



РЕЦЕНЗИЯ

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

Телевизионна и видеотехника

в професионално направление:

5.3. Комуникационна и компютърна техника

Автор на дисертационния труд:

маг. инж. Пламен [REDACTED] Христов

Тема на дисертационния труд:

**Визуален анализ на поведението на индивиди в киберфизични
системи**

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

Темата на представения дисертационен труд "Визуален анализ на поведението индивиди в киберфизични системи" съвсем естествено разкрива наличието на актуалност, свързана с широкото разпространение на методите и средствата за анализ на поведението на хората с цел моделирането им при разработване и практическо приложение на поведението на индивиди в киберфизични системи.

**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. Но може да се подчертае, че чрез същността на глава 1 "Анализ на състоянието на проблема по литературни данни" на дисертационния труд, където са анализирани голяма част от цитираните 103 научни публикации, се аргументира тематиката на дисертацията, главно по отношение на необходимостта от нови по-ефективни методи и алгоритми за анализ на поведението на индивиди в киберфизични системи.

**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, както следва:

Цел на дисертацията

Да се разработят методи и алгоритми за различни видове анализ на активности с приложна насоченост, както при моноракурсни системи, така и при многоракурсни системи.

Следните основни задачи са свързани с поставената цел в дисертационния труд:

1. Разработване на комбиниран метод и алгоритъм за класификация на човешка активност чрез дълбока невронна мрежа
2. Разработване на метод и алгоритъм за откриване на взаимодействие индивид-обект чрез дълбока невронна мрежа
3. Разработване на метод и алгоритъм за откриване на аномална активност чрез дълбока невронна мрежа
4. Разработване на метод и алгоритъм за разпознаване на многоракурсни скелетонни данни в многоракурсна система
5. Функционална проверка на действието на разработените алгоритми, чрез програмна реализация и готови множества данни, за оценка на тяхната ефективност

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 101 страници. 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 анализът на теоретичните предпоставки за разработване на алгоритми за изследване и проучване на поведението на индивиди в киберфизични системи. Като основни теоретични предпоставки са описани методите и алгоритмите с използване на невронни мрежи с машинно и дълбоко обучение, разпознаване на образи, класификация, оценка и валидиране на модели, а също така са разгледани визуални сензори за движение на Microsoft.

В трета глава на дисертационния труд "Методи и алгоритми за анализ на активности от скелетонни данни чрез дълбоки невронни мрежи" са изследвани методите и са предложени алгоритми за разпознаване на активност чрез CNN и

SVM, за откриване на необичайна човешка активност в реално време чрез IDCNN-LSTM, и за откриване на взаимодействие индивид-обект чрез 1D конволюционна невронна мрежа.

В глава четвърта на дисертационния труд "Експериментални резултати от разработените алгоритми" са изследвани и анализирани резултати, получени от практическото прилагане на разработените алгоритми в глава 3 и 4; експериментални изследвания към комбинирания метод за разпознаване на активност чрез CNN и SVM, класификация върху бази данни PKU-MMD, експериментални изследвания към метод за откриване на необичайна човешка дейност в реално време с помощта на IDCNN-LSTM, експериментални изследвания към методът за откриване на взаимодействие човек-обект в моноракурсна система, експериментални изследвания към методите за разпознаване на многоракурсна човешка активност.

5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд

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

Научни приноси:

- разработен е комбиниран, каскаден метод за разпознаване на човешка активност, включващ конволюционна невронна мрежа (CNN) и машина за опорни вектори (SVM);

Научно-приложни приноси:

- разработена е архитектура за откриване на аномална човешка активност, включващ едномерна конволюционна невронна мрежа (IDCNN) и мрежа за дългосрочна памет (LSTM);

- разработен е алгоритъм за покадрова класификация на активности за наличие на взаимодействие между индивид и обект;

- разработен е алгоритъм за разпознаване на многоракурсни активности от скелетони чрез сливане на данните.

Приложни приноси:

Експериментални изследвания на представените методи и алгоритми.

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 посочени в списъка на публикациите по дисертационния труд.

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. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд

Оформянето на автореферата е в съответствие с изискванията и напълно съдържа най-важните и съществени теоретични и практически постижения в дисертацията, което показва неговата адекватност със съдържанието на дисертационния труд.

9. Мнения, препоръки и бележки

В предварителната рецензия за вътрешната защита на дисертационния труд имаше редакционни пропуски и неточности, повечето от които са отстранени при окончателното оформяне на дисертационния труд. В настоящата рецензия са посочени само следните незначителни забележки:

- липсва информация за програмните средства, с които са проведени експерименталните изследвания (единствено е посочено, че "сърверите, предназначени за дълбоко обучение са Ubuntu Linux");

- на стр.63 в изречението "Целият алгоритъм е описан в 2, като приложен в реално време" не е ясно какво е 2 (вероятно публикация 2), но освен това от алгоритъма, представен след това изречение, не може да се твърди, че алгоритъмът е "приложен в реално време.". Това трябва да се представи в самата дисертация;

- подробните обяснения след всеки от декларираните накратко научни и научно приложни приноси са излишни;

- не може само да се декларира, че "Приложните приноси са: Експерименталните изследвания ". Трябва конкретно да се цитира от глава 4, където са постигнати.

Считам, че тези препоръки и забележки ще бъдат ценни и полезни в бъдещата научна и публикационна дейност на докторанта.

10. Заключение

Считам, че общата положителна оценка на теоретичните и практически резултати, постигнати при разработката на настоящия дисертационен труд, дефинирани като научни, научно-приложни и приложни приноси, отразени в достатъчен на брой научни публикации и в подходящи научни списания и 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. Затова считам за напълно основателно да се присъди образователна и научна степен „доктор“ на маг. инж. **Пламен [REDACTED] Христов** в професионално направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника** по научна специалност **Телевизионна и видеотехника**.

Дата: 07.01.2025 г.

Рецензент: ... [REDACTED]

(проф. д-р **Александър [REDACTED] Бекарян**)

07KJ8 - HC1 - 086

08.01.2025



REVIEW

by Prof. Dr. Eng. Alexander [redacted] Bekyarski

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

Television and Video Engineering

in the professional field:

5.3. Communication and Computer Engineering

Author of the dissertation:

M. Eng. Plamen [redacted] Hristov

Topic of the dissertation:

Visual analysis of the behavior of individuals in cyberphysical systems

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

The topic of the presented dissertation "Visual analysis of the behavior of individuals in cyberphysical systems" quite naturally reveals the presence of relevance, related to the widespread distribution of methods and tools for analyzing human behavior for the purpose of modeling them in the development and practical application of the behavior of individuals in cyberphysical systems.

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. But it can be emphasized that through the essence of Chapter 1 "Analysis of the state of the problem based on literary data" of the dissertation work, where a large part of the cited 103 scientific publications are analyzed, the topic of the dissertation is argued, mainly in terms of the need for new more effective methods and algorithms for analyzing the behavior of individuals in cyber-physical systems.

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

The correspondence of the selected research methodology and the set goal and tasks of the dissertation work with the achieved contributions is well justified and it should be emphasized that the set goal and tasks of the dissertation work are defined and closely related to the achieved results and contributions in the dissertation work. This statement should include the justification of the goals and tasks in the dissertation work, the fully justified defined significance and necessity in a scientific-applied and applied sense 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 tasks in his dissertation work, as follows:

Purpose of the dissertation

To develop methods and algorithms for various types of applied activity analysis, both in single-perspective and multi-perspective systems.

The following main tasks are related to the goal set in the dissertation:

1. Development of a combined method and algorithm for classification of human activity using a deep neural network
2. Development of a method and algorithm for detecting individual-object interaction using a deep neural network
3. Development of a method and algorithm for detecting anomalous activity using a deep neural network
4. Development of a method and algorithm for recognizing multi-angle skeletal data in a multi-angle system
5. Functional verification of the operation of the developed algorithms, through program implementation and ready-made data sets, to assess their effectiveness

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

The dissertation is 101 pages long. The realization of the correctly set goal and relevant tasks of the dissertation is the subject of the following chapters of the dissertation, between which consistency in the exposition, logical connection and methodicality in presenting the new important, regarding the contributions of the

dissertation, theoretical and practical solutions in the field of the dissertation's topic have been achieved.

The object of research in chapter 2 is the analysis of the theoretical prerequisites for developing algorithms for research and study of the behavior of individuals in cyberphysical systems. As basic theoretical prerequisites, methods and algorithms using neural networks with machine and deep learning, pattern recognition, classification, evaluation and validation of models are described, and Microsoft's visual motion sensors are also considered.

In the third chapter of the dissertation "Methods and algorithms for analyzing activities from skeletal data using deep neural networks", methods are studied and algorithms are proposed for activity recognition using CNN and SVM, for detecting unusual human activity in real time using 1DCNN-LSTM, and for detecting individual-object interaction using 1D convolutional neural network.

In the fourth chapter of the dissertation "Experimental results of the developed algorithms" the results obtained from the practical application of the developed algorithms in chapters 3 and 4 are studied and analyzed: experimental studies on the combined method for activity recognition using CNN and SVM, classification on PKU-MMD databases, experimental studies on a method for detecting unusual human activity in real time using 1DCNN-LSTM, experimental studies on the method for detecting human-object interaction in a mono-angle system, experimental studies on methods for recognizing multi-angle human activity.

5. Scientific and/or scientific-applied contributions of the dissertation work

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

Scientific contributions:

- a combined, cascade method for human activity recognition has been developed, including a convolutional neural network (CNN) and a support vector machine (SVM).

Scientific-applied contributions:

- an architecture for detecting anomalous human activity has been developed, including a one-dimensional convolutional neural network (1DCNN) and a long-term memory network (LSTM);

- an algorithm for frame-by-frame classification of activities for the presence of interaction between an individual and an object has been developed;
- an algorithm for recognizing multi-angle activities from skeletons by merging data has been developed.

Applied contributions:

Experimental studies of the presented methods and algorithms.

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

The scientific, scientific-applied and applied contributions described above appear in the doctoral student's publication activity, which is sufficient in volume and content. They have been popularized in appropriate and established scientific forums in the field of the dissertation, which means that the results of the dissertation have gained the corresponding popularity and recognition in scientific circles. In this regard, the personal participation of the doctoral student in the contributions is evident and is undeniable and confirmed by the presence of 4 publications listed in the list of publications in the dissertation.

7. Assessment of 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 the national and international scientific plan.

8. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the dissertation work

The design of the abstract is in accordance with the requirements and fully contains the most important and essential theoretical and practical achievements in the dissertation, which shows its adequacy with the content of the dissertation work.

9. Opinions, recommendations and notes

In the preliminary review for the internal defense of the dissertation, there were editorial omissions and inaccuracies, most of which were eliminated during the final

preparation of the dissertation. In this review, only the following minor remarks are indicated:

- there is no information about the software tools with which the experimental studies were conducted (it is only stated that "the servers intended for deep learning are Ubuntu Linux");

- on p.63 in the sentence "The entire algorithm is described in 2, as applied in real time" it is not clear what 2 is (probably publication 2), but in addition, from the algorithm presented after this sentence, it cannot be claimed that the algorithm is "applied in real time.". This should be presented in the dissertation itself;

- detailed explanations after each of the briefly declared scientific and scientifically applied contributions are unnecessary;

- it cannot simply be stated that "The applied contributions are: Experimental research". It must be specifically cited from Chapter 4 where they were achieved.

I believe that these recommendations and remarks will be valuable and useful in the future scientific and publication activities of the doctoral student.

10. Conclusion

I believe that the overall positive assessment of the theoretical and practical results achieved in the development of this dissertation work, defined as scientific, scientifically-applied and applied contributions, reflected in a sufficient number of scientific publications and in appropriate scientific journals and conferences, are a fully sufficient basis 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. Therefore, I consider it fully justified to award the educational and scientific degree "doctor" to mag. eng. Plamen [redacted] Hristov in the professional field 5.3. Communication and computer technology in the scientific specialty Television and video technology.

Date: 07.01.2025

Reviewer: ... [redacted]

(prof. dr. Alexander [redacted] Bekyarski)