

Д.Р. Клименко, О.О. Квітка, к.х.н., доц., А.М. Шахновський, к.т.н., доц.

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ «МАШИННОГО ЗОРУ» ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Окремим важливим аспектом автоматизації промислових виробництв на нинішньому етапі є впровадження автоматичного або автоматизованого процесу контролю якості продукції. Застосування засобів так званого машинного зору (використовують також терміни «технічний зір» та «комп'ютерний зір») для реалізації контролю якості промислової продукції відкриває можливість автоматизування цих процесів і надає усі притаманні автоматизованому виробництву переваги: об'єктивність, регульована точність вимірювань, зручні інструменти накопичення та зберігання результатів тощо.

Аналіз виробництв промисловості будівельних матеріалів показує: незважаючи на достатньо високий рівень автоматизації даних виробництв в цілому, контроль якості готової продукції на багатьох підприємствах здійснюється традиційними методами – шляхом візуального (ручного) контролю. Зокрема, це стосується продукції, якість якої перевіряється за «зовнішніми критеріями» (розміри, колір, геометричні властивості тощо). Темою дослідження є використання класифікаторів зображень, побудованих на основі нейронних мереж, для побудови апаратно-програмної системи автоматизованого контролю якості, у задачі якої мав входити, зокрема, автоматизований контроль кольорових та геометричних характеристик промислової продукції (на прикладі типового широко розповсюдженого продукту – тротуарної плитки).

В межах дослідження було системно проаналізовано з точки зору поставленої задачі поширені програмні середовища, які реалізують апарат нейронних мереж. За сукупністю параметрів у якості «найбільш вдалої» для вирішення поставлених задач дослідження обрано програмну бібліотеку TensorFlow [1], придатну, зокрема, для класифікації зображень. Дослідження із застосуванням родини моделей MobileNets виявили достатньо високу точність і швидкодію обраних моделей та можливість їх практичного використання. Слід зауважити, що із використанням засобу TensorFlow Object Detection API було отримано розширені результати роботи нейромережевого класифікатора, зокрема, місцезнаходження (координати) об'єктів на експериментальному полі (тобто, на площині конвейєру). Вказані координати були важливими для однозначної ідентифікації досліджуваного об'єкту на експериментальному полі.

Задача динамічної класифікації об'єктів в режимі реального часу вимагала підбору нейромережевої моделі з належною роздільною здатністю та достатньою швидкодією. Відповідно до задач дослідження було протестовано, зокрема, моделі типу Faster R-CNN (Convolutional Neural Network with Region Proposal), з яких було обрано найшвидшу (faster\_rcnn\_inception\_v2\_coco). Як відомо, особливістю моделей цього типу є наявність додаткової нейронної мережі (RPN – Region Proposal Network), що збільшує точність моделі, хоч і за рахунок зменшення швидкодії. Було задіяно також клас моделей типу SSD (Single Shot Detector), серед яких було обрано найбільш точну (ssd\_inception\_v2\_coco).

Експериментальні дослідження проводилися за допомогою експериментальної установки – конвеєрної стрічки, в якій було створено умови, що відповідають умовам на виробництві. Моделі, обрані у якості робочих, порівнювались за точністю розпізнавання та класифікації об'єктів, а також за швидкодією (критерієм швидкодії слугувала кількість кадрів в секунду). Для навчання моделей було використано більше 500 зображень реальної продукції (плитки), як бракованої, так і якісної. В результаті проведених експериментів було підтверджено, що модель ssd\_inception\_v2\_coco є більш швидкою (20 кадрів в секунду у режимі розпізнавання потокового відео), але має достатньо великі втрати в точності, як розпізнавання, так і класифікації об'єктів, що, вочевидь, є наслідком її архітектури. Модель faster\_rcnn\_inception\_v2\_coco при швидкості 5 кадрів в секунду забезпечує достатню точність (99,4) розпізнавання та класифікації об'єктів. Експериментально доведено, що перевагу слід надати моделі faster\_rcnn\_inception\_v2\_coco. На основі результатів дослідження розроблюється програмно-апаратний комплекс для автоматизованого контролю якості продукції.

### Література

1. Klymenko D., Kvitka O. Application of machine learning for quality control. Збірник наукових статей Сьомої міжнародної науково-практичної конференції КМХТ-2019 (Київ, 6-8 травня 2019 р). К, 2019. с. 100-103.