



Jato robot u laguni

NAŠI ZNANSTVENICI SUDIONICI SU PROJEKTA STVARANJA ZAJEDNICE AUTONOMNIH PODVODNIH ROBOTA ZA PRAĆENJE STANJA OKOLIŠA U VENECIJANSKOJ LAGUNI. PROMATRANJEM INTERAKCIJE ROBOTA PRIKUPIT ĆE SE RAZNOVRSNI PODACI TE PODUZETI ODREĐENE MJERE ZA ZAŠTITU PODMORJA

napisao **Alan Vukić**
snimke **Corila**

Povijesno venecijansko brodogradilište Arsenal na jedan rujanski dan postalo je poprište „invazije“ jata robota, odnosno implementacije Obzor2020 projekta subCULTron. Na prvom predstavljanju javnosti jata autonomnih robota sudjelovali su i mlađi hrvatski znanstvenici s Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Znanstvenici iz dva FER-ova laboratorija, LAPOST-a (Laboratorijska za podvodne sustave i tehnologije) i LARICS-a (Laboratorijska za robotiku i inteligentne sustave upravlja-

nja), dio su međunarodnog tima koji radi na subCULTron projektu. Cilj projekta je stvaranje zajednice autonomnih podvodnih robota za praćenje stanja okoliša u Venecijanskoj laguni. SubCULTron je europski Obzor2020 projekt koji se provodi u sklopu programa FET (*Future Emerging Technologies*), a vrijedan je gotovo četiri milijuna eura. Svoju premijeru roboti su imali još prije dvije godine na EXPO 2015 u Veneciji, kada su predstavljeni prvi prototipovi. Iste godine započelo se s provedbom projekta, a u sljedeće dvije godine veliki doprinos na projektu imao je prof. dr. Nikola Mišković s

Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.

ROBOTI ISTRAŽIVAČI

Profesor Mišković koordinator je hrvatskih predstavnika od samog početka projekta. Ukratko je objasnio o čemu radi: "subCULTron je jedinstven i izazovan projekt koji uključuje korištenje velikog broja raznovrsnih robota u svrhu istraživanja podmorja. Osnovna teza je da se nepoznata okruženja, poput morima prekrivenih planeta, ili čak i planeta Zemlje, mogu puno učinkovitije istražiti korištenjem više jednostavnih robota u odnosu

na trenutan način korištenjem jednog složenog robota koji, ako dođe do kvara, postaje beskoristan." Dr. sc. Tamara Petrović opisala je što se događalo 15. rujna u Veneciji: „Na prvom predstavljanju javnosti subCULTron podvodnog robotskog sustava sudjelovalo je 20 umjetnih školjki, 3 umjetna lopoča i 1 umjetna riba. Prikazan je autonoman rad pojedinih platformi u vodi te njihova interakcija, kao i novi oblici podvodne komunikacije razvijani tijekom projekta subCULTron. Događaj je izazvao veliki interes okupljenih novinara te je imao izrazito pozitivan odjek u javnosti.“

S ukupno 24 robota ovo je do sada najveći broj testiranih pojedinačnih heterogenih jedinica u Europi. Specijalno autonomno robotsko jato produkt je zajedničkog znanja, umijeća i suradnje međunarodnog i interdisciplinarnog tima znanstvenika iz šest europskih država (Italije, Austrije, Francuske, Njemačke, Belgije i Hrvatske). Autonomost jata podrazumijeva da roboti samostalno donose odluke, međusobno komuniciraju te jedan drugom uskaču u pomoć. Znanstvenici su odlučili napraviti zajednicu robota jer su takvi sustavi robustni i fleksibilni posebice u nepredvidljivo mijenjajućem okolišu.

Druga prednost razvijanja samoorganizirajuće zajednice robota je da pojedini robot može biti jeftin i malen u usporedbi s konvencionalnim podvodnim robотима. To je rezultiralo velikim brojem pojedinačnih robota koji na okupu podsjećaju na jato riba. Godine 2019., u završnoj fazi projekta, jato će se sastojati od 120 pojedinačnih robota koji će marljivo sakupljati podatke o okolišu u venecijanskim kanalima, okolnim slanim močvarama i farmama školjki u blizini. Podaci će dati nova saznanja o složenosti međusobnog djelovanja flore, faune, industrije, turizma i ekologije u izrazito opterećenom

ISTRAŽIVANJE PODMORJA ROBOTI

podvodnom svijetu Venecijanske lagune. Povrh toga, ekologima i biolozima bit će jasnije kako navedena međusobna djelovanja utječu na klimatsku i ekološku ravnotežu venecijanskog mikrosustava. Jedinstveno područje lagune omogućava prikupljanje velikog broja različitih podataka iz različitih staništa s različitim utjecajima. Znanstvenicima je uvijek dragocjena raznolikost dobivenih podataka. Prikupljene podatke (poput npr. kvalitete vode) analizirat će znanstvenici i objaviti ih na kartama. Tako će javnost direktno profitirati od informacija prikupljenih subCULTron zajednicom.

PRIRODA KAO INSPIRACIJA

Fascinacija prirodom i njezinim zakonima od pamтивјека је окupirala умове филозофа, уметника и зnanstvenika. Природа је била и остала непрекидно надахнуће, inspiracija и почело многим генијалним идејама које су облијежиле све цивилизације кроз цијелу свјетску povijest. Primjerice у старој Грчкој, Tales из Мiletia bio je fasciniran vodom. Vodu je smatrao поцелом svijeta. Inspiraciju o svojoj filozofiji i tezama je crpio iz prirode. Isto tako,

naravno da se ne moramo složiti s njegovim закључком, no mora mu se priznati da je on prvi koji se usudio objasniti svijet bez uplitavanja bogova i nadnaravnih бића. Prvi koji je uklonio mit. To ga je učinilo првим западњачким филозофом и осим znanosti. Utro je put филозофија и зnanstvenicima nakon svog vremena i dokazao da se proučavanjem i istraživanjem природе могу помочити granice ljudske spoznaje. U suvremeno doba човјек се прilično otudio od природе, за што је иронично добрим dijelom заслужна znanost odnosno moderna tehnologija. Ipak, i moderna tehnologija може бити inspirirana природом i raditi у njezinu korist. Na tom je поцелу базiran subCULTron projekt.

BIOLOŠKI NADAHNUTI ALGORITMI

Inspiracija iz природе била им је ključна метода за razvoj i dizajn hardvera i softvera. Spomenimo primjer komunikacije između робота. У овом slučaju је posrijedi биолошки nadahnuta комуникација.



▲ aPad puni bateriju aMusselu i podatke šalje u laboratorij

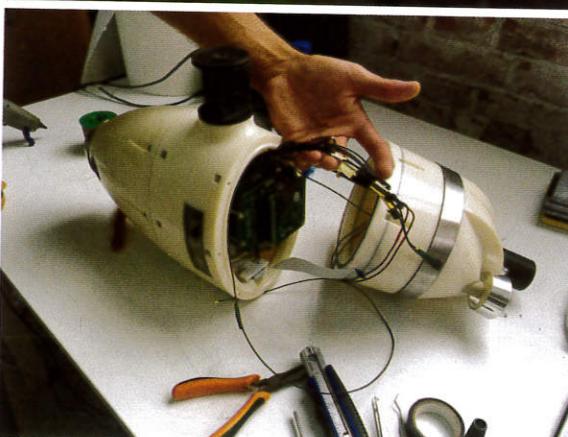


▲ Spuštanje aPada u more

Biološka inspiracija koristi сe за dizajn hardvera i softvera flote робота. Flota комуницира putem биолошки nadahnutih algoritama izvedenih iz društvenih инсеката poput пчела или riba jer ti природни sustavi функционирају без centralne единице то јест водица. Zbog тога су ti sustavi otporni čak i ako pojedini robot prestane raditi. Biološki nadahnuti algoritmi omogućavaju да је zajedница као целина свјесна unutarnjeg stanja свих чланова zajednice и да може donositi odluke zajednički, bez ikakvog uplitavanja човјека. Ovakav приступ је iznimno bitan u brzo mijenjajućem okolišu poput Venecijanske lagune, где se природа мора nositi s raznovrsnim utjecajima. Brzo прилагођavanje novonastaloj situaciji sprječava mogući prestanak функционiranja cijele flote. Vanjski izgled робота također је inspiriran природом. Dizajn umjetnih риба inspiriran је првим ribama što роботе чини брзима, покретljivima и omogućava им dubok zaron.

▲ Priprema aMussela za testiranje u moru

▼ Umjetne ribe - aFish



kom dugotrajnog razdoblja, uspostavljajući posebnu dizajniranu сензорску мрежу. Prema потреби, могу се преселити и кретати као група тако да искориштавају присутне енергиске изворе, као npr. микробе доступне на морском дну. Umjetni лopoči (*artificial Pads* – aPads) су плутајући површински роботи и завршни дио у комуникационом ланцу – од уметних шkoljki на морском дну преко уметних риба до уметних лopoča до кonačno znanstvenika u laboratorijima. Sve tri vrste робота учинковito користе енергију одредено vrijeme корisteći napredne tehnologije за прикупљanje енергије utvrđene od стране пројектног тима. Robotima ne upravljaju људи, već oni међусобно комуникарују и функционирају преко биолошки inspiriranih algoritama на autonoman начин. Самостална комуникација између робота uvelike rastereće znanstvenike, dajući им времена да se detaljno pozabave analizom добivenih podataka.

ZAŠTO VENECIJANSKA LAGUNA?

Povijest grada, односно Mletačke Republike od samog osnutka usko je vezana uz lagunu. Prva naselja na njezinim otočićima osnovali су progonici iz okolnih gradova

ISTRAŽIVANJE PODMORJA ROBOTI



Padove, Trevisa, Altina i Akvileje koji su bježali od hunskih i germanskih plemena pred sam raspad Zapadnog Rimskog Carstva.

Laguna će biti uvelike zasluzna za uspon Mletačke Republike, godinama štiteći njezinu moćnu mornaricu od raznih katastrofa. Danas je Venecija sa svojom lagunom jedno od turističkih najatraktivnijih i najposjećenijih destinacija u Europi. Njezina jedinstvenost, kulturno bogatstvo i ljepota uvrstili su je pod zaštitu svjetske baštine UNESCO-a. Nezaobilazna postaja na turističkoj karti. Jedinstvena kulturna baština koja krasiti lagunu čini Veneciju jednom od najvećih turističkih dragulja svijeta.

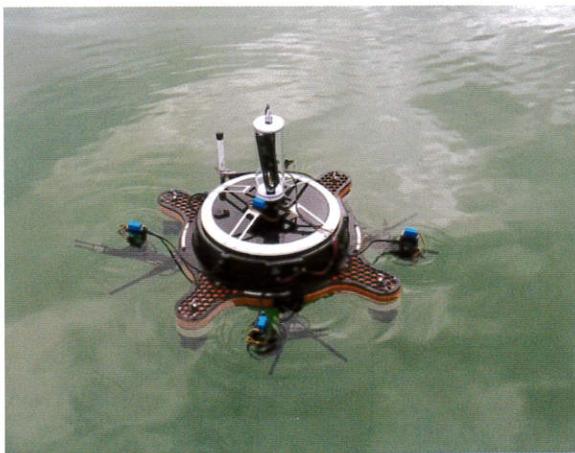
Godišnje 30 milijuna turista posjeti grad, što donosi veliku zaradu, no s druge strane i određene probleme, prije svega preopterećenosti naseljenih otočića. Venecija iz godine u godinu lagano tone.

Tome se ne nazire kraj, a tu je i sve aktualniji problem globalnog zatopljenja koji uzrokuje podizanje razine mora. Uz porječe rijeke Po, Venecijanska laguna ekološki je najugroženije područje Jadrana. To

▲ Prihvatanje
aPada nakon
testiranja

▼ Umjetni
lopoč - aPad

je jedan unikatan, vrlo raznolik i kompleksan ekosustav, u kojem žive razne ugrožene životinjske i biljne vrste. Manje je poznato da su česti gosti lagune dobri dupini (*Tursiops truncates*), u svijetu jedna od najrasprostranjenijih vrsta dupina, no u Jadranu je njihova egzistencija ugrožena. U Hrvatskoj su dobri dupini uz ostale vrste kitova posebno zaštićena životinjska vrsta. S obzirom na to da je Venecijanska laguna u opasnosti da bude snažno pogodjena klimatskim promjenama, prikupljanje što više podataka sa što više različitih područja pri-



donijet će boljem razumijevanju višeslojne povezanosti ljudskog utjecaja na vodenim svijetima Venecijanske lagune. To također može pomoći pronaći načine za obranu svjetske baštine od budućih prijetnji.

INTERAKCIJA PRIRODNIH STANIŠTA I LJUDSKOG UTJECAJA

SubCULTron projekt jedan je od najsofisticiranih i najnovijih sustava koji će pratiti i bilježiti svaku anomaliju nastalu u laguni. Dobivenim podacima zajednički će profitirati ljudsko društvo i raznovrsni znanstvenici. Analiza podataka pridonijet će boljem razumijevanju kako stanovništvo, industrija, turizam i prirodna flora i fauna Venecijanske lagune utječu jedni na druge. Promatranjem njihove interakcije moći će se identificirati pozitivni i negativni učinci te prema tome poduzeti određene mjeru kako bi se zaštitila cijela regija. Ekolozi će dobiti jasniju sliku o povezanosti prirodnih staništa i ljudskog utjecaja te o njihovoj povratnoj vezi. Biolozi su već na dobrom putu da analizom performansi biološki inspiriranih robova tumače prirodne izvore inspiracije. Robotičari će pak nastaviti razvijati sustave velikih autonomnih robotskih zajednica kako bi što brže, jednostavnije i jeftinije nadzirali i proučavali podmorje. Naši robotičari već godinama kao partneri sudjeluju u istraživanjima podmora Jadranskog mora. Znanja i iskustva iz ovog projekta bit će im od velike koristi u dalnjem njegovom istraživanju. Posebno će biti važan njihov doprinos u otkrivanju zaostalih projektila, bombi, mina, pa i otrova za koje se prepostavlja da još uvijek mirno leže na dnu našeg prelijepog Jadranskog mora. +