

## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен "Доктор" в област на висше образование 5.

Технически науки, професионално направление

5. 2 Електротехника, електроника и автоматика.

**Автор:** маг. инж. Васил Георгиев Цветков

**Тема:** Повишаване на когнитивните способности на роботите чрез оптимизация на сензорната им система

**Член на научното жури:** проф. д-р инж. Панчо Томов

### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.**

Проблемът е актуален. Сензорните системи са сетивните органи на робота, които му позволяват да събира информация от заобикалящата го среда. Тези сензори могат да бъдат камери, микрофони, сензори за докосване, сензори за близост и много други. Чрез интегриране на различни видове сензори, роботите могат да улавят и обработват данни от различни модалности, симулирайки човешките сетива и разширявайки техните способности за възприятие. Определено такава разработка е навременна, модерна и полезна за науката и особено за практиката. Тя намира своето място и в областта на високо технологичните системи, функциониращи като компонент в Кибер системите.

Проучен и анализиран е проблема за състоянието на когнитивните способности на роботите да се адаптират към нови ситуации, да се учат от взаимодействията си и съответно да оптимизират поведението си чрез използват данни от множество сензори едновременно, комбинирайки различни модалности, за да формират по-цялостно разбиране на заобикалящата ги среда. На тази база са изяснени методите и възможностите за подобряване ефективността им чрез нови съвременни технически решения. От тази гледна точка докторатът съдържа значителни резерви в повишаване на теоретическата и практическата му ефективност по отношение на неговата мащабност, а също така и като подход за решаване на конкретните задачи от такъв характер. Още повече, че проблемът с прилагането и използването на нови форми, подходи и методи за интеграция

на високо автоматизираните технологични системи е една крачка напред и в повишаване автоматизационното им ниво.

## **2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературен материал**

Дисертационният труд е в обем 122 страници. Състои се от списък на използваните съкращения, въведение, четири глави, списък на използваната литература и приложения. Основният текст е изложен на 102 страници, съдържащ 42 фигури и 8 таблици. Библиографията обхваща 96 заглавия, от които 16 на кирилица и 80 на латиница. Приложенията са оформени на 17 страници, включващи 1 таблица и програмен код на асемблер. Анализирано е достигнатото досега в тази област и на базата на аналитични изводи са формулирани целите и задачите на дисертационния труд. При това проблемът е сведен и конкретизиран само до предлагането на подход и методология за подбор на сензори и проектиране на оптимална сензорно-информационна система. Ето защо смятам, че така формулираната цел на дисертационния труд напълно отговаря на разработката на доктората.

Що се отнася до литературната осведоменост на докторанта тя е добра. Приложена е добра последователност както по отношение на структурата, така и в насока на обхвата на информационния материал в областта на сензорните системи и когнитивните способности на роботите.

Докторатът в този си вид, ред, последователност на изложение и същност напълно изчерпва предварително зададеното условие да отговори на изискванията за получаване на образователната и научна степен "доктор". Оценката ми е, че докторантът добре познава състоянието на проблема и аналитично и творчески оценява и интерпретира обзорно-информационния материал. Използва подходящи постановки във всички етапи на работа - от анализа до изводите и формулировките. Нещо повече - от този голям обем информация, той много сполучливо е конкретизирал проблема до избор само на компонентите, свързани с интеграцията сензорно-информационните системи на роботите.

## **3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд**

Методиката за изследване е сполучливо избрана и подходяща за такъв вид цел и задачи. Тя е подходяща за такава дейност, свързана с използването на аналитична информация и сравнителни технически анализ. Тя дава отговор на поставената цел както с избора на задачите за решаване, така и с



тяхната сложност, обхват и последователност на разработване. Добре са изследвани и анализирани особеностите на съвременните условия, в т. ч. етапите за практическо и теоретично развитие на сензорната техника: Разглеждат се основните типове сензори и тяхната роля като преобразуватели на физически величини в електрически сигнали, които могат да бъдат анализирани и обработени от робота. Подробно е разгледан обобщеният модел на сензора, включващ входни и изходни величини и възможните смущаващи фактори, като шумове и паразитни влияния, които могат да влошат качеството на данните.

На тази база и по този начин добре са формулирани и основните задачи, съдържащи същността на доктората. Изчерпателно са изяснени теоретико-метеорологическите аспекти на подхода за решаване на проблема. На лице е възможност за търсене на нови форми и начини за включване на модерни решения в този интеграционен процес. Направен е обзор на съществуващите решения за проектиране на сензорни системи при когнитивни работи, като са анализирани и класифицирани актуалните към момента сензори. Теоретически е обосноваван изборът на подхода и сполучливо са формулирани условията и възможностите за апробиране и прилагане на подхода в практиката. Сполучливо са определени границите на обхвата и възможностите за оценяване на практическата му приложимост. Направен е и опит за оценка на теоретическата и практическата приложимост на разработения проблем чрез апробиране на подхода. . Сполучливи и приемливи са оценките и доказателствата както по отделни глави, така и като цялостно представяне.

#### **4. Оценка на естеството и достоверността на материала**

Материалът, върху който е изграден доктората е достоверен, базиращ се на съвременната роля на сензорните системи в различни класове работи: Извършен е анализ на използването на сензорни системи в различни видове работи като индустриални, сервизни и медицински. . Това са актуални проблеми, които изискват непрекъснато наблюдение, анализ и решение, и които за в бъдеще с развитието и приложението на нови с по високо техническо ниво автоматизирани системи за управление и кибер-системите базирани на работи ще придобиват все по-голяма значимост. Включен е раздел, който се фокусира върху метрологичните параметри, като точност и чувствителност, които са от съществено значение за ефективността на сензорите в роботиката.

## 5. Приноси на дисертационния труд

Приносите са с научно приложен и приложен характер.

### 5.1 Научно-приложни приноси

- На база извършеното проучване в литературния обзор по темата е направена е обзорна класификация на актуалните към момента съществуващи сензори от гледна точка на техните характеристики и приложимостта им в различни технически системи
- Предложена е методика за проектиране на оптимална сензорна система, предназначена за когнитивни работи.
- Получени са експериментални резултати при изследването на оптимално проектираните сензорни модули.

### 5.2 Приложни приноси

- Проектирана и реализирана е мобилна платформа, подходяща за употреба като универсално техническо средство за тестване на функционалните възможности и технически характеристики на разработените оптимални сензорни системи от модули.
- Създадени са оптимални сензорни модули като: Сензорен модул за измерване на температура; Сензорен модул за измерване на интензитет на светлина във видимия спектър. В софтуерно отношение са създадени следните модули: процедура по инициализация на избрания оптимален PIC микроконтролер; софтуерен модул управляващ комуникация между микроконтролера и интелигентния сензор; модул за визуализация на 7 сегментен дисплей; софтуерен модул за преобразуване на пакетите от данни получени от смарт сензора в подходящ за отчитане формат.
- Разработено е мобилно приложение за андроид, служещо като човеко-машинен интерфейс за управление на мобилната платформа, предназначена за когнитивни работи.
- На база получени резултати, при проведени експериментални изследвания, е направена оценка на параметри и състояния на сензорите, което е част от процеса на проектиране на оптимална сензорна система за когнитивни работи.

Всички приноси са с научно приложен и приложен характер. Те са от такова естество, че освен теоретичната им полезност могат да се използват и в практиката, тяхната приложимост безспорно ще бъде полезна и за



специалистите, занимаващи се с тези проблеми. Това несъмнено е и голямата теоретико-практическа полезност на доктората, а експерименталните резултати доказват по безспорен начин ефективността от бъдещото му приложение в практиката.

#### **6. Оценка за степента на лично участие на дисертанта в приносите**

Оценката ми е, че дисертационния труд и приносите са лично дело на докторанта с помощта на неговия научен ръководител. Избрания методически инструментариум е експериментиран като резултатите са използвани за моделиране и симулация на характеристиките и динамиката на сензора, предоставяйки представа за тяхната пригодност за различни сценарии в роботиката. Компютърна симулация на електрическата схема е извършена в PROTEUS, а печатната платка е създадена в EasyEda. Приемам, че те са достатъчни за такъв вид научно изследване. При това ще се обогатят знанията от приложението на тази методология в търсенето на ефективни решения.

#### **7. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 3 на брой научни публикации, 1 от които е реферирана в Scopus, а останалите две в конференция с висок рейтинг:

- Tzvetkov V. , Valchkova N. , Zahariev R. . "Methodology for Selection and Design of Sensor Systems for Mobile Service Robots". Proc. of the 9th International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET), IEEE, 27-28 October 2023, Istanbul, Turkey, , IEEE, 2024, DOI: 10. 1109/ICEET60227. 2023. 10526135, 1-6
- Valchkova N. , Tzvetkov V. , Zahariev R. . "A Service Robot Module Based on 8 Bit Microcontrollers Designed To Measure A Patient's Temperature". Automation of discrete production, 5, TU-Sofia, 2023, ISSN:2682 9584, 40-44
- Tzvetkov V. , Valchkova N. , Zahariev R. . Типове сензори за приложения в роботиката. Automation of discrete production, 6, TU-Sofia, 2024, ISSN:2682 9584, 49-54

От направените публикации преценявам, че всичките са свързани с темата и приемам, че всичките са от проблематиката на доктората.

## **8. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му**

Авторефератът към дисертацията отговаря по обем и структура на изискванията на закона за развитие на академичния състав в РБ. Той вярно и точно отразява целите и задачите на дисертационния труд, съдържанието на отделните му глави, същността на постигнатите решения, респ. , научно-приложните и приложните приноси.

## **9. Мнение и бележки**

Дисертационният труд прави добро впечатление със задълбочените си анализ и оценка на състоянието на третирания проблем, с разкриване на нерешените му аспекти, с обосноваването извеждане на целта и задачите за решаване, с правилния избор на подходи, методики и средства за постигане на планираните решения, с доброто текстово представяне на материала и неговото илюстрационно оформяне – дело на самия докторант под ръководството на научният му ръководител. Добре би било да се прецизира терминологията, тъй като на някои места е използван термина „датчик“, не е изяснена връзката между таблици 2.1 до 2.6 и обобщената фигура 2.1. В дисертацията на кандидата не открих пропуски от принципно или дискусивно естество, т.е., от рода на грешни постановки, неправилни обобщения, некоректно използване на чужди разработки.

## **10. Заключение**

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд е посветен на актуален в научно и в научно-приложно отношение проблем. Приемам доктората за завършен, като му давам много добра оценка. Това са основанията ми да заключа, че изискванията, съдържащи се в действащия ЗРАСРБ за условията и реда за придобиване на научни степени са изпълнени изцяло. Давам положителна оценка на дисертационния труд и предлагам на членовете на научното жури да присъдят на автора му маг. инж. Васил Георгиев Цветков образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление професионално ~~на~~ направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“

Рецензент: ...

/проф. д-р инж. Панчо Томов/