

Одлуком Истраживачко-стручног већа Машинског факултета у Београду бр. 120/1 од 22.04.2010. године именовани смо за рецензенте новог техничког решења под називом „**ART Simulator V1.0**” – апликациони софтвер базиран на *Adaptive Resonance Theory* – **ART-1 вештачкој неуронској мрежи** аутора: проф. др Зоран Миљковић, мр Иван Лазаревић, дипл.инж.маш. и проф. др Бојан Бабић. На основу предлога техничког решења и након анализе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „**ART Simulator V1.0**” – апликациони софтвер базиран на *Adaptive Resonance Theory* – **ART-1 вештачкој неуронској мрежи** представљено је на 10 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једноструког прореда. Опис техничког решења садржи алгоритам са једначинама, издвојену једначину, табелу и седам слика, представљених у следећих пет тематских целина, уз списак коришћене литературе:

1. Област на коју се техничко решење односи,
2. Технички проблем,
3. Ненадгледано машинско учење помоћу ART-1 неуронске мреже - постојеће стање у свету,
4. Суштина техничког решења - примена и приказ софтвера „**ART Simulator V1.0**”,
5. Закључак.

Развијени софтвер припада области машинства и индустријског софтвера и директно се односи на развој и примену вештачке интелигенције (Листа ИП елемената у области развоја софтвера под бр. (7) - вештачка интелигенција; Извор: *Frascati Manual, OECD*), тачније ART-1 вештачке неуронске мреже, у домену идентификације објеката снимљених камером, као и пројектовања групне технологије и селуларних технолошких процеса. Концепт групне технологије, заснован на класификацији делова у групе и фамилије према геометријској и технолошкој сличности са циљем да се технологија пројектује само за типске захвате, представља се у предметном извештају кроз нови приступ оријентисан ка примени ART-1 вештачке неуронске мреже, што је резултирало развојем новог софтвера за машинско учење интелигентних система под називом „**ART Simulator V1.0**” оствареног у *Visual Basic*[®] окружењу. У опису техничког решења наглашено је да софтвер „**ART Simulator V1.0**” обезбеђује реализацију новог приступа у оквиру процедуре за пројектовање групне технологије где ART -1 вештачка неуронска мрежа исказује способност да разврстава бинарне векторе у кластере, односно у овом случају у групе делова, и то према геометријској и технолошкој сличности. Остварене су успешне примене развијеног софтвера и у домену идентификације објеката снимљених камером.

У другом поглављу предлога указано је на то да интелигентни технолошки системи (ИТС) представљају стратешку базу развоја производног инжењерства, а вештачке неуронске мреже се попут ART-1, као њихов интегрални део, интензивно користе за остваривање све већег удела аутономних система у производним технологијама, као што су процесирање нумеричких података добијених од система препознавања са циљем да се оствари идентификација снимљеног објекта-радног предмета, односно са друге стране у аутоматизованом пројектовању технолошких процеса заснованом на принципима групне технологије. Наглашено је и то, да је новоразвијени софтвер намењен за примену у реалним условима индустријских постројења, преко идентификације објеката снимљених камером, чиме се омогућава ефикасније обављање одговарајућих технолошких процеса. Уз кратке теоријске основе везане за ART-1 (*Adaptive Resonance Theory*) неуронску мрежу, дат је принцип рада и основне карактеристике.

У наставку приказа новог техничког решења уведени су математички модели полазних проблема, уграђени у алгоритам и програмски код развијеног софтвера „**ART Simulator V1.0**”, при чему је показан ефикасан начин *утврђивање сличности* улазних бинарних вектора помоћу ART-1 вештачке неуронске мреже која има задатак да, уз динамичке једначине за које су битна њихова асимптотска решења, установи степен подударности узорака који се доводе у мрежу. Речено је и посебно истакнуто да поред општег (алгоритам је дат у форми опште примењивог уобичајеног алгоритамског облика, корак по корак), алгоритам показује како ART-1 мрежа може да се искористи за идентификацију једноставног примера 2D слике објекта, који је представљен помоћу бинарног вектора **I**.

У трећем поглављу указано је на то да се при анализи слике, код хијерархијског интелигентног управљања аутономним индустријским роботом, подразумева и идентификација објеката, што се

може остварити поступком поређења са објектом који се „тражи“ коришћењем ART-1 вештачке неуронске мреже. Аутори јасно истичу да се основна предност компетитивног обучавања огледа у оспособљавању ART-1 неуронске мреже да врши једноставну класификацију улазних варијанти у функцији идентификације објеката, а у спроведеним истраживањима је такво поређење улазних бинарних вектора I са одговарајућим параметром сличности ρ , дато преко степена подударности M .

Четврто поглавље даје опис суштине техничког решења, односно развоја софтвера „ART Simulator V1.0“, уз приказ разлога за његову примену у домену идентификације објеката снимљених камером, препознавања цифара, као и пројектовања групне технологије и селуларних технолошких процеса. Детаљно је дат опис развијеног експерименталног софтвера „ART Simulator V1.0“. У наставку овог поглавља, кроз остварене примене и резултате, приказан је предметни софтвер сопственог развоја аутора који је проблемски оријентисан, а остварен је програмирањем у *Visual Basic*[®]-у. Констатовано је на самом крају четвртог поглавља, да је овај софтвер практично намењен апликацијама које имају потребу за коришћењем резултата обучавања ART-1 вештачке неуронске мреже, као и то да се уложени труд на вишегодишњем усавршавању софтвера „ART Simulator V1.0“ може валоризовати кроз широки спектар досадашње, а и будуће мултидисциплинарне примене.

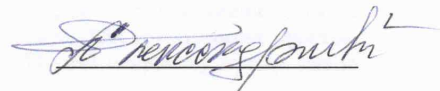
У закључку предлога техничког решења, констатовано је да спроведени развој софтвера „ART Simulator V1.0“ је имао за циљ да се омогући једноставно и ефикасно утврђивање степена подударности улазних бинарних вектора, обезбеђујући естимацију тражених излазних величина, након чега корисник може да оствари, ненадгледаним машинским учењем, идентификацију објеката и да преко параметра сличности изврши анализу резултата учења.

На крају овог извештаја, посебно је истакнута примена развијеног софтвера „ART Simulator V1.0“ у образовне сврхе, као помоћног наставног средства за извођење лабораторијских вежби, на свим нивоима академских студија *Модула за производно машинство* Машинског факултета у Београду.

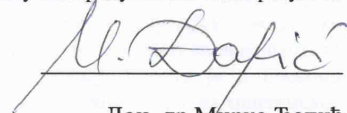
У складу са анализом предлога техничког решења, као именовани рецензенти дајемо следеће

ЕКСПЕРТСКО МИШЉЕЊЕ

Аутори новог техничког решења - софтвера (M85) под називом „ART Simulator V1.0“ – апликациони софтвер базиран на *Adaptive Resonance Theory* – ART-1 вештачкој неуронској мрежи су на јасан начин описали основне теоријске концепте проблема идентификације објеката снимљених камером, као и пројектовања групне технологије и селуларних технолошких процеса коришћењем новоразвијеног софтвера. Примена развијеног софтвера омогућава идентификацију геометријске сличности осносиметричних цилиндричних машинских делова, као и верификацију постављене хипотезе о могућности учења аутономног индустријског робота на основу информација које добија од екстерног сензора-камере преко препознатог објекта-радног предмета. Остварени резултати указују на то да постоји јасан допринос постојећем стању и да примена новог софтвера омогућава једноставан и ефикасан начин утврђивања степена подударности улазних бинарних вектора што има широку примену код интелигентних система. На основу увида у предлог и остварене резултате предлажемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се техничко решење (Софтвер-M85) под називом „ART Simulator V1.0“ – апликациони софтвер базиран на *Adaptive Resonance Theory* – ART-1 вештачкој неуронској мрежи прихвати као ново техничко решење.



Доц. др Драган Александрић
Универзитет у Београду-Машински факултет



Доц. др Мирко Бапић
Универзитет у Крагујевцу-
Машински факултет у Крагујевцу