

Integracijom različitih znanja nastaju vrhunska rješenja

Na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu studentima nastoje omogućiti da potpuno iskažu kreativnost radeći na timskim projektima. Tako razvijaju inovativne proizvode slijedeći osnovne ideje mehatronike kao inženjerske grane

TEKST: LUKA FIŠIĆ

FOTO: DRAŽEN LAPIC

Mehatronika je po svojoj definiciji integracija različitih znanstvenih i inženjerskih disciplina radi dizajniranja naprednijih proizvoda. Sama kovanica 'mehatronika' nastala je prije pedesetak godina u Japanu kombinacijom riječi mehanika i elektronika, no razvojem tehnologije i samo se shvaćanje mehatronike redefiniralo pa se pod tim terminom danas podrazumijeva kombinacija mehanike, elektrotehnike, računarstva i sustava upravljanja. Na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (FER) u Zagrebu tom široko obuhvatnom granom znanosti bave se izv. prof. dr. sc. Jadranko Matuško i doc. dr. sc. Šandor Ileš, zaposleni u Zavodu za elektrostrojstvo i automatizaciju. Uz klasične djelatnosti Zavoda vezane za područje električnih strojeva i učinske elektronike, početkom 21. stoljeća pod ravnanjem danas umirovljenog prof. Fetaha Kolonića na Zavodu se pokreće nastavna aktivnost iz područja mehatronike, a malo poslije i Laboratorij za mehatroničke sustave (LAMES).

– Laboratorij je bio uključen u više znan-



▲ **Samostabilizirajući motocikl** zasnovan na žiroskopskom efektu primjenom sustava zamašnjaka primjer je uspjeloga studentskog projekta u području mehatronike. Prva prototipna verzija razvijena je kao diplomski rad **Filipa Ivančića**

stvenoistraživačkih projekata, od kojih valja istaknuti suradnju s poduzećem ABB na području razvoja sustava upravljanja za kranske pogone. Istraživanje na području upravljanja kranjskim sustavima nastavljeno je i poslije unutar projekta Ministarstva znanosti i obrazovanja 'Upravljanje složenim elektromehaničkim sustavima za manipulacije u transportu' te u sklopu projekta FP7 REGPOT ACROSS u koji je bilo uključeno više istraživačkih grupa s FER-a, uključujući LAMES (koordinirator je bio prof. dr. sc. Ivan Petrović) – prisjetio se profesor Matuško.

Laboratorij je uključen i u znanstveni centar izvrsnosti DATA-CROSS na području naprednih strategija upravljanja i estimacije za kibernetičko-fizikalne sustave. Izv. prof. dr. sc. Matuško i doc. dr. sc. Šandor Ileš trenutačno su zakupljeni s nekoliko ambicioznih projekata. Ideja za prvi projekt, o kojem će ovdje biti govora, došla je s kalifornijskog sveučilišta Berkeley.

Naime, nastavno na tamošnju platformu, čija je svrha razvoj i ispitivanje naprednih algoritama upravljanja dinamikom vozila te algoritama autonomne vožnje na skaliranom modelu vozila, FER je u suradnji s poduzećem Rimac automobili, a uz pomoć studenta diplomskog studija

FER-a Marka Šveca i Nediljka Jerkovića, razvio svoju verziju projekta Berkelyjeva BARC-a. Maketa sadržava ultrazvučne senzore udaljenosti, visokorezolucijsku kameru, enkodere za mjerenje brzine te ugrađeno računalo Odroid za primjenu naprednih algoritama upravljanja. Sustavom se upravlja unutar razvojnog okružja ROS (robot operating system).

– Vozač tijekom vožnje prediktivno određuje svoje akcije uzimajući u obzir ponašanje vozila i stanje na cesti. Na sličan način funkcionira i autonomno vozilo. Uporabom kamere skenira se cesta i detektiraju njezini rubovi i eventualne zapreke te na temelju njih i informacija s ostalih senzora sustav upravljanja određuje optimalnu akciju. Na ugrađenom računalu Odroid moguće je primijeniti vrlo složene algoritme upravljanja, pa tako i one zasnovane na optimiranju u realnom vremenu, poput modelskoga prediktivnog upravljanja, kojima se mi u laboratoriju bavimo – elaborirao je profesor Matuško.

U suradnji s Rimac automobilima ukupno će biti izrađene četiri makete, kojima će se zatim koristiti na FER-u sklopu predmeta Modeliranje i upravljanje dinamikom vozila na studijskom programu FER3 te u istraživačke svrhe, posebice u području već spomenutih naprednih algoritama autonomne vožnje. – Rimac automobili žele popularizirati

Mikromreže, sustavi prediktivnog upravljanja i autonomnog trgovanja, makete samoupravljujućih vozila, neki su od oglednih primjera s FER-ova Zavodu za elektrostrojstvo i automatizaciju





rati autonomna vozila, pa tako ovaj koncept planiraju proširiti i na ostale srodne fakultete. Poduzeće namjerava dodatno preinačiti maketu vozila kako bi bila što pogodnija za njezin razvoj i istraživanje. Zato im je svaka nova znanstvena spoznaja iznimno vrijedna – rekao je profesor Matuško.

Drugi važni projekt FER-ovih stručnjaka za mehatroniku započeo je u ožujku 2017., a trebao bi biti dovršen do kraja veljače 2020. Riječ je o projektu Hrvatske zaklade za znanost 'Računalno učinkovito upravljanje učinkim pretvaračima u mikromrežama (POWERCON2)'. Sve veći udio obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije utjecao je na pojavu koncepta mikromreže. Mikromreža je skupina distribuiranih i međusobno povezanih izvora, potrošača i spremnika energije, koja kao entitet može raditi spojena na distribucijsku mrežu ili pak potpuno odvojena od nje. Učinski pretvarači omogućuju takav fleksibilni koncept i osiguravaju učinkovit i upravljan tok energije unutar mikromreže te prema distribucijskoj mreži. U posljednjoj dekadi modelsko prediktivno upravljanje pojavilo se kao metodologija koja omogućuje da se na sustavan način u proces projektiranja sustava upravljanja ugrade svi operativni zahtjevi.

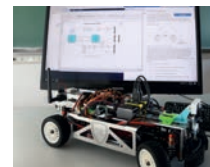
– Svaki učinski pretvarač ima za cilj što učinkovitiju pretvorbu električne energije, za što su nužni napredni

algoritmi upravljanja. Unutar projekta razmatraju se dva načina upravljanja. Prilikom prvog načina upravljanja razmatramo sve moguće kombinacije sklopnih stanja pretvarača te određujemo optimalnu kombinaciju koja rezultira najučinkovitijom pretvorbom energije. Druga varijanta podrazumijeva uporabu širinsko-impulsne modulacije.

Glavna su zapreka široj primjeni modelskog prediktivnog upravljanja u energetskim pretvaračima veliki računski zahtjevi algoritma. Svrha je ovog projekta razvoj računalno učinkovitih algoritama upravljanja mrežnim učinkim pretvaračima prikladnima za primjenu u stvarnom vremenu – dodao je Ilaš.

Ovakvi algoritmi upravljanja postaju sve popularniji, a osim globalnih divova poput ABB-a, i hrvatski Končar pokazuje sve više zanimanja za uvođenje takvih rješenja. Skori je projekt Laboratorija za mehatroničke sustave razvoj sustava prediktivnog upravljanja i autonomnog trgovanja u zgradama. Projekt je odobrilo Ministarstvo gospodarstva RH, a riječ je o infrastrukturnom projektu IRI (Istraživanje, razvoj i inovacije). Prijavilo ga je poduzeće Klimaoprema iz Samobora, a predviđa se da će trajati četiri godine. Osim laboratorija za mehatroničke sustave, u projektu će sudjelovati i FER-ov Laboratorij za obnovljive izvore energije – LARES, pod voditeljstvom izv. prof. dr. sc. Marija

▲ **Doc. dr. sc. Šandor Ilaš i izv. prof. dr. sc. Jadranko Matuško**, zaposleni na FER-ovu Zavodu za elektrostrojstvo i automatizaciju, trenutno su zaokupljeni s nekoliko ambicioznih projekata



▲ **FER je u suradnji s poduzećem Rimac automobili**, uz pomoć studenata diplomskog studija FER-a Marka Šveca i Nediljka Jerkovića, razvio maketu autonomnog vozilakoje sadržava ultrazvučne senzore udaljenosti, visokorezolucijsku kameru, enkodere za mjerenje brzine te ugradbeno računalo Odroid za primjenu naprednih algoritama upravljanja

Vaška koji je ujedno i voditelj projekta sa strane FER-a.

U sklopu projekta istraživat će se, razvijati i primjenjivati napredni algoritmi upravljanja potrošnjom energije u zgradama, i to u obliku centraliziranog sustava upravljanja, odnosno distribuiranog sustava upravljanja, proširenjem baze algoritama postojećih upravljačkih uređaja iz proizvodnog programa poduzeća Klimaoprema.

– Bitan je iskorak u sklopu ovog projekta uvođenje tehnologije 'blockchain' kojom bi se omogućilo autonomno trgovanje energijom bez posrednika (peer-to-peer). U sklopu projekta razvit će se inovativno rješenje koje kombinira metodologiju distribuiranoga prediktivnog upravljanja i tehnologiju 'blockchain' – otkrio je profesor Matuško.

Kao i u ostalim FER-ovim laboratorijima i na odjelima, sva znanstvena otkrića i suradnja s industrijom bez interesa studenata bili bi uzaludni. Jedan od najzanimljivijih primjera uspjeloga studentskog projekta u području mehatronike jest samostabilizirajući motocikl zasnovan na žiroskopskom efektu primjenom sustava zamašnjaka čija je prva prototipna verzija razvijena kao diplomski rad Filipa Ivančića. Studenti su intenzivno uključeni u razvoj edukacijskih maketa koje omogućuju eksperimentalnu provjeru upravljačkih algoritama. Primjeri su takvih maketa, koje su razvili studenti unutar Laboratorija za mehatroničke sustave: sustav loptice na mobilnoj platformi, helikopter s dva stupnja slobode, mini segway...

– Naš se laboratorij prema financijskim mogućnostima teško može suprotstaviti moćnim zapadnjačkim sveučilištima. Nadalje, na bespućima interneta moguće je pronaći predavanja s istih tih sveučilišta potpuno besplatno. Zato studentima nastojimo omogućiti da potpuno iskažu svoju kreativnost radeći na timskim projektima s ciljem razvoja inovativnih proizvoda i uz to slijedeći osnovne ideje mehatronike kao inženjerske grane. Pritom je naglasak na integraciji različitih znanja koja su studenti stekli tijekom obrazovanja na Fakultetu elektrotehnike i računarstva, koja se naposljetku u mehatronici ujedanjuju – zaključuje izv. prof. dr. sc. Jadranko Matuško. ●