

**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ КРАЉЕВО**

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Десанке Полајнар, дипл.инж.ел.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета бр. 992/6 од 24.11.2009. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Десанке Полајнар, дипл.инж.ел., под насловом "МУЛТИ-АГЕНТСКИ МОДЕЛ ПРОЈЕКТОВАЊА СНС ТЕХНОЛОГИЈА У ИНТЕЛИГЕНТНИМ ТЕХНОЛОШКИМ СИСТЕМИМА".

На основу прегледа писаног дела докторске дисертације под наведеним насловом и увида у подобности кандидата и теме докторске дисертације која је одобрена за израду Одлуком Машинског факултета у Краљеву бр. 310/4 од 03.03.2007., а коју је потврдило Стручно веће Универзитета у Крагујевцу Одлуком бр. 492/4 од 20.04.2007.године, Упутства о реализацији докторских дисертација у области технике на Универзитету у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација кандидата мр Десанке Полајнар, дипл.инж.ел., под насловом "МУЛТИ-АГЕНТСКИ МОДЕЛ ПРОЈЕКТОВАЊА СНС ТЕХНОЛОГИЈА У ИНТЕЛИГЕНТНИМ ТЕХНОЛОШКИМ СИСТЕМИМА", изложена је на 190 страница текста формата А4. Рад је илустрован са 85 слика и илустрација. Списак коришћене домаће и иностране литературе садржи 172 библиографских јединица, од којих значајан део припада самом кандидату. Докторска дисертација је урађена у тврдом повезу и садржи неколико целина:

- Насловна страница,
- Идентификациона страница,
- Предговор - захвалност,
- Абстракт на српском и енглеском језику,
- Садржај,
- Списак слика,
- 1.0. Увод,

- 2.0. Преглед савремених приступа пројектовању технологије обраде метала резањем у флексибилним технолошким системима,
- 3.0. Теоријске основе пројектовања процеса обраде заснованог на интелигентним софтверским агентима,
- 4.0. Модели технолошких процеса обраде метала скидањем струготине,
- 5.0. Моделирање CAPP система,
- 6.0. Организација агентског тима за планирање обраде метала резањем,
- 7.0. Кооперативна конструкција плана обраде
- 8.0. Закључак и
- 9.0. Литература.

Корице, Насловну страницу и Идентификациону страницу кандидат је урадио сагласно Упутству о реализацији докторских дисертација у области технике на Универзитету у Крагујевцу.

У Абстракту (на српском и енглеском језику) кандидат је јасно истакао предмет, циљ, методологију и резултате спроведених истраживања. На крају Абстракта, наведене су и кључне речи које карактеришу проблематику која је у оквиру програма дисертације истраживана. Садржај је рађен уз коришћење децималног означавања поглавља и подпоглавља.

У првом, уводном поглављу, приказује се мотивација, опис и поставка проблема који се решава, обухват, циљ и значај истраживања, полазне претпоставке и методе истраживања, даје преглед основних доприноса резултата истраживања и садржај истраживања у оквиру дисертације. У уводу су дефинисане основне фазе при генерисању плана обраде и пројектовању CNC технологија као и основни извори сложености домена обраде метала резањем: комбинаторна, технолошка, логичка и социјална сложеност која проистиче из емпиријске природе знања и формализације таквог знања, као и глобалног утицаја локално донешених одлука. Као адекватан одговор овим сложеностима су приказане особине и могућности интелигентних мулти-агентских система.

У другом поглављу даје се преглед истраживачких резултата у области рачунарски подржаног пројектовања и производње (CAD, CAM) са аспеката који су релевантни за предмет истраживања у оквиру дисертације, рачунарски подржаног планирања процеса обраде (CAPP), области технолошких облика обраде значајних у области планирања обрадних процеса, области пројектовања стезања као централне активности у генерисању плана обраде и области међусобне размене информација различитих производних фаза.

У трећем поглављу дате су теоријске основе за решавање проблема пројектовања обраде метала резањем заснованог на технологији интелигентних софтверских агената, специјализованих за поједине експертске улоге унутар планерског тима уз преглед истраживачких резултата у овој области. Дат је преглед методологија занованих на овој технологији које су специјално погодне за развој сложених система, код којих је могуће препознати самосталне функционалне целине које могу да постану саставни делови дистрибуираног система. Полазећи од дефиниције задатка планирања обраде метала резањем, елемената плана обраде и анализе сложености проблема планирања ове врсте

обrade, дефинисане су особине интелегентних агената и уведена је архитектура мулти-агентског система са аспекта могућег решавања проблема.

У четвртном поглављу су дефинисани модели технологије обраде метала скидањем струготине. Полазећи од главног разлога за моделирање процеса, наиме производа, као први модел уведен је модел материјала од кога се производ израђује, а затим и модел машинске операције која генерише жељени технолошки облик обратка, алата и режима резања, начина постављања обратка на радни сто обрадног центра и на крају инструкције које машина алатка треба да изврши да би произвела жељене облике – програмски лист (кодирани NC програм). Ови модели представљају основу за дефинисање детаљне онтологије технологије процеса обраде метала резањем.

Типови модела који одговарају конкретним активностима CAPP система при конструкцији плана обраде уведени су у петом поглављу. Главни циљ ових модела је да се прецизно дефинишу сви саставни елементи плана обраде, како би се јасно могли идентификовати и анализирати задаци и активности агентских улога при конструкцији плана. Формализација обезбеђује део основне онтологије за развој концепта за мулти-агентско моделирање планирања обраде метала резањем на обрадним системима са CNC управљањем. Онтологија је неопходна за међусобно разумевање агената. Саставни елементи плана обраде су организовани као колекције модела који су у међусобној релацији. Модели представљају елементе и структуре од којих се састоји план обраде за домен CNC технологија. Њих ће координисаним интеракцијама упоредо развијати чланови тима или под-тимови и трансформацијом једног модела у други интегрисаће се у модел производног плана.

Шесто поглавље уводи организацију агентског тима за планирање обраде метала резањем у интелегентним технолошким системима. У првом делу поглавља дефинисан је модел који представља структуру агентске организације на системском нивоу, где су компоненте система сами агенти. Овим моделом дефинисани су и међусобни односи агената унутар тима. Агентски модел тима је представљен преко модела класа агената. Овај модел дефинише агента и агентски тим преко релација наслеђивања, агрегације и инстанцирања. У другом делу поглавља дефинисан је модел менталних стања агената и агентског тима. Ментално стање индивидуалног агента дефинисано је преко сопствених веровања, жеља и намера док је ментално стање агентског тима дефинисано преко здружених веровања, жеља и намера. Анализом агентских интеракција показано је како они утичу на сопствена ментална стања, као и ментална стања других агената и агентског тима. У последњем делу поглавља дефинисане су акције које агенти изводе да би конструисали план обраде за дати технолошки и производни задатак.

Кооперативна конструкција плана обраде дата је у седмом поглављу, у коме се разматрају типови интеракција и сарадње унутар мулти-агентског планског тима при налажењу најповољнијег решења за постављени задатак планирања. Да би се разни аспекти тимског рада сагледали у конкретном контексту, анализирају се три карактеристичне активности на различитим нивоима детаљности у поступку конструкције плана: пројектовање технолошке операције за задати технолошки облик, пројектовање стезања и глобална оптимизација плана. Током ових активности агенти конструишу различите моделе

обрадака преведећи акције у кораке плана обраде који представљају тачно одређене методе технолошких операција. После тога разрађена је упоредна анализа особина људског и софтверског агента у разним улогама унутар планског тима.

Закључак јасно показује значај постигнутих резултата у оквиру докторске дисертације, указује на главни допринос и оригинална решења са назнаком на даље правце истраживања, којима би се још потпуније дефинисао мулти-агентски модел за пројектовање CNC технологија у интелигентним технолошким системима.

У додатку овог извештаја даје се списак публикованих радова кандидата на стручним скуповима и часописима, чиме је један део резултата из садржаја дисертације добио и јавну научну верификацију.

На основу увида у расположиву документацију, презентоване резултате истраживања и научни допринос остварен у оквиру докторске дисертације, Комисија доноси следећи

одобрена за израду Одлуком Машинског факултета у Краљеву бр. 310/4 од 03.03.2003., коју је потврдило Стручно веће Универзитета у Крагујевцу Одлуком бр. 492/4 од 20.04.2007.године,

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација мр Десанке Полајнар, дипл.инж.ел., под насловом "МУЛТИ-АГЕНТСКИ МОДЕЛ ПРОЈЕКТОВАЊА CNC ТЕХНОЛОГИЈА У ИНТЕЛИГЕНТНИМ ТЕХНОЛОШКИМ СИСТЕМИМА":

- Одговара прихваћеној теми од стране Научно-наставног већа Машинског факултета у Краљеву Одлуком бр. 310/6 од 03.03.2007. и датој сагласности Стручног већа за техничке науке Универзитета у Крагујевцу, Одлуком бр. 492/4 од 20.04.2007.године и
- Написана је сагласно Упутству о реализацији докторских дисертација у области техничких наука на Универзитету у Крагујевцу.

Научни допринос докторске дисертације мр Десанке Полајнар, дипл.инж.ел., "МУЛТИ-АГЕНТСКИ МОДЕЛ ПРОЈЕКТОВАЊА CNC ТЕХНОЛОГИЈА У ИНТЕЛИГЕНТНИМ ТЕХНОЛОШКИМ СИСТЕМИМА", огледа се у следећем:

- Први резултат истраживања у оквиру докторске дисертације је препознавање и семантичка класификација сложености процеса пројектовања CNC технологија у интелигентним технолошким системима, која је подељена у следеће групе: комбинаторна сложеност, технолошка сложеност, логичка сложеност, социјална сложеност и сложеност која проистиче из емпиријске природе знања о процесима обраде метала резањем и тешког формализовања резоновања при пројектовању. На основу семантичке класификације извора сложености САРП проблема, урађена

је и комплементарна анализа особина рационалних инелигентних софтверских агената са становишта могућности њиховог рада унутар тима који је реализован као мулти-агентски САРР систем за решавање проблема планирања.

- Издвојене су следеће предности мулти-агентског система за решавање САРР проблема: упоредност и паралелизам, децентрализација и дистрибуираност, самосталност агената чланова тима, њихово реактивно и проактивно понашање, интелигентно решавање проблема, социјална способност која је предуслов за тимски рад и могућност њиховог организовања у виду виртуелних организација.
- Дефинисани су модели елемената који чине технологију обраде метала скидањем струготине, посебно за врсте обраде стругањем, бушењем и глдањем, као и елемената који су саставни делови плана обраде. Ови модели чине основу за детаљну спецификацију онтологије мулти-агентског САРР система. За наведене моделе пројектовања технологије обраде метала резањем дефинисани су и методи за избор и прорачун вредности параметара модела. Осим у случају модела материјала обратка, где су за задати обрадак јединствено дефинисани параметри модела материјала, за моделе осталих учесника у технолошком процесу, постоји скуп вредности који задовољава постављене критеријуме избора што генерише огроман простор за избор задовољавајућих вредности параметара обрадљивости.
- Други део онтолошке базе мулти-агентског планског тима, чине модели елемената који су продукти активности процеса планирања током конструкције плана обраде, као и акције које учествују у генерисању ових модела. Уведена формализација обезбеђује део основне онтологије за развој концепта за мулти-агентско моделирање планирања обрадних процеса скидањем струготине. Ови модели одговарају конкретним активностима САРР система при конструкцији плана обраде.
- Саставни елементи плана обраде организовани су као колекције модела. Њих координисаним интеракцијама упоредо развијају чланови тима или под-тимови и трансформацијом једног модела у други, интегришу у модел плана обраде. Колекцијом модела обухваћени су: модел задатка планирања, модели обратка (модел технолошких облика обраде припремка и изратка, модел врсте обраде, модел метода технолошких операција), модели стезања и модел плана обраде. Уведени модели подржавају блиску интеракцију планирања производних процеса са осталим активностима свесно избегавајући веома детаљну спецификацију секвенцирања процесних корака или било чега другог што може да угрози корисну флексибилност за друге фазе пројектовања.
- Различите активности у процесу планирања процеса обраде, као што је генерисање САРР модела, представљене су као улоге специјализованих агената са дистрибуираним ауторитетом одлучивања. Свака специјалистичка улога укључује стручна знања и критеријуме релевантне за одговарајућу активност. Те улоге су: Организатор, Стратег, Евалуатор, Пројектант и Интерагент. Специјализовани агенти су организовани унутар тима. Структура мулти-агентског тима дефинисана

је скупом инстанци конкретних агентских улога и њиховим међусобним интеракцијама. Унутар тима дефинисани су начини међусобне сарадње чланова тима са циљем кооперативног решавања постављеног задатка. Тим као организациона јединка има свој однос према постављеном задатку и начин на који ће обавити тај задатак, који је дефинисан здруженим менталним стањем тима. Тиме је дефинисана структура мулти-агентског планског тима САРР система базираног на САРР моделу.

- Да би се сагледали у конкретном контексту разни аспекти тимског рада агената којима су додељене конкретне улоге, у раду се анализирају три карактеристичне активности на различитим нивоима детаљности у поступку конструкције плана: конструкција иницијалне верзије плана обраде, кооперација и координација планског тима и глобална оптимизација плана кроз итеративна побољшања текућег плана. Током ових активности агенти конструишу различите моделе обрадака преводећи акције у фазе реализације плана обраде, који представљају тачно одређене методе технолошких операција.
- Структура планског тима представљена је UML дијаграмима класа, а међусобне сарадње агената на конструкцији плана обраде дате су преко одабраних сценарија дефинисаних модификованим UML дијаграмима активности, прилагођеним мулти-агентској парадигми. Дијаграми активности представљени су преко дијаграма познатих као "пливачке стазе" (енг. Swimline) а модификације ових дијаграма уведене су у овом раду. Поред дијаграма у раду је дефинисан и псеудокод за описивање алгоритама. Такође је изнета и упоредна анализа особина људског и софтверског агента у разним улогама унутар планског тима.

Неке од резултата ове докторске дисертације кандидат је презентовао на научним скуповима националног и међународног значаја, објавио у научним часописима, а тиме и код нас учинио актуелном једну савремену и веома значајну област оптимизације и аутоматизованог пројектовања CNC технологија на бази примене савремених информационих технологија.

Комисија оцењује да је кандидат овим радом доказао своју високу компетентност у области пројектовања обрадних процеса у флексибилним производним системима, као и веома високо познавање информатичких технологија и остварио њихову примену у практичној реализацији мулти-агентског модела пројектовања CNC технологија.

На основу остварених резултата истраживања и научног доприноса, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Краљеву да прихвати докторску дисертацију мр Десанке Полајнар, дипл.инж.ел., као успешно урађену под насловом " МУЛТИ-АГЕНТСКИ МОДЕЛ ПРОЈЕКТОВАЊА CNC ТЕХНОЛОГИЈА У ИНТЕЛИГЕНТНИМ ТЕХНОЛОШКИМ СИСТЕМИМА" и да овај Извештај прихвати и упути у даљу процедуру.

Краљево, 14. децембар 2009.године

Чланови Комисије:

1. др **Илија Ћосић**, с.р., редовни професор, Факултет техничких наука Нови Сад,
Ужа научна област: Производни системи
2. др **Новак Недић**, с.р., редовни професор, Машински факултет Краљево
Ужа научна област: Системи аутоматског управљања и флуидне управљачке компоненте и системи
3. др **Снежана Радоњић**, с.р., редовни професор, Технички факултет Чачак
Ужа научна област: Производно машинство, технологија машиноградње
4. др **Мирко Ђапић**, с.р., доцент, Машински факултет Краљево
Ужа научна област: Рачунарски интегрисани производни системи
5. др **Љубомир Лукић**, с.р., ванредни професор, Машински факултет Краљево, ментор
Ужа научна област: Рачунарски интегрисани производни системи