

УДК 004.032.26

Складчиков І.О., студент гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АВТОМАТИЗОВАНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ОХОРОННИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ НА ОСНОВІ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ

Анотація. В роботі розглянуто метод побудови автоматизованої підсистеми аналізу даних охоронних тепловізійних систем на базі згорткової нейронної мережі. Розроблено архітектуру мережі та виконано тестування її роботи на реальних даних. Підтверджено високу ефективність використання інтелектуальних технологій в задачах контролю безпеки.

Ключові слова: згорткові нейронні мережі, тепловізори, охоронні системи, глибинне навчання.

ВСТУП

На сьогоднішній день, в світі спостерігається стрімкий розвиток нових технологій. Зокрема, спостерігається тенденція до використання інтелектуальних систем аналізу даних в найрізноманітніших областях. Новітні розробки впроваджуються не лише у галузях промисловості. Одним з найбільш актуальних напрямків є підвищення рівня безпеки населення. Питання контролю та попередження випадків виникнення загрозливих ситуацій в місцях зі значною концентрацією людей є особливо важливим. В основі належного рівня безпеки для життя та здоров'я громадян лежить ефективне та своєчасне виявлення небезпечних або заборонених предметів та достовірність цієї інформації.

Одним з ефективних засобів контролю безпеки є використання систем на основі охоронних тепловізорів. Такі тепловізори дозволяють в максимальному діапазоні робочих температур отримувати чіткі зображення контрольованих осіб навіть на великих відстанях. Для зниження ймовірності неправдивого спрацювання охоронної системи, зображення має бути як можна більш якісним. Окрім того, в питаннях безпеки значну роль відіграє час виявлення та реакції на загрозливу ситуацію. Тому процес аналізу даних охоронних тепловізорів та контролю безпеки в цілому має бути максимально автоматизованим. Найбільш перспективним методом забезпечення виконання наведених вимог є використання глибинного навчання для обробки отриманих за допомогою охоронних тепловізорів термограм [1].

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Розвиток тепловізійних систем контролю безпеки не стоїть на місці. Проте доступ до наукових публікацій за даним напрямом переважно є обмеженим, оскільки розробки безпекових систем відбуваються в режимі підвищеної секретності. В публікації [2] описані основні наукові проблеми та завдання в області розробки охоронних тепловізорів. Зазначається, що покращення технологічного процесу виробництва тепловізійного обладнання та використання сучасних систем цифрової обробки даних у майбутньому призведе до все більш широкого використання таких охоронних систем. В якості методу обробки термограм запропоновано використовувати штучні нейронні мережі.

Авторами роботи [3] розроблене спеціалізоване програмне забезпечення Actor Prolog, яке призначено для реалізації охоронних систем з використанням зображень в інфрачервоному та терагерцовому діапазонах. На даному етапі,

описана в роботі система дозволяє лише отримати вказані зображення та імпортувати їх до програмного середовища для аналізу знімків оператором. З метою пошуку найбільш оптимального методу автоматизації процесу обробки зображень, розробники Actor Prolog надають вільний доступ до об'ємної бази експериментальних зображень. На кожному інфрачервоному та терагерцовому знімку із бази зображені актори, які мають приховані небезпечні предмети. Відкрита колекція зображень може бути використана для формування набору навчальних даних для згорткових нейронних мереж з метою розробки автоматизованої інтелектуальної охоронної системи.

Отже, у розглянутих роботах сформовані основні принципи проектування сучасних систем тепловізійного контролю безпеки. Актуальним невирішеним завданням є автоматизація обробки даних, отриманих за допомогою охоронних тепловізорів. На першому етапі можливе створення систем на основі алгоритмів глибинного навчання, які будуть вирішувати задачу виявлення та класифікації небезпечних предметів у контрольованій особи.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є автоматизація аналізу даних, отриманих за допомогою тепловізійної охоронної системи на базі проекту Actor Prolog. Головним завданням є розробка та оцінка ефективності використання алгоритмів на основі глибинного навчання для автоматизованої класифікації експериментальних зображень. На основі досвіду авторів роботи [3], для обробки набору експериментальних даних було розроблено згорткову нейронну мережу. Вхідне зображення за результатами роботи мережі автоматично відносилось до одного із семи класів за типом виявленого небезпечного предмету: автомат, пістолет, граната, ніж, пляшка, металева пластина або безпечний предмет (відсутність небезпечного).

Для створення автоматизованої системи аналізу термограм було використано мову програмування Python, яка містить широкий набір інструментів для аналізу зображень, машинного навчання та візуалізації даних. Розробка нейронної мережі відбувалась за допомогою фреймворку TensorFlow – обчислювальної бібліотека для побудови моделей машинного навчання. В якості бекенду використовувалась бібліотека Keras. Нейронна мережа містила два згорткових та два повноз'язних прошарки (рис. 1). Також використовувались прошарки підвибірки та дропауту. Вихідний прошарок містить 7 нейронів, що відповідають семи класам виявлених предметів.

Отриману базу експериментальних зображень було поділено на три підмножини, а саме: навчальна (4300 зразків), валідаційна (950 зразків) та тестова (950 зразків) вибірки. Навчальна вибірка використовується власне для навчання мережі; валідаційна вибірка в процесі навчання слугує для підбору гіперпараметрів мережі; тестова вибірка є набором зображень, які використовуються для оцінки якості роботи мережі після закінчення навчання.

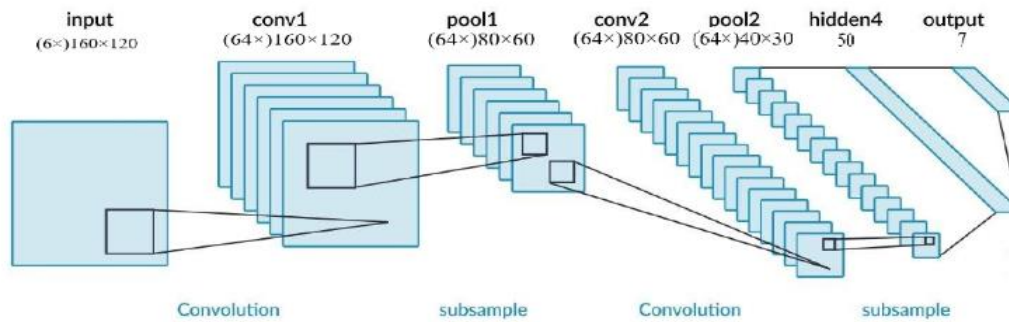


Рис.1. Архітектура нейронної мережі

В результаті навчання на початковому наборі даних, нейронна мережа показала низьку ефективність. Це пояснюється одноманітним характером навчальних зображень. Для покращення результатів навчання була використана аугментація даних [4]. Аугментація забезпечувалась вбудованим генератором зображень Tensorflow, за допомогою якого кожне навчальне зображення випадковим чином модифікувалось: віддзеркалювалось, оберталося на певний кут, змінювало розмір, контраст, яскравість або ніяк не змінювалось. Завдяки такому підходу, вдалося досягти штучного збільшення репрезентативності набору даних для навчання нейронної мережі та підвищити достовірність класифікації.

В таблиці 1 представлено результати роботи нейронної мережі на навчальній, валідаційній та тестовій вибірках без модифікації навчального набору даних та із застосуванням аугментації. Використовувалось 100 епох навчання. Графік навчання розробленої нейронної мережі показано на рис. 2.

Таблиця 1. Результати навчання нейронної мережі

<i>Аугментація даних</i>	<i>Точність класифікації на навчальній вибірці, %</i>	<i>Точність класифікації на валідаційній вибірці, %</i>	<i>Точність класифікації на тестовій вибірці, %</i>
Без аугментації	85,54	71,83	63,17
З аугментацією	98,69	97,02	99,37

Як видно з таблиці 1, навчена нейронна мережа забезпечує достовірність виявлення і класифікації небезпечних предметів на рівні до 99,37%. Однак, в реальних умовах головним недоліком даної системи є велика залежність від характеру одягу людини. Наявність багат шарового або теплового одягу (наприклад, зимової куртки) на людині призводить до погіршення можливостей виявлення небезпечного предмету на термограмах. Для вирішення цієї проблеми пропонується проводити аналіз зображень не лише у інфрачервоному, а й у терагерцовому діапазоні. В той же час, використання такого підходу на сьогоднішній день ускладнено як високою вартістю охоронних тепловізорів, так і складністю отримання терагерцових зображень та обмеженим радіусом ефективного використання терагерцового випромінювання.

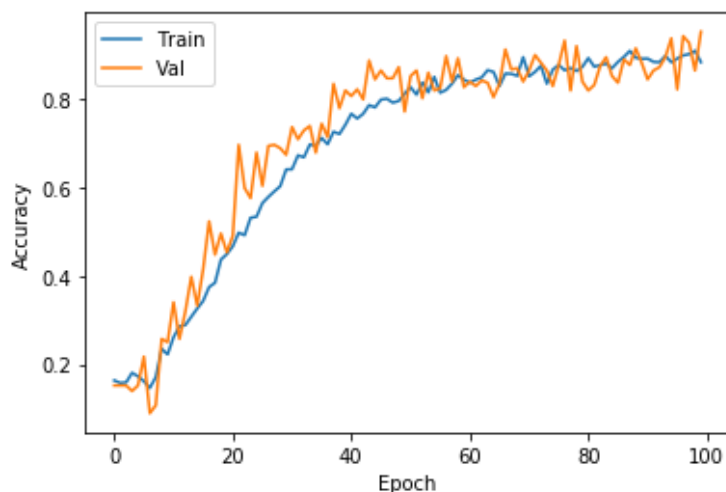


Рисунок 2. Графік навчання нейронної мережі

ВИСНОВКИ

В даному дослідженні розроблено алгоритми автоматизованого аналізу інфрачервоних зображень з метою визначення наявності у особи прихованих небезпечних предметів та класифікації їх за типом. Для вирішення поставленої задачі використано згорткові нейронні мережі. В ході аналізу експериментальних даних із відкритих джерел встановлено, що з метою покращення результатів роботи нейронної мережі необхідно використовувати штучне збільшення репрезентативності даних (аугментацію). Такий підхід дозволив автоматизувати процес аналізу даних охоронних тепловізорів та реалізувати автоматичну класифікацію виявлених заборонених предметів за семи класами з достовірністю до 99,37% на тестовій вибірці. Проаналізовано та запропоновано шляхи вдосконалення системи за допомогою використання терагерцового випромінювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Galagan R. M. Analysis of application of neural networks to improve the reliability of active thermal NDT / R. M. Galagan, A. S. Momot. // KPI Science News. – 2019. – №1. – pp. 7–14.
- [2] Складчиков, І. О. Використання нейронних мереж в тепловізійних системах контролю безпеки / І. О. Складчиков // Збірник праць XV Всеукраїнської н-п. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених “Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні”, 10-11 грудня 2019 р. – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського; Центр учбової літератури, 2019. – С. 286–289
- [3] Морозов А.А. Анализ видеоизображений в реальном времени средствами языка Акторный Пролог/ А.А. Морозов, О.С. Сушкова // Компьютерная оптика. - 2016. – № 6. – с. 947-957
- [4] Momot A. Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing / A. Momot, R. Galagan. // Sciences of Europe. – 2019. – №44. – pp. 20–25.

Наук. керівник – ас. Момот А.С.