УДК 004.896

Плохута Д.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Корнага Я.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СИСТЕМА ВИДІЛЕННЯ ЛЮДСЬКИХ СИЛУЕТІВ, ЩО РУХАЮТЬСЯ, НА СЕРІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Штучні нейронні мережі є одним з основних інструментів, що використовуються у машинному вивченні. У статті проведено аналіз можливих нейронних мереж та спосіб їх навчання. Визначено найбільш продуктивну для нашої задачі нейронну мережу, яка може виконувати задачу пошуку людських силуетів на фотографії. Проведено аналіз наявних програм, традиційних методів, додатків та способів редагування фотографій та можливість практичної реалізації. Було проведено повне навчання нейронної мережі.

Ключові слова: *нейронна мережа, редагування зображень, навчання, розпізнавання, фотографія.*

Постановка проблеми. Під час фотографування різних краєвидів, будинків тощо на фотографії попадають багато невідомих людей, щоб їх прибрати треба використовувати різні програми. У них є багато можливостей для редагування зображень, але таких можливостей нема в сучасних додатках, а є тільки наближені до такого рівня редактори, які не можуть виконати весь той функціонал, який мають програмні продукти на ПК. Для цих завдань використовується «Штамп»/Clone Stamp Tool або «Заплатка»/Patch Tool. Якщо зайвий об'єкт розташований на простішому (однотонному) фоні, то ці методи не є ідеальними, у разі обробки великої зони фотографії цими способами буде помітно неозброєним оком, де саме була оброблена фотографія. Також для цього потрібен ПК, але це вже не практично, на це потрібно витратити багато часу та мати певні навички, отже, потрібен такий додаток, який зможе впоратися з цією задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Маловідома компанія Scalado розробила програму для смартфонів. Програма має назву "Remove", вона прибирає з фотографії зайвих людей.

Її робота базується на: замість одного кадру робиться 10 кадрів поспіль з проміжком 0,5-1 секунди (залежно від можливостей апаратного забезпечення), які зливаються в єдину фотографію. Стабільні об'єкти (пікселі) залишаються на місці, нестабільні (рухомі) просто видаляються [10]. Таким чином, усі перехожі і взагалі будь-які рухомі об'єкти просто зникають з фотографії.

Проблемою цього додатка є те, що з моменту оприлюднення можливостей "Remove" пройшло вже 6 років, але додаток так і не вийшов у світ, також проблемою є витрата великого проміжку часу на обробку фото.

Один із найпопулярніших та створений відомою компанією Adobe "Adobe Photoshop Fix" – це справді дуже хороший додаток, в якому є багато можливостей, і в ньому теж є можливість прибрати різні предмети з фотографії, але їх потрібно прибирати вручну, в ньому немає автоматизації виділення людського силуету та видалення його.

Постановка завдання. У сучасному світі можна з упевненістю сказати, що гаджети є у кожної людини всіх вікових категорій (планшети, телефони), тому потрібно, щоб додаток працював на всіх гаджетах, в яких є вбудована камера. На відміну від додатка "Remove", виділення людських силуетів, що рухаються, буде відбуватися значно швидше та автономно. За останні 20 роки набрала великої популярності штучна нейронна мережа, тому потрібно обрати правильну нейронну мережу та навчити її розпізнавати людські силуети.

Виклад основного матеріалу дослідження. Штучні нейронні мережі є одним з основних інструментів, що використовуються у машинному вивченні. Нейронна мережа складаються з декількох вузлів, які імітують біологічні нейрони

людського мозку. Нейрони зв'язуються по ланках, вони взаємодіють один з одним. Вузли можуть приймати вхідні дані та виконувати прості операції з даними. Результат цих операцій переданий іншим нейронам. Вихід на кожному вузлі називається його активацією або значенням вузла. Нейронні мережі здатні до навчання, що відбувається шляхом зміни значення ваги [5]. На рис.1 показано просту нейронну мережу.

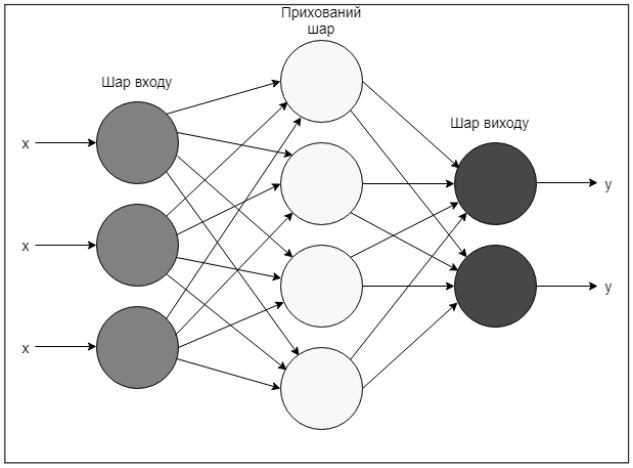

Рис. 1. Проста нейронна мережа

На сьогодні є багато способів розробки нейронної мережі, для цього є такі види нейронних мереж: згорткова нейронна мережа, штучна нейронна мережа, модулярні нейронні мережі, рекурентна нейронна мережа. Тому потрібно обрати найбільш продуктивну для нашої задачі нейронну мережу.

Згорткові нейронні [8] мережі дуже схожі на звичайні нейронні мережі: вони також збудовані на основі нейронів, які володіють постійно змінюваною вагою і зміщенням. Кожен нейрон отримує деякі вхідні дані, виконує скалярний добуток інформації і в окремих ситуаціях супроводжує це нелінійністю. Як і у разі зі звичайними нейронними мережами, вся згорткова нейронна мережа висловлює одну диференційовану функцію внеску (ефективний внесок): з одного боку, це необроблені пікселі зображення, з іншого – висновок класу або групи ймовірних класів, які характеризують картинку. Тут також присутня функція втрати на останньому (повне підключення) шарі.

Модулярні нейронні мережі [1]. Група нейронних мереж (які в цьому разі називаються модулями), що керуються певним посередником.

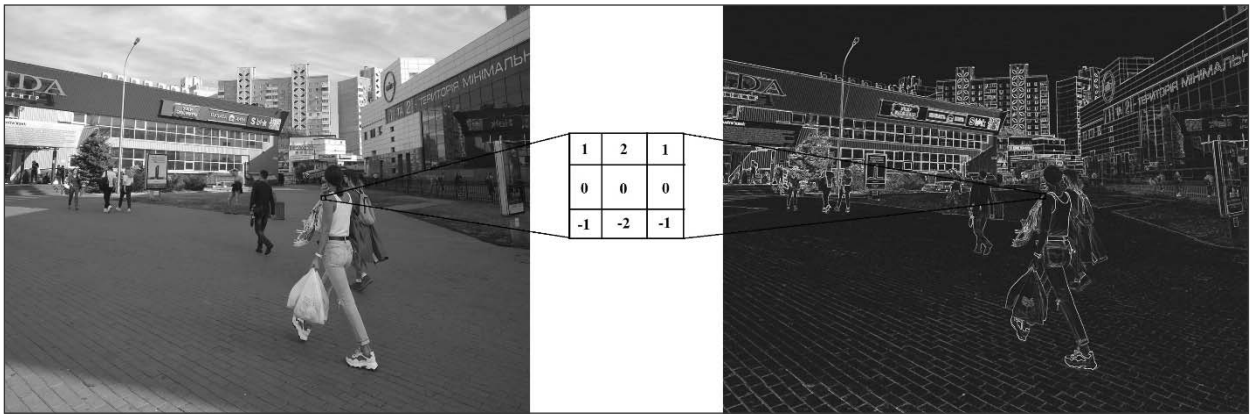

Рис. 2. Виявлення горизонтальних країв із зображення за допомогою згорткової фільтрації

Рис. 3. Приклади зображень для навчання нейронної мережі

Кожна нейронна мережа слугує модулем і оперує окремими входами для вирішення певних підзавдань із групи завдань, які має виконати модулярна нейронна мережа. Посередник приймає вихідні сигнали кожного модуля нейронної мережі, виконує певну їх обробку та створює вихідний сигнал усієї модулярної мережі. Посередник не отримує жодних інших сигналів, окрім сигналів з виходів модулів нейронної мережі. Модулі не взаємодіють між собою.

Нейронна мережа прямого поширення [1]. Вид нейронної мережі, в якій сигнали поширюються в одному напрямку, починаючи від вхідного шару нейронів, через приховані шари до вихідного шару і на вихідних нейронах отримується результат опрацювання сигналу. В мережах такого виду немає зворотних зв'язків. Прикладом нейронної мережі прямого поширення є перцептрон Розенблатта, від якого і беруть свій початок нейромережі прямого розповсюдження. У літературі часто термін перцептрон, багатошаровий перцептрон та нейромережа прямого поширення застосовуються синонімічно.

Рекурентна нейронна мережа [1]. Це клас штучних нейронних мереж, у якому з'єднання між вузлами утворюють орієнтований цикл. Це створює внутрішній стан мережі, що дає змогу їй проявляти динамічну поведінку в часі. На відміну від нейронних мереж прямого поширення, РНМ можуть використовувати свою внутрішню пам'ять для обробки довільних послідовностей входів [7]. Це робить їх застосовними до таких задач, як розпізнавання несегментованого неперервного рукописного тексту та розпізнавання мовлення.

Протягом останнього десятиліття в галузі машинного навчання домінують так звані глибокі нейронні мережі [9], які користуються перевагами покращення в обчисленні потужності та доступності даних. Підтип нейронної [2] мережі має назву згорткова нейронна мережа, добре підходить для завдань, пов'язаних із зображенням. Мережа навчається шукати різні функції, такі як краї, кути та кольорові відмінності, та об'єднувати їх у більш складні фігури. Для виявлення об'єкта система має оцінювати розташування ймовірних об'єктів та їх класифікувати.

Тим часом мобільні пристрої стали досить потужними для обробки обчислень, необхідних для розгортання згорткової нейронної мережі.

Під час обробки зображення можна фільтрувати за допомогою згортка, щоб виробляти різні видимі ефекти. На рис. 2 показано, як вибраний вручну згортковий фільтр виявляє горизонтальні краї зображення, функціонує аналогічно сприйнятливому полю [3]. Дискретна операція згортки між зображенням f та матрицею фільтрів g визначається як:

$$h[x,y] = f[x,y] * g[x,y] = \sum_n \sum_m f[n,m]\, g[x-n, y-m].$$

Для навчання описаної нейронної мережі було використано алгоритм зворотного розповсюдження помилок (зворотне поширення). Такий алгоритм є першим і основним практично застосовуваним для навчання багатошарових нейронних мереж. У мережі є множина входів $x_1, \ldots, x_n$, множина виходів Outputs і безліч внутрішніх вузлів [4]. Якщо нам відомий навчальний приклад (правильні відповіді мережі t_k , $k \in$ Outputs), то функція помилки, отримана за методом найменших квадратів, виглядає так:

$$E\left(\{\omega_{i,j}\}\right) = \frac{1}{2} \sum_{k \in Outputs} \left(t_k - o_k\right)^2.$$

Для модифікування ваги ми будемо реалізовувати стохастичний градієнтний спуск [6]:

$$\Delta\omega_{i,j} = -\eta \frac{\partial E}{\partial_{\omega_{i,j}}}$$

Рис. 4. Результати до проходження навчання нейронної мережі

Рис. 5. Результати після проходження 50% навчання

Рис. 6. Результати після проходження навчання

Рис. 7. Результат після обробки фото

Для навчання нейронної мережі було використано відкриту базу зображень MS-COCO, приклади зображень на рис. 3.

Проведення експерименту. Для проведення експерименту було використано пристрій з такими характеристиками:

Xiaomi Redmi 4 Prime

Процесор: Qualcomm MSM8953 Snapdragon 625 + GPU Adreno 506

Тип процесора: Octa-Core

Частота процесора: 2 GHz

ОС: Android 6.0 (Marshmallow)

Сенсор камери: Samsung S5K3L8

Розділова здатність камери: 13 Мрх.

Було проведено повне навчання нейронної мережі за допомого відкритої базі зображень MS-COCO, результати до проходження навчання нейронної мережі зображено на рис. 4, було використано 16 слоїв нейронної мережі.

Пройшовши навчання на 50%, ми отримали такі результати, які зображені на рис. 5. Видно, що нейронна мережа показує не досить гарний результат. Червоними прямокутниками помічені людські силуети.

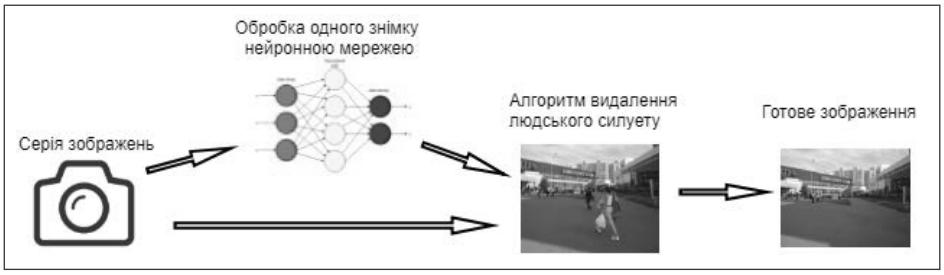

Рис. 8. Загальна схема роботи додатка

Після завершення навчання точність виявлення людських силуетів зросла до 92%, результат зображено на рис. 6. Після навчання нейронної мережі можна використати алгоритм для прибирання цих людей з фотографії, для цього і потрібна серія знімків, ті люди, які рухаються будуть замінені на вирізки фрагментів з інших фотографій. На рис.7 показано результат роботи та на рис. 8 зображено загальну схему роботи додатка.

Висновки. Було зроблено велику кількість роботи, проаналізовано останні дослідження та публікації, вибрано найоптимальнішу для цієї задачі нейронну мережу, навчено її та проведені експерименти. Варто продовжити роботу для виведення цього додатка в світ.

Список літератури:

1. Саймон Хайкин. Нейронные сети: Полный курс. Киев. 2008. 1103 с.
2. Paul Viola. Detecting Pedestrians Using Patterns of Motion and Appearance. 2005. Vol. 63(2). P. 153–161. DOI: 10.1007/s11263-005-6644-8.
3. Evgeniy Bart, Evgeny Byvatov and Shimon Ullman. View Invariant Recognition Using Corresponding Object Fragments. 2004. vol. 3022. P. 152–165.
4. Liu Y. and Goto S. An efficient and accurate approach of circular object detection in color images. 2014. vol. 40. P. 26–36.
5. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. Мир. 1992. 240 с.
6. Agoston M.K. Computer graphics and geometric modeling: Implementation and algorithms. 2005. P. 290–306. DOI: 10.1007/b138805.
7. Amosov O.S. High-speed neurofuzzy algorithms for filtering the mobile object trajectory parameters. 2016. P. 389–392.
8. Jang-Shing Roger Jang. ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. 1993. Vol. 23(3). P. 665–685. DOI: 10.1109/21.256541.
9. Ouyang W. Joint Deep Learning for Pedestrian Detection. 2013. P. 2046–2063. DOI: 10.1109/ICCV.2013.257.
10. Enzweiler M. Monocular Pedestrian Detection: Survey and Experiments. 2009. Vol. 31(12). P. 2169–2195. DOI: 10.1109/TPAMI.2008.260.

СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СИЛУЭТА НА СЕРИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Искусственные нейронные сети являются одним из основных инструментов, используемых при машинном изучении. В статье проведен анализ возможных нейронных сетей и способ их обучения. Определена наиболее продуктивная для нашей задачи нейронная сеть, которая может выполнять задачу поиска человеческих силуэтов на фотографии. В работе проведен анализ существующих программ, традиционных методов, приложений и способов редактирования фотографий и возможность практической реализации. Было проведено полное обучение нейронной сети.

Ключевые слова: *нейронная сеть, редактирование изображений, обучение, распознавание, фотография.*

SYSTEM OF DETECTION OF SILHOUETTE HUMAN ON A COMTINUOUS SHOOTING BY USING NEURAL NETWORK

Artificial neural networks are one of the main tools used in machine learning. The article analyzes possible neural networks and their way of learning. The most productive for our task is the neural network which can carry out the task of searching for human silhouettes in a photograph. An analysis of existing programs, traditional methods, applications and ways to edit photos and the possibility of practical implementation was done. A complete study of the neural network was conducted.

Key words: *neural network, image editing, learning, recognition, photography.*