

Удельная сила резания, $\kappa\text{N/m}$
(скорость лезвия 3.3 m/s, температура мяса – 5 °C)

Рисунок 3 - Влияние расположения жилистой оболочки на удельную силу резания мяса
1 – без оболочки; 2 – оболочка на входе лезвия в продукт; 3 – на выходе с продукта

Заключение

Использование полученных результатов позволяет выбрать рациональные скорости ножа, снизить затраты энергии, уменьшить деформацию (смятие) продукта и повысить качество среза.

Научная новизна проведенных исследований - разработка математической модели движения ножа в продукте. Модель позволяет определить непосредственно силу резания при высокой скорости ножа для продуктов с разными структурно-механическими свойствами.

Литература

1. Guts Viktor. Modelling of food product cutting / Viktor Guts, Oleksiy Gubenia, Stefan Stefanov, Wilhelm Hadjiiski // 10th International conference "Research and development in mechanical industry –2010", Donji Milanovac, Serbia, 10-16 september 2010. V. 2. – P.1100-1105.
2. В. Гуць. А. Губеня. Определение усилия резания продуктов с разными структурно-механическими свойствами / Научни трудове на УХТ, том 57, свитък 2. – Пловдив – 2010. - С. 411-416
3. Gubenia O., Guts V. Modeling of cutting of food products / EcoAgroTourism. - 2010. - N1. – P. 67-71.
4. А. Губеня, С. Стефанов, В. Теличкун, В. Хаджийски. Усъвършенстване на конструкцията и режимите на работа на машина за рязане на хляб / Русенски университет «Ангел Кънчев». Начни трудове. Том 48. 2009. С. 186-189.
5. Гуць В. С., Губеня А. А.. Методика определения усилия резания пищевых продуктов / Вестник Могилёвского государственного университета продовольствия. – 2009. - № 2. – С. 102-107.

УДК 681.5:621.382

СИСТЕМА ВИДЕОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ РАБОЧИХ ЗОН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АПК

*Ахременко В. Н., Братченя С.М., Канделинский С.Л., Ткаченко В.В., к.т.н., Шуляк В.В.
(Объединенный институт проблем информатики – ОИПИ НАН Беларуси, Минск)*

Введение

Современное промышленное оборудование агропромышленного комплекса как правило оснащают системами ограничения доступа (СОД) в опасные рабочие зоны на основе световых барьеров (фотобарьеров). Однако, в ряде случаев характер технологического процесса не позволяют использовать световые барьеры (СБ) в силу их конструктивных особенностей и принципа действия активных оптико-электронных устройств обнаружения. Традиционное устройство СБ — разнесенные на длину зоны чувствительности излучатель и приемник или совмещенные излучатель и приемник ИК излучения, оптически связанные через отражатель, отнесенный от них на длину зоны чувствительности [1]. При этом лучи барьера направлены, как правило, горизонтально. Эти обстоятельства не позволяют использовать СОД на базе световых барьеров в случаях, когда заготовки имеют сложную объемную форму и должны при этом удерживаться руками оператора одновременно с перемещением рабочего органа. Проблема контроля таких зон усугубляется, если рука или только пальцы, удерживающая соизмеримую с ней, или даже большую по размерам заготовку, находится в непосредственной близости к опасности — режущей или рубящей кромке рабочего механизма, а места для размещения элементов линейного многоканального светового барьера нет. Пример такого рода деталей металлообрабатывающего оборудования — вырубной штамп.

В этом случае работоспособные технические решения могут быть получены с применением, в отличие от активных, какковыми являются световые барьеры, активно-пассивных систем обнаружения, например, технического зрения. В то же время, реальное использование телевизионных или видеокамерных СОД в охране труда сдерживается отсутствием эффективных программных средств распознавания по видеоизображениям ситуаций, недопустимых с точки зрения безопасности.

Задача. Для практической проблемы, условия которой не позволяют использовать СОД на базе СБ, в лаборатории компьютерной графики ОИПИ НАН Беларуси проведены исследования возможности ее решения с помощью системы видеографического контроля зоны в ближнем спектре ИК-излучения для выделения пальцев или кисти руки человека в рабочей зоне металлообрабатывающего оборудования – вырубного штампа.

Основная задача на проведенном этапе исследований заключалась в определении алгоритма выделения пальцев или руки человека на фоне рабочего инструмента и металлических заготовок различного профиля в реальном времени.

Особенность ситуации, которая возникает при выделении различий между эталонным изображением (без руки оператора) и текущим изображением (с рукой), состоит в том, что, с одной стороны рука при боковом освещении создает тень и уменьшает яркость изображения, а с другой стороны, за счет более высокого коэффициента отражения увеличивает яркость изображения. В результате, в целом, свойства изображения эталонного и текущего изображений отличаются незначительно, поэтому пространственное и яркостное разрешение должно быть достаточно высоким при небольшой стоимости. Кроме того, освещение представляет собой смесь переменного по интенсивности и по спектральному составу естественного и искусственного, что вызывает шум матрицы.

По этим условиям может быть сформирована сеть противоречий по принципу «И-И» [2, 3, 4] совмещения взаимоисключающих «ИЛИ-ИЛИ» требований (ниже для краткости изложения приведен ее фрагмент):

I) отличие параметров изображения «И должно быть сильным», по требованию задачи, «И должно быть незначительным (слабым)», как получается;

II) число элементов изображения для обработки «И должно быть большим» для обеспечения разрешения, «И должно быть малым» для повышения быстродействия;

III) интенсивность освещающего излучения «И должна быть постоянной» для упрощения анализа, «И должна быть переменной», в силу природы естественного излучения.

IV) спектральный состав освещающего/принимаемого фотоприемником излучения «И должен быть постоянным» для упрощения анализа сигналов, «И должен быть переменным», в силу природы естественного излучения.

Кроме того должны быть учтены аспекты выбора типа видеосистем, спектрального диапазона формирования и обработки изображений, конструкции устройства ИК подсветки. После этого должны быть разработаны алгоритм и программа выделения пальцев или руки человека на фоне заготовок и деталей металлообрабатывающего оборудования – вырубного штампа.

Разрешение этого мульти-противоречия было достигнуто на нескольких системных уровнях (многомерные иерархии типа «часть-целое», «от-через-к» и пр.) [3, 4, 5], в частности, за счет выделения участка изображения вместо рассмотрения всего изображения, в запрещенной зоне, а внутри него – групп пикселей, выявления статистических характеристик изображений, подбора коэффициента (порога) различения.

Решение. В результате был сформирован комплексный принцип обнаружения руки человека основанный на подсветке запрещенной зоны ИК-излучателями и фотографировании ее в тот же момент с помощью веб-камеры. Для подавления общего фона освещения на изображении веб-камера доработана под фильтрацию видимого диапазона и максимальную чувствительность в ИК области (от 0,5 мкм до 1,5 мкм). Человеческая кожа в отличие от металла обладает хорошим коэффициентом рассеяния падающего света, поэтому её участки на фотографии выглядят ярче и контрастнее, чем металл [6]. Сравнение по яркости участков в проекции запрещенной зоны на текущем изображении с эталоном и выявление более ярких участков, дает основание для формирования правила принятия решения об обнаружении человеческого тела в контролируемой зоне.

На рисунке 1 показаны два экспериментальных изображения: слева эталонное изображение без посторонних предметов в выделенной области (запрещенной зоне), справа — с пальцем человека в запрещенной зоне. Под каждым из изображений показаны две гистограммы: красным цветом — для всего изображения в целом, синим — только для выделенной области.

На данном рисунке хорошо видно, что различия гистограмм (красные) в пределах всего изображения с присутствием пальца (фото слева) и изображения эталонной сцены (фото справа) малозаметны. В то же время в гистограмме для выделенной области наблюдается явное смещение в сторону высоких уровней, что и указывает на присутствие тела (открытых участков кожи) человека в запрещенной зоне.

Блок-схема фрагмента построенного в соответствии с (1) общего алгоритма разработанной компьютерной программы для макетной версии системы видеографического контроля показана на рисунке 2. Под командами, с которыми оперирует программа, подразумеваются команды для COM-порта:

- «Запрос» это приём-ожидание от COM-порта логической «1» на входе DSR;
- «Запуск» это отправка в COM-порт логического «0» по входу RTS.

Пример результатов обработки показан на рисунке 3. В левой части рисунка 3 показаны два изображения: нижнее — это эталон, верхнее — текущий кадр. В правой части рисунка расположены две таблицы значений ряда статистических параметров эталонного и текущего изображения с веб-камеры.

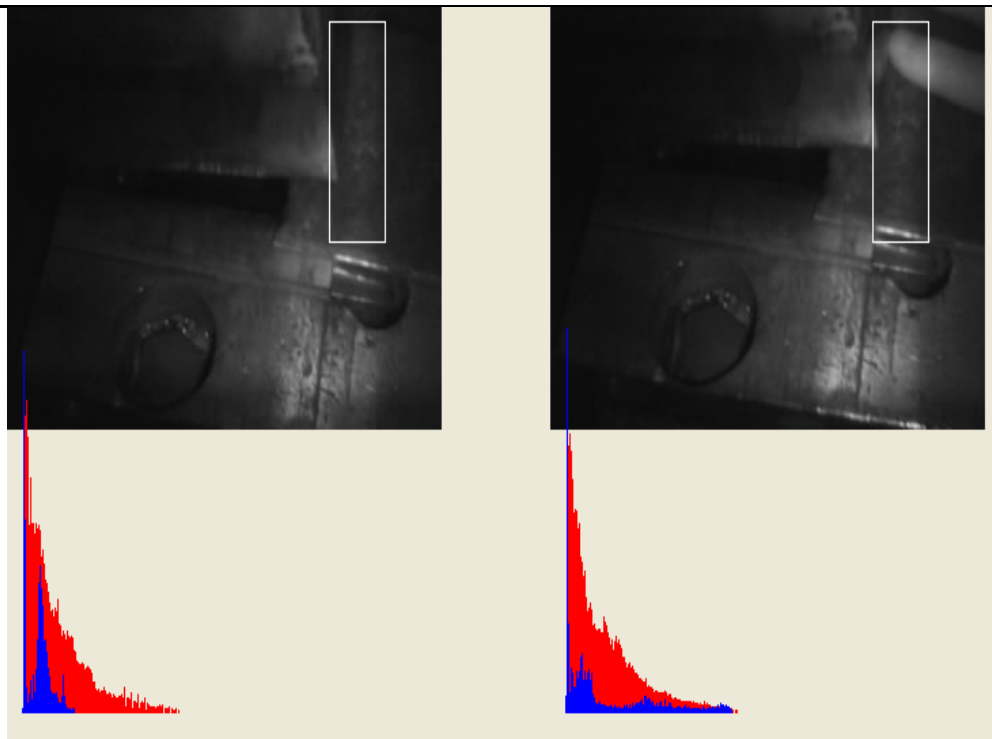


Рисунок 1 — Примеры гистограмм экспериментальных изображений

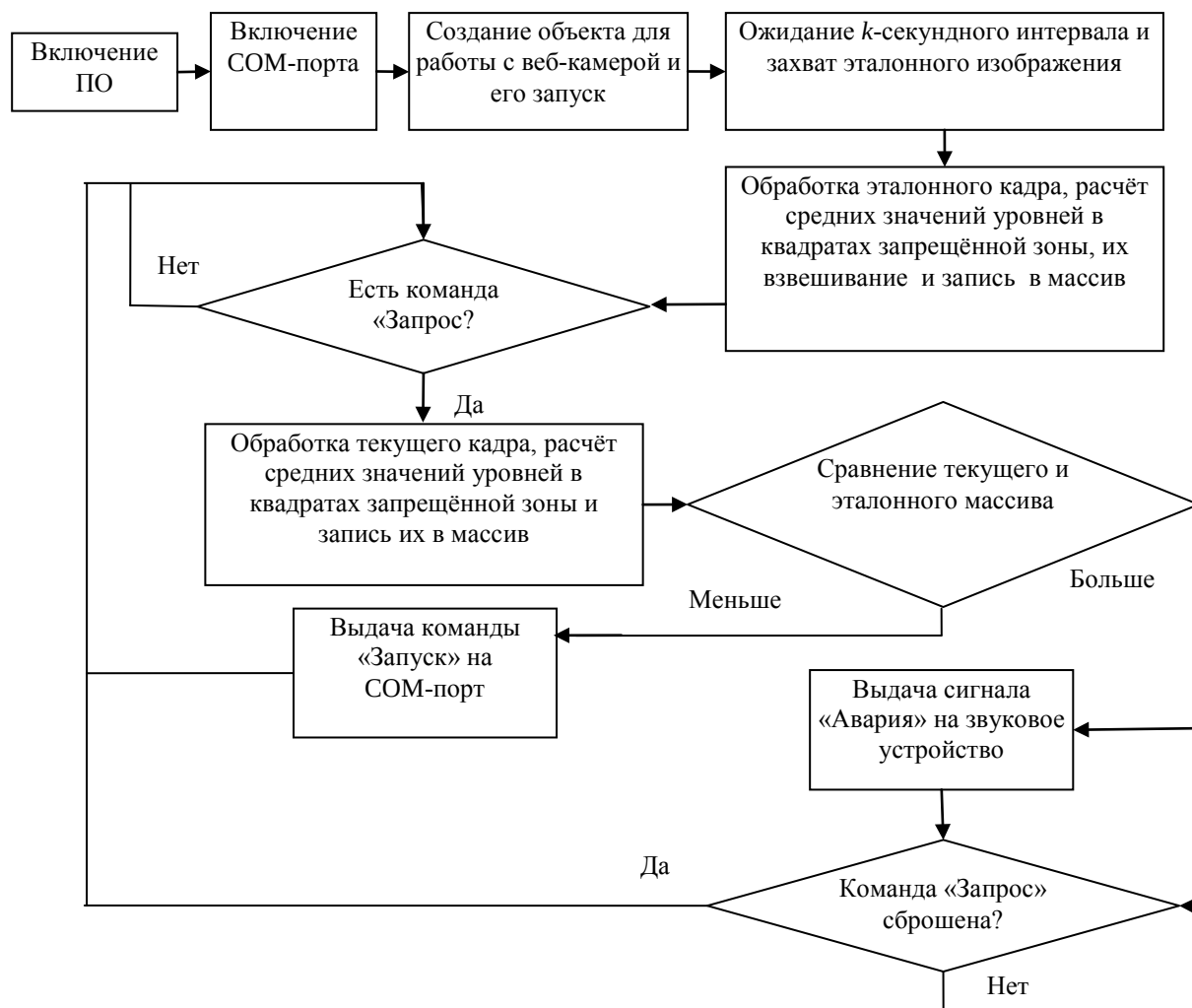


Рисунок 2 — Блок-схема алгоритма программы видеографического контроля (фрагмент)

Изображение в текущем кадре содержит два пальца. Кончик одного из пальцев обнаружен в контролируемой зоне (квадраты под номерами 6 и 7).

На эталонном изображении значения статистических параметров в квадратах 6 и 7 составляют соответственно 21 и 27, а на текущем — 23 и 51. В данном случае в квадрате 7 имеет место превышение результатом сравнения определенного порога, и по алгоритму программы формируется сигнал блокировки, тревоги или предупреждения.

Для промышленного применения в задачах охраны труда разработана видеосистема на базе микроконтроллера с RISC-микропроцессором (DS89C450) и его программное обеспечение с поддержкой работы нескольких микрокамер, дающих изображение сцены под разными ракурсами.

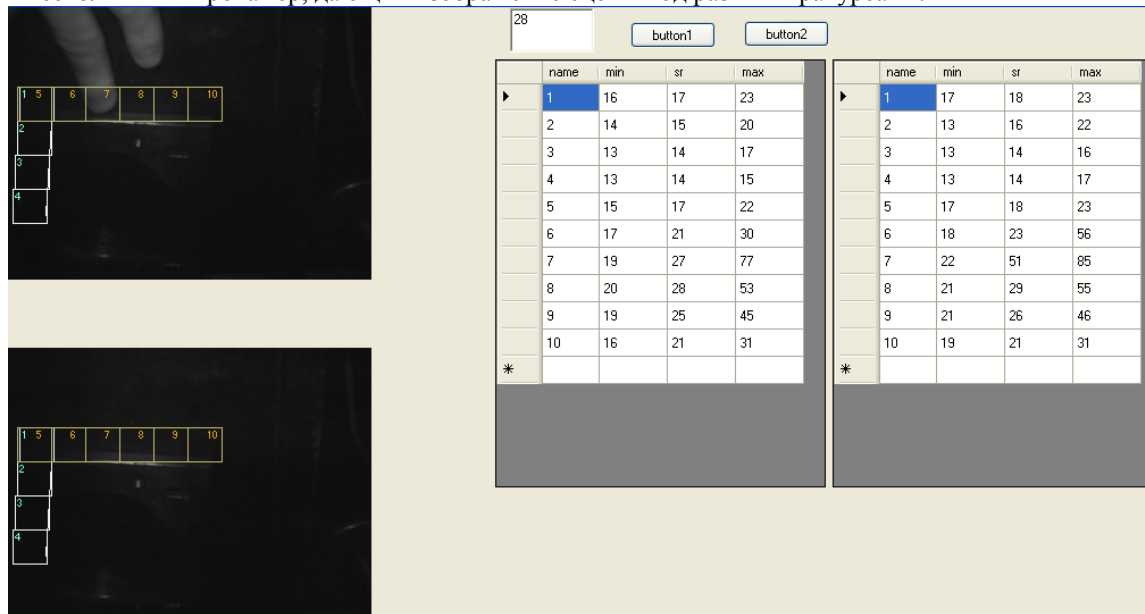


Рисунок 3 — Результаты пофрагментной обработки изображения

Проблемы развития технологии связаны с адаптацией к различным условиям освещения. В частности, — разработки алгоритма с адаптивным порогом принятия решения об обнаружении охраняемого объекта в зоне наблюдения.

Заключение

1. Представлены результаты решения практической проблемы автоматического обеспечения охраны труда, условия которой исключают использование систем ограничения доступа на основе световых барьеров. В лаборатории компьютерной графики ОИПИ НАН Беларуси проведены исследования возможности реализации решения с помощью видеографического контроля опасной зоны в ближнем спектре ИК-излучения. Создан макет видеосистемы, разработаны алгоритм и программа выделения пальцев и/или руки человека на фоне заготовок и деталей металлообрабатывающего оборудования – вырубного штампа.

2. Рассмотрены методологические аспекты процесса выявления, постановки и решения проблемы через формулировки ее в виде сети противоречий, разрешение этого “мульти-противоречия” на нескольких системных уровнях (многомерные иерархии типа «часть-целое», «от-через-к» и пр.)

Литература

1. Брашко, Н. Н. Разработка световых барьеров/завес для защиты работников от травматизма в полиграфической промышленности / Н. Н. Брашко [и др.] // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2009. — Вып. XVII. — С. 45–49.
2. Чутко, И. Красные самолёты // Мост через время: сб. — М.: Политиздат, 1989. — 333 с.
3. Альтшуллер, Г.С. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В. — / Г.С. Альтшуллер // — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v-3.asp> /. — Дата доступа: 09.01.2013
4. Khomenko N., Materials for seminars, “Jonathan Livingston Project” / N. Khomenko. — 1997-2001.
5. Основы инженерного творчества : учебное пособие для вузов / И. Н. Шило [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2008. — 247 с.
6. Патент США 7446316. Skin detection sensor, 04.11.2008 / G. A. Kilgore; P. R. Whillock.