

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ИХ ОБОРОТА

Е. С. ГЛЕБОВА, А. А. БЛИННИКОВ

Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: kateglebova@rambler.ru

Рассматривается используемая на ряде предприятий система маркировки сталеразливочных ковшей и продемонстрированы ее недостатки в рамках задачи автоматизации оборота ковшей. Приведена типовая схема движения сталеразливочного ковша в конвертерном цехе. Представлен обзор существующих технических решений, выявлены их преимущества и недостатки. Установлено, что использование традиционных графических меток и RFID-меток неприемлемо. Предложен механизм формирования алфавита меток, обеспечивающий автоматическое считывание номеров ковшей в условиях зашумленности измерительного канала. В качестве номера ковша предложено использовать набор символов — наклонных линий — и соответствующие им значения одного бита. Такой символ удобен для обработки матричным фильтром и может рассматриваться как двоичное число с большим количеством разрядов, что позволяет применить методы помехоустойчивого кодирования. Определены проблемы, решение которых может быть реализовано с помощью разрабатываемой системы маркировки.

Ключевые слова: системы технического зрения, маркировка сталеразливочных ковшей, автоматическое считывание, теплосодержание, автоматический ввод номеров ковшей, учет ковшей.

В настоящее время при производстве стали на российских металлургических комбинатах многие операции выполняются персоналом вручную. К данным операциям относятся, в частности, введение в базу данных сведений о приходе сталеразливочных и чугунозаливочных ковшей, а также миксеров на определенные участки производства; позиционирование этих емкостей на местах. Типовая схема движения сталеразливочного ковша в конвертерном цехе приведена на рис. 1 [1], где показаны следующие этапы: 1 — сушка и разогрев ковша, 2 — выпуск стали из конвертера, 3 — транспортировка, 4 — внепечная обработка, 5 — непрерывная разливка стали, 6 — удаление шлака, 7 — повторение цикла.

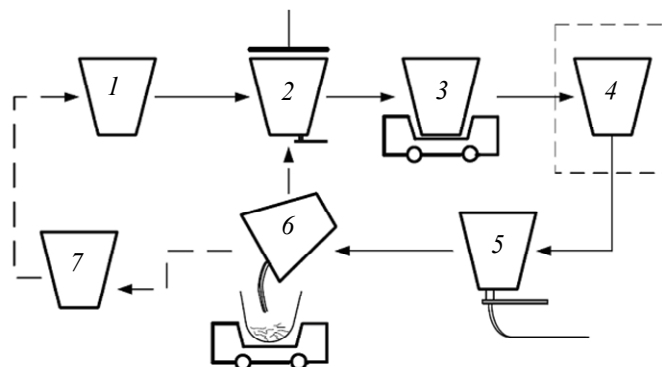


Рис. 1

Используемая в настоящее время схема маркировки сталеразливочных ковшей рассчитана на зрительное восприятие метки оператором. Номер ковша на определенном участке его движения вводится в базу данных работником этого участка. Ручной ввод данных производится оператором с запаздыванием, иногда с ошибками, что приводит к сбоям в работе алгоритма коррекции масс и к ошибкам в оценивании теплосодержания. Следовательно, задача

автоматизации ввода номеров ковшей на участках (см. рис. 1) весьма актуальна, что подтверждается рядом исследований [1—3]. Результаты этих работ стали предпосылкой к проведению исследований, описываемых в настоящей статье.

Известны решения, позволяющие распознавать метки в виде арабских цифр, однако существует ряд факторов, препятствующих распознаванию, а именно:

- произвольное место нанесения номера ковша;
- различный способ маркировки;
- наличие посторонних надписей на поверхности ковша;
- загрязненный номер.

К существующим техническим решениям относятся и системы считывания номеров с помощью программ для распознавания текста (например, ABBYY FineReader) [4—7]. Однако такие программы оказываются в условиях сталелитейного производства непригодными для использования. Другие системы, применяемые, в частности, автоинспекцией, могут распознавать сильно загрязненные номера, но автомобильные номера хорошо стандартизированы и выполнены специальной краской [8, 9]. Системы считывания номеров железнодорожных вагонов [10] в основном предназначены для помощи оператору при внесении информации в базу данных. Оператор использует информацию о схеме расположения вагона в составе и исправляет ошибки, допущенные системой.

Альтернативным решением при маркировке является использование специальных меток: RFID-меток, штрих-кодов, QR-кодов.

Попытки применения RFID-меток (Radio Frequency Identification) предпринимались с 2013 г. на Новолипецком металлургическом комбинате. Однако из-за большой температуры кожуха ковша этот метод труднореализуем. Рабочий диапазон RFID-метки от -40 до $+177$ °С, тогда как температура кожуха достигает 277 °С и выше [1]. Даже при расположении метки в области наименьшего нагрева кожуха сталеразливочного ковша велик риск ее механического повреждения вследствие агрессивных физических воздействий (брызг раскаленной стали и ударов крючьями кранов).

Кроме того, стоимость считывающего устройства для RFID-метки достаточно велика, а с учетом того, что считывать информацию необходимо на всех этапах (как во время прихода ковша на участок, так и ухода с участка), система будет неоправданно дорогой.

В свою очередь, недостатком штрих-кодов является их малая информационная емкость, обусловленная невозможностью вносить избыточные символы в код. Другой недостаток — невозможность прочтения штрих-кода даже при незначительном загрязнении. Идея удлинить линии (штрихи) приводит к возникновению проблемы идентификации неповрежденного участка кода, что порождает ошибки при „стыковке“ выделенных (незагрязненных) фрагментов, а следовательно, и к ошибочности полезной информации.

Что касается QR-кодов (Quick Response), то от их использования практически сразу пришлось отказаться, так как при загрязнении хотя бы малой части поискового узора метка не может быть считана. Но если загрязнения отсутствуют, метку можно распознавать, используя стандартное программное обеспечение. Избыточная информативность метки составляет 30 %.

Воспользоваться перечисленными бесконтактными метками практически невозможно поскольку производство стали ведется в условиях больших температур.

Так как ни один из вышеуказанных методов маркировки не подходит для решения поставленной задачи автоматизации ввода номеров ковшей, предлагается процедура формирования алфавита специальных меток с последующей разработкой алгоритмов лексического анализа изображения для выделения этих меток.

Символы алфавита должны быть легко распознаваемы и обладать достаточной информационной емкостью, что позволит закодировать каждый символ с большой избыточностью.

Символы алфавита предлагается составлять из элементов — „наклонных линий“. Наклонные линии выбраны ввиду того, что вертикальные линии могут быть приняты за потеки стали и шлака, а горизонтальные (как и вертикальные) — за ребра жесткости ковша. Диагональный же рисунок на поверхности ковша встречается значительно реже. Рис. 2 иллюстрирует предлагаемый способ маркировки: на поверхность ковша наносится матрица фиксированного размера, заполненная диагональными штрихами (наклоненными вправо или влево), в соответствие которым могут быть поставлены значения одного бита. Тогда символ можно рассматривать как двоичное число с большим количеством разрядов.

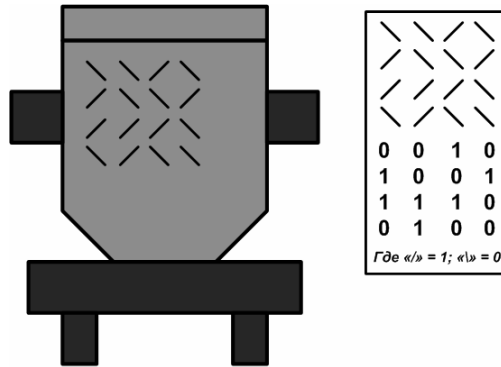


Рис. 2

Перспективные исследования должны быть направлены на решение следующих задач:

- 1) считывание символа при его идеальной видимости и заранее известном масштабе;
- 2) считывание символа в некотором диапазоне масштабов;
- 3) корректирование неправильно распознанных символов;
- 4) сигнализация о невозможности корректировки.

Для решения первой задачи могут быть использованы фильтры изображения на основе ориентированных гауссианов. Фильтр с ядром в виде гауссиана позволяет преобразовать одно изображение в другое. На участках входного изображения, где присутствуют полосы, ориентированные как в ядре фильтра, в выходном файле будет наблюдаться область с большей яркостью. Далее определяются координаты всех таких областей и отфильтровываются области с наименьшей яркостью. Затем это окно (область), разделенное, например, на квадраты по числу элементов искомой матрицы, обрабатывается и осуществляется наблюдение с целью выявить, на какой фильтр реакция в каждом из выделенных квадратов будет больше. Использование матричного фильтра в этом случае позволит упростить обработку изображения и определить область для поиска символа.

Для решения второй задачи используется информация об известном количестве элементов матрицы и их расположении на равном удалении друг от друга поперек диагонали. Таким образом, анализируется частота появления диагональных линий.

Последние две задачи могут быть решены на основе методов помехоустойчивого кодирования, благодаря сведению исходной задачи к анализу двоичного сообщения.

Таким образом, на основе результатов представленного исследования можно предположить, что разрабатываемая система позволит решить следующие проблемы маркировки сталеразливочных ковшей:

- логистика и учет ковшей;
- непрерывная оценка теплосодержания стенок металлургических емкостей в рамках технологического цикла;
- оценка скорости падения температуры жидкой стали при транспортировке в металлургической емкости;
- прогар стенок металлургической емкости;

— оценка массы налитого металла, полученная по показаниям уровнемеров в процессе наливания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев С. В., Чернопольский А. Д., Петушков И. А., Бойков В. И., Быстров С. В., Блинные А. А. Технология автоматического определения теплосодержания слеразливочного ковша // *Металлург*. 2011. № 5. С. 48—52.
2. Петушков И. А., Чернопольский А. Д., Блинные А. А. и др. Разработка способа измерения уровня и оценки веса чугуна в заливочном ковше на участке перелива чугуна в конвертерном производстве ОАО „Северсталь“ // Тр. Девятого конгресса сталеплавыльщиков. М.: ОАО „Черметинформация“, 2007. С. 202—205.
3. Агеев С. В., Чернопольский А. Д., Сухарев С. В. и др. Концепция организации кластерной сети теплофизического мониторинга технологии и оборудования конвертерного производства ЧерМК „Северсталь“ // Бюл. „Черная металлургия“. 2009. № 1. С. 68—72.
4. Жадаев А. Г. Сканирование и распознавание текстов. Самоучитель по работе с АBBYY FineReader 10. М.: ДМК Пресс, 2010. 248 с.
5. Афонасенко А. В., Елизаров А. И. Обзор методов распознавания структурированных символов // Докл. ТУСУР. 2008. № 2(18), ч. 1. С. 83—88.
6. Кучуганов А. В., Лапинская Г. В. Распознавание рукописных текстов // Матер. Междунар. науч. конф., Ижевск, 13—17 июля 2006 г. С. 98—103.
7. Демин А. А. Обзор интеллектуальных систем для оценки каллиграфии. Электронный науч.-техн. журн. Инженерный вестник. 2012. № 9. [Электронный ресурс]: < <http://engbul.bmstu.ru/doc/478895.html>>.
8. Славин О. А., Федоров Г. О. Вопросы распознавания текста, оцифрованного с помощью видеокамер М., 2002. [Электронный ресурс]: < <http://www.cognitive.ru/innovation/sbornic3/index.htm>>.
9. Руцков М. В. Система считывания автомобильных номеров. М., 1999. [Электронный ресурс]: <http://www.mpixel.ru/public_html/lpr.htm>. 12.03.2015.
10. Казанский Н. Л., Попов С. Б. Распределённая система технического зрения регистрации железнодорожных составов // Компьютерная оптика. 2012. Т. 36, № 3. С. 420—428.

Сведения об авторах

- Екатерина Сергеевна Глебова** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра систем управления и информатики; E-mail: kateglebova@rambler.ru
- Андрей Алексеевич Блинные** — канд. техн. наук; Университет ИТМО, кафедра систем управления и информатики; E-mail: goofinator@mail.ru

Рекомендована кафедрой систем управления и информатики

Поступила в редакцию 22.04.15 г.

Ссылка для цитирования: Глебова Е. С., Блинные А. А. Модификация меток слеразливочных ковшей в задаче автоматизации их оборота // *Изв. вузов. Приборостроение*. 2015. Т. 58, № 9. С. 765—769.

MODIFICATION OF STEEL LADLES LABELS IN THE PROBLEM OF AUTOMATION OF THE LADLES TURNOVER

E. S. Glebova, A. A. Blinnikov

ITMO University, 197101, Saint Petersburg, Russia
E-mail: kateglebova@rambler.ru

The system of steel ladles marking used in a number of domestic plants is described. The system shortcomings within the task of automation turnover buckets are identified and illustrated. A typical scheme of movement of the steel ladle in the workshop is considered. A review of existing technical solutions is presented; advantages and disadvantages of the approaches are discussed. The use of traditional graphic labels as well as RFID labels is shown to be unacceptable. A mechanism of alphabet labels is proposed, requirements to the alphabet symbols are defined. The proposed method of marking steel is illustrated by the example of the character set made up of oblique lines; the corresponding values of one bit are used as the ladles numbers. The lines of further research are determined.

Keywords: vision system, marking casting ladles, automatic reading, enthalpy, automatic entry the buckets numbers, accounting buckets.

Data on authors

- Ekaterina S. Glebova** — Post-Graduate Student; ITMO University; Department of Computer Science and Control Systems; E-mail: kateglebova@rambler.ru
- Andrey A. Blinnikov** — PhD; ITMO University; Department of Computer Science and Control Systems; E-mail: goofinator@mail.ru

For citation: *Glebova E. S., Blinnikov A. A.* Modification of steel ladles labels in the problem of automation of the ladles turnover // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroenie.* 2015. Vol. 58, N 9. P. 765—769 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-9-765-769