

Znanost

OBRAZOVANJE I TEHNOLOGIJA

Zrak u Slavonskom Brodu najgori u EU, građani traže hitna rješenja

Može li prvo postrojenje za krioprezervaciju na svijetu 'otključati' besmrtnost?

"Četiri jahača umjetne inteligencije" u borbi za prevlast, Elon Musk uključio se u igru s Grokom 3

Izraelski znanstvenik angažiran je na ambicioznom EU projektu na FER-u



SANDRA SIMUNOVIC/PIXSELL

Roe Diamant

Učim jezik kitova kako bih razvio uređaje za podvodnu komunikaciju

Valentina Wiesner

Uvriježeno je mišljenje da je ispod morske površine tiho. Nije. Podvodni je svijet pun zvukova: proizvode ih i ljudi i njihovi uređaji, i životinje koje komuniciraju čak i kad su udaljene stotinama kilometara. Ljudi su naučili "sve" o prijenosu zvuka iznad vode, no kako koristiti podvodnu akustiku, tek uče. Predvodnik u tome je izraelski znanstvenik Roee Diamant, profesor na Odsjeku za pomorske tehnologije Sveučilišta u Haifi, koji ondje vodi podvodni akustički i navigacijski laboratorij. Doktorirao je na Odsjeku za elektrotehniku i računalno inženjerstvo Sveučilišta British Columbia 2013. nakon što je diplomirao na Izraelskom institutu za tehnologiju. Dok je radio u tvrtki za obrambenu tehnologiju Rafael Advanced Defence Systems, razvio je podvodni modem s mogućnošću umrežavanja, a njegovi istraživački interesi, osim podvodne akustičke komunikacije i navigacije, uključuju lokalizaciju i klasifikaciju objekata te obradu sonarnih signala. Trenutačno je angažiran na ambicioznom EU projektu na FER-u u kojem suraduju izraelski i hrvatski znanstvenici. Imali smo jedinstvenu priliku porazgovarati s njim o kompliciranoj materiji koju, kao i svi veliki znanstvenici, objašnjava na jednostavan i razumljiv način.

Na kakvom projektu radite na FER-u i tko je sve u njega uključen? Tko ga financira?

Ovo je širi projekt Europske komisije kojoj je cilj okupiti eksperte iz zemalja s razvijenom znanostu i onih koje ju razvijaju, poput Izraela i Hrvatske. Jedna je grupa, predvođena profesorom Nikolom Miškovićem, pokrenula laboratorij ovdje pa sam i ja dijelom zaposlen na FER-u, a imam i svoj laboratorij na Sveučilištu u Haifi. Projekt traje pet godina, sad smo u drugoj. Razvijamo i potprojeke, od kojih je jedan u Malaviju, usmjeren na ribolov. Financira ga obiteljska zaklada Schmidt (osnovali su je Eric Schmidt, iz-

vršni predsjednik Googlea i njegova supruga Wendy Schmidt, za rješavanje problema održivosti i odgovornog korištenja prirodnih resursa, op. a.), a imamo i suradnju Hrvatske i Izraela u istraživanju i razvoju uređaja za prikupljanje energije. Projekt "Znanost za mir" financira NATO, to je također zajednički projekt Izraela i Hrvatske u detektiranju neprijateljskih podmornica. Tri su znanstvenika uključena u projekt "Zvuk" u Malaviju: ja sa Sveučilišta u Haifi, profesor Mišković s FER-a i predstavnik Instituta "Ruder Bošković".

Zašto baš Malavi?

Razvijamo autonomnog robota, plutajući uređaj koji ima akustičke mogućnosti, sonar. Može plutati u vodi kontinuirano pet dana istražujući okolo i zadržavajući se u dubinama, pretražujući okoliš i tražeći jata riba. Kad ih nađe, zahvaljujući akustici, izade na površinu i prijavi to korisniku: ribaru ili ribarskim autoritetima. Dakle, može se upotrijebiti kao pomoć u ribarenju i preciznom određivanju koliko je ribe

u vodi i konkretno kojih vrsta, što je jako važno u praćenju populacije riba, biodiverzifikacije. U Malaviju smo ispitivali njegovu primjenu u održivom ribarenju, da bude što manje neučinkovitog izlova. Ribari žele znati gdje je riba, pomažemo im da je lociraju i da nije premalena. Malavi je jedna od zemalja u razvoju koje nemaju tehnologije da lociraju ribe ni vještine kako bi to učinkovito nadgledali, a jezero Malavi jedno je od najvećih slatkovodnih jezera na svijetu, s 800 vrsta ribe.

Koje su sve svrhe primjene: komercijalne, vojne, znanstvene, bioekološke?

Neki su dijelovi primjenjivi i za održavanje autonomnih sustava u vodi koji se odnose na energetske učinkovitost, a sonari koji mogu detektirati objekte imaju razne primjene, od kojih se glavna odnosi na ribu. Ima još dvije: jednu za NATO, za detektiranje neprijateljskih podmornica i autonomnih uređaja koji mogu sabotirati pomorsku infrastrukturu, plinske platforme ili ulaze u luke. Dakle, možete ih obraniti služeći se ovim jeftinim senzorima, mrežom lokacijskih senzora koji nadziru takvu infrastrukturu, i drugu za nešto jako kul: uzgoj kamenica i drugih školjki, s obzirom na to da ih ribe jedu. Ovom tehnologijom može se detektirati dolaze li ribe i pokušati ih preplašiti i otjerati.

Još uvijek se te primjene istražuju ili su već u upotrebi? S kim suradujete: stvarkama, institucijama, vladama?

Projekt je sad u fazi komercijalizacije: pet jedinica izrađuje beta-verzije i distribuirat ćemo ih među korisnicima da dobijemo povratnu informaciju o proizvodima: jesu li jednostavni za upotrebu, imaju li pogrešaka... Nakon toga bit će spremni za tržište u sklopu zajedničke tvrtke koju ćemo osnovati.

Razvili ste i podvodni modem. Što je to?

On nije dio ovog projekta. Ušao sam u istraživanje mora kroz razvoj tehnika za podvodnu akustičku komunikaciju. Sve što se kreće ispod površine treba neku mogućnost komunikacije. Kabeli nisu dostupni, sve je mobilno. Radiofrekvencijski valovi ne putuju u vodi više od metra, svjetlo je dobro za deset do 20 metara. I tu dolazi akustika. Zamislite kitove koji komuniciraju udaljeni stotine kilometara. Još od Drugog svjetskog rata istraživači su počeli razvijati uređaje za podvodnu komunikaciju, modeme za komuniciranje na veće udaljenosti. Dio mog laboratorija u Izraelu, ali i ovdje na FER-u, razvija nove tehnike za unapređenje razine komuniciranja, omogućavanje sposobnosti povezivanja, uključujući cyber komunikaciju u kojoj razmjena informacija neće biti kompromitirana, kao i razvijanje prijenosnih uređaja za takvu komunikaciju – koji akustičke valove pretvaraju u električne signale. Prihvaćaju se hidrofoni, vodenim mikrofonima, a obratno, ako želite transmitirati, vaša antena – projektor koji vibrira u vodi – proizvodi akustičke valove. Ovisno o frekvenciji i veličini uređaja možete dosegnuti različite udaljenosti. Modem koji sam razvio za dugi domet može, primjerice, prenijeti crno-bijeli video od Haife do Cipra, 220 kilometara. Ne može se limitirati doseg kanala samog po sebi. I za ribe radimo neka istraživanja akustičke komunikacije, preko modema.

Koje su tu razvojne mogućnosti?

Kad želite osjetiti stvari ispod vode dinamički, trebate operacije s ljudima, velike uređaje koji su skupi. I zato se stvari uglavnom rade autonomnim podvodnim uređajima koji su neka vrsta robota. Primjerice, ako želite mapirati podmorje, date uređaju koordinate i on to učini. Kad završi, izlazi na površinu. To je jedna razina autonomije. Druga je razina autonomije da uređaj "odluči" o zanimljivim



Ovaj profesor na Odsjeku za pomorske tehnologije Sveučilišta u Haifi, koji ondje vodi podvodni akustički i navigacijski laboratorij, uključen je u niz projekata, među ostalim u Malaviju

I zvuk iz akustike mora možemo koristiti kao izvor energije – "ispod" je jako bučno

dogadajima. Dat ću vam primjer velikog projekta CETI koji smo radili, a koji su financirali donatori u sklopu TED organizacije. Pokušavamo razumjeti jezik spermokitova, što je vrlo ambiciozan zadatak. To je otprilike kao da pokušavate razumjeti izvanzemalje, u osnovi isto. Zato se i zove CETI (communication with extraterrestrial intelligence). Trebali smo jako puno podataka jer se projekt temelji na strojnom učenju algoritama – pokušavate razumjeti kontekstualno značenje vokalizacije kitova, ne možete to manualno. Zato smo napravili autonomnu podvodnu napravu – "jedrilicu", koja je vrlo učinkovita i može ući u usta i snimati zvuk, nazvali smo je vozač sa stražnjeg sjedala – ideja je da kad jedrilica detektira zvuk kita, utvrdi gdje je i promijeni svoj kurs kako bi otišla prema njemu da može bolje snimiti zvuk. Ovdje u labu na FER-u glavni je zadatak pomorska robotika, razvoj različitih robota od teorije do prakse, različitih vrsta autonomije i načina da ih se učinkovito kontrolira. A ja sam došao iz Izraela kako bih nadopunio akustiku. Imamo dobru kombinaciju.

I kako funkcionira podvodna akustika? Kojom tehnologijom?

Ako mislite na mobilni modem, kao što je mobitel, on upotrebljava elektromagnetske valove da generira signal u prostor. Antena ga ulovi. U vodi modulirate signal kroz akustičke valove, projicirate ih, a prijatelj ih prevede u signal koji ste željeli. Isto radimo kad razgovaramo, ali analogno. Proizvodimo zvuk vokalno, hvatamo ga ušima. Jednako je pod vodom.

Učite u osnovi drugi jezik? Da, zovemo ga "kitski".

Na koji se način koristi energija mora i oceana u vašem istraživanju?

To je specifičan projekt koji zovemo internet ispod vode. Upotrebljavamo male uređaje od kojih svaki ima svoju svrhu. Koriste malo energije i mogu u vodi ostati jako dugo, neki i godinama. Puno je primjena, sve više, spomenut ću samo neke: nadgledanje bioraznolikosti, riba, zaštita kabela. Trebaju se nekako samonapajati. Na tlu imamo jako učinkovite načine: solarne panele i energiju vjetra. Ako su blizu površine, mogu to činiti preko energije valova ili promjene temperature. Ali ako su u dubini, nema sunca, a praktički ni razlike u temperaturi, ni valova. A većina tih uređaja je na dubini od deset do 100 metara. No ako možemo koristiti akustiku da generiramo signal i pošaljemo ga, možemo i za odašiljanje energije. Tako možemo i zvuk, buku iz akustike mora koristiti kao izvor energije. Ako stavite glavu ispod vode, nije tako mirno. Uvijek je buka, puno buke, od brodova, valova... Razina ambijentalne buke je oko jedan vat, što nije baš malo, i kontinuirana je. Ideja je da se ta buka pretvori u energiju, što je vrlo izazovno jer to želimo napraviti učinkovito. Već znamo koncept, a sad razvijamo novi, učinkovitiji senzor od polimera, umjesto regularnog koji zovemo hidrofona, koji pretvara akustičke valove u elektroničke.

Ako je od polimera, je li štetan za okoliš?

To su vrlo mali uređaji, a ako ih usporedimo s hidrofoni koji su od

toksičnih metala, neusporedivo manje zagađuju, što je već obećavajući rezultat.

Gdje ih isprobavate?

Imamo dobru suradnju s Institutom "Ruder Bošković", koji ima pomorsku postaju u Šibeniku, kamo često idemo i provodimo eksperimente. Također u Haifi. Kad ih testiramo u različitom okruženju, možemo biti sigurni da je eksperiment pouzdan.

Što je sljedeće?

Svi projekti koje radimo imaju komercijalni horizont, to je dio naših ciljeva, taj potencijal mora biti upotrebljiv. Osnovat ćemo tvrtku koja će biti u vlasništvu FER-a i Sveučilišta u Haifi, to je plan. Vjerujem da je ovo dobro istraživanje, ne samo za novine. Da bi projekt bio dobar, mora napraviti razliku, to me potiče kao znanstvenika.

Bavite se "samo" morem? Što je sa zemljom i zrakom? Zar nije nebo granica?

Imao sam iskustvo sa svemirom, pokušali smo slati informacije iz Međunarodne svemirske postaje u more kako bismo kontrolirali autonomno vozilo. Ali da, gotovo sve što radim ima veze s morem, ne nužno ispod površine, nego i na površini. Iz raznih razloga. Prvo, vrlo je izazovno, teško, sve što radite ima limite, morate imati različita rješenja. Ne radi to puno ljudi, puno je otvorenih pitanja. Zato i mislim da tu mogu puno učiniti, unaprijediti tehnologiju za istraživanje mora, održavanje zdravijeg okruženja, nadgledanje klimatskih promjena. More je i najveći izvor hrane za čo-

vječanstvo. I Hrvatska i Izrael jako su ovisni o njemu: u smislu transporta, uzgoja hrane, puno je motiva za obje zemlje. Izrael je najavio da mu je jedan od glavnih ekonomskih motora plava ekonomija, tehnologija povezana s morem, a i Hrvatska definitivno ide u tom smjeru.

Kakva ćete iskustva i dojmove ponijeti iz Zagreba, koliko se razlikuje način života? Ne mislim pritom isključivo na sigurnosni aspekt, premda je vjerojatno nemoguća usporedba bez toga.

Prošle sam godine bio tu s cijelom obitelji: djeca su išla u lokalne škole, imala hrvatske prijatelje, što je dovoljno da istraže način života, ne kao turisti, nego kao stanovnici. Hrvatska je vrlo zanimljiva, jednom nogom na Balkanu, drugom u EU. Ima puno potencijala. Ljudi su vrlo prijateljski, imaju ambiciju razvijati zemlju i jako su ponosni na nju. Očito je i vrlo lijepa, radili smo ture po svim dijelovima Hrvatske, volimo planinarenje, penjanje... Što se tiče razine znanja ljudi koje sam upoznao ovdje na FER-u, jako je dobra, usporediva s Izraelom, a ni mentalitet nije puno drukčiji: i jedni i drugi jako su izravni.

I na kraju, ipak, sigurnosni aspekt...

Zadnja godina bila je jako izazovna, ali mi smo rat pratili odavde. Kad smo se vratili, bila je apsolutno ista situacija kao kad smo otišli. A živimo na sjeveru, na koji je imao velik utjecaj. Sad je prilično sigurno u Izraelu. I može se usporediti s Hrvatskom i u smislu kriminala, možete bez straha hodati ulicom, slično je.