

С.К. Грудю, доц., канд. техн. наук;
М.А. Зильберглейт, проф., д-р хим. наук
(БГТУ, г. Минск);

Н.П. Мидуков, проф., д-р техн. наук
(СПбГУПТД, г. Санкт-Петербург, Россия)

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА В ИДЕНТИФИКАЦИИ БУМАГИ

Распознавание типов бумаги – это важная задача в полиграфическом процессе. Распознавание необходимо для обеспечения контроля качества, проверки подлинности и разработки эффективных процессов последующей переработки. Идентификация бумаги представляет собой сложный процесс, требующий применения разнообразных методов и технологий, включая физические методы распознавания образов на основе оптических систем.

Методы распознавания образов, особенно те, которые основаны на физических характеристиках, предлагают многообещающие решения для идентификации бумаги. Эти методы анализируют такие параметры, как текстура, плотность, цвет и другие физические свойства бумаги. Они позволяют не только классифицировать бумагу по типам и качеству, но и выявлять подделки, что особенно актуально в условиях современного рынка, где фальсификация продукции, в особенности защищенной, становится все более распространенной.

Системы распознавания образов, использующие физические методы, могут включать в себя как традиционные подходы, такие как визуальный анализ, так и современные технологии, основанные на машинном обучении и нейронных сетях. Такие технологии позволяют автоматизировать процесс идентификации, значительно повышая как скорость, так и точность классификации бумаги. Например, алгоритмы машинного обучения можно обучить распознавать образы в больших наборах данных образцов бумаги, что позволяет разрабатывать сложные модели, которые могут предсказывать тип бумаги на основе ее физических характеристик. Более того, применение физических методов в распознавании образов выходит за рамки простой идентификации. Она охватывает ряд аналитических методов, включая спектроскопию, микроскопию и технологии визуализации, которые обеспечивают более глубокое понимание свойств материала бумаги. Эти методы не только помогают в процессе идентификации, но и способствуют лучшему пониманию состава бумаги и потенциальных применений, например, для печатного процесса.

Таким образом, исследование методов идентификации бумаги с

использованием физического распознавания образов открывает новые возможности для повышения эффективности обработки информации, в том числе и защиты от подделок. В данной работе рассматривается метод оптического анализа, используемый в распознавании образов бумаги, а также некоторые методы обработки данных.

Следует отметить, что начиная, примерно, с 2020 года число публикаций по применению упомянутых ранее информационных технологий в бумажной и полиграфической отрасли резко возросло. Авторы данной работы рассматривали лишь небольшое число источников, относящихся к данной тематике.

Оптические исследования образцов бумаги осуществлялась прибором контроля подлинности документов «Регула» 4325, разработанным компанией «Регула» – крупнейшим производителем экспертных продуктов для проверки подлинности документов [1]. Основное назначение прибора – это экспертное исследование паспортов, идентификационных карт и прочих документов, удостоверяющих личность и дающих право на пересечение границы; визовых марок и оттисков печати, в том числе для разрешения на въезд; водительских удостоверений, сертификатов на транспортные средства, иных документов, связанных с автотранспортом; банкнот; акцизных и специальных марок; ценных бумаг и иных документов со средствами защиты от подделки. Прибор обладает широкими функциональными возможностями:

- исследования на уровнях: защиты основы документа; полиграфической защиты; физико-химической защиты; комплексных средств защиты;

- дополнительные исследования: материалов отдельных фрагментов изображений документов по степени поглощения или отражения ИК диапазона спектра; изменений подчисткой, травлением и смыванием; следов технической подготовки при подделке подписи посторонних штрихов, не относящихся к исследуемому объекту, выполненных красками, не прозрачными для ИК-излучения; залитых, замазанных, зачеркнутых записей, текстов, изображений; механических повреждений документов: надразов, надрывов, сгибов и др.

В качестве экспериментальных образцов использовались образцы импортной бумаги Clairefontaine, 80 г/м² и бумаги для офсетной печати, 60 г/м². Количество экспериментальных точек составило 30, по 10 для каждого объекта.

В основе анализа лежало несколько методов. Вероятностный нейронный сетевой классификатор (PNN), который реализует непараметрический метод для классификации наблюдений в одну из g групп

на основе p наблюдаемых количественных переменных. Вместо того, чтобы делать какие-либо предположения о характере распределения переменных внутри каждой группы, он строит непараметрическую оценку функции плотности каждой группы в желаемом месте на основе соседних наблюдений из этой группы.

Дискриминантный анализ – статистический метод, используемый для различения и прогнозирования членства в группах на основе нескольких предикторных переменных. В данном исследовании использовался линейный дискриминантный анализ или анализ дискриминантной функции – это обобщение линейного дискриминанта Фишера, метода, используемого в статистике и других областях для поиска линейной комбинации признаков, характеризующей или разделяющей два или более классов объектов или событий.

Метод главных компонент – метод, основная цель которого заключается в том, чтобы преобразовать многомерные данные в более низкоразмерное пространство, сохраняя при этом как можно больше информации. В результате сокращается количество признаков в наборе данных, что может значительно ускорить процесс обучения классификаторов и уменьшить риск переобучения. Это особенно полезно, когда исходные данные имеют высокую размерность и много коррелирующих признаков.

Использование стандартного приема сравнения, основанного на по пиксельном анализе изображений, показало, что степень сходства в образцах небольшое, что в принципе и следовало ожидать, так как полученные объекты взяты из совершенно разных выборок. Тем не менее, сходство изображений Clairefontaine и офсетной бумаги составило 49%.

Авторы данной статьи полагают, что предложенный подход имеет значение для отраслей, связанных с производством бумажной продукции, который может быть использован для идентификации при поддержании стандартов качества и обеспечения устойчивости процессов. Исследуя пересечение распознавания образов и физического анализа, можно в будущем раскрыть новые горизонты в идентификации бумаги и ее потенциал для революционных изменений в различных секторах бумажной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прибор контроля подлинности документов «Регула» 4325 // ООО «Регула». URL: https://regula.by/ru/products/express_verification/4325/ (дата обращения: 10.01.2025).