**Система Класифікації Об'єктів на Рентгенівських Зображеннях**

Кваліфікаційна робота бакалавра з розробки методу класифікації об'єктів на рентгенівських зображеннях з використанням технологій машинного навчання на основі згорткової нейронної мережі ResNet-50 для систем безпеки.

**ОГЛЯД МЕТОДУ**

З огляду на зростаючі вимоги до безпеки в транспортних вузлах та необхідність автоматизації процесу виявлення потенційно небезпечних предметів, актуальною є задача класифікації об'єктів на рентгенівських зображеннях багажу. У роботі розглядається підхід глибокого навчання на основі згорткової нейронної мережі ResNet-50 для автоматичного розпізнавання та класифікації п'яти типів заборонених предметів. Метою дослідження є підвищення точності виявлення потенційно небезпечних об'єктів та швидкості обробки рентгенівських зображень шляхом створення спеціалізованого методу класифікації з подальшою розробкою інформаційної системи та її експериментальним аналізом.

**Опис вмісту:**

**Модулі обробки даних (src/data/)**

* **data\_loader.py** - завантаження SIXray датасету та створення DataLoader'ів для навчання
* **preprocessor.py** - попередня обробка рентгенівських зображень з нормалізацією та покращенням контрастності
* **augmentation.py** - збагачення даних для збалансування класів та підвищення стійкості моделі

**Модулі моделей машинного навчання (src/models/)**

* **resnet\_classifier.py** - реалізація адаптованої ResNet-50 для класифікації об'єктів на рентгенівських зображеннях
* **object\_detector.py** - алгоритми виявлення об'єктів з використанням Sliding Window та Non-Maximum Suppression
* **feature\_extractor.py** - вилучення HOG-дескрипторів та текстурних ознак для підвищення якості класифікації

**Модулі навчання та валідації (src/training/)**

* **trainer.py** - клас для навчання моделі з підтримкою зважування класів та раннього зупинення
* **validator.py** - валідація моделі та обчислення метрик ефективності на тестових даних

**Утиліти та допоміжні функції (src/utils/)**

* **metrics.py** - обчислення метрик якості класифікації (accuracy, precision, recall, F1-score)
* **visualization.py** - візуалізація результатів навчання та матриці сплутаності
* **database.py** - управління базою даних для зберігання результатів експериментів

**Виконавчі скрипти (scripts/)**

* **train\_model.py** - основний скрипт для навчання моделі на підготовлених наборах даних
* **evaluate\_model.py** - експериментальна оцінка ефективності системи на тестових зображеннях
* **preprocess\_data.py** - попередня обробка всього датасету перед навчанням
* **inference.py** - класифікація нових рентгенівських зображень з візуалізацією результатів

**Конфігурація системи**

* **config.yaml** - файл конфігурації з параметрами моделі, шляхами до даних та налаштуваннями навчання
* **requirements.txt** - список Python залежностей та бібліотек для роботи системи

**ВСТАНОВЛЕННЯ ТА ЗАПУСК**

Для роботи рекомендовано встановити віртуальне середовище.

**Створення середовища:**

bash

python -m venv venv

**Активація середовища:**

bash

*# Windows*

venv\Scripts\activate

*# Linux/Mac*

source venv/bin/activate

**Встановлення залежностей:**

bash

pip install torch torchvision opencv-python

pip install numpy pandas scikit-learn

pip install matplotlib seaborn Pillow

pip install PyYAML tqdm

**Підготовка даних:**

bash

python scripts/preprocess\_data.py --input\_dir data/raw --output\_dir data/processed

**Навчання системи:**

bash

python scripts/train\_model.py --config config.yaml --experiment baseline\_resnet50

**Оцінка ефективності:**

bash

python scripts/evaluate\_model.py --config config.yaml --model models/trained/best\_model.pth

**Класифікація нових зображень:**

bash

python scripts/inference.py --config config.yaml --model models/trained/best\_model.pth --image path/to/xray.jpg

**ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ**

Після запуску процесу навчання система автоматично обробляє рентгенівські зображення з датасету SIXray, виконує класифікацію п'яти типів об'єктів (плоскогубці, зброя, гайковий ключ, ніж, ножиці) та формує детальні звіти про ефективність розпізнавання. Для візуалізації результатів система створює графіки навчання, матриці сплутаності та порівняльні діаграми метрик якості.

**ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ**

* **Системи безпеки аеропортів** для автоматичного виявлення заборонених предметів у багажі пасажирів
* **Контрольно-пропускні пункти** з високим потоком людей для прискорення процесу перевірки
* **Поштові та логістичні центри** для автоматизованого сканування посилок та вантажів
* **Митні служби** для виявлення контрабандних товарів в імпортованих вантажах
* **Навчальні системи** для підготовки операторів рентгенівського обладнання
* **Дослідницькі проєкти** в галузі комп'ютерного зору та аналізу медичних зображень
* **Промислові застосування** для контролю якості виробів методом рентгенографії