

АНОТАЦІЯ

Мазур І.-С. В. Підготовка майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю до розробки та застосування інтелектуальних систем машинного зору. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 015 – Професійна освіта. – Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, 2021.

Актуальність предмету та вивчення, машинного зору майбутніми інженерами-педагогами комп'ютерного профілю, зумовлена подальшим науково-технічним прогресом, стрімким впровадженням інформаційних новацій у різні галузі людської діяльності, в основному промисловості, розвитком інформаційних технологій і розширенням сфер їх застосування. У такій ситуації відповідно, інженер-педагог повинен бути успішним практиком і теоретиком водночас.

Поняття зору можливо розділити на такі сфери, як комп'ютерний зір, фотограмметрія, машинний зір, обробка зображень, розпізнавання та аналіз образів. Багато методів і додатків все ще знаходяться в стадії фундаментальних досліджень, але достатня їх кількість вже застосовується в комерційних продуктах, де вони часто складають частину більшої системи, яка може вирішувати складні завдання, наприклад, у сфері медичних зображень або вимірювання і контролю якості у процесах виробництва. Одними з нових галузей застосування є автономні транспортні засоби, включаючи підводні, наземні (такі як роботи і машини), повітряні. Рівень автономності змінюється від повністю автономних (безпілотних) до транспортних засобів, де системи, засновані на комп'ютерному зорі, підтримують водія або пілота в різних ситуаціях.

Прогрес в області обчислювальної техніки привів до повсюдного поширення різновидів не складних додатків, пов'язаних з використанням комп'ютерних зображень. Машинний зір насамперед є підрозділом інженерії, пов'язаним з обчислювальною технікою, оптикою, машинобудування та промисловою автоматизацією, які є базовим навчальним матеріалом для вивчення інженерами-педагогами комп'ютерного профілю.

Освітня підготовка інженерів-педагогів повинна бути різнобічною та цілеспрямованою, а так як інформаційні технології щодня все більше зміщуються у бік вивчення і застосування штучного інтелекту, робототехніки, комп'ютерного зору тощо. І перспектива така, що потреба у фахівцях, які володіють такими технологіями буде лише зростати, на відміну від потреби у звичайних кваліфікованих робочих. Тому якість підготовки інженерів-педагогів повинна відповідати тенденціям сучасного розвитку технологій штучного інтелекту, зокрема, систем машинного зору.

У процесі виконання дисертаційного дослідження вперше було розроблено і теоретично обґрунтовано модель підготовки майбутніх інженерів-педагогів до розробки і застосування інтелектуальних систем машинного зору; визначено педагогічні умови розробки і застосування інтелектуальних систем машинного зору майбутніми інженерами-педагогами комп'ютерного профілю: мотивація навчальної діяльності через оновлення змісту підготовки інженерів-педагогів дисциплін професійного спрямування; використання міжпредметних зв'язків комп'ютерного зору та дисциплін циклу професійної підготовки; інтеграція інженерного знання комп'ютерного зору у навчально-методичне забезпечення реалізації інтелектуальних систем; розроблено навчально-методичне забезпечення реалізації інтелектуальних систем машинного зору на платформі бібліотеки Open CV; уточнено: поняття «інтелектуальна система машинного зору»; напрями застосування інтелектуальних систем машинного зору у підготовці інженерів-педагогів комп'ютерного профілю; змістове наповнення навчальної дисципліни «Технології штучного інтелекту»; методика та етапи проектування комп'ютерного зору за допомогою бібліотеки Open CV; подальшого розвитку набули теоретичні та методичні засади розробки та застосування інтелектуальних систем машинного зору майбутніми інженерами-педагогами комп'ютерного профілю.

Здійснено добір програмних модулів бібліотеки Open CV, як системи комп'ютерного зору, її складові елементи для підготовки майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій; реалізовано системи комп'ютерного зору на основі бібліотеки Open CV для окреслення предметної

галузі навчальної дисципліни; розроблено компоненти методики вивчення бібліотеки OpenCV для розробки і застосування інтелектуальних систем машинного зору у процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю; уточнено методичне наповнення дисципліни «Технології штучного інтелекту» та розроблено комплекс завдань лабораторного циклу змістового модуля «Технології комп'ютерного зору» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 015.39 Професійна освіта (Цифрові технології).

Проведений аналіз наукових джерел, підтвердив, що освітня підготовка інженерів-педагогів повинна бути різнобічною та цілеспрямованою, а так як інформаційні технології щодня все більше зміщуються у бік вивчення і застосування штучного інтелекту, робототехніки, комп'ютерного зору тощо. І перспектива така, що потреба у фахівцях, які володіють такими технологіями буде лише зростати, на відміну від потреби у звичайних кваліфікованих робочих. Тому якість підготовки інженерів-педагогів повинна відповідати тенденціям сучасного розвитку технологій штучного інтелекту, зокрема, систем машинного зору.

Досліджено основні компоненти готовності (цільовий, змістовий, операційно-діяльнісний та контрольнорегулювальний) майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. Відповідно до компонентів готовності майбутніх інженерів-педагогів до розробки та застосування інтелектуальних систем машинного зору визначено критерії (ціннісний, знаннєвий, операційний, оцінювально-аналітичний) та показники їх сформованості, які забезпечують можливість оцінити стан розвитку даної компетентності та внесення в них певних корективів. Оцінюючи рівень готовності до розробки та застосування інтелектуальних систем машинного зору у майбутніх інженерів-педагогів, ми орієнтувалися на показники, що відображають основні компоненти їх структури.

Враховуючи результати емпіричних досліджень та специфіку навчання майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю у педагогічному університеті і розуміння сутності та структури діяльності щодо комп'ютерного зору, нами визначено чотири рівні готовності майбутніх інженерів-педагогів до розробки та застосування інтелектуальних систем машинного зору: високий

(креативний), необхідний (достатній), критичний (недостатній), низький (неприпустимий). Якість засвоєння систем комп'ютерного зору майбутніми інженерами-педагогами доцільно оцінювати за показниками володіння алгоритмом роботи систем комп'ютерного зору. Показники виражено через: крок роботи → опис → приклад, що дасть можливість зосередитись на значенні, характеристиках, можливостях та основних галузях його застосування. За результатами контрольного зрізу було з'ясовано здатність майбутніх інженерів-педагогів розробляти інтелектуальні системи машинного зору, та застосовувати їх у власній професійній діяльності. Визначено рівень володіння базовими знаннями з предмету, методів побудови інтелектуальних систем на платформі OpenCV, рівень активності на лабораторних та поза аудиторних заняттях, розуміння понять у галузі штучного інтелекту, зокрема комп'ютерного зору.

Ключові слова: інженер-педагог комп'ютерного профілю, модель підготовки, педагогічні умови, інтелектуальна система машинного зору, комп'ютерний зір, бібліотека OpenCV.

ABSTRACT

Mazur I.-S. V. Preparation of future computer engineers for the development and application of intelligent machine vision systems. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 015 Professional education. – Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, Ternopil, 2021.

The relevance of the subject and study, machine vision of future engineers-teachers of computer science, due to further scientific and technological progress, rapid introduction of information innovations in various fields of human activity, in the main industry, the development of information technology and expanding their scope. In this case, the engineer-teacher must be a successful practitioner and theorist at the same time. The concept of vision can be divided into areas such as computer vision, photogrammetry, machine vision, image processing, image recognition and analysis. Many methods and applications are still in the research phase, but a sufficient number of them are already used in commercial products, where they are often part of a larger system that can solve complex problems, such as medical imaging or measurement and quality control in production processes.

Advances in computer technology have led to the proliferation of non-complex applications involving the use of computer images. Machine vision is primarily a subdivision of engineering related to computer engineering, optics, mechanical engineering and industrial automation, which are the basic training material for computer engineers to study computer science.

The educational training of pedagogical engineers should be versatile and focused, and as information technology is increasingly shifted towards the study and application of artificial intelligence, robotics, computer vision and more. And the prospect is that the need for specialists who have such technologies will only increase, in contrast to the need for ordinary skilled workers. Therefore, the quality of training of engineers-teachers should correspond to the trends of modern development of artificial intelligence technologies, in particular, machine vision systems.

In the process of dissertation research for the first time a model of preparation of future engineers-teachers for the development and application of intelligent machine vision systems was developed and theoretically substantiated; determined pedagogical conditions for the development and application of intelligent machine vision systems by future engineers-teachers of computer profile: motivation of educational activities through updating the content of training of engineers-teachers of disciplines of professional orientation; use of interdisciplinary links between computer vision and disciplines of the training cycle; integration of engineering knowledge of computer vision into educational and methodological support for the implementation of intelligent systems; developed educational and methodological support for the implementation of intelligent machine vision systems on the platform of the OpenCV library; specified: the concept of "intelligent machine vision system"; areas of application of intelligent machine vision systems in the training of computer engineers-teachers; content of the discipline "Technology of Artificial Intelligence"; methods and stages of designing computer vision using the OpenCV library; theoretical and methodological bases of development and application of intelligent machine vision systems by future engineers-teachers of computer profile have been further developed.

Selection of software modules of the OpenCV library as a computer vision system, its constituent elements for the training of future engineers-teachers in the field of computer technology; implemented computer vision systems based on the Open CV library to outline the subject area of the discipline; developed components of the methodology for studying the OpenCV library for the development and application of intelligent machine vision systems in the training of future engineers-teachers of computer science; implemented computer vision systems based on the Open CV library to outline the subject area of the discipline; developed components of the methodology for studying the OpenCV library for the development and application of intelligent machine vision systems in the training of future engineers-teachers of computer science; the methodical content of the discipline "Artificial Intelligence Technologies" was specified and a set of tasks of the laboratory cycle of the content module "Computer Vision Technologies" for students of higher education in the specialty 015.39 Professional Education (Digital Technologies) was developed.

An analysis of scientific sources confirmed that the educational training of pedagogical engineers should be versatile and focused, and as information technology is increasingly shifted towards the study and application of artificial intelligence, robotics, computer vision and more. And the prospect is that the need for specialists who have such technologies will only increase, in contrast to the need for ordinary skilled workers. Therefore, the quality of training of engineers-teachers should correspond to the trends of modern development of artificial intelligence technologies, in particular, machine vision systems.

The main components of readiness (target, content, operational and control and regulatory) of future computer engineers-teachers have been studied. According to the components of readiness of future engineers-teachers to develop and apply intelligent machine vision systems, criteria (value, knowledge, operational, evaluation-analytical) and indicators of their formation are determined, which provide an opportunity to assess the development of this competence and make certain adjustments. Assessing the level of readiness for the development and application of intelligent machine vision systems in future engineers-teachers, we focused on indicators that reflect the main components of their structure.

Taking into account the results of empirical research and the specifics of training future computer engineers in pedagogical university and understanding the nature and structure of computer vision, we have identified four levels of readiness of future engineers to develop and apply intelligent machine vision systems: high (creative), necessary (sufficient), critical (insufficient), low (unacceptable). The quality of mastering computer vision systems by future engineers-educators should be assessed by the indicators of mastery of the algorithm of computer vision systems. Indicators are expressed through: step of work → description → example, which will allow to focus on the meaning, characteristics, capabilities and main areas of its application. The ability of future pedagogical engineers to develop intelligent machine vision systems and apply them in their own professional activities was determined by the results of the control section. The level of basic knowledge of the subject, methods of building intelligent systems on the OpenCV platform, the level of activity in laboratory

and extracurricular activities, understanding of concepts in the field of artificial intelligence, including computer vision.

Key words: computer engineer-teacher, training model, pedagogical conditions, intelligent machine vision system, computer vision, OpenCV library.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, у яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Ivan M. Tsidylo, Sergiy I. Samborskiy, **Ivan-Stanislaw V. Mazur**, Maria P. Zamoroz. Designing a chatbot for learning a subject in a Telegram messenger. 5th International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT: Person-oriented Approach (3L-Person 2020). (October 06-10, 2020, Kharkiv, Ukraine). URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/> (**Scopus**).
2. Andriy Herts, Ivan Tsidylo, Nataliia Herts, Ljubov Barna, **Ivan-Stanislaw Mazur**. PhotosynQ – cloud platforma powered by IoT devices // E3S Web of Conferences. Volume 166, 10013 (2020). The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020). <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/26/contents/contents.html>. (**Scopus**).
3. **Мазур І.-С. В.** Дидактичне проектування вивчення систем комп'ютерного зору фахівцями ІТ-спеціальностей / І.-С. В. Мазур // Педагогічний альманах. 2018. Вип. 39. – С. 151-159. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pedalm_2018_39_24

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. **Мазур І.-С. В.** Про доцільність вивчення систем комп'ютерного зору фахівцем з розробки програмного забезпечення. Science, Research, Development Pedagogy №2. Monografia pokonferencyjna. Warszawa, 2018. – 172 str.
2. Цідило І. М., Репський В. І., **Мазур І.-С. В.** Становлення та напрями досліджень штучного інтелекту // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції з нагоди святкування 30-річчя кафедри інформатики та методики її навчання (8-9 листопада 2018 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2018. С. 25-27.

3. **Мазур І.-С. В.** Показники засвоєння систем комп'ютерного зору майбутніми інженерами-педагогами. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (20 травня 2021 р., м.Тернопіль), м. Тернопіль. – 334 с.

4. **Мазур І.-С. В.** Розпізнавання об'єктів на відео програмними інструментами OpenCV. *Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти*: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (24-25 травня 2021р., м.Тернопіль), м.Тернопіль. – С.48-50.

5. Комп'ютерний зір в OpenCV. Лабораторний практикум для магістрантів 015.39 Професійна освіта (Цифрові технології). Уклад. Цідило І. М., **Мазур І.-С. В.** Тернопіль, Ред.-видав. відд. ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. – 92 с.