

07K 78-НС1-088
18.06.2025



РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Димитър [REDACTED] Димитров
на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
"доктор" по научна специалност:

Електроакустика, звукотехника и кинотехника
в професионално направление:

5.3. Комуникационна и компютърна техника

Автор на дисертационния труд:

маг. инж. Костадин [REDACTED] Панчев

Тема на дисертационния труд:

**Акустични сензорни мрежи на основата на интернет на нещата и
изкуствен интелект**

**1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в
научно и научно-приложно отношение**

Темата на представения дисертационен труд "Акустични сензорни мрежи на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект" е особено актуална в глобален контекст, където стремежът към цифрова трансформация, интелигентна инфраструктура и устойчиви решения в урбанизираните зони е приоритет за множество национални и международни програми. В този контекст акустичните сензорни мрежи, подкрепени с Изкуствен Интелект, се превръщат в ключов компонент на съвременните екосистеми за градско управление, околна среда и климатично наблюдение. Ролята на тези технологии в устойчивото развитие е също така значителна, тъй като позволяват ранно предупреждение при екологични инциденти, подобряват отговорността в индустриалната дейност чрез акустичен мониторинг и допринасят за намаляване на въглеродния отпечатък чрез оптимизация на ресурси и автоматизация на процеси.

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

Степента на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал се забелязва в целия дисертационен труд. В първа глава на дисертацията „ПРЕГЛЕД НА СЪЩЕСТВУВАЩИ МЕТОДИ, АЛГОРИТМИ И СРЕДСТВА В АКУСТИЧНИ СЕНЗОРНИ МРЕЖИ НА ОСНОВАТА НА ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ“ е направен критичен анализ на 107 научни публикации и логично е аргументирана темата на дисертацията. Разгледани са видовете акустични мрежи, методите и алгоритмите за измерване, оценка и повишаване на точността на акустични сензорни мрежи на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект, основните принципи в изкуствения интелект, приложенията и интеграцията с акустичните сензорни мрежи. Въз основа на направения преглед на

съществуващите видове акустични сензорни мрежи, методи и алгоритми за измерване, оценка и повишаване на точността на приемане, предаване и обработка на аудио информацията в тях, съвсем обосновано са направени изводи, които са използвани по-нататък в дисертацията при разработването на акустични сензорни мрежи на основата на изкуствен интелект. Всичко това говори за много добро познаване на материала и логична творческа интерпретация.

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

Съответствието на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси е добре обосновано и следва да се подчертае, че поставената цел и задачи на дисертационния труд са дефинирани и тясно свързани с постигнатите резултати и приноси в дисертационния труд. В това твърдение следва да се включи обосноваването на целите и задачите в дисертационния труд, напълно основателно дефинираната значимост и необходимост в научно-приложно и приложно отношение от изследвания в избраната научна област. Предложен е правилен подход, по който докторантът е формулирал точно и в синтезиран вид както целта, така и задачите в своя дисертационен труд.

Цел на дисертацията

Разработване на акустични сензорни мрежи на основата на Интернет на нещата и изкуствен интелект

От дефиницията на целта на дисертационния труд се определят следните задачи:

1. Разработване на модел на акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект;

2. Разработване на алгоритми за моделиране на предложената акустична сензорна мрежа на основата на Интернет на нещата и изкуствен интелект;

3. Експериментални изследвания на разработените модел и алгоритми за предложената акустична сензорна мрежа на основата на Интернет на нещата и изкуствен интелект.

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

Дисертационният труд е с обем 127 страници и две приложения на разпечетки на предложени в дисертацията програмни продукти. Реализирането на правилно поставената цел и съответни задачи на дисертационния труд е обект на следващите глави на дисертацията, между които е постигната

последователност в изложението, логическа връзка и методичност в представяне на новите важни, относно приносите на дисертацията, теоретични и практически решения в областта на тематиката на дисертацията.

Обект на изследване в глава 2 е РАЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА АКУСТИЧНА СЕНЗОРНА МРЕЖА НА ОСНОВАТА НА ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ. Въз основа на резултатите от изследванията е предложена блокова схема на акустичен сензор за акустични измервания в затворени помещения. Предложени са основни уравнения, описващи всички сигнали на блоковата диаграма на предложената акустична сензорна мрежа. Разработен е модел за оценка на акустичните параметри на затворени помещения чрез обработка с невронни мрежи и изкуствен интелект на информацията от акустични сензорни мрежи на основата на интернет. Направена е оценка на акустичните параметри на затворени помещения чрез обработка с невронни мрежи и изкуствен интелект на информацията от акустични сензорни мрежи на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект. Проведено е изследване и анализ на акустичните параметри за обучение на конволюционна невронна мрежа към безжична акустична сензорна мрежа на основата на интернет и изкуствен интелект.

Получените резултати от изследванията в тази глава са публикувани в една статия, индексирана в Skopus.

В трета глава на дисертационния труд "РАЗРАБОТВАНЕ НА АЛГОРИТМИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ НА ПРЕДЛОЖЕНАТА АКУСТИЧНА СЕНЗОРНА МРЕЖА НА ОСНОВАТА НА ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ" са разгледани отделните етапи, както и използваните методи и алгоритми, при разработването на предложената акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект. Разработени са алгоритми за моделиране на предложената акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект. Разработена е реално действаща безжична акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект.

Получените резултати от изследванията в трета глава са публикувани в три доклада, индексирани в Skopus.

В глава четвърта на дисертационния труд «ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА РАЗРАБОТЕНИТЕ МОДЕЛ И АЛГОРИТМИ ЗА ПРЕДЛОЖЕНАТА АКУСТИЧНА СЕНЗОРНА МРЕЖА НА ОСНОВАТА НА ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ» са получени следните по-важни резултати от изследванията:

1. Предложена е Matlab симулация на разработваната акустична сензорна мрежа за акустични измервания в затворени помещения. (т.4.1., от стр. 81 до стр. 83)
2. Извършен е анализ и сравнение, на базата на експериментални резултати от специфичен пример за акустични измервания за предложената безжична акустична сензорна мрежа (т.4.2., от стр. 83 до стр. 85)
3. Създадена е експериментална постановка за проверка на предложените в глава трета алгоритми за моделиране на предложената акустична

сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект (т.4.3., от стр. 85 до стр. 92).

4. Извършена е експериментална проверка за разбираемост на говор в предложените модели на безжична акустична сензорна мрежа, чрез реално действаща система за изкуствен интелект ChatGPT (т. 4.5., от стр. 105 до стр. 113)
5. Извършен е анализ на данните от от обработката на акустични сигнали, записани по време на рален експеримент от безжична акустична сензорна мрежа (т.4.4., от стр. 92 до стр. 105)

Получените резултати от изследванията в четвърта глава са публикувани в два доклада, единият от които е индексирани в Skopus, а другият е под печат.

5. Научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд

Основните резултати, постигнати в настоящия дисертационен труд са обобщени и представени в синтезиран вид под формата на следните приноси:

Научно-приложни приноси:

1. Разработен е модел на акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект (т.2.1., от стр.49 до стр. 50).
2. Съставени са основните уравнения, описващи всички сигнали на блоковата диаграма на предложената акустична сензорна мрежа (т.2.2., от стр.50 до стр.52).
3. Разработен е модел за оценка на акустичните параметри на затворени помещения чрез обработка с невронни мрежи и изкуствен интелект на информацията от акустични сензорни мрежи на основата на интернет на нещата (т.2.3., от стр. 53 до стр. 64).
4. Проведено е изследване и анализ на акустичните параметри за обучение на конволюционна невронна мрежа към безжична акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект (т.2.4., от стр.65 до стр.70).
5. Разработени са алгоритми за моделиране на предложената акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект (т.3.1., от стр.73 до стр.75).
6. Разработена е реално действаща безжична акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект (т.3.2., от стр.75 до стр.79).

Приложни приноси

1. Разработена е Matlab симулация на разработваната акустична сензорна мрежа за акустични измервания в затворени помещения (т.4.1, от стр.81 до стр. 83).
2. Извършен е анализ и сравнение, на базата на експериментални резултати от специфичен пример за акустични измервания за предложената безжична акустична сензорна мрежа (т.4.2 от стр.83 до стр. 85).

3. Създадена е експериментална постановка за проверка на предложените в глава трета алгоритми за моделиране на предложената акустична сензорна мрежа на основата на интернет на нещата и изкуствен интелект (т.4.3 от стр.85 до стр. 92).

4. Извършена е експериментална проверка за разбираемост на говор в предложените модели на безжична акустична сензорна мрежа, чрез реално действаща система за изкуствен интелект ChatGPT (т.4.5., от стр. 105 до стр. 113). 5. Извършен е анализ на данните от обработката на акустични сигнали, записани по време на рален експеримент от безжична акустична сензорна мрежа (т.4.4., от стр.92 до стр. 105).

6. Оценка на степента на личното участие на докторанта в приносите

Описаните по-горе научни, научно-приложни и приложни приноси фигурират в достатъчната по обем и съдържание публикационна дейност на докторантът. Те са популяризирани в подходящи и утвърдени в областта на дисертацията научни форуми, което означава, че резултатите от дисертацията са придобили съответната популярност и признание в научните среди. В тази връзка и личното участие на докторантът в приносите се проявява и е неоспоримо и потвърдено от наличието на 4 публикации в съавторство с ръководителя на докторанта и са индексирани в Scopus и Web of Science.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните постижения в дисертационния труд са популяризирани в 4 научни публикации, в списания и научни конференции. Всички публикации са с теоретично и приложно значение, свързани са с дисертацията и с професионалното направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника**. Приемам публикационната дейност като напълно достатъчна по обем, на високо научно ниво и популяризирана в достатъчна степен в национален и международен научен план

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Изследванията и получените резултати в дисертацията са свързани с безжични акустични сензорни мрежи. Това е нововъзникваща информационна технология, която има голям потенциал за използване както за военни, така и за граждански приложения. Като пример едно от приложенията е генерирането на акустична картина на затворено помещение и калибрирането на акустиката в стаята.

9. Мнения, препоръки и бележки

В представения дисертационен труд могат да се посочат някои пропуски и неточности, посочени по-долу. Част от тези неточности имат смисъл на въпроси

към докторанта, други са от формален характер и не са от съществено значение при цялостната оценка на оформянето на дисертационния труд:

1. Списъкът с използваните литературни източници би трябвало да се подреди по азбучен ред.
2. Към дисертацията като приложения са дадени два програмни продукта, които са представени съвсем коректно, но би било добре към всяко от двете приложения да има съответно описание и връзка към съответен алгоритъм.
3. Означенията върху предложените схеми на фиг.2.1 и фиг.3.1 са на английски език, а по-долу същите означения при поясненията на тези фигури са на български език.

Тези забележки в никакъв случай не намаляват достойнствата на дисертацията.

10. Заключение

Въз основа на изложеното по-горе може да се даде обща положителна оценка на теоретичните и практически резултати, постигнати при разработката на настоящия дисертационен труд. Дефинираните научно-приложни и приложни приноси, отразени в достатъчен на брой научни публикации и в подходящи конференции, са напълно достатъчно основание за ясно положително заключение относно квалификацията на докторанта и неговите потвърдени в дисертационния труд качества на учен в избраната от него научна област.

В заключение предлагам на почитаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на маг. инж. **Костадин Панчев** в професионално направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника** по научна специалност **Електроакустика, звукотехника и кинотехника**

Дата: 10.06.2025 г.

Рецензент: 

(проф. д-р Димитър Ценов Димитров)

01K 88-HE1-088
18.06.2025 r



REVIEW

by Prof. Dr. Eng. Dimitar [redacted] Dimitrov

on the dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree of "Doctor"
in the scientific specialty:

Electroacoustics, Sound Engineering and Cinematography

in the professional field:

5.3. Communication and Computer Engineering

Author of the dissertation:

M. Eng. Kostadin [redacted] Panchev

Topic of the dissertation:

Acoustic Sensor Networks Based on the Internet of Things and Artificial Intelligence

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms

The topic of the presented dissertation "Acoustic Sensor Networks Based on the Internet of Things and Artificial Intelligence" is particularly relevant in a global context, where the pursuit of digital transformation, smart infrastructure and sustainable solutions in urban areas is a priority for many national and international programs. In this context, acoustic sensor networks, supported by Artificial Intelligence, are becoming a key component of modern ecosystems for urban management, environment and climate monitoring. The role of these technologies in sustainable development is also significant, as they allow early warning of environmental incidents, improve responsibility in industrial activity through acoustic monitoring and contribute to reducing the carbon footprint through resource optimization and process automation.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material

The degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material is noticeable throughout the dissertation work. In the first chapter of the dissertation "REVIEW OF EXISTING METHODS, ALGORITHMS AND TOOLS IN ACOUSTIC SENSOR NETWORKS BASED ON THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE" a critical analysis of 107 scientific publications is made and the topic of the dissertation is logically argued. The types of acoustic networks,

methods and algorithms for measuring, evaluating and increasing the accuracy of acoustic sensor networks based on the Internet of Things and artificial intelligence, the basic principles of artificial intelligence, applications and integration with acoustic sensor networks are considered. Based on the review of existing types of acoustic sensor networks, methods and algorithms for measuring, evaluating and increasing the accuracy of receiving, transmitting and processing audio information in them, quite justified conclusions were drawn, which were used further in the dissertation in the development of acoustic sensor networks based on artificial intelligence. All this speaks of a very good knowledge of the material and logical creative interpretation.

3. Compliance of the selected research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions

The compliance of the selected research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions is well justified and it should be emphasized that the set goal and tasks of the dissertation are defined and closely related to the achieved results and contributions in the dissertation. This statement should include the justification of the goals and objectives of the dissertation, the fully justified definition of the significance and necessity in scientific-applied and applied terms of research in the chosen scientific field. A correct approach is proposed, according to which the doctoral student has formulated precisely and in a synthesized form both the goal and the objectives of his dissertation.

Purpose of the dissertation

Development of acoustic sensor networks based on the Internet of Things and artificial intelligence

The definition of the purpose of the dissertation defines the following tasks:

1. Development of a model of an acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence;
2. Development of algorithms for modeling the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence;
3. Experimental studies of the developed model and algorithms for the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence.

4. Brief analytical characterization of the nature and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built

The dissertation has a volume of 127 pages and two applications of printouts of software products proposed in the dissertation. The realization of the correctly set goal

and relevant tasks of the dissertation work is the subject of the following chapters of the dissertation, between which consistency in the presentation, logical connection and methodicality in presenting the new important, regarding the contributions of the dissertation, theoretical and practical solutions in the area of dissertation.

The object of research in Chapter 2 is DEVELOPMENT OF A MODEL OF AN ACOUSTIC SENSOR NETWORK BASED ON THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Based on the research results, a block diagram of an acoustic sensor for acoustic measurements in closed rooms is proposed. Basic equations describing all signals of the block diagram of the proposed acoustic sensor network are proposed. A model for estimating the acoustic parameters of closed rooms is developed by processing information from acoustic sensor networks based on the Internet with neural networks and artificial intelligence. An assessment of the acoustic parameters of closed rooms is made by processing information from acoustic sensor networks based on the Internet of Things and artificial intelligence with neural networks and artificial intelligence. A study and analysis of the acoustic parameters for training a convolutional neural network to a wireless acoustic sensor network based on the Internet and artificial intelligence has been carried out. The results of the research in this chapter are published in one article, indexed in Skopus.

In the third chapter of the dissertation "DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR MODELING THE PROPOSED ACOUSTIC SENSOR NETWORK BASED ON THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE" the individual stages, as well as the methods and algorithms used, in the development of the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence are examined. Algorithms for modeling the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence have been developed. A real-life wireless acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence has been developed. The results of the research in the third chapter are published in three reports, indexed in Skopus.

In chapter four of the dissertation work «EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DEVELOPED MODEL AND ALGORITHMS FOR THE PROPOSED ACOUSTIC SENSOR NETWORK BASED ON THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE», the following more important research results were obtained:

1. A Matlab simulation of the developed acoustic sensor network for acoustic measurements in closed rooms is proposed. (section 4.1., from page 81 to page 83)
2. An analysis and comparison was performed based on experimental results from a specific example of acoustic measurements for the proposed wireless acoustic sensor network (section 4.2., from page 83 to page 85)

3. An experimental setup was created to verify the algorithms proposed in chapter three for modeling the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence (section 4.3., from page 85 to page 92).

4. An experimental check of speech intelligibility in the proposed models of a wireless acoustic sensor network was carried out, using a real-life artificial intelligence system ChatGPT (section 4.5., from p. 105 to p. 113)

5. An analysis of the data from the processing of acoustic signals recorded during a real experiment of a wireless acoustic sensor network was carried out (section 4.4., from p. 92 to p. 105)

The results obtained from the research in the fourth chapter are published in two reports, one of which is indexed in Skopus, and the other is in print.

5. The main results achieved in this dissertation work are summarized and presented in a synthesized form in the form of the following contributions:

Scientific and applied contributions:

1. A model of an acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence has been developed (section 2.1., from p.49 to p.50).

2. The basic equations describing all signals of the block diagram of the proposed acoustic sensor network have been compiled (section 2.2., from p.50 to p.52).

3. A model for estimating the acoustic parameters of closed rooms has been developed by processing information from acoustic sensor networks based on the Internet of Things with neural networks and artificial intelligence (section 2.3., from p.53 to p.64).

4. A study and analysis of the acoustic parameters for training a convolutional neural network to a wireless acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence has been conducted (section 2.4., from p.65 to p.70).

5. Algorithms for modeling the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence have been developed (section 3.1., from p.73 to p.75).

6. A real-life wireless acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence has been developed (section 3.2., from p.75 to p.79).

Applied contributions

1. A Matlab simulation of the developed acoustic sensor network for acoustic measurements in closed rooms has been developed (section 4.1., from p.81 to p.83).

2. An analysis and comparison was performed based on experimental results from a specific example of acoustic measurements for the proposed wireless acoustic sensor network (section 4.2 from p. 83 to p. 85).

3. An experimental setup was created to verify the algorithms proposed in chapter three for modeling the proposed acoustic sensor network based on the Internet of Things and artificial intelligence (section 4.3 from p. 85 to p. 92).

4. An experimental check of speech intelligibility in the proposed wireless acoustic sensor network models was performed using a real-life artificial intelligence system ChatGPT (section 4.5., from p. 105 to p. 113). 5. An analysis of the data from the processing of acoustic signals recorded during a real experiment of a wireless acoustic sensor network was performed (section 4.4., from p. 92 to p. 105).

6. Assessment of the degree of personal participation of the doctoral student in the contributions

The scientific, applied science and applied contributions described above are included in the doctoral student's publication activity, which is sufficient in volume and content. They have been promoted in appropriate and established scientific forums in the field of the dissertation, which means that the results of the dissertation have gained the appropriate popularity and recognition in scientific circles. In this regard, the personal participation of the doctoral student in the contributions is manifested and is undeniable and confirmed by the presence of 4 publications co-authored with the doctoral student's supervisor and are indexed in Scopus and Web of Science.

7. Assessment of the publications on the dissertation work

The main achievements in the dissertation work have been popularized in 4 scientific publications, in journals and scientific conferences. All publications are of theoretical and applied importance, are related to the dissertation and the professional field 5.3. Communication and computer technology. I accept the publication activity as completely sufficient in volume, at a high scientific level and sufficiently popularized in national and international scientific terms.

8. Use of the results of the dissertation work in scientific and social practice

The research and the results obtained in the dissertation are related to wireless acoustic sensor networks. This is an emerging information technology that has great potential for use in both military and civilian applications. As an example, one of the applications is the generation of an acoustic picture of a closed room and the calibration of the acoustics in the room.

9.Recommendations and notes

In the presented dissertation work, some omissions and inaccuracies can be pointed out, listed below. Some of these inaccuracies have the meaning of questions to the doctoral student, others are of a formal nature and are not of essential importance in the overall assessment of the formation of the dissertation work:

1. The list of literary sources used should be arranged in alphabetical order..
2. Two software products are attached to the dissertation as appendices, which are presented quite correctly, but it would be good for each of the two appendices to have a corresponding description and a link to a corresponding algorithm.
3. The designations on the proposed schemes in Fig. 2.1 and Fig. 3.1 are in English, and below the same designations in the explanations of these figures are in Bulgarian.

These remarks in no way diminish the merits of the dissertation.

10. Conclusion

Based on the above, a general positive assessment can be given of the theoretical and practical results achieved in the development of this dissertation work. The defined scientific-applied and applied contributions, reflected in a sufficient number of scientific publications and in appropriate conferences, are quite sufficient grounds for a clear positive conclusion regarding the qualification of the doctoral student and his confirmed in the dissertation qualities of a scientist in his chosen scientific field.

In conclusion, I propose to the esteemed Scientific Jury to award the educational and scientific degree "Doctor" to M. Eng. Kostadin [redacted] Panchev in the professional field 5.3. Communication and Computer Engineering in the scientific specialty Electroacoustics, Sound Engineering and Cinematography

Date: 10.06.2025

Reviewer: [redacted]

Prof. Dr.Dimitar Tzenov Dimitrov