

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен „доктор”



Автор на дисертационния труд: маг. инж. Стефан Милков Ризанов
Тема на дисертационния труд: „Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за развитие на интелигентно земеделие и опазване на околната среда”
Рецензент: чл.-кор. инж. Георги Славчев Михов, професор, доктор на науките.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Свидетели сме на възхода на IoT технологиите и изкуствения интелект (AI), чрез които се ускоряват дейности в много стопански области, увеличава се тяхната ефективност и се подобрява точността при взимане на управленчески решения.

Дисертационният труд разглежда, наглед различни, две обширни теми: безконтактен инфрачервен биомедицински мониторинг на селскостопански животни; ранно автоматично откриване на горски пожар чрез улавяне на излъчвани акустични вълни и сонограмен спектрометричен анализ. Общото са IoT технологиите, където са разработени, изследвани и усъвършенствани решения, притежаващи определени предимства за конкретните цели. В това отношение, дисертационният труд е на безспорно актуална тематика.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Направеното литературно проучване (Глава 1) и направения анализ в него показват много добро познаване на тематиката. Посочени са общо 120 литературни заглавия, като основният акцент на научното изследване е насочен към научните трудове, публикувани през последните 10 години (63%). Литературното проучване е проведено в две насоки – инфрачервена диагностика върху селскостопански животни и технологични решения за ранното детектиране на горски пожари

След анализ и съответни изводи в края на литературното проучване, е формулирана целта на дисертационния труд: *„Разработване, оценка и тестване на хардуерни и софтуерни системи за инфрачервена термографска биомедицинска скринингова диагностика на селскостопански животни и акустично ранно детектиране на горски пожари”*. За постигането на целта са поставени четири задачи, които са свързани със следното:

- създаване и изследване на инструментални системи за неинвазивни измервания на телесната температура на селскостопански животни;
- разработване на алгоритми за автоматично откриване на обект в инфрачервено изображение;



– проектиране на сензорен модул за ранно откриване на горски пожар, който открива и анализира акустичните вълни, излъчвани от пожар;
– изследване на стандарти и технологии за безжичен трансфер на данни в областта на интелигентното селско стопанство, земеделие, горско стопанство и опазване на околната среда, последователно решаващи в отделните глави на дисертацията.

Отделните задачи са последователно решавани в главите на труда по същество. Образователните цели на дисертацията са отлично изпълнени.

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

Методически, дисертационният труд е в логическата последователност от: преглед на съществуващото положение; предлагане на адекватни за целта решения; разработване на подходящи методики, алгоритми и схемни решения; тествания; анализ на резултатите. Методиката за провеждане на изследванията включва авторска апаратно-програмна реализация на Ethernet базирани сензорни модули.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертационният труд е написан на английски език. Обемът и е 175 страници плюс 17 страници приложение. Разпределението на материала е както следва: заглавна страница; съдържание – 7 стр.; четири глави 159 стр.; приноси на дисертационния труд – 1 стр.; публикации по дисертационния труд – 1 стр.; използвана литература 8 стр. В 15 стр. приложение е даден илюстративен материал – схеми и снимки на разработваните системи и експериментални установки.

Глава 1 представлява систематично литературно проучване в две основни насоки: – методи за диагностика на селскостопански животни, в която е направен целенасочен преглед и анализ върху неинвазивната инфрачервена диагностика и подходящите за инфрачервени сензори; – детекция на горски пожари посредством анализ на излъчените при пожара акустични вълни, както и безжични технологии, сензорни възли и топологии за пренос на информация. Литературното проучване завършва със заключение, на базата на които са поставени целта и задачите на дисертационния труд.

Следващите три глави разглеждат под-темата за безконтактен инфрачервен биомедицински мониторинг на селскостопански животни.

Глава 2 е посветена на разработването на Ethernet система за инфрачервена термична диагностика на селскостопански животни. Предложена е структура на термографска измервателна система, ползваща класическия трислоен IoT модел със слоеве за възприемане, мрежова организация и приложен софтуер. Предложена е и втора подобрена система, която позволява компенсиране влиянието на външни фактори



(термофизичните свойства на тъканите, промени в условията на околната среда и разстоянията между камерата и обекта). Представени са данни от тестови лабораторни изследвания.

Глава 3 описва разработването на портативна инфрачервена измервателна система за диагностика на селскостопански животни и проведените с нея измервания при реални условия. Системата предоставя биомедицинска образно-диагностична информация в инфрачервения светлинен спектър, позволяваща откриването на термични аномалии при животните. Представени са резултати от измервания в реални условия в кравеферма в област Нова Загора. Извършени са на място измервания на температурата на 228 очи на крави и е направен статистически анализ на събраните данни.

Глава 4 представя разработения алгоритъм за откриване на обекти в термични изображения. Извършена е оценка на устойчивостта на алгоритъма към топлинни шумове. Направена е оценка на влиянието на параметрите на алгоритъма върху неговата точност и е дефиниран критерий за оптимизиране на производителността показващ стойностите на параметрите, водещи до оптимално откриване на обекти. Предложен е подход за очертаване на обекти чрез т.нар. „мажоритарно гласуване“, където обектната маска и се изчислява въз основа на маските, генерирани от различно настроени алгоритми за проследяване на обекти.

Глава 5 разглежда под-темата за ранно откриване на горски пожар. В нея е описано разработването на IoT сензорна система, възприемаща акустичните вълни от пожарна обстановка и прехвърля данните през установен Wi-FiHaLow безжичен комуникационен канал. Извършени са анализи на аудио звуци от лагерен огън, горска среда с присъствие на вятър, дъжд и два контролирани пожара. Данните са филтрирани и е предложена корекция на нелинейността на микрофоните. Предложени са методи за разграничаване между пожарни и непожарни събития на базата на спектралния състав на снетите аудиозаписи.

За всяка от главите по под-темите, са заявени и описани постигнатите в тях приноси.

5. Научноприложни приноси на дисертационния труд.

Научно приложните приноси в настоящия труд се отнасят до отделните етапи от разработването и изследването на IoT базирани термографски системи за неинвазивна диагностика на селскостопански животни, включително преносими, както и за идентифициране на горски пожари чрез звуков анализ и могат да се определят като обогаhtяване на съществуващи, устройства и системи с нови качества и параметри. Те могат да бъдат конкретизирани в следното:

- разработена система за термографска диагностика на селскостопански животни с подобро инфрачервено измерване на температурата, прилагаща комплексни софтуерни технологии за компенсиране на паразитни ефекти;



– предложено устройство за портативно инфрачервено измерване на повърхностна температура и детектиране на несиметрични топлинни аномалии;

– разработен алгоритъм за автоматично откриване на обекти в инфрачервени топлинни изображения и предложена методика за оптимална фина настройка на параметрите му;

– предложен нов метод за откриване на обекти в инфрачервено изображение въз основа на компилирани техники на Изкуствения Интелект за „мажоритарно гласуване“ на обектните очертания;

– предложена методика за анализ на преобразувани в сонограмни изображения звуци от горски пожари за целите на разграничаването им от непожарни събития.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Според дадения материал и направените по него публикации, считам че приносите в настоящия труд са предимно лично дело на дисертанта, под ръководството на неговия ръководител проф. д-р Петър Якимов.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

По дисертационния труд са направени 8 публикации, от които 5 на конференцията Electronics ET'xxxx (Созопол) [1-3, 6, 8], една в „Journal of Physics: Conference Series“ [4], една – на конгреса ICICT 2023, Лондон [5] и една в on-line списанието ACTA IMEKO 2023 [7], Италия. Всички публикации са в съавторство. Считам, че направените публикации са достатъчни по количество и качество. Всички статии са реферирани и индексирани в базата данни на Scopus. Събраните точки по Минималните изисквания на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ по показател „Г“ точки са 95, с което значително се надхвърлят изискуемите 30. За публикациите по дисертационния труд са видни 4 цитирания в Scopus.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд

Получените резултати от дисертационния труд са пряко приложими при диагностицирането на здравословното състояние на селскостопански животни, както и при идентифицирането на пожари в горски масиви. Проведените експерименти в реални условия доказват това. В дисертацията са видни приложни приноси: – предложена концепция за Power-over-Ethernet автоматизиран мониториращ стенд за термична диагностика на селскостопански животни; – разработена и преносима IoT система за топлинен мониторинг; – предложена Wi-FiHaLow система за детектиране на излъчени от горски пожар акустични вълни.

Разработки на дисертанта са намерили приложение в научноизследователски проект, финансиран от фонд „Научни изследвания“ – „Оптимизиране на активни методи за инфрачервена температурна диагностика и неразрушаващ контрол“ (проект № ДН 17/16, 2017 г.) и проект, фи-



нансиран от НИС при ТУ – София “Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за ранно детектиране на горски пожари” (проект № 232ПД0005-03, 2023 г.), както и по Национална програма „Млади учени и постдокторанти-2“, 2024.

9. Оценка на съответствието на автореферата

Представеният автореферат е написан на български език в обем от 32 страници. Съдържанието му съответства на съдържанието на дисертационния труд. Той съдържа концентрирано представяне на отделните глави от дисертацията. Авторефератът завършва с описание на приносите, списък на публикациите по труда и анотация на английски език. Оценката ми за автореферата е, че той отговаря на общоприетите изискванията и отразява вярно съдържанието и приносите на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки

Дадох свое официално мнение с препоръки и бележки за вътрешната защита на дисертацията на маг. инж. Стефан Ризанов. Имам някои забележки от технически и редакционен характер:

- в заглавната страница на дисертацията липсват записани професионалното направление и научната специалност;
- научното проучване (Глава 1) заема голяма част от дисертацията (37% от дисертацията) и в него се съдържат несъществени от образователна и научно изследователска гледна точка разглеждания;
- частта Приложение би следвало да се постави след частта Литература;
- декларативно и неаналитично представяне на приносите на дисертацията.

Нямам забележки по отношение на количеството и качеството на извършената от дисертанта работа по темата на дисертацията. Извършена е значителна работа, която е довела до убедителни резултати.

11. Заключение:

Считам, че образователната и научната задачи на дисертацията са изпълнени на високо ниво. Предвид актуалността на темата, направените разработки, изследвания и анализи, постигнатите резултати, както и направените публикации, давам ПОЛОЖИТЕЛНА оценка на дисертационния труд и предлагам на членовете на уважаемото Научно жури да гласуват за даването на образователната и научна степен „доктор“ на маг. инж. Стефан Милков Ризанов по професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Електронизация“.

ДАТА: 14.04.2025 г.



РЕЦЕНЗЕНТ:

(n)
/ проф. д-р инж. Г. Михов /





REVIEW

of thesis for awarding the educational and scientific degree "Doctor of Philosophy"

Author of the thesis: MSc. Eng. Stefan Milkov Rizanov

Title of the thesis: "Research and advancement of electronic instruments for the development of smart agriculture and environmental protection"

Reviewer: Corr. Mem. of BAS, Eng. Georgy Slavchev Mihov, Professor, Doctor of Science

1. Relevance of the problem solved in the PhD thesis in scientific and applied science terms.

We are witnessing the rise of IoT technologies and artificial intelligence (AI), through which activities many economic areas are accelerated, their efficiency is increased and the accuracy of management decision-making is improved.

The dissertation examines two seemingly different, extensive topics: non-invasive infrared biomedical monitoring of farm animals; early automated detection of wildfires by capturing fire-emitted acoustic waves and sonogram spectrometric analysis

The common theme is IoT technologies, where solutions have been developed, researched and improved, with these proposed solutions having certain and distinct advantages for specific purposes. In this regard, the dissertation work is undoubtedly relevant.

2. Level of knowledge of the problem's state and author creative interpretation of the bibliography

The reference study (Chapter 1) and the analysis made therein show a very good knowledge of the topic. A total of 120 literary titles are indicated, with the main emphasis of the scientific research being directed towards scientific works published in the past 10 years (63%). The literary review was conducted in two directions – infrared diagnostics on farm animals and technological solutions for the early detection of wildfires.

After analysis and relevant conclusions at the end of the bibliography review, the goal of the PhD thesis was declared: "Developing, evaluating and testing hardware and software systems for infrared thermographic bio-medical screening diagnostics of farm animals and sound-based early detection of wildfires". To achieve the goal, four tasks have been set, which are related to the following:

- creating and investigating instrumentation systems for non-invasive measurements of the body temperature of farm animals;
- developing algorithms for an automatic object detection in an infrared image;



- designing a wildfire early detection sensory module which detects and analyzes the fire hazard's emitted audible sound;
- investigating standards and technologies for wireless data transfer within the fields of intelligent agriculture, farming, forestry and environmental protection.

The individual tasks are consistently solved in the chapters of the work. The educational goals of the dissertation are excellently fulfilled.

3. Compliance of the chosen research methodology with the goals and tasks of the PhD thesis

In methodological terms, the thesis is in the logical sequence of: review of the existing methods; offering adequate solutions for the targeted application; development of appropriate methodologies, algorithms and circuitry designs; testing; analysis of the results. The thesis's methodology includes the author's hardware and software implementation of Ethernet-based sensor modules.

4. Brief analytical description and assessment of the material's credibility on which the contributions of the PhD thesis are built.

The PhD thesis is written in English. Its volume is 175 pages plus 17 pages of appendix. The distribution of the material is as follows: title page; table of contents – 7 pages; four chapters 159 pages; contributions of the thesis – 1 page; publications on the PhD thesis – 1 page; used references 8 pages. In the 15-page appendix, illustrative material is given – diagrams and photos of the developed systems and experimental setups.

Chapter 1 is a systematic scientific review in two main directions: – methods for diagnostics of farm animals, in which a targeted review and analysis of non-invasive infrared diagnostics and suitable infrared sensors is made; – detection of wildfires through analysis of acoustic waves emitted during the fire, as well as wireless technologies, sensor nodes and topologies for information transfer. The bibliography review ends with a conclusion, on the basis of which the goal and tasks of the PhD thesis are set.

The next three chapters address the sub-topic of non-contact infrared biomedical monitoring of farm animals.

Chapter 2 describes the development of an Ethernet system for infrared thermal diagnostics of farm animals. A structure of a thermographic measurement system is proposed, using the classic three-layer IoT model with perception, network and application layers. A second improved system is also proposed, which allows compensating for the influence of external factors (thermo-physical property variances in the observed tissues, changes in ambient conditions, camera-to-object distance variances) on the accuracy of measurements. Data from laboratory test studies is presented.

Chapter 3 describes the development of a portable measuring system for diagnostics of farm animals and with which measurements under real



conditions were made. The system provides bio-medical imaging-diagnostic information in the infrared light spectrum, allowing the detection of thermal anomalies in animals. Results of the performed measurements under real conditions in a cattle farm, located in the Nova Zagora region, are presented. The collected data comprises of 228 eye temperature measurements of cattle, the maximum eye temperature was extracted and statistically analyzed.

Chapter 4 presents the developed algorithm aimed at automated object recognition in thermal images. The resilience of the algorithm to thermal noise is statistically evaluated. The influence of the algorithm parameters on its accuracy is assessed and a performance optimization criterion is defined indicating the parameter values leading to optimal object detection. An approach for object detection using the so-called "majority-vote" is proposed, where the object mask is calculated based on the masks generated from differently-tuned object tracking algorithms.

Chapter 5 addresses the sub-topic of early detection of wildfires. It describes the development of an IoT sensor system that captures environmental sound data and sends it upstream via a Wi-Fi HaLow wireless link. Analyses of audio sounds from a campfire, a forest environment with the presence of wind, rain, and two controlled fires are performed. The data sequences are filtered and a correction for the nonlinearity of the microphones was proposed. Methods for distinguishing between fire and non-fire events based on their unique acoustic signature both in the frequency and time domains are proposed.

For each of the chapters on the sub-topics, the results and contributions described therein are stated.

5. Applied scientific contributions.

The applied scientific contributions within the presented PhD thesis relate to the individual stages of the development and research of IoT-based thermographic systems for non-invasive diagnostics of farm animals, including portable ones, as well as for identifying wildfires through sound analysis and can be summarized as the enrichment of existing devices and systems with new functional modalities. They can be specified in the following manner:

- a developed system for thermographic diagnostics of farm animals with improved infrared temperature measurement, applying complex software technologies to compensate for parasitic effects;
- a proposed device for portable infrared surface temperature measurement and detection of asymmetrical thermal anomalies;
- a developed algorithm for automatic detection of objects in infrared thermal images and proposed methodology for optimal fine-tuning of its parameters;
- a proposed a novel method for detecting objects in infrared images based



on compiled Artificial Intelligence techniques for “majority voting” of object boundaries;

– a proposed methodology for analyzing sounds from wildfires converted into sonogram images for the purpose of distinguishing them from non-fire events.

6. Degree assessment of the candidate’s personal participation in the contributions

According to the presented materials and the scientific papers related to them, I believe that the contributions made in the present PhD thesis are mainly the personal work of the author, under the guidance of his supervisor Prof. PhD Peter Yakimov.

7. Evaluation of articles on the PhD thesis

Eight papers have been published as part the presented PhD thesis, of which 5 at the International Scientific Conference Electronics (ET'xxx), Sozopol [1-3, 6, 8], one in the “Journal of Physics: Conference Series”, IOP Publishing [4], one at the ICICT 2023 congress, UK [5] and one in the on-line journal ACTA IMEKO 2023 [7], Italy. All publications are co-authored. The publications made are sufficient in quantity and quality. All articles are referenced and indexed in the Scopus database. The minimum points collected under the Regulations for the Implementation of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria under indicator “Г” are 95, which significantly exceeds the required 30 points. There are 4 citations in Scopus for the papers part of the PhD thesis.

8. Applicability of the results obtained in the PhD thesis

The results obtained from the dissertation are directly applicable in diagnosing the health status of farm animals, as well as in identifying fires in forest areas. The experiments conducted in real conditions prove this. The PhD thesis has significant applied contributions: – proposed concept for a Power-over-Ethernet automated monitoring stand for thermal diagnostics of farm animals; – developed portable IoT system for thermal monitoring; – proposed Wi-Fi HaLow system for detecting acoustic waves emitted by wildfires.

The dissertation's developments have found application in a research project financed by the National Science Fund – “Optimization of active methods for infrared temperature diagnostics and non-destructive testing” (project No. ДН 17/16, 2017) and a project funded by the Research and Development Sector at the Technical University of Sofia “Research and improvement of electronic methods and tools for early detection of forest fires” (project No. 232ПД0005-03, 2023), as well as under the National Program the “Young scientists and postdoctoral researchers – 2”, 2024.



9. Author's essay assessment

The submitted author's essay is written in Bulgarian in a volume of 32 pages. Its content corresponds to the content of the PhD thesis. It contains a concentrated presentation of the individual chapters of the dissertation. The abstract ends with a description of the contributions, a list of publications and a summary in English. My assessment of the essay is that it meets the generally accepted requirements and faithfully reflects the content and contributions of the PhD thesis.

10. Opinions, recommendations and notes

I have given my official opinion with recommendations and notes during the preliminary presentation of the dissertation work of Eng. M.Sc. Stefan Rizanov to the Council of the Department of Electronics. I have some remarks of a technical and editorial nature:

- the title page of the PhD thesis does not include the professional field and scientific specialty;
- the scientific research (Chapter 1) takes up a large part of the dissertation (37 % of the thesis) and contains considerations that are not essential from an educational and scientific research point of view;
- the Appendix section should be placed after the References section;
- declarative and non-analytical presentation of the contributions of the dissertation.

I have no remarks regarding the quantity and quality of the work done by the PhD candidate on the topic of the thesis. Considerable work has been done, which has led to convincing results.

11. Conclusion:

I believe that the educational and scientific tasks of the PhD thesis have been fulfilled at a high level. Given the relevance of the topic, the developments, research and analyses carried out, the results achieved, as well as the publications made, I give a POSITIVE assessment of the dissertation work and propose to the members of the esteemed Scientific Jury to vote for granting the educational and scientific degree " Doctor of Philosophy " to MSc Eng. Stefan Milkov Rizanov in the professional field 5.2. Electrical Engineering, Electronics and Automation, scientific specialty "Electronization".

April 14, 2025



REVIEWER:

(n)

/ Prof. DSc Georgy Mihov /

