

## MODERNIZACIJA LABORATORIJA ZA INOVATIVNE TEHNOLOGIJE

Ivan Kaštelan<sup>1</sup>, Bogdan Pavković<sup>1</sup>, Miroslav Popović<sup>1</sup>, Mario Vranješ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

<sup>2</sup>Sveučilište u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, Osijek, Hrvatska  
<sup>1</sup>drive@uns.ac.rs, <sup>2</sup>ipa\_drive@ferit.hr

**Kratak sadržaj:** Brz razvoj sektora informaciono-komunikacionih tehnologija, iako obećavajući, nema zadovoljavajuću podršku u obrazovanju koja može da se prilagodi brzim promenama i zahtevima automobilske industrije. Automobilska industrija traži sve veći broj obučeni kadrova, a u fokus je stavila razvoj softvera i ugrađene računarske sisteme. Rezultat toga je rastuća potreba za inženjerima sa potrebnim znanjima i veštinama koje se i dalje ne stiču u dovoljnoj meri na univerzitetima u našem regionu. Stoga su Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu i Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacionih tehnologija u Osijeku ušli u zajednički projekat DRIVE u okviru IPA programa preko-granične saradnje, sa ciljem opremanja laboratorija i razvoja materijala za predmete u oblasti razvoja softvera za automobilsku industriju. Rad daje pregled nabavljene opreme i predmeta razvijenih u okviru ovog projekta.

**Cljučne reči:** Softver za automobilsku industriju/IPA/DRIVE

## MODERNIZATION OF LABORATORIES FOR INNOVATIVE TECHNOLOGIES

**Abstract:** Rapid expansion of information-communication technology (ICT) sector, although promising, does not have a satisfactory support in education which can adapt fast to trends and demands of the automotive industry. Automotive industry demands an increasing amount of educated staff, while putting in focus the software development and embedded systems. As a result, there is a growing need for engineers with adequate knowledge and skills which are still not sufficiently acquired at universities in the region. Therefore, the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad and Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology in Osijek have started the common project DRIVE as part of the IPA Cross-Border Programme, with the goal of equipping the laboratories and developing the course materials in the field of automotive software development. This paper gives an overview of the procured equipment and course materials developed in this project.

**Key Words:** Automotive software/IPA/DRIVE

### 1. UVOD

Međunarodni projekat „Modernizacija laboratorija za inovativne tehnologije“ - DRIVE (engl. *Modernization of Laboratories for Innovative Technologies*), u okviru programa preko-granične saradnje Interreg IPA CBC Hrvatska-Srbija, za period 2014-2020, počeo je 15.07.2017. godine. Projekat traje 29 meseci, do 14.12.2019. godine. Partneri na projektu su Fakultet tehničkih nauka (FTN) u Novom Sadu i Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacionih tehnologija (FERIT) u Osijeku. Osnovni cilj projekta je poboljšanje infrastrukture institucija učesnica u projektu kako bi se doprinelo razvoju i konkurentnosti regije. Projekat će omogućiti kooperaciju između partnerskih institucija i kompanija, klastera i organizacija u novoj i brzo-rastućoj oblasti razvoja softvera i ugrađenih računarskih sistema za automobilsku industriju.

Partneri su u okviru projekta opremili četiri laboratorije koje će se koristiti za laboratorijske vežbe u predmetima iz oblasti razvoja softvera za ugrađene računarske sisteme u automobilskoj industriji, čime FTN i FERIT postaju najopremljenije obrazovne institucije u regiji i, prema našim saznanjima, među najopremljenijim obrazovnim institucijama u Evropi i svetu u ovoj oblasti. Partneri će u okviru projekta razviti materijale za predmete, unaprediti postojeće predmete i formirati nove predmete iz ove oblasti. Razvijeni predmeti biće primenjeni u novoj akreditaciji na FTN-u, na višim godinama osnovnih studija i na master studijama, kao i u okviru novog studijskog programa master studija na FERIT-u. Očekuje se da će tokom trajanja projekta, bar 50 studenata pohađati nove ili unapređene predmete iz ove oblasti na oba fakulteta. Dodatno, partneri će organizovati radionice za inženjere kao bi nova znanja i veštine preneli i onima koji su svoje obrazovanje već završili i time pojačati konkurentnost regije u ovoj grani industrije.

Projekat je osmišljen iz potrebe da se odgovori sve većoj potrebi za inženjerima sa odgovarajućim znanjima i veštinama za potrebe razvoja softvera za automobilsku industriju [1]-[2]. Projekat će omogućiti bržu integraciju i ekonomski razvoj regije i približiti je razvijenim evropskim regijama, a samim tim smanjiti razliku između evropskih regija. Inženjerstvo ugrađenih računarskih sistema je nova oblast u okviru automobilske industrije i inženjeri koji se bave ovom oblašću imaju manje od 20 godina iskustva u njoj. Međutim, ovo je jedna o oblasti sa najbržim razvojem i sa veoma visokim udelom u bruto-društvenom proizvodu [3]. Industrija se nosi sa izazovima kao što su osvežavanje infrastrukture za razvoj i teško nalaženje adekvatno obrazovanih inženjera za potrebne poslove. Ukoliko industrija ne

može da odgovori na ove izazove u dovoljnoj meri i dovoljno brzo, razvoj trpi i potrebe tržišta se ne zadovoljavaju.

Infrastruktura se ne može razviti bez kvalitetno obučanih inženjera, sa svim potrebnim znanjima i veštinama. Znanja i veštine se najbolje stiču kroz formalno obrazovanje. Stoga je i osmišljen ovaj projekat koji će kao jedan od ciljeva imati i razvoj materijala za predmete na kojima će studenti učiti najnovija saznanja i veštine potrebne za razvoj softvera za automobilsku industriju, kao i raditi na savremenoj opremi koja će ih spremi za rad u ovoj oblasti.

Projekat će, osim pojačavanja konkurentnosti regije i pružanja šanse mladim generacijama da uče na savremenim tehnologijama i dobiju praktično iskustvo na savremenoj laboratorijskoj opremi, dati doprinos i celoj zajednici automobilske industrije jer će se razviti materijali za nastavu, kao i predlog kompletnog skupa predmeta koji je neophodan za obrazovanje inženjera ovakvog profila. Publikovani materijali, kao što su knjige i praktikumi, daće doprinos razvoju automobilske industrije i biće korisni i profesionalcima i studentima. Razvijeni materijali će biti dostupni nastavnicima, studentima i inženjerima. Radionice, koje će pohađati ograničen broj učesnika, ostaviće za sobom materijale koji će biti od koristi i onima koji ih nisu uživo pohađali. [4]-[5]

Ostatak rada je organizovan na sledeći način: u drugom poglavlju je dat pregled opreme koja je nabavljena za opremanje laboratorija na oba fakulteta učesnika u projektu. Treće poglavlje daje pregled unapređenih i novih predmeta na FTN-u, kao i novog studijskog programa na FERIT-u. Četvrto poglavlje daje zaključak i pregled planiranih projektnih aktivnosti za 2019. godinu.

## 2. PREGLED NABAVLJENE OPREME I OPREMLJENIH LABORATORIJA

Jedan od glavnih ciljeva DRIVE projekta je opremanje četiri laboratorije, na dve lokacije (Novi Sad i Osijek) koje će služiti za implementaciju laboratorijskih vežbi iz predmeta u oblasti razvoja softvera za automobilsku industriju. Dodatno, laboratorije će služiti i za obučavanje inženjera kroz radionice koje će fakulteti partneri na projektu ponuditi institucijama u regionu.

Na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, opremljene su dve laboratorije:

- Laboratorija za projektovanje funkcionalno-bezbednih arhitektura i softvera za automobilske sisteme,
- Laboratorija za ispitivanje, kalibraciju i dijagnostiku sa hardverom u petlji.

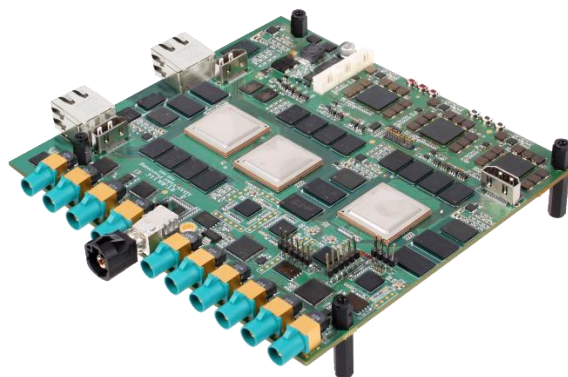
Na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacionih tehnologija, opremljene su dve laboratorije:

- Laboratorija za projektovanje i ispitivanje softvera za automobilsku industriju,
- Laboratorija za obradu slike i videa u automobilskim sistemima.

Ove laboratorije su opremljene savremenom opremom za razvoj i verifikaciju rada softvera za automobilske sisteme, koja se sastoji iz:

- opreme koja podržava razvoj osnovnih aplikacija za automobilske sisteme,
- opreme koja podržava razvoj naprednih aplikacija za automobilske sisteme,
- opreme za verifikaciju rada aplikacija za automobilske sisteme.

Oprema koja podržava razvoj osnovnih aplikacija za automobilske sisteme je zasnovana na otvorenoj arhitekturi automobilskih sistema (engl. *Automotive Open System Architecture – AUTOSAR*). Sastoji se iz: hardverske platforme elektronske upravljačke jedinice automobila (engl. *Electronic Control Unit - ECU*) koja služi za razvoj i proveru rada razvijenih aplikacija potpuno simulirajući ECU u vozilu i komunikacionih interfejsa ka periferijama u računarskom sistemu automobila. Oprema je praćena softverom čije su licence takođe nabavljene kroz DRIVE projekat: alatima za razvoj aplikacija za AUTOSAR arhitekturu, kao i alatima za projektovanje, konfiguraciju i proveru rada aplikacija.



Slika 1. Razvojna ploča za razvoj aplikacija za napredne sisteme za pomoć vozaču u automobilu

Oprema koja podržava razvoj naprednih aplikacija za automobilske sisteme služi za razvoj i verifikaciju rada aplikacija za napredne sisteme za pomoć vozaču u automobilu (engl. *Advanced Driver-Assistance System – ADAS*). Sastoji se iz razvojnih ploča, prikazanih na slici 1, koje podržavaju razvoj i proveru rada aplikacija koje, koristeći napredne algoritme za obradu slike, obrađuju slike sa kamera postavljenih na automobilu i donose zaključke koji pomažu vozaču tokom vožnje. Ova razvojna ploča se može koristiti i za razvoj algoritama veštačke inteligencije koji povećavaju nivo autonomnosti vozila, pa samim tim i za istraživanje rešenja za autonomnu vožnju. Razvojna ploča nabavljena kroz DRIVE projekat podržava 10 ulaza sa kamera i opremljena je savremenim procesorima koji podržavaju obradu u realnom vremenu velike količine informacija koje stižu sa kamera.



Slika 2. Oprema za verifikaciju rada aplikacija za automobilske sisteme

Oprema za verifikaciju rada aplikacija za automobilske sisteme, prikazana na Slici 2, zasniva se na verifikaciji po principu simulacije sa hardverom u petlji (engl. *Hardware-in-the-Loop – HiL*). Sastoji se iz serverskog sistema *VT System HiL* koji sadrži sledeće komponente: računar za ECU ispitivanje, mrežne module, modul za generisanje signala, modul za merenje, modul za napajanje, modul za generaciju digitalnog stimulusa, modul za senzore, ulazno/izlazni modul, kao i kartice za interfejsne zastupljene u automobilskim sistemima: CAN, LIN, FlexRay. Svaka radna stanica u laboratoriji je opremljena sa platformom sa ECU sistemom i računarom na kome je instaliran softver za projektovanje, razvoj, ispitivanje i analizu mreža i magistrala povezanih sa ECU u automobilu, kao i softverom za kalibraciju, merenje signala u realnom vremenu, analizu magistrala i integraciju alata za analogno merenje signala. Licence za softver su nabavljene kroz DRIVE projekat.

### 3. PREGLED UNAPREĐENIH I NOVIH PREDMETA

Nakon konsultacija sa ekspertima iz automobilske industrije i sagledavanja postojećih studijskih programa u domenu informaciono-komunikacionih tehnologija [6], partneri u projektu su identifikovali oblasti učenja koje su neophodne u procesu obrazovanja inženjera specijalizovanih za razvoj softvera za automobilsku industriju. Pošto je automobil veoma složen sistem, tradicionalni studijski programi iz računarskih nauka i inženjerstva ne daju dovoljno specijalizovanog znanja za ovu novu oblast, jer su standardi i procesi u razvoju softvera za automobilsku industriju drugačiji zbog visokog nivoa bezbednosti koje taj softver mora da zadovolji. Partneri su uočili sledeći skup tema koje obrazovanje inženjera za ovu oblast mora da pokrije:

- procesi u razvoju softvera za automobilsku industriju,
- računarske mreže i protokoli u automobilu,
- projektovanje bezbednosno-kritičnog softvera,
- veštačka inteligencija i duboko učenje,
- digitalna obrada signala, sa fokusom na obradu slike,
- multimedijalni sistemi u automobilu,
- metode ispitivanja softvera za automobilske sisteme,
- bar jedan predmet iz ne-softverskih tema radi razumevanja automobila kao sistema, kao što su: elektronika u automobilu, mehanika u automobilu, termodinamika, itd.

Na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, ove teme su pokrivena kroz unapređene i nove predmete koji su poslednjih nekoliko godina razvijani, a biće potpuno primenjeni u novom ciklusu akreditacije. Tabela 1 daje prikaz razvijenih predmeta, kao i godinu i nivo studija za koju je predmet predviđen. Svi predmeti su u sklopu studija na studijskom programu Računarstvo i automatika, modul Računarska tehnika i računarske komunikacije.

Tabela 1. Pregled unapređenih i novih predmeta na Fakultetu tehničkih nauka

Broj	Naziv predmeta	Nivo studija	Godina studija
1	Uvod u računarsku tehniku automobila	OAS	4
2	Arhitekture i metode projektovanja bezbednosno-kritičnog softvera u automobilske industriji	OAS	4
3	Procesi u razvoju softvera u automobilske industriji	MAS	1
4	Računarske mreže, magistralne i protokoli u automobilske industriji	MAS	1
5	Metode i tehnike ispitivanja kontrolnog automobilske softvera	MAS	1
6	Duboko učenje u sistemima autonomnih i umreženih vozila	MAS	1
7	Multimedijalni sistemi u automobilske industriji	MAS	1
8	Principi digitalne obrade slike za autonomna vozila	MAS	1

Iz Tabele 1 se vidi da je većina predmeta namenjena za realizaciju za master akademskim studijama (MAS), a deo predmeta na najvišoj godini osnovnih akademskih studija (OAS), iz razloga što je veliko predznanje iz klasičnih računarskih tema neophodno da bi se student mogao posvetiti izazovima koje donosi razvoj softvera za ovu veoma specifičnu primenu.

Na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacionih tehnologija u Osijeku, otvoren je novi studijski program master akademskih studija pod nazivom »Automobilsko računarstvo i komunikacije«. Ovaj studijski program traje dve godine i osim navedenih tema, pokriva i širinu znanja koju jedan dvogodišnji studijski program treba da poseduje. Spisak predmeta i opisi svakog predmeta su dati u [7].

#### 4. ZAKLJUČAK

Projekat DRIVE, u okviru programa preko-granične saradnje između Hrvatske i Srbije, omogućio je opremanje četiri laboratorije na dve institucije koje će doprineti povećanju konkurentnosti regije i poboljšanju kvaliteta nastave u oblasti razvoja softvera za automobilske sisteme, koja je danas u velikom usponu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu i Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacionih tehnologija u Osijeku su postali najopremljeniji fakulteti za izvođenje nastave u ovoj oblasti u našem regionu i, prema našim saznanjima, među najopremljenijim visoko-obrazovnim institucijama za ovu oblast u svetu. Ove laboratorije omogućit će obrazovanje studenata koristeći savremenu opremu i stvorit će inženjere koji će povećati konkurentnost poslovnog okruženja u regiji.

Tokom 2019. godine, projekat DRIVE će ući u poslednju fazu, do svog završetka 14.12.2019. godine. Partneri u projektu će organizovati radionice za najmanje 100 inženjera u regiji, kako bi im preneli znanja stečena u ovom projektu. Biće završeni materijali za nove i unapređene predmete, a njihova primena, koja je već delimično krenula u tekućoj školskoj godini, biće potpuna u narednoj školskoj godini (2019/20). Kursevi i radionice omogućit će studentima, sadašnjim i budućim inženjerima da budu spremni za visoke zahteve automobilske industrije.

#### 5. LITERATURA

- [1] F. Fabrini, M. Fusani, G. Lami, E. Silvera: "Software Engineering in the European Automotive Industry: Achievements and Challenges", IEEE International Conference on Computer Software and Application (COMPSAC), 2008, doi: 10.1109/COMPSAC.2008.140
- [2] A. Haghightakhah, M. Oivo, A. Banijamali, P. Kuvaja: "Improving the State of Automotive Software Engineering", IEEE Software, Vol. 34, Issue 5, 2017, pp. 82-86, doi: 10.1109/MS.2017.3571571
- [3] P. Kaur, R. Sobti: "Current challenges in modelling advanced driver assistance systems: Future trends and advancements", IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE), 2017, doi: 10.1109/ICITE.2017.8056916
- [4] M. Vranješ, G. Velikić, I. Kaštelan, D. Vranješ: „Projekt DRIVE – Put sveučilišta k automotiv industriji“, 37th Conference on Transportation Systems with International Participation – Automation in Transportation, 2017
- [5] I. Kaštelan, M. Popović, M. Vranješ, G. Velikić: "Work in Progress: Modernizing Laboratories for Innovative Technologies in Automotive", IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018, pp. 1700-1702, doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363439
- [6] Technische Universität München: Automotive Software Engineering, <https://www.tum.de/en/studies/degree-programs/detail/automotive-software-engineering-master-of-science-msc/> (pristupano 15.01.2019.)
- [7] Sveučilišni diplomski studij „Automobilsko računarstvo i komunikacije“, <https://www.ferit.unios.hr/studiji/sveucilisni-diplomski-studij/#s52> (pristupano 15.01.2019.)