

РЕЦЕНЗИЯ

от проф.дтн. Красимира Петрова Стоилова

Институт по информационни и комуникационни технологии - БАН

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен '**доктор**'

в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика
професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки

докторска програма Информатика

Автор: Иван Георгиев Минов

Тема: „Мулти-агентна система за InfoStation архитектура”

Научни ръководители: проф. д-р Станимир Недялков Стоянов и доц. д-р. Иван Ганчев Иванов, ПУ

1. Общо описание на представените материали

Със заповед № Р33-1534 от 21.04.2017 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски” (ПУ) съм определена за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „**Мулти-агентна система за InfoStation архитектура**” за придобиване на образователната и научна степен „доктор” по докторска програма Информатика с автор **Иван Георгиев Минов** –докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Компютърни системи” с научни ръководители проф. д-р Станимир Недялков Стоянов и доц. д-р. Иван Ганчев Иванов от ПУ.

Представеният от Иван Георгиев Минов комплект материали е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ и включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- диплома за висше образование (ОКС “магистър”), специалност „Софтуерни технологии”, серия ПУ – 2007, №028263, регистрационен № 533 от 21.09.2007 г. с приложение;
- Заповед № Р33-920 от 14.05.2009 г. за зачисляване в докторантура на самостоятелна подготовка;
- Заповед № Р33/3660 от 27.10.2010 г. за провеждане на докторантски минимум от индивидуалния план;
- Протокол от 11.11.2010 г. за успешно издържан изпит за докторантски минимум от индивидуалния план;
- Заповед № Р33-1612 от 28.05.2012 г. за отчисляване от докторантура с право на защита;
- Протокол № 5–16/17 от 16.02.2017 г. (препис извлечение) на КС за откриване на процедура за предварително обсъждане на дисертационния труд;
- Заповед № Р33-981 от 14.03.2017 г. за разширяване на катедрения съвет на катедра "Компютърни системи" във връзка с предварителното обсъждане на дисертационния труд;
- Протокол № 8-16/17 от 17.03.2014 г. (препис извлечение) на КС от предварително обсъждане на дисертационния труд;

- Списък на всички научни публикации и участия в научни проекти;
- Списък на научните трудове по темата на дисертационния труд;
- Дисертационен труд с декларация за оригиналност;
- Автореферат;
- Копия на публикациите по темата на дисертационния труд;
- Служебна бележка с изх. № НПД 340/04.04.2017 г. от НПД при ПУ „Паисий Хилендарски“ за участие в научноизследователски проекти;
- Декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
- Справка за спазване на специфичните изисквания на ФМИ при ПУ, съгласно чл. 36. (1), т. 9 от ПРАСПУ за придобиване на образователна и научна степен „доктор“.

2. Кратки биографични данни за докторанта

Иван Минов е бакалавър по две специалности - информатика и по математика и информатика в ПУ и магистър по Софтуерни технологии от 2007 г. Зачислен е за докторант в ПУ в периода 2009 -2012 г. От 2006 г. до сега е хоноруван асистент в ПУ и се занимава с Изкуствен интелект, Интегриране на бази от данни в уеб среда, Езици и среди за програмиране в Интернет, Програмиране с еталони и рамки, Практикум по Java, Интеграция на информационни системи.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Образованието е основна предпоставка за напредъка на обществото. Осигуряването на ново качество в тази област се постига с проектирането, реализацията и приложението на обучаващи среди, разработени на базата на иновационни технологии. Използването на Web услуги не удовлетворява съвременните изисквания към този тип обучение, характеризиращо се с голяма динамика на съдържание и комуникация на данни. Затова във Факултета по математика и информатика (ФМИ) на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) е разработена инфраструктура, наречена „Разпределен център за електронно обучение (DeLC). Характерно за тази инфраструктура е използването на интелигентни системи в учебния процес. Дисертационната работа има принос в разработването на актуални решения, свързани с мулти-агентните софтуерни технологии, които са съвременни иновативни решения в областта на изкуствения интелект. В дисертацията те са приложени за мобилен достъп до DeLC.

Целта на дисертационния труд е изграждане и програмна реализация на прототип на агентно-ориентирана система за доставка на мобилни образователни услуги в DeLC, оперираща върху специализирана компютърна мрежа от InfoStation тип.

Считам, че поставената цел е необходима за качествено и отговарящо на съвременните изисквания обучение на ПУ, поради което целта, както и дефинираните задачи за постигането ѝ са напълно целесъобразни.

4. Познаване на проблема

Архитектурата на разпределения център за електронно обучение (DeLC) е изградена най-общо от два основни елемента – възли и релации. Възлите, като функционират самостоятелно или си взаимодействат и свързват динамично, образуват комплексни виртуални структури, наречени образователни клъстери. Те от своя страна са два основни типа – за предоставяне на образователни услуги с фиксиран достъп и за мобилни образователни услуги. Дисертационният труд е насочен предимно към мобилните услуги (MobileDeLC). Последният клъстер се основава на трислойна архитектура, включваща следните основни компоненти: потребителски мобилни устройства, информационни станции

и информационен център, които са професионално представени от докторанта. MobileDeLC осигурява мобилен достъп до услуги и информационни ресурси посредством интелигентни точки за безжичен комуникационен достъп, наричани „информационни станции” (Information Stations / InfoStations), разположени в рамките на ПУ.

Докторантът познава задълбочено състоянието на проблемите, свързани с решаване на поставената цел. За децентрализирано решаване на проблеми при електронното обучение е използван актуален подход - мулти-агентни системи като агентите (автономни програмни обекти) са програмирани така, че да имат интелигентно поведение (подходящо взаимодействие с другите агенти) за решаване на поставената обща задача. Той е запознат добре с основните характеристики на агентите - автономност, постоянство и възможност за взаимодействие със заобикалящата ги среда както и с придобиването на свойството „интелигентност” от агентите - при притежаване на някое или всички от качествата - реактивност, целенасоченост, адаптивност и социалност.

Докторантът е анализирал, систематизирал и формализирал огромен обем информация за поведението на различните видове агенти и е успял да ги интегрира в средата на конкретното Виртуално образователно пространство.

5. Методика на изследването

Методиката на изследване се основава на интеграция между електронни услуги и агенти. Електронните услуги са съвременна технология за предоставяне на информация, предназначена за определени потребители в зависимост от заявките им. Те имат стандартизиран синтаксис и предоставят информация посредством различни интерфейси. Електронните услуги имат някои недостатъци като липса на гъвкавост по време на изпълнение, натоварване на сървъра с обработка на данни и резултати, функционалността им е предварително заложена и не са персонализирани. Поради това дисертантът разширява методиката на изследване посредством агентно ориентираните системи, които преодоляват много от недостатъците на електронните услуги. Те предоставят възможности за извличане на персонализирана информация, адаптиране към средата, семантична обработка на данните и извличане на информация от тях, работа от името на потребителя. Агентите могат да преследват постигането на поставените им цели и да следят за степента на изпълнение на дадена услуга или процес. Най-голямото предимство на интелигентните агенти е тяхната способност да се обучават, адаптират и взаимодействат със средата, в която са разположени.

Докторантът прилага съвременен стандартизиран подход за реализиране на поставената цел. Спазени са изискванията на съвременния стандарт OMG MDA (Object Management Group) (Model Driven Architecture), включващи следните етапи:

- Разработване на платформено-независим модел (ПНМ), който описва в детайли особеностите на инфраструктурата;
- Създаване на платформено-зависим модел (ПЗМ), съобразен със спецификата на използваната инфраструктура и на базата на вече разработените ПНМ;
- Реализация на ПЗМ с помощта на подходящи технологии за разработка.

В съответствие с изискванията на горния стандарт дисертантът определя следните основни задачи на дисертационния труд:

1. Анализ на инфраструктурата на клъстера за доставка на мобилни услуги в DeLC;
2. Разработване на ПНМ на клъстера за доставка на мобилни услуги в DeLC;
3. Създаване на кореспондиращ ПЗМ, съобразен със спецификата на InfoStation комуникационната среда;
4. Програмна реализация на предложения ПЗМ като модулен прототип с агентно-ориентирана архитектура.

За разработване на платформено-независим модел в дисертацията е на първо абстрактно описание на статичните и динамични обекти; моделирана е активността на агентите чрез

поведения; моделирано е взаимодействието между агентите и потребителите на мрежата; моделирана е потребителска сесия за InfoStation архитектура.

За разработване на платформено-зависим модел са поставени за решаване следните задачи: Проектиране на агентен middleware за InfoStation архитектура; специфициране на отделни агенти с техните задължения, местоположение, отговорности и функционалности; проектиране на агентна поддръжка на услуги и предоставяне на достъп до тях чрез описание на услуга; представяне на услуга в агентния middleware и изпълнение на услуга чрез агентния middleware.

Във връзка с високите изисквания за реализиране на качествено съвременно електронно обучение и поставената цел на дисертацията считам, че докторантът уместно е използвал инструментариума на мулти-агентните технологии, които позволяват да се решат проблеми, за които са характерни честите и непредсказуеми изменения и които имат сложни зависимости между отделните елементи. В мулти-агентните системи в резултат на разпределено взаимодействие на множество агенти, способни да намерят най-подходящото решение във всеки един момент от време се стига до най-доброто актуално решение.

6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд, изложен на 206 страници, се състои от пет глави, заключение, списък на използваните източници и приложения: списък на публикации и участие в проекти. Приложен е списък на приетите означения и съкращения. Използвани са 222 литературни източника, от които болшинството са на английски език. Прави добро впечатление факта, че докторантът познава изследванията в областта на дисертацията от български учени.

В **Глава 1** е направен анализ на съвременните мулти-агентни системи.

В **Глава 2** е анализирана InfoStation архитектурата. Представени са основните комуникационни сценарии, както и поддръжка на услуга mTest при всеки един от тях.

В **Глава 3** е представено взаимодействието на потребителите с мулти-агентния middleware. Представени са услугите в агентния слой и синхронизацията на потребителска сесия в InfoStation архитектура.

В **Глава 4** е направена характеристика на всички агенти от агентния middleware като са представени тяхното предназначение, поведението и структурата.

В **Глава 5** са анализирани съществуващите Belief-Desire-Intention (BDI) платформи с акцент върху избраната BDI4JADE (JADE е съкращение на Java Agent Development Framework) платформа като са представени предимствата и недостатъците ѝ. Предложени са решения за нейното подобряване и развитие. Създаден е BDI агент в агентния middleware.

Съдържанието е представено в ясна логическа последователност и е подкрепено от коректни изводи, които напълно обслужват целта на изследването и начина на изложение на тезата. В заключението са анализирани постигнатите резултати, посочени са приносите и са очертани насоки за бъдещи изследвания. Отлично впечатление прави таблицата, която показва връзката между поставените задачи, структурата на дисертационния труд, резултатите и направените публикации.

7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

В дисертацията се съдържат основно научно-приложни и приложни приноси.

Анализирана е InfoStation архитектурата на мобилния клъстер, основните комуникационни сценарии в нея при различни мобилности - от страна на потребител и на устройство. За всеки от сценариите е показана поддръжка на услугата mTest. Направено е заключението, че управлението на дадена InfoStation трябва да се осъществява от специален агентно-ориентиран слой, където всеки агент има специфична задача. В тази връзка са анализирани различните слоеве на мрежовата архитектура, които са взаимно свързани и

изпълняват конкретни функции за обслужване на потребителите. От анализа е изведен извод, че мулти-агентния подход за структуриране на системата е най-подходящ за правилното осъществяване на всяка услуга.

Разработен е платформено-независим модел (ПНМ) на мобилния клъстер. Изследван и анализиран е разработения агентен слой и взаимодействието му с потребителите. Формулирани са основните елементи на потребителската активност, които системата поддържа: потребителска мобилност и използване на ресурси. Анализирани са етапите на потребителската мобилност: вписване и отписване на потребител от мулти-агентната система и със съответната роля на Personal Agent, връзката на агентно ниво между Personal Agent и мулти-агентния middleware. Създадени са сценарии за взаимодействие между разработените агенти във връзка с информирането за достъпните услуги и взаимодействието с услугите: Manager Agent, Reception Agent, 'Personal Agents', Service Register Agent и др.

Доказана е необходимостта от съществуването на множество агенти, ангажирани с точното и качествено изпълнение/предоставяне на предлаганите на потребителите услуги. Изтъкната е важността от по-нататъшно усъвършенстване ролята на агентите в предлагането на различни услуги чрез мобилните устройства. Анализирани са етапите за изпълнение на една типична услуга, които включват: подаване на заявка за изпълнение на услугата от страна на потребителя; подготовка за изпълнение на услугата в агентния middleware; изпълнение на услугата; връщане на резултата от изпълнението на услугата към потребителя; освобождаване на заделените ресурси. Идентифицирани са възможностите на организацията по отношение използването на каталог с услуги, включваща детайли за желаната услуга, със съответните му подкаталози.

Формализиран е процеса на изпълнение на услуга от мулти-агентния слой със заложили две основни концепции: каталог на услугите и съответствие „услуга-агенти”. Синтезирани са основните роли на агентите. Описана е ролята на Interface Agent, който поема изпълнението на услугата и има директен контакт с нея и на Manager Interface Agent, управляващ агентите, изпълняващи предлаганите от него услуги. Анализирана е структурата на йерархичния каталог с услуги, където агентите могат да взаимодействат по между си при изпълнение на дадена услуга. Определени са различни видове потребителски сесии според времето на активност и според представянето на сесия в InfoStation. Дефинирани са и възможни подходи за извършване на синхронизиране на сесия като за всеки един от тях са изтъкнати предимствата и недостатъците му.

Моделирани са всички протичащи процеси в агентния слой, отнасящи се до дейността на всеки един вид агент. Определена е структурата на основните видове разработени агенти в съответствие с тяхното предназначение в middleware. Синтезирани са характеристиките на всеки един от тях, ролята им и задачите за изпълнение, за които са отговорни. Определени са два типа агенти в зависимост от предназначението им: постоянни и временни. При изпълнение на своите задължения, агентите си съдействат и могат да оказват влияние един на друг чрез своите действия и изпълнения на задачи.

Анализирани са множеството от поведения, с чиято помощ агентите изпълняват своите задачи. За всеки агент е представена взаимовръзката му с други видове агенти от агентната среда, влияещи върху поведението му и са идентифицирани показатели за изпълнение на техните задачи. Определени са два вида поведения: активни (през целия жизнен цикъл на агентите) и неактивни. Съобразно постигнатите цели поведението се активират и деактивират в определени етапи от живота на даден агент.

От направения анализ на работата на агентите за двата вида модели – ПНМ и ПЗМ по осигуряване на услуги за потребителите е направен извод, че агентите са необходими във всеки един момент от осъществяване на предлагана услуга. Наличието на множество агенти и взаимодействието им на всеки етап от извършване на дадена услуга води до бързо и качествено обслужване на потребителите.

Разработена е архитектура за проектиране и прилагане на когнитивни агенти, която се състои от вярвания, желания и намерения - Belief-Desire-Intention (BDI). Направено е сравнение между съществуващи BDI платформи за агенти. Анализирани са избраната BDI платформа – BDI4JADE, която надгражда използваната агентна платформа Java Agent Development Framework (JADE). Предложени са подходи за разширяване на платформата BDI4JADE и за избягване на нейни недостатъци. Определени са цели и планове за BDI агент – статични, динамични и хибридни.

Синтезиран е BDI агент в агентния слой, наречен SRegA. Моделирани са всички процеси, отнасящи се до SRegA в агентния middleware и са представени неговите вярвания, способности, планове, цели и поведения. Проведеният анализ на BDI платформи, както и синтезирането и реализиране на BDI агент доказва относително лесното пренасяне на агенти към BDI модел, разработени чрез задачно-ориентирания модел на JADE.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд и лично участие на докторанта

Докторантът е представил 4 публикации с резултати по дисертацията. От тях една е в списание със SCOPUS ранг, а останалите 3 са от конференции: 1 международна в Париж и 2 национални. Една от публикациите е самостоятелна [1] и в една докторантът е на първо място [2]. В допълнение е представен и списък с 6 доклада от работни срещи като 5 от тях са самостоятелни. Тази информация, както и запознаването ми с трудовете ми дават основание да твърдя, че приносите са лично дело на кандидата или са получени при неговото активно участие. Те съответстват напълно на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ПУ „П.Хилендарски” за образователната и научна степен „доктор”.

9. Автореферат

Съдържанието на автореферата отразява основните резултати, постигнати в дисертацията.

10. Критични забележки и препоръки

По рецензирания дисертационен труд може да се направят следните най-обща бележки и препоръки:

Дисертацията би спечелила, ако бяха представени сравнения с други архитектурни решения, основаващи се на други подходи.

Болшинството от фигурите са прекалено умалени и не се четат.

Приложенията и Декларацията за оригиналност би трябвало да са след Библиографията.

Гореизложеното не омаловажава постигнатите резултати от изследванията на докторанта и не променя положителната ми оценка за работата му.

Препоръчвам публикуване на по-нататъшните резултати на докторанта в индексирани в световната мрежа издания на английски език, за да бъдат достъпни за световната научна общност.

11. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати

Представени са 7 възможности за бъдещо използване на резултатите от дисертацията, които подкрепям:

- Интегриране в DeLC на образователния възел, предлагащ мобилен достъп.
- Изграждане на графичен интерфейс за агентния middleware .

- Подобряване и разширяване на персоналния агент и най-вече на мобилното приложение.
- Извършване на агентно-ориентирано описание и характеризирание на всеки вид услуга.
- Мигриране на съществуващи агенти от агентния middleware към BDI архитектура.
- Разширяване на възможностите на агентния middleware.
- Използване на модерни подходи – операции на горно ниво, копиране, клонинг и др.

12. Заключение

Представеното в дисертационния труд изследване е съставна част от изграждането на инфраструктурата на DeLC. Предметът на изследване е разработен в необходимата дълбочина и в коректно определени граници на изследването. Изследователските задачи на разработката са решени в необходимата степен за достигане на поставените цели.

Дисертационният труд съдържа научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“. Представените материали и дисертационни резултати напълно съответстват на специфичните изисквания на Факултета по Математика и информатика, приети във връзка с Правилника на ПУ за приложение на ЗРАСРБ.

Дисертационният труд показва, че докторантът **Иван Георгиев Минов** притежава задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност „Информатика“ като демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Докторантът е приложил и списък на 6 научни докладвания на работни срещи, както и участие в 7 проекта, от които 2 към ФНИ към МОН, 4 към Пловдивски университет и един, финансиран от Германската служба за академичен обмен. Големият брой проекти показва съпричастността и активността му в работата на катедрата, както и способността му за работа в екип в изследователската работа. Над 10 години е хоноруван асистент в катедрата и е научен ръководител на повече от 30 дипломанта.

Поради гореизложеното, убедено давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси и **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“** на **Иван Георгиев Минов** в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки, докторска програма Информатика.

29 май 2017 г.

Рецензент:

Проф.дтн. Красимира Стоилова