

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 1426/2
ДАТУМ: 27.06.2016.

На основу захтева проф. др Бојана Бабића, бр. 1426/1 од 17.06.2016. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 23.06.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Да се за рецензенте Техничког решења под насловом: „**Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног *Ant Lion Optimization* алгоритма**“ чији су аутори: асистент Милица Петровић, маг.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић, др Најдан Вуковић, научни сарадник именују:

- проф. др Милан Зељковић, Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука
- ван. проф. др Мирко Ђапић, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

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



ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Радивоје Митровић

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду бр. 1426/2 од 27.06.2016. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „**Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног „Ant Lion Optimization“ алгоритма**” чији су аутори: асистент Милица Петровић, маг.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић, др Најдан Вуковић, научни сарадник. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (M85) под називом „**Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног „Ant Lion Optimization“ алгоритма**” представљена је на 17 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11pt, једноструког проред. Опис методе садржи 36 једначина, 3 слике и 11 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 пројектовања флексибилних технолошких процеса. Сходно томе, метода решава проблем генерисања оптималних технолошких процеса обраде делова применом биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције мраволоваца (енгл. *Ant Lion Optimization – ALO*).

У другом поглављу техничког решења је уведен проблем пројектовања флексибилних технолошких процеса, који се директно решава применом предложене нове методе. С обзиром на варијантност у погледу технолошких операција обраде дела, као и у погледу алтернативних производних ресурса (машина алатки, алата, оријентација алата), пројектовање 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 зато овакви проблеми захтевају нове, биолошки инспирисане, оптимизационе алгоритме, код којих се итеративним поступцима побољшава иницијално решење и добија оптимално и/или приближно оптимално решење.

У трећем поглављу је наведен преглед биолошки инспирисаних метода примењених у решавању проблема оптималног пројектовања технолошких процеса, развијених од 1997. године па до данас. Неке од предложених метода су и генетички алгоритми (енгл. *Genetic Algorithms - GA*), генетичко програмирање (енгл. *Genetic Programming - GP*), метод симулираног каљења (енгл. *Simulated Annealing - SA*), табу претраге (енгл. *Tabu Search - TS*), алгоритми базирани на теорији ројева, као што су мравље колоније (енгл. *Ant Colony Optimization - ACO*), или рој честица (енгл. *Particle Swarm Optimization - PSO*), алгоритми базирани на колонији пчела (енгл. *honey bees mating optimization - HBMO*), империјалистички алгоритам (енгл. *imperialist competitive algorithm – ICA*), као многобројни хибридни алгоритми и модификовани приступи. Због недостатака алгоритама везаних за брзу конвергенцију ка локалном оптималном решењу у раним фазама оптимизације, у оквиру ове методе је преложен приступ базиран на биолошки инспирисаном *ALO* алгоритму.

Четврто поглавље приказује суштину техничког решења. У том смислу, аутори предлажу пет типова флексибилности технолошких процеса: (1) флексибилност редоследа операција, (2) флексибилност процеса, (3) флексибилност машина алатки, (4) флексибилност алата и (5) флексибилност оријентација алата. У циљу појашњења ових типова флексибилности, предложена

су три реална репрезентативна дела, са техничким спецификацијама и мрежама алтернативних технолошких процеса обраде. Након разматрања типова флексибилности, аутори представљају математички модел вишекритеријумске оптимизације технолошких процеса на основу две функције циља - минимизација укупног производног времена и минимизација укупних производних трошкова. На крају поглавља је дат предложени *ALO* алгоритам, са описом оператора алгоритма и начина имплементације.

У петом поглављу су представљени експериментални резултати остварени применом нове методе на проблем пројектовања флексибилних технолошких процеса обраде делова различитог нивоа флексибилности. Предложени биолошки инспирисан алгоритам оптимизације *ALO* имплементиран је у *Matlab*[®] програмском пакету и, кроз два експеримента, тестиран за три одабрана репрезентативна дела, као и за усвојени „*benchmark*“ део из литературе. Резултати оптимизације су упоређени са приступом базираним на *cPSO* алгоритму (алгоритам базиран на интелигенцији роја честица и теорији хаоса). Остварени резултати спроведених експеримената показују да се технолошки процеси са минималним производним временом и минималним производним трошковима добијају применом *ALO* алгоритма. Конкретно, *ALO* алгоритам остварује боље оптималне технолошке процесе за два дела разматрана у првом експерименту (део 1 и део 3), као и најбоље решење технолошких процеса за део 2. Такође, оптимални технолошки процеси добијени су и за део разматран у другом експерименту.

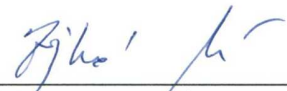
У оквиру закључка је укратко дата основна идеја нове методе, уз наглашене предности њене примене у поређењу са досадашњим приступима у решавању оптимизације флексибилних технолошких процеса обраде делова. Такође, предложени су правци будућих истраживања у оквиру актуелног пројекта технолошког развоја (евиден. број *TP-35004*), који обухватају развој система за терминирање оптималних технолошких процеса као и интеграцију модула за оптимизацију и терминирање технолошких процеса, у циљу побољшања перформанси интелигентних технолошких система.

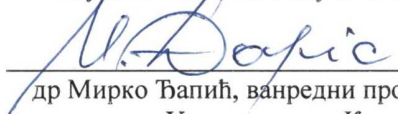
У складу са анализом предлога техничког решења и оствареним резултатима, као именовани рецензенти дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

Аутори нове методе (M85) под називом „**Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног „*Ant Lion Optimization*“ алгоритма**” су на јасан начин описали предности примене развијене методологије на бази биолошки инспирисаног алгоритма оптимизације флексибилних технолошких процеса. Резултати остварени применом ове нове методе указују на то да постоји евидентан допринос постојећем стању у области пројектовања технолошких процеса обраде делова различитог нивоа флексибилности, који се огледа у генерисању оптималних и/или приближно оптималних технолошких процеса обраде дела, узимајући у обзир алтернативне машине алатке, алтернативне алате и алтернативне оријентације алата за сваку од операција. На тај начин, добијају се оптимални технолошки процеси са минималним производним временом и минималним производним трошковима.

На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлажемо Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода под називом „**Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног „*Ant Lion Optimization*“ алгоритма**” прихвати као ново техничко решење – нова метода у категорији M85.


др Милан Зельковић, редовни професор
Универзитет у Новом Саду
Факултет техничких наука Нови Сад


др Мирко Ђапић, ванредни професор
Универзитет у Крагујевцу

Факултет за машинство и грађевинарство Краљево

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 1426/3
ДАТУМ: 16.09.2016.

На основу захтева проф. др Бојана Бабића, бр. 1426/1 од 17.06.2016. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 15.09.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење (М85) под насловом: „**Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног *Ant Lion Optimization* алгоритма,**“ чији су аутори: асистент Милица Петровић, маг.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић, др Најдан Вуковић, научни сарадник.

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



ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Радивоје Митровић