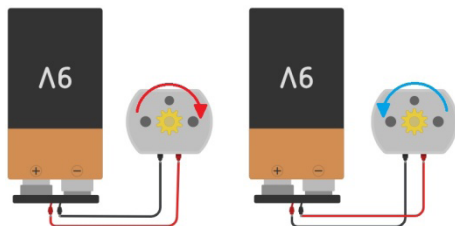
Istosmjerni elektromotor

U ovom ćete nastavku serije upoznati elektromotor. Vjerojatno već znate da elektromotor pretvara električnu energiju u mehanički rad. Drugim riječima, struju pretvara u vrtnju. Za vježbe koje slijede trebat ćete neki minielektromotor prilagođen naponu 3 V – 6 V, Slika 59.2.



Slika 59.2. Minielektromotor skinut sa zastarjelog CD-pogona, otpisanog starog kompjutera

Kako se elektromotor ponaša? Spojite li crvenu žicu na plus (+) baterije, a crnu na minus (-) rotor elektromotora zavrtjet će se u smjeru kazaljke na satu. Ako žicama zamijenite mjesta, tako da crvenu spojite na minus (-) baterije, a crnu na plus (+), rotor će se vrtjeti u smjeru suprotnom od kazaljke na satu, Slika 59.3.



Slika 59.3. Smjer vrtnje rotora elektromotora moguće je mijenjati zamjenom polariteta napajanja

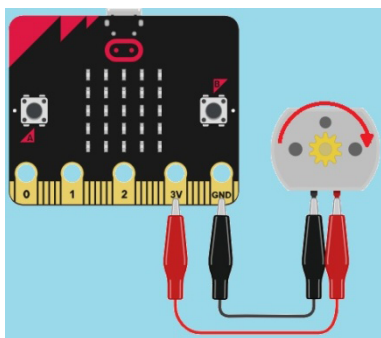
Brzina vrtnje ovisi o visini napona baterije. Najveća brzina vrtnje postiže se kada je napon

napajanja prilagođen naponu za koji je elektromotor građen, no snižavanje napona usporava vrtnju rotora elektromotora. Na primjer, rotor elektromotora napravi 1500 okretaja u minuti kada je napajan iz baterije od 9 V. Ako elektromotor priključimo na bateriju od 4,5 V, njegov će rotor napraviti 750 okretaja u minuti.

Sve dosad rečeno možete provjeriti.

Vježba 1. Promjena smjera

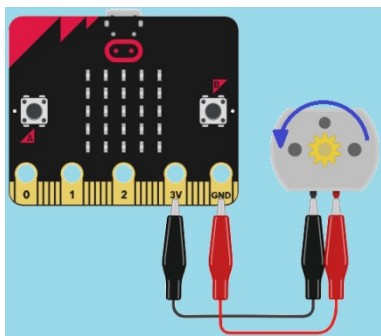
Na BBC micro:bit spojite baterije, a potom prema Slici 59.4 spojite elektromotor.



Slika 59.4. Rotor elektromotora vrti se udesno

Kao što već znate nije potreban programski kôd jer je elektromotor neposredno spojen na baterije BBC micro:bita pa se njegov rotor zavrti udesno.

Zamijenite polaritet napajanja prema Slici 59.5.

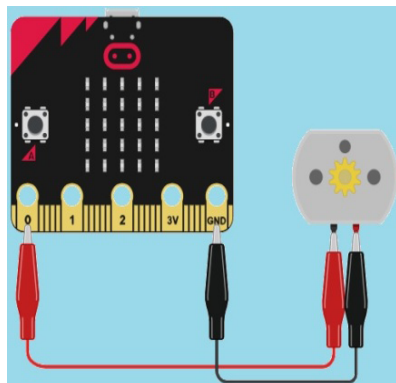


Slika 59.5. Rotor elektromotora vrti se ulijevo

Vježba 2. Promjena brzine

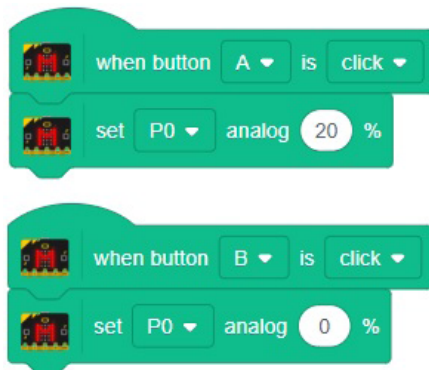
Brzinu vrtnje rotora elektromotora moguće je programski mijenjati promjenom periode i radnog ciklusa određenog izvoda BBC micro:bita (o periodi i radnom ciklusu raspravljalo se u

prošlom broju *ABC tehnike*). Za ovu vježbu elektromotor spojite prema Slici 59.6.



Slika 59.6. Elektromotor je spreman za programsko mijenjanje brzine vrtnje rotora

Prepišite program sa Slike 59.7.



Slika 59.7. Programski kôd za smanjenje brzine i zaustavljanje vrtnje rotora elektromotora

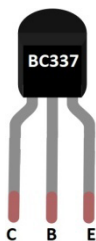
Uparite Scratch s BBC micro:bitom te pritisnite njegovu tipku A. Ako je sve kako valja, rotor elektromotora zavrtjet će se smanjenom brzinom.

Ups! Ovdje nešto nije u redu! Rotor se ne vrti! Zašto je tako? LED-ica iz prošlog broja *ABC tehnike* bi zasvijetlila, a ovdje se rotor ne želi pomaknuti. U čemu je problem?

Problem je u jačini struje koju BBC micro:bit propušta na svoje pinove. Elektromotor zahtijeva znatno jaču struju od one koja je dostupna na pinu P0. Kako tome doskočiti? Elektromotor treba napajati neposredno iz baterija te ga uključivati (i isključivati) preko elektroničkog elementa koji se ponaša kao tipka (prekidač). To je element koji nazivamo tranzistor.

Tranzistor

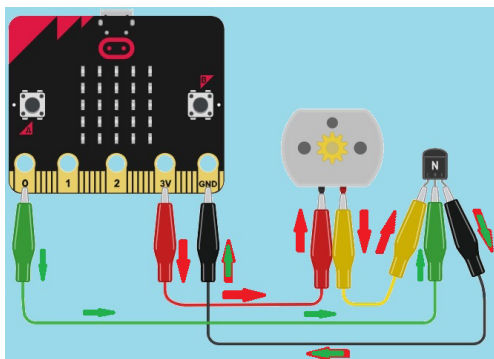
Na Slici 59.8 vidljiv je tranzistor koji ćete trebati.



Slika 59.8. Elektronički element – tranzistor, tvorničke oznake BC337

Kako je vidljivo, plastično tijelo tranzistora je polovina valjka. Na plošnoj strani ispisana je njegova tvornička oznaka (BC337). S donje strane nalaze se tri izvoda koji se redom nazivaju, kolektor C (od engleskog *collector*), baza B (*base*) i emiter E (*emitter*).

Kako spojiti tranzistor da radi kao tipka (prekidač)? Trošilo, u ovom slučaju elektromotor, valja spojiti između plusa (+) baterije i kolektora tranzistora, a minus (-) baterije ide na emiter. Na bazu tranzistora valja spojiti neki signal slabe struje, na primjer onaj koji se dobiva na pinu P0 BBC micro:bita, Slika 59.9.



Slika 59.9. U ovoj se vježbi koristi tranzistor koji radi kao tipka (prekidač)

Sve dok je pin P0 na 0%, odnosno na 0 V, tranzistor je zakočen pa se rotor elektromotora ne vrti. Čim se pin P0 aktivira naredbom "set P0 analog 100%" ili naredbom "set P0 Digital High" do baze tranzistora dolazi prije spomenuta slaba struja koja djeluje tako da se tranzistor otkoči pa se rotor elektromotora zavrti. Drugim riječima, otvaranjem i zatvaranjem strujnog kruga između baze i emitera tranzistora (manje zelene strelice)

otvara se i zatvara strujni krug između kolektora i emitera (veće crvene strelice).

Sad kad sve to znate, sastavite strujne krugove prema Slici 59.9. Radi izbjegavanja možebitnih spojeva ukratko, tranzistoru savijte izvode kako je prikazano na Slici 59.10.



Slika 59.10. Tranzistor je malen pa si olakšajte spajanje savijanjem njegovih izvoda

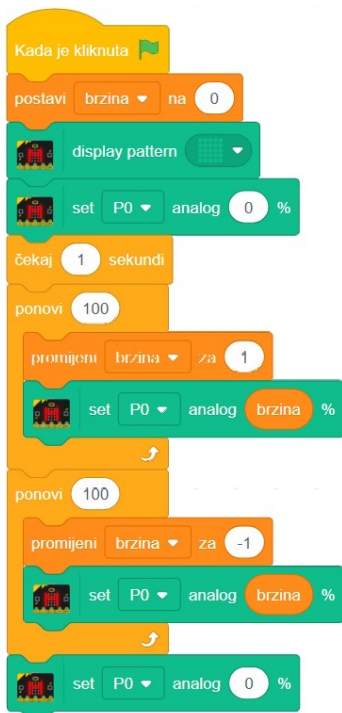
Nakon spajanja provjerite funkcionalnost programom sa Slike 59.7. Ako je sve kako valja, kad na BBC micro:bitu pritisnete tipku A rotor elektromotora zavrti se smanjenom brzinom (20%). Za zaustavljanje pritisnite tipku B.

Iako ovaj spoj u ovom slučaju funkcionira bez greške, ipak valja upozoriti na neke činjenice vezane za tranzistore općenito. Na bazu tranzistora valja uvijek spojiti jedan otpornik kako bi se ograničila jačina struje ili dva otpornika kako bi se ograničila visina napona. Ti otpornici ovdje nisu potrebni jer je struja s pločice BBC micro:bita ograničena, a izabrani tranzistor dobro radi na naponu od 3 V. Drugim riječima, na sve navedeno treba pripaziti jer postoje različiti tipovi tranzistora s različitim karakteristikama. Želite li izabrani tranzistor zamijeniti nekim iz vaše zbirke, najprije usporedite njihova svojstva u tranzistorskim tablicama koje ćete pronaći na internetu. Najprije provjerite polaritet tranzistora. Ovdje trebate N-tip tranzistora (jer morate znati da postoji i P-tip tranzistora). Zatim provjerite radne napone kolektora i baze, a potom provjerite dozvoljenu struju kolektora koja mora biti jača od struje koju treba trošilo (elektromotor). Na kraju, trebate provjeriti i raspored izvoda tranzistora jer izvod baze nije kod svih tranzistora u sredini. Primjera radi, zadovoljavajuća zamjena je tranzistor koji nosi tvorničku oznaku

BC548. Taj tranzistor ima isti raspored izvoda kao BC337.

Vježba 3. Kontinuirana promjena brzine

Napišite program koji će omogućiti kontinuirano mijenjanje brzine vrtnje rotora elektromotora od 0% do 100% i obrnuto, Slika 59.11.



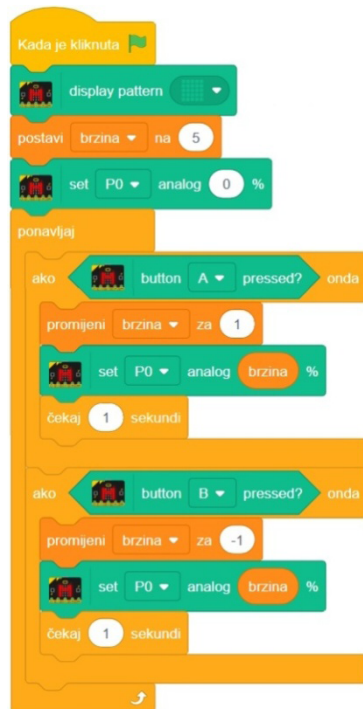
Slika 59.11. Programski kôd koji kontinuirano ubrzava i usporava vrtnju rotora elektromotora

Uparite Scratch s BBC micro:bitom te kliknite na zelenu zastavicu. Ako je sve kako valja, rotor elektromotora započinje vrtnju, najprije sporo pa sve brže i brže do maksimalne brzine. Nakon toga vrtnja se usporava do zaustavljanja. Napomena, u programu je predviđena naredba gašenja displeja kako bi se uštedjelo na energiji baterija.

Pažljivo popratite vrtnju od samog startanja programa, primijetiti ćete da se rotor elektromotora neće odmah zavrtjeti. Vrtanja započinje tek kad se dođe na 5% do 6%. To je tako jer kod niskih postotaka elektromotor nema dovoljno snage da savlada otpor vlastitih ležajeva rotora.

Drugim riječima, teže je pokrenuti nešto što miruje nego ubrzati nešto što se već vrti.

U nastavku program prepravite i nadopunite tako da vi možete odrediti brzinu vrtnje na način da pritiskanjem tipke A na pločici BBC: micro bita rotor elektromotora ubrzavate, a pritiskanjem tipke B usporavate, Slika 59.12.



Slika 59.12. Program za ručno upravljanje brzinom vrtnje rotora elektromotora

Program pokrenite i isprobajte. Ako je sve kako valja, vrtnja neće započeti dok ne pritisnete tipku A na pločici BBC micro:bita. U trećem bloku upisan je parametar 5 kod varijable "brzina" kako bi nakon pritiska tipke rotor elektromotora odmah započeo vrtnju.

Vježba 4. Miješanje boja

Iskoristite ovaj program za nešto određeno. Na primjer, eksperimentirajte miješanje boja koje poznajete iz likovne kulture. Stoga pitanje glasi, znate li što ćete dobiti kada zavrtite disk išaran raznim bojama?

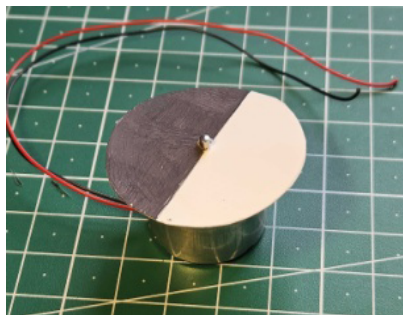
Kad zavrtite disk raznih boja, možete dobiti vizualni efekt koji se zove optička mješavina boja ili perceptivno miješanje boja. Naime, kada se obojene površine brzo okreću, ljudsko oko i

mozak ne uspijevaju razlikovati pojedine boje pa ih stope u jednu. Na primjer, ako je disk podijeljen na žute i plave dijelove, vrtnjom ćete vidjeti zelenu boju. Drugi primjer, ako je disk podijeljen na crnu i bijelu boju vidjet ćete sive nijanse. Treći primjer, kod više boja rezultat je često bijela boja ili neka nijansa koja prevladava u spektru tih boja. Zanimljivo, zar ne? Želite li to isprobati?

Pripremite diskove. Za to će biti dovoljan bijeli hamer-papir koji možete pronaći u likovnoj mapi.

Prvi eksperiment

Na hameru šestarom nacrtajte kružnicu polumjera 2 cm. Dobiveni krug podijelite na dva jednaka dijela. Jednu polovicu obojite crnim flomasterom ili crnom drvenom bojicom. Škarama izrežite krug. Središte kruga probušite vrhom šestara. Tako pripremljen disk natakните na vratilo rotora elektromotora, Slika 59.13.



Slika 59.13. Crno-bijeli disk naboden na vratilo rotora elektromotora

Kojom se brzinom mora vrtjeti?

Da bi došlo do optičkog miješanja boja, disk je potrebno vrtjeti dovoljno brzo da oko i mozak ne mogu razlučiti pojedine dijelove. Ljudsko

oko vidi 10–15 sličica u sekundi, a to odgovara 600–900 okretaja u minuti. Isprobajte!

Pokrenite program pritiskom tipke A na pločici BBC micro:bita. Daljnjim pritiscima tipke A povećavajte brzinu vrtnje. U jednom ćete trenutku izgubiti oštrinu ruba crne i bijele boje, ali i dalje ćete ih razlučivati. Dodatno povećajte brzinu vrtnje. Disk će se magično pretvoriti u sivu nijansu.

Drugi eksperiment

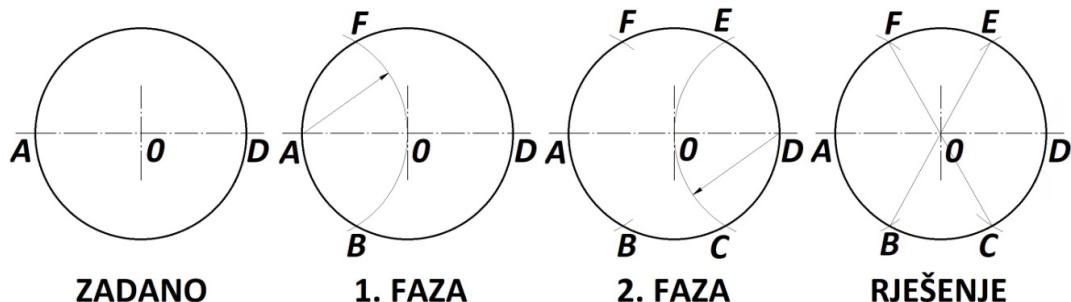
Pripremite disk s više boja. Na hamer-papiru nacrtajte kružnicu polumjera 2 cm te ju podijelite u šest jednakih dijelova. Kako podijeliti kružnicu? Sljedite upute sa Slike 59.14.

Najprije nacrtajte dvije, međusobno okomite simetrale (crta–točka–crta). Na sjecištu simetrala O ubodite vrh šestara te nacrtajte kružnicu polumjera 2 cm (ZADANO). Vrh šestara preselite na točku A te nacrtajte polukrug bez mijenjanja polumjera (1. FAZA). Vrh šestara preselite na točku D te nacrtajte polukrug bez mijenjanja polumjera (2. FAZA). Uz pomoć ravnala spojite točke B–E i C–F (RJEŠENJE).

Svaki od šest dijelova obojite drugom bojom. Krug izrežite škarama, a vrhom šestara probušite rupu u središtu, Slika 59.15.

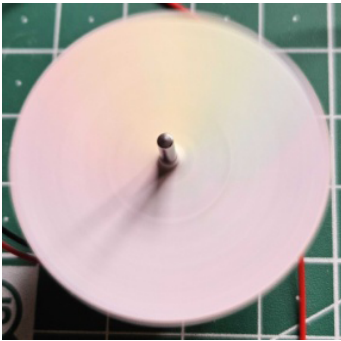


Slika 59.15. Disk sa šest boja



Slika 59.14. Dijeljenje zadane kružnice na šest jednakih dijelova

Disk natakните na rotor elektromotora te pokrenite program. Pritiskom na tipku A BBC micro:bita ubrzavajte vrtnju i promatrajte boje, Slika 59.16.

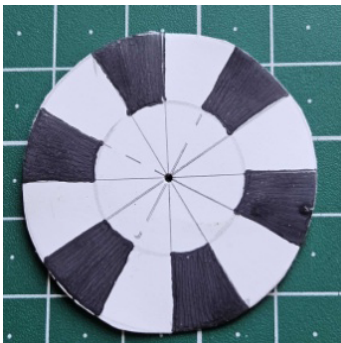


Slika 59.16. Optičkim miješanjem više boja dobiva se bijela s laganim nijansama najizraženije boje

Treći eksperiment

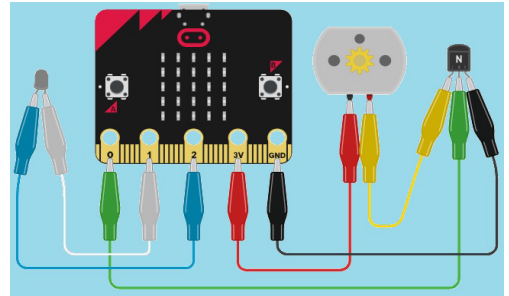
Isprobajte stroboskopski efekt. Što je to? To je optička iluzija koja se događa kada se disk s nacrtanim oznakama brzo vrti i istovremeno osvjetljava kratkim, povremenim bljeskovima svjetlosti. Taj efekt može stvoriti iluziju da se disk ne miče, vrti usporeno naprijed ili vrti usporeno unatrag.

Pripremite disk. Na hamer-papiru šestarom nacrtajte dvije koncentrične kružnice, prvu polumjera 2 cm, a drugu polumjera 1 cm. Tako dobiveni kružni vijenac podijelite u dvanaest jednakih dijelova. Svaki drugi isječak kružnog vijenca obojite crnim flomasterom. Škarama izrežite disk, a vrhom šestara probušite središte, Slika 59.17.



Slika 59.17. Disk za stroboskopski efekt

Strujnom krugu sa Slike 59.19. dodajte bijelu LED-icu kako je prikazano na Slici 59.18.



Slika 59.18. Na pin P1 spojite katodu LED-ice, a na pin P2 anodu

Program sa Slike 59.12 proširite kako je prikazano na Slici 59.19.



Slika 59.19. Unutar prijašnjeg programa dodajte dva bloka, "set P1 analog 0 %" i "set P2 analog 60 %"

U prostoriji ugasi svjetla i navucite zavjese. Pokrenite program. Ako je sve kako valja, LED-ica svijetli, a rotor elektromotora lagano se vrti. LED-icu držite iznad diska na način da ga svjetlost u potpunosti zahvaća. Pritiskanjem tipke A na BBC micro:bitu ubrzavajte vrtnju. U jednom ćete trenutku vidjeti crne isječke kako stoje u mjestu, kao da se ne vrte. Povećavajte brzinu. Crni će se isječci ponovno vrtjeti, ali u suprotnom smjeru. Ako ne uspijevate dobiti prividno zaustavljanje crnih isječaka, onda eksperimentirajte s postocima LED-ice. Umjesto 60% isprobajte 50% ili manje. Naime, prividno zaustavljanje vrtnje dešava se u trenutku kada su bljeskovi

LED-ice potpuno usklađeni s brzinom izmjena crnih isječka.

To bi za sada bilo sve. Zabavljajte se i učite.

Za ove ste vježbe trebali:

- BBC micro:bit v.1. ili v.2.
- baterije za BBC micro:bit
- bijelu svjetleću diodu visokog sjaja
- tranzistor BC337 ili BC548

- minielektromotor (3 V–6 V)
- šest spojnih žica s krokodil-štipaljkama u raznim bojama
- hamer-papir
- škare
- šestar
- ravnalo
- drvene bojice ili flomastere u raznim bojama
- olovku.

Marino Čikeš, prof.

STEM U NASTAVI

Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM nastavi – Fischertechnik (75)

Nacrt u prilogu

Inovativne metode poučavanja u STEMI nastavi započinju projektiranjem i izradom upravljivog robotiziranog vozila primjenom konstrukcijskih i programskih izazova. U suvremenom obrazovanju osnovni znanstveni postulati primjenjuju mnoštvo interdisciplinarnih znanja i praktičnih vještina kojima učitelji i mentori pokušavaju učenike i mlade pripremiti za nadolazeće izazove XXI. stoljeća. Upravo STEMI pristup problemskoj nastavi integrira znanost (*Science*), tehnologiju (*Technology*), inženjerstvo (*Engineering*), matematiku (*Mathematics*) i informatiku (*IT*) čime postaje najvažniji alat u razvoju tehničkih kompetencija, logičkog razmišljanja i rješavanja problemskih izazova. Inovativnost i učinkovitost suvremenih metoda primjenom STEMI nastave osigurava izradu konstrukcije robotiziranog vozila upravljivog daljinskim sučeljem (Bluetoothom, Wi-Fi-jem, radio-signalom ili žičano).

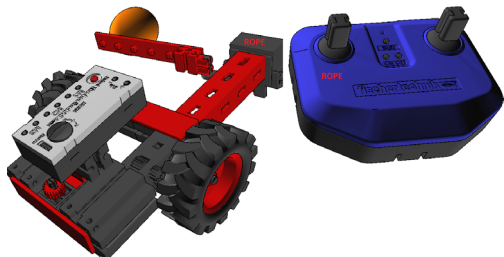
Primjenom osnovnih znanstvenih principa iskustvenog učenja izradom mobilnog robota te projektiranjem i sastavljanjem robota, učenici prelaze iz pasivnog promatrača u aktivnog sudionika nastavnog procesa usvajajući teorijska znanja i praktične vještine. U tom kompleksnom procesu neminovno se isprepliću različite znanstvene činjenice koje povezuju različite tehničke discipline. Svi sudionici u tom procesu analiziraju mehaničke principe gibanja (fizika), analiziraju i izrađuju algoritam kretanja robotskog vozila i odziv senzorskih reakcija (programiranje), pro-

učavaju i projektiraju izvore napajanja (matematika) te razvijaju funkcionalnu konstrukciju (tehnologija i inženjerstvo).

Kreativnost i rješavanje problema započinje nizom pokušaja gdje učenici isprobavaju različite konfiguracije, izmjenjujući i poboljšavajući algoritme upravljanja i optimizirajući mehaničke konstrukcije. Time razvijaju inženjerski princip razmišljanja, gdje je svaka pogreška prilika za učenje i izradu novog rješenja. Upravljanje robotskim vozilom primjenom mobilne aplikacije zahtijeva niz testiranja radi veće preciznosti tijekom upravljanja primjenom automatiziranih funkcija (zaustavljanje i izbjegavanje prepreka). Iskustvene spoznaje i smislene aktivnosti osiguravaju veću motivaciju i bolje rezultate pri usvajanju ishoda učenja. Međusobna interakcija pospješuje timski rad tijekom izrade projekata gdje učenici preuzimaju različite uloge: inženjer konstrukcije, programer, inženjer elektrotehnike. Timski rad potiče komunikacijske vještine, odgovornost i uvažavanje različitih pristupa, što su ključne osobine za buduće mlade inženjere, znanstvenike i inovatore.

Primjena robotiziranog vozila u nastavnom procesu osigurava učinkovit pristup pri provedbi STEMI obrazovnih aktivnosti. Ova metoda povezuje znanje i praktičan rad, potiče radoznalost, jača kritičko razmišljanje te razvija konkretne tehničke vještine potrebne za buduće zanimanja. Robotika u nastavi ne znači samo sastavljanje

robota već omogućuje izgradnju kompetentnih, kreativnih i samostalnih učenika spremnih za svijet koji se ubrzano mijenja.



Slika 1. RVH

Robotsko vozilo – hokej

Model robotskog vozila izrađen je od pogonskog mehanizma (elektromotora), prijenosnog mehanizma i gonjenog mehanizma (kotači). Na postolje osnovne konstrukcije pričvršćeni su istosmjerni elektromotori s prijenosnim mehanizmom, zupčanici, osovine i kotači. Kretanje robota omogućeno je pomoću elektromotora koji su spojeni vodičima s upravljačkim sklopom koji pokreće istosmjerno napajanje (baterija). Upravljački elektronički sklop kontrolira smjerove gibanja robota: naprijed, natrag, lijevo i desno.

Slika 2. FT_elementi

Konstrukciju modela robotskog vozila, kojom uz pomoć bežičnog upravljačkog sklopa upravljamo u svim smjerovima, olakšava popis potrebnih konstrukcijskih blokova i elektrotehničkih elemenata. Građevni blok s provrtom ima dva otvora različitih dimenzija (veći i manji) kroz koji prolazi element s osovinom na koji je smješten treći kotač. Građevni blok s provrtom povezan je s građevnim elementom s dva spojnika i s dva mala crna građevna bloka s dva spojnika. Spojni dvostrani element smješten je između dva mala dvostrana građevna bloka i omogućuje čvrstu konstrukcijsku vezu oko koje spajamo pogonske mehanizme i elektromotore robotskog vozila. Spajanje pogonskog elektromotora s prijenosnim mehanizmom osiguravaju utori u koji su savršeno smješteni blokovi elektromotora u čvrst i nepomičan položaj.

Napomena: Obavezno pazite na pravilno pozicioniranje lijevog i desnog elektromotora radi preglednosti tijekom spajanja vodiča i spojnica s upravljačkom elektronikom.

Slika 3. konstrukcijaA

Slika 4. konstrukcijaB

Slika 5. konstrukcijaC

Izlazi elektromotora imaju oblik pužnog vijka koji se vrti pri prolasku struje u oba smjera, ovisno o stanju tipkala. Spajanjem motora sa sučeljem osiguravamo rotaciju pužnog vijka koji se rotira (pogonski mehanizam). Navoji vijka ulaze među zupce zupčanika koji su unutar sustava prijenosnog mehanizma i pokreću gonjeni zupčanik. Pomoćni treći kotač upotrebljavamo za upravljanje i veću stabilnost robotskog vozila i njegovo zakretanje. Treći kotač olakšava upravljanje vozilom i omogućava pokretanje u različitim smjerovima. Smješten je u središnji blok s dva otvora.

Napomena: Spojni blok rotirajućeg kotača umećemo u rupu manjeg otvora koja je okrenuta prema podlozi kojom se robot kreće.

Slika 6. konstrukcijaD

Slika 7. konstrukcijaE

Slika 8. konstrukcijaF

Spajanje zupčanika s dijelovima prijenosnog mehanizma osovine, pri čemu dolazi do prijenosa gibanja na kotače vozila. Spajanje oplate kotača s gumom i maticom osigurava povezivanje u funkcionalnu cjelinu pomoću elementa za sastavljanje pomoćnog kotača (stezna matica).

Priprema za povezivanje kotača s prijenosnim mehanizmom osigurava veliki građevni blok s rupom kroz koju provlačimo osovinu pričvršćenu za kotač. Stezanje većeg zupčanika omogućava čvrstoću i postojanost rotacije kotača povezanog s osovinom. Podešavanje oba kotača preduvjet je za potpunu funkcionalnost i pravilan rad robotskog vozila. Povezivanje kotača i prijenosnog mehanizma nužan je korak koji omogućuje veliki crni građevni blok s provrtom kroz koji osovina prolazi. Spajanje zupčanika s dijelovima prijenosnog mehanizma odvija se preko osovine, pri čemu dolazi do prijenosa gibanja na kotače vozila. Spajanje oplate kotača s gumom i maticom osigurava povezivanje u funkcionalnu cjelinu pomoću elementa za sastavljanje lijevog i desnog kotača (stezna matica). Prijenos kružnog gibanja (rotacije) elektromotora na prijenosni mehanizam zupčanika ostvaren je neposrednim kontaktom i prolaskom struje kroz izvor napajanja.

Slika 9. konstrukcijaG

Slika 10. konstrukcijaH

Nastavak na nacrtu u prilogu



MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

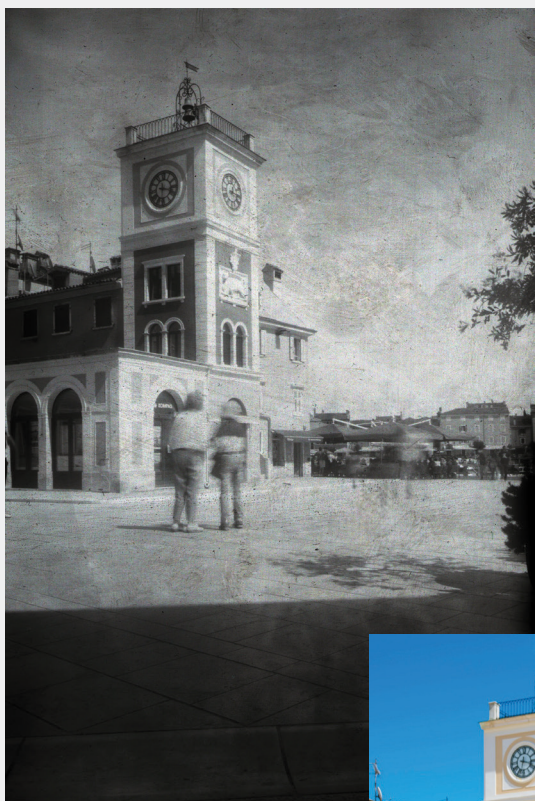
Piše: Borislav Božić, prof.

RIJEČANKA 1 putovanje kroz vrijeme

Nakon prvih probnih snimaka na balkonu i u gradu, uočio sam određene nedostatke koje je bilo potrebno otkloniti. Jedan od važnijih zadataka bio je doraditi džep, odnosno držač za papir, kako bi kamera mogla nesmetano snimati serije uzastopnih fotografija. Te su prve probe služile prvenstveno za testiranje funkcionalnosti svih dijelova kamere, ali i za ispitivanje objektivu – kojih imam nekoliko – kako bih utvrdio koji najbolje odgovara. Kada sam riješio tehničke detalje i doveo sustav u red, započeo sam s promocijom svoje kamere, Riječanke 1. Prvi značajan korak bila je pozivnica na festival fotografije Rovinj Photodays, a ubrzo nakon toga uslijedila je i ponuda Grada Rijeke da priredim izložbu i prezentaciju ove neobične kamere.



Važan detalj uz prezentaciju Riječanke 1 bila je i moja odjeća. Odlučio sam se odjenuti u duhu XIX. stoljeća, kako bih vizualno zaokružio priču i uskladio se s retro izgledom same kamere. Crne cipele i hlače, siva košulja, klasični muški prsluk, leptir-mašna, cilindar šešir i džepni sat – sve je bilo pažljivo odabrano kako bismo, kamera i ja, djelovali kao da smo vremenskim strojem stigli iz neke prošle epohe. Ta se odluka pokazala iznimno uspješnom. Gdje god bih se pojavio u javnosti, ljudi su s čuđenjem i zanimanjem prilazili, komentirajući kako kamera izgleda staro – mnogi su bili uvjereni da je stara više od stotinu godina. Upravo to mi je bio cilj: prizvati duh druge polovice XIX. stoljeća, vremena kada su fotografi putovali sa svom opremom, često noseći vlastiti laboratorij na leđima ili smješten na kočiji. Riječanka 1 je *hommage* tim putujućim fotografima. Ona ne samo da fotografira već unutar sebe kemijski obrađuje fotopapir. U tom smislu, riječ je o samodostatnom sustavu – aparatu i tamnoj komori u jednom, osmišljenom za rad na terenu. Spoj tradicije i inovacije, tehnologije i ručnog rada.



čić, svaka kutijica, svaki korak u radu kamerom. Među znatiželjnima bilo je mnogo poznavatelja analogne fotografije, ali i znatan broj autora formiranih u digitalnoj eri. Za potonje je cijeli analogni proces bio nešto potpuno novo, gotovo čarolija. Upravo su ti mlađi autori pokazivali posebno duboko zanimanje, tražeći da im postupak prepričam više puta, do najsitnijih detalja. Jedno od čestih pitanja odnosilo se na tehničke specifičnosti: primjerice, zašto su dvije osobe na lijevoj strani jedne fotografije blago neoštre, dok je statični objekt u pozadini savršeno oštar. To je bila izvrsna prilika da objasnim pojam ekspozicije: ako je brzina zatvarača sporija od brzine kretanja objekta, rezultat će biti zamućenje u pokretu. U ovom slučaju, ekspozicija je trajala otprilike dvije sekunde, dovoljno da se pokretne figure prikažu blago

Na festivalu fotografije Rovinj Photodays, Riječanka 1 izazvala je veliko zanimanje. Toliko, da sam veći dio vremena provodio objašnjavajući i pokazujući kameru, umjesto da njome fotografiram. Publiku je zanimalo svaki detalj, svaki kota-



mutno, dok statični elementi ostanu jasni. Zanimalo ih je i kako fotopapir reagira na boje, odnosno na prijelaz iz stvarnog kolorita u crno-bijeli registar. Objasnio sam da konverzija nije u potpunosti neutralna jer fotografski papir nije ravnomjerno osjetljiv na sve valne duljine svjetlosti. Konkretno, manje je osjetljiv na tople tonove (crvene, žute), dok hladne boje (plava, zelena) ostavlja izraženije. Ta nejednaka osjetljivost stvara specifičan tonalitet fotografije – nesavršeno vjeran, ali vizualno vrlo sugestivan.

Ove tri fotografije prikazuju panoe na riječkom Korzu, mjestu na kojem se tijekom godine izmjenjuju brojne izložbe. Stoga me iznimno obradovalo kada mi je Protokol Grada Rijeke ponudio da postavim vlastitu izložbu posvećenu upravo Rijeci i to snimljenu Riječankom 1. Na izložbi je predstavljeno dvadeset fotografija različitih riječkih motiva, snimljenih ovom unikatnom kamerom koja spaja fotografski aparat



mente i demonstrirao rad Riječankom, mnogi su mi se obraćali pitanjima o samoj kameri, o tehnici, o motivima na fotografijama. Taj neposredni kontakt s publikom najdragocjniji je dio ovakvih izložbi. Korzo kao izložbeni prostor jedinstven je po tome što ne obavezuje. Za razliku od zatvorenih galerijskih prostora, ovakva izložba na otvorenom demokratizira umjetnost i čini je neograničeno dostupnom.



i tamnu komoru u jednom. Otvorenje izložbe uvećao je gradonačelnik Rijeke, gospodin Marko Filipović, koji je sa mnom obišao sve panoe. Uz svaku fotografiju rado sam mu ispričao priču kako je nastala, što prikazuje i zašto sam baš taj kadar izabrao. Poseban je osjećaj vidjeti prolaznike kako zastaju i promatraju izložbu. Na sam dan otvorenja, dok sam stajao uz posta-



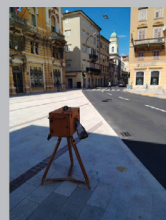
Riječanka 1



Posebna vrijednost ove postave je to što promatrač može, gotovo na istom mjestu, usporediti motiv u stvarnosti u boji, kakav vidi ispred sebe s njegovom crno-bijelom transformacijom na fotografiji. Time se otvara prostor za razmišljanje o percepciji, svjetlu, vremenu, ali i o onome što ostaje zabilježeno, a što ne. Neke fotografije sam dodatno tonirao u sepia nijanse, kako bi još snažnije prizvale atmosferu prošlih vremena i podsjetile na prve fotografije iz druge polovice XIX. stoljeća. Rad s Riječankom 1 je, u svojoj srži,

Na svakom izložbenom panou prikazana je crno-bijela fotografija određenog riječkog motiva, snimljena Riječankom 1, a uz nju i dokumentarna fotografija na kojoj se vidi sama kamera postavljena ispred motiva koji "hvata". Na nekim panoima prikazana je i unutrašnjost Riječanke, u trenutku kada se kemijski razvija netom snimljena fotografija. Time sam želio publici približiti cijeli proces od kadra do gotove slike, učiniti ga razumljivim i uvjerljivim.

Riječanka 1



Riječanka 1



velika igra. Igra eksperimenta, improvizacije i neprestane prilagodbe. Igra u kojoj se tehničko znanje i fotografsko iskustvo neprestano isprepliću s neočekivanim izazovima. Neke situacije zahtijevale su trenutne odluke, rješenja na licu mjesta, unutar okvira onoga što kamera i papir dopuštaju. No možda najljepši dio tog procesa su slučajnosti, one male, nepredvidive stvari koje se dogode bez plana, a često daju poseban izgled fotografiji.

Nitko se iz Zone nije vratio živ. Mnogi su ulazili, potajno. Straže su postojale, ali mogle su se zaobići uz malo strpljenja i mozga u glavi. Svjetlucaća opna oko Zone nije – očito – bila zamišljena da ikoga zaustavlja. Svatko je mogao slobodno ući. Je li mogao izaći – e, to je bilo drugo pitanje.

Lev je već bio dva sata duboko u Zoni. Gazio je kroz visoku travu, svježju nakon obilnih kiša. Vidio je šumu slijeva, svjetlucanje opne zdesna. Podsjećalo je na balon od sapunice.

Iznad šume gazili su štulari, bez žurbe, indiferni prema cijelom svijetu. Tijela poput nabujale mortadele, na tri para nogu visokih preko 30 metara. Ružičaste boje, glatke i sjajne kože.

Zastao je da predahne. Odlučio je što brže ući što dublje u Zonu. Maskirna odjeća štitila ga je od pogleda izdaleka. Otpio je gutljaj vode iz čiture. Nije mogao znati u kakvom je stanju voda u potocima. Očitao je dozimetar. Ništa. Nije bilo ni otrovnih plinova, testirao je zrak. Ali nije znao ima li opasnih mikroorganizama u zraku, halucinogena, spora... Taj je rizik preuzeo kad je odlučio otići u Zonu.

Navlačio se sumrak. Lev je bio na rubu šume. Potrošio je cijeli dan. Previše vremena za onoliko koliko je prevalio. Ili vrijeme u Zoni ide drugačije? Lev si postavi još jedno pitanje: je li vrijeme unutar Zone protjecalo svugdje jednako?

Zašao je među stabla. Nedaleko je trebao biti potok. Tu je namjeravao testirati vodu. Nije znao koliko će mu trebati do Odredišta i natrag. Čutura neće biti dovoljna.

Odredište. Svi koji su ušli u Zonu ušli su da stignu do Odredišta, središta Zone. Tu je počivao uzrok Zone, njen stvoritelj. Svemirski brod koji se srušio, ostavivši plameni luk preko neba. Pao je uz grmljavinu, u okolnim selima i gradićima staklar je odjednom postalo jako traženo zanimanje.

Jasno, gdje je svemirski brod, tako su svi razmišljali, tu su i tehnologije. Znanja. Informacije. Ali nitko se niti ništa nije vratilo da to potvrdi. Ni tri vojne ekspedicije, ni dronovi, ni mnoštvo civila, samih ili u malim skupinama.

Zona je proglašena zabranjenom. Bodljikava žica s postavljenim pločama upozorenja trebala je držati znatiželjнике vani. Podignuta je jedna stražarnica i iz nje su polazile patrole što su obilazile oko Zone u terenskim vozilima.

Voda iz potoka bila je pitka. Lev u čuturu ubaci tabletu za dezinfekciju. Ležao je naslonjen na hrast, lica osvijetljenog malom električnom svjetiljkom. U daljini je čuo kako nešto šuška. Mogao je vidjeti još neka stvorenja osim štulara. Ništa nije izgledalo opasno. A onda se prisjeti kako su srednjovjekovni rukopisi bili puni iluminacija zečeva koji kolju, vješaju i obezglavljaju seljake i vitezove, dok krv natapa zemlju oko njih.

Nije mogao spavati. Zona je bila mračna. Povremeno hukanje sove. Daleko štektanje lisice. Nije mu se činilo kako je priroda u Zoni poremećena padom Objekta. Što se šume ticalo, Lev je zaključio da su mu najveća prijetenja divlje svinje.

I naravno, nije znao što se dogodilo sa svima koji su se prije njega otputili u Zonu?

Posegnuo je rukom u unutarnji džep maskirne jakne. Napipao pod prstima mali cilindar, poput kakve kratke metalne epruvete. I sliku. Dugo ju je gledao pod slabim svjetlom. Djevojčica, jedanaest godina kad je fotografija bila snimljena. Mirta. Nasmijana, crne kose i krupnih očiju. Oči su joj bile majčine. Njegova mrtva kći. I majka joj je bila mrtva. Izgorjela je u olupini prevrnutoj pored autoceste. Mirtu su vatrogasci uspjeli izvući živu. Ali opekotine su je konačno odnijele nakon dva dana kome.

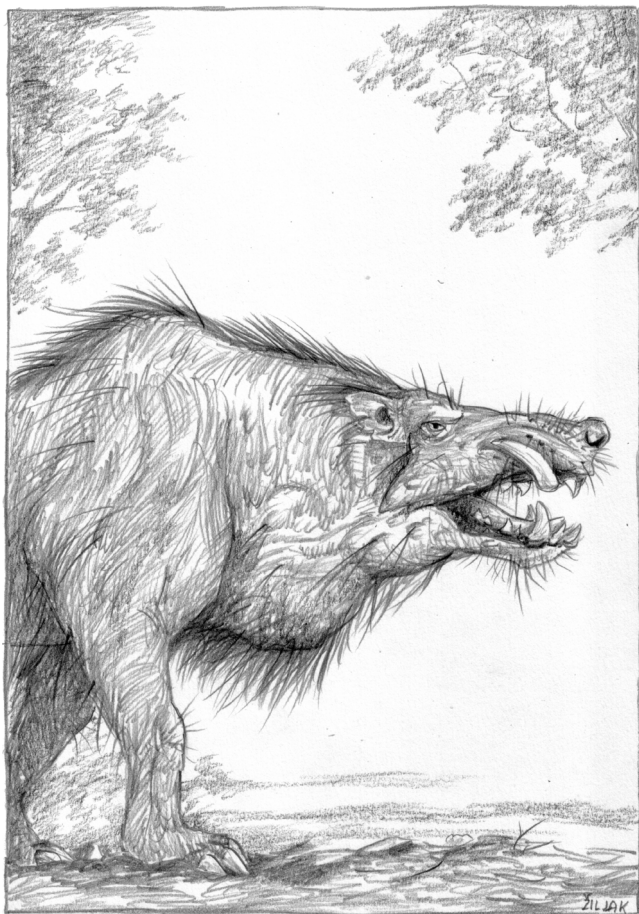
I uzorak genskog materijala u cilindru.

Lev nije znao što su ostali tražili u Zoni. Nije ga zanimalo. On se nadao nečemu, nekome, tko bi uzeo genski materijal i vratio mu njegovu djevojčicu. Možda je njegov san bio tlapnja. Ali, što ako je u Objektu stvarno postojala takva tehnologija? I da je se prije njega dokopa netko drugi tko će od nje napraviti milijunske terapije?

Nije imao milijune.

Prve mrtvace Lev je našao sljedećeg dana.

Skoro se sapleo o nogu otkinutu u koljenu, u truloj tkanini maskirnih hlača i sa čizmom na



stopalu. Ugledao je još ostataka, kosti grudnog koša, ruke, još nogu. Lubanje. Oružje: neka od ranih skupina što su pokušale prodrijeti u Zonu. Jedino što mu je palo na pamet da bi ovako raskomadalo tijela bila je neka zvijer. Ali tu su najopasniji veprovi. A nije mu se činilo da se radi o veprovima.

Nastavio je dublje u šumu.

Nešto kasnije, možda sat ili dva, začuo je kako šuška otpalo lišće. Kreštanje šojke objavljuje da prolazi grabežljivac. Bacio se na tlo iza jednog starog hrasta, uperio cijev u smjeru odakle je došlo kreštanje i napeto osluškivao.

Lišće. Kako šuška pod nogama. I u krošnjama, na vjetru. Opet šojka. I još jedna. Što god to bilo, nije bilo maleno. Koraci su zvučali teško.

A onda prasak! I još jedan, sasvim blizu! Udarni val bacio je lišće i otkinute grane i zemlju Levu u lice. Opsovao je, ukipio se.

Stvorenje je bilo ogromno, udaljeno desetak metara. Bijeli medvjed je prema njemu bio plišani medo. Duge prednje noge, stražnje nešto kraće. Možda bi podsjećalo na gorilu ili pavijana, da je bilo obraslo dlakom i da nije imalo skoro svinjsku glavu, s obješenom donjom čeljusti.

Zvijer je njuškala zrak. Na trenutak je okrenula glavu prema mjestu gdje je ležao Lev, ali nekim čudom nije ga nanjušila. Onda je pošla dalje, ne zadržavajući se.

Ta dva praska! I udarni val. Trebalo mu je nekoliko minuta da shvati. Zvijer je skočila i u tako ispražnjen prostor nahrupio je zrak. A kad je doskočila, ogromna masa istisnula je zrak. Ta gomila zuba mogla se teleportirati! Lev kao da je otkrio zašto se nitko iz Zone ne vraća.

Dan se.

Marš kroz šumu. Uz stalan oprez. S puškom u ruci i prstom na okidaču: zapravo je bilo besmisleno. Za tu zvijer automatska puška nije bila dovoljna.

Činilo mu se kako mu za jedan kilometar trebaju sati. Ili, nasuprot, minute. Bio je dezorijentiran u vremenu. Još je nekoliko puta spazio mračan obris među stablima. Ni trenutka za

opuštanje.

Kiša. Lupanje kapi po lišću. Blato.

Srna, spazila ga je i pobjegla, ostavivši topot papaka. I dobrodošli osjećaj nečeg poznatog. Za razliku od nekih malih crnih životinja, velikih poput lisice. Držale su se u skupinama, pet do deset životinja.

Još leševa, starih. I skupina sasvim svježih, raskomadanih i razbacanih među stablima. Smrad je potjerao Leva dalje.

A tada, prvo srušeno stablo. Pa još njih, sva orijentirana zrakasto od jednog središta. Kao u Tunguski, nakon pada kometa prije više od sto godina. Pratio je stabla, probijao se kroz grmlje i mladice. Mjesto pada bilo je vidljivo, sva stabla oko njega porušena. A u sredini, bljesak metala.

Čovjeka je vidio usred srušenih stabala, stotinjak metara od Objekta. Bio je zaustavljen u pokretu, noge zamrznute u zraku. Zaprepašten izraz lica. Lev uzme s tla jednu grančicu. Nije se usuđivao prići čovjeku. Bacio je grančicu prema njemu.

Grančica je poletjela, da bi onda usred zraka, bez da ju je išta dotaklo, usporila. I konačno ostala stajati na mjestu, metar i pol visoko od tla. Zaustavljeno vrijeme, shvatio je Lev.

Morao je riskirati ako je želio išta učiniti za svoju djevojčicu. Napravio je prvi korak. Pa drugi. Isprva je hodao normalno, a onda je shvatio kako su mu kretnje usporene, kao da se probija kroz nešto žitko, nevidljivu melasu sporog vremena.

Korak po korak, sve mučnije kako su mu se disanje i otkucaji srca usporili. Korak po korak. Hoće li uopće stići, pitao se, ili će se krivulja kretanja, njegovog života, asimptotski približavati nuli – smrti? – nikad je ne dosegnuvši. Je li otkrio besmrtnost?

Dani. Noći. U smjesi usporenog vremena. Korak po korak. Preko srušenih hrastova. Zvijer u daljini, nepomična. Korak po korak. Spore misli. Hoće li ikada stići do olupine nadohvat ruke, a opet tako nedostižne, prividno netaknute udarom, zabijene u epicentru šumske kataklizme oko njega? Korak po korak.

I u toj beskonačnoj tromosti, Mirta u cilindru u njegovom džepu. Korak po korak.

A onda, bez da je osjetio da se išta mijenja, sljedeći je korak bio sasvim normalan. Srušio se, ne očekujući brzinu kojom mu je desna noga zagazila u mokru zemlju i lišće. Ostao je ležati, slobodan od okova usporenog vremena. Disao je punim plućima. Nije mogao više reći koliko je "normalnog" vremena proteklo u svijetu oko te šume. Ustao je. Nastavio hodati. Krenuo je prema Objektu.

Unutrašnjost je bila okupana mliječnim svjetlom. Nalazio se u elipsoidu, bilo je teško održavati ravnotežu unutar zakrivljene plohe. Činilo se da vrijeme prolazi uobičajenom brzinom.

Lev se zapitao kako se uopće upravljalo brodom? I odakle su stigle one zvijeri, volumen se nije činio dovoljnimi niti za jednu.

Što je sada trebao učiniti?

Prišao je plohi. Opipao je. Otprilike tjelesne temperature. Pod prstima kao da je pipao neki tvrdi polimer. Morao je razmisliti.

Učinio je više nego itko drugi, bar koliko je znao. Stigao je do Objekta u jednom komadu. I ušao je u njega. Kako? Pokušao se prisjetiti. Kad je bio dovoljno blizu... Odjednom više nije bio vani, već unutra. Magija, rekao bi netko.

A dovoljno napredna tehnologija ne razlikuje se od magije, rekao je netko drugi.

Pretpostavio je kako brod nije automatski, kako je njime neka posada upravljala. Telepatski? Onda ništa. Nije mogao čitati misli. Je li brod mogao čitati njegove?

Zatvorio je oči. Smirio disanje, usredotočio se. Zamislio upravljačku ploču, tipke, svjetleće pokazivače, zaslone. Otvorio je oči.

Sjedalo. Ravni pod. Zasloni. Nešto malo tipki i jedna upravljačka palica. Dobrim dijelom se upravljalo preko zaslona, zaključio je. Tri zaslona ostala su mračna.

Skinuo je naprtnjaču i pušku. Sjeo na sjedalo, brzo se oblikovalo po njegovom tijelu. Sasvim udobno. Očito je brod funkcionirao. Inače ne bi bilo ništa od udobnog sjedala.

Usredotočio se.

Kad je otvorio oči, zasloni su bili osvijetljeni. I tipke pred njim. Nešto se je događalo, na zaslonima su se smjenjivali dijagrami kojima nije znao svrhu. Možda je sjedanjem aktivirao brod i sad se pokrenula neka dijagnostika.

Da prijeđemo na stvar, pomislio je. Sklopio je oči, prizvao Mirtu. Dvostruku zavojnicu. Mirtu u zavojima, na intenzivnoj. Mirtu kako se smije dok trči po travi. Izvadio je cilindar iz džepa.

Istresao je sve te slike i bujicu osjećaja. Odjednom, cilindra mu više nije bilo u šaci.

I prije no što je stigao otvoriti oči, osjetio je kao da je premješten, jedva zamislivom brzinom. Izgubio je svijest.

Probudio ga je plač bebe. Otvorio je oči. Ležao je u travi, s vanjske strane opne. Pridigao se. Zavrtjelo mu se u glavi.

Skinuo je jaknu, umotao nagu Mirtu u nju, stao je zibati dok nije usnula. Nije imao vremena. Morao ju je maknuti odavde, na sigurno, naći dojilju, kupiti pelene i odjeću. Gledao joj je spokojno lice.

Toliko je pitanja bilo. I vrlo malo odgovora. Mirta mu je bila u naručju. Sjedio je tako, zibajući svoju malu djevojčicu, dok se sumrak navlačio nad Zonu, a svijet oko njih tonuo u san.

Aleksandar Žiljak

Što nas čeka nakon 5G? – Uvod u 6G tehnologije

Iako se mnoge zemlje tek navikavaju na mogućnosti koje nudi peta generacija mobilnih mreža, stručnjaci iz svijeta telekomunikacija, informatike i računalnog inženjerstva već godinama rade na razvoju njezinog nasljednika – mreže 6G. Za one neupućene to može zvučati preuranjeno jer je 5G “tek došao”. Međutim, svaka generacija mobilnih mreža zahtijeva više od deset godina istraživanja, testiranja i standardizacije prije nego što dospije do komercijalne uporabe. Stoga nije nimalo čudno što je razvoj mreže 6G u punom zamahu. Njezina opća primjena očekuje se između 2030. i 2035. godine. Možemo li zamisliti svijet budućnosti u kojem virtualna i proširena stvarnost nisu tek puki dodatak svakodnevnom ljudskom životu, već je naprotiv takva stvarnost njezin temelj. To je svijet u kojem automobili međusobno komuniciraju i upravljaju prometom bez ljudske intervencije. U kojem bolnice koriste robote za izvođenje operacija s liječnicima koji ih nadziru s drugog kraja planeta, dok se informacije razmjenjuju gotovo trenutačno. U kojem digitalni blizanci – precizne virtualne kopije fizičkih objekata, uključujući i ljude – omogućuju predviđanje ponašanja susta-

va, zdravlja ili okoliša. Sve nabrojane “fantazije” mogle bi biti omogućene mrežom 6G.

Za razliku od prethodnih generacija koje su se primarno fokusirale na povećanje brzine prijenosa podataka, 6G predstavlja znatan skok u filozofiji i arhitekturi mreža. Neće biti riječ samo o bržem internetu na pametnim telefonima, već o kreiranju digitalne infrastrukture sposobne za izvođenje složenih radnji u stvarnom vremenu. Predviđa se da će brzine prijenosa dosegnuti do 1 terabita u sekundi, što je više od 100 puta brže od maksimalnih brzina koje pruža 5G. Kašnjenja u prijenosu podataka trebala bi pasti ispod jedne milisekunde, što je ključno za sve aplikacije koje ovise o trenutnom odgovoru sustava – poput upravljanja autonomnim vozilima ili udaljenim kirurškim zahvatima. Velik dio ove transformacije oslanjat će se na tehnologiju terahercnih (THz) frekvencija, koje obuhvaćaju spektar između 100 GHz i 10 THz. Ove frekvencije omogućuju gigantske količine prenesenih podataka, ali imaju određena ograničenja. Stoga će implementacija mreže 6G zahtijevati potpuno novu infrastrukturu. Umjesto velikih baznih stanica koje pokrivaju široko područje, 6G će se oslanjati na mnoštvo mikrostanica i nanoćelija gusto raspoređenih po urbanim područjima. U nekim scenarijima, svaki stup javne rasvjete mogao bi postati odašiljač. Ovo postavlja ozbiljna pitanja o održivosti, potrošnji energije i potencijalnom utjecaju na



okoliš. Još jedan revolucionaran aspekt mreža 6G je njihova inteligencija. Umjetna inteligencija neće biti samo korisnički alat koji djeluje "na vrhu" mreže već će biti ugrađena u njezin temelj. AI će optimizirati raspodjelu mrežnih resursa, predviđati zagušenja, automatski rješavati smetnje i preusmjeravati podatke tamo gdje su najpotrebniji – sve to bez ljudske intervencije. 6G neće biti pasivna platforma, već aktivni sudionik u procesu komunikacije.

Očekuje se i širenje koncepta "interneta osjetila" (*Internet of Senses*). Riječ je o ideji da mreža neće prenositi samo audio-vizualne informacije već i taktilne podražaje, mirise i, potencijalno, okus. Zahvaljujući naprednim sensorima ljudi bi mogli "osjetiti" predmete na daljinu, što ima ogroman potencijal u medicini, obrazovanju i drugim sektorima. Time se mijenja sama priroda interakcije između čovjeka i stroja – s dvodimenzionalne površine zaslona prelazimo u prostor višestrukih osjetilnih kanala. Hologramska komunikacija još je jedna vizija budućnosti s tehnologijom 6G. Današnji videopozivi, koliko god bili napredni, ostaju ograničeni na ravne ekrane. 6G bi, s druge strane, trebao omogućiti stvaranje trodimenzionalnih holograma u stvarnom vremenu, koji će omogućiti prirodniji, bogatiji i emocionalno snažniji komunikaciju.

S obzirom na to da 6G uključuje tako sveobuhvatnu povezanost, nameće se i pitanje privatnosti. Svaki aspekt našeg života – od zdravlja, kretanja, kupovnih navika do izraza lica ili tona glasa – mogao bi se prikupljati, analizirati i koristiti u realnom vremenu. Regulacija takvog sustava bit će složena i neophodna, kako bi se spriječila zloupotreba podataka i kako bi se osigurala etička upotreba tehnologije. Pitanja upravljanja podacima te pristupa bit će ključna u brzini širenja tehnologije 6G.

Na geopolitičkoj razini, razvoj 6G predstavlja novo bojno polje među globalnim silama. Dok su Kina, Južna Koreja i SAD već uložili milijarde u istraživanja, Europska unija pokušava uspostaviti tehnološku suverenost kroz projekte poput Hexa-X i Hexa-X II, koji okupljaju vodeće europske znanstvenike i inženjere. Kinezi su otišli i korak dalje – već su lansirali prve satelite koji služe za testiranje 6G komunikacija iz svemira. S obzirom na ovisnost suvremenih društava o digitalnoj infrastrukturi, pitanje tko prvi razvije i standardizira 6G neće biti samo tehničko već i



strateško i političko. Industrijske primjene mreže 6G protežu se daleko izvan domene telekomunikacija. U poljoprivredi, pametni senzori povezani mrežom 6G mogli bi omogućiti preciznu analizu tla, vlage, bolesti i potreba biljaka u stvarnom vremenu, optimizirajući proizvodnju i smanjujući otpad. U prometu, autonomna vozila mogla bi preko mreže 6G "razgovarati" s drugim vozilima, semaforima i cestovnom infrastrukturom, smanjujući prometne nesreće i gužve. U industriji, koncepti poput digitalnih blizanaca omogućit će neprekidno praćenje i optimizaciju svakog aspekta proizvodnog procesa. U obrazovanju, učenici bi mogli sudjelovati u simulacijama koje uključuju sve osjete, čineći učenje interaktivnijim i učinkovitijim.

Sve spomenute vizije budućnosti su i veliki logistički izazovi. Infrastruktura za 6G bit će iznimno skupa, zahtijevat će potpunu reorganizaciju postojećih mreža, razvoj novih čipova i antena te uspostavljanje globalnih standarda. Pritom ne treba zaboraviti ni na energetske aspekt – koliko će energije trebati za pokretanje milijardi povezanih uređaja i mreža u realnom vremenu? Rješenja poput korištenja energije iz obnovljivih izvora i energetske učinkovitih algoritama bit će neizbježna. U konačnici, kad govorimo o 6G nije riječ samo o tehničkom napretku već i o kulturnoj promjeni te promjeni u načinu na koji razmišljamo o prostoru, vremenu, prisutnosti i međusobnom odnosu. Bit će to tehnologija koja briše granice između fizičkog i digitalnog svijeta, između bliskog i udaljenog, između stvarnog i zamišljenog. Upravo zato je bitno da već sada razmišljamo o njezinim posljedicama, izazovima i mogućnostima – kako bismo tehnologije 6G oblikovali na način kojim će one služiti čovjeku na siguran način.

Ivo Mišur

ski sandučić (u području Obrade materijala) ili Arhimedov vijak za vodu (u području Strojarskih konstrukcija). Zadatak za natjecatelje 8. razreda u Elektrotehnici sastojao se od izrade dvaju zasebnih testera motoričkih sposobnosti na jednoj podlozi, a u području Elektronike učenici su izradili uređaj koji oponaša zvuk tihe automobilske sirene. Natjecatelji od 5. do 8. razreda pokazali su svoje kompetencije u Robotici, Automatici, Fotografiji, Robotskom spašavanju žrtve, Modelarstvu uporabnih tehničkih tvorevina i u Radiokomunikacijama. Zadaci iz Robotike bili su: Izvlačenje robotskog vozila vitlom i ručno upravljanje te Automatizirano upravljanje robotskim vozilom. U području Modelarstva uporabnih tehničkih tvorevina natjecatelji su izradili kutiju s okvirima za slike, a u Automatici model automatskog dozatora tekućine s peristaltičkom crpkom. Mladi fotografi samostalno su se izrazili digitalnim fotoaparatom na temu Svjedoci prošlih vremena, a rezultate svog rada prezentirali su izložbom u Hotelu Medena. U području Radiokomunikacija učenici su izradili elektronički sklop za automatsko uključivanje radioamaterskog odašiljača glasom te su se natjecali u borovoj šumi u pronalaženju skrivenog odašiljača i ručnim radiouređajem dojavili tražene podatke ocjenjivačkom povjerenstvu. U području Robotskog spašavanja žrtve autonomni roboti natjecatelja u dvije su arene savladavali različite prepreke, zaustavljali se na određenim mjestima i spašavali "žrtvu"

Najuspješniji mladi tehničari u školskoj godini 2024./2025.

Područje: Maketarstvo i modelarstvo (5. razred):

1. Nikolić, Leon, OŠ Veli Vrh Pula, mentor: Salihović, Mirza
1. Fleten, Dominik, OŠ Prelog, mentorica: Mikulaj Ovčarić, Katica
3. Plantaš, Zrinka, OŠ Ljubo Babić, Jastrebarsko, mentor: Sirovica, Ivan

Područje: Graditeljstvo (6. razred):

1. Sapor, Lana, OŠ Frana Krste Frankopana, Zagreb, mentor: Gelenčer, Branko
2. Novački, Roko, OŠ Sveti Križ Začretje, mentorica: Belanović, Božena
2. Vladić, Rajna, II. OŠ Varaždin, mentor: Kukec, Miroslav

Područje: Strojarske konstrukcije (7. razred):

1. Gašparić, Lea, OŠ Prelog, mentorica: Mikulaj Ovčarić, Katica
2. Šego, Luka, OŠ Ivana Mažuranića, Vinkovci, mentor: Let, Davor
3. Novak, Kristian, OŠ Trnovec, mentorica: Stančin, Nataša
3. Tolja, Ian, OŠ Pećine, Rijeka, mentor: Stupnik, Hrvoje

Područje: Obrada materijala (7. razred):

1. Galić, Lara, OŠ Antuna Mihanovića Petropoljskog, Drniš, mentor: Kasalo, Stipo
2. Udiljak, Andro, OŠ Ivana Gundulića, Zagreb, mentor: Petrović, Jeronim
3. Polimac, Martić, Eva, OŠ "Vladimir Nazor" Križevci, mentorica: Vurnek, Sandra
3. Lončar, Petra, OŠ Šimuna Kožićića Benje, Zadar, mentorica: Čizmin, Renata

Područje: Elektrotehnika (8. razred):

1. Drmić, Lucia, OŠ Gustava Krkleca, Zagreb, mentor: Funtak, Josip
2. Horvat, Ivan, OŠ Vladimir Nazor Virovitica, mentor: Radijevac, Stevan
3. Košak, Karlo, OŠ Sveta Marija, mentor: Jambrović, Franjo
3. Gabriša, Magdalena, OŠ Sveta Nedelja, mentor: Seničar, Tihomir

Područje: Elektronika (8. razred):

1. Kaurić, Gabriel Teo, Prva OŠ Ogulin, mentor: Tonković, Marijan
2. Budimir, Ivan, OŠ Mejaši, Split, mentor: Kovačević, Tome
3. Dragaš, Alexandar, OŠ Nedelišće, mentorica: Colar, Smiljana

Područje: Robotika (5. do 8. razred):

1. Džaja, Roko, 7. razred, I. OŠ Varaždin, mentor: Kolarić, Ivica
2. Žmegač, Viktor, 8. razred, VI. OŠ Varaždin, mentor: Martinec, Marko, Centar izvrsnosti Varaždinske županije
3. Čalić, Bruno, 7. razred, OŠ Vladimir Nazor, Čepin, mentor iz škole: Popić, Zlatko, mentor iz udruge: Kupanovac, Zdenko, Zajednica tehničke kulture Grada Osijeka



Područje: Fotografija (5. do 8. razred):

1. Čuk, Elizabeta, 8. razred, OŠ kneza Branimira, Donji Muć, mentorica: Šimić, Alenka
2. Hodak, Šimun, 6. razred, OŠ Ivana Gorana Kovačića, Staro Petrovo Selo, mentor: Šimunović, Mato
3. Hoyka, Zoe, 6. razred, OŠ Ivana Filipovića, Zagreb, mentorica: Majkić, Danijela

Područje: Robotsko spašavanje žrtve (5. do 8. razred):

1. Udovčić, Filip, 6. razred, OŠ Josipovac, mentorica iz škole: Duvnjak, Anita, mentor iz udruge: Udovčić, Željko, RIK CHAOS Josipovac
2. Sedmak, Jan Juraj, 5. razred, OŠ Mate Lovraka, Zagreb, mentorica iz škole: Matković, Neda, mentor iz udruge: Kolarić, Ivica, Udruga "Robofreak"
3. Podbojec, Goran, 8. razred, I. OŠ Varaždin, mentor: Kolarić, Ivica
3. Kraljić, Gabrijel, 8. razred, VI. OŠ Varaždin, mentor: Martinec, Marko, Centar izvrsnosti Varaždinske županije

Područje: Automatika (5. do 8. razred):

1. Golub, Laren, 8. razred, OŠ Monte Zaro, Pula, mentor iz škole: Peruško, Moris, mentor iz udruge: Pantić, Dragan, Društvo za robotiku Istra
2. Šoštarčić Naglič, Vito, 6. razred, OŠ Ivana Cankara, Zagreb, mentorica: Mačinko, Maja

3. Ivišić, Andrija, 8. razred, OŠ Trilj, mentor iz škole: Matić, Nediljko, mentor iz udruge: Parčina, Tomislav, Zajednica tehničke kulture grada Splita

Područje: Modelarstvo uporabnih tehničkih tvorina (5. do 8. razred):

1. Miljančić, Klara, 8. razred, OŠ Ivana Gorana Kovačića, Sveti Juraj na Bregu, Pleškovec, mentor: Jambrović, Franjo
2. Blažeković, Mia, 7. razred, OŠ Novska, mentorica: Dam, Melita
2. Stastny, Tena, 8. razred, OŠ Julija Kempfa, Požega, mentor: Kvesić, Franjo

Područje: Radiokomunikacije (5. do 8. razred):

1. Bošnjak, Lovro, 8. razred, OŠ Tituša Brezovačkog, Zagreb, mentorica iz škole: Eberling Brkljačić, Andrea, mentor iz udruge: Vrbanović, Ivica, Radioamaterski klub "Hrvatska Flora Fauna"
2. Klasić, Jan, 8. razred, OŠ Ksavera Šandora Gjalskog, Zabok, mentorica: Lisak Šturlan, Jelena
3. Novosel, Matija, 8. razred, OŠ Matije Gupca, Zagreb, mentorica iz škole: Čukman Jagodić, Snježana, mentor iz udruge: Predanić, Oto, Radio klub "Tehničar"

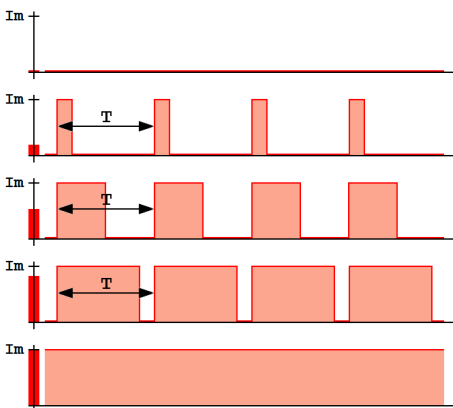
Jasna Malus

Starter kit Geekcreit UNO R3 (5)

U ovom ćemo nastavku pokazati kako koristiti analogne ulaze i izlaze pločice Arduino UNO. Oznake pojedinih priključaka prikazane su na slikama 2 i 20.

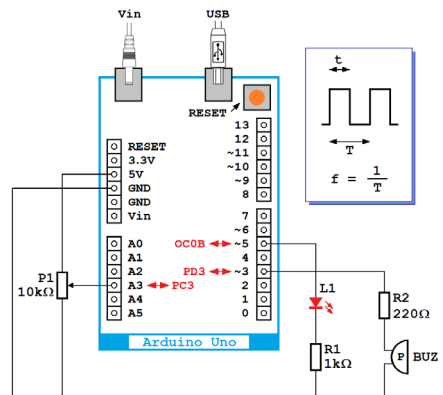
Pod pojmom "analogni ulaz" podrazumijevamo priključke A0–A5 **pločice** Arduino UNO, koji su povezani s pinovima PC0–PC5 mikroupravljača ATmega328P, a preko njih s ulazima njegovog 10-bitnog A/D pretvarača. Na analogni ulaz možemo dovesti napon u rasponu od 0 do 5 V, a A/D pretvarač će ga "izmjeriti" i pretvoriti u broj između 0 i 1023.

Pojam "analogni izlaz" nije baš najsretnije odabran, jer mikroupravljač ne može generirati istosmjerne naponske nivoe na svojim pinovima. U Arduino svijetu, "analogni izlaz" predstavlja priključak na kojem mikroupravljač proizvodi impulse određene frekvencije i može upravljati trajanjem (širinom) tih impulsa. Takav se postupak naziva pulсно-širinska modulacija, PWM. Ako se frekvencija impulsa ne mijenja, srednja vrijednost napona širinski moduliranih impulsa, a time i struje koju oni generiraju, je to veća, što su impulsi širi (Slika 19). Širinski modulirani niz impulsa možemo prikladnim niskopropusnim filterom pretvoriti u istosmjerni napon u rasponu 0–5 V, ali takav filter ne postoji niti unutar mikroupravljača, niti na pločici Arduino UNO.



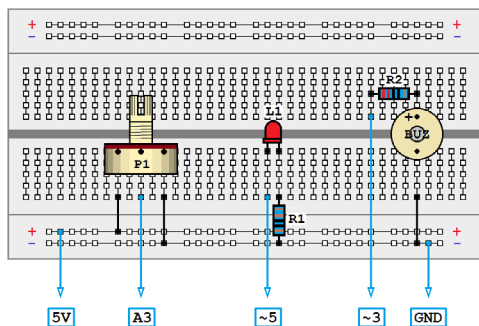
Slika 19. Širinski modulirani impulsi na "analognom" izlazu

Na šest digitalnih priključaka obilježenih znakom "~", mikroupravljač može proizvoditi širinski modulirane impulse na hardverskom nivou (dugim riječima, te impulse mogu proizvoditi prikladno konfigurirani sklopovi mikroupravljača, tajmeri). Pod programskom kontrolom, mikroupravljač može proizvoditi širinski modulirane impulse na bilo kojem od digitalnih priključaka 0–13, pa čak i na analognim priključcima A0–A5. Ako možemo birati, preporučljivo je za "analogni" izlaz odabrati neki od priključaka ~3, ~5, ~6, ~9, ~10 ili ~11, jer na taj način ne opterećujemo izvršenje ostatka programa brigom oko generiranja impulsa. Kada nam je potrebna finija rezolucija, odabrat ćemo priključke ~9 ili ~10. Ove preporuke vezane su uz karakteristike mikroupravljača i način na koji su njegovi vremenski sklopovi – tajmeri – povezani s pridruženim pinovima. Pišući Arduino program, ne moramo o tome voditi računa, ali nemamo niti potpunu slobodu izbora. Kako pojedine Arduino funkcije koriste određene tajmere, to ponekad može dovesti i do neželjenih ili neobičnih efekata, što ćemo ilustrirati u nastavku. Kada pišemo program u programskom jeziku Bascom-AVR, moramo bolje poznavati arhitekturu mikroupravljača, ali tada imamo veću mogućnost izbora i veću kontrolu nad načinom rada svih njegovih dijelova, pa tako i načina rada tajmera.



Slika 20. Shema sklopa kojim ćemo provjeriti kako rade analogni ulazi i izlazi

Slika 20 prikazuje shemu sklopa kojim ćemo provjeriti kako rade analogni ulazi i izlazi pločice Arduino UNO. Krajnje izvode potencijometra P1 spojili smo između priključaka 5V i GND pa ćemo, zakretanjem njegove osovine, na srednjem izvodu dobiti istosmjerne napone u rasponu od 0 do 5 V. Taj izvod spojili smo na jedan od analognih ulaza, A3, odnosno na pin PC3 mikroupravljača (svi analogni ulazi su jednakih karakteristika, pa bi isti efekt postigli da smo odabrali i bilo koji drugi analogni ulaz). Svjetleću diodu L1 i pasivnu zujalicu BUZ spojili smo na analognu izlazu ~5 i ~3. Za razliku od aktivne, pasivna zujalica nema ugrađen oscilator pa će emitirati zvuk samo ako se na njene priključke dovede izmjenični napon čujne frekvencije. Zujalica se čuje u frekvencijskom rasponu od stotinjak Hz do desetak kHz, a najglasnija je oko rezonantne frekvencije (obično između 3 i 4 kHz).



Slika 21. Ovako ćemo komponente sa Slike 20 posložiti na veliku testnu pločicu

Kako ćemo komponente sa Slike 20 rasporediti na velikoj testnoj pločici, prikazuje Slika 21. Kod postavljanja svjetleće diode držat ćemo se uputa iz prethodnih nastavaka, a kod pasivne zujalice (u kompletu Geekcreit to je ona bez zaštitne naljepnice) poštovat ćemo oznake + i -, iako će ona raditi i ako je okrenemo "naopako".

4. programski zadatak

Napisati program za sklop sa slika 20 i 21 koji omogućuje postizanje sljedećih efekata:

- zakretanjem osovine potencijometra od jednog do drugog krajnjeg položaja upravljamo intenzitetom svjetlosti diode L1 od potpuno ugašene do maksimalno osvijetljene

- zakretanjem osovine potencijometra od jednog do drugog krajnjeg položaja istovremeno upravljamo i frekvencijom zvučnog signala koji proizvodi zujalica BUZ, u rasponu od 100 Hz do 10 kHz.

Za realizaciju postavljenog zadatka mikroupravljač mora proizvoditi pravokutne impulse, poput onih koji su prikazani na slici 20 gore desno. Za upravljanje intenzitetom svjetlosti LE-diode, impulsi na priključku ~5 trebaju biti širinski modulirani (T se ne mijenja, t je u rasponu od 0 do T) – ovo je "analogni" izlaz. Za promjenu frekvencije zujanja, T se treba mijenjati u rasponu od 10 ms do 100 μ s, uz stalni omjer $t:T = 1:2$ – ovdje je priključak ~3 iskorišten kao "običan" digitalni izlaz.

Program Geekcreit_4.ino (Arduino IDE)

Funkcija za očitavanje vrijednosti AD pretvarača je *analogRead(pin)*; prosljeđujemo joj broj pina na kojem želimo očitati analogni napon, a ona vraća vrijednost u rasponu 0 do 1023.

Pomoću funkcije *analogWrite(pin, value)* definirat ćemo širinu pulsa u pulsno-širinskoj modulaciji. Funkcija zaprima dva parametra: prvi je pin na kojem ćemo definirati širinu pulsa, a drugi je sama širina pulsa definirana brojem od 0 do 255.

Arduino ima i funkciju za generiranje pravokutnog signala željene frekvencije i stalnog omjera $t:T = 1:2$. To je funkcija *tone(pin, frekvencija)*: prvi parametar je pin na kojem će signal biti generiran, a drugi je željena frekvencija.

U programu ćemo najprije definirati varijable s nazivima komponenti i pripadajućim pinovima te varijablu u koju ćemo spremati trenutno stanje signala za zujalicu:

```
byte POT = A3;
byte L1 = 5;
byte BUZ = 3;
```

U funkciji *setup()* konfiguriramo pin za zujalicu BUZ kao izlazni. Za LED L1 ne moramo konfigurirati pin jer će to odraditi naredba *analogWrite()*.

```
void setup() {
  pinMode(BUZ, OUTPUT);
}
```

U funkciji *loop()* čitamo vrijednost napona na analognom ulazu s kojim je povezan klizač potencijometra:

```
void loop() {
  int potValue = analogRead(POT);
```


Očitanu vrijednost (0 do 1023) moramo preračunati u vrijednosti između 0 i 255, koje odgovaraju naredbi *AnalogWrite()*. Za to ćemo koristiti naredbu *map()*:

```
int L1Value = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
```

Sa zadanim parametrima, *map()* će preračunati vrijednosti iz raspona 0-1023 u 0-255, baš koliko nam treba da bismo definirali širinu pulsa za LED L1:

```
analogWrite(L1, L1Value);
```

Također ćemo definirati frekvenciju zujalice prema očitavanju vrijednosti potencijometra, ponovo koristeći funkciju *map()* za preračunavanje:

```
unsigned int BUZfrequency = map(potValue, 0, 1023, 100, 10000);
```

Ovdje smo raspon 0-1023 preračunali u raspon 100-10000, kako bismo pomoću funkcije *tone()* odredili frekvenciju zujalice. Na kraju ćemo malo usporiti petlju zbog stabilnosti rada sustava:

```
tone(BUZ, BUZfrequency);
delay(10);
}
```

Program Geekreit_4.bas (Bascom-AVR)

Za razumijevanje programa pisanog u programskom jeziku Bascom-AVR moramo detaljnije poznavati način na koji mikroupravljač može generirati signale potrebne za promjenu intenziteta svjetlosti svjetleće diode i za pogon zujalice. Za promjenu intenziteta svjetlosti diode L1 potreban nam je širinski modulirani signal (PWM), poput onoga na Slici 19. Takav signal može generirati jedan od sklopova mikroupravljača, Timer0, na svom izlazu OC0B (= PD5), ako ga konfiguriramo na sljedeći način:

```
Config Timer0 = Pwm , Prescale = 64 ,
Compare_b_pwm = Clear_up
```

Tako konfigurirani Timer0 radi na način prikazan na Slici 22: on broji impulse frekvencije 250 kHz od 0 do 255 i zatim unatrag, do 0. Kada se brojač izjednači s vrijednošću upisanom u registar OCR0B, promijenit će se logičko stanje izlaznog pina OC0B na sljedeći način:

- ako brojač broji prema naprijed, "1" će postati "0"
- ako brojač broji unatrag, "0" će postati "1".

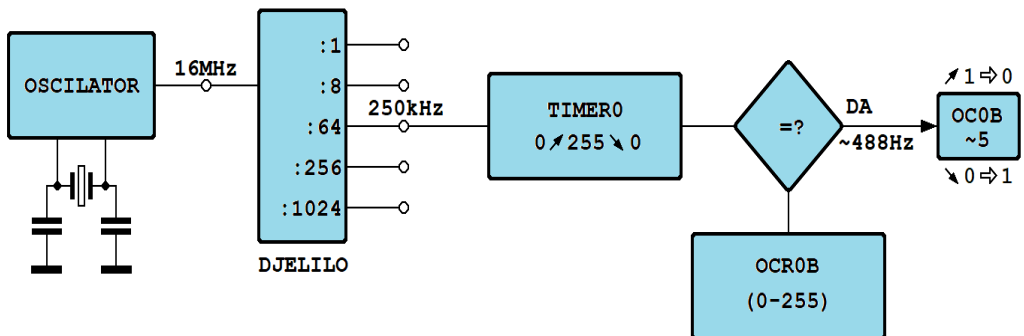
Tako će širina impulsa biti to šira, što je vrijednost upisana u registar OCR0B veća. Frekvencija impulsa neće se mijenjati i iznosi oko 488 Hz, što je više nego dovoljno da dioda ne treperi.

Za pobudu zujalice BUZ potreban nam je signal frekvencije 100 Hz-10 kHz i odnosa signal:pauza = 1:1. Zujalica je spojena na pin ~3, koji je povezan na izlaz Timera2, OC2B. Iako i Timer2 možemo konfigurirati da proizvodi signal različitih frekvencija, za raspon koji je nama potreban, 100 Hz-10 kHz, to baš ne bi bilo elegantno. Zbog toga ćemo signal potrebne frekvencije generirati na drukčiji način, pomoću preciznijeg Timera1. Međutim, kako izlaz Timera1 nije povezan s pinom ~3, morat ćemo koristiti tehniku prekida (*interrupt*).

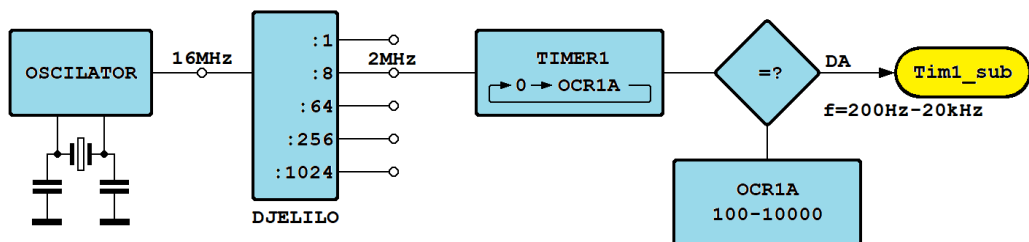
```
Config Timer1 = Timer , Prescale = 8 , Clear_timer = 1
```

Tako generirani Timer1 broji impulse frekvencije 2 MHz od 0 do vrijednosti upisane u registar OCR1A, nakon čega se resetira i ponovo počne brojati od 0 (Slika 23). U trenutku kada se resetira, tajmer će inicirati prekid i izvršiti prekidnu rutinu (potprogram) *Tim1_sub*:

```
On Timer1 Tim1_sub Nosave
```



Slika 22. Timer0 generira PWM signal na izlazu OC0B (= PD5)



Slika 23. Timer1 generira signal različitih frekvencija za zujalicu

Da bi sve funkcioniralo kako smo zamislili, prekide moramo omogućiti:

Enable Timer1

Enable Interrupts

Ovisno o vrijednosti upisanoj u registar OCR1A (10 000-100), prekidi će se događati 200–20 000 puta u sekundi. Prekidna rutina je jednostavna, u njoj samo mijenjamo logičko stanje izlaza BUZ (=PB3) i odmah se vraćamo u glavni program:

Tim1_sub:

Portb.3 = Not Portb.3

Return

Kako je za jedan potpuni titraj potprogram *Tim1_sub* potrebno izvršiti 2 puta, ovisno o vrijednosti upisanoj u registar OCR1A na pinu PB3 dobit ćemo signale frekvencije 100 Hz do 10 kHz, baš kako je u zadatku i postavljeno.

Jednom kad smo ih generirali, tajmeri samostalno obavljaju posao generiranja impulsa, jedino im moramo upisati odgovarajuće vrijednosti u registre OCR0B, odnosno, OCR1A. To radimo u glavnoj petlji, nakon što očitamo vrijednost napona na klizaču potencijometra P1 (=PC3):

Do

Adc_vrijednost = Getadc(3)

Prikladnu vrijednost za OCR1A dobit ćemo ovakvim računom

Frekvencija = 200000 / Adc_vrijednost

Ocr1a = Frekvencija

a vrijednost za OCR0B ovako:

Adc_vrijednost = Adc_vrijednost / 4

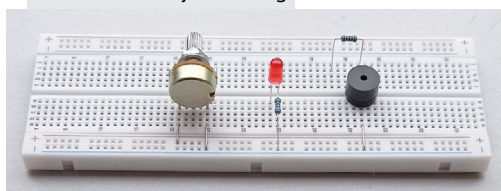
Ocr0b = Adc_vrijednost

Loop

Adc_vrijednost i *Frekvencija* varijable su koje smo morali definirati na početku programa:

Dim Adc_vrijednost As Word

Dim Frekvencija As Long



Slika 24. Fotografija sklopa sa Slike 20 na testnoj pločici

Napomene: Članak je izvorno objavljen u slovenskom časopisu *Svet elektronike*. Za objavljivanje u časopisu *ABC tehnike* prilagodili autori. Programe *Geekreit_4.ino* i *Geekreit_4.bas* možete besplatno dobiti od uredništva časopisa *ABC tehnike*.

Vladimir Mitrović i Robert Sedak

Taksonomija i standardizacija robota

Prije šezdeset godina kada je započela suvremena (industrijska) robotička praksa nije bilo nikakvih stručnih pojmova povezanih s robotima i robotikom. Čak je i sam pojam robot bio upitan kao naziv za "višenamjenski programibilan manipulator". Stoga su mnogi pojmovi vezivani uz automatizaciju. No s vremenom se, sa stjecanjem iskustava, počeo umnažati i broj raznovrsnih robotičkih sredstava i s njima povezanih pojmova i naziva. Već sredinom sedamdesetih godina stvorena je osnovna terminološka robotička domena koja je tijekom devedesetih narasla do mjere da ju je bilo potrebno sređivati. Postupno je nastajala taksonomija robota na koju su se oslanjali i standardi.

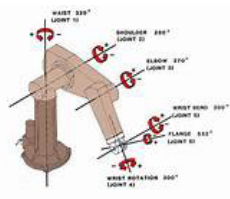
Taksonomija (od starogrčkog *tassein* – "svrstati" i *nomos* – "zakon") je znanost koja, na temelju osobina, sličnosti i razlika jedinica unutar skupa koji se uređuje imenuje, kategorizira i razvrstava te jedinice u skupine. Taksonomske sheme mogu klasificirati živa bića i stvari, mjesta, pojmove, događaje i sl. Povijesno se pojam taksonomija odnosio na klasifikaciju živih organizama, ali se postupno počeo koristiti u širem smislu i na ime-

Prvi međunarodni standard vezan uz robote "ISO 8373 – Roboti i robotski uređaji – Rječnik" pojavio se 1996. godine i obuhvaćao je samo područje "industrijskih manipulacijskih robota", a kasnije je proširen na sve robote. Tehnički odbor za robotiku (TC) 299 revidirao je svoju službenu definiciju više puta u proteklim godinama kako bi uključio sve nove domene i oblike robota. Njihovi ključni čimbenici razlikovanja su autonomija, mobilnost i ponašanje usmjereno na zadatak.

novanje i klasifikaciju stvari, pa tako i na robote. Taksonomija je u pravilu hijerarhijski strukturirana tj. polazi se od temeljnih pojmova, a to su u slučaju robotičke domene "robot" i "robotika". Uz te pojmove vezuju se drugi koji čine jezgru elementarnih pojmova koji se definiraju. Osim dijelova stroja definiraju se tako i "(robotika) aktivnost", ili "(robotski) zadatak", aktuator, lokomocija itd.



KONVENCIONALNA I NAPREDNA ROBOTIKA. Svi roboti pripadaju nekoj od dvije kategorije: konvencionalne ili napredne robotike. Naziv "konvencionalna robotika" određen je povijesno prema tome što je baza manipulacijskih robota bila nepomična. Na slici lijevo jedan je od prvih računalom vođenih industrijskih robota T3 američke tvrtke Cincinnati Milacron koja danas ne postoji. No postojali su prvi pomični ili mobilni industrijski roboti nazivani AGV (automatska vođena kolica) koji su se kretali po tvorničkim halama slijedeći vodove ispod poda. S vremenom su se pojavili i prvi mobilni roboti poput bolničkog dostavljača Helpmatea koji pripada kategoriji naprednih profesionalnih servisnih robota.



KONVENCIONALNA ROBOTIKA. Unutar kategorije konvencionalnih robota razlikuju se tipovi industrijskih robota, manipulatora te mobilnih robota. Industrijske ruke razlikuju se dogovorno i imenuju prema kinematičkoj strukturi manipulatora pa tako imamo kartezijeve, polarne, cilindrične, revolutne manipulatore kao četiri osnovne strukture kojima su kasnije pridodane strukture SCARA i DELTA. Daljnja taksonomija uključuje načine upravljanja pri izvođenju akcije ili područja uporabe robota poput prenošenja, zavarivanja, inseriranja i sl. Kategorija “mobilni roboti” podrazumijeva pokretni mehanički sustav s vlastitom kontrolom. Mobilni robot može biti mobilna platforma sa ili bez manipulatora. Dok su zglobovi robota na proizvodnim linijama industrijski roboti, slični zglobovi robota koji se upotrebljavaju za posluživanje hrane su uslužni roboti.

Brzina razvoja izaziva i traži širenje taksonomije “robotike” pa se od stručnjaka traže neprestana proširivanja sistematizirane domene i određivanja nedvosmislenih definicija.

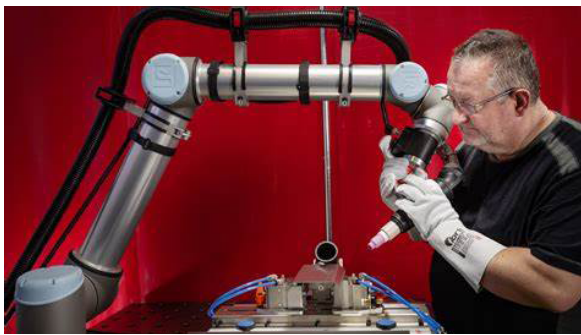
Sustavna klasifikacija i imenovanja unutar područja ima veliku praktičnu važnost. Ona pretvodi donošenje standarda i poopćavanju ideja, a to olakšava postupke dizajna, proizvodnje, prijenosa znanja i vještina između istraživačkih grupa kao i među područjima istraživanja i razvoja. To dovodi do stvaranja stručnih formalizama. Taksonomija i standardizacija međusobno se isprepliću.

To se vidi i kod lokalne i kod međunarodne suradnje pri usporedbi i obradi istraživanja i različitim statističkim obradama tržišta. Primjer su danas nezaobilazni svjetski relevantni godišnjaci *World robotics* Međunarodne federacije za robotiku s opsežnim statističkim pregledi-

ma po pojedinim područjima primjene robota. Prikupljanje podataka i njihova sustavna obrada ne bi bila moguća bez taksonomije i usuglašenih međunarodnih ISO standarda Međunarodne organizacija za standardizaciju. Standard koji uređuje područje robotike je ISO 8373, a njega uređuju i pripremaju pojedini tehnički odbori.

Prvi međunarodni standard “ISO 8373 – Roboti i robotski uređaji – Rječnik” pojavio se 1996. godine i obuhvaćao je samo područje “industrijskih manipulacijskih robota”. On je proširen

Brojne nacionalne i međunarodne stručne organizacije za razvoj standarda bave se taksonomijom i standardima vezanima uz robotiku. Udruge poput poznatih ANSI/ITSDF, ASTM, ANSI/RIA, IEEE, ISO i SEA objavile su ukupno više od 140 standarda vezanih uz robotiku.



NAPREDNA ROBOTIKA (SERVISNI I KOLABORATIVNI ROBOTI). Brzi razvoj servisne robotike uglavnom je posljedica četvrte industrijske revolucije. Porast komercijalnih aktivnosti doveo je do osnivanja IFR Service Robots Group 2002. godine. Ona je razvila taksonomiju kojom se prikupljaju podaci za statističke obrade koje su polazište za procjenu i analize i tržišta.

ISO standard je definirao servisne robote kao one koji se ne koriste u industriji. Kolaborativni roboti (slika desno) svrstani su u grupu naprednih robota zbog njihove temeljne razlike u odnosu na konvencionalne industrijske robote u odnosu prema čovjeku operateru koji više nije odvojen ogradama od robota.



OSOBN I PROFESIONALNI SERVISNI ROBOTI. S porastom broja osobnih robota počelo se govoriti o konzumerističkoj robotici koja obuhvaća široku domenu kućanskih i vrtne robotičkih pomagala, preko zabavnih i rekreacijskih do edukativnih kućnih robotiziranih asistenata. ISO standard, kao i IFR klasificira servisne uslužne robote u dvije glavne klase. Prva klasa su roboti za osobnu i kućnu upotrebu (roboti koji obavljaju kućanske poslove), roboti za zabavu, pomoć starijim osobama i osobama s invaliditetom, osobni prijevoz, kućna sigurnost i nadzor te druge vrste domaćih robota. Tipične primjene ovih robota uključuju zadatke nekomercijalne prirode. Na slici lijevo prikazana je grupa servisnih robota tvrtke Samsung, dok je u sredini grupa osobnih robota tvrtke Sharp. Neki od tih robota mogu se koristiti i kao profesionalni servisni roboti. Skladišni roboti na slici lijevo imaju isključivo profesionalnu namjenu. Jedan od njih je opremljen manipulatorom i pripada grupi mobilnih kolaboracijskih robota.

tako da je 2007. godine ISO organizirao stručno povjerenstvo koje je definiralo servisni (uslužni) robot kao robot koji "obavlja korisne zadatke za ljude ili opremu isključujući aplikacije industrijske automatizacije".

ISO 8373:2012 "definira pojmove koji se koriste u vezi s robotima i robotskim uređajima koji rade u industrijskim i neindustrijskim okruženjima". Vidimo da se definicije pojmova rječnika odnose u početku i na industrijsku i na uslužnu robotiku. ISO standarde vezane uz robotiku mijenjaju Tehnički odbori (TC – od engleskog *Technical Committees*) za robotiku. Tako je primjerice ISO/TC 184 s nazivom "Sustavi automatizacije i integracija", Pododbor SC 2, Roboti i robotski uređaji pripremio 2012. godine ISO 8373 koji uređuje područje robota i robotskih uređaja, a TC 299 revidirao je u više navrata službenu definiciju robota kako bi uključio sve novine i ključne čimbenike razlikovanja poput autonomnosti robota, mobilnosti, ponašanja usmjerenih zadatku i sl.

Čak i ključni ili polazni pojam "robot" zbog brzog razvoja i širenja i danas je podvrgnut stalnom preispitivanju jer ne postoji definicija s kojom se svi slažu. U skladu s normom ISO 8373:2012, robot je "pokretani mehanizam koji se može programirati u dvije ili više osi sa stupnjem autonomije, koji se kreće unutar svoje okoline, za obavljanje predviđenih zadataka". Aktuirani mehanizmi kojima nedostaje broj programibilnih osi ili koji se u potpunosti upravljaju na daljinu (nema stupnja autonomije), ali inače zadovoljavaju definicije industrijskih ili uslužnih robota, nazivaju se robotski uređaji.

Kategorizacije i definicija cjelokupnog područja robotike dijeli se na konvencionalnu i

naprednu robotiku. Slijedeći ovu ideju, servisni roboti pripadaju području napredne robotike. Ova opća definicija je valjana, ali vrlo široka, uglavnom zato što je područje robotike vrlo široko područje istraživanja, a predlaganje opće i univerzalne definicije nije trivijalan zadatak.

Međunarodna federacija robotike (IFR) prihvatila je tu definiciju i dodala da servisni robot mora imati poluautonomno ili potpuno autonomno ponašanje. Naknadno su se pojavila mišljenja da je ugradnja prirodnog komunikacijskog sustava i prisutnost umjetne inteligencije (AI) nužna u kategoriji uslužnih robota kako bi se takvi roboti mogli prilagođavati nestrukturiranom okruženju. Štoviše, IEEE RAS (Društvo za robotiku i automatizaciju) posvetio je napore u zadatku objedinjavanja pojmova.

Klasične ISO definicije potrebne su za razumijevanje klasifikacijskih shema IFR-a, statistike industrijskih robota IFR-a i naknadno razgraničenje statistike uslužnih robota. ISO i IFR definiraju "industrijski robot kao automatski upravljani, reprogramabilan, višenamjenski manipulator, programabilan u tri ili više osi, koji se može učvrstiti na mjestu ili biti mobilan za upotrebu u primjenama industrijske automatizacije. Industrijski robot uključuje manipulator s aktuatorima i kontroler, uključujući privjesak za učenje i svako komunikacijsko sučelje (hardver i softver). Na tu definiciju nastavlja se kasnije opis servisnih robota koji "obavlja korisne zadatke za ljude ili opremu, isključujući primjene industrijske automatizacije".

Profesionalni servisni robot je servisni robot koji se upotrebljava za komercijalne zadatke,

a njime obično upravlja pravilno osposobljen operater. Robot za čišćenje javnih mjesta, robot za dostavu u uredima ili bolnicama, robot za gašenje požara, robot za rehabilitaciju i robot za kirurgiju u bolnicama.

Čini se da je pojam robota sve teže točno definirati s obzirom na njihove različite strukture, funkcije, primjene i izgled. Vrlo utjecajna tehnološka područja utječu na pojave novih generacija robota uključenih u Industriju 4.0 s Big Data bazama, brзом izradom prototipova, različitim vrstama proširenih stvarnosti (AR/VR/XR), internetom stvari (IoT), internetom robota (IoR), konceptom robota kao usluga (RaaS), Edge Robotics koncept, simulacijom, računalstvom u oblaku i drugim područjima. Nove generacije industrijskih i servisnih robota ovise o računalnim i telekomunikacijskim rješenjima koja se intenzivno koriste u informacijsko-komunikacijskom okruženju.

Zbog toga tradicionalne ISO definicije postaju preuske. Sve jasnije nestaju podjele između uskog "mehatroničkog" određenja robotike i informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Poslovično konzervativna zajednica robotike otvara se sinergiji s računalnim znanostima, umjetnom inteligencijom ili kognitivnom mehatronikom.

Svjedočimo također i promjeni paradigme o kompatibilnosti organizama i robota, posebice ljudi i robota jer se mijenjaju i proširuju kognitivne veze između ljudi i robota, a mijenja se i tradicionalni čovjek-robot *interfejs*.

Roboti se, osim što postaju sve više međusobno povezani strojevi razvijaju prema tjelesnim kibernetičkim sustavima s obilježjima radikalno novih tvorevina.

Igor Ratković

DODATAK (Nekoliko definicija robota)

Udruženje industrije robotike (RIA) načinilo je svoj prvi standard za robote i robotske sustave (R15.06:1999) koji je preuredilo i nadopunilo vrlo utjecajnom verzijom ANSI (RIA R15.06:2012). Prema standardu iz 1999. robot je reprogramibilni, višenamjenski manipulator dizajniran za pomicanje materijala, dijelova, alata ili specijaliziranih uređaja kroz promjenjive programirane pokrete za obavljanje različitih zadataka.

Oxfordski rječnik (2008.) definira robot kao "stroj nalik ljudskom biću koji je u stanju automatski replicirati određene ljudske pokrete i funkcije (posebno u znanstvenoj fantastici)".

Rječnik Mariam Webster nudi 2016. laičku definiciju: "robot je stroj koji nalikuje živom biću zbog sposobnosti samostalnog izvođenja pokreta hoda ili na kotačima i izvođenja složenih radnji prihvata i premještanja predmeta".

ISO 8373:2012 iz 2012. opisuje robot kao pokretani mehanizam koji se može programirati u dvije ili više osi sa stupnjem autonomije, krećući se unutar svog okruženja za obavljanje predviđenih zadataka, da bi u ISO 8373:2020 iz 2020. godine ta definicija bila znatno skraćena na "programirani pokretani mehanizam sa stupnjem autonomije za izvođenje kretanja, manipulacije ili pozicioniranja". Naglasak je na autonomiji, preporuča se izbjegavanje vezivanja robota uz automatizaciju.



ŠTO JE ROBOT? Kako uspostaviti jedinstvenu definicijsku vezu između manipulacijskog uređaja za robotsku rehabilitaciju (slika lijevo) i sve brojnijih kineskih androida na slici desno? Spojiti to s primjerice nanorobotima ili virtualnim botovima još je teže. Popularna internetska igra WORDI (slika u sredini) nudi sažetak pojma robot na temelju više od trideset definicija u rasponu od standardnih preko ekspertnih do laičkih. Definicija koja opisuje robot kao "složeni sustav s mehanikom, elektronikom, senzorima, aktuatorima i softverom, koji izvršava zadatke s određenim stupnjem autonomije, a može se unaprijed programirati, upravljati na daljinu ili provoditi izračune za donošenje odluka" sve je podložnija preispitivanju.

Osam najčudnijih robota na svijetu

MenteeBot

Iako može izgledati kao prilično retrorobot, sa zglobnim rukama koje se pomiču graciozno-šću autobusa, MenteeBot je puno više nego što se čini na prvi pogled. Dizajniran je za učenje u hodu, koristeći modele umjetne inteligencije kako bi odgovorio na različite situacije i zadatke, kao što je pomoć u guranju kolica nekome u invalidskim kolicima. MenteeBot ima sustav "Sim2Real" koji skraćuje vrijeme potrebno za prelazak sa simuliranog zadatka na stvarni zadatak. To bi, kada se podupre tehnikama učenja pojačanja, paketom senzora i mješavinom pokretača, 2025. godine moglo proizvesti robot koji može pomoći u zadacima u rasponu od automatizacije skladišta do pomoći u kućnim okruženjima.

Video MenteeBot

Menteebot može upravljati složenim okruženjima kombinirajući 3D-model svijeta s dinamičkom kartom prepreka. Prvog dana na novoj lokaciji Menteebot generira 3D-model prateći osobu koja pokazuje robota uokolo. Ova demonstracija također prikazuje okretanje na mjestu kako bi



se osoba zadržala u središtu vidnog polja. Ovo je važno jer Menteebotove mentoriraju njihovi ljudski kolege. Video također prikazuje LLM OS u akciji kao i razne vrste hoda.

Casio Moflin

Roboti kućni ljubimci nisu ništa novo, ali Casio Moflin jedan je od prvih koji je usmjeren na maženje i razvijanje veze sa svojim korisnicima. Nalik komadu krzna križanom s hrčkom, Moflin nosi tehnologiju koja mu omogućuje razvoj simulirane osobnosti i prepoznavanje glasa vlasnika i načina na koji korisnik njime rukuje.

Za razliku od drugih robota kućnih ljubimaca, kao što je Sonyjev pas Aibo, Moflin nije dizajniran da juri za lopticama ili da bude aktivan kućni ljubimac, već da pruža utješno društvo ljudima i izgrađuje odnos s njima. Moflina ne treba hraniti, ali će simulirati osjećaj tuge ili tjeskobe ako nema redovitu interakciju, a te interakcije će zauzvrat pomoći u razvoju Moflinove osobnosti.

Video Casio moflin

izvor: www.livescience.com

Snježana Krčmar

