

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд на ас. маг. инж. Васил Георгиев Цветков за придобиване на научната и образователната степен „Доктор”, представен за защита в Института по роботика при БАН със заглавие „Повишаване на когнитивните способности на роботите чрез оптимизация на сензорната им система”; Област на висше образование: 5. Технически науки; Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика; Научна специалност: „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в областта на Техническите науки”, Научен ръководител – доц. д-р инж. Нина Вълчкова

Рецензент: акад. Чавдар Руменин – Институт по роботика при БАН

1. Обща феноменология на дисертационния труд

Дисертационният труд е развит в обем от 122 страници и съдържа Списък на използваните съкращения, Въведение, Четири глави, Списък на литературата и приложения. Основният текст е изложен на 102 страници с 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. Материалът е добре илюстриран с фигури, графики, табулограми и др., и което, според мен, е особено важно, че авторът не е прекалил с тях. Текстът и изказът са добре структурирани. Внушенията чрез резултатите, изводите и приносите са във висока степен професионални и непротиворечиви. Същностните данни, за които претендира маг. инж. В. Цветков, са вече отразени в негови публикации и са достойни на професионалната колегия.

2. Актуалност на дисертационната тема, цели, задачи и други

Оценявам темата на дисертационния труд за твърде актуална. Достатъчно е да споменем ключовата роля, която придобива роботиката, сензориката и изкуственият интелект във всички, без изключение човешки активности. Ако в близкото минало ключовата цел в роботиката беше чрез софтуерни алгоритми и

хардуерни конфигурации да се адаптират тези системи към конкретни наши дейности, напоследък дневният ред на тази агресивно навлизаща навсякъде цивилизация е когнитивната сензорно-информационна насоченост. Усъвършенстването на сензорите и когнитивните способности на отделните работи разширява функционалните възможности на взаимодействието с околната реалност и виртуалната среда. Тези технологични постижения откриват нови възможности за роботите да възприемат, „разбират“ и взаимодействат със света около тях по „интелигентен“ и човекоподобен начин.

Сензорните конфигурации позволяват с висока степен на достоверност и еднозначност да предоставят информационни бази данни за околната среда. Тези преобразователни елементи могат да бъдат оптични камери, микрофони, устройства за допир и близост, за химичен състав и анализ, пространствена ориентация и навигация, ултразвукови регистратори и др. Така получаваната сензорна „картина“ е в основата на когнитивните способности на роботите, особено при интерпретиране на данните. Тук ключова роля е роботизираните комплекси да могат да взимат добре дефинирани и информирани поведенчески решения. В този контекст следва да се акцентира на развитието на отделни елементи на изкуствен интелект, които да обработват целенасочено сензорните данни за конкретните когнитивни цели. Чрез интегриране на различни видове сензори, роботите могат да „улавят“ и селектират данни от различни модалности, симулирайки човешките сетива и разширявайки своите способности за машинно възприятие. Сензорните системи сами по себе си не са достатъчни, за да могат роботите наистина да разбират и да се ориентират в околната среда. Тук влизат в действие когнитивните способности. Например, аудиосензорните устройства позволяват на роботите не само да възприемат звуковата среда, но и да взаимодействат с хората чрез разпознаване на реч чрез обработка на съответен език както и да локализируют с висока точност източниците на звук, да инициализират техния спектър и заложената в него логическа информация. Оценявам положително извода на докторанта, че непрекъснатото развитие на сензорните системи и когнитивните способности ще подобри възможностите и полезността на роботите, доближавайки ги до състоянието, в което тези интелигентни машини заедно с хората, увеличават капацитета си, подобрявайки качеството на живот. Бих добавил, че едновременното получаване на разнородни масиви от данни е възможно чрез новото направление в сензориката – мултисензорните системи. Те едновременно и независимо измерват с висока степен на точност и

еднозначност различни неелектрични въздействия - от компонентите на магнитното поле до механичните вибрации на звука и гравитационния потенциал. Ето защо както е центрирана, намирам дисертационната работа за успешно осъществена и адекватно включваща се към една от най-актуалните области на сензорната микро- и нано-електроника – нивото на интелигентните сензори и мултисензори.

Намирам за логически добре мотивирана основната цел на дисертацията – ефективно проектиране на нова разновидност сензорна система на работи, насочена към надграждане на когнитивните възможности чрез усъвършенстване и повишаване качеството на техническите им характеристики. Също логически са подбрани и основните задачи, директно свързани с целта на изследването. Задачите са напълно достатъчни, те са общо четири, включващи класификацията на основните сензори и устройства; разработването на метод за проектиране и оптимизиране на характеристиките на сензорна система за когнитивни работи и експериментална верификация на новопредложена методология за създаване на сензорната система. За мен от особена важност е реално осъществената роботизирана мобилна платформа с омни-колесен модул за апробация на когнитивните работи, формулирането и създаването на симулационни сензорни модели и най-важното по моя преценка – проектирането и реализирането на интелигентни мултисензорни модули.

Бекграундът на отделните глави е изчерпателен, дава се ясна и задълбочена трактовка на разглежданите въпроси. Изводите към тях са достатъчно подробни и убедителни. Не съм констатирал принципни грешки, или непознаване на използвания теоретичен апарат, експерименталните методи и инструментариум. До голяма степен това се дължи на генерирания от инж. В. Цветков професионализъм и високо качество на подготовка, което несъмнено се забелязва от читателя.

3. Приноси в дисертацията

В дисертационния труд са формулирани и доказани от докторанта общо 3 научно-приложни и 5 приложни приноса. Бих могъл да дебатiram до каква степен е разликата между научно-приложните и приложните приноси, но в случая това е периферен въпрос и е без особено значение. По-съществените резултати мога да представя както следва:

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Направена е обзорна класификация на основна част от най-срещаните в момента сензори (микросензори) като критично са анализирани техните параметри и приложимостта в роботизираните комплекси.
2. Предложен, развит и анализиран е метод за проектиране на оптимална сензорна система, предназначена за когнитивни работи.
3. Получени и верифицирани са експерименталните резултати при изследване на проектираните сензорни модули, включително и мултисензорите.

От *научно-приложните приноси* високо оценявам постижението на Цветков, свързано с базовия метод за проектиране на оптимална сензорна система, предназначена за когнитивни работи, както и експерименталната му верификация. Приемам за коректна концепцията, че доминираща част от измервателните уреди, апарати и инструментариум могат да бъдат използвани чрез променливи на състоянието, набор от взаимнодопълващи се компоненти и др. Такъв подход гарантира повишена точност в метрологията при работите.

ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Проектирана, конструирана и реализирана е мобилна платформа, подходяща чрез своите кинематични и геометрични параметри като универсално техническо средство за тестване на функционалните възможности и техническите характеристики на разработените и оптимизирани сензорни модули и системи.
2. Осъществени са сензорни конфигурации за: измерване на температура; интензитет на светлината във видимата част на спектъра; звуков анализатор и др.
3. Обосновани и функционално представени са множество модули, осъществяващи: инициализация на избрания оптимален РС микроконтролер; модул, управляващ комуникацията между микроконтролера и мултисензорния блок; устройство за визуализация на 7-сегментен дисплей; формулиран е софтуерен алгоритъм за преобразуване на пакетите от данни в подходящ за обработка вид при когнитивните работи.
4. Реализирано е мобилно приложение за андроид като човеко-машинен интерфейс за управление на мобилната платформа, предназначена за когнитивни работи.

5. Проведени са експериментални изследвания като е направена оценка на характеристиките и състоянията на сензорите и мултисензорите, което е част от процеса на проектиране на оптимална сензорна система за когнитивни работи.

В приложните приноси авторът успешно е изградил конкретни базиданни, платформи, високоефективни виртуални устройства и др. В тези разработки са заложили теоретични модели, развити от В. Цветков, които са основата на оригинални резултати, постигнати в дисертационния му труд. *Тъй като в последно време в дисертационните теми доминират софтуерните решения и модели, оценявам твърде високо осъщественото от докторанта експериментално верифициране на теоритичните модели.* В този контекст дисертационният труд е събитие в Института по роботика и в научното направление ИКТ.

Най-общо определям приносите на дисертанта като формулиране и обосноваване на нова научна концепция в областта на роботиката и създаване на оригинални методи и конструкции за целите на когнитивните системи с елементи на изкуствен интелект.

4. Критични бележки, автореферат

На няколко места в дисертацията срещнах обърканост на изреченията, включително правописни грешки. Описанието на различните видове софтуерни платформи се нуждае от прецизиране от гледна точка ролята на принципите на функциониране на техните физични аналози, ако има такива. Ще си позволя да препоръчам за бъдещи изследвания на инж. В. Цветков да обърне специално внимание върху сензорната зона в човеко-машинния интерфейс. Най-често за целта се използват готови комерсиално достъпни модули. Не се обръща внимание на точността на преобразуване на външно постъпващата информация в дигитална за обработка в микропроцесорите и т.н. Приносите биха могли да се обобщат, без това да доведе до загуба на качеството. Постигнатите резултати, приносите и всичко, за което се претендира в дисертационния труд считам, че е лично дело на докторанта. Този извод е за мен категоричен и нямам данни за некоректно негово поведение по отношение на интелектуалната собственост. Също така декларирам, че нямам съвместни трудове с инж. В. Цветков или финансови взаимоотношения за евентуален конфликт на интереси или търговия с влияние. Като професионален изобретател считам, че разработената роботизирана колесна платформа съдържа оригинални модули,

елементи и връзки, дори и дизайн, и би могла да се представи за патентоване като изобретение. Това е мое настоятелно предложение, основно към доц. д-р Н. Вълчкова.

Авторефератът е изцяло върху дисертационния труд като отсъстват текстове с информация, внушения или данни, които да не са третираны под една или друга форма, или обсъждани в дисертацията. Приносите и изводите в автореферата са едни и същи с тези от основния материал. Резултатите са представени в 3 научни публикации, от които една е в чужбина, а две са у нас и са директно свързани с дисертационното изследване.

КРАЙНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доказаната синергия на постигнатите научно-приложни и приложни приноси и резултати, които убедено определям за оригинални, иновативните подходи и идеи, дали архитектурата на дисертационния труд **ми дават** **убеденост да препоръчам на уважаемото Научно жури да оцени положително дисертационния труд и да присъди научната и образователната степен „Доктор” (Технически науки) на ас. маг. инж. Васил Георгиев Цветков** в Област на висше образование: 5. Технически науки; Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика; Научна специалност: „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в Техническите науки”.

10.01.2025 г.

София

Чавдар Руменин