

УДК 004.942

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. Н. ШЕМЯКОВА

Научный руководитель В. В. КУТУЗОВ, канд. техн. наук, доц.

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Повышение качества продукции и автоматизация процессов контроля – весьма актуальная задача для текстильной промышленности. Неравномерность волокон и наличие дефектов, таких как утолщение нити, нарушение целостности ткани, пятна и прочие дефекты, – все это существенно сказывается на качестве текстильной продукции. Традиционные методы контроля, основанные на визуальном осмотре, отличаются субъективностью, низкой производительностью (специалисты обнаруживают лишь 40 %...60 % дефектов) и высокими трудозатратами [1].

Технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта предлагают решения для автоматизации этого процесса, обеспечивая высокую скорость, объективность и точность до 95 %...99 % [1–3]. Однако эффективность этих решений критически зависит от выбранных алгоритмов и условий их применения.

Целью исследования является проведение анализа существующих методов компьютерного зрения для обнаружения дефектов в текстильных материалах, оценка их сильных и слабых сторон, а также формулирование предложения по их совершенствованию на основе выявленных ограничивающих факторов.

На основе анализа литературных источников можно выделить три ключевые группы методов, применяемых для решения задачи обнаружения дефектов.

1. Классические методы выделения границ (операторы Робертса, Собеля, Прюитта, Лапласа, Кенни и др.) обнаруживают резкие перепады яркости, соответствующие контурам объектов. Преимуществами алгоритмов данной группы являются простота реализации, низкие вычислительные затраты и высокая эффективность для дефектов с четкими границами (обрывы нитей, дыры). Недостатками являются чувствительность к шуму, освещению и искажениям, низкая эффективность для дефектов без выраженных границ (пятна, замятины), зависимость от предварительной обработки изображения.

2. Методы на основе нечеткой логики работают с нечеткими данными, преобразуя изображение в множество с оценкой принадлежности пикселей к классам («фон», «дефект») на основе лингвистических переменных и правил. Преимуществами такого подхода являются устойчивость к шумам, гибкая настройка, эффективность для дефектов с плавными переходами. Точность методов превышает 82 %. Недостатками являются сложность проектирования и настройки, высокие вычислительные затраты.

3. Методы глубокого обучения. Сверточные нейронные сети автоматически обучаются выделять признаки из данных. К преимуществам относятся высокая точность до 99 %, обнаружение сложных и неизвестных дефектов, устойчивость к изменчивым условиям. Недостатками являются потребность в больших размеченных данных, высокие вычислительные затраты, сложность интерпретации решений, риск переобучения.

Анализ показал, что ни один из существующих подходов не может эффективно решать весь спектр задач обнаружения дефектов в текстильной промышленности. Поэтому актуальной задачей является разработка подхода к решению данной проблемы, заключающаяся в интеграции различных существующих решений на разных этапах обработки входных изображений.

Направлениями для дальнейших исследований являются:

- разработка гибридных алгоритмов на основе комбинации быстрых классических методов для первичного отсева и точных нейросетевых моделей для финальной классификации;
- совершенствование методов коррекции искажений и фильтрации шумов, их адаптация к новым типам дефектов;
- применение нейросетевых моделей для анализа изображений дефектов, полученных в стандартных условиях, формирование качественно размеченных публичных коллекций.

Таким образом, выявлено отсутствие универсального алгоритмического решения, способного эффективно работать со всем спектром производственных задач в текстильной промышленности. Установлено, что ключевым ограничивающим фактором для рассмотренных методов является критическая зависимость от качества входных изображений. Перспективным направлением является разработка гибридного алгоритма, где быстрые классические методы выполняют первичную фильтрацию дефектов, а высокоточные нейросетевые модели используются для достижения максимальной точности в областях потенциальных дефектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка автоматизированной системы обнаружения дефектов на ткани с применением компьютерного зрения / А. А. Казначеева, С. В. Захаркина, О. М. Власенко, Е. А. Рыжкова // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 12. – С. 234–245.
2. Поиск путей совершенствования цифрового представления текстильных материалов с целью обнаружения дефектов / Т. Ю. Карева, Д. А. Мирошниченко, Г. И. Толубеева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 2. – С. 104–108.
3. **Силаков, А. В.** Программное распознавание дефектов изображений регулярных текстур в текстильной промышленности / А. В. Силаков, С. А. Варламова, П. В. Котков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 2. – С. 266–272.