

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Шеремет Анастасія Олександрівна

УДК 004.8

**ДІАГНОСТУВАННЯ ЛЕГЕНЕВОЇ ХВОРОБИ НА ОСНОВІ МЕДИЧНИХ
ЗНІМКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

124 – Системний аналіз

Автореферат

магістерської кваліфікаційної роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Магістр системного аналізу»

Миколаїв – 2021

Магістерська кваліфікаційна робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: к.т.н., доцент, доцент кафедри інтелектуальних інформаційних систем Кондратенко Галина Володимирівна

Рецензент: д.т.н., професор, професор кафедри ІІЗ ЧНУ імені Петра Могили.

Захист відбудеться «25» лютого 2021 р. о 9³⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською кваліфікаційною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «16» лютого 2021 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
к.пед.н., доцент

Н. М. Болубаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми визначається стрімким розвитком технологічних досягнень, завдяки яким комп'ютерні алгоритми аналізу зображень конкурують з професіоналами з точки зору точності, але залишаються незмінними по швидкості і об'єму розглянутих випадків. В останні роки досягнення в області машинного навчання і реалізації згорткових нейронних мереж поліпшили можливості класифікації та виявлення об'єктів. Існують переконливі докази того, що такі моделі можуть відповідати або перевершувати експертів у вирішенні складних завдань, таких як зображення і обробки текстів, розпізнавання і класифікації, прийняття рішень на основі абстрактних уявлень, і навіть прийняття рішень в клінічних умовах.

Індустрія цифровий медицини значно змінилася за останнє десятиліття. Більшість організацій відмовляються від аналогового способу роботи і переходять на цифровий. Якщо дані про пацієнтів будуть цифровими, це відкріє двері для комп'ютеризованої діагностики і механізмів виявлення штучного інтелекту. На відміну від лікарів, комп'ютери швидко приймають раціональні рішення, які не піддаються емоціям і втоми. Ручний аналіз рентгенівських зображень – тривалий процес, що вимагає радіологічної експертизи та великий обсяг часу. Глибоке навчання може зіграти вирішальну роль в ухваленні рішень, виявленні ознак захворювання, а також у проведенні первинного огляду.

У зв'язку з появою останнім часом все більших наборів медичних даних стало можливим розробити моделі ШНМ для комп'ютерної діагностики та їх використання в повсякденних клінічних додатках.

Мета даної роботи полягає в дослідженні існуючих методів розробки архітектури згорткової нейронної мережі та проектуванні власної моделі з подальшим впровадженням для діагностики цифрових рентгенівських зображень на предмет наявності легеневої хвороби.

Об'єктом дослідження є процеси розпізнавання образів з використанням різнотипних методів.

Предметом дослідження є згорткові нейронні мережі для розпізнавання образів на рентгенівських знімках.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

- дослідити предметну область в сфері розпізнавання образів на рентгенівських знімках;
- провести аналіз наявних методів та інструментів для вирішення поставленої мети;
- розробити архітектуру мережі та навчити її розпізнавати цифрові рентгенівські знімки та діагностувати легеневі хвороби;
- розробити програмний застосунок на базі навченої моделі та провести тестування на запропонованих наборах, проаналізувати отримані результати.

Практична цінність роботи полягає в створенні альтернативного шляху для точного діагностування легеневих хвороб основі рентгенівських знімків грудної клітки, які можуть бути використані медиками в реальному світі при постанові діагнозу та призначення лікування. Велику увагу приділено підходу до розпізнавання образів за допомогою штучних нейронних мереж та методів їх навчання.

Структура дипломної роботи. Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, 6 розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 125 сторінок, 66 рисунків, 17 таблиць та 56 посилання на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано загальну характеристику досліджуваної теми, обґрунтовано актуальність дипломної роботи, сформульовано мету, завдання розробки, визначено основні етапи роботи над дипломним проектом.

У першому розділі було розглянуто теорію розпізнавання об'єкту, різні архітектури ШНМ та наявні на міжнародному ринку аналоги. Адже на сьогоднішній день існує велика кількість методів та запропоновано безліч алгоритмів рішення задачі розпізнавання об'єктів. Однак більшість ідей

поступаються у швидкодії, простоті та точності результату штучним нейронним мережам. В даний час найбільш успішними моделями візуального розпізнавання є глибокі нейронні мережі.

Глибокі нейронні мережі – це нейронні мережі, що складаються з декількох шарів. Їх глибина дозволяє їм вивчати більш глибоке уявлення даних, що призводить до приголомшливої продуктивності в порівнянні з іншими методами машинного навчання. Більшість сучасних нейронних мереж побудовані на основі архітектури згорткового типу, як правило, таких як когнітрон і неокогнітрон.

Внаслідок дедалі більшого розвитку глибоких згорткових мереж здобуваються суттєві досягнення у розпізнаванні об'єктів. Ефективність і стрімкий розвиток зумовлено гібридним підходом до архітектурних рішень, розвитком методів навчання, додаткових методів захисту від перенавчання.

Також у розділі було розроблено постановку задачі.

У другому розділі було виконано більш детальний аналіз поставленої задачі з точки зору її рішення та розглянуто основні математичні методи її вирішення. Огляд існуючих методів та бібліотек для покращення роботи нейромережі, показав, які з них дають гарний результат при навчанні моделі.

Проаналізувавши альтернативи було визначено, що найбільш оптимальною типом мережі є згорткова штучна нейрона мережа, адже вона краще відповідає вимогам. Основним критерієм відбору при обранні нейромережі для поставленої задачі була точність. Інші нейронні мережі поступаються в ефективності для поставленого завдання.

Перцептрон має нижчу точність ніж ЗНМ через відсутність згорткових шарів. Для навчання мережі радіально-базисних функцій необхідно великий обсяг даних, що значно збільшує ресурсозатратність, але при цьому не дає більшу точність ніж згорткові нейронні мережі. Основним недоліком мережі адаптивного резонансу є недостатня надійність збереження інформації. Так, в разі «втрати» одного образу руйнується вся пам'ять.

У третьому розділі було виявлено, що найкраще для навчання моделі підходить ML.NET. Бібліотека надає безліч добре оптимізованих компонентів, ефективна при використанні ресурсів і показала хорошу продуктивність під час розробки програмного застосунку. При використанні для поставленого завдання Keras і PyTorch не так функціональні як TensorFlow і ML.NET, і дають менше опцій для управління мережевими з'єднаннями. ML.NET має кращу інтеграцію з додатком C# ніж Tensorflow.

Також проходив аналіз і порівняння хмарних віртуальних машин, за результатами якого було обрано віртуальну машину Standard D4 v2 компанії Azure. Вибір зупинився на ній адже вона найкраще підходить через наявність простої інтеграції з ML.NET. І по ціновій характеристиці вона є достатньо оптимальною.

Була розроблена штучна нейронна мережа на основі згорткової нейронної мережі ResNet-50 (це модель із глибиною 50 шарів). ResNet-50 складається з 5 етапів, кожен з яких має шар згортки і блоки ідентифікації. Кожен блок згортки складається з 3 згортальних шарів. ResNet-50 замінює кожні два шари в залишковому блоці тришаровим вузьким місцем і згортками 1x1, які зменшують і в кінцевому підсумку відновлюють глибину каналу. Це дозволяє знизити обчислювальну навантаження при обчисленні згортки 3x3.

Для навчання моделі було відібрано набір рентгенівських знімків грудної клітки для позитивних випадків COVID-19, а також зображення здорових легень та вірусної пневмонії. У наборі 1200 зображень позитивних на COVID-19, 1341 зображень легень без патологій та 1345 зображень вірусної пневмонії.

В результаті роботи була розроблена добре навчена модель з точністю класифікації 98%.

У четвертому розділі було вбудовано модель в програмний застосунок, а також розроблений інтерфейс для зручного користування програмою медичним персоналом чи звичайною людиною. За допомогою цього інтерфейсу користувач зможе пояснити системі, що він сподівається отримати від неї, і система зробить це. Детально розглянуто створений відповідно до поставленої

мети програмний застосунок, надано пояснення та продемонстровано скріншоти кожного кроку тестування роботи зі створеною системою. Також було описано основні можливості системи, основні обмеження та продемонстровано працездатність застосунку і результати його використання на прикладі тестових даних, підібраних близько до реальних.

Створений додаток тестувався на різних зображеннях, які не брали участі у тренінгу. При навчанні моделі була досягнута точність 98%, що підтвердили проведені тестування. Згідно з тестами можна з упевненістю сказати, що програма може чітко класифікувати об'єкти на зображенні.

У п'ятому розділі було представлено три розроблені лабораторні роботи. Всі роботи стосуються напрямку штучного інтелекту та нейронних мереж. Роботи спрямовані на засвоєння студентом теоретичних та практичних засад, а також вмінні розробляти нейронні мережі та навчати їх.

У шостому розділі були викладені вимоги до робочого місця розробника програмного забезпечення. Відбувся аналіз умов праці в розглянутому робочому приміщенні який показав, що умови праці з ПЕОМ відповідають вимогам. Була наведена схема, розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника.

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в дипломній роботі, описано які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи було розглянуто та проаналізовано різні методи та моделі створення архітектури згорткової нейронної мережі для розпізнавання об'єкту на зображенні. За допомогою

практичних експериментів було підібрано найкращу архітектуру що формує нейромережеву систему розпізнавання об'єктів на зображенні на основі ResNet50. Основними плюсами якої є висока точність та малий час навчання.

Усі поставлені завдання на початку дипломної роботи були успішно виконані. Результати роботи розробленого застосунку цілком задовільні. Архітектура згорткової штучної нейронної мережі була добре оптимізована, пакетна нормалізація покращила точність навчання завдяки чому навчена модель розпізнає і класифікує об'єкти на зображенні з точністю навіть більшою ніж передбачалося.

АНОТАЦІЯ

Шеремет Анастасія Олександрівна. Діагностування легеневої хвороби на основі медичних знімків з використанням штучних нейронних мереж. – На правах рукопису.

Магістерська кваліфікаційна робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр системного аналізу». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2020.

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню існуючих методів розробки архітектури згорткової нейронної мережі та проектуванні власної моделі з подальшим впровадженням для діагностики цифрових рентгенівських зображень на предмет наявності легеневої хвороби..

Об'єктом дослідження є процеси розпізнавання образів з використанням різнотипних методів.

Предметом дослідження є згорткові нейронні мережі для розпізнавання образів на рентгенівських знімках.

Фахова частина включає вступ, чотири розділи, висновки та додатки до дипломної роботи. Спеціальна частина включає розділ про охорону праці та безпеку у надзвичайних ситуаціях. Методична частина включає три розроблені лабораторні роботи, які стосуються напрямку штучного інтелекту та нейронних мереж. В першому розділі розглядаються теорія розпізнавання об'єкта методами машинного навчання, основні архітектури та методології моделювання штучних нейронних мереж та використання їх у різних сферах життя. В другому розділі проводиться порівняльний аналіз різних архітектур в залежності від типу поставленого завдання, вибір більш оптимальної для вибраної цілі. У третьому розділі відбувається відбір фреймворку, хмарної віртуальної машини та шлях вдосконалення структури нейронної мережі. В результаті аналізу було обрано архітектуру згорткові нейронні мережі з пакетною нормалізацією, яка буде реалізована за допомогою фреймворку ML.NET. У четвертому розділі розглядається функціональна структура

розробленої системи та розробка й налаштування програмного забезпечення. Також відбувається процес тестування програмного додатку та навченої моделі.

В результаті виконання роботи було проаналізовано та досліджено методи проектування архітектури згорткових нейронних мереж, визначено основні переваги та недоліки засобів оптимізації мережі, а також розроблено програмне забезпечення, в якому реалізована навчена модель.

Дипломна робота містить: сторінок – 125, рисунків – 66, таблиць – 17, додатків – 3, джерел – 56.

Ключові слова: комп'ютерний зір, згорткова нейронна мережа, ML.NET, розпізнавання об'єкта.

ABSTRACT

Sheremet Anastasia Aleksandrovna. Diagnosis of lung disease based on medical images using artificial neural networks. – On the rights of the manuscript.

Master's qualification work for obtaining an educational qualification "Master of Systems Analysis". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

This master's qualification work is devoted to the study of existing methods of developing the architecture of the convolutional neural network and the design of its own model with subsequent implementation for the diagnosis of digital X-ray images for the presence of lung disease.

The object of research is the processes of pattern recognition using different methods.

The subject of the study is convolutional neurons of the network for pattern recognition on X-rays.

The professional part includes an introduction, four sections, conclusions and appendices to the thesis. The special part includes a section on occupational safety and health in emergencies. The methodical part includes three developed laboratory works concerning the direction of artificial intelligence and neural networks. The first section discusses the theory of object recognition by machine learning methods, the basic architectures and methodologies of modeling artificial neural networks and their use in various spheres of life. In the second section the comparative analysis of various architectures depending on type of the set task is carried out, the choice of more optimum for the chosen purpose. The third section selects the framework, the cloud virtual machine and the way to improve the structure of the neural network. As a result of the analysis, the architecture of convolutional neural networks with packet normalization was chosen, which will be implemented using the ML.NET framework. The fourth section discusses the functional structure of the developed system and software development and configuration. There is also a process of testing the software application and the trained model.

As a result of the work the methods of designing the architecture of convolutional neural networks were analyzed and researched, the main advantages and disadvantages of network optimization means were determined, and the software in which the trained model was implemented was developed.

The work consists of 125 pages, 66 figures, 17 tables, 3 appendices, 56 sources.

Keywords: computer vision, convolutional neural network, ML.NET, object recognition.