

С.С. САДЫКОВ,
С.В. САВИЧЕВА

**Компьютерное исследование
технологии сортировки плоских
объектов на конвейере**

УДК 004.932.2

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г.Муром

Рассмотрено моделирование технологического процесса распознавания отдельных и наложенных реальных плоских объектов при их сортировке на ленте конвейера

СТЗ широко и успешно применяются во многих отраслях промышленности на таких операциях, как контроль и отбраковка различных деталей и изделий по внешнему виду, загрузка обрабатывающих станков деталями с конвейеров, сортировка и ориентированная укладка в кассеты деталей и заготовок, в том числе неупорядоченно движущихся по конвейеру или поступающих в таре навалом, сборка и комплектация узлов, монтаж электронных узлов, технические измерительные системы, медицинские диагностические системы [1].

Несмотря на высокий уровень развития современной компьютерной техники, до настоящего времени остается целый ряд практических задач, решение которых оказывается достаточно проблематичным. В связи с этим актуальным является вопрос разработки автоматической системы распознавания, которая будет сортировать плоские промышленные детали и изделия, расположенные на ленте конвейера, как по отдельности, так и в наложенном состоянии с использованием быстродействующих и точных алгоритмов распознавания [2].

Модель технологического процесса сортировки

На рис. 1 приведена общая модель технологического процесса распознавания отдельных и наложенных плоских объектов.



Рис. 1. Схема технологического процесса распознавания

Через заданные промежутки времени камера делает снимок поверхности ленты конвейера. Полученные изображения поступают на вход блока предварительной обработки. Он предназначен для приведения полученного с камеры полутонного изображения к виду удобному для анализа и распознавания. Для этого с изображения удаляется шум, они бинаризируются, после чего к нему применяется операция маркировки объектов с целью определения объектов, попавших в поле зрения для распознавания.

Медианная фильтрация позволяет уменьшить количество помех небольшого размера на изображения. В качестве таких помех могут быть частицы пыли, попавшие на поле зрения или на исследуемый объект либо на оптическую систему видеодатчика.

Бинаризация предназначена для выделения областей в поле зрения АСР, принадлежащих объектам. Для этого применяется процедура пороговой сегментации, которая разделяет изображения на области. Точки, яркость которых меньше используемого порога считаются принадлежащими объекту, остальные – фону.

После применения операции бинаризации выполняется процесс маркировки (последовательной разметки связных компонент), в котором каждой точке каждого объекта присваивается номер связной компоненты, представляющий собой данный объект.

Объекты могут быть расположены по краю поля зрения АСР. В этом случае они считаются не полностью вошедшими в кадр и системой не анализируются. Для их удаления используется рекурсивный алгоритм.

Ввиду того, что алгоритмы распознавания работают с контурами объектов, то следующим шагом предварительной обработки является выделение одноточечных безразрывных контуров объектов, вычисление их центра тяжести и нормализация.

В результате каждый объект, вошедший в поле зрения, будет приведен к виду удобному для анализа и распознавания.

На этом этап предварительной обработки заканчивается и начинается этап определения типа поля зрения АСР.

В поле зрения АСР возможны следующие ситуации:

- Пустое поле зрения – в кадре нет ни одного объекта и ни одной помехи;
- Помехи – в кадре нет ни одного объекта;
- Отдельный объект – в кадре находится один отдельный объект и возможно отдельные помехи;
- Два отдельных объекта – два изолированных друг от друга объекта.
- Наложённые объекты – два объекта, которые между собой пересекаются.

Алгоритм определения возможных ситуаций положения объектов в поле зрения после их получения с видеодатчика выглядит следующим образом [2, 3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ситуация 1, если } k = 0 \\ \text{ситуация 2, если } (k \neq 0) \wedge (S_{oi} < B_n) \\ \text{ситуация 3, если } (k = 1) \wedge (S_{oi} > B_n) \wedge (d_s < B_{s0}) \wedge (d_m < B_{m0}) , \\ \text{ситуация 4, если } (k = 2) \wedge (S_{oi} > B_n) \wedge (d_s > B_{s0}) \wedge (d_m > B_{m0}) \\ \text{ситуация 5, иначе} \end{array} \right.$$

где k – количество обнаруженных объектов; S_{oi} – площади обнаруженных объектов; B_n – разность между минимальной площадью эталонного объекта и порога по площади B_{s0} , который определяется на большой выборке ситуаций отдельных и наложенных объектов; d_s – отклонения по площади; B_{m0} – порог по моментам; d_m – отклонения по моменту.

После получения изображения в видеодатчика, его предварительной обработки и определения типа поля зрения (пустое поле, отдельный объект, наложенные объекты, помехи) производится вычисление основных и дополнительных признаков объектов и их распознавание путем сравнения с векторами-признаков эталонов из базы данных системы, на основе алгоритмов, описанных в [2].

Экспериментальные исследования

Для проведения исследований была составлена выборка, состоящая из изображений реальных плоских объектов различных типов с помехами и без. Презентабельное количество испытаний было выбрано равным 20000.

Пример изображений, соответствующих возможным ситуациям типа поля зрения приведен на рис. 2.


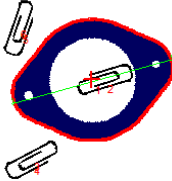
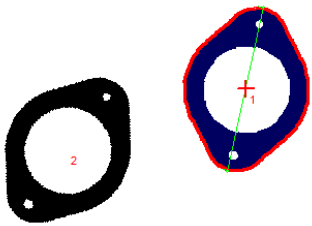

	
Отдельный объект	Отдельный объект и помехи
	
Два отдельных объекта	Два отдельных объекта и помехи



Рис. 2. Тип поля зрения

Комплексное исследование технологического процесса распознавания отдельных и наложенных плоских объектов на модели дало следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований

Тип поля зрения	Количество появлений	Количество ошибок при определении типа поля зрения	Количество ошибок при распознавании
Пустое поле	3116	0	0
Отдельный объект	4246	59	23
Два отдельных объекта	4071	0	0
Наложённые объекты	8567	171	0
Всего	20000	230	23
Вероятность правильного распознавания		0,988	0,999

Результаты проведенных исследований показали, что при определении типа поля зрения:

– ситуация «пустое поле» встречается 3116 раз и процент ошибок при определении данной ситуации равен 0%.

– ситуация «отдельный объект» встречается 4246 раз. Их них количество ошибок при определении составляет 59 раз.

– ситуация «два отдельных объекта» встречается 4071 раз и количество ошибок при ее определении составляет 0%.

– ситуация «наложенные объекты» встречается наиболее часто (8576). Количество ошибок составляет 230.

Аналогичные результаты получены при распознавании объектов.

Выводы:

1. Установлено, что предлагаемый алгоритм определения типа поля зрения обеспечивает максимальный суммарный процент ошибок равный 0,1%. Ошибки возникают в случаях, когда наложенный объект при определенной комбинации объектов и проценте наложения ничем по признакам не отличается от отдельного объекта.

2. Алгоритм распознавания обеспечивает процент правильного распознавания объектов равный 98,9%, что является приемлемым для использования в реальных промышленных системах распознавания.

3. Создан комплекс программ, позволяющий моделировать технологический процесс сортировки реальных плоских объектов на конвейере и выполняющий операции предварительной обработки объектов, определения типа поля зрения, вычисление основных и дополнительных признаков объектов и их распознавание. Основными достоинствами является простота реализации, высокое быстродействие и точность работы.

Литература

1. Садыков С.С., Савичева С.В. «Идентификация реальных плоских объектов на основе их сигнатуры», //«Вестник компьютерных и информационных технологий», №1, 2012. С. 17-20.

2. Садыков С.С., Савичева С.В. Распознавание отдельных и наложенных плоских объектов – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 265 с.

3. Садыков С.С., Савичева С.В. «Алгоритм определения типа поля зрения видеодатчика», Надежность и качество-2012. Труды Международного симпозиума/ Под ред. Юркова. – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. ун-та., 2012. С.27-29.

E-MAIL: SAVICHEVA.SVETLANA@GMAIL.COM