

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА В УСЛОВИЯХ ЗАО «ДОНЕЦКСТАЛЬ-МЗ»

Бобылев С.С., Адамов В.Г.

Донецкий национальный технический университет г.Донецк

Кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: bobilev.sergey@gmail.com

Аннотация:

Бобылев С.С., Адамов В.Г. Компьютерная система выявления дефектов листового проката в условиях ЗАО «Донецксталь-МЗ». В статье рассматриваются вопросы диагностики брака листового проката, а именно: язвин, пор и пузырей с помощью компьютерной системы в условиях ЗАО «Донецксталь-МЗ». Рассматриваются вопросы разработки структурной и принципиальной схемы компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката. Рассматриваются вопросы улучшения качества исследуемых изображений с помощью медианной фильтрации и применением линейного контрастирования.

Общая постановка проблемы

Повышенные требования к качеству металлопродукции приводят к необходимости разработки современных методов и средств контроля поверхности листового проката.

Выявление дефектов требует больших трудозатрат. В феврале 2010г по сравнению с январем 2010г процент обработки листов с целью выявления брака на металлопрокате I–ого и II–ого переделов ЗАО «Донецксталь-МЗ» увеличился с 37,5% до 41,3%. [1]

Внедрение автоматизированных приборов контроля качества, заменяющих визуальную проверку, позволяют снизить процент отбракованной продукции, обеспечивают повышение эффективности контроля. Процесс диагностики качества поверхности листового металлопроката состоит из последовательности выполнения операций на оцифрованном изображении:

- обнаружение дефектных областей, с предварительной обработкой исследуемых изображений с помощью медианной фильтрации и применением линейного контрастирования;
- определение физических характеристик поверхностного дефекта (площадь, форма, цвет, местонахождение);
- классификация поверхностных дефектов.

Постановка задач исследования

Основными задачами исследования являются:

- разработка структурной и принципиальной схемы компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката;
- решение задачи обнаружения пор и пузырей на листовом прокате;
- предварительная обработка исследуемых изображений с помощью медианной фильтрации и линейного контрастирования;

Решение задач и результаты исследований

На основании выходного отчета [2], выполнив анализ технологического процесса, в научной работе [1] были разработаны и описаны основные компоненты компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката.

Эти исследования позволили разработать принципиальную и структурную схемы компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката.

На рис. 1 показана принципиальная схема компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката. Схема включает в себя следующие элементы: блок

камеры, блок системы освещения, блок подсистемы захвата кадра, блок процессора, блок дисплея. Блок системы освещения необходим для поддержания уровня яркости; освещения поверхностей, подлежащих инспекции. Полученное изображение передается в блок подсистемы захвата кадра, который служит для перевода аналогового видеосигнала к цифровому виду. Блок процессора выполняет алгоритмы предварительной обработки цифрового изображения – фильтрации и контрастирования; рассчитывает характеристики поверхностного дефекта (площадь, местонахождение); выполняет обнаружение дефектов. Блок дисплея служит для отображения пользователю результатов обнаружения дефектов.

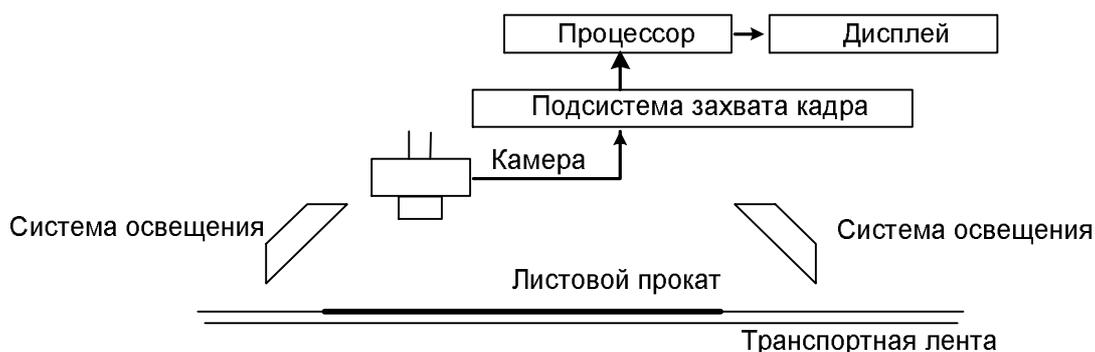


Рис. 1 - Принципиальная схема компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката

На рис. 2 показана структурная схема компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката. Структурная схема компьютерной системы контроля дефектов металлопроката разработана для решения следующих задач: ввод информации; предварительная обработка изображения; выявление дефектов на снимке; классификация дефектов.

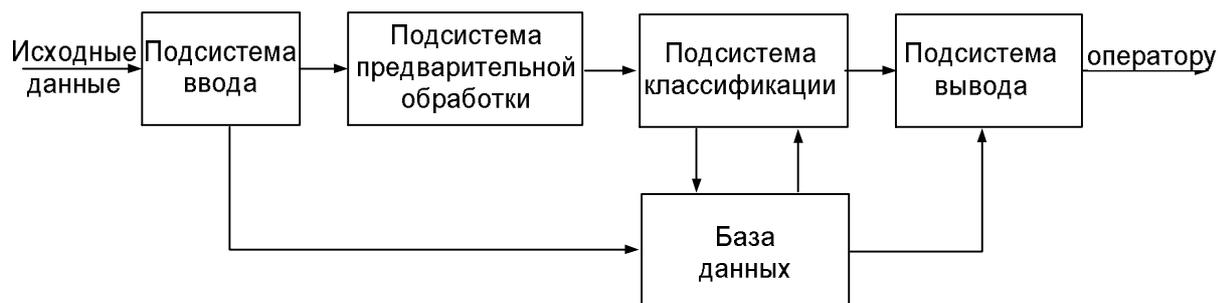


Рис. 2 - Структурная схема компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката

Обработка цифрового изображения

Одними из главных и трудноразрешимых до настоящего времени проблем плохого качества изображения являются его зашумленность и низкая контрастность.

Источники шума могут быть различными: неидеальное оборудование для захвата изображения; плохие условия съемки - например, сильные шумы, возникающие при плохом освещении; помехи при передаче по аналоговым каналам - наводки от источников электромагнитных полей, собственные шумы активных компонентов (усилителей) линии передачи.

Алгоритмы шумоподавления обычно специализируются на подавлении какого-то конкретного вида шума. Не существует пока универсальных фильтров, детектирующих и подавляющих все виды шумов. Однако многие шумы можно довольно хорошо приблизить моделью белого гауссовского шума, поэтому большинство алгоритмов ориентировано на подавление именно этого вида шума.

Наиболее приемлемым методом фильтрации гауссовского шума оказалась медианная фильтрация.

Для каждого пикселя в некотором его окружении (окне) ищется медианное значение и присваивается этому пикселю. Определение медианного значения: если массив пикселей отсортировать по их значению, медианой будет серединный элемент этого массива. Медиану также можно определить формулой:

$$med = \arg \min \sum_{f_j \in W} |f_i - f_j|, \quad (1)$$

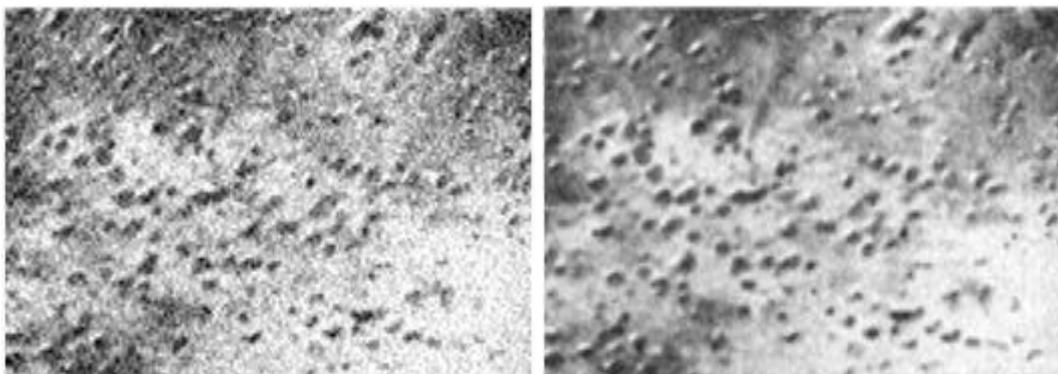
где W - множество пикселей, среди которых ищется медиана, а f_i, f_j - значения яркостей этих пикселей.

Для цветных изображений используется векторный медианный фильтр

$$med = \arg \min \sum_{F_j \in W} d(F_i, F_j), \quad (2)$$

где f_i, f_j - значения пикселей в трехмерном цветовом пространстве, а d - произвольная метрика.

Были выполнены машинные эксперименты в среде MATLAB с целью определения эффективности предлагаемого метода фильтрации. На рис. 3 показаны результаты выполнения фильтрации медианным фильтром.



а

б

Рис. 3 – Результат выполнения фильтрации медианным фильтром
а) зашумленное изображение (гауссовский шум); б) отфильтрованное изображение

Задача контрастирования связана с улучшением согласования динамического диапазона изображения и экрана, на котором выполняется визуализация.

Увеличить контрастность изображения позволяет применение метода линейного контрастирования, когда яркость каждого пикселя пересчитывается с тем, чтобы диапазон яркостей исходного изображения $[fmin, fmax]$ растянуть до диапазона яркостей $[gmin, gmax]$:

$$g = a \cdot f + b, \quad (3)$$

где g - выходная яркость пикселя; f - исходная яркость пикселя; a , b - коэффициенты преобразования. Параметры этого преобразования a , b нетрудно определить, исходя из требуемого изменения динамического диапазона. Если в результате обработки нужно получить шкалу $[g_{\min}, g_{\max}]$, то

$$a = \frac{g_{\max} - g_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}, \quad b = \frac{g_{\min} f_{\max} - g_{\max} f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}. \quad (4)$$

Были выполнены машинные эксперименты в среде MATLAB с целью определения эффективности предлагаемого метода контрастирования. На рис. 4 показаны результаты выполнения линейного контрастирования.

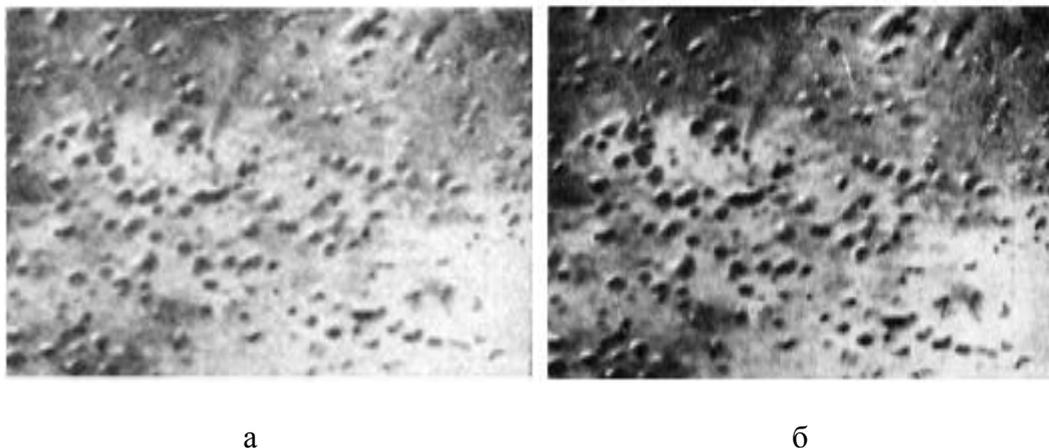


Рис. 4 – Результат выполнения линейного контрастирования
а) отфильтрованное изображение; б) отфильтрованное изображение с повышенной контрастностью

Метод обнаружения пор и пузырей на листовом прокате

Исследование снимков изображений показало, что места дефектов отличаются от остальной поверхности своими яркостными характеристиками. На снимке они имеют более темный оттенок. Поэтому процесс обнаружения пор и пузырей связан с вычислением соответствующего значения порога изображения (в градации серого). Этот порог зависит от системы формирования изображения и должен быть настроен в отношении положения камеры и освещения. В работе [3] представлен метод Бернсена.

Для каждого пикселя $(x; y)$ выбирается порог яркости

$$B(x, y) = \frac{B_{\max} - B_{\min}}{2}, \quad (5)$$

где B_{\max} , B_{\min} – соответственно, самый высокий и самый низкий уровень яркости пикселей из квадратной окрестности пикселя $(x; y)$. Если уровень контраста (разность самого высокого уровня и самого низкого уровней) превышает некоторый порог, то пиксель считается либо

белым, либо черным. Для всего изображения этот порог контраста является константой и должен подбираться интерактивно.

Выполнены машинные эксперименты с целью определения эффективности предлагаемого метода. В качестве программного пакета была использована среда для анализа, моделирования и проектирования MATLAB. На рис. 5 показаны результаты машинного эксперимента.

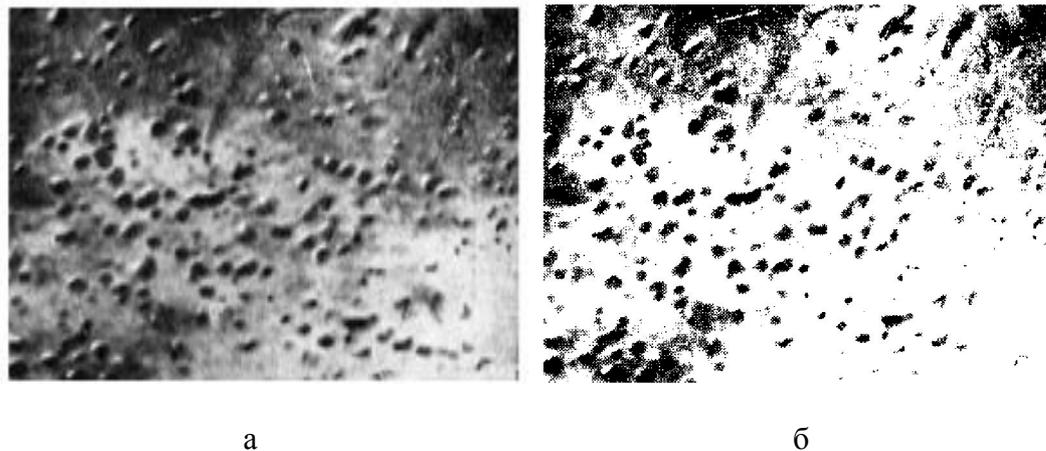


Рис. 5 – Результат выполнения алгоритма обнаружения пор и пузырей
а) исходное обработанное изображение; б) бинарное изображение

Выводы

Для решения поставленной задачи была разработана структурная и принципиальная схема компьютерной системы контроля поверхностных дефектов металлопроката.

Реализация предложенного проекта позволит повысить производительность труда, сократить время на обработку информации.

Литература

1. Бобылев С.С., Адамов В.Г. Обнаружение брака листового проката в условиях ЗАО «ДМЗ» с помощью компьютерной системы. Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг (ІУС та КМ — 2010) / Матеріали І науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. — 19-21 травня 2010 р., м. Донецьк, ДонНТУ. — 2010, с.70-74
2. Выходной отчет: «Анализ характера поверхностных дефектов на металлопрокате I-ого и II-ого переделов лаборатории металлографического контроля ЦКЛ Донецксталь за 2009год», 2009.
3. Гонсалес Р., Вудс Р., «Цифровая обработка изображений», 2005. – 1072с.