



РЕЦЕНЗИЯ

Върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
“доктор”.

Автор на дисертационния труд: маг.инж. Венцислав Бойков Начев

Тема на дисертационния труд: **Проектиране и изследване на платформи за
отдалечено обучение по вградени управляващи системи и роботика**

Рецензент: проф. д-р Нина Василевна Синягина

Дисертационният труд съдържа 199 стр. основен текст, фигури, таблици и диаграми. Състои се от увод, 4 глави, заключение, библиографска справка, справка за приносите, списък на публикации, свързани с дисертацията и 2 приложения.

1. Актуалност на проблема

Темата на дисертацията е свързана с изследвания в областта на технологично обучение и по-специално обучение по вградени управляващи системи и роботика. В тази област се работи много интензивно в целия свят. Като се има предвид, че използваните в този случай платформи за отдалечено обучение позволяват да бъдат обучавани специалисти дистанционно чрез взаимодействие с реален хардуер и експериментални инсталации, то може да се каже, че това са иновативни образователни системи. Тези платформи дават възможност на студенти и ученици да могат да програмират и контролират различни вградени системи и роботи, като всички необходими инструменти и среди за разработка са централизирани и са достъпни онлайн.

В настоящия труд докторантът прави опит да разработи подходяща архитектура и да изгради тестова платформа за отдалечено програмиране на вградени системи и роботи, като осигури достъпност и гъвкавост на учебния процес. За тази цел са предложени за решаване три основни задачи. Считаю че темата на дисертацията е изключително интересна и актуална.

2. Степен на познаване на състоянието на проблема

Докторантът прави много задълбочен обзор на съвременното състояние на проблематиката, свързана с отдалечено обучение на вградени управляващи системи и роботика. Разгледани са особеностите на отдалеченото обучение, както синхронното и асинхронното обучение, както и известните стандарти в тази област. Описан е начинът за провеждане на практически занимания в дистанционна форма на обучение.

Докторантът демонстрира дълбокото си запознаване с основните понятия и проблеми, свързани с отдалеченото обучение. Той показва, че познава много добре изследваната област, като същевременно отразява и критичното си отношение към някои нерешени задачи. Библиографската справка включва 78 заглавия на литературни източници в периода от 2007 г. до 2024 г., което показва, че той е запознат много добре с последните постижения в избраното научно направление. Направено е подробно разглеждане на резултатите от изследванията, отразени в литературните източници чрез сравнителен анализ, което показва неговите възможности за творческата интерпретация на литературния материал.

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

Основната цел на дисертацията е: “Проектиране, разработване и изследване на платформи за отдалечено обучение на вградени управляващи системи и роботика”. Това включва създаването на иновативни архитектури и концепции за уеб-базирани *разпределени системи, които имат възможност да осигурят ефективно отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и роботизирани платформи в образованието.*

За решаване на поставената цел се формулират следните по-конкретни задачи:

1. Проектиране на платформа за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи чрез задълбочен анализ на съвременните решения и подходи за нейната реализация. Проучване на известните технологии и архитектурни концепции. Дефиниране на изисквания към отделните компоненти.
2. Разработка на тестова модулна платформа за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи, което включва имплементация на всички софтуерни модули, интеграция на различни видове хардуерни устройства, създаване на потребителски интерфейси и получаване на сигурна комуникация между отделните компоненти на системата.
3. Изследване на тестовата система за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи в образователна среда. В рамките на задачата трябва да бъдат разработени методики за уроци и провеждани тестови занятия с различни групи обучаеми. Прави се анализ на ефективността на платформата в учебния процес и се оценяват педагогически аспекти и образователни резултати.

За решаване на поставените задачи се използват методи и подходи, подходящи за проектиране и изследване на платформи за отдалечено обучение по вградени управляващи системи и роботика.

Считам, че избраните методи и методики за изследване съответстват с поставената цел и конкретните задачи, свързани с целта.

4. Аналитичната характеристика на дисертационния труд

В **първа** глава на дисертацията е изложено направеното проучване на съвременното състояние на проблема, свързан с темата на изследването. Разгледани са основни понятия относно платформите за отдалечено обучение.

Резултатите от направеното проучване са представени във вид на таблица, където са показани единадесет водещи платформи за отдалечено обучение от различни страни, включително Испания, Швеция, Мексико, Бразилия, Норвегия, Австралия, Русия и Сърбия. Направен е сравнителен анализ на разгледаните отдалечени лаборатории.

Втората глава е посветена на задачи, свързани с проектиране на платформа за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи. Прави се анализ на технологии за реализацията на модулен принцип на платформа за отдалечено програмиране както на вградени управляващи системи, така и на образователни работи и индустриални машини. За реализацията се използва достъпен хардуер и софтуер с отворен код. Модулният дизайн позволява системата да бъде достъпна и лесно мултиплицирана, което дава възможност на повече потребители да я прилагат в образователния процес и в практическите си проекти.

В **третата** глава са представени подходи за реализация на иновативна образователна платформа, предназначена за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи. Имплементацията на платформата се базира на разпределена архитектура за отдалечен достъп до физически обекти, като тя се

надгражда със специфични образователни функции и адаптирани за учебни цели интерфейси. Описани са начините за създаване на различни услуги:

- за програмиране и качване на код за ESP,
 - за серийна комуникация,
 - за контрол и симулация на заобикалящата среда на лабораторната постановка
- програмиране на работи и др.

В четвъртата глава е описано изследване и използване на платформа за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи в образователния процес. Разработени са конкретни уроци с цел тестване на проектираната платформа. Приведена е методика за провеждане на два урока чрез използване на платформата Arduino и един урок чрез използване на платформата за отдалечено програмиране на робот Misty II с Python.

В заключението е направено резюме на основните резултати от проведеното изследване.

5. Приноси на дисертационния труд

Приносите в дисертационния труд могат да бъдат обобщени по следния начин:

Научно-приложни

- Предложена е архитектура, предназначена за разработване на платформи за отдалечено програмиране, която позволява да бъдат решени проблеми в практическото обучение по вградени управляващи системи и работи;

- Разработени са алгоритми, отразяващи функциониране на основните модули на реализираната платформа за отдалечено програмиране на вградени системи и работи;

- Предложени са методики за хибридни уроци чрез използване на система за отдалечено програмиране.

Тези приноси си отнасят към група **“Създаване на нови методи и класификации.”**

Приложни:

- Разработена е тестова платформа за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи.

- Създадена е Python библиотека за програмиране на хуманоиден робот Misty II.

- Интегрирани са различни видове микроконтролерни платформи, хуманоидни работи, индустриални работи и безпилотни летателни апарати в разработената платформа, като са проведени експериментални изследвания в реална образователна среда.

Тези приноси се отнасят към група **“Получаване на потвърдителни факти”**

6. Публикации, свързани с дисертацията

Във връзка с дисертацията са представени 6 труда. От тях един е публикация в списание “Образование и квалификация” (приета за печат), три са доклади на международни конференции в страната. Два предстои да бъдат отпечатани в сборници на TELECOM 2024. Три труда са в съавторство с неговия ръководител, три са самостоятелни.

Има две цитирания на доклада “Design of Remote Labs and Experiments about Embedded Systems and Robotics Learning”

Освен това се цитира (2 цитирания) и доклад “Web-Based Remote Laboratory for Programming Arduino-Based Experiments”.

7. Представеният автореферат отразява същността на направените изследвания, описани в дисертационния труд и получените резултати.

8. Личното участие

Анализ на дисертационния труд и представения списък на публикации, свързани с дисертационния труд ми дава основание да направя заключение, че дисертантът познава много добре състоянието на проблема и нямам никакво основание да се съмнявам в личното му участие, в проведените изследвания и в написване на дисертацията

9. Практическа приложимост

Разработената в дисертационния труд платформа за отдалечено програмиране на вградени управляващи системи и работи демонстрира широк потенциал за приложение в различни образователни и професионални среди. В сферата на средното образование платформата може да се интегрира в учебния процес на професионалните и профилираните гимназии, а в сферата на висшето образование тя предоставя ценен инструмент за техническите университети при провеждане на лабораторни упражнения и научни изследвания в областта на вградените системи и роботика.

Модулната архитектура на платформата я прави подходяща за адаптиране към специфичните нужди на всяка организация, независимо дали става въпрос за образователни, научни или индустриални приложения.

10. Забележки, мнения и препоръки

По представената дисертация могат да се направят следните забележки и препоръки :

- В дисертацията много подробно се описват известните неща /гл.1 и гл.2/, което увеличава обема на представения труд;
- Не е ясно на базата на какво са дефинирани изискванията към платформите: дали са известни (но няма цитирания) или са на автора
- Част от фигурите са на английски език, а другата на български. Би било добре да се възприеме един начин за представяне на материала.
- На част от фигурите (стр. 106, 113, 116) шифърът е много дребен и не се чете
- При формално описание на ресурсите (стр. 52) не е казано в какви единици се измерват отделните компоненти във формулите и в какви граници са техните стойности.
- Липсва коментар относно сравнителните таблици.
- При описание на алгоритмите във вид на блок-схеми (фиг.51, 53) липсва анализиращ елемент, т.к. не може да има едновременен преход към два блока
- Имам и следната **препоръка**: Хубаво би било направните изследвания да бъдат отразени в някакво учебно пособие.

11. Заключение

Оценката на дисертационния труд е положителна. Като имам предвид съдържащите се в дисертацията безспорни научно-приложни и приложни приноси, актуалността и значимостта на изследваната проблематика, разгласата на постиженията на докторанта в медиите и задълбочените му познания в изследваната област, считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на **Закона за развитие на академичния състав в република България** и на **Правилника за условията и реда за придобиване на научните степени в ТУ-София**, поради което предлагам на маг.инж. Венцислав Бойков Начев да бъде присъдена образователната и научна степен “доктор” по научно направление 5.3 **Комуникационна и компютърна техника** и научна специалност „**Системно програмиране**”.

24.02.2025 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф. д-р Нина В. Синягина/

REVIEW

on a dissertation for the acquisition of an educational and scientific degree "Doctor".
Author of the dissertation: Eng. Ventsislav Boykov Nachev

Dissertation title: **Design and research of remote learning platforms in embedded control systems and robotics**

Reviewer: Prof. Dr. Nina Vasilevna Sinyagina

The dissertation contains 199 pages. body text, figures, tables, and diagrams. It consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, a bibliographic reference, a reference for contributions, a list of publications related to the dissertation and 2 annexes.

1. Relevance of the problem

The topic of the dissertation is related to research in the field of technological training and in particular training in embedded control systems and robotics. This area is being worked very intensively all over the world. Given that the remote learning platforms used in this case allow specialists to be trained remotely by interacting with real hardware and experimental installations, it can be said that these are innovative educational systems. These platforms enable students and students to be able to program and control various embedded systems and robots, with all the necessary tools and development environments centralized and available online.

In this work, the PhD student attempts to develop an appropriate architecture and build a test platform for remote programming of embedded systems and robots, ensuring accessibility and flexibility of the learning process. For this purpose, three main tasks are proposed for solution. I believe that the topic of the dissertation is extremely interesting and relevant.

2. Degree of knowledge of the state of the problem

The PhD student makes a very in-depth review of the current state of the problems related to remote learning of embedded control systems and robotics. The features of remote learning, as well as synchronous and asynchronous learning, as well as the known standards in this field, are considered.

The PhD student demonstrates his deep familiarity with the basic concepts and problems related to distance learning. He shows that he knows the field very well, while also reflecting his critical attitude towards some unsolved problems. The bibliographic reference includes 78 titles of literary sources in the period from 2007 to 2024, which shows that he is very familiar with the latest achievements in the chosen scientific field. A detailed examination of the results of the researches reflected in the literary sources through comparative analysis is made, which shows his capabilities for the creative interpretation of the literary material.

3. Compliance of the chosen research methodology with the set goals and objectives of the dissertation.

The main objective of the dissertation is: "Design, development and research of platforms for remote learning of embedded control systems and robotics". This includes the creation of innovative architectures and concepts for web-based *distributed systems that have the ability to provide effective remote programming of embedded control systems and robotic platforms in education.*

To solve the set goal, the following more specific tasks are formulated:

1. Design of a platform for remote programming of embedded control systems and robots through an in-depth analysis of modern solutions and approaches for its implementation.
2. Development of a test modular platform for remote programming of embedded control systems and robots, which includes the implementation of all software modules, integration of different types of hardware devices, creation of user interfaces and obtaining secure communication between the individual components of the system.
3. Study of the test system for remote programming of embedded control systems and robots in an educational environment. Within the framework of the task, methodologies for lessons should be developed and test sessions should be conducted with different groups of learners. An analysis of the effectiveness of the platform in the learning process is made and pedagogical aspects and educational results are evaluated.

To solve the tasks, methods and approaches are used, suitable for the design and research of platforms for remote learning in embedded control systems and robotics.

I believe that the chosen methods and methodologies for research correspond to the goal set and the specific tasks related to the goal.

4. The analytical characteristics of the dissertation

The **first** chapter of the dissertation presents the study of the current state of the problem related to the topic of the study. Basic concepts regarding remote learning platforms are considered.

The results of the study are presented in the form of a table, which shows eleven leading distance learning platforms from different countries, including Spain, Sweden, Mexico, Brazil, Norway, Australia, Russia and Serbia. A comparative analysis of the examined remote laboratories is made.

The second chapter is devoted to tasks related to the design of a platform for remote programming of embedded control systems and robots. An analysis of technologies is made for the implementation of a modular platform for remote programming of both embedded control systems and educational robots and industrial machines. For the implementation of the Remote Programming Platform, accessible hardware and open source software are used. The modular design allows the system to be accessible and easy multiplied, which allows more users to apply it in the educational process and in their practical projects.

The **third** chapter presents approaches for the implementation of an innovative educational platform designed for remote programming of embedded control systems and robots. The implementation of the platform is based on a distributed architecture for remote access to physical objects, and it is upgraded with specific educational functions and interfaces adapted for learning purposes. The ways to create various services are described:

- for programming and uploading code for ESP,
- for serial communication,
- for control and simulation of the environment of the laboratory setup
- programming robots, etc.

The fourth chapter describes the study and use of a platform for remote programming of embedded control systems and robots in the educational process. Specific lessons are developed in order to test the designed platform. A methodology for conducting two lessons using the Arduino platform and one lesson using the remote programming platform of the Misty II robot is given with Python.

In **conclusion**, a summary of the main results of the study is made.

5. Contributions of the dissertation

The contributions to the dissertation can be summarized as follows:

Scientific -

- *Proposed an architecture designed for the development of platforms for remote programming, which allows problems to be solved in practical training in embedded control systems and robots;*
- *Algorithms have been developed to reflect the functioning of the main modules of the implemented platform for remote programming of embedded systems and robots;*
- *Methodologies for hybrid lessons using a remote programming system are proposed.*

These contributions belong to the group "**Creation of new methods and classifications.**"

Applied:

- *A test platform for remote programming of embedded control systems and robots has been developed.*

- *A Python library was created to program a humanoid robot Misty II.*

- *Various types of microcontroller platforms, humanoid robots, industrial robots and drones have been integrated into the developed platform, and experimental research has been conducted in a real educational environment.*

These contributions belong to the group '**Obtaining corroboratory facts**'

6. Dissertation-related publications

In connection with the dissertation, 6 papers have been presented, one of which is a publication in the journal "Education and Qualification" (accepted for publication), three are papers at international conferences in the country. Two are to be published in proceedings of TELECOM 2024. Three works are co-authored with his supervisor, three are independent.

There are two citations of the paper "Design of Remote Labs and Experiments about Embedded Systems and Robotics Learning".

In addition, a paper "Web-Based Remote Laboratory for Programming Arduino-Based Experiments" is cited (2 citations).

7. The presented abstract reflects the essence of the research done, described in the dissertation and the results obtained.

8. Personal participation

An analysis of the dissertation and the presented list of publications related to the dissertation gives me grounds to conclude that the dissertation is very well aware of the state of the problem and I have no reason to doubt his personal participation, in the research carried out and in the writing of the dissertation

9. Practical applicability

The platform developed in the dissertation for remote programming of embedded control systems and robots demonstrates a wide potential for application in various educational and professional environments. In the field of secondary education, the platform can be integrated into the learning process of vocational and specialized high schools, and in the field of higher education it provides a valuable tool for technical universities in conducting laboratory exercises and research in the field of embedded systems and robotics.

The platform's modular architecture makes it suitable for adapting to the specific needs of any organization, whether it is educational, scientific, or industrial applications.

10. Comments, opinions and recommendations

The following remarks and recommendations can be made on the submitted dissertation:

- The dissertation describes in great detail the known things (Chapters 1 and 2), which increases the volume of the presented work;

- It is not clear on what basis the requirements for platforms are defined: whether they are known (but there are no citations) or whether they are the author's
- Some of the figures are in English and the other in Bulgarian. It would be good to adopt one way of presenting the material.
- On some of the figures (pp. 106, 113, 116) the cipher is very small and cannot be read
- In the formal description of resources (p. 52), it is not said in what units the individual components are measured in the formulas and within what limits their values are.
- There is no comment on the comparative tables.
- When describing the algorithms in the form of flowcharts (Figs. 51, 53), there is no analyzing element, because there can be no simultaneous transition to two blocks
- I also have the following **recommendation**: It would be nice if the research done was reflected in some textbook.

11. Conclusion

The evaluation of the dissertation is positive. Taking into account the indisputable scientific, applied and applied contributions contained in the dissertation, the relevance and significance of the issues under study, the publicity of the achievements of the PhD student in the media and his in-depth knowledge in the field under study, I believe that the dissertation meets the requirements of the **Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria** and the **Regulations on the Terms and Conditions for the Acquisition of Scientific Degrees at the Technical University of Sofia**, That is why I propose to Eng. Ventsislav Boykov Nachev to be awarded the educational and scientific degree "Doctor" in the scientific field **5.3 Communication and Computer Engineering** and the scientific specialty "**System Programming**".

24.02.2025

REVIEWER:

/Prof. Dr. Nina V. Sinyagina/