

AEROROBOTIČAR MIRKO KOVAČ: ŽELIM STVORITI ROJEVE LETEĆIH ROBOTA



MAGAZIN ZA NOVO DOBA LIDER

Tehnopolis

BROJ 29 • SVIBANJ 2014.

BALKANIZACIJA INTERNETA

MREŽA SVIH MREŽA PRETVARA
SE U 'SPLINTERNET'



EKSPLOZIJA SERVISIA ZA UPOZNAVANJE

TRAŽI SE
SRODNA DUŠA

**Gerila u
Brazilu ubija
djecu kliconoša**

GMO KOMARCI
RASPAČAVAJU SMRTONOSNE
GENE SUBRAĆI



SOFTVERSKA SUPSTITUCIJA

Boti eliminiraju ljude



17. LIPNJA 2014. ZAGREB, HOTEL WESTIN

TREĆA KONFERENCIJA

O ENERGETSKOJ BUDUĆNOSTI

WWW.LIDERPRESS.HR/KONFERENCIJE

VLADINA ENERGETSKA POLITIKA - **PROVEDBA**

Kako se uključiti u energetski razvoj Hrvatske



- Strateške investicije u energetsom sektoru i industrijska strategija
- Ravnoteža cijena, sigurnosti i zaštite okoliša
- Što nam pruža istraživanje i eksploatacija ugljikovodika
- Nacionalni energetske projekti i nove investicije
- Budućnost obnovljivih izvora energije i izmjene u tarifnom sustavu
- Razvoj tržišta prirodnog plina u Hrvatskoj

Kontakt: 01/6333-536 · konferencije@liderpress.hr

GLAVNI POKROVITELJ
 **MINISTARSTVO
GOSPODARSTVA**

GENERALNI SPONZOR

 **PBZ**

PBZ je član grupe: INTESA SANPAOLO

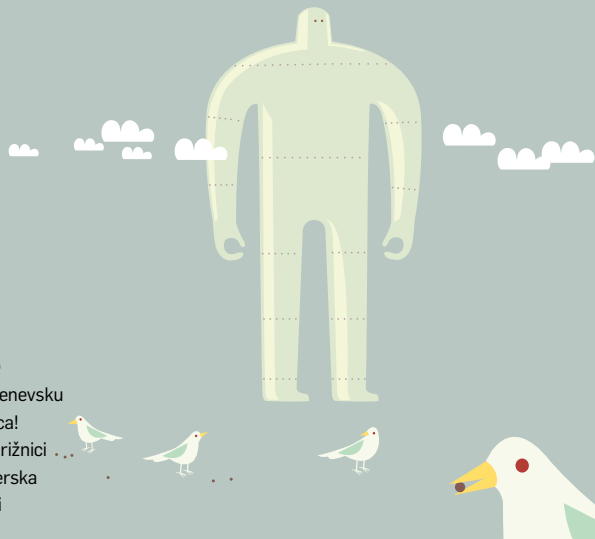
ORGANIZATOR

LIDER 

6

Boti eliminiraju ljude

Ujedinjeni narodi pripremaju 'ženevsku konvenciju' protiv robota ubojica! Eto do čega je došlo kad dušebrižnici slušaju upozorenja da je softverska supstitucija izmahnula kontroli



12

Intervju s Mirkom Kovačem

Aerorobotičar i direktor Aerial Robotics Lab Department of Aeronautics na Imperial Collegeu London projektira leteće robote koji bi mogli biti ključni u slučaju katastrofa, traganju za nestalima i njihovu spašavanju

IMPRESUM

Glavni urednik
Miodrag Šajatović
Urednica izdanja
Tatjana Vukić

Grafičko oblikovanje
Ivana Jurić

Novinari

Gordana Gelenčer
gordana.gelencr@liderpress.hr

Ratko Peter
ratko.peter@liderpress.hr

Kata Pranić
kata.pranic@liderpress.hr

Valentina Starčević
lider@liderpress.hr

Darija Tabulov-Truta
darija.tabulov-truta@liderpress.hr

Mladen Volarić
lider@liderpress.hr

Lektori

**Darko Jurić, Jasna Kufner,
Jelena Palameta**

Urednički savjet

Snježana Bahtijari (Ericsson
Nikola Testa)

Ivo Friganović (HAMAG-BICRO)

Dunja Petercol (HAMAG-BICRO)

Fotografi **Dražen Lapić**
Ratko Mavar

Direktor **Željko Vuketić**
Marketing

Bojana Božanić Ivanović, direktorica

**Jasmina Džanović, Hrvoje Klanac,
Ana Popović Kišur**

Distribucija **Tisak d.d.**
Slavonska avenija 2, Zagreb

Tisak **Radin print d.o.o.**
Gospodarska 9, Sveta Nedelja

Izdavač Lider media d.o.o.
Savska cesta 41, Zagreb
Telefon: +385 1 63 33 500
Telefaks: +385 1 63 33 599
www.liderpress.hr

16 Uzori za pametan posao

Idoli ipak postoje. Najpametnije tvrtke na svijetu mogle bi biti među njima

18 Balkanizacija interneta

I mreža svih mreža cjepka se prema nacionalnom ključu. Pretvara se u 'splinternet'

20 Poput pilota očekuj neočekivano

Spremno dočekati neočekivano mogu samo dobro utrenirani pojedinci. Na tome počiva 'Koncept za procjenu mentalne spremnosti pilota' na kojem radi tim profesora Krešimira Čosića u sklopu Laboratorija za interaktivne simulacijske sustave Fakulteta elektrotehnika i računarstva

24 Poticaji drukčiji od drugih

Nabava električnih, 'plug-in' hibridnih i hibridnih vozila u Hrvatskoj će se sufinancirati s trideset do sedamdeset tisuća kuna po vozilu. Za takvo je poticanje osigurano sedam milijuna kuna

26 Alternativa benzinu i dizelu

Hibridi i električna vozila osvajaju autoceste, a goriva budućnosti misli inovatora

28 Kad cement pozeleni

Potražnja za cementom pala je u kriznim godinama, od 2008. za čak četrdeset posto. Inovacije pokušavaju popraviti bilancu

34 Motori cirkularne ekonomije

Otkucavaju posljednje minute linearne ekonomije koja djeluje prema načelu 'uzmi - proizvedi - baci'. Nadomješta je dinamično kružno gospodarstvo, a u svemu pomaže obveza primarne selekcije

36 Zemlja od zlata, drva, kakaa i nafte

Gana je, kažu, izvoznica kakva se samo poželjeti može. Druga je na svijetu prema proizvodnji kakaa, druga prema proizvodnji zlata, a način na koji je iskoristila nedavno nađena naftna nalazišta mogao bi nadahnuti. I trebao bi nas upozoriti

39 Lov na CO₂

Sezona lova opet je počela. Dok jedni istražuju vodik, drugi ističu da se itekako isplati hvatati i skladištiti ugljikov dioksid

40 GMO gerila ubija djecu kliconoša

Genetički preinačeni komarci raspačavaju smrtonosne gene subrači. Zasad, pod okriljem zakona, samo u Brazilu

42 Patuljci protiv manjkave imunosti

Lijekovi u koje je svoje prste uvukla nanotehnologija trebali bi omogućiti pobjedu u ratu protiv mnogih kroničnih bolesti

48 Trenutak za RFID

Tehnologija koja se koristi radijskom frekvencijom kako bi se razmjenjivali podaci između prijenosnih uređaja i računala u Hrvatskoj se slabo upotrebljava. Treba se početi više primjenjivati, makar zbog pritiska konkurencije

50 Spojlery

Predstavljamo tri prvorazredne ideje za elektronička iskustva te otkrivamo kakav je suživot tehnologije i radijsko-televizijskog voditelja Davora Dretara Drele

44

Traži se srodna duša za...

Servisi za upoznavanje razigravaju maštu. Radi zabave ili potpuno ozbiljno nekoć su se čitale rubrike 'ženidba/udaja'. Danas su ih zamijenili mnogo sofisticiraniji alati u obliku aplikacija i društvenih mreža

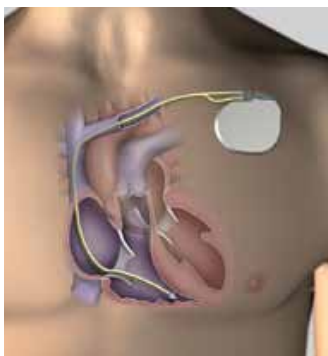


Infosvijet

Strahovi se osjećaju u zraku. Ugrožene su privatnost i priroda

Wi-Fi pokreće 'pacemaker'

Postignuće da se srčani otkucaji reguliraju bežičnom energijom, odnosno Wi-Fi-em, moglo bi uskoro pomoći srčanim bolesnicima. Prvi su put uspjeti pokusi s bežičnim prijenosom energije na živom biću, zecu kojem su znanstvenici s američkog sveučilišta Stanford ugradili srčani elektrostimulator. Ostvare li se planovi znanstvenika, sličan bežični 'pacemaker' bez baterije uskoro bi mogli dobiti i ljudi, a pokretali bi ga elektromagnetski valovi.



TEHNOLOŠKI PORAZ KRIŽOBOLJE

Prof. dr. sc. Goran Marković i doc. dr. sc. Nejc Šarabon, utemeljitelji Motus Meliora, novoga sportskog i rehabilitacijskog centra u Zagrebu, razvili su novi dijagnostički sustav za neinvazivnu procjenu čimbenika rizika nastanka križobolje, globalnoga zdravstvenog problema koji bar jedanput u životu pogodi 75 posto građana svijeta. Sustav računalno bilježi pokretljivost kralježnice, držanje, aktivaciju površinskih i dubinskih mišića trupa te jakost i mišićnu izdržljivost glavnih skupina mišića trupa i zdjelice. Tehnologija koju primjenjuju, navode u Motus Melioru, omogućuje odabir najbolje metode funkcionalne rehabilitacije koja osim uklanjanja boli vraća funkcionalnost tijela i sprečava ponavljanje križobolje.



Izjave:



Phil Zimmerman, kriptolog i osnivač tvrtke Silent Circle:
- Kad bi me netko posljednjih godina pitao koliko može biti siguran u uporabi kriptosoftvera, morao sam odgovoriti: 'Imamo dobre kriptote, ali računalo koje upotrebljavate možda je zaposjeo haker, pa one i nisu važne.' Taj problem sad pokušavamo riješiti Blackphoneom



Richard J. Norby, istraživač u američkom laboratoriju Oak Ridge National Laboratory u državi Tennesseeju:
- Produljenje životnoga ciklusa pojedinih biljnih vrsta može dramatično utjecati na brojne biljne i životinjske vrste, poput pčela. Još je teško predvidjeti koje će vrste imati koristi, a koje će propasti zbog takvih rezultata klimatskih promjena



IDEJE FRCAJU NA CROAPPSU

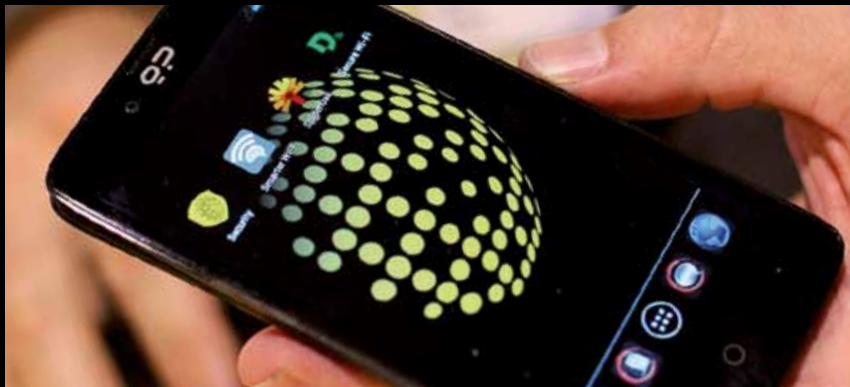
Danas se u svijetu upotrebljava više od milijardu pametnih uređaja, a u najvećim 'app trgovinama' više je od dva milijuna mobilnih aplikacija. Potaknuti, među ostalim, tim podacima, u Europskoj udruzi studenata elektrotehnike i računarstva (EESTEC) koja djeluje na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (FER) Sveučilišta u Zagrebu organiziraju međunarodnu stručnu radionicu CroApps koja će se održati od 2. do 6. lipnja 2014. u FER-ovim prostorijama. Sudionici će od predstavnika uspješnih tvrtki (Gauss, Infobip, Infodom, CS Computer Systems, Asseco, Oasys i Apis) iz prve ruke doznati sve o tehnikama izrade, vrstama, trendovima i najnovijim tehnologijama s područja mobilnih i web-aplikacija. Na zatvaranju radionice timovi će predstaviti svoja rješenja, od kojih će najbolje biti nagrađeno. Na CroApps sudjelovat će između petnaestero i dvadesetero stranih studenata iz raznih europskih gradova te studenti sa Sveučilišta u Zagrebu. U udruzi EESTEC LC Zagreb navode da je tržište mobilnih aplikacija golemo, prilika ima na svakom koraku, ideje frcaju na sve strane, a i velika je mogućnost zarade.

4,7-inčni

IPS zaslon koji podržava do četiri dodirne točke istodobno te dvije kamere, stražnju rezolucije od 8 MP i prednju od 5 MP, ima i Blackphone, novi trendi pametni telefon

7

dana unaprijed pomaknuo se posljednjih godina datum u kojem biljke u Europi u prosjeku počnu cvjetati u odnosu na početak cvatnje 1971. Raniju cvatnju skrivile su klimatske promjene



NAVALA NA BLACKPHONE

ŠIFRIRANI MOBITELI LIKVIDIRAJU ŠPIJUNAŽU

S cijenom višom od 629 američkih dolara pametni mobiteli koji štite privatnost svojih korisnika postaju globalni hit

Bolje zakuhavanje kampanje za prodaju novih pametnih telefona teško je i zamisliti od one koju je dobio Blackphone, mobitel stvoren u suradnji Silent Circlea, tvrtke specijalizirane za šifrirane komunikacije, i španjolskog proizvođača Geeksphone. Premda su prve primjerke rasprodali 'na neviđeno', odmah nakon što su početkom godine najavili kako su proizveli te-

lefon koji onemogućava prislušivanje, i to za 629 američkih dolara u prednarudžbi (bez poraza i drugih troškova), navala za preuzimanje prvih uređaja koje će isporučiti početkom lipnja još se zahuktala nakon nereda u Ukrajini. Navodno su, naime, prosvjednici na kijevskom Trgu neovisnosti u jednom trenutku dobili SMS s broja 111 koji im je doslovce poručio: 'Dragi

pretplatniče, registrirani ste kao sudionik masovnih nereda.' Odmah je počela lavina spekulacija da je poruka prosvjednicima stigla iz ureda tadašnjega ukrajinskog predsjednika Viktora Janukoviča. Pokrenuta je i lavina pitanja za kriptologa i aktivista Philla Zimmermana, osnivača Silent Circlea koji je stvorio Blackphone, pametni telefon koji sprečava slične prijetnje mobilima. Ukrajina i područja sa sličnim poremećenim odnosima nisu jedina mjesta na kojima bi posjedovanje Blackphonea moglo biti dragocjeno. Zimmerman ističe da je afera s Edwardom Snowdenom, zviždačem i bivšim obavještajcem američke Nacionalne agencije za sigurnost (NSA), potvrdila kako nas prate u oblacima, telefonskim razgovorima, po internetskim prepiskama i pretraživačima... Stoga je Zimmerman stvorio posebnu inačicu operativnog sustava Android, takozvani PrivatOs, koji blokira mnoge načine zbog kojih cure podaci o korisničkim aktivnostima. Blackphone je samo jedan od mobilnih sustava nedavno lansiranih na tržište koji štiti podatke. Među jačim igračima u toj su igri CryptoPhone te Open Whisper Systems. Ukrajinska epizoda lansirala ih je u središte zanimanja možda i zato što se Blackphone također odlikuje drugim primamljivima i općeprihvaćenim telefonskim značajkama.

STAKLENIČKI PLINOVI PRODULJILI ŽIVOT BILJAKA

Životni ciklus biljaka ne produljuje samo povišenje temperature nego i viša razina stakleničkih plinova. Zaključeno je to nakon što su istraživači povećali emisiju ugljikova dioksida na poljoprivrednim parcelama da bi ispitati kako klimatske promjene utječu na bilje. Kako je objavljeno u časopisu Nature, rezultati istraživanja pokazuju da povećanje razine ugljikova dioksida u atmosferi može produljiti sezonu rasta i dozrijevanja trava te drugih biljaka. Prijašnje studije već su pokazale da se u mnogim

djelovima svijeta produljuje razdoblje u kojem dozrijeva bilje. U usporedbi s 1900., primjerice, sezona u kojoj bilje raste od posljednjega proljetnog do prvoga jesenskog mraza u Sjedinjenim Američkim Država produljila se za gotovo dva tjedna. U Europi, prema istraživanju na uzorku od više od 540 vrsti biljaka, potvrđeno je da se početak cvatnje od 1971. do 2000. pomaknuo tjedan dana unaprijed, a termin kad biljka uvene u jesen odgođen je za u prosjeku četiri dana u posljednjih četrdesetak godina.



BOTI ELIMINIRAJU LJUDE

Ujedinjeni narodi pripremaju 'ženevsku konvenciju' protiv robota ubojica! Eto do čega je došlo kad dušebrižnici slušaju upozorenja poput onoga drugog najbogatijeg Zemljanina Billa Gatesa, koji tvrdi da su roboti ili boti izmaknuli kontroli

TEKST: KATA PRANIĆ ● FOTO: LIDEROVA ARHIVA

Još ove godine uživajte u 'ljudskom' nogometu na SP-u u Brazilu, možda na idućem prvenstvu svjetski najomiljenijega sporta zaigraju - roboti. Naime, već postoje robotske nogometne reprezentacije (ima je i Hrvatska), a pobjeđuje onaj tko ima jači softver. Najezdu robota ili bota, kako ih pomodno nazivaju, nemoguće je spriječiti, ulazi u sva područja života, a tehnologija je toliko napredovala da, primjerice, američki vojni robot trči 47 kilometara na sat, švicarski znanstvenici su izmislili robote koji se mogu sami sastaviti, rastaviti, samoorganizirati... Dr. Mirko Kovač, robotičar hrvatskog podrijetla, u Londonu stvara leteće robote, u Kinšasi u Kongu promet na ulicama već djelomično reguliraju roboti, najavljuju postavljanje robotora zaštitara u američkim školama, roboti kuhaju, konobare, pospre-

maju, operiraju, ubijaju... Došlo je dotle da Ujedinjeni narodi pripremaju 'ženevsku konvenciju' protiv robota ubojica.

Da su roboti (boti) izmaknuli kontroli pokazuje i upozorenje Billa Gatesa, drugoga najbogatijeg Zemljanina, da će u iduća dva desetljeća stvorovi koje pokreću softveri, algoritmi i senzori iskorijeniti ljude na brojnim radnim mjestima. No dok ostali pričaju, upozoravaju i rade, Google poduzetnički djeluje; kupio je u samo šest mjeseci osam tvrtki koje se bave robotikom. I dok svi pitaju zbog čega, Googleov glasnogovornik odbija odgovoriti. Zasad se zna da na Googleovu projektu stvaranja nove generacije robota, koji se odvija u Palo Altu u Silicijskoj dolini u SAD-u i Japanu, radi direktor Andy Rubin, zadužen i za besplatni softver android te kompanije. Sudeći

MOŽETE MIRNE DUŠE
UŽIVATI U 'LJUDSKOM' NOGOMETU NA
MUNDIJALU U BRAZILU, ALI NA NEKOM IDUĆEM
PRVENSTVU SVJETSKI NAJOMILJENIJEGA SPORTA
MOŽETE NAVIJATI ZA - ROBOTE. VEĆ POSTOJE
ROBOTSKE NOGOMETNE REPREZENTACIJE,
IMA JE I HRVATSKA. **POBJEĐUJE ONAJ
TKO IMA JAČI SOFTVER**

Bot je
skraćena od riječi
robot. Riječ je o automatiziranome
računalno pokretanom programu
koji neprekidno obavlja zadani posao.
Boti se najviše rabe na internetu i
obavljaju posao slično kao korisnici.
Njihov je posao nadzor nad
komunikacijskim kanalima



🔥 I na zagrebačkom Fakultetu elektrotehnike i računarstva razvijaju robotiku i usput se zabavljaju jer roboti čiji je softver nastao na FER-u igraju nogomet i predstavljaju Hrvatsku na **svjetskim robonogometnim natjecanjima**. Dok ne igraju nogomet, ti roboti plešu narodne plesove i sviraju

Istraživanje je pokazalo da čak **61,5 posto** posjetitelja na web-stranicama nisu ljudi nego boti, softverski roboti koji pretražuju sadržaj i katalogiziraju ga. Taj se postotak iz godine u godinu vrlo brzo povećava

prema proizvodima kupljenih tvrtki, očekuje se da će Google raditi robote koji sastavljaju male uređaje poput pametnih telefona, ali i na samovozećem automobilu... Ispada da Bill Gates, kao i mnogi drugi koji upozoravaju na posljedice utjecaja robotike, čija je komercijalna vrijednost procijenjena na 89 milijardi dolara u idućih deset godina, itekako znaju što pričaju.

- Na tržištu rada u idućih 20 godina doći će do velikih promjena i automatizacije radnih mjesta, na što ni ljudi ni vlade nisu pripremljeni - izjavio je Gates govoreći na gospodarskom skupu u Washingtonu.

Gates je najavio najezdu 'softverskih supstitucija', bota, naglasivši da ljudi nisu toga svjesni ni mentalno spremni na to da, primjerice, medicinsku sestru, vozača ili konobara u potpunosti zamijeni robot. Gatesovoj tvrdnji pridružio se i Economist objavljujući da će roboti zamijeniti i radnike u telekomunikacijama, računovodstvu te u još nekim djelatnostima. Rješenje je, drži Gates, u promjeni porezne politike te ostavljanju minimalne plaće na istoj razini da bi poslodavci i dalje, umjesto robota, zapošljavali ljude.

Kako god bilo, doima se da zasad ključ budućnosti tržišta rada i zanimanja drži Google, koji je kupnjom robotičarskih tvrtki iskoračio iz virtualne sfere u robotičku. Google se već koristi robotima, odnosno Googleovim botima u kontroli interneta. Bot je skraćenica riječi robot, riječ je o automatiziranom računalno pokretanom programu koji neprekidno obavlja zadani posao. Boti se najviše upotrebljavaju na internetu i obavljaju posao slično kao i korisnici, a njihov je posao kontrola kanala komunikacije. Riječ je o programima tipa softvera 'spider' i 'crawler' koje koriste web-trazilice za praćenje linkova na World Wide Webu i definiraju kataloge pretrage. Jedno je istraživanje pokazalo da čak 61,5 posto posjetitelja na web siteovima nisu ljudi nego boti, softverski roboti koji pretražuju sadržaj i katalogiziraju ga, a taj se postotak iz godine u godinu povećava velikom brzinom.

Googlebot crawler, puzajući softver, preko velike

skupine računala otkriva nove i ažurira postojeće stranice dodajući ih u Googleov indeks. Googlebot preuzima kopiju svake stranice jednom u vremenu od nekoliko sekundi, a takvo što nemoguće je izvesti ljudskim radom. No Googlebot ipak nije svemoćan jer ga se može blokirati, tko to želi treba ispitati mogućnosti, jedna od kojih je i program robots.txt, koji blokira pristup datotekama. Ipak ni to nije vječno rješenje jer će Googlebot vrlo brzo otkriti problem i osloboditi pristup. Google ima i nekoliko drugih agenata poput Feedfetchera, koji ne reagira na program robots.txt, ali vješti korisnici weba mogu obmanuti Google tako što će semantički 'zamutiti' sadržaj pa će ga Googlebot krivo indeksirati.

No osim posredstvom interneta Google svijet namjerava osvojiti i robotima. U tome će mu pomoći znanje, iskustvo i proizvodi stručnjaka iz nedavno kupljenih kompanija: Schaft Inc., Industrial Perception, Inc, Redwood Robotics, Meka Robotics, Holomini, Bot & Dolly, Boston Dynamics i DeepMind Technologies.

Ipak poznati se svjetski stručnjaci, za razliku od Gatesa, ne slažu da će roboti glatko ušetati u područje ljudskog djelovanja. Sveučilišni profesor Hod Lipson s američkog sveučilišta Cornell upozorava da treba tek vidjeti kako će se roboti snaći u prostoru izvan tvornica i skladišta, mjesta na kojima su izvrsno funkcionirali s ljudima posljednjih desetljeća. Lipson drži da je to tako jer su roboti u tim prostorima bili zaštićeni, ali da je zbog njihove nemogućnosti adaptacije, odlike koju posjeduje čovjek, na promjenu sredine teško predvidjeti kako će se ponašati. Jer se robotika razlikuje od softvera budući da roboti sudjeluju u automatiziranoj fizičkoj akciji.

No tako je zasad, ali pitanje je što će razvoj tehnologije uskoro promijeniti i kako će se odraziti na robotiku te hoće li se iz jednog mjesta u svijetu upravljati botima koji će operirati na svim kontinentima primjerice u bolnicama, restoranima, hotelima. Što robotika bude uspješnija, roboti će biti složeniji i sposobniji za 'samostalan' život neovisno o prostoru, jeftiniji i dostupniji u svakod-

Na FER-u su aktivni i robotičari koji su robotima što pomažu autistima udahnući dušu, odnosno ugradili softver. **Roboti Nao**, visiki 58 centimetara, sklopjeni su u Francuskoj, a dobili su imena prema likovima britanske serije 'Allo! Allo'. FER ih je platio 70 tisuća eura sredstvima koja je dobio od fondova EU za projekt vrijedan tri milijuna eura 🍀



Hrvatski robotičari ne zaostaju za svijetom - Hrvatska ima robota za svjetsku utrku. Riječ je o projektu **RONNA**, prvome hrvatskom medicinskom robotu čiji je softver izrađen na zagrebačkom Fakultetu strojarstva i brodogradnje. Prije godinu dana u KB-u Dubrava javnosti su ga predstavili prof. dr. sc. Bojan Jerbić, robotičar s FSB-a i voditelj projekta, i doc. dr. sc. Darko Chudy, liječnik u KB-u Dubrava

Znanstvenici sa švicarskog sveučilišta École Polytechnique Federale u Lausannei (EPFL) razvijaju robote **Swarm-bots** (s-boti), koji se grupiraju u skupine do 35 manjih robota, samoorganiziraju se i samosastavljaju te prolaze različite promjene. Ti su roboti nastali na temelju studija o inteligenciji rojeva kukaca, njihovu okupljanju i organiziranju ♥

nevoj uporabi u svim područjima života. U svakom slučaju riječ je o tehnološkom izazovu koji motivira na ulaganje znanja i novca. Lipspon predviđa da je osnovni motiv Googleova projekta robotika stvaranje samovozećeg automobila, koji će biti prvi posve samostalni robot u interakciji s ljudima, ali će ipak patiti od izvanjskog utjecaja jer bi njegove senzore, primjerice, na krivi put mogao odvesti odsjaj svjetlosti.

Iako Google trenutačno prednjači u vlasništvu nad projektima u robotici, morat će se ipak nositi s konkurencijom, zasad znanstvenika koji u Europskoj uniji uspješno razvijaju robote. Znanstvenici švicarskog sveučilišta École Polytechnique Federale u Lausannei (EPFL) razvijaju robote Swarm-bots, koji se grupiraju u skupine do 35 manjih robota, samoorganiziraju se i samosastavljaju te prolaze različite promjene. Ti su roboti nastali na temelju studija o inteligenciji rojeva insekata, njihovom okupljanju i organiziranju. Svaki iz skupine robota s-bot posve je samostalan, sposoban za navigaciju i pregled okoliša; sam određuje pravac kretanja, pretražuje područje i čak nosi teže predmete, a istovremeno komunicira s ostalim robotima i fizički se s njima spaja stvarajući 'roj'. Sam se s-bot kreće po lakšem terenu, ali kad se okupi 'roj' s-bota, zajednički svladavaju i one teške. Swarm-bot je i u razvojnoj fazi, a bude li komercijaliziran, zacijelo će ponajprije primjenu naći u vojnom sektoru. No ni hrvatski robotičari ne zaostaju za svijetom. Iako Hrvatska nije tehnološki razvijena, imamo robota za svjetsku utrku, a radi se o projektu RONNA, prvom hrvatskom medicinskom robotu, čiji je softver izrađen na zagrebačkom Fakultetu strojarstva i brodogradnje, a prije godinu dana u KB Dubrava javnosti su ga predstavili prof. dr. sc. Bojan Jerbić, robotičar FSB-a i voditelj projekta, i doc. dr. sc. Darko Chudy, liječnik KBD-a. Riječ je o robotu čija će primjena pojednostavniti neurokirurške zahvate, skratiti operaciju za više od dva sata i smanjiti troškove liječenja, a koji je fazi kliničkog ispitivanja i već su za njegovu komercijalizaciju zainteresirani Amerikanci. Na svjetskom

tržištu robota konkurentan je i hrvatski robot R Jet - 062, prvi za hidrauličku obradu betonskih i metalnih površina, izumljen u zagrebačkoj tvrtki INTECO d.o.o.. U graditeljstvu olakšava poslove sanacije betonskih površina i konstrukcija, a u industriji obavlja razna čišćenja, dekontaminaciju i ostale poslove koji inače ugrožavaju ljudsko zdravlje. R Jet - 062 male je težine, prilagodljiv prostoru, penje se stubama, a konkurencija je teškim i velikim strojevima.

I na zagrebačkom Fakultetu elektrotehnike i računarstva razvijaju robotiku i usput se zabavljaju jer roboti čiji je softver nastao na FER-u igraju nogomet i predstavljaju Hrvatsku na svjetskim robonogometnim natjecanjima. No dok ne igraju nogomet, ti roboti plešu narodne plesove i sviraju. Riječ je o malim robotima, koji su kao hrvatska robonogometna reprezentacija ACT Croatia 2008. godine na europskom prvenstvu Euroby osvojili peto mjesto.

Mudrost nije u taktici i skupim nogometnim zvijezdama, sudačkoj pomoći ili iznuđenim jedanaestercima nego u snazi softvera koji melje protivnika. Trener te reprezentacije je dr. sc. Mišel Brezak, znanstvenik s FER-a koji je prije nekoliko godina doktorirao na temu mobilni roboti. Prvo robotsko tijelo malih hrvatskih reprezentativca proizvedeno je u Koreji, a softver (mozak) je djelo profesora s FER-a. Nakon što su Korejci potrošeni, nabavljeni su Austrijanci, ali i njima je ugrađen hrvatski mozak. Kao i u pravom nogometu, i robonogomet igraju dvije ekipe od po pet igrača, razlikuju se po bojama, dva poluvremena traju po pet minuta i nadzire ih sudac. Na terenu su roboti samostalni, ali igra se razvija posredstvom računala i jedina ljudska intervencija je, dopusti li sudac, dizanje robota koji padne. Na FER-u su aktivni i robotičari koji su robotima što pomažu autistima udahnući dušu, odnosno inteligenciju. Roboti Nao, visoki 58 centimetara, sklopljeni su u Francuskoj, a dobili su imena prema likovima britanske serije 'Allo! Allo!': Monsieur LeClerc, Yvette, Edith, Her Flick, Helga i Rene. Govore i snalaze se u prostoru zahvaljujući mikrofonima i kamerama instaliranim u njima, a proizvela ih je francuska tvrtka Aldeberan Robotics, koja se bavi humanoidnim robotima. FER ih je platio 70 tisuća eura sredstvima koja je dobio od fondova EU za projekt vrijedan tri milijuna eura. Softver za te robote napravili su Damjan Miklič, viši asistent s FER-a, te Frano Petric, Anja Babić i Kruno Hrvatinić pa roboti mogu čitati tekst, igrati igrice križić-kružić i plesati 'chicken dance' te još dva plesa. FER-ovci su se udružili s kolegama s Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta kako bi napravili elemente dijagnostičkog protokola, odnosno omogućili robotu izgovor djetetova imena i praćenje njegove reakcije. No to je tek početak, ta ekipa ima još mnogo ideja koje namjerava realizirati, možda Google 'kupi' i FER, ali i zagrebački Fakultet strojarstva i brodogradnje te Intecova R Jet - 062 robota. ●



Poslovni magnat, filantrop i suosnivač Microsofta Bill Gates najavio je najezdu 'softverskih supstitucija' bota, naglasivši da ljudi nisu toga svjesni ni mentalno spremni na to da, primjerice, medicinsku sestru, vozača ili konobara potpuno zamijeni robot



Andy Rubin, Googleov direktor zadužen i za tvrtkin besplatni android, radi na projektu stvaranja nove generacije robota u Palo Alto u Silicijskoj dolini u SAD-u te Japanu. Prema proizvodima kupljenih tvrtki očekuje se da će Google proizvoditi robote koji sastavljaju male uređaje poput pametnih telefona, ali i na samovozećem automobilu



Hascheck

neprestano u naponu snage

Hrvatski akademski pravopisni provjernik, ili *Hascheck*, važan je kotač u razvoju hrvatskih prirodnojezičnih tehnologija

Hrvatski akademski *spelling checker*, poznatiji pod akronimom *Hascheck*, jedna je od najstarijih internetskih usluga u Hrvatskoj. Zaživjela je početkom 1993. godine u lokalnoj mreži Elektrotehničkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (danas Fakultet elektrotehnike i računarstva - FER), da bi 21. ožujka 1994. godine postala javnom uslugom strojne provjere teksta pisanoga hrvatskim jezikom.

U dvadeset godina djelovanja *Hascheck* je obradio osam milijuna tekstova, koji tvore korpus od dvije milijarde pojava. Za razliku od konvencionalnih pravopisnih provjernihika, *Hascheck* je ekspertni sustav, jer stalno uči nove riječi iz tekstova svojih korisnika. Učenje je visoko automatizirano, no ono podliježe

Za razliku od konvencionalnih pravopisnih provjernihika, *Hascheck* je ekspertni sustav, jer stalno uči nove riječi iz tekstova svojih korisnika. Učenje je visoko automatizirano, no ono podliježe ljudskome nadzoru radi očuvanja visoke preciznosti pravopisnoga rječnika

ljudskome nadzoru radi očuvanja visoke preciznosti pravopisnoga rječnika. Rječnik je na početku brojao oko 100.000 različenica, ali je tijekom dvadesetogodišnjega učenja narastao na više od dva milijuna različenica, od kojih polovica pripada hrvatskom općejezičnom fondu, dok drugu polovicu tvore posebnojezične, dominantno imenske različenice.

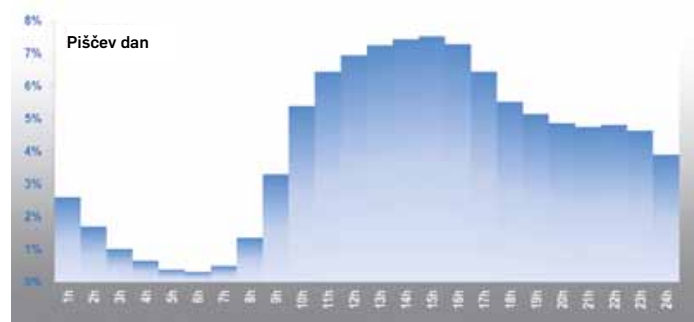
***Hascheck* je do sada** opslužio blizu pola milijuna korisnika u zemlji i svijetu. Ukupno 88 posto prometa inicirano je iz HR-domene, koja trenutačno broji oko 2,3 milijuna IP-adresa, od kojih je 560.000 zabilježeno kao izvorište domaćega prometa, dok ostatak tvori inozemni promet s izvorištima u 123 IP-domene diljem svijeta. Pored Hrvatske, *Hascheck* se učestalo ko-

risti u Bosni i Hercegovini, Sjedinjenim Američkim Državama, Njemačkoj, Ujedinjenome Kraljevstvu i Crnoj Gori. Svaka od navedenih zemalja sudjeluje u ukupnome prometu s korpusom većim od 10 milijuna pojava.

Kako se zbog učenja funkcionalnost sustava stalno poboljšava, tako raste i intenzitet njegova korištenja. U prva četiri mjeseca 2014. godine dnevno se u prosjeku obrađivalo 7.000 tekstova, ili korpus od 1,8 milijuna pojava. *Hascheck* se posao može uspoređivati s lektorskim, s tim da se godišnja norma za lektoriranje kreće u korpusnom rasponu od 600 do 900 tisuća pojava. Dakle, *Hascheck* danas dnevno odradi dvije do tri godišnje lektorske norme, radeći i svetkom i petkom, i danju i noću, i ne tražeći nikakvu naknadu za svoj rad.

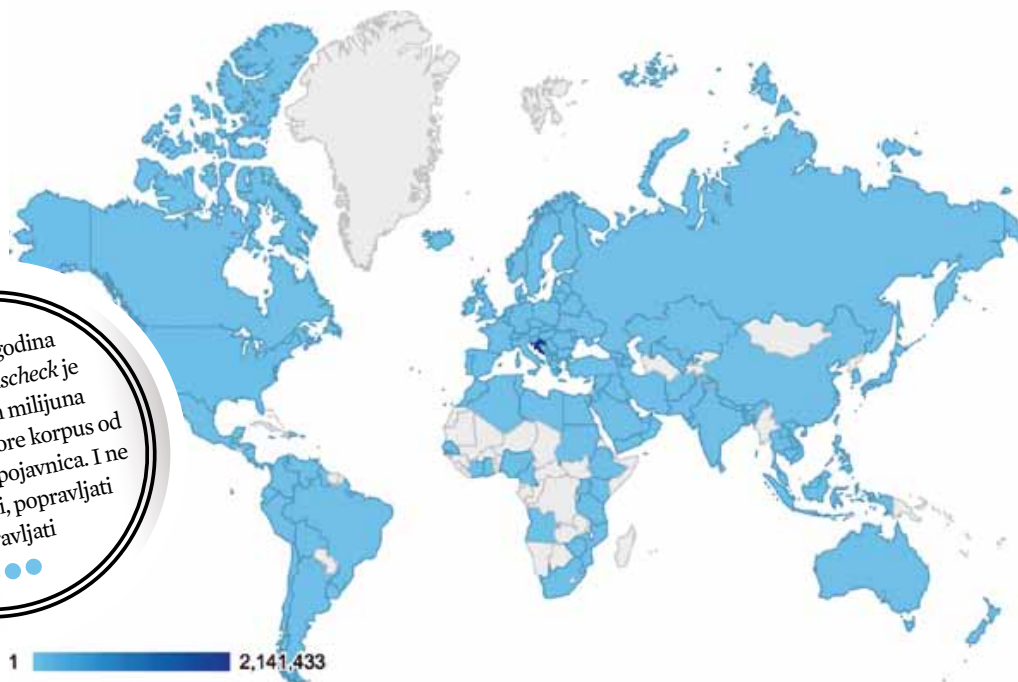


👉 *Hascheck* danas dnevno odradi dvije do tri godišnje lektorske norme, radeći i svetkom i petkom, i danju i noću, i ne tražeći nikakvu naknadu za svoj rad



Što Hascheck znači onima kojima je stalo da im tekstovi budu dobro i brzo uređeni, lapidarno iskazuju riječi Sande Ham, sveučilišne profesorice kroatistike i suautorice jednog od hrvatskih pravopisâ. Ona je održavateljima usluge, nakon obrade vrlo zahtjevnoga teksta opsega 60.000 pojava, poručila sljedeće: *Hascheck je više nego koristan! Ono što bih ja radila danima, bilo je gotovo za desetak minuta i to još s mojom dodatnom povjerenom!* U iskazu nema ni malo pretjerivanja, jer samo za pročitati tekst navedenoga opsega sa slovaknjem, radi otkrivanja pogrešaka koje neminovno prate pisanje, treba barem tridesetak sati rada. Stoga nije ni pretjerivanje kada se kaže da se dosadašnji doprinos *Haschecka* porastu produktivnosti u proizvodnji tekstova pisanih hrvatskim jezikom mjeri stotinama tisuća, ako već ne i milijunima ušteđenih radnih sati.

Hascheck nikada nije bio sâm sebi svrhom. Recentni razvoj prirodno-jezičnih tehnologija u svijetu obilježila je krilatica: *Više podataka, manje lingvističkog označavanja!* Rezultat novoga trenda jest pojava leksičkih n-gramskih baza podataka s milijardama zapisa, do sada izvedenih za desetak svjetskih jezika. Dobivene *big data* infrastrukture namijenjene su sofisticiranom jezičnom modeliranju, sa svrhom poboljšavanja performansi postojećih i razvoja novih jezičnotehnoških aplikacija. U svibnju 2007.



U dvadeset godina djelovanja *Hascheck* je obradio osam milijuna tekstova, koji tvore korpus od dvije milijarde pojava. I ne prestaje učiti, popravljati i ispravljati

1 2,141,433

godine, niti godinu dana nakon što je *Google* objavio postojanje n-gramskog sustava za engleski jezik, prve leksičke *big data* infrastrukture izvedene iz korpusa opsega 1025 milijardi pojava (1025 Gpojava), započelo je, s osloncem na *Haschecku*, kreiranje usporedive infrastrukture za hrvatski jezik.

Engleski, kineski i hrvatski n-gramski sustav u osnovi su vrlo slične *big data* infrastrukture. Brojnost n-grama u sva tri sustava ravna se po gotovo identičnom zakonu (korelacijski koeficijenti veći su od 0,995 u svim usporedbama), a nagibi pravaca linearne regresije vrlo su blizu omjeru opsegâ sustava. Očito je da je hrvatski, zahvaljujući *Haschecku*, dobio ozbiljnu podatkovnu podlogu za poticanje razvoja niza

88 posto prometa inicirano je iz HR-domene, koja trenutačno broji oko 2,3 milijuna adresa. Njih 560.000 zabilježeno je kao izvoriste domaćega prometa. Ostatak tvori inozemni promet s izvoristima u 123 IP-domene diljem svijeta

Ono što je u proteklih sedam godina napravljeno na razvoju hrvatske n-gramske infrastrukture prikazano je putem usporedbe s najvećima

novih jezičnotehnoških aplikacija, ciljanih prema smanjivanju deficita koji ga danas u ovome području karakteriziraju u odnosu na brojne europske jezike. Hrvatski n-gramski sustav iskorišten je da se *Hascheck* pretvori u kontekstualni provjernik. Već je dosegnut omjer 4:1 u prijavljivanju pravopisno-zatipkovnih i gramatičkih, odnosno stilskih pogrešaka, što *Haschecka* svrstava u red vrhunskih proizvoda ove vrste u svijetu. Jezični modeli izvedeni iz hrvatskih n-grama poslužili su za razvoj uporabljivih sustava za strojnu tvorbu, odnosno strojno prepoznavanje hrvatskoga govora, dok je u tijeku razvoj sustava za visokokvalitetno strojno prevodenje s hrvatskoga na francuski i obrnuto. Međutim, potencijali n-gramskog sustava nisu ni izdaleka ovim iscrpljeni.

Razmjena znanja

'Ferovci' dijele novostvorenu vrijednost

Svi zainteresirani za korištenje hrvatskog n-gramskog sustava u istraživačko-razvojne svrhe pozivaju se da se obrate na adrese sandor.dembitz@fer.hr i gordan.gledec@fer.hr. FER ne namjerava čuvati novostvorenu vrijednost, relevantnu za očuvanje identiteta Hrvata i Hrvatske u internetskoj eri, samo za vlastite uporabe.

Usporedba hrvatskog n-gramskog sustava s dva najveća svjetska n-gramska sustava

	Engleski 1025 Gpojava	Kineski 883 Gpojava	Hrvatski 1,9 Gpojava
1-grama	13 588 391	1 616 150	2 814 198
2-grama	314 843 401	281 107 315	103 786 725
3-grama	977 069 902	1 024 642 142	298 840 686
4-grama	1 313 818 354	1 348 990 533	401 083 297
5-grama	1 176 470 663	1 256 043 325	393 462 025
Ukupno	3 795 790 711	3 912 399 465	1 199 986 931

PROMO

Intervju

Robotičar dr. sc. **MIRKO KOVAČ**,
direktor **AERIAL ROBOTICS LAB**
DEPARTMENT OF AERONAUTICS
na Imperial Collegeu London, savjetnik
je za robotiku svjetskih vlada i
industrijalaca. Projektira leteće robote
koji će, ostvare li mu se želje, 'živjeti'
u šumama i gradovima poput umjetnih
ptica i biti ključni u slučaju katastrofa,
traganju za nestalima i njihovu
spašavanju

ŽELIM STVORITI ROJEVE LETEĆIH ROBOTA

TEKST: KATA PRANIĆ ● FOTO: ARHIVA DR. SC. MIRKA KOVAČA

Među svjetski uspješnim znanstvenicima hrvatskog podrijetla je i robotičar dr. sc. Mirko Kovač, direktor Aerial Robotics Lab Department of Aeronautics na Imperial Collegeu London i savjetnik za robotiku svjetskih vlada i industrijalaca. Dr. sc. Kovač potomak je Hrvata iz Kotoribe, Međimurja, rođen u Švicarskoj, školovan na najuglednijim sveučilištima. Diplomirao je na Swiss Federal Institute of Technology (ETH) u Zürichu i doktorirao na École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Postdoktorski studij završio je na sveučilištu Harvard u Bostonu u Sjedinjenim Američkim Državama. Sudjelovao je na znanstvenim projektima u University of California u Berkeleyju u SAD-u, u RIETER Automotive Švicarska te na WARTSILA Diesel Technology Division u Švicarskoj i CISERV u Singapuru. Nagrađen je brojnim nagradama, sudjeluje na najvažnijim svjetskim skupovima, a znanstveno područje djelovanja dr. Kovača projektiranje je letećih robota koji oponašaju kukce te pomažu u očuvanju okoliša i smanjenju posljedica vremenskih nepogoda. Dr. sc. Kovač drži da hrvatska znanost ima potencijala u robotici, a rado bi u Lijepoj Našoj osnovao institut za robotiku, međunarodno ga umrežio te domovini pomogao svojim znanjem i iskustvom.

• **Koje je područje vašega znanstvenog interesa?**

- Razvijam leteće robote koji mogu pomoći u

očuvanju okoliša i smanjenju negativnih posljedica vremenskih nepogoda. Želim stvoriti rojeve letećih robota koji će 'živjeti' u šumama i gradovima poput umjetnih ptica i biti od ključne važnosti u slučaju katastrofa, traganju za nestalima i njihovu spašavanju. Primjerice, leteći roboti moći će tražiti preživjele nakon tsunamija i poplava te ugroženima brzo pružiti osnovnu liječničku pomoć. Druga vrsta robota kojom se bavim moći će otkriti kvar na vjetroelektranama i naftnim platformama te ih popraviti bez ljudske intervencije. Uštedjet će vrijeme i novac, a neće riskirati ljudski život.

• **Kako ste postali direktor i predavač na Aerial Robotics Lab Imperial Collegeu London?**

- Prije dvije godine osnovao sam program aerorobotike na Imperial Collegeu u Londonu i trenutačno sam voditelj laboratorija od 12 istraživača koji rade leteće robote biološki nadahnete. Usredotočili smo se na aerorobote koji se, osim u zraku, mogu samostalno kretati i u vodi i na kopnu. Imperial College izvrstan je i najveći centar za istraživanje robotike u Velikoj Britaniji. Osamnaest skupina znanstvenika na Imperial Collegeu bavi se različitim aspektima robotike.

• **Koji su vam najveći izazovi u bavljenju robotikom?**

- Leteća robotika je interdisciplinarna jer kombinira mehanički dizajn, elektroniku, softver, materijale, biomehaniku i dinamiku fluida. Izazov i velik užitek je istodobno ovla-

▶ davanje svim tim područjima. Moj posao je vođenje istraživačke grupe, prijavljivanje na natječajne za financiranje programa, pisanje znanstvenih radova, predavanje studentima i sudjelovanje na znanstvenim skupovima diljem svijeta. Izazov koji me najviše inspirira je rad sa studentima te stvaranje zahtjevnih projekata na granici znanja.

• **Koja je uloga robota u ekologiji, na koji način mogu pomoći u zaštiti okoliša?**

- Dio mog tima radi robote za istraživanje klimatskih promjena u kišnim šumama Hondurasa prema utjecaju klimatskih promjena na lokalne kolonije kukaca. Također planiram ih za praćenje i zaštitu divljih životinja od krivolovaca.

• **Tko financira vaše znanstvene projekte, je li riječ o velikim korporacijama, zakladama ili fondovima?**

- Ta istraživanja financirana su većinom iz EPSRC-a, što je Velikoj Britaniji nešto kao Nacionalna zaklada za znanost. Imamo i nekoliko partnera iz industrije koji su prepoznali robotiku kao novu tehnološku revoluciju i ulažu. Na Imperial Collegeu dobio sam veliku podršku: prostor, opremu i istraživački tim, koji je bio od velike pomoći u pokretanju programa istraživanja. Aerorobotika strateški je vrlo važno područje i 2017. godine sagradit ćemo nove laboratorije, što će omogućiti istraživanje novih programa.

• **Sudjelujete li u komercijalizaciji robota koje projektirate?**

- Prema nekim procjenama tržišna vrijednost aerorobotike bit će 89 milijardi dolara u idućih 10 godina i to je veliki potencijal za komercijalizaciju. Moji studenti trenutačno osnivaju nekoliko startupova uz moju podršku. Osim toga, savjetnik sam partnerima iz industrije koja komercijalizira srodne tehnologije.

• **Osnivač ste London Robotics Networka. O čemu je riječ?**

- Cilj je London Robotics Networka potaknuti zajednicu na suradnju i inovacije u razvoju robotičke tehnologije. Mreža uključuje industriju, akademsku zajednicu, vladu, startup i umjetničku zajednicu u širem području Londona. Pokrenuli smo mrežu potkraj prošle godine i već je prepoznata kao strateški važna te će pionirski primjer lon-

donske robotičke mreže biti prihvaćen i u ostalim dijelovima države.

• **Analitičari predviđaju da će robotizacija do kraja 21. stoljeća ukinuti 70 posto današnjih zanimanja. U kojim će poslovima roboti posve zamijeniti ljude?**

- Jedan od primjera gdje roboti mogu zamijeniti ljude obavljanje je jednostavnih zadataka koji se ponavljaju: sastavljanje ili uzimanje malih dijelova u opasnim okruženjima. Neke takve poslove obavljaju ljudi u često opasnim i nezdravim uvjetima rada. Roboti će raditi poslove koji nisu prihvatljivi samo zbog ekonomskih nego i etičkih razloga. Ne vjerujem da će roboti zamijeniti ljude u složenim kognitivnim zadacima ili donošenju strateških odluka. Ljudi su kreativni, intuitivni, možemo osjetiti ljubav i suosjećanje, a roboti ne mogu. Te ljudske kvalitete pomoći će nam napraviti robote koji će koristiti čovjeku i bit će ključni da zadržimo moć nad strojevima.

• **Kako će razvoj i primjena robotike kao strateške tehnologije razvijenih država utjecati na globalnu konkurentnost i ekonomiju?**

- Robotika je iduća tehnološka revolucija i uskoro će robotička tehnologija potpuno ući u svakodnevni život. Živjet ćemo u 'smart cities', pametnim gradovima koji će reagirati na naše potrebe, automobili će sami voziti, naša odjeća bit će opremljena senzorima koji će očitavati naše zdravstvene parametre... Velike tvrtke prepoznaju potencijal robotike i ulažu. Google je, primjerice, nedavno kupio osam najvećih tvrtki za robotiku, Facebook se koristi robotima za osiguranje interneta, Amazon je najavio korištenje letećih robota za zračne isporuke, a EasyJetove zrakoplove prije leta pregledaju leteći roboti. Većina država danas ima robotičku strategiju i stvara gospodarske uvjete u kojima se ta tehnologija može razvijati. Želi li Hrvatska držati korak s tim zbivanjima, naglasak treba dati inovacijama i robotici na sveučilištima. Gospodarski uspjeh u high-tech sektoru počinje kvalitetnim obrazovanjem, a to će privući najbolje znanstvenike i investitore.

• **Mislite li da robotika ima veći ekonomski potencijal od, primjerice, molekularne biologije?**

- Teško je uspoređivati potencijale ta dva područja koja mogu biti međusobno pove-



Osim kukaca sa senzorima koji bi spašavali živote u katastrofama dr. sc. Kovač razvija robote koji će moći otkriti kvar na vjetroelektranama i naftnim platformama te ih popraviti bez ljudske intervencije



Robotika je iduća tehnološka revolucija i uskoro će robotička tehnologija potpuno ući u svakodnevni život. Živjet ćemo u 'smart cities', pametnim gradovima koji će reagirati na naše potrebe, automobili će sami voziti, naša odjeća bit će opremljena sensorima koji će očitavati naše zdravstvene parametre

Od skakavca do gnijezda

• Kakve robote projektirate?

- Dosad sam razvio razne biološko inspirirane robote kao npr. skakavca velikoga pet centimetara, nadahnutoga istoimenim kukcem, koji u zadanom vremenu može skočiti 1,4 metra, desetak puta više od drugih sličnih robota. Drugi je primjer jedrilica s mikroraketom koja leti s mnogo više snage u odnosu na tradicionalne baterije i propelere. Trenutačno radim leteće robote koji mogu 3D ispisati strukture i graditi gnijezda slično kao ptice koje ih grade slinom.

zana, na primjer u nanorobotici. Budućnost robotike višespektralna je pa će zajedno s molekularnom biologijom pridonijeti razvoju medicine.

• Suradujete li s hrvatskim znanstvenicima?

- Imam nekoliko kolega robotičara u Hrvatskoj, a nedavno sam bio i predavač na konferenciji WinDays u Umagu. Želim surađivati s hrvatskim institutima jer su Hrvati vrlo inovativni i marljivi. No financiranje istraživanja u Hrvatskoj nije dostatno. Potreban je veći angažman hrvatske vlade u poticanju međunarodne suradnje putem razmjene istraživača i osiguravanju sredstava za zajedničke projekte.

• Biste li znanjem i iskustvom pomogli hrvatskoj znanosti i pod kojim uvjetima?

- Vrlo rado. Volio bih u Hrvatskoj osnovati institut za robotiku koji bi bio dio međunarodne mreže, ali za to su potrebni veća pravna sigurnost i veća ulaganja u znanost i edukaciju.

• Školovali ste se na najvažnijim svjetskim sveučilištima, nagrađivani ste. Možete li izdvojiti najveća postignuća u karijeri?

- Za moj uspjeh ključno je uvjerenje da je sve moguće i da mogu postići što želim optimizmom i marljivim radom. Osobno mi je najveće postignuće i zadovoljstvo raditi s ljudima te poticati suradnike i studente na viziionske projekte. Zajedno možemo zamisliti i stvoriti svijet u kojem će tehnologija i znanost služiti na opću dobrobit čovjeka. Vjerujem da će, ako su naši motivi ispravni, strastveni i iz srca, uspjeh doći sâm od sebe. ●

Tržišna vrijednost aerorobotike, prema nekim procjenama, narast će na 89 milijardi dolara u idućih deset godina