

INFORMATION SYSTEM FOR ORGANIZATIONS INCLUSIVE LEARNING CHILDREN WITH AUTISM IN PRESCHOOL PRIMARY BASKS

This article is devoted to the development of an automated information system for inclusive education, which offers a set of basic services along with unique demonstration programs, meeting the clinical, educational and research needs of children with autism spectrum disorders, their families and professionals. The problem of spreading inclusive education for children with autism spectrum disorders is relevant today, especially in our country, where there are problems in this area and there are no programs to support the development of children with autism. An urgent issue today is the development of a web-based system that allows its users to easily communicate with each other and achieve the goal in the form of development programs and the inclusion of children with autism in the educational process. The task of the work is to automate the activities of the enterprise of education support, namely preschool education institutions. The system focuses on community dissemination and the implementation of intervention and professional development programs aimed at improving the quality of life of people with autism spectrum disorders. The object of the study is to simplify the implementation of accounting for children with autism spectrum disorders and simplify education in preschool institutions. The website consists of 7 content pages, namely: "Home", "News", "Tips and Tricks", "Projects", "About us", "About autism", "Contacts", pages of specific news / recommendations / project, as well as registration and personal account of the user. The main content pages contain information about the project with the slogan "Do it together!", Children with special needs, news and advice to the families of such children.

As a result, an automated information system was developed to facilitate the communication conditions of professionals working with children with autism and their parents. The novelty of the developed system is that it, taking into account the shortcomings of existing foreign counterparts, the needs of system users, allows to achieve the goal - to help institutions and parents of children with autism, using a convenient and clear interface.

Keywords: *inclusive education, automation, DB, DBMS, autism, specialist, organization, autism spectrum.*

Стаття надійшла 21.08.2021 р.

УДК 004.42

doi.org/10.31498/2522-9990242021267126

Левицька Т. О., Кривенко О. В., Гріцов В. Е.

РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИЧНОЇ МАСКИ НА ОБЛИЧЧІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Дана стаття присвячена процесу розробки системи розпізнавання медичної маски на обличчі за допомогою згорткової нейронної мережі. Розроблена система потрібна для забезпечення при вході до будівлі автоматизованої перевірки дотримання рекомендацій всесвітньої організації охорони здоров'я щодо зменшення розповсюдження коронавірусної хвороби. Дотримання цих рекомендацій веде до зменшення розповсюдження коронавірусної хвороби чим зменшить напругу на медичну інфраструктуру та економіку а також посприє прискоренню подолання цієї хвороби. Ручна перевірка дотримання рекомендацій є монотонною роботою що монотонна робота розмиває увагу і цим веде до поступового

Інформаційні технології

зниження якості виконання цієї роботи з часом, а також становить загрозу зараження виконавця коронавірусною хворобою, що навпаки може привести к збільшенню розповсюдження коронавірусної хвороби. Тому завдання з розробки автоматизованої системи перевірки дотримання рекомендацій всесвітньої організації охорони здоров'я щодо зменшення розповсюдження коронавірусної хвороби, підчас пандемії є актуальним.

Метою даної роботи є дослідження і розробка системи розпізнавання медичної маски на обличчі за допомогою згорткової нейронної мережі. Для досягнення зазначеної мети виконані наступні завдання: проведений аналіз відомих підходів до машинної класифікації зображень, розглянуті та обрані засоби проведення експериментів та розробки додатку, знайдено та підготовлено датасет з зображеннями людей у медичних масках чи без, реалізована архітектура згорткової нейронної мережі, проведені три експерименти з навчання загорткових нейронних мереж подібної архітектури але з різницею у деяких параметрах вхідних даних, розроблено кінцевий додаток. В основі математичної моделі лежить метод згорткових нейронних мереж. Згорткові нейронні мережі широко використовуються для ефективного вирішення завдань з класифікації зображень. Їх ефективність полягає у вилученні при знаків з зображення за допомогою загорткового ядра.

Ключові слова: медичні маски; коронавірусна хвороба; глибоке навчання; нейрона мережа; згорткова нейронна мережа; методи розпізнавання образів; попередня обробка зображень.

Вступ. Завдяки впровадженню нових технологій, існує безліч рішень, здатних вирішити проблеми пов'язаних з охороною здоров'я. Вважається, що штучні нейронні мережі отримають широке застосування в медичних системах неінвазивного дослідження стану здоров'я пацієнтів(наприклад, рентгенограми, кардіограми, комп'ютерна томографія, і т. д.), в найближчі кілька років.

В даний час в світі йде пандемія коронавірусної хвороби 2019 спричиненої SARS-CoV-2. Спалах захворювання розпочався у грудні 2019 у м. Ухань, Хубей, КНР, та визнаний ВООЗ пандемією 11 березня 2020 року [1]. Вірус передається переважно під час близьких контактів і повітряно-крапельно, коли людина кашляє або чхає[2]. Для зниження розповсюдження коронавірусної хвороби серед населення рекомендується у закритих громадських місцях носити медичну лицьову маску[3]. Але не всі громадяни виконують цю рекомендацію а найм персоналу для перевірки факту носіння маски не є придатним способом вирішення проблеми.

За останні десятиліття були розроблені різні системи комп'ютерного зору для вилучення корисної інформації з зображень, один з яких нейроні мережі.

Нейронні мережі здатні класифікувати зображення отримані з камери, без необхідності надавати конкретний алгоритм класифікації. Для навчання нейронних мереж необхідний набір промаркованих навчальних прикладів, який представляє всі варіанти класів.

Розробка системи автоматизованої перевірки порушень рекомендації по зниженню розповсюдження коронавірусної хвороби, у на сьогоднішній день є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Системи машинного зору широко використовуються для вирішення завдань класифікації різних зображень. Були розглянуті наступні методи класифікації.

В роботі [4] розглянуто перцептрон алгоритм контрольованого навчання бінарних класифікаторів, що можуть вирішувати, чи належить вхід, представлений вектором чисел, до якогось певного класу. Існує два типи перцептронів: одношарові що можуть вивчати лише лінійно роздільні шаблони, та багатошарові або нейронні мережі прямого розповсюдження з двома або більше шарами мають більшу обчислювальну потужність. Перцептрон вивчає ваги

Інформаційні технології

для вхідних сигналів, щоб провести лінійну межу рішення. Це дозволяє розрізнити два лінійно роздільні класи +1 та -1.

Перцептрон приймає кілька вхідних сигналів, і якщо сума вхідних сигналів перевищує певний поріг, він виводить сигнал, або не виводить сигнал. У контексті контрольованого навчання та класифікації це може бути використано для прогнозування класу вибірки.

В роботі [5] розглянуто загорткову нейронну мережу. Згорткова нейронна мережа - це алгоритм глибокого навчання, який може приймати вхідне зображення, надавати значення (навчальні ваги та упередження) різним аспектам/об'єктам зображення та мати можливість відрізнити один від одного. Попередня обробка, необхідна в загортковим нейронним мережам, значно нижча порівняно з іншими алгоритмами класифікації. Хоча в примітивних методах фільтри розроблені вручну, з достатньою підготовкою, згорткові нейрони мережі мають можливість вивчити ці фільтри/характеристики.

Застосування загорткових нейронних мереж у завданнях класифікації виправдано тим, що цей метод має найбільшу точність.

Метою даної статті є публікація результатів дослідження і розробки системи розпізнавання медичної маски на обличчі за допомогою згорткової нейронної мережі, яка може виконувати автоматизовану перевірку дотримання рекомендацій всесвітньої організації охорони здоров'я щодо зменшення розповсюдження короновірусної хвороби.

Виклад основного матеріалу.

Розробка нейронної мережі та експерименти проводяться за допомогою Jupiter Notebook. Jupyter Notebook – це веб-додаток з відкритим вихідним кодом, який можна використовувати для створення та обміну документами, які містять живий код, рівняння, візуалізації та текст[6].

Провідною мовою для розробки згорткової нейронної мережі обрана мова програмування – Python.

Python – мова комп'ютерного програмування, яка часто використовується для створення веб-сайтів і програмного забезпечення, автоматизації завдань і аналізу даних. Python є мовою загального призначення, тобто її можна використовувати для створення різноманітних програм і не спеціалізується на будь-яких конкретних проблемах[7].

В якості бібліотек для розробки нейронної мережі обрані TensorFlow та Keras.

TensorFlow – це наскрізна платформа з відкритим кодом для машинного навчання. Він має всеосяжну, гнучку екосистему інструментів, бібліотек і ресурсів спільноти, яка дозволяє дослідникам просувати найсучасніші технології машинного навчання, а розробникам легко створювати й розгортати програми, що працюють завдяки машинному навчанню[8].

Keras – це API глибокого навчання, написаний на Python, який працює поверх платформи машинного навчання TensorFlow. Він був розроблений з упором на можливість швидкого експериментування. Вміння якнайшвидше переходити від ідеї до результату є ключем до хорошого дослідження[9].

Перший експеримент. Метою проведення експерименту є створення згорткової нейронної мережі, яка може коректно визначити до якого класу належить вхідне зображення. Існують два класи зображень: людина в медичній масці і людина не в масці.

Навчання моделі проходить за допомогою двох наборів даних: тренувального та валідаційного, що були отримані через спеціальну функцію підготовки датасету `keras.preprocessing.image_dataset_from_directory` представленого у вигляді двох каталогів в яких зображення поділені на дві категорії «Mask» і «NoMask».

Масштабування зображень було виконано автоматично `keras.preprocessing.image_dataset_from_directory` при указаних параметрах `image_size=(32, 32)`.

Інформаційні технології

Було виконана нормалізація або приведення до значень між 0-1 зображень через розділ значень зображення на 255, оскільки зображення у кольоровій моделі RGB записуються числами починаючи від 0-255 що не є приємним для більшості алгоритмів навчання.

Поділ кількості зображень, які входять до двох наборів даних представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Поділ зображень для тренування по наборах даних

Набір	Кількість
Тренувальний	8988
Валідаційний	2247
Всього	11235

Для першого експерименту нейронна мережа тренувалась 24 епохи. Точність та втрати тренування нейронної мережі представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Дані навчання нейронної мережі в першому експерименті

Епоха	Час(с)	Втрата	Точність	Валідаційна втрата	Валідаційна точність
1	125	0.33	0.84	0.23	0.90
2	110	0.14	0.94	0.12	0.95
3	117	0.1	0.96	0.11	0.95
4	134	0.07	0.97	0.1	0.96
5	135	0.06	0.97	0.08	0.97
6	67	0.05	0.98	0.12	0.96
7	32	0.03	0.98	0.07	0.97
8	33	0.02	0.99	0.07	0.97
9	33	0.02	0.99	0.08	0.97
10	34	0.02	0.99	0.07	0.97
11	32	0.02	0.99	0.06	0.98
12	32	0.00	0.99	0.08	0.98
13	32	0.01	0.99	0.09	0.97
14	32	0.01	0.99	0.10	0.97
15	31	0.01	0.99	0.09	0.97
16	34	0.00	0.99	0.09	0.97
17	34	0.00	0.99	0.09	0.97
18	34	0.00	0.99	0.08	0.98
19	34	0.01	0.99	0.08	0.97
20	34	0.01	0.99	0.08	0.98
21	32	0.00	0.99	0.07	0.98
22	31	0.00	1.0	0.08	0.98
23	32	0.00	1.0	0.08	0.98
24	33	0.00	1.0	0.08	0.98

Загальний час тренування становить 1277 секунд, що приблизно 21 хвилин. Точність на тренувальному наборі даних досягає значення 1.0, а втрата 0.0, на валідаційному наборі точність становить 0.98, а втрата 0.08. Висока валідаційна точність при низьких валідаційних втратах означає, що нейронна мережа навчена коректною і має низьке значення похибок.

Інформаційні технології

Для того щоб перевірити що навчена нейронна мережа є адекватною до нашої задачі, була проведена перевірка нейронної мережі на зображеннях з тестового датасета який має 400 зображень, 100 людей по 4 зображення на людину, 2 з дотриманням та 2 з порушенням.

З 400 зображень 20 були невірно класифіковані що дає погрішність моделі у 5 %, приклади невірно класифікованих зображень відображені на рисунку 2.



Рисунок 2 – Приклади невірно класифікованих зображень

Висновки по невірно класифікованим зображенням:

- найбільш часті хибно позитивні результати дають зображення з яскравими масками незвичайного кольору;
- іноді рослинність на обличчі сприймається за маску.

Висновок по експерименту: оскільки точність моделі складає 95 % модель вважається придатною до використання.

Другий експеримент. Метою проведення експерименту є перевірка гіпотези що збільшення вхідного слою може збільшити точність класифікації оскільки більше при знаків буде збережено при зменшені зображення приклади зображень в таблиці 3.

Таблиця 3 – Приклади зображень у різному



Для другого експерименту використовувались дві копії архітектури нейронної мережі з першого експерименту в яких було змінено розмір входу з 32x32 на 64x64 та 128x128.

Загальні результати тренування мереж, 32 на 32 з першого експерименту, 64 на 64 та 128 на 128 представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Загальні результати тренування нейронних мереж

Розмір входу	Час(с)	Втрата	Точність	Валідаційна втрата	Валідаційна точність
32 на 32	1277	0.00	1.0	0.08	0.98
64 на 64	2528	0.00	1.0	0.04	0.99
128 на 128	2370	0.00	1.0	0.10	0.98

Всі мережі навчені коректно оскільки мають високу валідаційну точність при низьких валідаційних втратах. Крім того най кращі показники має мережа зі входом 64 на 64.

Для того щоб перевірити що навчені нейронні мережі є адекватними зовні процесу оброчення, була проведена їх перевірка на зображеннях з тестового датасета що був представлений у першому експерименті. Результати перевірки класифікації відображені в таблиці 5. Приклади невірно класифікованих зображень у рисунку 3 для 64 на 64 та рисунку 4 для 128 на 128.

Таблиця 5 – Загальні результати тренування нейронних мереж

Розмір входу	Невірно класифікованих зображень	Втрата %
32 на 32	20	5.0
64 на 64	15	3.7
128 на 128	19	4.7

Проаналізувавши таблицю 3.8 виявляється що мережа з розміром входу 64 на 64 дає найкращий результат.

Інформаційні технології

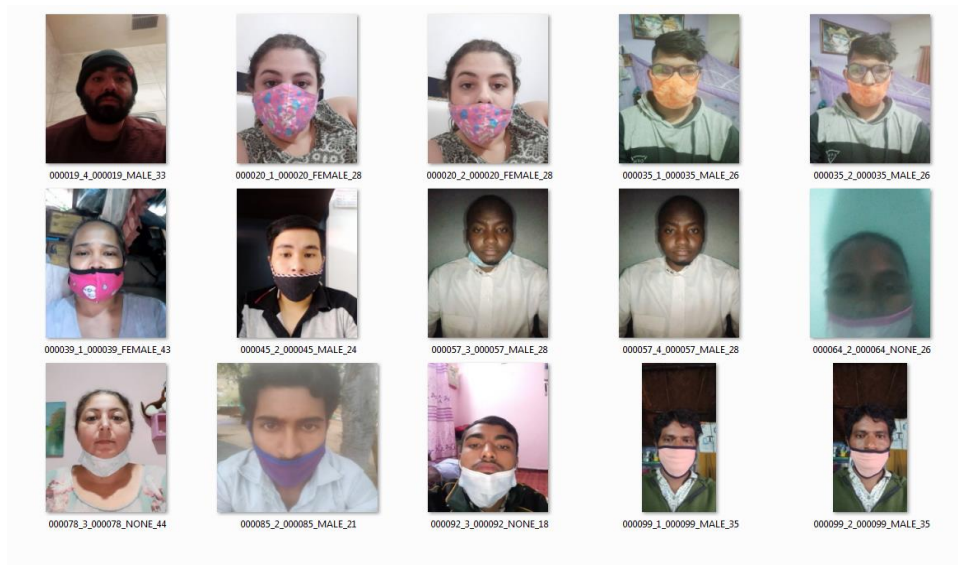


Рисунок 3 – приклади невірно класифікованих зображень мережею з розміром входу 64 на 64



Рисунок 4 – приклади невірно класифікованих зображень мережею з розміром входу 128 на 128

Висновки по невірно класифікованим зображенням для мережі з розміром входу 64 на 64:

- як і для мережі з розміром входу 32 на 32, найбільш часті хибно позитивні результати дають зображення з яскравими масками незвичайного кольору;
- іноді рослинність на обличчі сприймається за маску але ймовірність цього менше ніж у мережі з розміром входу 32 на 32.

Інформаційні технології

Висновки по невірно класифікованим зображенням для мережі з розміром входу 128 на 128:

- як і для мережі з розміром входу 32 на 32, найбільш часті хибно позитивні результати дають зображення з яскравими масками незвичайного кольору;
- іноді рослинність на обличчі сприймається за маску.
- при холодному освітлені лица людини класифікує зображення як людину у масці.

Висновок по експерименту: модель з розміром 64 на 64 дає найкращий результат у вигляді 96.3 % точності класифікації. Для подальшого покращення треба додати в навчальний датасет зображення з яскравими масками різноманітних кольорів.

ВИСНОВКИ

Були розглянуті методи та підходи для розв'язання проблеми класифікації зображень, які дозволяють підвищити точність класифікації зображення людей на відповідність дотримання рекомендацій всесвітньої організації охорони здоров'я щодо зменшення розповсюдження коронавірусної хвороби. В результаті проведення досліджень були виявлені ефективні методи попередньої обробки даних, зроблено математичне моделювання нейронної мережі, спроектовано архітектуру нейронної мережі, була навчена нейронна мережа з використанням методів глибокого навчання, проведені експериментальні дослідження, зроблені висновки щодо якості класифікацій зображень.

Список використаних джерел:

1. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
2. Questions and answers on COVID-19: Basic facts [Electronic resource] / European Centre for Disease Prevention and Control. – Mode of access: <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers/questions-answers-basic-facts>
3. Using face masks in the community: first update - Effectiveness in reducing transmission of COVID-19 [Electronic resource] / European Centre for Disease Prevention and Control. – Mode of access: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/using-face-masks-community-reducing-covid-19-transmission>
4. What is Perceptron: A Beginners Guide for Perceptron [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.simplilearn.com/tutorials/deep-learning-tutorial/perceptron>
5. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks [Electronic resource]. – Mode of access: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>
6. Jupyter Notebook: An Introduction [Electronic resource]. – Mode of access: <https://realpython.com/jupyter-notebook-introduction/>
7. What Is Python Used For? A Beginner's Guide [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.coursera.org/articles/what-is-python-used-for-a-beginners-guide-to-using-python>
8. Why TensorFlow [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.tensorflow.org/?hl=en>
9. About Keras [Electronic resource]. – Mode of access: <https://keras.io/about/>

Левицкая Т. А., Кривенко О. В., Грицов В. Е.

РАСПОЗНАВАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ МАСКИ НА ЛИЦЕ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Данная статья посвящена процессу разработки системы распознавания медицинской маски на лице с помощью сверточной нейронной сети. Разработанная система необходима для обеспечения входа в здание автоматизированной проверки соблюдения рекомендаций всемирной организации здравоохранения относительно уменьшения распространения коронавирусной болезни. Соблюдение этих рекомендаций ведет к уменьшению распространения коронавирусной болезни, что уменьшит напряжение на медицинскую инфраструктуру и экономику, а также способствует ускорению преодоления этой болезни. Ручная проверка соблюдения рекомендаций является монотонной работой, что монотонная работа размывает внимание и тем самым ведет к постепенному снижению качества выполнения этой работы со временем, а также представляет угрозу заражения исполнителя коронавирусной болезнью, что наоборот может привести к увеличению распространения коронавирусной болезни. Поэтому задача по разработке автоматизированной системы проверки соблюдения рекомендаций всемирной организации здравоохранения по уменьшению распространения коронавируса, во время пандемии актуальна.

Целью данной работы является исследование и разработка системы распознавания медицинской маски на лице с помощью сверточной нейронной сети. Для достижения указанной цели выполнены следующие задачи: проведен анализ известных подходов к машинной классификации изображений, рассмотрены и выбраны средства проведения экспериментов и разработки приложения, найден и подготовлен датасет с изображениями людей в медицинских масках или без, реализована архитектура сверточной нейронной сети, проведены три эксперимента с обучением заверточных нейронных сетей подобной архитектуры но с разницей в некоторых параметрах входных данных, разработано конечное приложение. В основе математической модели лежит метод сверточных нейронных сетей. Сверточные нейронные сети широко используются для эффективного решения задач по классификации изображений. Их эффективность заключается в удалении при знаках из изображения с помощью заверточного ядра.

Ключевые слова: медицинские маски; коронавирусная болезнь; глубокое обучение; нейронная сеть; сверточная нейронная сеть; методы распознавания образов; предварительная обработка изображений.

Levytska T. O., Kryvenko O. V., Hritsov V. E.

RECOGNITION OF A MEDICAL FACE MASK USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

This article is devoted to the process of developing a system for recognizing a medical mask on the face using a convolutional neural network. The developed system is required to ensure that the entrance to the building is automated to verify compliance with the recommendations of the World Health Organization to reduce the spread of coronavirus disease. Adherence to these guidelines reduces the spread of coronavirus disease, thereby reducing the strain on medical infrastructure and the economy, and helping to accelerate the recovery of the disease. Manual compliance check is a monotonous work that monotonous work blurs attention and thus leads to a gradual decrease in the quality of this work over time, and also threatens to infect the performer with coronavirus disease,

which in turn can increase the spread of coronavirus disease. Therefore, the task of developing an automated system to verify compliance with the recommendations of the World Health Organization to reduce the spread of coronavirus disease during a pandemic is urgent.

The aim of this work is to study and develop a system for recognizing a medical mask on the face using a convolutional neural network. To achieve this goal, the following tasks were performed: analysis of known approaches to machine image classification, considered and selected tools for experiments and application development, found and prepared a dataset with images of people in medical masks or without, implemented the architecture of convolutional neural network, conducted three experiments with training of wrapped neural networks of similar architecture but with a difference in some parameters of input data, the final application is developed. The mathematical model is based on the method of convolutional neural networks. Convolutional neural networks are widely used to effectively solve image classification problems. Their effectiveness lies in the removal of characters from the image using a wrapper core.

Keywords: medical masks; coronavirus disease; deep learning; neural network; convolutional neural network; image recognition methods; image pre-processing.

Стаття надійшла 26.06.2021 р.

УДК 004.93

doi.org/10.31498/2522-9990242021266671

Левицька Т. О., Кривенко О. В., Клименко В. В.

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО ВИДАЧУ КРЕДИТУ ОСОБАМ ПЕНСІЙНОГО ВІКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕРЕВ РІШЕНЬ

Дана стаття присвячена розробці програмного забезпечення для використання при видачі кредитів. У роботі наведено опис об'єкту дослідження, систематизовано підходи до розв'язання проблеми, обрано методики та засоби вирішення наукової проблеми, розроблено модель об'єкту дослідження. Аналіз предметної галузі та науково-технічної інформації з теми дослідження дозволив встановити, що питання прийняття рішень про видачу кредитів саме особам пенсійного віку потребує доопрацювання. За результатами аналізу підходів до вирішення наукової проблеми задачу вибору осіб для видачі кредиту віднесено до задачі бінарної класифікації. Для розв'язання цієї задачі було обрано метод дерев рішень. В такому дереві необхідно перевіряти ряд умов для видачі кредиту, для чого обрано використання алгоритму ID3. В роботі розроблено математичну та проектну моделі для об'єкту дослідження, спроектовано базу даних для використання в системі. Використання методу дерев рішень дозволило розробити ефективний інструмент для підтримки прийняття рішень про видачу кредитів. При проведенні експериментального дослідження з використанням тестової множини заяв було перевірено побудовані дерева. Значення підтримки дерева системи підтримки прийняття рішень та швидкість обробки заяв свідчать про хорошу якість проведеної класифікації. Усі рішення системи було прийнято вірно, а швидкість обробки навіть великої кількості заяв залишилась великою. Тому дана система здатна значно покращити механізм прийняття рішень про видачу кредитів особам пенсійного віку. Використання такої СППР в роботі банків призведе до значного прискорення прийняття таких рішень за рахунок зменшення кількості зайвої роботи, що має виконувати робітник. А це допоможе зменшити черги в банках. Створення системи дозволить значно зменшити вплив людського фактору та знизити кількість помилок, знизити рівень ризику кредитних операцій, покращити умови роботи операторів у банку шляхом зменшення навантаження на