



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен "Доктор"

Автор на дисертационния труд: **маг. Даниел Йорданов Радев**

Тема на дисертационния труд: "**МОБИЛНИ ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙСИ**

ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СЕРВИЗНИ РОБОТИ" по професионално направление 5.2.

„Електротехника, електроника, автоматика”, научна специалност „Електронизация (Роботи и манипулатори)”

Рецензент: проф. д-р инж. Никола Вичев Колев, д.н.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем:

Актуалността на темата на дисертационния труд на маг. Даниел Радев не буди съмнение, защото е безспорно изискването за активно развитие и приложение на сервисни роботи, такива като домашния робот ЕлиКю за възрастни хора на Диор Скълър, съосновател и ръководител на компанията „Intuition Robotics”. Този робот може да говори и да отговаря на въпроси, но винаги напомня на потребителя, че той е машина, а не човек.

Този тип роботи се създават за да помогат на възрастни хора, да правят живота им по-добър и да им помогат да получават част от това, от което имат нужда. Този подход е изbral и дисертантът при създаването на управляващите интерфейси на създадените в Германия сервисни роботи Care-O-Bot (в рамките на EU FP7 проект SRS).

2. Поставени цели и задачи:

Целта, която преследва дисертантът, е да се проектират ефективни мобилни интерфейси в сервисните роботи за комуникация между човек и робот.

Основните задачи, които си поставя дисертантът, включват:

- 1) Да се разработи нов мобилен интерфейс, базиран на иновативен механизъм за дистанционно управление на сервисни роботи, позволяващ използването им в реални комуникационни мрежи и основаващ се на нов подход за развитие на машинните възприятия, при което роботът ще асистира при изпълнението на задачата, използвайки собствения си интелект.
- 2) Да се създаде адаптивен автономен механизъм, позволяващ високоефективно изпълнение на задачи за дистанционно управляеми роботи, според които работят да регулира автоматично степента си на автономност при подпомагане на оператора.

- 3) Да се формулира и апробира нов принцип при проектиране на взаимодействия между човек и робот, както и модели на взаимодействие за полуавтономни роботи, функциониращи в домашна среда, с който да се използват много от идиомите, прилагани в интерфейсите за взаимодействие „човек-компютър”.
- 4) Да се дефинират условия, фокусирани върху интерфейси за взаимодействие между човек и робот, и оптимизиращи вземането на решения, които включват: разбиране на ситуацията; натоварване на менталните модели за функционирането на устройствата и методът за взаимодействие между човек и робот.

3. Степен на познаване състоянието на проблема и на литературния материал:

Прегледът на списъка на използваната в дисертацията литература, включваща 129 заглавия, само 1 от които на кирилица и 128 - на латиница, показва, че дисертантът познава публикациите в областта на софтуера и роботизираните системи и прави критичен анализ на недостатъците на досегашните разработки. Той показва добра литературна осведоменост като коректно цитира източници за да обоснове избрания подход при разработката. Изследванията по дисертацията са проведени в лабораториите на ИР.

4. Съответствие на избраната методика на изследване с поставените цел и задачи на дисертационния труд:

Дисертантът методически правилно е изbral най-напред да разгледа известни подходи при проектиране на сервизни роботи, за да обоснове основните зависимости, използвани при управлението на този тип роботи. Той обобщава едно решение, което да е в основата на изследванията за създаването на ефективни мобилни интерфейси за комуникация между човек и робот.

Приносен елемент на дисертацията са разработеният усъвършенстван метод за комуникация на сервизни роботи в реално време, позволяващ отдалеченото им управление при използването на комуникационни канали с ниска сигурност (мобилен интернет) и иновативен потребителски интерфейс за отдалечно управление на сервизен робот, чрез използване на платформата Apple iOS.

Формулирани са и са развити приложните аспекти на съвременна комуникационна среда на основата на разпознаване на обект от видеото. Предложена е концепция за създаване на подобрен интерфейс за комуникация между робота и човека – оператор

като изследванията са построени така, че да се постигнат необходимите решения на заложените в дисертацията задачи.

Прилагането и усъвършенстването на тези методи обогатяват знанията и опита на дисертанта и представляват принос с образователно значение.

5. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд:

Дисертационният труд е с обем 135 страници и включва увод, четири глави и заключение, както и едно приложение в 37 страници, с фрагмент от изходен код в реализацията на потребителския интерфейс в разработката.

Той отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника към него, както и на Правилника на БАН за дисертация за образувателната и научна степен «Доктор».

В първа глава е направен широк литературен преглед на съществуващи сервизни роботи и е представена тяхната класификация, според Международната федерация по роботика (IFR). Анализиран е проектът “Multi-Role Shadow Robotic System for Independent Living (SRS)”, както и са разгледани взаимодействията между човек и робот.

В резултат на анализ на проблемите и предизвикателства, свързани с управлението на сервизни роботи, дисертантът е формулирал целта и задачите на дисертацията.

Втора глава е посветена на описанието на Linux дистрибуцията Ubuntu, която операционна система поддържа изцяло ROS (Robot Operating System) и дава на системата една мотивирана перспектива за развитието и използването на приложения в областта на роботиката. Тази операционна система има голям набор от драйвери за различни видове сензори за управление на различни механизми на робота. Чрез нея, практически, могат да се моделират, симулират и реализират всички процеси в управлението на един робот.

Важна част от роботизираната система е нейният потребителски интерфейс, който позволява взаимодействие между оператора и робота с цел управлението му. Изискванията за такова управление са сложни, където взаимодействието между човек и робот трябва да бъде безопасна за човека, гъвкава и лесна за използване в реално време.

В развитата от дисертанта концепция за комуникацията между потребителския интерфейс и робота са следвани принципите за гъвкавост и преносимост на управляващия алгоритъм. Според него се налага честотна оптимизация, свързана с работа в реално време при поддръжка на интернет връзките, изграждане на ROS концепцията за управление и приятелско интуитивно взаимодействие между потребителя и робота.

Дисертантът предлага данните да са капсулирани в JSON формат, което позволява гъвкаво представяне на потребителската структура на съобщението и относително ниски процесорни изисквания при обработка и генериране. Използването на ROSBridge позволява и улеснява мрежовата комуникация с отдалечно устройство, изпълняващо разработвания потребителски интерфейс.

Приносен елемент на дисертацията е концепцията за дизайн, която позволява реализацията на отворен интерфейс за различни видове устройства, базирани на различни операционни системи, при които се използва стандартна мрежова комуникация и широко възприетият JSON формат.

В роботизираната система, в която се използват твърде много комуникационни слоеве, дисертантът предлага сървърът за добавена реалност да извършва част от обработката на данни преди да ги изпрати към потребителския интерфейс. Целта на този подход е оптимизация на честотната лента на мрежата, реализация на синхронен достъп до информацията от различни източници и намаляване на изчислителните изисквания към устройството, изпълняващо потребителския интерфейс.

В трета глава е описано управлението на сервисния робот Care-O-Bot, което се оказва трудна задача, която, само при наличие на експертиза, е в състояние да бъде изпълнена. Дисертантът изследва различните методи за взаимодействие на човек с робот, като един от тези методи е смесването на реалното видео с виртуални обекти. Това позволява на оператора на робота да се ориентира в обкръжаващата среда много по-лесно и да изпрати подходящата команда. Той предлага смесването на реално видео с виртуални обекти да става чрез използването на Сървър за добавена реалност (Mixed Reality Server), на който се поставят за решение следните задачи: извлечане на видеокадри от камерите на робота; извлечане на информация от базата данни с обекти; извлечане на информация за контурите на откритите обекти върху видеокадрите и кодиране и поточно предаване на полученото видео от камерите. Всичко това изисква внимателно проектиране на системата, така че архитектурата на Сървъра за добавена реалност (MRS) да бъде портативна в случай, че различните интерфейси работят на различни операционни системи. Сървърът за добавена реалност се разполага на физическа сървърна машина и е стартиран като ROS възел.

Дисертантът развива идеята сървърът за добавена реалност да се абонира да получава съобщението, с което подчертаването на интересните обекти във видео потока ще подобри опита на потребителя в комуникацията с потребителския интерфейс. Той разработва модел на робота и модел на работната му среда в симулатора Gazebo, поради това, че роботът Care-O-Bot 3 е бил наличен само за ограничени интервали от време. Това е наложително за да се направи проверка на предложената концепция и да се използва симулационната система като среда за реализация на вече планирани софтуерни модули. Постигнатите резултати в симулацията, според дисертанта, са задоволителни и множество потребителски интерфейси, работещи на различни платформи, са успели да се свържат със сървъра за добавена реалност, с което се реализират функционалните изисквания потребителят да може да взаимодейства с виртуалните обекти. Изиска се комуникацията със сървъра за добавена реалност да бъде надеждна и сигурна и затова той се разполага на физическа сървърна машина и е стартиран като ROS възел.

В четвърта глава са представени резултатите от изследвания на специализирания потребителски интерфейс, особено при самообучението на робота.

Дисертантът констатира, че мултитач интерфейсите подобряват взаимодействието, както при отдалечено управление на робот, така и при изпращането на команди и обработката на сигнали при обратната връзка. Подобно улеснение е от особена важност за неопитните потребители, тъй като намалява времето за обучение при сервизните роботи.

Според него, широкото използване на таблети като Apple iPad разкрива нови възможности за развитието на по-добри, по-практични и по-лесни потребителски интерфейси за взаимодействие между човек и робот. Взаимодействието с отдалечени роботизирани системи изиска от потребителя да получава пълна информация за робота, което включва: възприятия за позицията на робота, заобикалящата го среда, както и текущия му статус; разбиране на тяхното значение, както и правилно предвиждане на бъдещото поведение на робота. Контролиращото устройство обикновено включва видео монитор, информация за статуса на робота, както и устройства за взаимодействие като джойстици, клавиатури и мишки.

Проблемът с входните устройства като джойстици, клавиатури и мишки е, че те добавят допълнително ниво на абстракция при взаимодействието между човек и робот, особено при отдалечено управление. Допълнителното ниво на абстракция усложнява

управлението, тъй като изисква повищено внимание и предизвикателство при проектирането е потребителският интерфейс да се поддържа ясен и подреден като се определи кой най-малък набор от функции е важния и той да се вгради в системата.

Дисертантът предлага да е наличен малък набор от функции, които са достатъчни и необходими за изпълнението на всички възможни задачи като се осигури интуитивност при използване, сигурност, като грешки при въвеждането на данни или работа с приложението не могат да доведат до опасност за оборудването, приложението или самите потребители. Приложението е способно да реагира на „грешни“ команди по начин, по който няма да бъде застрашен потребителят.

Приема се за "правилно" да се гледа на iPad-а като на технологичен наследник, или версия на физическите обекти, като при дизайна на приложението за iPad, дисертантът го прави по начин, който признава силните и уникалните предимства на устройството и платформата. Ето защо той представя на потребителя подробна информация за заобикалящите обекти, препятствията и възможния път от една позиция до друга и позволява допълнително взаимодействие като приближаване и отдалечаване на картата, използвайки мултитач жест. По този начин се изпълняват очакванията на потребителя за последователно и предсказуемо поведение на робота.

Дисертантът предлага опростени отдалечени потребителски интерфейси, които да помагат на потребителя при всекидневното управление на робота и при актуализацията на състоянието му в реално време. Чрез автоматизация за извършване на сложни задачи, грешките и обработването им трябва да бъдат представени на потребителя по ясен начин, така че той да може да реагира в зависимост от състоянието на управлението.

В заключението се обобщава, че управлението на сервизните роботи с елементи на изкуствен интелект преобразяват компютърните преживявания и се подчертава, че идеите и моделите в настоящия дисертационен труд са апробирани и верифицирани чрез алгоритми и реални мобилни приложения, създадени от дисертанта в рамките на проекта "Multi-Role Shadow Robotic System for Independent Living".

Разработеният в дисертационния труд графичен потребителски интерфейс е тестван успешно в реални условия при изпълнение на проекта. Резултатите показват висока надеждност на работа, както и лесно усвояване от непрофесионални потребители.

6. Научно-приложни приноси на дисертационния труд:

Подкрепям формулираните от дисертанта приноси, свързани, обобщено от мене, с:

- 1) Разработен е усъвършенстван метод за комуникация на сервизни роботи в реално време, позволяващ отдалеченото им управление при използването на комуникационни канали с ниска сигурност, като предложеният подход е универсален и с отворен код, осигуряващ възможност за адаптиране към разнообразни процеси.
- 2) Предложен е метод за постигане на добавена реалност под ROS и архитектурата на Сървъра за добавена реалност (Mixed Reality Server) и формулирани приложните аспекти на съвременна комуникационна среда на основата на разпознаване на обект от видеото и автоматично му намиране в базата данни, намалявайки броя на заявките към нея.
- 3) Разработен и верифициран е иновативен потребителски интерфейс за отдалечено управление на сервизен робот, чрез използване на платформата Apple iOS, с който са реализирани компонентите, позволяващи на необучен оператор едновременно да следи текущото състояние на робота в реално време и да го управлява отдалечено.
- 4) Разработено е управление на видео потока в Сървъра за добавена реалност (MRS), както и идентифицирането на виртуални обекти, като са обобщени резултатите от извършената симулация и подчертани предимствата и недостатъците на предложния подход „клиент-сървър”.
- 5) Демонстрирани и дискутирани са концепции за специфичен контрол на сервизния робот и виртуални обекти за управление и е предложен метод за визуализация на 3D обекти и възстановяване на 3D кадри, което позволява на потребителя да управлява робота в 3D среда.

Формулираните от дисертанта приноси с дисертационния труд спадат към създаване на нови модели и софтуерни средства, и получаване на нови факти и данни и имат характер на научно-приложни.

7. Оценка на степента на личното участие на дисертанта в приносите:

Не познавам лично Даниел Радев, но от документите му разбирам, че е завършил магистратура по специалност „Информатика” в Софийския университет „Климент Охридски”. Бил е редовен докторант в ИР при БАН и е отчислен с право на защита.

От прочетеното в дисертацията оценявам, че дисертантът владее теоретически анализ и експериментите по разработката, а представянето на резултатите като поканени доклади в няколко научни форума доказват активното му присъствие в живота на БАН.

Оставам с впечатление, че колективът, в който е творил Радев е взискателен към разработките на докторантите, което ми дава основание да приема, че предложените подходи и методики, и потребителски интерфейси, както и получените резултати и експериментални данни по дисертацията, са лично дело на дисертанта и са достоверни.

Към документите на дисертанта са приложени заповеди на директора на ИР за назначаване в докторантура и за освобождаване от докторантура с право на защита, протоколи от докторантски изпити, сертификати за завършени докторантски курсове по „Основи на патентното дело“ и по „Съвременни изисквания за успешна научна кариера“.

Усвоените и приложени в изследването методики, програмни среди и програмни езици и създаните по дисертацията потребителски интерфейси са добра атестация за дисертанта и представляват елементи от научната и от образователната част на степента „доктор“.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд:

Прочетох публикациите по дисертацията, които са 7 на брой и приемам, че те отразяват основните части на разработката. Публикациите са колективни, добре обосновани, аналитични и завършени, и са написани на английски език. В 1 от публикациите Радев е първи автор, а в останалите е съавтор с утвърдени учени от Института по роботика. В публикациите е ясно отделен неговия принос като софтуерен специалист в подготовката им.

Може да се приеме, че резултатите от дисертацията са познати на научната общност у нас и в чужбина, тъй като всички са доклади от сборници на международни научни конференции и повечето от тях са включени в списъка на официално поканените.

Отбелязвам, че дисертантът няма доказано по законоустановен ред plagiatство в научните си трудове (Чл.24. ал.5 от ЗРАСРБ).

Нямам общи публикации с дисертанта и не съм свързано лице с него по смисъла на параграф 1, т. 5 от Допълнителните разпоредби на ЗРАСРБ.

9. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната практика:

Създадените от дисертанта мобилни интерфейси като завършени софтуерни продукти и методологии за управление на сервисни роботи могат да намерят добър прием в роботизирани комплекси, свързани с оценката и управлението на параметрите на социалната среда за възрастни. Те могат да се използват за обучение по роботика на

студенти и докторанти в БАН и в техническите университети.

10. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му:

Авторефератът е в изисквания от Правилника обем, отразява съдържанието на дисертационния труд и представя приносните му елементи.

11. Мнения, препоръки и бележки:

1. В първа глава се преливат сведения за съществуващи вече сервизни роботи с роботизираната система SRS.

2. Срещат се правописни грешки и чуждици в текста на дисертацията: „имплементация”, „естествен потребителски интерфейс” и др. такива.

3. Срещат се цитирания на литературни източници във втора, трета и четвърта глава, а преди това източниците са цитирани в първа глава.

4. Цитираната литература не е подредена, съгласно изискванията за дисертация.

Полезността на разработката и получените резултати ми позволяват да дам положителна рецензия по процедурата за защита на дисертацията, независимо от критичните ми бележки.

12. Заключение:

Оценявам положително резултатите от разработката на дисертационния труд с автор Даниел Йорданов Радев на тема: "Мобилни потребителски интерфейси за управление на сервизни роботи" по професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика”, научна специалност „Електронизация (Роботи и Манипулатори)” за получаване на образователната и научна степен “Доктор” и предлагам на Научното жури, назначено със заповед №61 от 01.07.2019г на Директора на Института по роботика при БАН да присъди образователната и научна степен “Доктор” на Даниел Йорданов Радев по научна специалност „Електронизация (Роботи и Манипулатори)“.

София

Подпис:

12.08. 2019г

проф. д-р инж. Никола Вичев Колев, дн.