

УДК 004.93'1

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПОВЕРХНОСТИ СЛЯБА

Сурова А.Г., Адамов В.Г.

Донецкий национальный технический университет

Общая постановка проблемы

В условиях современного производства остро стоит задача создания автоматизированных систем диагностики поверхностных дефектов металлопродукции на различных переделах. Автоматизация поиска дефектных участков слябов дает значительный выигрыш во времени по сравнению с применяемыми в настоящее время методами визуального контроля, а также дает возможность проверки качества каждой единицы продукции, исключая человеческий фактор, что позволяет своевременно внести корректировки в технологический процесс и существенно снизить вероятность брака.

Постановка задач исследования

Объектом исследования в данной работе является оцифрованное фотоизображение поверхности стального сляба. Основными требованиями, выдвигаемыми для компьютерной системы, обрабатывающей фотографии слябов, является точность определения типа дефекта и скорость работы.

Задачу исследования оцифрованного снимка поверхности сляба, содержащего поверхностные дефекты, можно сформулировать таким образом:

1. Выявить на снимке поверхности сляба некие аномальные области.
2. Определить признаки данных областей, идентифициру-

- ющие дефект поверхности сляба.
3. Создать классификацию дефектов сляба, основанную на визуальных признаках дефектов.
 4. Разработать компьютерную систему диагностики поверхностных дефектов сляба, основанную на полученной классификации.

Решение задач и результаты исследования

Задача выявления на снимках аномальных областей-дефектов может быть решена путем поиска на изображении в целом однотонной поверхности сляба резких перепадов яркостей, превышающих некоторое пороговое значение. Сложность обработки заключается в неравномерности освещения сляба, наличии засвеченных бликами и плохо освещенных участков заготовки.

Как выяснилось в ходе машинных экспериментов, на этом этапе необходима предварительная обработка изображения алгоритмом фильтрации. Среди наиболее эффективных и быстродействующих выбран простейший алгоритм усредняющей линейной фильтрации, преимуществами которого является подавление зернистости [1,2].

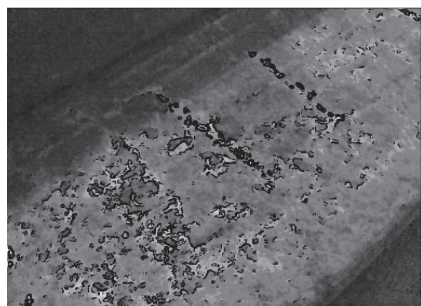
Далее обработанное изображение подлежит пороговой бинаризации.

Так как реальные изображения слябов довольно сложные (шум, плохое освещение, множество разнородных объектов и прочее), то алгоритмы простого поиска порогов не дают удовлетворительных результатов. В работе [3] исследованы методы адаптивной бинаризации Отса, Бернсена, Эйквеля, Ниблэка и Яновица-Брукштейна. Среди них наилучшее качество и высокую скорость работы дал метод Ниблэка. Идея данного метода состоит в варьировании порога яркости V бинаризации от точки к точке на основании локального значения стандартного отклонения. Порог яркости в точке (x, y) рассчитывается так:

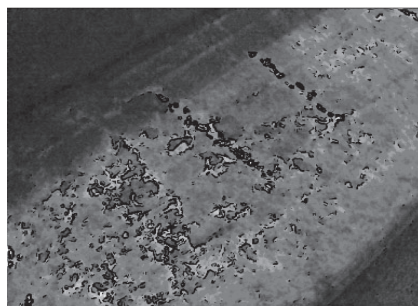
$$B(x, y) = m(x, y) + k \cdot s(x, y), \quad (1)$$

где $m(x, y)$, $s(x, y)$ – среднее и стандартное отклонение выборки для некоторой окрестности точки. Размер окрестности должен быть минимальным, но таким, чтобы сохранить локальные детали изображения. В то же время размер должен быть достаточно большим, чтобы понизить влияние шума на результат. Значение k определяет, какую часть границы объекта взять в качестве самого объекта и подбирается опытным путем.

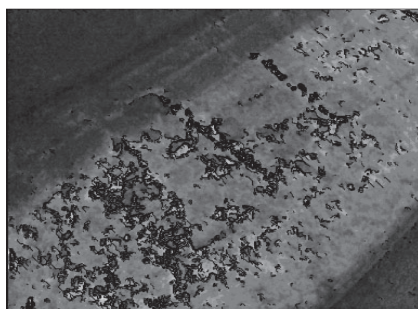
В ходе эксперимента выяснилось, что данный метод требует



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Поиск дефектов на изображениях сляба.

а) исходное изображение; б) изображения после фильтрации и бинаризации Ниблэка; в) изображение после фильтрации и модернизированной бинаризации.

Таблица 1

Система признаков классификации дефектов

Признак классификации	Описание признака с точки зрения специалиста, проводящего дефектоскопию	Описание признака с точки зрения обработки изображения
состояние поверхности вокруг дефекта	гладкая	отличие соседних пикселей по яркости меньше порогового значения в пределах дефекта
	гладкая окисленная	есть небольшие области перепадов яркостей
	шероховатая	есть области с небольшим перепадом
вид поверхности	матовая	нет ярко-светлых областей
	глянцевая	ярко-светлые области
форма	продолговатая	определяется коэффициентами формы[5]
	округлая	
	языкообразная	
протяженность	продольное	определяется граничными точками
	поперечное	
расположение дефектов	групповое/ одиночное	подсчет дефектов
сопутствующие дефекты		
площадь		
цвет		

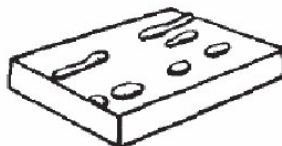
модификации применительно к поставленной задаче. Предлагается доработка метода, состоящая в итеративном уменьшении порога яркости вблизи ранее обнаруженных границ. Таким образом, достигается уточнение контуров объектов за счет обнаружения слабых границ.

После того, как найдена аномальная область, можно сделать вывод, что обнаружен дефект сляба. Далее следует распознать, какой именно это дефект. Для этого необходимо сформировать систему признаков, идентифицирующих дефекты (табл. 1). Основаниями данной классификации являются анализ описаний поверхностных дефектов в специализированной литературе [4], технической документации заводских лабораторий ДМЗ и «Азовсталь» и данные экспертов-технологов.

Пример идентификации дефекта сляба типа «пузырь-вздутие» приведен на рис. 2.



а)



б)

Рисунок 2 – Пузырь-вздутие

Состояние поверхности вокруг дефекта – шероховатая

Вид поверхности – матовая

Форма – деформированный овал

Протяженность – произвольная

Расположение – чаще одиночное

Сопутствующие дефекты – загрязнения неметаллическими включениями, окалина

Площадь – до 5 сантиметров

Цвет – темно-серые и ярко-белые участки

Разработано специальное программное обеспечение на языке С# в среде Visual Studio, выполняющее следующие функции:

- проводить исследования цифрового снимка поверхности сляба на наличие аномальных областей;
- выделять контура найденных областей;
- определять признаки, позволяющие идентифицировать дефект;
- сохранять получаемые результаты.

Разработанное специальное программное обеспечение позволило реализовать компьютерную систему диагностики качества поверхности сляба, которая значительно увеличила скорость и качество дефектоскопии.

Выводы

1. Создана модель классификации признаков дефектов сляба.
2. Выполнена модификация метода бинаризации Ниблэка, улучшающая качество поиска слабых границ объекта.
3. Разработано специальное программное обеспечение, которое позволяет реализовать компьютеризацию процесса визуальной дефектоскопии поверхности сляба.

Литература

- [1] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005. – с. 1072.
- [2] Прэтт У. Цифровая обработка изображений.: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. Кн.2. – с. 480, ил.
- [3] Федоров А. Бинаризация черно-белых изображений: состояние и перспективы развития. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://iu5.bmstu.ru/~philippovicha/ITS/IST4b/ITS4/Fyodorov.htm#Ris5b>