

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАРКИРОВКИ СЛЯБОВ

Провоторов А.В.

Муromский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Муrom, ул. Орловская, д. 23а, e-mail: provotorovalexey@gmail.com

В статье показана актуальность разработки систем контроля промышленных изделий. Реализация такого контроля возможна с помощью внедрения систем автоматической идентификации и распознавания. Применение существующих методов и систем идентификации изделий часто невозможно или малоэффективно ввиду наличия следующих особенностей: невозможность точного определения местоположения изделия и соответственно невозможность идентификации маркировки; большое отношение расстояния до объекта идентификации к его размерам снижает достоверность и оперативность идентификации при использовании существующих систем. Приведены экспериментальные исследования разработанной системы и алгоритмов управления в лабораторных и промышленных условиях. Приведены результаты внедрения разработанного алгоритма в систему автоматической идентификации маркировки на ОАО «Выксунский металлургический завод» для контроля движения продукции на инновационном, литейно-прокатном комплексе «СТАН-5000».

Ключевые слова: маркировка промышленного изделия, результаты экспериментов, идентификация.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF SLAB MARKING AUTOMATIC IDENTIFICATION

Provotorov A.V.

Murom institute (branch) of Vladimir state university, Murom, Orlovskya str., 23a, e-mail: provotorovalexey@gmail.com

The article shows the urgency of the development of control systems of industrial products. The implementation of such control is possible through the introduction of automatic identification and recognition. The application of existing methods and systems product identification is often impossible or ineffective in view of the following features: the inability to accurately determine the location of the product and thus the impossibility of identifying markings; a large ratio of the distance to the object identification to its size reduces the reliability and efficiency of identification when using existing systems. The experimental research of the developed system and control algorithms for laboratory and industrial applications. The results of implementation of the algorithm in automatic identification markings on the JSC "Vyksa Steel Works" to control the movement of products on an innovative, Casting and Rolling Complex "Stan-5000".

Keywords: Labeling of industrial products, the results of experiments identification.

В связи с ростом масштабов работ по интенсификации и компьютеризации и комплексной автоматизации производства автоматизация управления технологическими процессами на промышленных предприятиях является актуальной. Это привело к возможности появления систем, способных решать задачи автоматизации в различных областях промышленности. Применение таких систем не только позволяет повысить эффективность производства и снизить затраты, но и позволяет заменить человека в опасных и вредных зонах производства, значительно уменьшает его рутинный труд.

Одной из таких задач автоматизации является обеспечение контроля промышленных изделий в процессе транспортировки по территории предприятий. Для решения данной задачи применяется маркировка изделий. [3,4,7].

Существует большое количество методов идентификации маркировки, применяемых при различных условиях и особенностях производства. Наиболее часто используются методы на основе радиочастотных меток и меток с использованием штрих-кода. [9,11]

В настоящее время наблюдается растущий интерес к технологиям и системам автоматической идентификации на основе технического зрения. Системы технического зрения предназначены для автоматического распознавания, определения координат, контроля внешнего вида объектов произвольной формы и используются в различных областях науки и техники.[1,5,6,8].

Целью исследования является проведение экспериментов для подтверждения работоспособности разработанной системы идентификации маркировки слэбов (Рисунок 1).

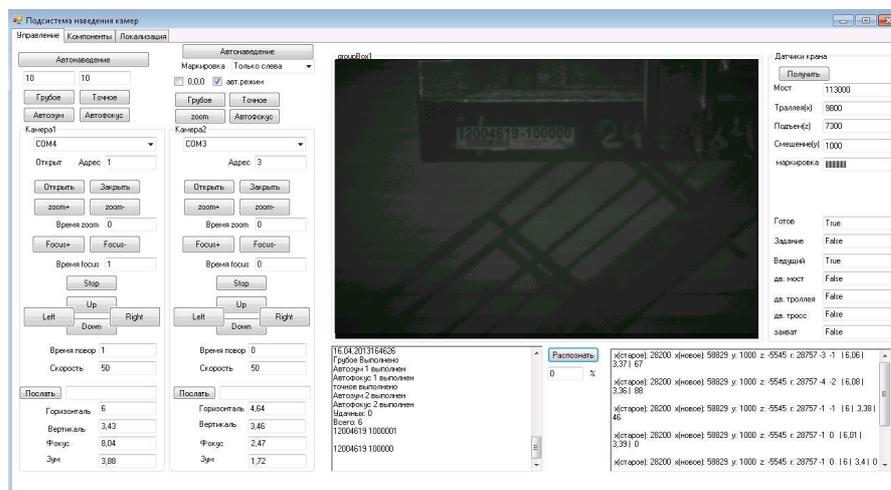


Рис. 1. Основное окно разработанной системы

Экспериментальное исследование адекватности математической модели

Процедура оценки основана на сравнении измерений на реальной системе и результатов экспериментов на модели [2,10]. Оценка проводилась следующими методами проверки адекватности:

- по средним значениям откликов модели $M(x)$ и системы $M(x_r)$ по формуле;

$$\delta(x) = \frac{M(x) - M(x_r)}{M(x_r)}$$

- по дисперсиям отклонений откликов модели $D(x)$ и системы $D(x_r)$;

$$\delta_d(x) = \frac{D(x) - D(x_r)}{D(x_r)}$$

- по максимальному значению относительных отклонений откликов модели (x) от откликов системы (x_r).

$$E_{\max}(x) = \max\left(\frac{x - x_r}{x_r}\right)$$

При количественном сравнении оценивают точность вычисления параметров. В моделях, используемых в системах контроля движения, требуемая точность должна быть в пределах 90%.

Результаты исследования приведены в таблицах 1, 2 и рисунке 2.

Таблица 1

Экспериментальное исследование изменения параметра угла наклона видеосканера

Управляющий параметр – показания датчика о положении поворотного устройства (α_p, β_p)			
Управляемый параметр	Вид сигнала	Исследуемые характеристики	
		Мат. ожидание	Дисперсия
Наклон поворотного устройства (α_p, β_p)	Входной параметр на объекте	5.499	0.015
	Выходной параметр на объекте	-4.387	24.677
	Выходной параметр на модели	-4.279	23.232
	Относительная погрешность	3.312%	
	Максимальное значение ошибки	8.777%	
	Величина выборки	500	

Таблица 2

Экспериментальное исследование изменения масштаба видеосканера

Управляющий параметр – показания датчика о текущем масштабе трансфокатора (s_p)			
Управляемый параметр	Вид сигнала	Исследуемые характеристики	
		Мат. ожидание	Дисперсия
Масштаб трансфокатора (s_p)	Входной параметр на объекте	4624.916	12280071.364
	Выходной параметр на объекте	1.971	0.04
	Выходной параметр на модели	1.91	0.037
	Относительная погрешность	1.391%	
	Максимальное значение ошибки	1.879%	
	Величина выборки	500	

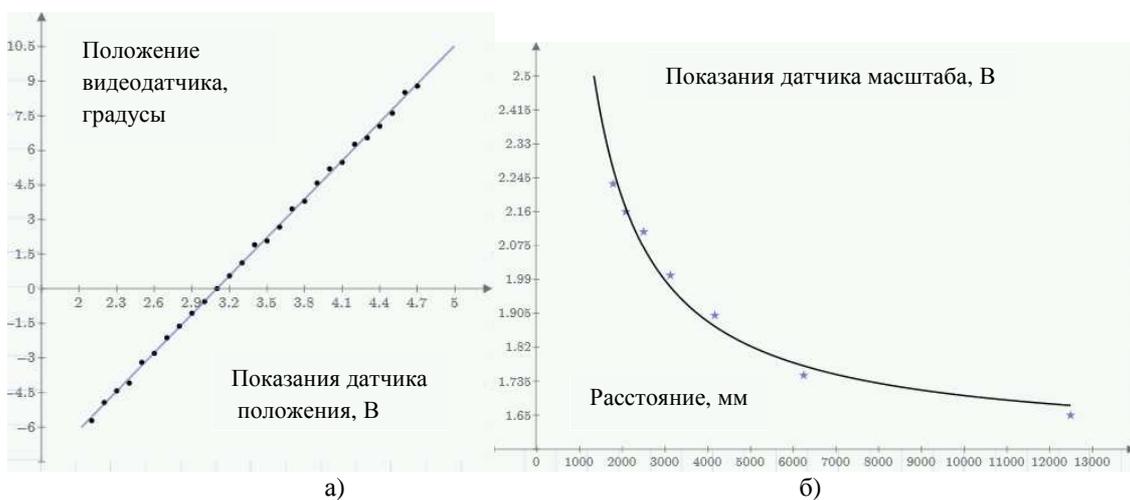


Рис. 2. Графики сравнения реальных и моделированных значений: поворота видеосканера (а), масштаба изображения видеосканера (б)

Таким образом, математическая модель «маркированное изделие – измерительная среда» является адекватной на основе представленных экспериментальных данных. Разница измерений в среднем не превышала 4%, максимальная относительная ошибка – 8%, что позволяет сделать вывод о достоверности представленной математической модели.

Экспериментальное исследование разработанных алгоритмов наведения видеодатчиков

Цель экспериментального исследования – определить достоверность применения алгоритмов грубого и точного наведения видеодатчиков. Экспериментальное исследование проводилось на разработанной системе автоматической идентификации маркировки.

Оценка алгоритма грубого наведения. Вычисляется вероятность успешного наведения видеосканера на маркировку (P_m). Успешным в данном случае будем считать попадание маркированного изделия в область видимости видеосканера. Степень попадания оценивается экспертным методом. При наличии технических помех и погрешностей показаний датчиков, вероятность успешного наведения должна составлять не менее 90%.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что при выборке равной 500 опытов, вероятность попадания маркированного груза в область видимости видеосканера составила 98%.

Оценка алгоритма точного наведения. Для оценки достоверности используется вероятность успешного распознавания маркировки (P_t), и вычисляется как отношение числа успешных распознаваний (r) к общему числу экспериментов (n):

$$P_t = \frac{r}{n}$$

Допустимое значение вероятности успешного распознавания для систем контроля движения изделий установлено на уровне 95%.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что при выборке равной 500 опытам, вероятность успешного распознавания маркировки составила 96,21%.

Таким образом, алгоритмы управления системой автоматической идентификации функционирует с требуемой достоверностью в рамках приведенных экспериментальных данных.

Экспериментальное исследование работы построенной системы автоматической идентификации маркировки

Экспериментальное исследование проводилось в целях сравнения оперативности и достоверности работы разработанной системы и ручного метода идентификации слябов.

Ручной метод идентификации слябов представляет собой процесс внесения в систему контроля предприятия данных о маркировке с помощью мобильного терминала. Мобильный терминал – это устройство, имеющее считыватель, способный к автоматическому занесению

сведений о маркировке на расстоянии до 1 метра, и клавиатуру для ручного занесения информации в ситуациях, когда использование считывателя невозможно.

Результатами экспериментального исследования являются:

– оперативность идентификации в секундах. Оперативность идентификации рассчитывается при успешном распознавании маркировки. Успешным считается вероятность успешного распознавания превышающая 85%. Допустимое время распознавания по установленным производством требованиям – 15 сек.

Факторы, влияющие на достоверность и оперативность идентификации:

– расстояние до идентифицируемого объекта (близко – до 10 метров, далеко – от 10 метров);

– освещенность (ясно – более 70 лк., пасмурно – 60-70 лк., искусственное освещение – 50-60 лк.).

Эксперимент по оценке оперативности работы системы автоматической идентификации маркировки слябов проводился при выборке более 100 опытов. По результатам экспериментов составлена гистограмма оперативности идентификации (Рисунок 3).

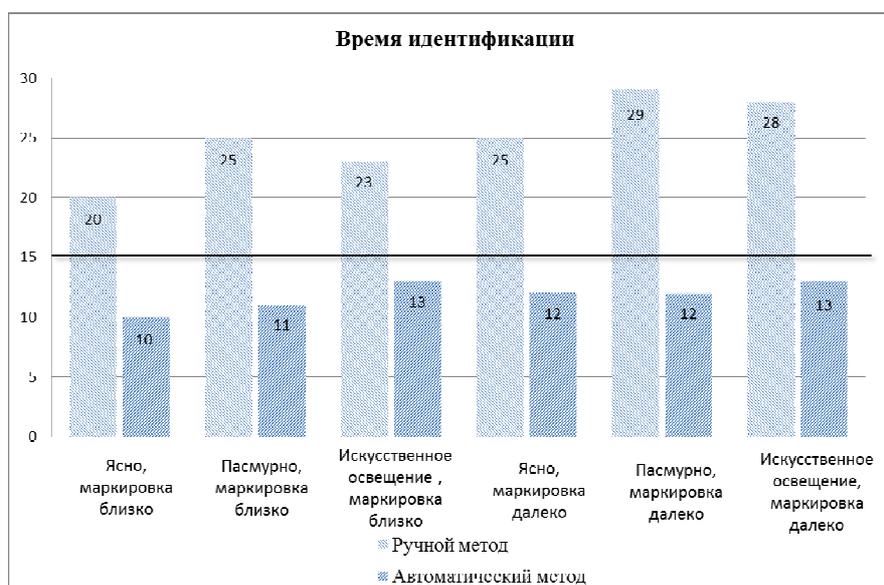


Рис. 3. Гистограмма экспериментальных исследований оперативности при различных условиях

Использование автоматического метода удовлетворяет требованиям к оперативности в 15 сек. при любых условиях, в то время как ручной метод показывает превышение лимита идентификации. Это связано с увеличением дистанции при транспортировке, а также особым требованиям к персоналу и, как следствие, затруднению идентификации ручным методом.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-07-00845 и в рамках выполнения государственного заказа.

Список литературы

1. Астафьев А.В. Анализ визуальных систем мониторинга производственного процесса на промышленных предприятиях [Текст] / Астафьев А.В., Провоторов А.В., Орлов А.А. // Вестник НГУЭУ. 2011. № 1. С. 26-32.
2. Канунова Е.Е. Методы и алгоритмы реставрации изображений архивных тестовых документов [Текст] / Е. Е. Канунова, А. А. Орлов, С. С. Сыдыков. // Мир, Москва, 2006. С. 135.
3. Орлов А.А. Алгоритмы обработки снимков промышленных изделий [Текст] / Орлов А.А., Антонов Л.В. // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 97.
4. Орлов А.А. Комплексный анализ систем мониторинга оборудования на производственных предприятиях [Текст] / Орлов А.А., Астафьев А.В., Провоторов А.В. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2010. № 15. С. 131-135.
5. Орлов А.А. Компьютерный рентгенографический анализ качества сварных соединений и выделение линейчатых объектов на них [Текст] // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 6. С. 3-6.
6. Орлов А.А. Реализация системы обработки изображений линейчатых объектов [Текст] // Программные продукты и системы. 2007. № 4. С. 61.
7. Орлов А.А. Системный анализ методов маркировки промышленных изделий [Текст] / Орлов А.А., Провоторов А.В., Астафьев А.В. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2010. № 15. С. 136-140.
8. Орлов А.А. Технология сравнения и идентификации растровых изображений линий [Текст] / Орлов А.А., Ермаков А.А. // Программные продукты и системы. 2007. № 1. С. 68.
9. Орлов А.А. Технология сравнения и идентификации растровых изображений линий [Текст] / Орлов А.А., Ермаков А.А. // Программные продукты и системы. 2008. № 1. С. 68-70.
10. Орлов А.А. Цифровая обработка текста на изображениях рукописей как линейчатых объектов [Текст] / Орлов А.А., Канунова Е.Е. // Информационные технологии. 2008. № 1. С. 57-62.
11. Садыков С.С. Методика обработки линейчатых образов на дефектоскопических снимках [Текст] / Садыков С.С., Орлов А.А., Ермаков А.А. // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2009. Т. 52. № 2. С. 11-16.

Рецензенты:

Жизняков А.Л., д.т.н., профессор, первый заместитель директора Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром;

Орлов А.А., д.т.н., заместитель директора по развитию электронного обучения и дистанционных образовательных технологий Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром.