

This paper examines modern Internet technologies in tourism. A comparative analysis of popular technologies for travel agencies was conducted. Research the advantages and disadvantages of each of these technologies. The criteria necessary for the selection of the optimal technology are determined, and further used in the development of the web-site of the travel agency. Modern technology and related software for the site were selected. The result of this work was the creation of a web-site of a travel agency.

Keywords. *Development, web-site, criteria, layout, frontend, backend, design, database, travel agency.*

Стаття надійшла 12.12.2021 р.

УДК 004.85

doi.org/10.31498/2522-9990252023286729

Сергієнко А. В., Балалаєва О. Ю., Аніченко В.Є.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МАРОК ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ ЗГОРТКОВИХ МЕРЕЖ

У роботі проведено дослідження існуючих алгоритмів ідентифікації об'єктів на фотозображеннях, проаналізовано існуюче програмне забезпечення для ідентифікації транспортних засобів. Виконано огляд різних топологій нейронних мереж, що можуть використовуватися для ідентифікації. Обґрунтовано, що алгоритмом розпізнавання обрано CNN – згорткову нейронну мережу, яку можна застосувати для вирішення проблеми ідентифікації марок легкових автомобілів. Обґрунтовано та обрано метод ідентифікації об'єкту на фотозображенні шляхом порівняння локалізованого зображення з еталонним за допомогою нейронної мережі. Розроблено тестуючу систему, яка дозволяє проводити навчання моделей, відладку навчання, модернізацію математичного апарату, забезпечує повний доступ до кожного елементу і можливість повної зміни і модернізації. На етапі проектування системи побудовано UML-діаграми варіантів використання, класів, компонентів та розгортання. Програмне забезпечення розроблено із використанням нейронних згорткових мереж та за допомогою мови програмування Python і модулів Matplotlib, numpy, Keras, PIL, OS. На наборі тестових фотографій здійснено навчання нейронної мережі. Перевірена ефективності запропонованої технології на реальному об'єкті – тестових зображеннях логотипів автомобілів. Проведено ряд експериментів з використанням різних оптимізаторів та кількості фільтрів, які дозволили виявити оптимальні налаштування нейронної мережі. Виявлено, що найкращий результат досягається при використанні оптимізатора SGD, при цьому кількість епох повинна становити приблизно 200. Експериментально встановлено, що визначені налаштування дозволяють виконувати розпізнавання марок легкових автомобілів із точністю 80-95 %.

Ключові слова. *Нейронна мережа, штучний інтелект, згорткова нейронна мережа, алгоритм, ідентифікація, розпізнавання, фотозображення, Python, Keras, програмне забезпечення, легкові автомобілі.*

Постановка проблеми. *Робота з зображеннями є важливою сферою застосування технологій Deep Learning. Глобально все зображення зі всіх камер світу складають бібліотеку неструктурованих даних. Задіявши нейромережі, машинне навчання і штучний інтелект, ці дані структурують і використовують для виконання різних завдань: побутових, соціальних, професійних і державних, зокрема, забезпечення безпеки. Одним з найпопулярніших завдань нейромереж є розпізнавання візуальних образів. На сьогоднішній день створюються мережі, в*

яких машини здатні успішно розпізнавати символи на папері і банківських картах, підписи на офіційних документах, детектувати об'єкти тощо. Ці функції дозволяють істотно полегшити працю людини, а також підвищити надійність і точність різних робочих процесів за рахунок відсутності можливості допущення помилки через людський фактор. Одним із завдань такого роду є завдання виявлення та ідентифікації автомобілів на зображеннях і в потоці.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У наш час вже існують готові рішення, що дозволяють з високою точністю вирішити задачу ідентифікації транспортних засобів: система «Розпізнавання марок машин» [1], бібліотека розпізнавання автомобілів «ОКО» [2], система «LUNA Cars» [3] для розпізнавання транспорту, програмне забезпечення «Інтелект - Розпізнавання марки і моделі ТЗ» [4] тощо. В основі таких програм роботи лежать технології глибокого машинного навчання. Однак всі ці програмні рішення є системами з закритим програмним кодом і досить дорогі. Алгоритми, що застосовуються в таких системах, опубліковано лише частково. Тому ідентифікація автомобілів за фотозображенням є актуальним завданням, для вирішення якої необхідно провести глибокий аналіз існуючих технологій ідентифікації об'єктів, алгоритмів, що лежать в їх основі.

Для ідентифікації об'єктів на зображенні існують методи, що базуються на нейронних мережах, деревах рішень, генетичних алгоритмах, нечіткій логіці, еталонному порівнянні.

Нейромереві методи пропонують один з найбільш ефективних підходів до рішення задачі розпізнавання образів [5]. Однак використання класичних нейронних мереж для роботи із зображеннями ускладнене, як правило, великою розмірністю вектору вхідних значень нейронної мережі, великою кількістю нейронів в проміжних шарах і, як наслідок, великими витратами обчислювальних ресурсів на навчання і обчислення мережі. Вищезазначені проблеми можна вирішити використанням згортальних нейронних мереж [6].

Мета дослідження. Метою роботи є автоматизація визначення марки автомобілів на основі нової інформаційної технології ідентифікації об'єкту за його фотозображенням.

Основний матеріал дослідження. На етапі проектування було побудовано UML-діаграми. Діаграму варіантів використання та діаграму класів наведено відповідно на рис. 1 та рис. 2.

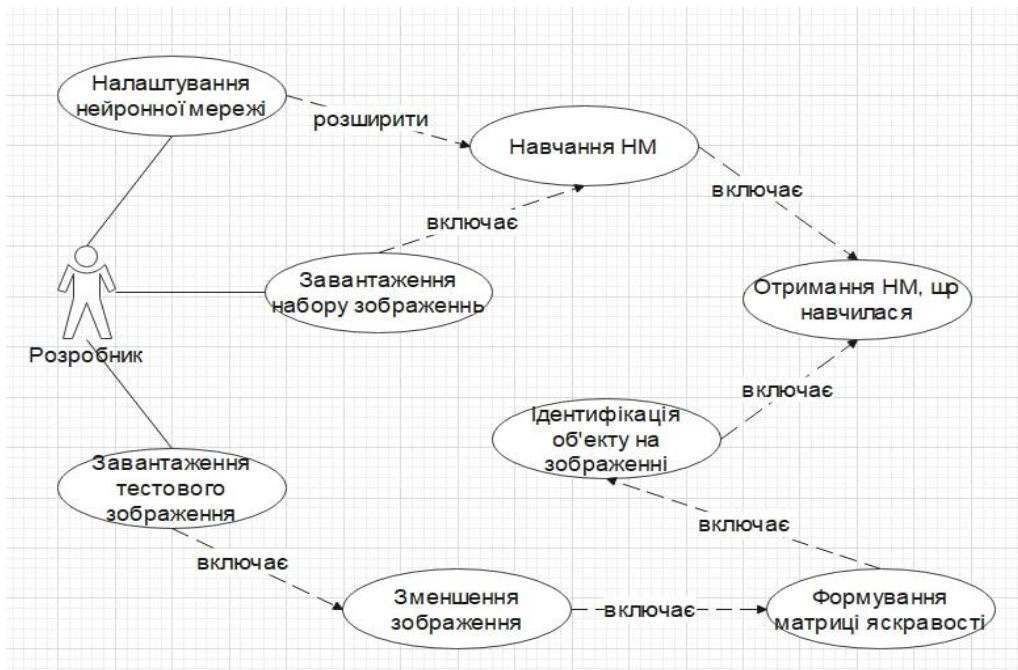


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання

Інформаційні технології

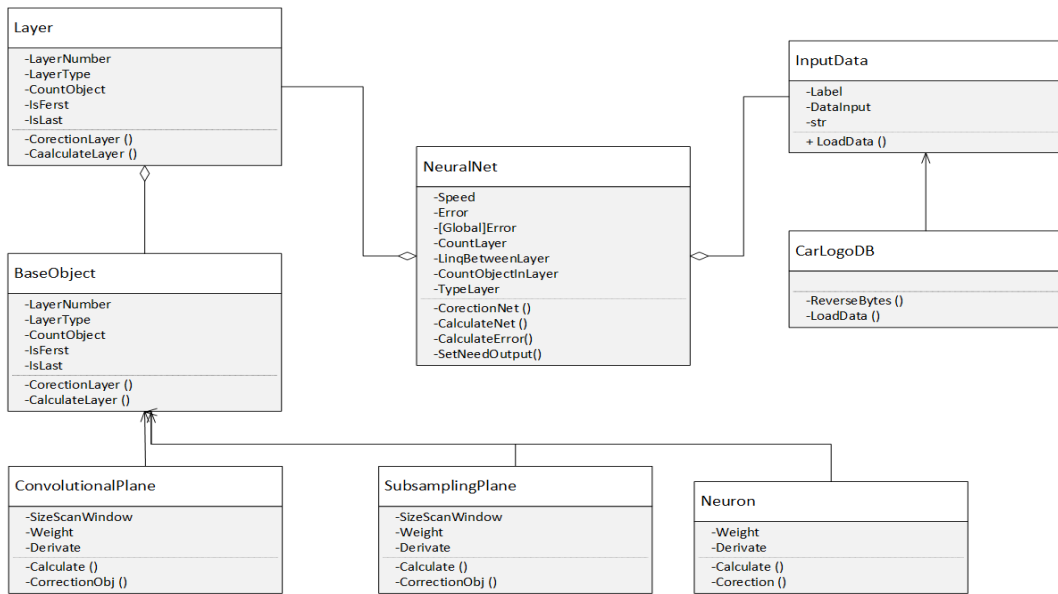


Рисунок 2 – Діаграма класів

У рамках системи, що розробляється, передбачений один актор – розробник, який може:

- 1) навчити нейронну мережу і зберегти модель – навчити мережу на повчальній вибірці зображень і зберегти модель навченої мережі на диск для подальшого її використання;
- 2) ідентифікувати зображення – класифікувати зображення за допомогою збереженої раніше моделі.

Спроектована згорткова мережа, складається з трьох типів шарів: згортальні (convolutional) шари, шари, що субдискретизують (subsampling, підвибірка) і шари «звичайної» нейронної мережі – перцептрона.

Діаграму компонентів та діаграму розгортання відображено на рис. 3 та рис. 4 відповідно. Необхідними компонентами розробленої системи є numpy, Keras, os, PIL та Matplotlib.

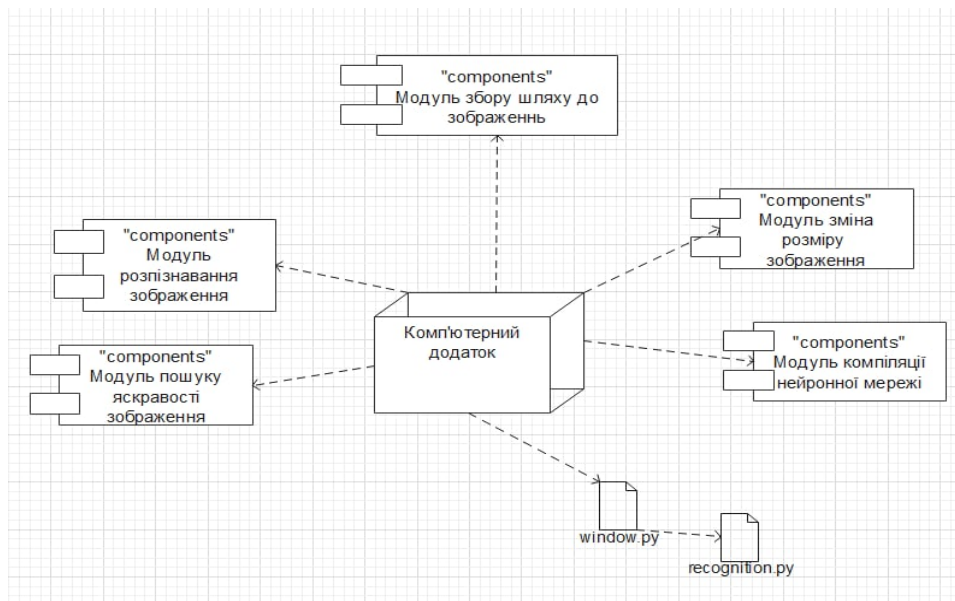


Рисунок 3 – Діаграма компонентів

Інформаційні технології

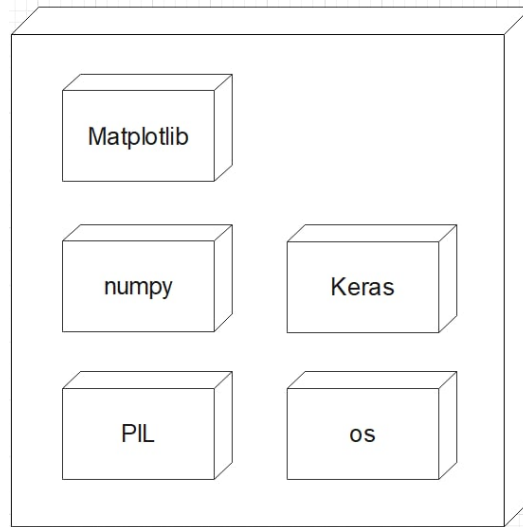


Рисунок 4 – Діаграма розгортання

Для розробки програмного забезпечення, що дозволить проводити ідентифікацію марок автомобілів за їх зображенням було обрано мову програмування Python та середовище розробки PyCharm. Також були використані додаткові бібліотеки, такі як:

- Keras - відкрита бібліотека, написана мовою Python і забезпечує взаємодію зі штучними нейронними мережами;

- NumPy — бібліотека з відкритим кодом для мови програмування Python, що реалізує підтримку високорівневих математичних функцій, призначених до роботи з багатовимірними масивами;

- Pandas — програмна бібліотека Python для обробки та аналізу даних, рбота з даними будується поверх бібліотеки NumPy, що є інструментом нижчого рівня;

- Matplotlib — бібліотека мовою програмування Python для візуалізації даних двовимірною (2D) графікою (3D графіка також підтримується).

Для завдання класифікації логотипів марок автомобілів було вибрано згортальну архітектуру нейронної мережі. Вхідний шар: логотипи марок автомобілів. Шар згортки: 20 фільтрів розміром 5 на 5. Шар підвибірки : max-pooling по кожному квадрату розміром 2 на 2 пікселі. Шар згортки: 50 фільтрів розміром 5 на 5. Шар підвибірки: max-pooling по кожному квадрату розміром 2 на 2 пікселі. Шар згортки: 100 фільтрів розміром 2 на 2. Повнозв'язний шар: 500 нейронів. Вихідний шар: класи зображень (назви марок машин). Операція max-pooling зменшує розмірність карт ознак, сформованих згортальним шаром.

Зважаючи на значну обмеженість варіацій логотипу однієї марки автомобіля, навчальна вибірка для згортальної нейронної мережі формується шляхом збереження зображень різного розміру, колірності, фоторгафування зображень під різними кутами. Для кожного класу було вирішено використати по 69 зображень навчальної вибірки.

На початку роботи з зображеннями програма зменшує їх до розміру 100x100 пікселів, після чого зображення передається вже навченій нейронній мережі, яка в свою чергу розпізнає марку автомобіля. Після цього всі завантажені зображення відчиняються у новому вікні, де кожне зображення має підпис назви марки автомобіля, яке нейронна мережа додала самостійно (рис. 5).

Інформаційні технології

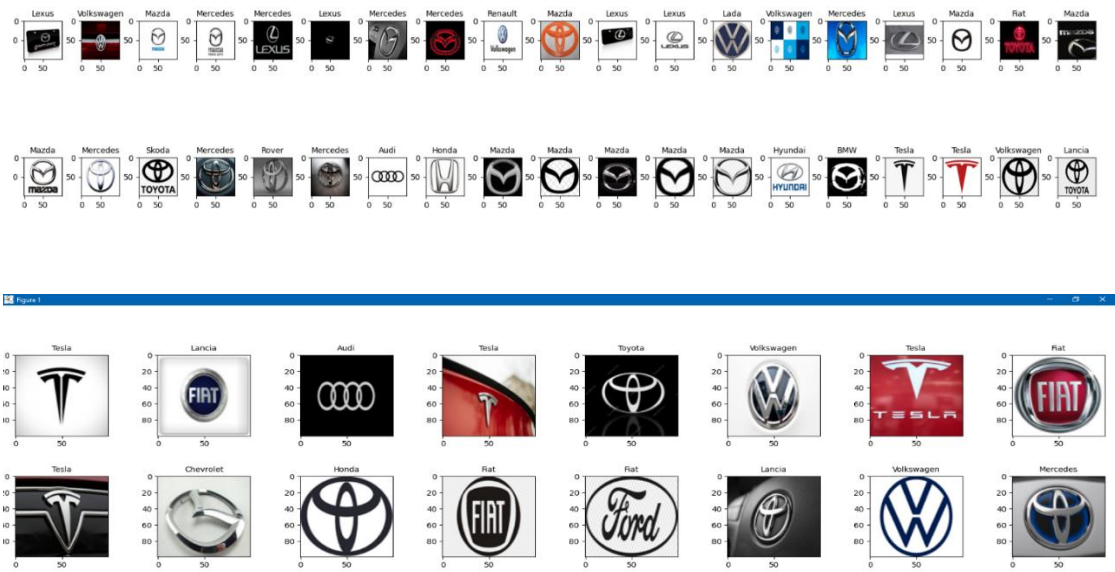


Рисунок 5 – Вікно відображення результатів ідентифікації

У першому дослідженні створено нейронну мережу з налаштуваннями, які зображені на рис 6. Для зменшення похибок при дослідженні точності та якості навчання було встановлено стандарт на кількість епох навчання 100. Як оптимізатор використано Adam –метод стохастичного градієнтного спуску, заснований на адаптивній оцінці моментів першого та другого порядку.

```

model.add(Conv2D(32, kernel_size=(3, 3), input_shape=(img_x, img_y, n_channels), padding='valid',
    bias_initializer='glorot_uniform', kernel_regularizer=l2(0.00004),
    kernel_initializer=VarianceScaling(scale=2.0, mode='fan_in', distribution='normal', seed=None),
    activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

model.add(Conv2D(64, kernel_size=(3, 3), padding='valid',
    bias_initializer='glorot_uniform', kernel_regularizer=l2(0.00004),
    kernel_initializer=VarianceScaling(scale=2.0, mode='fan_in', distribution='normal', seed=None),
    activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

model.add(Conv2D(128, kernel_size=(3, 3), padding='valid',
    bias_initializer='glorot_uniform', kernel_regularizer=l2(0.00004),
    kernel_initializer=VarianceScaling(scale=2.0, mode='fan_in', distribution='normal', seed=None),
    activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

model.add(Conv2D(256, kernel_size=(3, 3), padding='valid',
    bias_initializer='glorot_uniform', kernel_regularizer=l2(0.00004),
    kernel_initializer=VarianceScaling(scale=2.0, mode='fan_in', distribution='normal', seed=None),
    activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

model.add(Flatten())

model.add(Dense(4096, activation='relu', bias_initializer='glorot_uniform'))
model.add(Dropout(0.5))

model.add(Dense(4096, activation='relu', bias_initializer='glorot_uniform'))
model.add(Dropout(0.5))

# final activation is softmax, tuned to the number of classes/labels possible
model.add(Dense(len(cars), activation='softmax'))_#40
...
optimizer = Adam(learning_rate=0.005)
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer=optimizer, metrics=['categorical_accuracy'])
    
```

Рисунок 6 – Кількість і налаштування шарів нейронної мережі

Як можна побачити на рис. 7, точність на тренувальних даних зупинилася на 4,1%, а на тестових даних – на 3,6%.

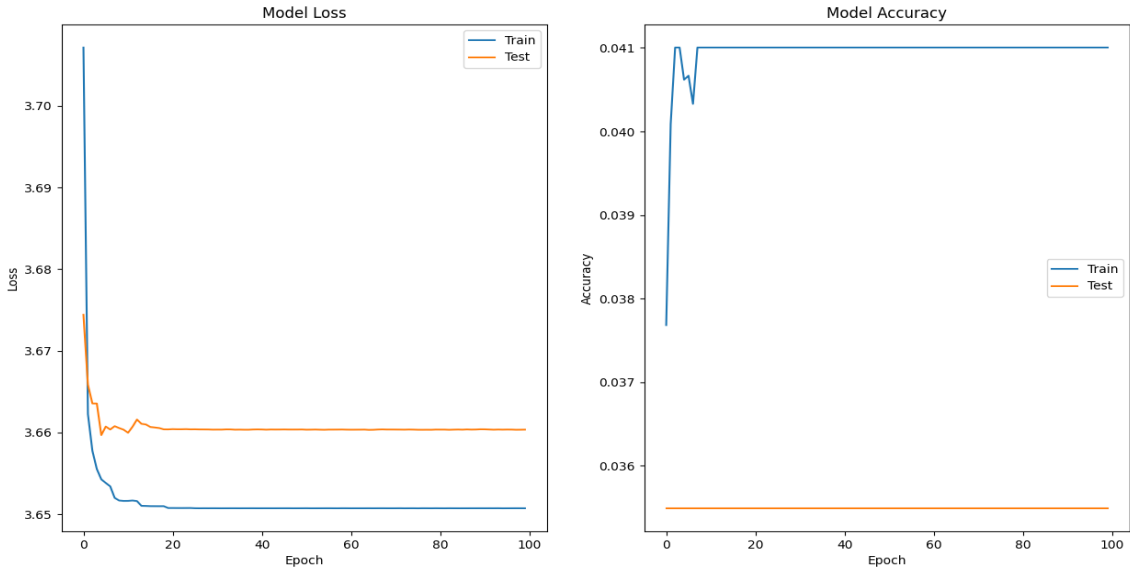


Рисунок 7 – Графіки втрат і точності нейронної мережі

У другому дослідженні було змінено параметр оптимізатора нейронної мережі на SGD – метод стохастичного градієнтного спуску, частота оновлення параметрів якого вище. Це дозволило підвищити точність нейронної мережі до 71%, що показано на рис. 8. Також на графіку видно, як точність різко зростає на 100 епосі, тому можна зробити висновок, що при збільшенні кількості епох можна досягнути точності в 80-95%.

The model 's evaluation

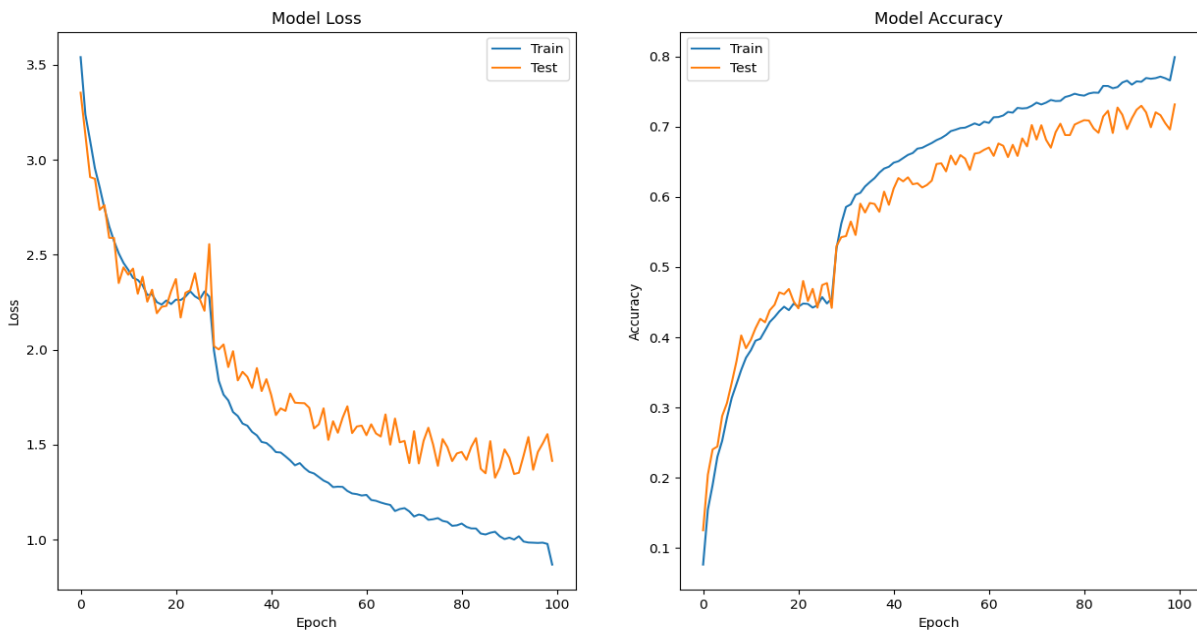


Рисунок 8 – Графіки втрат і точності нейронної мережі з використанням оптимізатора SGD

У третьому дослідженні було змінено кількість фільтрів для Conv2D шарів: Conv2D(64), Conv2D(128), Conv2D(256), Conv2D(512), при цьому оптимізатором залишили SGD. Графіки втрат і точності нейронної мережі зі збільшеною кількістю фільтрів наведено на рис. 9.

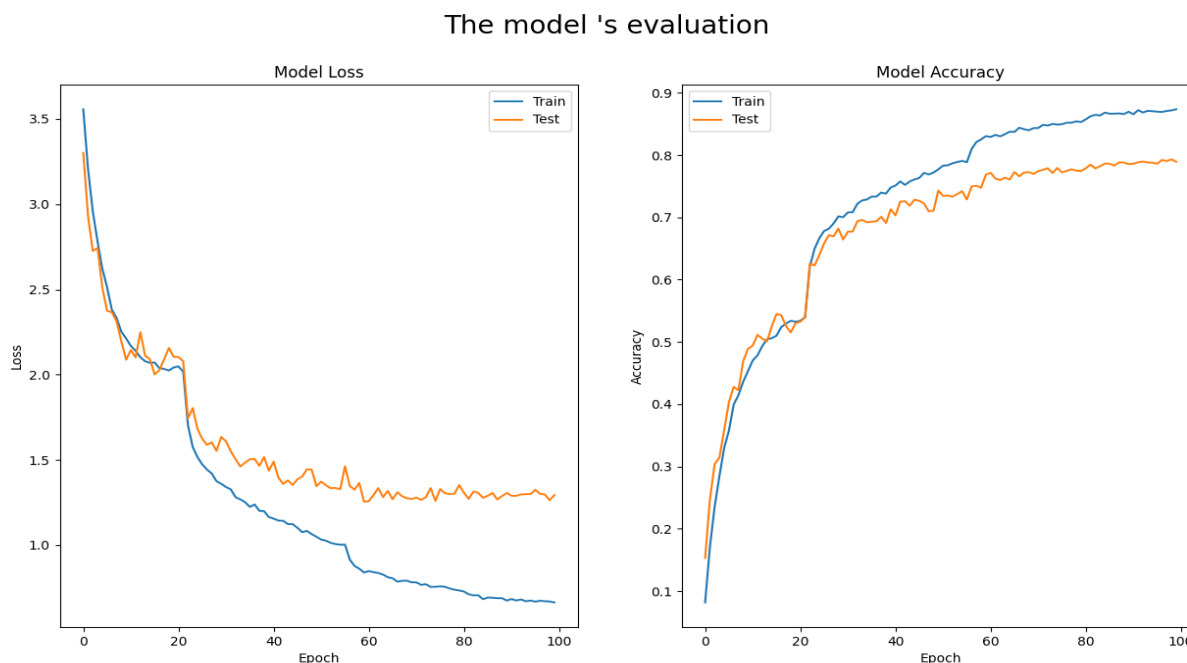


Рисунок 9 – Графіки втрат і точності нейронної мережі з використанням оптимізатора SGD та збільшеною кількістю фільтрів.

Збільшення кількості фільтрів при використанні оптимізатора SGD дозволило підвищити точність ідентифікації тестових зображень до 88%.

ВИСНОВКИ

Таким чином, за результатами дослідження алгоритмів розпізнавання та ідентифікації образів в рішенні задачі ідентифікації марки легкових автомобілів було розроблено тестуючу систему, яка надає можливість навчання моделей, відладки самого навчання, модернізації математичного апарату, забезпечує повний доступ до кожного елементу і можливість повної зміни і модернізації. За результатами досліджень алгоритмів розпізнавання та ідентифікації марки легкових автомобілів алгоритмом розпізнавання було обрано CNN – згорткову нейронну мережу. Обґрунтовано налаштування нейронної мережі, які дозволяють виконувати розпізнавання із точністю 80-95 %.

Список використаних джерел:

1. Распознавание марок машин. – Режим доступа: <https://nordclan.com/projects/car-recognition>.
2. Библиотека распознавания машин «ОКО». – Режим доступа: <https://codlix.ru/index.php/produktsiya-i-resheniya/biblioteka-raspoznaniya-avtomobilej-ok>.
3. LUNA Cars для распознавания транспорта. – Режим доступа: <https://hightech.fm/2020/10/15/visionlabs-cars>.
4. Распознавание марки и модели ТС. – Режим доступа: <https://securityrussia.com/cctv/soft/402302>.

Інформаційні технології

5. Брилюк, Д. В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами / Д. В. Брилюк, В. В. Старовойтов. – Минск, 2002. – 54 с .

6. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. – М: Горячая линия – Телеком – 2014 – 534 с.

Сергиенко А. В., Балалаева Е. Ю., Аниченко В. Е.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАРОК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СВЁРТОЧНЫХ СЕТЕЙ

В работе проведены исследования существующих алгоритмов идентификации объектов на фотоизображениях, проанализировано существующее программное обеспечение для идентификации транспортных средств. Проведен обзор различных топологий нейронных сетей, которые могут использоваться для идентификации. Обосновано, что алгоритмом распознавания выбрана CNN – сверточная нейронная сеть, которую можно применить для решения проблемы идентификации марок легковых автомобилей. Обоснован и выбран метод идентификации объекта на фотоизображении путем сравнения локализованного изображения с эталонным с помощью нейронной сети. Разработана тестирующая система, которая позволяет проводить обучение моделей, отладку обучения, модернизацию математического аппарата, обеспечивает полный доступ к каждому элементу и возможность полного изменения и модернизации. На этапе проектирования системы построены UML-диаграммы вариантов использования, классов, компонентов и развертывания. Программное обеспечение разработано с использованием нейронных сверточных сетей и языком программирования Python и модулей Matplotlib, numpy, Keras, PIL, OS. На наборе тестовых фотографий проведено обучение нейронной сети. Проверена эффективность предлагаемой технологии на реальном объекте – тестовых изображениях логотипов автомобилей. Проведен ряд экспериментов с использованием различных оптимизаторов и количества фильтров, позволивших выявить оптимальные настройки нейронной сети. Выявлено, что лучший результат достигается при использовании оптимизатора SGD, при этом количество эпох должно составлять примерно 200. Экспериментально установлено, что определенные настройки позволяют производить распознавание марок легковых автомобилей с точностью 80-95 %.

Ключевые слова. Нейронная сеть, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть, алгоритм, идентификация, распознавание, фотоизображение, Python, Keras, программное обеспечение, легковые автомобили.

Serhiienko A. V., Balalayeva E. Yu., Anichenko V. Ye.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR IDENTIFICATION OF BRANDS OF PASSENGER CARS USING NEURAL CONVOLUTIONAL NETWORKS

The study of existing algorithms for identification of objects in photographs is analyzed, the existing software for vehicle identification is analyzed. An overview of different neural network topologies that can be used for identification is performed. It is substantiated that CNN, a convolutional neural network that can be used to solve the problem of car brand identification, was chosen as the recognition algorithm. The method of identification of the object on the photo image by comparison of the localized image with the reference one by means of a neural network is

substantiated and chosen. A testing system has been developed, which allows modeling, debugging, modernization of the mathematical apparatus, provides full access to each element and the possibility of complete change and modernization. UML diagrams of usage options, classes, components, and deployments were built at the system design stage. The software is developed using neural convolutional networks and using the Python programming language and modules Matplotlib, numpy, Keras, PIL, OS. The neural network was trained on a set of test photos. Proven effectiveness of the proposed technology on a real object - test images of car logos. A number of experiments were performed using different optimizers and the number of filters, which allowed to identify the optimal settings of the neural network. It was found that the best result is achieved when using the SGD optimizer, with the number of epochs should be approximately 200. It has been experimentally established that certain settings allow you to perform recognition of car brands with an accuracy of 80-95%.

Keywords. *Neural network, artificial intelligence, convolutional neural network, algorithm, identification, recognition, photographic image, Python, Keras, software, cars.*

Стаття надійшла 22.12.2021 р.

УДК 004.02

doi.org/10.31498/2522-9990252023286733

Kotykova L. D., Levitskaya T. A.

APPLICATION OF DECISION TREE METHOD FOR CLASSIFICATION PROBLEMS IN DECISION SUPPORT SYSTEMS

In any field of human activity can be traced the significant impact of information technology. Although people create very complex constructions in various fields that no computer can do, they lose when they have to solve repeating tasks with the same result. In such tasks the human factor and the presence of errors are inevitable, which can be avoided by automating the process of solving such problems and entrusting this work to a computer.

The rapid development of information technology has led to the emergence of decision support systems (DSS), which greatly facilitate the work of people in many different areas of activity, where there is a need for decision-making by employees.

Of particular importance is the use of decision-making systems to process people's applications in various institutions. Such problems are mostly related to classification problems. There are several methods for solving them, but one of the most well-known is the decision tree method.

The article is devoted to the analysis of the application of the decision tree method for classification problems in decision support systems. The article describes the object of research, systematizes the known approaches to solving the problem, and discusses the advantages of using the decision tree method in decision support systems in general and, in particular, for processing people's applications in various institutions.

The use of the decision tree method for solving the problems of classifying applications will help to significantly improve the quality of customer service of institutions, make the process of processing applications and waiting for a decision on them more comfortable, and, accordingly, will improve the quality of life of the population.

Keywords. *Data mining, decision tree method, decision support system, classification problems.*