

АНОТАЦІЯ

Поляков М.О. Інтелектуальна інфокомунікаційна система оцінки спеціальних здібностей підлітка. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» – Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2025.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню завдання надання підліткам кваліфікованої науковообґрунтованої інтерактивної підтримки щодо вибору професії.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у тому, що:

вперше розроблено:

– математичну модель оцінки міри інтересу і професійних здібностей підлітка за результатами багаторівневої професійно-орієнтованої комп'ютерної гри, що на відміну від існуючих, дозволяє внормувати оцінку професійних здібностей за факторами «час» і «кількість спроб»;

– концептуальну модель інтелектуальної інформаційно-комунікаційної системи оцінки професійних здібностей підлітків, здатної в реальному часі формувати рекомендаційний висновок щодо доцільності вибору професії за оцінками параметрів взаємодії підлітка з професійно-орієнтованою комп'ютерною грою;

– модель багатосферного перцептрона, що інтегрується з існуючими багаторівневими комп'ютерними іграми і здатна в реальному часі формувати рекомендаційний висновок щодо доцільності вибору професії підлітком за

оцінками міри інтересу, часу і кількості спроб, використаних при виконанні завдань цих ігор;

удосконалено:

– процес професійної орієнтації особистості в напрямку впровадження інтелектуальної інфокомунікаційної системи оцінки спеціальних здібностей, що в режимі реального часу формує висновок за результатами комп'ютерної гри;

набули подальшого розвитку:

– концепція створення гібридних систем, що засновані на знаннях і моделях штучного інтелекту в напрямку застосування штучних нейронних мереж для обробки даних і підвищення надійності моделі нейронної мережі за рахунок зворотного зв'язку з експертами;

– підхід до застосування в профорієнтаційній роботі з підлітками нейронних мереж, що на відміну від існуючих, дозволяють масштабувати кількість рівнів гри, не залучаючи надмірних людських ресурсів.

Основний зміст дисертаційної роботи.

Запропоновано концептуальну модель інтелектуальної інфокомунікаційної системи оцінки спеціальних здібностей підлітків, яка має мікросервісну архітектуру зі значним потенціалом до розширення, здатна зберігати копії даних у хмарних сховищах і підтримує можливість асинхронної генерації результатів гри користувача в професійно-орієнтованій грі до завершення усіх рівнів. Формування рекомендаційного висновку сформульовано як задачу класифікації результату гри за даними щодо міри інтересу, часу і кількості спроб проходження усіх рівнів гри. Запропоновано математичну модель оцінки міри інтересу і професійних здібностей за результатами гри, що формується зі співвідношень параметрів взаємодії

користувача і фахівця з грою. Оцінки результатів фахівця вважаються еталонними і використовуються для нормалізації даних. Для формування рекомендаційного висновку в реальному часі запропоновано використовувати багат шаровий перцептрон з двома послідовними прихованими шарами з 32 і 16 вузлів, що інтегрується з існуючими багаторівневими комп'ютерними іграми.

За результатами дослідження розроблено:

- концептуальну модель інтелектуальної інфокомунікаційної системи для оцінки спеціальних здібностей підлітка, яка здатна надавати рекомендаційний висновок в реальному часі;

- математичну модель, згідно з якою рекомендаційний висновок класифікується за оцінками здібностей і міри інтересу до професійної діяльності, що відтворюється в комп'ютерній грі;

- модель нейромережі, яка може бути впроваджена в процес профорієнтації за умови збільшення навчальної вибірки і застосування деякий час в тестовому режимі для донавчання.

У першому розділі «Аналіз процесу професійної ідентифікації підлітків» досліджено проблеми, з якими стикаються підлітки в процесі професійної ідентифікації, і сучасні методи профорієнтаційної роботи, яка ведеться з підлітками в різних країнах; показано переваги і виявлено недоліки існуючих офлайн методів та онлайн платформ, що використовуються для професійної ідентифікації особистості; показано, що ігровий підхід до профорієнтації підлітків дозволяє створювати спеціальні середовища, в яких увага підлітка спрямовується не на формальну оцінку відповідності спеціальності, а на безпосереднє знайомство з професійною діяльністю у цікавій ігровій формі; розглядається поняття гейміфікації як сучасного

феномену, що може підвищити ефективність процесу професійної орієнтації; показані потенційні переваги використання ігрових механік у професійному самоототожненні.

У другому розділі «Формалізація процесу підтримки рішення підлітка щодо вибору спеціальності» формалізовано процес підтримки прийняття рішення підлітка щодо вибору спеціальності на основі тестування з використанням комп'ютерних ігрових завдань професійного спрямування і процес формування портрету підлітка в просторі вимог до профілю фахівця різних спеціалізацій; описано процес формування бази даних ігор на основі наявних професійних ігор; показано яким чином комп'ютерні ігри можуть симулювати професійну діяльність і відображати здатність виконувати операційну діяльність спеціалістів різних професій; сформовано критерії оцінки характерних якостей підлітків, які відображають інтерес до професійної діяльності та спеціальні здібності, які в різній мірі потрібні для набуття знань, умінь і навичок, що найкраще відповідають вимогам до профілю фахівця різних спеціалізацій з урахуванням кваліфікаційних вимог до випускників; запропоновано математичну модель, згідно з якою формується висновок щодо здатності підлітка до набуття знань, умінь та навичок за певною спеціальністю на основі виконання рівнів комп'ютерних ігор професійного спрямування різного ступеня складності.

У третьому розділі «Розробка інфокомунікаційної системи оцінки спеціальних здібностей підлітка» визначено вимоги до системи, що розробляється; надано план розробки інтелектуальної інфокомунікаційної системи, яка буде формувати рекомендаційний висновок щодо вибору професії на основі оцінки результатів виконання завдань професійно-орієнтованої комп'ютерної гри; запропоновано концептуальну модель системи; показано

поступове перетворення інформації з «сирих» ігрових подій на рекомендаційний висновок, який можуть переглянути різні актори; проведено детальний аналіз сучасних технологій, які можуть бути застосовані при розробці системи, і обґрунтовано вибір технологій для написання її функціоналу; детально описано структуру бази даних для зберігання інформації, що необхідна для коректної роботи системи; розроблено архітектуру системи на базі наявного апаратно-програмного забезпечення; розглянуто технології, які можуть бути використані під час створення інфокомунікаційної системи для забезпечення побудови мікросервісної архітектури, здатної розширюватися і забезпечувати зберігання копій даних у хмарі; описано взаємодію компонентів системи і взаємодію користувачів з системою.

У четвертому розділі «Впровадження моделі нейронної мережі в систему оцінки спеціальних здібностей підлітка» обґрунтовано вибір типу нейронної мережі для генерації рекомендаційного висновку, щодо спеціальності на основі виконання завдань комп'ютерної гри, та рішення щодо застосування контрольованого навчання; запропоновано архітектуру моделі нейронної мережі та її налаштування; показано, що багатошаровий перцептрон з двома послідовними прихованими шарами із 32 і 16 вузлів може навчитися правильній класифікації результатів гри не тільки за критерієм «час проходження рівня», а і враховує «кількість спроб» виконання завдання; сформовано навчальну вибірку для тренування моделі; на прикладі конкретної гри, експериментально показано здатність навченої моделі генерувати рекомендаційний висновок; розглянуто методи покращення роботи існуючої моделі нейронної мережі; визначено стратегії вдосконалення роботи моделі; описані морально-етичні виклики і ключові управлінські умови, що мають

бути враховані під час проведення гейміфікованого тестування спеціальних здібностей підлітків.

Ключові слова: багатошаровий перцептрон, гейміфікація, експертна оцінка, інформаційна система, інформаційна технологія, мікросервісна архітектура, нейронна мережа, освітній простір, оцінка в реальному часі, рекомендаційний висновок, професійна самоідентифікація, цифрова освіта, штучний інтелект.

ABSTRACT

Poliakov M. Intelligent infocommunication system for assessing an adolescent's special abilities. – Qualifying scientific work presented as a manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 126 "Information systems and technologies". - Kyiv National University of Construction and Architecture. - Kyiv, 2025.

The dissertation is devoted to addressing the critical challenge of providing adolescents with qualified, scientifically grounded, and interactive support in choosing a future profession.

Scientific novelty of the obtained results. The scientific novelty of the dissertation consists in the fact that:

developed for the first time:

- a mathematical model for assessing an adolescent's degree of interest and professional abilities based on the results of a multi-level profession-oriented computer game which, unlike existing approaches, enables the assessment of professional abilities to be normalised with respect to the factors of “time” and “number of attempts”;

- a conceptual model of an intelligent infocommunication system for assessing adolescents' professional abilities, capable of generating in real time a recommendatory conclusion on the advisability of choosing a particular profession based on interaction parameters recorded while an adolescent plays a profession-oriented computer game;

- a multilayer perceptron model that integrates with existing multi-level computer games and, in real time, produces a recommendatory conclusion for an adolescent's career choice using the estimated degree of interest, the time spent, and the number of attempts required to complete the game tasks;

improved:

- a career-guidance process that introduces an intelligent infocommunication system for assessing special abilities, which generates a real-time conclusion from the results of a computer game;

further advanced:

- a concept for building hybrid systems that combine knowledge-based approaches with artificial-intelligence models, specifically artificial neural networks, in order to process data and increase neural-network reliability through expert feedback;

- an approach to using neural networks in career-guidance work with adolescents which, unlike existing methods, allows the number of game levels to be scaled without engaging excessive human resources.

Main content of the dissertation.

A conceptual model of an intelligent infocommunication system for assessing adolescents' special abilities is proposed, which adopts a microservice architecture with considerable scalability potential, supports data replication in cloud storage, and enables user-game results in a profession-oriented game to be generated asynchronously before all levels are completed. Generation of the recommendatory conclusion is framed as a classification task that uses the degree of interest, the completion time, and the number of attempts across all game levels. A mathematical model is proposed for assessing the degree of interest and professional abilities from the game results, constructed from the ratios of the user's and the expert's interaction parameters with the game. The expert's result assessments are regarded as reference

values and are used to normalise the data. To generate the recommendatory conclusion in real time, a multilayer perceptron with two consecutive hidden layers of 32 and 16 nodes is proposed, integrated with existing multilevel computer games.

Based on the results of the study, the following have been developed:

- a conceptual model of an intelligent infocommunication system for assessing an adolescent's special abilities, capable of delivering a real-time recommendatory conclusion;
- a mathematical model by which the recommendatory conclusion is classified according to both the estimated abilities and the degree of interest in the professional activity reproduced in the computer game;
- a neural-network model that can be introduced into the career-guidance process, provided the training set is expanded and the system is operated in a test mode for further fine-tuning.

Chapter 1, “Analysis of the adolescent career-identification process”, examines the challenges adolescents face in establishing a professional identity and reviews contemporary career-guidance practices applied to adolescents in different countries; highlights the advantages and uncovers the shortcomings of existing offline methods and online platforms used for individual career identification; demonstrates that a game-based approach enables the creation of special environments in which adolescents focus not on a formal evaluation of “fit” but on direct, engaging exposure of professional activities presented in a game-like format; presents the concept of gamification as a modern phenomenon that can increase the effectiveness of the career-orientation process; shows the potential benefits of employing game mechanics in the process of professional self-identification.

Chapter 2, “Formalisation of the decision-support process for an adolescent's choice of speciality”, formalises the decision-support process for adolescents selecting a speciality based on testing with profession-oriented computer-game tasks

and formalises the procedure for constructing an adolescent's profile within the space of specialist-profile requirements for various specialisations; describes the creation of the game database derived from existing professional games; shows how computer games can simulate professional activities and reflect the ability to perform the operational tasks of specialists in different fields; establishes criteria for evaluating adolescents' characteristic qualities that capture both their interest in professional activity and the special abilities required, to varying degrees, for acquiring the knowledge, skills and competences that best match the specialist-profile requirements of different specialisations while taking into account graduate qualification standards; proposes a mathematical model by which a conclusion is generated on an adolescent's capacity to acquire the knowledge, skills and competences of a given speciality, based on performance across profession-oriented computer-game levels of varying complexity.

Chapter 3, "Development of an infocommunication system for assessing an adolescent's special abilities", specifies the requirements that the system being developed; presents a development roadmap for an intelligent infocommunication system that will generate a recommendatory conclusion on career choice by assessing the results obtained in profession-oriented computer game tasks; presents a conceptual model of the system; demonstrates the step-by-step transformation of raw game events into a recommendatory conclusion accessible to multiple actors; provides a detailed review of contemporary technologies that could be employed in developing the system and justifies the choice of those used to implement its functionality; describes in detail the database structure required for the system's correct operation; develops the system architecture on the basis of existing hardware and software; examines technologies suitable for creating a microservice architecture capable of horizontal scaling and ensuring the storage of data copies in

the cloud; explains the interactions both among system components and between users and the system.

Chapter 4, “Implementation of the neural-network model in the adolescent special-abilities assessment system”, substantiates the choice of a neural-network type for generating a recommendatory conclusion on speciality selection based on computer-game task performance and justifies the use of supervised learning; proposes the architecture of the neural-network model together with its hyper-parameter settings; shows that a multilayer perceptron with two successive hidden layers of 32 and 16 nodes can learn to classify game outcomes not only by the criterion of level-completion time but also by accounting for the number of attempts taken; constructs a training dataset for fitting the model; experimentally demonstrates, using a concrete game example, the trained model’s ability to produce a recommendatory conclusion; examines methods for improving the existing neural-network model; identifies strategies for improving the model’s performance; describes the moral-ethical challenges and key managerial conditions that must be observed during gamified testing of adolescents’ special abilities.

Keywords: artificial intelligence, digital education, educational space, expert assessment, gamification, information system, information technology, microservice architecture, multilayer perceptron, neural network, professional self-identification, real-time assessment, recommendatory conclusion.