

**РЕЦЕНЗИЯ**

на дисертационен труд  
за придобиване на образователната и научна степен „Доктор” в

**област на висше образование – 5. Технически науки**  
**профессионално направление – 5.2 Електротехника, електроника и**  
**автоматика**  
**специалност – „Роботи и манипулатори”**  
**Автор: маг. инж. Даниел Йорданов Радев**  
**Рецензент: проф. д-р Анатолий Трифонов Александров – ТУ-Габрово**  
(съгласно Заповед № 61/01.07.2019 г. на директора на ИР-БАН)

**1. Тема и актуалност на дисертационния труд**

Напредъкът в областта на изкуствения интелект и мрежовите технологии са в основата на интегрирането на роботиката в дома. Сервизните роботи са едно от най-актуалните направления в съвременната роботика, като се очаква през 2025 г. използването на сервисни роботи в 14% от домакинствата в света. При конструирането и реализацията на сервисни роботи актуален остава въпросът как да се осъществи управление, което е достатъчно гъвкаво, за да може потребителският интерфейс да работи отдалечно и без компромис по отношение на надеждността, ефективността и безопасността. Комбинацията от тези сериозни изисквания налага да се разработят и използват достатъчно надеждни средства, които да осигурят двупосочко взаимодействие в реално време.

Независимо че хората се нуждаят от допълнителна помощ в домашни условия, те обикновено не се доверяват на съществуващите подходи за подпомагане на ежедневните им дейности поради липса на увереност в продуктите, ограничена функционалност и неприемливо високи разходи. Напълно автоматизираните роботи (въпреки съществуващата необходимост) не са успешни в домашни приложения главно поради технически и психологически причини.

Целта на дисертационния труд е да се разработят насоки и да се проектират ефективни мобилни интерфейси за комуникация между човек и робот. В тази връзка темата на дисертационния труд определено е актуална и важна не само за теорията, но и за инженерната практика.

**2. Обзор на цитираната литература**

В представения дисертационен труд са посочени 129 литературни източника, които са използвани за оценка на състоянието на проблема. От тях 1 е на кирилица и 128 – на латиница, 60 са интернет адреси. Девет от печатните литературни източници са публикувани след 2009 година.

В дисертационния труд е дадена дефиниция за сервизен робот. Показани са практически приложения и платформа за работа и управление на сервизните роботи. Разгледано е машинното самообучение като поле от изкуствения интелект. Представени са взаимодействието човек-робот и предизвикателствата пред проектирането на взаимодействия човек-робот и неговите социални аспекти. Формулирани са задачите, които се поставят при проектирането на интерфейса между човека и робота при дистанционно управление с помощта на iPad или друг таблет, както и при проектирането на интерфейси, разширявани с възможности за разпознаване на глас, синтезиране на глас и разпознаване на жестове. Целта е да се развива интерфейс, ориентиран към диалог между потребителите и машините.

Литературният обзор е в областта на изследваната тематика и показва, че маг. инж. Даниел Радев познава много добре състоянието на проблема в теоретично и практическо отношение. Дисертантът притежава възможности за използване на постиженията в изследваната област и за прилагане на собствен опит при решаване на поставените задачи.

### **3. Методика на изследване**

При разработването на дисертационния труд са използвани съвременни подходи, материали и инструментариум. Избрани са подходящи методи за изследване, съответстващи на формулираните цел и задачи на дисертационния труд. Маг. инж. Даниел Радев е построил методически правилно своята дисертация.

Във втора глава на дисертационния труд са представени същността и задачите на мета-операционна система ROS (Robot Operating System), която има за цел създаване на системен софтуер за различни видове роботи и чрез която практически могат да се моделират, симулират и реализират всички процеси в един сервизен робот. Разгледана е архитектурата на ROS, включваща три нива - файлово ниво, изчислително ниво и ниво общност. Показани са потребителски интерфейс, който позволява взаимодействие между оператора и робота, и данните, които се предоставят - картографски и навигационни данни, данни от разпознаване на обекти, обратна връзка от робота, която осигурява пълна информация в реално време за текущия статус и управлението на робота. Чрез използване на клиентската библиотека с уебсокети в iPad приложение се осигурява сигурен и лесен за конфигуриране и поддръжка начин за синхронизиране на данни, получаване на актуален статус и изпращане на команди към отдалечени роботи. Формулирана е концепция за комуникация между потребителския интерфейс и робота и са заложени дизайн-принципи. Анализирани са типовете обменяни данни (данни за картографиране и навигация, обратна връзка на робота, управление на действията на робота, видео транспортиране, добавена реалност). Представени са потребителски интерфейс чрез ROSBridge и сървърът за добавена реалност (Mixed Reality Server), картографирани и навигационни данни, асистирано откриване на обекти, режимите на работа на робота и информация за обекти, която е

обединената информация, извлечена от общата база данни и базата данни на обектите от обкръжаващата среда.

В трета глава на дисертационния труд са представени управлението на сервизния робот Care-O-Bot и използваните обратни връзки. Разгледани са потребителският интерфейс ROSBridge и обратната информация, която предоставя за робота (спешни състояния, местоположение на работа върху картата, последната изпълнена команда, състояние на батерията, качество на връзката с робота и последно използвани обекти от базата данни на робота). Представени са смесване на реално видео с виртуални обекти чрез използването на сървър за добавена реалност (MRS) и задачите, които са поставени. Показани са функционалните и нефункционалните изисквания към сървъра за добавена реалност и реализацията на видео потока, базиран на MJPEG сървър в ROS. Реализиран е сървър за добавена реалност. За проверка на концепцията, чрез симулации са разработени модел на робота и модел на работната му среда в симулатора Gazebo.

В четвърта глава на дисертационния труд са представени специализираният потребителски интерфейс и устройствата, които включва. Разгледани са основните характеристики на iPad потребителския интерфейс и неговото използване. Анализирана е психологията на допира на iPad устройството и платформата. Дадени са насоки за проектиране на приложения за iPad. Разработено е управление на робота, включващо картографиране и управление на картата, виртуален джойстик и модел на движение на робота. Създаден е потребителски интерфейс за манипулиране на обекти, изпълнение на задачи и статус на робота

Развитите идеи и модели в настоящия дисертационен труд са апробирани и верифицирани чрез алгоритми и реални мобилни приложения, създадени в рамките на проект “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.

#### **4. Приноси на дисертационния труд**

Приемам формулираните в дисертационния труд приноси. Те имат научно-приложен и приложен характер и могат да се отнесат към доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези.

##### ***Научно-приложни приноси***

- Разработен е и е изследван усъвършенстван метод за комуникация на сервизни роботи в реално време, позволяващ отдалеченото им управление при използването на комуникационни канали с ниска сигурност (мобилен интернет). Предложен е универсален подход с отворен код, който осигурява възможност за бъдещо развитие и адаптиране към разнообразни процеси.

- Структурирана е и е изследвана комуникационна среда за видео трансфериране на информацията от сервисните роботи по нискочестотна мрежа. Описани са и са апробиран методът за постигане на добавена реалност под ROS и архитектурата на сървъра за добавена реалност.
- Формулирани са и са развити приложните аспекти на съвременна комуникационна среда на основата на разпознаване на обект от видеото и автоматично му намиране в базата данни, намалявайки съществено броя на заявките към нея.
- Разработен, изследван и верифициран е иновативен потребителски интерфейс за отдалечено управление на сервизен робот чрез използване на платформата Apple iOS. Реализирани са всички компоненти, позволяващи едновременно да се следи текущото състояние на робота в реално време и отдалечено управление. Демонстрирани и дискутирани са концепции за специфичен контрол и виртуални обекти за управление.

#### ***Приложни приноси***

- Разработени са управлението на видео-потока в сървъра за добавена реалност, както и идентифицирането на виртуални обекти. Анализирани са предимствата и недостатъците на предложения подход клиент-сървър.
- Предложен е метод за визуализация на 3D обекти и възстановяване на 3D кадри, което позволява на потребителя да навигира робота в 3D среда.

#### **5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

Във връзка с дисертационния труд са представени 7 публикации, които са в съавторство с научния ръководител на докторанта и с работния екип. В една от публикациите докторантът е водещ автор. Публикациите са в периода 2010-2012 година и са доклади в международни научни конференции (2 бр. доклади в Proceedings of the Twentieth International Conference Robotics and Mechatronics, "SRS" Invited Session; 5 бр. доклади в Proceedings of the Twenty First International Conference Robotics and Mechatronics; "Invited Session - Austrian-Bulgarian Automation Day"). Не са представени цитирания на публикациите на маг. инж. Даниел Йорданов Радев.

Считам, че резултатите от работата по дисертационния труд са станали достояние на българската и на международната научна общност.

#### **6. Авторство на получените резултати**

Считам, че постигнатите резултати са лично дело на докторанта под научното и методическото ръководство на неговите ръководители. Доказателство за това са публикациите на докторанта. Докторантът е представил сертификат за успешно завършване на обучение на тема „Основи на патентното законодателство и умението да се изобретява“ и „Как се формулират и оформят целите, задачите, изводите и приносите в дисертационните трудове и научните публикации“.

## **7. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът е в обем от 39 стр. и включва обща характеристика на дисертационния труд, кратко съдържание на дисертацията по глави, заключение, приноси и списък на публикациите по дисертационната работа. Авторефератът отговаря на изискванията и отразява същността на разработката, както и постигнатите от докторанта резултати. Той е добре оформлен и илюстриран с богат графичен материал.

## **8. Забележки и въпроси по дисертационния труд**

Към дисертационния труд могат да се направят следните препоръки, забележки и въпроси:

1. Дисертацията има описателен характер. Стилът е телеграфен. Би било добре да се обърне по-голямо внимание на инженерната част.
2. Би било добре информацията за роботите в първа глава да се представи по един и същи начин и да се цитира използваната литература.
3. Заглавията на разделите и надписите във фигураните трябва да са на български език.
4. Литературата не е цитирана по стандарт.
5. Каква е повторяемостта на резултатите при проведените изследвания?
6. Само таблети Apple iPad ли могат да се използват за потребителски интерфейси за взаимодействие между човек и робот.

## **9. Заключение**

Оценката ми за представения дисертационен труд е положителна. Считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и на Правилника за неговото прилагане, както и на Правилника на БАН за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности и на Вътрешните правила на ИР-БАН за развитието на академичния състав.

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „доктор” от маг. инж. Даниел Йорданов Радев в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление – 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, специалност - „Роботи и манипулатори”.

23.08.2019 г.

Рецензент:  
/проф. д-р А. Александров/