

# Modeliranje in simulacija z uporabo okolja E-CHO

Marko Papić, Maja Atanasijević-Kunc, Vito Logar, Sašo Blažič, Aleš Belič, Janez Bešter

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25, 1000 Ljubljana  
E-pošta: marko.papic@fe.uni-lj.si

## Modelling and Simulation Using E-CHO Environment

*In the paper the most important properties and functionalities of E-CHO program are first presented. This e-learning platform was developed at the Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana. The education and research environment where different scientific areas are studied is an ideal environment which stimulates a constant improvement of this teaching possibility from technological as well as from pedagogical view point. In the paper this is illustrated for the area of modelling and simulation, where remote experimentation (as more or less demanding projects) can extend teaching efficacy of the lectures or can be organized as motivation projects at different levels of the study. At the end of the paper the goals for the future work are indicated.*

### 1 Uvod

Informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) so postale nepogrešljive tudi pri izvajanju izobraževalnega procesa, ki zahteva uporabo spletnega učnega okolja, ki je robustno in fleksibilno ter ga je mogoče uporabljati pri različnih vsebinskih področjih in v različno definiranih didaktičnih scenarijih. Pri tem je ključnega pomena, da učno okolje prilagodimo didaktičnim mehanizmom, ki so specifični za določeno področje. Učne rezultate lahko z različnimi motivacijskimi prijemi še dodatno izboljšamo.

V literaturi [1-6] je mogoče zaslediti različne rešitve, ki podpirajo elektronski način izobraževanja. Nekatere med njimi predstavljajo celovita okolja za e-učenje [1-6], druge, preprostejše pa omogočajo predvsem dopolnitve klasičnim oblikam učenja.

Na Fakulteti za elektrotehniko (FE) Univerze v Ljubljani (UL) že več let razvijamo celovito programsko okolje E-CHO, ki je namenjeno podpori in izvedbi elektronskega izobraževanja [1-3]. Relativna prednost pri razvoju tega okolja je zagotovo dejstvo, da na FE gojimo različne študijske usmeritve, katerih upoštevanje lahko predstavlja dodaten izziv pri razvoju podpornih IKT sistemov.

V prispevku smo predstavili nekatere pomembnejše značilnosti najnovejše različice okolja E-CHO ter ilustrirali delovanje sistema s pomočjo večnamenskih projektov različne zahtevnosti na področju modeliranja in simulacij.

## 2 Programsko učno okolje E-CHO

E-CHO je spletna izobraževalna platforma, ki se izvaja v infrastrukturi oblaka in omogoča razvoj, kot tudi izvedbo učenja neodvisno od kraja in časa.

E-CHO okolje naslavlja štiri ključna področja:

- hiter razvoj vsebin oziroma vključevanje kompleksnih multimedijskih interaktivnih vsebinskih gradnikov,
- sodelovanje tako v procesu razvoja učenja, kot tudi pri sami izvedbi,
- prilagajanje specifikam učnega procesa in
- stalno izboljševanje uporabniške izkušnje.

### 2.1 Vsebine e-učenja

Možnosti hitrega razvoja vsebin temeljijo na enostavnosti oblikovanja, ki je poznana iz najpogosteje uporabljenih programov za obdelavo besedil (npr. MS Word, Open Office Writer), oziroma spletnih urejevalnikov vsebin (npr. blogi, forumi). Pri tem razvoj vsebin ne zahteva programerskih spretnosti. Vsebine je možno poljubno združevati in jih urejati v predmete, skupine predmetov, tečaje, module, oziroma kot to zahteva specifična učnega procesa. E-CHO hkrati omogoča tudi vključevanje zahtevnih, multimedijskih in interaktivnih gradnikov, saj podpira najbolj razširjen standard na področju e-učenja, to je SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [7].

### 2.2 Sodelovanje in komunikacija

Sodelovanje v E-CHO platformi je podprto skozi celoten proces, od zasnove do same izvedbe e-učenja. Sistem omogoča deljenje razvoja posamezne vsebine med različnimi razvijalci, oziroma skupinski razvoj. Koncept je skladen z razširjenim standardom Creative Commons (CC) [8], saj razvijalci lahko vsebino, ki jo razvijajo, delijo z drugimi za nadaljnji razvoj ali pa le za uporabo v drugih vsebinah. Funkcije sodelovanja v času učenja so realizirane s preprostimi a učinkovitimi orodji, ki omogočajo enostavno vzpostavitev poljubnih diskusijskih skupin z možnostjo besedilne komunikacije in prenosa poljubnih datotek. Koncept sodelovanja med učenjem je možno nastaviti vnaprej, glede na naravo skupinskega dela.

### 2.3 Upoštevanje specifik učnega procesa

Pomembna značilnost učnega okolja je zmožnost prilagajanja specifikam učnega procesa s stališča

upravljanja in organizacije le-tega. Učno okolje E-CHO zato omogoča:

- prilagojeno nastavljanje pravic za dostop do različnih funkcionalnosti za vse vključene deležnike,
- možnosti administracije in upravljanja brez omejitev (npr. poljubno gnezdenje skupin vključenih udeležencev, poljubno nastavljanje pravic skupinam),
- možnost vključevanja aktivnosti v proces učenja (npr. preverjanje znanja, eksperimenti, diskusije, ocenjevanje, ipd.) brez omejitev.

## 2.4 Izboljševanje uporabniške izkušnje

Pomen uporabniške izkušnje, oziroma prijaznosti sistema E-CHO napram uporabnikom, se kaže tako v času razvoja vsebine e-učenja, kot tudi v času same izvedbe. Pri tem je najbolj pomembna enostavnost uporabe in hitra dostopnost do funkcij, ki jih tipični uporabniki v sistemu najbolj pogosto izvajajo. Sistem E-CHO uporabniško izkušnjo gradi na intuitivnih vmesnikih, ki jih poznamo iz sodobnih spletnih brskalnikov. Aktivnosti uporabnikov se odpirajo v zavihkih. Tako je dosežen hiter dostop do funkcij, ki jih uporabnik potrebuje, hkraten razvoj več vsebin, ali pa hkratno sledenje napredovanju več uporabnikom, oziroma skupinam. Vse aktivnosti, ki jih v sistemu E-CHO izvajajo uporabniki, se sproti avtomatsko shranjujejo, s tem pa je zmanjšana verjetnost izgube vnešenih podatkov.

## 3 Uporaba učnega okolja E-CHO v naravoslovno-tehničnih akademskih okoljih

Pri izbiri spletnih učnih okolij (programske in strojne opreme) je potrebno upoštevati značilnosti in potrebe izobraževalnega procesa, ki ga želimo podpreti. Osnovne potrebe in značilnosti so odvisne od naslednjih kriterijev:

- predmet poučevanja (vsebina),
- obstoječe veščine in znanja pedagoškega kadra, ki so pomembne za *aktivno* vključitev v proces izvedbe e-učenja,
- starost in ostale značilnosti ciljne skupine,
- druga potrebna oprema, ki jo je možno vključiti v izobraževalni proces (npr. učni pripomočki, pilotne naprave, programska in druga strojna oprema) in
- stroški razvoja ter vzdrževanja.

### 3.1 Predmet poučevanja

Ko govorimo o predmetu poučevanja so pomembne možnosti, ki jih okolje nudi pri ravnanju (izdelavi, uvozu ali urejanju) z vsebinami. Poudarek pri razvoju E-CHO je bil na skalabilnosti in enostavnosti razvoja,

vzdrževanja in prilagajanja vsebin. Poleg enostavnosti izdelave in možnosti vključevanja zunanjih vsebin je potrebno poudariti tudi možnost izdelave vprašanj in testov za preverjanje znanja ter možnost izvedbe anketiranja med udeleženci, preko katerega lahko izvajalci pridobijo (anonimno) povratno informacijo o zadovoljstvu študentov s pridobljenim znanjem in zadovoljstvu z načinom dela. Pomembna značilnost je strukturiranje vsebine, kot tudi vprašanj in testov za preverjanje znanja v repozitoriju vsebin E-CHO, kar močno olajša postopke prilagajanja vsebine potrebam posameznih ciljnih skupin študentov.

### 3.2 Aktivacija deležnikov

Aktivno vključevanje razvijalcev sistema, učiteljskega kadra, razvijalcev vsebin, kot tudi študentov je ključnega pomena za uspešno izvedbo katerega koli e-učenja in je odvisno od njihovih obstoječih veščin in znanj.

Razvijalci sistema so vključeni v fazi načrtovanja in razvoja preko prilagajanja odprtih vmesnikov sistema E-CHO za integracijo zunanjih aplikacij, učnih pripomočkov ali opreme.

Razvijalci vsebin in pedagoški kader v sistemu E-CHO aktivno sodelujejo pri razvoju samih vsebin.

Pomembno je omeniti možnost dodeljevanja pravic razvoja vsebin samim študentom, saj na ta način lahko razvijajo lastne projekte na enostaven in transparenten način. Prav slednje, implementacija vsebin s strani udeležencev – študentov predstavlja pomemben motivacijski element, hkrati pa uvajanje študentov kot razvijalcev vsebin omogoča naknadno uporabo vsebin v prihodnjih izvedbah (npr. pri realizaciji drugih predmetov, oziroma v naslednjih generacijah študentov).

### 3.3 Značilnosti ciljne skupine

Pri izvedbi e-učenja v naravoslovno-tehničnih akademskih okoljih sodelujejo:

- pedagoški kader (razvite vsebine uporabljajo lahko kot dodatno demonstracijsko možnost),
- dodiplomski in podiplomski študentje.

Za naravoslovno-tehnične vede je poleg uporabe klasičnih vsebin in oblik izvedbe (predavanja, skripta, prosojnice) zelo pomemben tudi eksperimentalni vidik učnega procesa. Le-tega tipično izvajamo v obliki laboratorijskih vaj v namenskih okoljih in ob uporabi primerne programske in materialne opreme.

Ko govorimo o značilnostih in potrebah ciljne skupine študentov na tem mestu želimo izpostaviti problem razdrobljenosti vsebin, ki se nanašajo na predmet poučevanja, saj se praviloma nahajajo v različnih oblikah in formatih (.pdf, .ppt, .doc, video, slike, ipd.) ter na različnih mestih (npr. spletne strani predmeta, druge spletne strani), pogosto pa jih pedagoški kader s študenti deli med izvedbo samih predavanj ali vaj. Sistem E-CHO zagotavlja dostop do

vseh vsebin predmeta na enem mestu, kar zagotavlja zadostno količino študijskega gradiva ne le za konkretno izvedbo naloge (npr. izvedba eksperimenta na daljavo), temveč tudi za študij celotnega predmeta.

Hkrati s tem so za ciljno skupino študentov pomembne funkcije enostavne in hitre izdelave vsebin ter povezave z razširjenimi družabnimi omrežji, kot sta Facebook ali Google+.

Za ciljno skupino pedagoškega kadra je potrebno zagotoviti možnost demonstracije vsebine na različnih ravneh zahtevnosti in za različne potrebe. V primeru izvedbe eksperimenta na daljavo to pomeni, da učitelj lahko predstavi eksperiment brez celotne interakcije z vsebino in neodvisno od lokacije demonstracije.

### 3.4 Druga potrebna oprema

Odpri vmesniki sistema E-CHO omogočajo integracijo in povezovanje s poljubnimi informacijskimi sistemi preko prenašanja vnaprej definiranih parametrov.

Glede na informacije sprejete ali oddane v druge sisteme, je možno poljubno prilagajati vsebino e-učenja v sistemu E-CHO. V primeru izvedbe eksperimentov na daljavo, ki so opisani v naslednjem poglavju je sistem E-CHO povezan z analogno-digitalnimi, digitalno-analognimi (AD/DA) pretvorniki, pilotno napravo eksperimenta in pripadajočo programsko opremo, ki omogoča komunikacijo z uporabljenim Matlab/Simulink okoljem na pomožnem računalniku.

### 3.5 Stroški razvoja in vzdrževanja

Trendi v informacijskih sistemih kličejo po zmanjšanju stroškov uporabe in vzdrževanja programske opreme, kot tudi po večanju fleksibilnosti (načina in/ali obsega) uporabe.

Ključni odgovor na to vprašanje je implementacija sistema v infrastrukturi oblaka, kar v primeru platforme E-CHO omogoča zmanjšanje stroškov vzdrževanja, zagotavljanje neprekinjenega delovanja in prilagajanje potrebam ciljnega okolja (dinamično dodeljevanje prostora na strežniku, procesorskih zmogljivosti, ipd.).

## 4 Razvoj motivacijskih eksperimentov za namene modeliranja in simulacije

### 4.1 Organizacija učnega procesa

Študij na FE je organiziran v triletno prvo stopnjo na univerzitetnem programu ter na bolj praktično usmerjenem visokem strokovnem programu. Študentje obeh prvih stopenj lahko nadaljujejo izobraževanje na dvoletnem magistrskem študiju. Na obeh omenjenih stopnjah imajo kot posebno usmeritev študenti možnost poglobljeno proučevati tudi avtomatizacijo, ki med drugim vključuje tudi problematiko modeliranja in simulacije. Seveda pa zahtevnost problemov z višjimi letniki postopoma narašča in se tudi povezuje z vsebino nekaterih drugih predmetov na omenjeni smeri.

S poskusi vpeljave e-učenja ob uporabi programa E-CHO smo na smeri Avtomatika pričeli že v preteklih

letih [1, 2], pozitivni odzivi študentov in želja po dopolnjevanju učnega procesa pa sta nas spodbudila k iskanju razširitev obstoječih možnosti in k njihovi nadgradnji tudi v okviru novega bolonjskega študija. V tem kontekstu smo se odločili za pripravo možnosti za postopno in delno uvedbo e-poučevanja tudi pri predmetu *Modeliranje in simulacija* (drugi letnik študija Aplikativna elektrotehnika na smeri Avtomatika) in pri predmetu *Metode modeliranja* (prvi letnik magistrskega študija na smeri Avtomatika in informatika). Pri obeh predmetih je delo organizirano v predavanja (tri ure na teden) in laboratorijske vaje (dve uri na teden). Pri laboratorijskih vajah imajo študenti na voljo tudi številne pilotne naprave, ki so preko ustreznih AD/DA vmesnikov povezane z osebnimi računalniki. Za namene modeliranja in simulacije v veliki meri uporabljamo Matlab z orodjem Simulink, v okviru katerega je mogoče izvajati tudi zajem merjenih signalov, oz. generirati signale, s katerimi vplivamo na delovanje procesov. Preverjanje znanja poteka deloma klasično (torej ob izvedbi pisnih in ustnih izpitov), z vpeljavo novih programov pa skušamo motiviranost izboljšati tudi z različnimi projektnimi nalogami, ki naj bi dodatno izboljšale samoiniciativo študentov in jih hkrati razbremenile stresa, ki je običajno povezan s preverjanjem znanja.

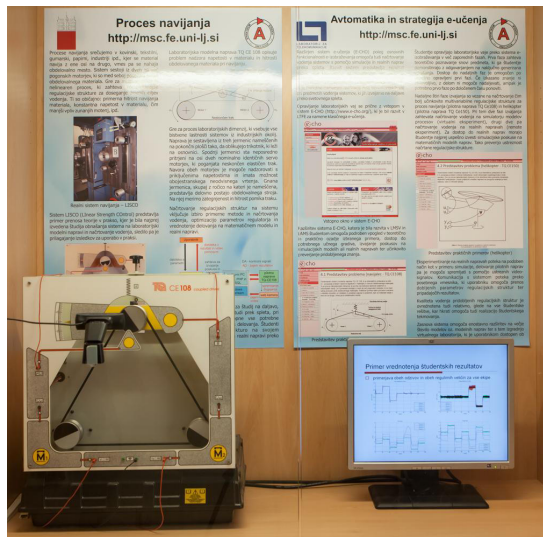
### 4.2 Dodatne predstavitvene in motivacijske možnosti

Da bi razširili možnosti uporabe eksperimentiranja s pilotnimi napravami in hkrati naredili to možnost tudi bolj prepoznavno, smo sistem E-CHO povezali s pilotno napravo procesa navijanja, kot je ilustrirano na sliki 1. Sistem je nameščen v vitrini na FE, tako da učinke eksperimentiranja lahko mimoidoči opazujejo tudi direktno, ali preko video – posnetka, ki ga zajema na sistem nameščena spletna kamera.

Za sistem navijanja, ki posnema realne procese transporta materiala, smo se odločili, ker poseduje naslednje pomembne lastnosti za uporabo na daljavo:

- je primerno hiter, saj je poskus mogoče zaključiti v parih minutah; to pomeni, da poskuse lahko izvaja tudi nekaj skupin študentov v letniku, služi pa lahko tudi kot demonstracijski primer za popestritev predavanj;
  - je stabilen in dokaj robusten, kar omogoča izvajanje eksperimentov tudi brez uporabe zaprtozančnega vodenja in brez večje bojazni, da bo zaradi neizkušenosti prišlo do poškodbe sistema;
  - tudi vizualno opazovanje je lahko koristna dopolnilna informacija, ki pripomore k razumevanju delovanja;
  - kompleksnost dolovanja je mogoče izbirati; deluje lahko kot preprost univariabilni sistem ali dokaj kompleksen multivariabilni sistem.
- Projekti na nižji (začetniški) stopnji od študentov zahtevajo:
- določitev vhodnega signala, s pomočjo katerega testirajo odzivnost sistema v celotnem območju delovanja;

- načrtovanje skupine linearnih modelov, ki so primeren opis za celotno območje delovanja;
- analizo in vrednotenje modelov pri drugačnih signalih, kot so bili uporabljeni za modeliranje.

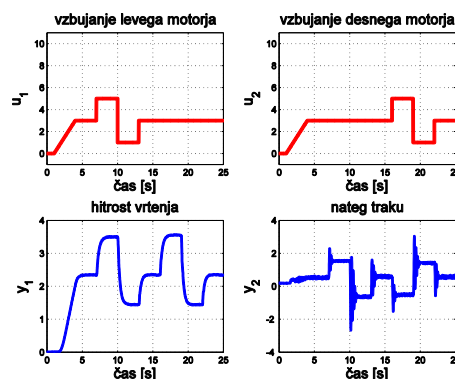


Slika 1. Postavitev sistema navijanja na Fakulteti za elektrotehniko

Na višji stopnji pa je mogoče v opazovanje vključiti tudi multivariabilen in nelinearen opis delovanja sistema. Možna izbira testnih signalov (vzbujanje obeh motorjev  $u_1$  in  $u_2$ ) in pripadajočih odzivov ( $y_1$  – hitrost potovanja traku na obdelovalnem mestu in  $y_2$  - nateg traku na obdelovalnem mestu) je ilustrirana na sliki 2.

Za realizacijo eksperimenta morajo študenti oz. uporabnik na svojem računalniku zgenerirati ustrezno datoteko, v kateri se nahajajo podatki o definiranem vhodnem signalu (potrebna navodila so pripravljena v učnem gradivu) in jo naložiti v sistem E-CHO, ki jo razvrsti v vrsto čakajočih. Ko pride na vrsto, se izvede zahtevani eksperiment tako, da sistem na pomožnem računalniku (kjer se nahaja tudi program Matlab in s katerim je preko AD/DA pretvornikov povezana pilotna naprava) zažene program Matlab in komandna datoteka, ki realizira eksperiment. Uporabnik lahko reakcije naprave spremlja preko video signala, po končanem poskusu pa se rezultati eksperimenta (npr. takšni kot so prikazani na sliki 2) izrišejo na zaslon. Meritve odzivov se shranijo v datoteko, do katere uporabnik lahko dostopa po končanem poskusu.

Predstavitve rezultatov modeliranja je potrebno opisati in komentirati in predstavljajo skupaj s simulacijskimi datotekami rezultat, ki ga učno osebje oceni. Kadar narava didaktičnega procesa to dopušča, je učni proces mogoče popestriti s tekmovalnostjo v obliki poenotenega vrednotenja vseh rezultatov in relativnega rangiranja in/ali končnim ustnim zagovorom. Vrednotenje pripravljenih projektov bomo izvedli v prihajajočem študijskem letu.



Slika 2. Multivariabilno delovanje procesa navijanja v okolici izbranih delovnih pogojev

## 5 Zaključek

V prispevku smo predstavili programsko okolje E-CHO, ki je rezultat dolgoletnega razvoja strokovnjakov na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani in je namenjeno elektronskim oblikam izvajanja pedagoškega procesa. Združuje vse pomembne in sodobne lastnosti tovrstnih okolij. Pedagoško in znanstveno okolje, v katerem program razvijamo in prilgajamo sodobnim potrebam, spodbuja tudi sodelovanje različnih delovnih skupin. Tako smo razvili tudi večnamenske, motivacijske projekte na področju modeliranja in simuliranja, ki omogočajo izvajanje realnih eksperimentov na daljavo, oddaljeno komunikacijo med študenti in učnim osebjem, v prihodnosti pa nameravamo razširiti aktivnosti pri nekaterih predmetih na dodiplomskem in magistrskem študiju tako, da bodo v razširitvah aktivno vključeni tudi študenti sami. Upamo, da bo to dodatno zboljšalo motivacijo, ki je ključna za uspešnost učnega procesa.

## Literatura

- [1] M. Atanasijević-Kunc, V. Logar, R. Karba, M. Papić, A. Kos: Remote multivariable control design using a competition game, IEEE Trans. Ed., vol. 54, no. 1, pp. 97-103, 2011.
- [2] V. Logar, R. Karba, M. Papić, M. Atanasijević-Kunc: Artificial and real laboratory environment in an e-learning competition, Math. Comput. Simul., vol 82, no. 3, pp. 517-524, 2012.
- [3] E-CHO izobraževalna platforma v oblaku: <http://www.e-cho.org/> (zadnji vpogled: 8. 7. 2013)
- [4] Open source learning programme – Moodle, <https://moodle.org/> (zadnji vpogled: 8. 7. 2013)
- [5] Open source learning programme – Canvas, <http://www.instructure.com/> (zadnji vpogled: 8. 7. 2013)
- [6] Open source learning programme – ILIAS, [http://www.ilias.de/docu/goto.php?target=root\\_1](http://www.ilias.de/docu/goto.php?target=root_1) (zadnji vpogled: 8. 7. 2013)
- [7] Sharable Content Object Reference Model (SCORM), <http://www.adlnet.gov/scorm> (zadnji vpogled: 8. 7. 2013)
- [8] Creative Commons open licencing, <http://creativecommons.org/> (zadnji vpogled: 8. 7. 2013)