

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3128/2
ДАТУМ: 11.12.2014.

На основу захтева др Бојана Бабића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3128/1 од 03.12.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 11.12.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Да се за рецензенте Техничког решења под насловом: „ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ТЕРМИНИРАЊЕ ОПТИМАЛНИХ ФЛЕКСИБИЛНИХ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА БАЗИРАНО НА МУЛТИАГЕНТНИМ СИСТЕМИМА И ТЕХНИКАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ“ чији су аутори: асист. Милица Петровић, дипл.инж.маш., асист. Јелена Петронијевић, дипл.инж.маш., др Најдан Вуковић, научни сарадник, др Марко Митић, истраживач сарадник, проф. др Зоран Миљковић и проф. др Бојан Бабић, именују:

- др Мирко Ђапић, ванр. проф., Универзитет у Крагујевцу – Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
- доц. др Живана Јаковљевић, Универзитет у Београду Машински факултет

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



2 ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду бр. 3128/2 од 11.12.2014. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „Интегрисано пројектовање и терминирање оптималних флексибилних технолошких процеса базирано на мултиагентним системима и техникама вештачке интелигенције” чији су аутори: асистент Милица Петровић, дипл.инж.маш.-мастер, асистент Јелена Петронијевић, дипл.инж.маш.-мастер, др Најдан Вуковић, научни сарадник, др Марко Митић, истраживач сарадник, проф. др Зоран Миљковић, проф. др Бојан Бабић. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (M85) под називом „Интегрисано пројектовање и терминирање оптималних флексибилних технолошких процеса базирано на мултиагентним системима и техникама вештачке интелигенције” представљена је на 11 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11pt, једностраног прореда. Опис методе садржи дванаест једначина, три слике и седам табеларних приказа резултата примене нове методе, који су уз списак коришћене литературе представљени у следећих шест тематских целина:

1. Област на коју се техничко решење односи,
2. Технички проблем,
3. Постојеће стање у свету,
4. Суштина техничког решења,
5. Приказ резултата примене,
6. Закључак.

Техничко решење (нова метода) припада области машинства и директно се односи на један од домена истраживања у оквиру пројекта технолошког развоја под називом „Иновативни приступ у примени интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснован на еколошким принципима” (евиденциони број TP-35004) - домен интегрисаног пројектовања и терминирања оптималних флексибилних технолошких процеса. Сходно томе, метода решава проблем генерисања оптималних планова терминирања применом мултиагентних система и техника вештачке интелигенције, конкретно биолошки инспирисаног алгорита на бази интелигенције роја честица (енгл. *PSO – Particle Swarm Optimization*) и вештачких неуронских мрежа (енгл. *ANN – Artificial Neural Networks*).

У другом поглављу техничког решења је уведен проблем интегрисаног пројектовања и терминирања флексибилних технолошких процеса, који се директно решава применом предложене нове методе. С обзиром на алтернативна решења за производне ресурсе (машине алатке, алате, помоћне приборе) за сваку од операција, као и варијантност технолошких операција, интегрисано пројектовање и терминирање оптималних технолошких процеса припада класи недетерминистичких полиномних проблема тзв. *NP-hard* оптимизационих проблема (енгл. *non deterministic polynomial optimization problems*). Конвенционалне нехеуристичке методе нису у стању да ефикасно реше овај тип комбинаторног проблема па се зато овакви проблеми решавају применом интелигентних оптимизационих алгорита, као што су и алгоритми базирани на интелигенцији роја честица.

У трећем поглављу је наведен преглед стања у области истраживања интегрисаног оптималног пројектовања и терминирања технолошких процеса IPPS (енгл. *Integrated process planning and scheduling*). Дванаест референтних научних публикација је издвојено, а након њихове анализе може се закључити да су решења поменутог проблема базирана преваходно на примени генетичких алгорита, алгорита симулираног каљења, теорије ројсва, теорије игара, као и многих хибридних алгорита и модификованих приступа.

Четврто поглавље приказује суштину техничког решења. У том смислу, аутори предлажу мултиагентну архитектуру, која се састоји од шест агената: агент за оптимизацију, агент за учење, агент за делове, агент за машине, агент за алате и агент за транспорт. У оквиру агента за оптимизацију најпре се разматра представљање и квантификавање четири типа флексибилности технолошких процеса: (i) флексибилност редоследа операција, (ii) флексибилност процеса, (iii)

флексбилност машина алатки и (iv) флексбилност алата. Након разматрања типова флексбилности, аутори представљају два математичка модела за оптимизацију флексбилних технолошких процеса: модел за минимизацију укупног производног времена и модел за минимизацију укупних трошкова. Генерисање оптималних технолошких процеса извршено је применом биолошки инспирисаног алгорита PSO - агент за оптимизацију, док је за учење оптималних параметара PSO алгорита развијен модел на бази вештачких неуронских мрежа - агент за учење. Преостала четири агента учествују у терминирању флексбилних технолошких процеса на следећи начин. Агент за делове обухвата технолошке процесе за израду делова, са посебним акцентом на алтернативне процесе. Агент за машине и агент за алате имају улогу у представљању доступности машина, односно алата. Агент за транспорт врши транспорт делова у зависности од захвата, односно операције, машине и алата. Између сва четири агента врши се стална комуникација ради остварења координисаног рада и израде дела.

У петом поглављу су представљени експериментални резултати остварени применом нове методе на проблем интегрисаног пројектовања и терминирања технолошких процеса обраде делова различитог нивоа флексбилности. Предложени алгоритам оптимизације ројем честица PSO је тестиран на 14 „benchmark“ делова, а резултати оптимизације су упоређени са приступима базираним на GA, SA и хибридном GA-SA алгоритму. Алтернативни технолошки процеси, који су оптимални по питању производног времена, или укупних трошкова коришћени су даље у процесу терминирања. Симулациони резултати оптимизације планова терминирања за четири репрезентативна дела добијени су у *AnyLogic* софтверском пакету. Остварени резултати спровдених експеримената показују да је за дате делове и алтернативне технолошке поступке могуће креирати планове терминирања применом агената.

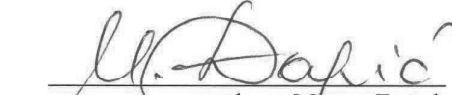
У оквиру закључка у кратко је дата основна идеја нове методе која се заснива на посматрању пројектовања и терминирања технолошких процеса интегрисано. Приказане су предности примене алгоритма оптимизације ројем честица PSO у поређењу са досадашњим приступима у решавању оптимизације флексбилних технолошких процеса обраде делова. Примена система на бази агената у терминирању технолошких процеса указује да се планови терминирања могу добити у реалном времену уз могућност адаптације у зависности од доступности ресурса. Такође, представљени су и правци будућих истраживања на актуелном пројекту технолошког развоја (евид. бр. TP35004).

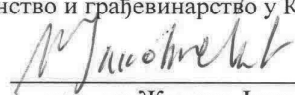
У складу са анализом предлога техничког решења и оствареним резултатима, као именовани рецензенти дајемо следеће

М И Ш Љ Е Њ Е

Аутори нове методе (M85) под називом „**Интегрисано пројектовање и терминирање оптималних флексбилних технолошких процеса базирано на мултиагентним системима и техникама вештачке интелигенције**” су на јасан начин описали предности примене развијене мултиагентне структуре и биолошки инспирисаних техника вештачке интелигенције у оптимизацији технолошких процеса и планова терминирања. Резултати остварени применом ове нове методе указују на то да постоји евидентан допринос постојећем стању у области интегрисаног пројектовања наведених производних функција, који се огледа како кроз боље искоришћење ресурса, тако и кроз смањење укупних трошкова.

На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлагемо Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода под називом „**Интегрисано пројектовање и терминирање оптималних флексбилних технолошких процеса базирано на мултиагентним системима и техникама вештачке интелигенције**” прихвати као ново техничко решење.


проф. др Мирко Ђапић
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву


доц. др Живана Јаковљевић
Универзитет у Београду-Машински факултет

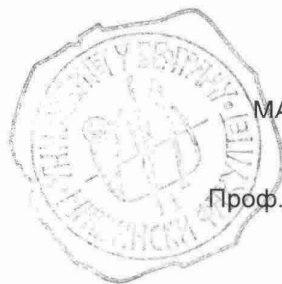
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3128/3
ДАТУМ: 26.12.2014.

На основу захтева др Бојана Бабића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3128/1 од 03.12.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 25.12.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење (M85) под насловом: „ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ТЕРМИНИРАЊЕ ОПТИМАЛНИХ ФЛЕКСИБИЛНИХ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА БАЗИРАНО НА МУЛТИАГЕНТНИМ СИСТЕМИМА И ТЕХНИКАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ“ чији су аутори: асист. Милица Петровић, дипл.инж.маш., асист. Јелена Петронијевић, дипл.инж.маш., др Најдан Вуковић, научни сарадник, др Марко Митић, истраживач сарадник, проф. др Зоран Миљковић и проф. др Бојан Бабић.

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



2 Д Е К А Н
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић