

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Валентина Маркова Петрова
Висше военноморско училище „Н. Й. Вапцаров“, гр. Варна

на дисертационния труд на Любомир Евгениев Манов

на тема „Откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения с използване на изкуствен интелект”,

представен за придобиване на образователната и научна степен „доктор” в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.3. „Комуникационна и компютърна техника“, по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление”

1. Актуалност и значимост на разработвания научен проблем

Темата на дисертационния труд е изключително актуална в контекста на съвременното развитие на компютърното зрение, изкуствения интелект и необходимостта от съвременни методи за автоматизирано разпознаване на обекти с военно предназначение. През последните години нарастват изискванията към съвременните военни системи за наблюдение и се появяват обективни ограничения на традиционните методи за обработка на оптични изображения. Конволюционните невронни мрежи и свързаните с тях архитектури поставят нови стандарти в задачите по класификация, детекция и сегментация на обекти и вече се разглеждат като водещ подход в автоматичното разпознаване на цели, включително в отбранителния сектор. Разработването на модели, алгоритми и методи за откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения, базирани на многослойни невронни мрежи е практически значима задача.

Резултатите, докладвани в дисертацията, са следствие от направените от автора проучвания на съществуващи ресурси, проведени анализи, експерименти и обобщения на достъпна информация, насочена към повишаване на устойчивостта на невронни архитектури с дълбоко структурирано обучение, спрямо наличието на оклузия и недостатъчна визуалната информация. Това ми дава основание да приема, че проблематиката изисква решаването на научно-приложни и приложни задачи с висока степен на актуалност.

2. Обща характеристика и структура на дисертационния труд

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд е с общ обем от 175 страници, структуриран в предговор, четири глави, списък на приносите и публикациите, библиография и две приложения. Дисертацията е илюстрирана с таблици, фигури, формули и диаграми.

Основната цел на дисертационния труд е да се проектира и оптимизира многослойна невронна мрежа с дълбоко структурирано обучение за откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения. Съобразно тази цел са поставени 5 задачи за нейното постигане.

Работата следва логическа последователност: дефиниране на проблема, анализ на съществуващи решения, дефиниране на хипотези, провеждане на експерименти и интерпретация на резултатите. Положителна оценка заслужава подходът за сравняване на различни фамилии модели, както помежду им, така и спрямо човешката точност. Това дава възможност да се оцени реалната "устойчивост" на моделите, а не просто тяхната категоризационна точност.

Избраната методика на изследване съответства на поставените цели и се отличава с подчертана логическа последователност, позволяваща изпълнението на поставените задачи.

В Първа глава авторът прави задълбочен и систематичен обзор на състоянието и приложението на методите на изкуствения интелект за обработка на оптични изображения. Анализирани са съществуващи архитектури, методи и подходи за откриване и разпознаване на обекти в изображения и специфичните смущения, характерни за военната среда. Специално внимание е отделено на математическите модели на невронни мрежи, като се проследява еволюцията от класическите методи до съвременните конволюционни структури. Авторът критично оценява предимствата и недостатъците на съществуващите архитектури при работа с частично видими обекти, което му позволява ясно да дефинира изследователски ниши.

Втора глава е посветена на теоретичното обосноваване на избраната методология. Докторантът демонстрира отлична подготовка в областта на цифровата обработка на сигнали и изображения. Показано е съвременно състояние на изследванията в областта на компютърното зрение, изкуствените невронни мрежи, машинното обучение и дълбоко структурираното обучение, изведени са математическите зависимости при конволюцията и обучението на конволюционни невронни мрежи (CNN Learning). За решаване на поставените задачи се използва многослойна конволюционна мрежа.

Трета глава разглежда откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения с помощта на невронни мрежи. Направен е систематичен анализ на работата на известни предварително обучени съвременни многослойни невронни мрежи, имплементирани в MATLAB, при разпознаване и класификация на военна техника в оптични изображения. Извършени са два експеримента, като резултатите показват потенциала на техниката за трансфер на знания за адаптиране на съществуващи модели към специфични военни задачи и са предложени насоки за бъдещо развитие на специализирани оптимизирани структури, които да подобрят надеждността и точността при разпознаване на военни обекти в сложни условия.

В четвърта глава е обоснован изборът на архитектурата CNN-6, като е търсен компромис между дълбочина на мрежата и скорост на изчисленията.

Предложената система може да бъде използвана за задачи по откриване на военни обекти чрез имплементиране на алгоритъм „плъзгащ прозорец“ и анализ на локалните активации, без необходимост от допълнително обучение или използване на аотирани ограничителни рамки. Разработеният каскаден модел за семантично филтриране представлява практически приложим подход за разграничаване между цивилни и военни обекти.

В заключение може да се обобщи, че дисертационният труд предлага цялостен обоснован подход за откриване и разпознаване на частично видими военни обекти в оптични изображения. Представените архитектури, методи и алгоритми са приложими в системи за наблюдение и подпомагане на решенията в областта на отбраната, както и за бъдещо развитие на изследванията в тази насока.

3. Характеристика на научните и научно-приложните приноси в дисертационния труд. Достоверност на материала

В дисертационния труд са формулирани общо 12 приноса, 9 от които научно-приложни и 3 приложни приноса.

Приемам формулировката на научно-приложните и приложни приноси. Те могат да бъдат обобщени по следния начин:

- научно-приложни приноси в дисертационния труд

1. Осъществен е аналитичен обзор на съществуващите методи на изкуствения интелект за откриване и разпознаване на обекти в оптични изображения, включително такива на военна техника, както и при наличие на частично закриване на наблюдаваните в кадъра обекти.

2. Структурирана е специализирана база от данни с оптични изображения на военна техника, включваща сцени от реални бойни и тренировъчни условия, частично закрити обекти и изображения с множество цели в кадъра. Базата от данни е приспособена за обучение, тестване и оценка на работата на невронни мрежи при задачи, свързани с разпознаване на изображения с приложение във военната област.

3. Извършена е систематична експериментална оценка на съвременни предварително обучени известни невронни архитектури, върху специализираната база от данни, чрез което са установени техните възможности и ограничения при разпознаване на военни обекти, включително при условия на частично закриване и повишена сценична сложност.

4. Предложен е подход за обучение на специализирана архитектура на многослойна конволюционна невронна мрежа, предназначена за откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения. Избраният подход е с фокус върху устойчивост при частично закриване, сложен фон и наличие на множество обекти, което я отличава от стандартните решения, ориентирани към цивилни приложения.

5. Проектирана, реализирана и експериментално оптимизирана е CNN в развойната програмна среда на MATLAB, която се характеризира с по-добра

устойчивост при частично закриване и по-добро съотношение между точност и изчислителна ефективност в сравнение с изследваните претренирани архитектури.

6. Предложен е каскаден модел за семантично филтриране, при който предварително тренирана невронна мрежа изпълнява ролята на първичен домейнов филтър, а специализираната невронна мрежа осъществява детайлната класификация на военните обекти. Моделът осигурява разграничаване на военни и цивилни обекти, без необходимост от пълно преобучение чрез разширен набор от класове.

7. Разработен е алгоритъм за разпознаване на допълнителни класове чрез вече налични признаци, извлечени от предварително тренирана невронна мрежа. Алгоритъмът използва статистически интервали и претеглено оценяване в пространството на признаците, без да се изменя първоначалната архитектура и без промяна на броя на изходните класове на мрежата.

8. Интегриран е алгоритъм за локализиране на военни обекти в изображения чрез имплементиране на „плъзгащ прозорец“, при което разработената невронна мрежа се използва като специализиран класификатор за откриване и класификация на частично закрити обекти.

9. Извършен е сравнителен анализ между предложената оптимизирана CNN и претренираните известни невронни архитектури, който експериментално потвърждава предимствата на предложената невронна архитектура и разработения каскаден подход по отношение на точност, устойчивост при наличие на частично закриване на наблюдаваните обекти и изчислителна ефективност.

- приложни приноси в дисертационния труд

1. Структурираната специализирана база от данни от оптични изображения на военни обекти, включваща сцени със сложен фон, частично закриване, различни мащаби и наличие на множество обекти в кадъра е аотирана и публикувана за свободен достъп в платформата Kaggle с цел да бъде използвана за тестване на невронни мрежи от други изследователи.

2. Разработен е софтуерен прототип в развойната програмна среда MATLAB, реализиращ предложените невронна архитектура и алгоритми, който може да бъде внедрен в системи за наблюдение и автоматизирано подпомагане на решенията в безпилотни летателни апарати за работа в реално време.

3. Разработените програмни алгоритми са реализирани като модулни и разширяеми софтуерни компоненти, което позволява тяхното адаптиране към други задачи по обработка на изображения, разширяване към допълнителни класове обекти, използване на други типове сензорни данни или интеграция със съществуващи програмни и хардуерни платформи.

На основание на посочените по-горе констатации може да се твърди, че изходните данни, извършения анализ в дисертационния труд и проведени експерименти се базират на достоверни и актуални данни.

4. Оценка на научните резултати и приносите на дисертационния труд

Определям научно-приложните приноси основно като обогатяващи познанията за съществуващите направления за развитие, както и получаване на потвърдителни факти за предимствата на предложената невронна архитектура и разработения каскаден подход по отношение на точност, устойчивост при наличие на частично закриване на наблюдаваните обекти и изчислителна ефективност.

Приложните приноси характеризирам основно като създаване на структурирана база от данни от оптични изображения на военни обекти и софтуерен прототип, който може да се използва за системи за наблюдение и автоматизирано подпомагане на решенията в безпилотни летателни апарати за работа в реално време.

Приносите в дисертационния труд могат да се интерпретират, като научни обобщения, получаване на нови факти, резултати и тяхното приложение в практиката. Авторското участие се характеризира с висока степен на самостоятелност, научна обосновааност и последователност при решаването на поставените задачи, което позволява приносите да бъдат оценени като оригинални и значими както в научно-приложен, така и в приложен аспект.

5. Оценка на публикациите по дисертацията и авторството

Докторантът е представил 5 научни публикации, които изцяло покриват съдържанието на дисертацията. Впечатление прави участието му в престижната международна конференция „Defense Technologies“ (DefTech) през 2023, 2024 и 2025 г.

Четири от публикациите са самостоятелни и една е в съавторство, като приносът на ас. Манов е водещ. Отразяват изследвания и резултати, свързани със съвременни технологии с изкуствен интелект за разпознаване на обекти с военно предназначение в оптични изображения и са по темата на дисертационния труд. Представянето им на конференции и научни форуми осигуряват публичност на научните резултати и тяхното признание от професионалната и научна общност. Това показва, че изследването е достигнало до знанието на други учени в областта.

6. Литературна осведоменост и компетентност на докторанта

Библиографията включва 136 източника, по-голямата част от които са на английски език и са публикувани през последните години. Това показва, че ас. Манов следи научните постижения в областта на изкуствения интелект. Той свободно оперира с термини, влагайки в тях не само теоретично разбиране, но и практически опит. Изложението е прецизно, а изводите са логически издържани. Докторантът показва задълбочено познаване на разглежданата проблематика. В увода и литературния обзор са цитирани коректно, както и критично

анализирани основни постижения в областта на конволюционните невронни мрежи.

Специално внимание е отделено на методи за откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения с използване на изкуствен интелект. Това демонстрира, че авторът е добре запознат както с класическите подходи, така и с най-новите световни тенденции, което е необходимо условие за успешна изследователска работа.

В заключение считам, че докторантът познава детайлно разглежданата проблемна област, творчески оценява и използва литературните източници.

7. Оценка за автореферата

Предоставеният автореферат е изготвен съгласно всички изисквания на ЗРАСРБ. Той е с обем от 43 страници, коректно отразява структурата на дисертационния труд и дава ясна представа на работата и основните моменти от нея.

В началото на автореферата са посочени обектът, предметът, целта и задачите на изследването. Експерименталната част е представена с необходимата графична и таблична информация, илюстрираща ефективността на предложената CNN-6 архитектура. Изложени са обобщаващи изводи и претенции на дисертанта за научно-приложни и приложни приноси. Списъкът на приносите е формулиран коректно, като се прави разлика между научна новост и практическа приложимост.

Приложената справка за публикациите потвърждава изпълнението на минималните национални изисквания.

Авторефератът дава пълна и обективна представа за основните положения, същността, резултатите, научните приноси на дисертационния труд и постиженията на кандидата.

8. Критични бележки

Към дисертационния труд могат да бъдат отправени някои бележки, които очертават насоки за бъдеща работа:

Би било полезно изследването да се разшири и към генерализация на моделите при оклузия с области с неправилна геометрична форма (cross-domain occlusion), тъй като в реалния свят оклузията може да изглежда по много различни начини.

В бъдещи изследвания може да се експериментира с мултимодални подходи, комбиниращи оптични изображения с други източници на данни като дълбочинни карти (depth maps) или инфрачервени изображения, за да се подобри още повече устойчивостта, особено при тежки и дифузни оклузии.

9. Лични впечатления и други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение

Не познавам лично асистент Любомир Манов, но от предоставените ми материали, като рецензент на дисертационния труд се вижда, че докторантът е отговорен и изключително прецизен изследовател. Неговото развитие през последните години показва израстване от магистър по физика към висококвалифициран специалист в областта на автоматизираните системи и изкуствения интелект. Той притежава рядкото умение да съчетава фундаментални физични знания с модерни софтуерни технологии.

Препоръчвам на автора да продължи изследванията си в посока на Vision Transformer моделите, които по мнението на някои автори се справят по-добре с дифузна оклузия и ще имат огромен принос за цялата област.

10. Заключение

Дисертационният труд "Откриване и разпознаване на частично видими обекти с военно предназначение в оптични изображения с използване на изкуствен интелект" на асистент магистър физик Любомир Евгениев Манов е мащабно, оригинално и актуално изследване. То решава важен научно-приложен проблем в областта на военните технологии и компютърното зрение. Съдържа оригинални научно-приложни и приложни приноси, които обогатяват съществуващите познания в областта на компютърното зрение. Докторантът показва задълбочени теоретични знания и способност за провеждане на самостоятелни научни изследвания.

Дисертацията напълно отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и правилника на НВУ „Васил Левски“. Публикациите по темата на дисертационния труд надхвърлят изискуемия минимален брой точки за показатели от група „Г“ съгласно Правилника за прилагане на Закона за развитие на академичния състав в Република България за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ за професионално направление 5.3.

11. Оценка на дисертационния труд

Предвид гореизложеното, давам своята положителна оценка за дисертационния труд и предлагам на уважаемото научно жури да присъди на Любомир Евгениев Манов образователната и научна степен „доктор“ по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“ в професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника.

07.04.2026 г.
гр. Варна

Рецензент:
проф. д-р _____/Петрова/

REVIEW

**by Prof. Dr. Valentina Markova Petrova
Nikola Vaptsarov Naval Academy, Varna**

**on the Doctoral Dissertation of
Lyubomir Evgeniev Manov**

**title: "Detection and Recognition of Partially Visible Military Objects in
Optical Images Using Artificial Intelligence"**

submitted in fulfillment of the requirements for the award of the educational and scientific degree "**Doctor**"

Doctoral Programme: "**Automated Systems for Information Processing and Control**"

Field of Higher Education: **5. Technical Sciences**

Professional Field: 5.3. **Communication and Computer Engineering**

1. Relevance and significance of the developed scientific problem

The topic of the dissertation is highly relevant in the context of the modern development of computer vision, artificial intelligence, and the need for contemporary methods for the automated recognition of military objects. In recent years, the requirements for modern military surveillance systems have increased, and objective limitations of traditional methods for processing optical images have emerged. Convolutional neural networks and their associated architectures set new standards in the tasks of object classification, detection, and segmentation, and are already considered a leading approach in automatic target recognition, including in the defense sector. The development of models, algorithms, and methods for the detection and recognition of partially visible military objects in optical images, based on multilayer neural networks, is a task of practical significance. The results reported in the dissertation are a consequence of the author's research on existing resources, conducted analyses, experiments, and generalizations of accessible information, aimed at increasing the robustness of deep structured learning neural architectures against the presence of occlusion and insufficient visual information. This gives me grounds to accept that the subject matter requires the resolution of scientific-applied and applied tasks with a high degree of relevance.

2. General characteristics and structure of the dissertation work

The dissertation presented to me for review has a total volume of 175 pages, structured into a preface, four chapters, a list of contributions and publications, a

bibliography, and two appendices. The dissertation is illustrated with tables, figures, formulas, and diagrams. The main goal of the dissertation work is to design and optimize a multilayer neural network with deep structured learning for the detection and recognition of partially visible military objects in optical images. In accordance with this goal, 5 tasks are set for its achievement. The work follows a logical sequence: defining the problem, analyzing existing solutions, defining hypotheses, conducting experiments, and interpreting the results. The approach of comparing different families of models, both among themselves and against human accuracy, deserves a positive evaluation. This makes it possible to evaluate the real "robustness" of the models, and not just their categorization accuracy. The chosen research methodology corresponds to the set goals and is distinguished by a pronounced logical sequence, allowing the execution of the set tasks. In the First Chapter, the author makes a thorough and systematic review of the state and application of artificial intelligence methods for processing optical images. Existing architectures, methods, and approaches for detecting and recognizing objects in images, as well as the specific disturbances characteristic of the military environment, are analyzed. Special attention is paid to the mathematical models of neural networks, tracing the evolution from classical methods to modern convolutional structures. The author critically evaluates the advantages and disadvantages of existing architectures when working with partially visible objects, which allows him to clearly define research niches. The Second Chapter is devoted to the theoretical substantiation of the chosen methodology. The doctoral student demonstrates excellent preparation in the field of digital signal and image processing. The current state of research in the field of computer vision, artificial neural networks, machine learning, and deep structured learning is shown; the mathematical dependencies in the convolution and training of convolutional neural networks (CNN Learning) are derived. It is proposed to use a multilayer convolutional network to solve the set tasks. The Third Chapter discusses the detection and recognition of partially visible military objects in optical images using neural networks. A systematic analysis is made of the performance of known pre-trained modern multilayer neural networks, implemented in MATLAB, in the recognition and classification of military equipment in optical images. Two experiments were conducted, and the results show the potential of the transfer learning technique for adapting existing models to specific military tasks, and directions are proposed for the future development of specialized optimized structures that will improve reliability and accuracy in recognizing military objects in complex conditions. In the Fourth Chapter, the choice of the CNN-6 architecture is justified, seeking a compromise between network depth and calculation speed. The proposed system can be used for tasks of detecting military objects by implementing a "sliding window" algorithm and analyzing local activations, without the need for additional training or

the use of annotated bounding boxes. The developed cascade model for semantic filtering represents a practically applicable approach for distinguishing between civilian and military objects. In conclusion, it can be summarized that the dissertation work offers a comprehensive, well-founded approach for the detection and recognition of partially visible military objects in optical images. The presented architectures, methods, and algorithms are applicable in surveillance and decision support systems in the defense field, as well as for the future development of research in this direction.

3. Characteristics of the scientific and scientific-applied contributions in the dissertation work. Credibility of the material

A total of 12 contributions are formulated in the dissertation, 9 of which are scientific-applied and 3 are applied contributions. I accept the formulation of the scientific-applied and applied contributions. They can be summarized as follows:

- Scientific-applied contributions

1. An analytical review of existing artificial intelligence methods for the detection and recognition of objects in optical images was carried out, including those of military equipment, as well as in the presence of partial occlusion of the objects observed in the frame.
2. A specialized database of optical images of military equipment has been structured, including scenes from real combat and training conditions, partially occluded objects, and images with multiple targets in the frame. The database is adapted for training, testing, and evaluating the performance of neural networks in tasks related to image recognition with applications in the military field.
3. A systematic experimental evaluation of modern pre-trained known neural architectures was performed on the specialized database, thereby establishing their capabilities and limitations in recognizing military objects, including under conditions of partial occlusion and increased scenic complexity.
4. An approach is proposed for training a specialized architecture of a multilayer convolutional neural network intended for the detection and recognition of partially visible military objects in optical images. The chosen approach focuses on robustness against partial occlusion, complex background, and the presence of multiple objects, which distinguishes it from standard solutions oriented towards civilian applications.
5. A CNN was designed, implemented, and experimentally optimized in the MATLAB development environment, which is characterized by better robustness to partial occlusion and a better ratio between accuracy and computational efficiency compared to the investigated pre-trained architectures.
6. A cascade model for semantic filtering is proposed, in which a pre-trained neural network performs the role of a primary domain filter, and the specialized neural

network performs the detailed classification of military objects. The model provides differentiation of military and civilian objects, without the need for full retraining through an expanded set of classes.

7. An algorithm for recognizing additional classes using already available features extracted from a pre-trained neural network was developed. The algorithm uses statistical intervals and weighted evaluation in the feature space, without changing the original architecture and without changing the number of output classes of the network.
8. An algorithm for locating military objects in images has been integrated by implementing a "sliding window", where the developed neural network is used as a specialized classifier for detecting and classifying partially occluded objects.
9. A comparative analysis was performed between the proposed optimized CNN and the pre-trained known neural architectures, which experimentally confirms the advantages of the proposed neural architecture and the developed cascade approach in terms of accuracy, robustness in the presence of partial occlusion of the observed objects, and computational efficiency.

- **Applied contributions**

1. The structured specialized database of optical images of military objects, including scenes with complex backgrounds, partial occlusion, different scales, and the presence of multiple objects in the frame, is annotated and published for free access on the Kaggle platform to be used for testing neural networks by other researchers.
2. A software prototype has been developed in the MATLAB development environment, realizing the proposed neural architecture and algorithms, which can be implemented in surveillance systems and automated decision support in unmanned aerial vehicles for real-time operation.
3. The developed software algorithms are implemented as modular and extensible software components, which allows their adaptation to other image processing tasks, expansion to additional object classes, use of other types of sensor data, or integration with existing software and hardware platforms. Based on the above findings, it can be stated that the input data, the analysis performed in the dissertation, and the experiments conducted are based on reliable and up-to-date data.

4. Evaluation of the scientific results and contributions of the dissertation work

I determine the scientific-applied contributions mainly as enriching the knowledge of existing directions for development, as well as obtaining confirmatory facts regarding the advantages of the proposed neural architecture and the developed cascade approach in terms of accuracy, robustness in the presence of partial

occlusion of the observed objects, and computational efficiency. I characterize the applied contributions mainly as the creation of a structured database of optical images of military objects and a software prototype that can be used for surveillance systems and automated decision support in unmanned aerial vehicles for real-time operation. The contributions in the dissertation can be interpreted as scientific generalizations, obtaining new facts, results, and their application in practice. The author's participation is characterized by a high degree of independence, scientific justification, and consistency in solving the set tasks, which allows the contributions to be evaluated as original and significant both in scientific-applied and applied aspects.

5. Evaluation of dissertation publications and authorship

The doctoral student has presented 5 scientific publications that completely cover the content of the dissertation. His participation in the prestigious international conference "Defense Technologies" (DefTech) in 2023, 2024, and 2025 makes an impression. Four of the publications are independent and one is co-authored, with Assistant Professor Manov's contribution being leading. They reflect research and results related to modern artificial intelligence technologies for the recognition of military objects in optical images and are on the topic of the dissertation. Their presentation at conferences and scientific forums ensures the publicity of the scientific results and their recognition by the professional and scientific community. This shows that the research has reached the knowledge of other scientists in the field.

6. Literary awareness and competence of the PhD student

The bibliography includes 136 sources, most of which are in English and were published in recent years. This shows that Assistant Professor Lyubomir Manov follows scientific achievements in the field of artificial intelligence. He operates freely with terms, putting into them not only theoretical understanding but also practical experience. The exposition is precise, and the conclusions are logically sound. The doctoral student shows a deep knowledge of the considered issues. In the introduction and literary review, major achievements in the field of convolutional neural networks are correctly cited and critically analyzed. Special attention is paid to methods for detecting and recognizing partially visible military objects in optical images using artificial intelligence. This demonstrates that the author is well acquainted with both classical approaches and the latest global trends, which is a necessary condition for successful research work. In conclusion, I consider that the doctoral student knows the considered problem area in detail, creatively evaluates, and uses literary sources.

7. Evaluation of the dissertation's abstract

The provided author's summary is prepared in accordance with all the requirements of the Act on Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria. It has a volume of 43 pages, correctly reflects the structure of the dissertation work, and gives a clear idea of the work and its main points. At the beginning of the author's summary, the object, subject, goal, and tasks of the research are specified. The experimental part is presented with the necessary graphic and tabular information, illustrating the efficiency of the proposed CNN-6 architecture. The generalizing conclusions and claims of the dissertator for scientific-applied and applied contributions are presented. The list of contributions is correctly formulated, distinguishing between scientific novelty and practical applicability. The attached reference for the publications confirms the fulfillment of the minimum national requirements. The author's summary gives a full and objective idea of the main points, essence, results, scientific contributions of the dissertation work, and the candidate's achievements.

8. Critical notes

Some remarks can be addressed to the dissertation work, which outline directions for future work: It would be useful to extend the research to the generalization of models under occlusion with regions of irregular geometric shape (cross-domain occlusion), since in the real world occlusion can look in many different ways. In future research, one could experiment with multimodal approaches combining optical images with other data sources such as depth maps or infrared images, to further improve robustness, especially under heavy and diffuse occlusions.

9. Personal impressions and other issues on which the reviewer considers it necessary to take a position

I do not personally know Assistant Professor Lyubomir Evgeniev Manov, but from the materials provided to me as a reviewer of the dissertation, it is evident that the doctoral student is a responsible and extremely precise researcher. His development in recent years shows growth from a Master of Physics to a highly qualified specialist in the field of automated systems and artificial intelligence. He possesses the rare skill to combine fundamental physical knowledge with modern software technologies. I recommend that the author continue his research in the direction of Vision Transformer models, which, according to some authors, cope better with diffuse occlusion and will have a huge contribution to the entire field.

10. Conclusion

The dissertation work "Detection and recognition of partially visible military objects in optical images using artificial intelligence" by Assistant Professor Lyubomir Evgeniev Manov, Master of Physics is a large-scale, original, and relevant research. It solves an important scientific-applied problem in the field of military technology and computer vision. It contains original scientific-applied and applied contributions that enrich the existing knowledge in the field of computer vision. The doctoral student demonstrates deep theoretical knowledge and the ability to conduct independent scientific research. The dissertation fully meets the requirements of the Act on Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the regulations of Vasil Levski National Military University. The publications on the topic of the dissertation exceed the required minimum number of points for indicators of group "G" according to the Regulations for the Implementation of the Act on Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria for acquiring the educational and scientific degree of "Doctor" in the professional field 5.3. Communication and computer engineering.

11. Evaluation of the dissertation work

In view of the above, I give my positive evaluation of the dissertation work and propose to the esteemed scientific jury to award Lyubomir Evgeniev Manov the educational and scientific degree of "Doctor" in the doctoral program "Automated Systems for Information Processing and Control" in the professional field 5.3. Communication and computer engineering.

07.04.2026
Varna

Reviewer:
Prof. Dr. _____/Petrova/