

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОШУКУ ДЕФЕКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі досліджено основні підходи щодо розв'язання задачі пошуку дефектів на зображенні. Здійснено огляд програмного забезпечення, що дозволяє проводити пошук дефектів на зображеннях. Виявлено переваги та недоліки програм для цифрової обробки зображень.

Ключові слова: обробка зображень, пошук дефектів на зображенні, програмне забезпечення, покращення зображень.

Abstract

This work examines the main approaches to solving the problem of defect detection in images. A review of software tools that enable defect detection in images has been conducted. The advantages and disadvantages of software for digital image processing have been identified.

Keywords: image processing, image defect detection, software, image enhancement.

Вступ

Сучасні методи пошуку дефектів на зображеннях базуються на комбінації класичних алгоритмів комп'ютерного зору та новітніх підходів машинного навчання й глибоких нейронних мереж. Програмне забезпечення, що використовується сьогодні в різних галузях - промисловості, медицині, безпеці та цифровій обробці даних - демонструє високу ефективність у виявленні структурних, кольорових та текстурних аномалій, які можуть свідчити про наявність дефектів [1].

Базові системи ґрунтуються на фільтрації, сегментації та пороговій обробці, дозволяючи виконувати швидкий аналіз зображень у реальному часі. У більш складних випадках застосовуються методи машинного навчання, що забезпечують можливість адаптації моделі до конкретних виробничих умов або наборів даних. Найбільш потужні системи використовують згорткові нейронні мережі, які здатні автоматично витягувати релевантні ознаки та досягати високої точності виявлення навіть за умов значної варіативності дефектів.

Метою роботи є розширення функціональних можливостей програмного забезпечення для пошуку дефектів на зображенні.

Результати дослідження

Програмне забезпечення для виявлення дефектів на фотографіях призначене для глибокого аналізу цифрових зображень з метою ідентифікації різноманітних візуальних аномалій: подряпин, тріщин, смуг, плям, викривлень форми, порушень текстури чи структури матеріалу та інших відхилень від норми. Такі системи ґрунтуються на методах комп'ютерного зору, обробки зображень та алгоритмах машинного навчання, зокрема нейронних мережах, які забезпечують високу точність виявлення навіть малопомітних дефектів [1].

Подібне програмне забезпечення активно застосовується в промисловому виробництві для автоматизованого контролю якості, де потрібна швидка й надійна інспекція великої кількості виробів. Воно використовується також у сферах машинного зору, робототехніки, медичної діагностики, агро-секторі, безпекових системах та наукових дослідженнях. Інструменти аналізу дефектів дозволяють мінімізувати людський фактор, підвищити продуктивність, зменшити відсоток браку та забезпечити стабільність технологічних процесів.

Сучасні системи виявлення дефектів здатні працювати в реальному часі, інтегруватися з промисловими камерами та обладнанням, підтримують широкий спектр форматів зображень і можуть адаптуватися до специфіки конкретних виробництв завдяки можливості навчання моделей на спеціалізованих наборах даних. Програмне забезпечення аналізу дефектів на фотографіях є ключовою складовою сучасних автоматизованих систем контролю якості [2].

Adobe Photoshop є одним із найпотужніших та найпоширеніших програмних засобів для обробки растрової графіки, який також широко застосовується для виявлення та усунення дефектів на зображеннях. Хоча програма не є суто інструментом автоматичного контролю якості зображень, її функціональність дозволяє ефективно ідентифікувати й коригувати різного типу візуальні аномалії [3].

У Photoshop реалізовано набір інструментів, що підтримують напівавтоматичне визначення дефектів: "Spot Healing Brush", "Healing Brush", "Patch Tool", "Content-Aware Fill" та "Clone Stamp". Алгоритми ретуші, зокрема ті, що базуються на технології Content-Aware, використовують аналіз навколишнього контексту пікселів для автоматичного заповнення пошкоджених або дефектних ділянок. Завдяки цьому програма здатна швидко виявляти та усувати подряпини, плями, шум, артефакти стишення та інші недоліки [4].

Для пошуку більш складних дефектів користувач може застосовувати інструменти попереднього аналізу зображення: корекцію рівнів, гістограм, фільтри підвищення різкості, збільшення контрастності та засоби виявлення контурів. Це дозволяє візуально локалізувати зони порушення структури, тріщини, смуги або нерівномірність поверхні. Крім того, Photoshop підтримує роботу з високою роздільною здатністю, багат шаровість та точний контроль над окремими фрагментами, що робить його придатним для детального інспектування фотографій. Adobe Photoshop може розглядатися як універсальне програмне забезпечення, яке поєднує інструменти для ручного, напівавтоматичного та інтелектуального виявлення і виправлення дефектів на зображеннях. Хоча воно не спеціалізоване на промисловому візуальному контролі, його функції широко застосовуються у професійній ретуші, цифровій фотографії, реставрації та підготовці графічних матеріалів, де необхідна висока якість та точність обробки.

Image Processing Toolbox - це спеціалізований модуль для MATLAB, призначений для обробки, аналізу та комп'ютерної інтерпретації зображень. При використанні його для виявлення дефектів на фотографіях цей інструментарій забезпечує потужні алгоритмічні можливості, що дозволяють автоматизувати процес контролю якості та аналізу візуальних даних [1].

Пакет містить широкий набір функцій для фільтрації, сегментації, покращення зображень, морфологічної обробки та вимірювання характеристик об'єктів. Завдяки цьому він здатний ефективно виділяти дефекти різної природи: тріщини, подряпини, пори, плями, артефакти виробництва, неоднорідності матеріалу тощо. Особливе значення мають інструменти порогової сегментації (включно з автоматичними методами, такими як Otsu), адаптивної фільтрації та вейвлет-аналізу, що дозволяють виокремлювати аномалії навіть на складних або зашумлених зображеннях.

Інтеграція з MATLAB робить Toolbox гнучким засобом для створення кастомних алгоритмів виявлення дефектів, навчання моделей машинного навчання, проведення статистичного аналізу та валідації результатів. Крім того, Toolbox підтримує роботу з великими наборами даних і може бути використаний у промислових системах візуального контролю, наукових дослідженнях та навчальних цілях. Image Processing Toolbox виступає потужною платформою для побудови автоматизованих систем пошуку дефектів на зображеннях, поєднуючи широкий функціонал, гнучкість налаштування й масштабованість для різних прикладних задач.

Imatest - це спеціалізоване програмне забезпечення для комплексного аналізу якості цифрових зображень і відео з камер, яке широко застосовується у сфері тестування оптики, сенсорів та систем комп'ютерного зору. Попри те, що Imatest не є класичною системою автоматичного виявлення виробничих дефектів, його функціонал дозволяє ефективно діагностувати широкий спектр візуальних аномалій, які можуть свідчити про дефекти якості знімка або апаратного забезпечення.

Програма включає потужний набір алгоритмів для оцінювання різних параметрів зображення: різкості, шумів, динамічного діапазону, кольоропередачі, геометричних спотворень, рівномірності освітлення та артефактів. Саме ці інструменти дають можливість виявляти дефекти, пов'язані з нерівномірною роботою сенсора, оптичними недоліками об'єктивів, цифровими артефактами або помилками в обробці зображень [2].

Imatest підтримує аналіз тестових мішеней, що дозволяє точно визначати наявність дефектів, таких як муар, вінітування, хроматичні аберації, "мертві" або "гарячі" пікселі, паразитні тіні та смуги.

Застосовуючи статистичні та метричні методи обробки, програмне забезпечення формує детальні звіти про якість зображень, що робить його корисним інструментом для контрольних лабораторій, виробників камер, медичних та промислових візуальних систем.

Отже, Imatest є високотехнологічним продуктом, який дозволяє виявляти дефекти на фотографіях шляхом точного вимірювання параметрів зображення та аналізу відхилень від стандартів. Він забезпечує об'єктивне оцінювання якості та підтримує процес удосконалення систем формування зображень у різних галузях.

Висновки

Незважаючи на значний прогрес у розвитку інструментів виявлення дефектів на зображеннях, сучасні програмні засоби мають низку обмежень і недоліків, що впливають на точність та ефективність їх використання. Однією з ключових проблем є залежність від якості вхідних фотографій: шум, низька роздільна здатність, неоднорідне освітлення або артефакти зйомки можуть призводити до хибних спрацьовувань або пропусків дефектів.

Багато систем, зокрема такі, як Adobe Photoshop, потребують значної частки ручної роботи та високого рівня знань від користувача. Це обмежує їх застосування для простих користувачів. У свою чергу, професійні рішення, такі як Imatest, вирізняються високою точністю, проте мають високу вартість, складність налаштування та вимагають спеціальної підготовки.

Ще однією проблемою є обмеження алгоритмів, що використовуються в деяких інструментах. Вони можуть бути недостатньо універсальними, що знижує їх ефективність у випадках із складною текстурою, неочевидними дефектами. Програмні бібліотеки, такі як Image Processing Toolbox забезпечують широкі технічні можливості, проте потребують навичок програмування, що ускладнює їх впровадження для користувачів без технічного досвіду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифрова обробка зображень. — Київ: Техніка, 2005. — 1072 с.
2. Сонькін Д. М. Обробка та аналіз цифрових зображень: навчальний посібник. — Харків: ХНУРЕ, 2017. — 180 с.
3. Павлов В. В. Комп'ютерний зір і обробка зображень: навчальний посібник. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. — 210 с.
4. Adobe Photoshop [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.adobe.com/ua/products/photoshop.html>

Колодний Володимир Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Сімончук Сергій Володимирович — асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Коржанівський Владислав Юрійович — студент групи 1КН-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kolodnyi Volodymyr — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Sciences Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Simonchuk Sergiy V. — Assistant of Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Korzhanivskyi Vladyslav — student of Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.