

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСЕВДОРЕГУЛЯРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ

А.Л. Ненашев, А.Г. Якунин

Использование видеoinформации, в современном мире стремительно возрастает. Здесь и различные системы мониторинга, наблюдения, технического зрения, видеотелефонии, регистрирующие и передающие огромные объемы видеоданных, и различные автономные системы (роботы), принимающие решение на основе анализа контролируемой сцены изображения, и персонализированное телевизионное вещание, и полиграфия со значительно возросшим объемом иллюстраций в печатной продукции, и медицина, и Интернет, и многие другие направления. При этом наряду со значительным повышением уровня развития техники, весьма существенную роль играют методы обработки видеoinформации. Они обеспечивают улучшение изображений для их наилучшего визуального восприятия человеком, сжатие видеоданных для хранения и передачи по каналам связи, а также анализ, распознавание и интерпретацию зрительных образов для принятия решения и управления поведением автономных технических систем[1].

Большую роль в обработке видеoinформации играют методы цифровой обработки изображения что обусловлено, в первую очередь, необходимостью повышения качества изображений для улучшения его визуального восприятия человеком и обработки изображений для их более эффективного хранения, передачи и представления в автономных системах машинного зрения. Применяются цифровые фильтры и при решении различных производственных и технологических задач с помощью оптико-электронных методов и систем технического зрения, в основе которых лежат методы распознавания образов.

На данный момент существуют различные методы и алгоритмы такого распознавания. Все они имеют свои достоинства и недостатки. В частности, на ОАО «Русский хлеб» была опробована одна из таких систем на основе сеточного метода идентификации объектов [2]. Однако, как показала практика его практического применения, данный метод оказался не в полной мере инвариантен к динамике контролируемой сцены изображения. Кроме того, при необходимости иденти-

фикации объектов иной формы, а также уже идентифицируемых объектов, но в иных условиях освещения, может возникнуть потребность в существенной модернизации используемых алгоритмов, что приводит к большим затратам ресурсов на их поиски и реализацию. В этой связи появилась потребность в поиске более оптимального подхода к решению данной проблемы. В данной работе предлагается использовать для этого нейросетевые методы, хорошо зарекомендовавшие себя при их использовании в смежных областях применения. Архитектура и функционирование нейронных сетей (НС) имеют биологические прообразы. Веса в нейронной сети не вычисляются путём решения аналитических уравнений, а подстраиваются различными локальными методами (например разновидностями градиентного спуска) в процессе обучения. Обучаются нейронные сети на наборе обучающих примеров. В процессе обучения НС происходит автоматическое извлечение ключевых признаков, определение их важности и построение взаимосвязей между ними. Обученная НС может успешно применять опыт, полученный в процессе обучения, на неизвестные образы за счёт хороших обобщающих способностей.

Таким образом, применение нейронных сетей для задачи распознавания объектов является перспективным направлением, что и было показано, в частности, в работе [3].

Для того, чтобы нейросеть выполняла классификацию объектов, необходимо выявить ключевые признаки объектов, реализовав их в виде входного вектора. В [1] описано несколько способов описания сигнатур форм объектов. Самыми эффективными из них являются цепной код и одномерная функция угла наклона прямой от центра до границы формы. При этом использование второго варианта предпочтительнее, так как он более всего инвариантен к масштабированию, поворотам и параллельному переносу изображения. Также этот метод позволяет более точно определять мелкие детали границы формы, за счет чего сигнатура становится более информативной. Однако, его применение требует предварительно выделить на изображении все границы объектов.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСЕВДОРЕГУЛЯРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ

Слева сверху на рисунке размещено входное изображение, справа сверху – соответствующее ему выходное изображение, прошедшее все стадии предварительной обработки. Ниже слева отражена гистограмма яркости, показывающая количество пикселей на градации яркости от 0 до 256 во всем кадре исходного изображения. Для выявления контуров в соответствии с вышеописанным алгоритмом над входным изображением последовательно применялись такие операции, как эквализация, приведение гистограммы, гамма коррекция (для уменьшения степени засветки), повышения резкости и оконтуривание соответствующими медианными фильтрами, и инверсия. Для повышения скорости обработки, она велась не по всему кадру, а только в заданной прямоугольной

области, что наглядно видно из кадра с обработанным таким образом изображением на рисунке 1. Для того, чтобы выполнить такую процедуру, необходимо входное изображение отфильтровать, произвести его выравнивание по яркости, убрать тени, т.е. подготовить изображение для дальнейшей обработки. Для этого в алгоритме должна быть предусмотрена возможность проведения такой последовательности действий.

Для исследования эффективности работы модуля предобработки изображения была разработана методика проведения эксперимента и соответствующее ей оборудование и программное обеспечение. Главный экран программы, входящей в разработанный экспериментально – программный комплекс, показан на рис. 1.

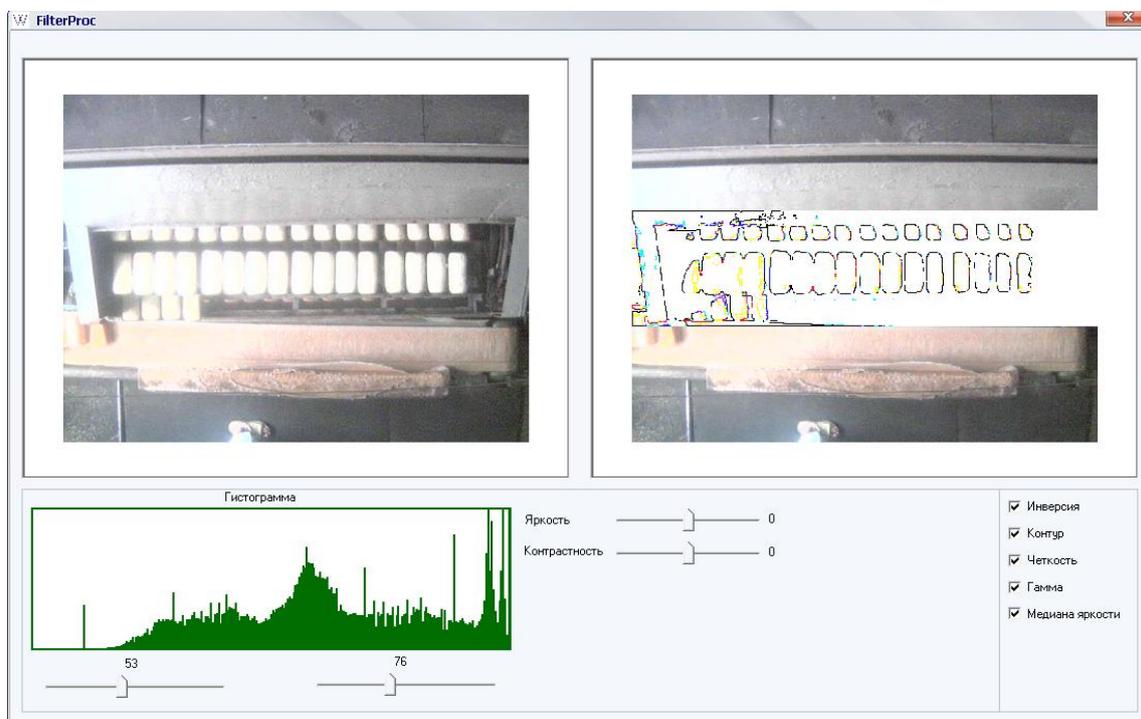


Рисунок 1 – Экспериментальная программа для работы с изображением

Как видно из этого рисунка, на выходном изображении при применении описанного алгоритма контуры прорисовываются нечетко и в некоторых местах не замыкаются. А в местах, где имеется засветка или, наоборот, падает тень, часть объектов просто исчезает, либо их форма существенно искажается. Это связано с тем, что разница между яркостями на границе в тени не достигает должного уровня, необходимого для того, чтобы контур четко выделялся. Для устранения данной проблемы необходимо находить четкие пе-

репады яркости и в тех местах, где имеется тень, либо засветка, и для этих участков изображения выравнивать освещенность. Для этой цели лучше всего применять градиентный метод, и перед ним – сглаживающие пространственные фильтры. Сглаживающий фильтр удаляет из изображения мелкие детали для исключения их влияния на результат обработки изображения. После того как мелкие детали изображения сглажены, можно использовать градиентный метод, кото-

рый более эффективно определяет границы объекта.

Модифицированный вариант ПО для проведения исследований влияния эффективности применения различных алгоритмов предварительной фильтрации показан на рисунке 2. Одной из дополнительных возможностей модифицированного ПО является

отображение графика среза изображения вдоль произвольно задаваемой оператором горизонтальной линии.

Данный график, описывающий зависимость яркости пикселей изображения от координаты по оси X, более подробно показан на рисунке 3.

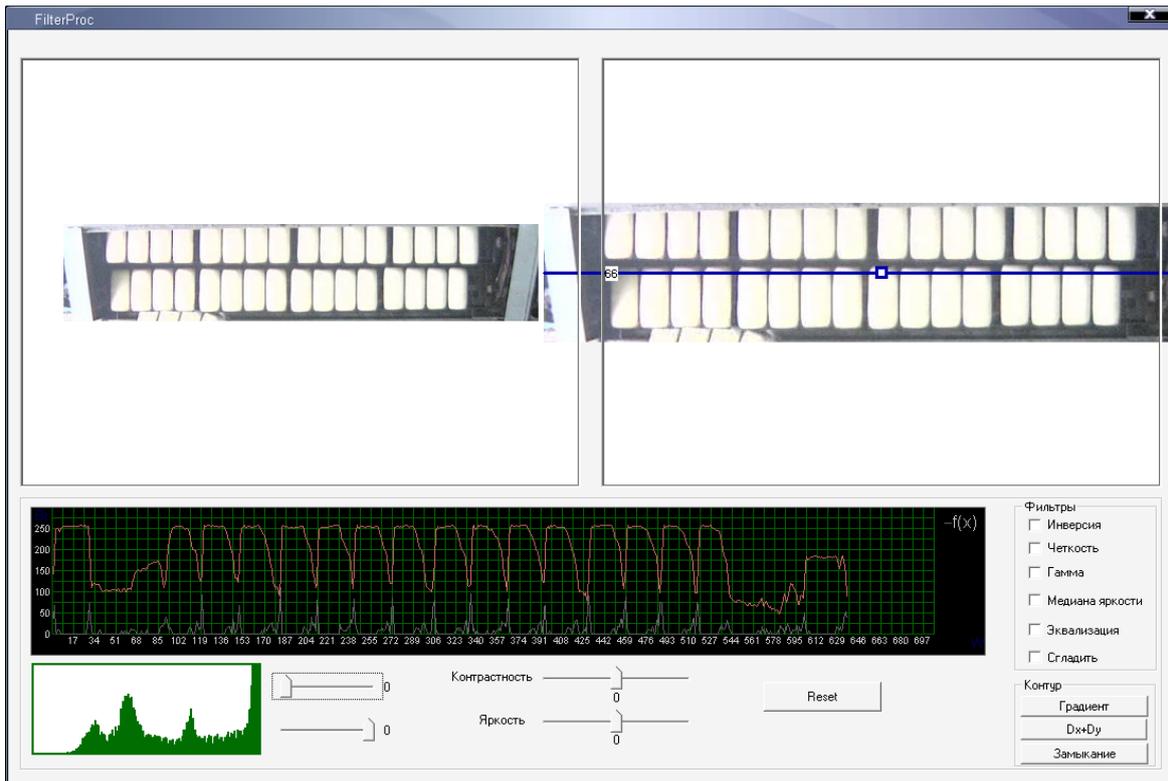


Рисунок 2 – Экспериментальная установка с дополнительными возможностями

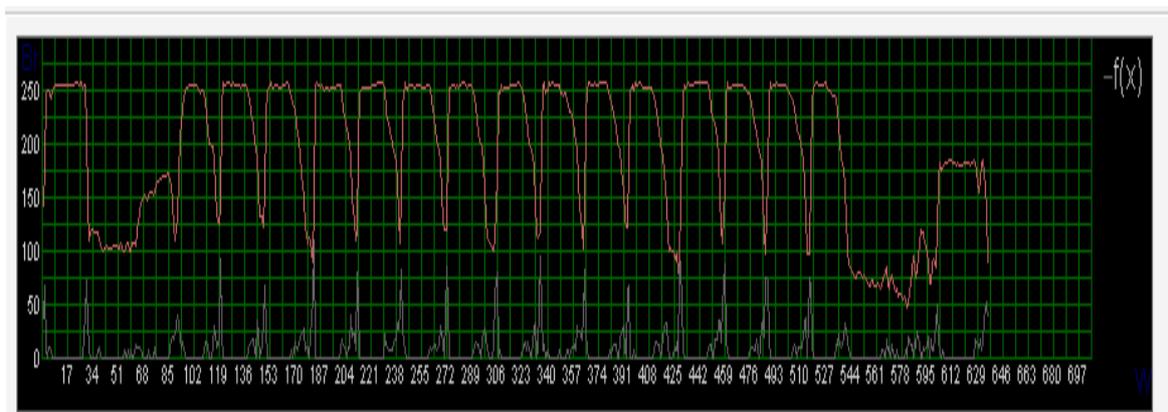


Рисунок 3 – График среза по горизонтали

На графике четко прослеживаются перепады яркостей на границах форм объектов. Как видно из изображения на рисунке 2 и графика на рисунке 3, перепад на границе 290

первого объекта менее значителен, чем на последующих объектах. Это связано с падением тени на объекты на этом участке изображения. Для того, чтобы выделить границу *ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1-2 2009*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСЕВДОРЕГУЛЯРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ

объекта при незначительных перепадах яркости, необходимо воспользоваться предложенным выше градиентным методом.

Суть градиентного метода состоит в получении производной в 2D проекции, являющейся суммой производных цифрового изображения по X и по Y. По определению, градиент изображения $f(x,y)$ в точке (x,y) – это вектор, который можно записать в виде

$$f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Важную роль при обнаружении границ объектов играет модуль этого вектора, который находится по формуле.

$$f = |f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}. \quad (2)$$

Эта величина равна модулю значения максимальной скорости изменения функции f в точке (x,y) . Для упрощения и ускорения вычислений (что актуально при обработке изображения в реальном масштабе времени) для определения границ объектов можно использовать вариант для выделения «хребтов» рельефа яркости изображения, при котором информация о перепадах яркости не теряется, когда вместо (2) применяется норма в виде суммы модулей компонентов вектора (1):

$$f \approx |G_x| + |G_y|. \quad (3)$$

На рисунке 4 представлены результаты поиска границ с помощью предложенного модифицированного градиентного метода с использованием фильтров предобработки и сглаживающих пространственных фильтров.

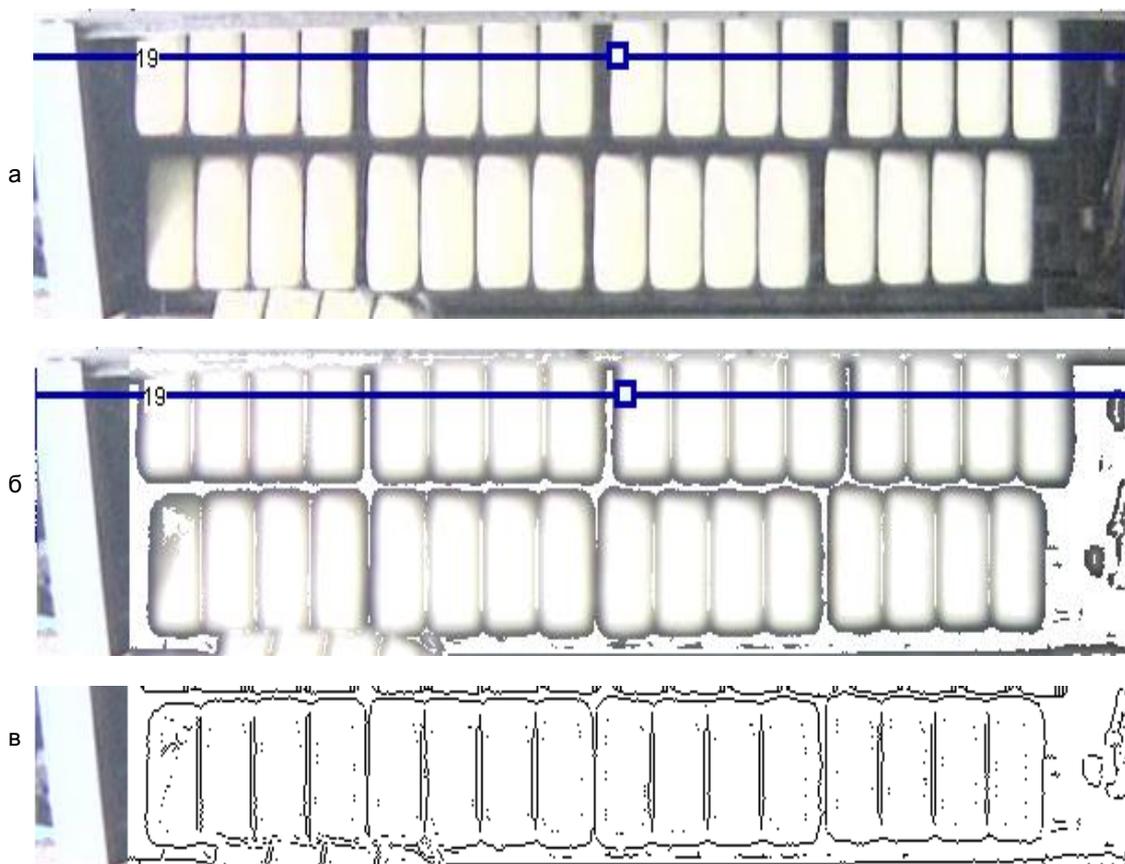


Рисунок 4 а) Исходное изображение; б) Результат работы фильтров предобработки и сглаживающих пространственных с последующим градиентным методом обнаружения границ объектов по формуле (3); в) Результат работы метода локальных экстремумов

На рисунке 4а показано исходное изображение, на рисунке 4б – результат его преобразования в соответствии с (3), а на

рисунке 4в – после выполнения операции выделения контура.

Для выделения контура в виде линии шириной в 1 пиксель удобно использовать

метод локальных экстремумов. Суть этого метода заключается в том, что линия Контра всегда должна проходить по вершине «хребта» полученного рельефа изображения, которому как раз и соответствует локальный экстремум функции (3) в некоторой ограниченной области. Из рисунка 4в не трудно заметить, контуры объектов в данном случае определяются гораздо вернее, чем при применении классического алгоритма (рисунок 1). Тем не менее, в контурах объектов здесь также имеются артефакты, но уже не в виде искажения формы, а в виде разрывов и появления дополнительных линий. Однако, данные дефекты, с одной стороны, легко устраняются методами замыкания и конкуррирования каждого объекта, а, с другой стороны, их наличие не оказывает существенного снижения идентификации объектов нейросетевыми методами.

ВЫВОДЫ

Предложенный градиентный метод с использованием фильтров, перечисленных выше, показывает хорошие результаты. При этом он позволяет варьировать значе-

ние перепада яркости и тем самым обнаруживать сильно затемненные объекты. На данном этапе решается вопрос оптимизации предложенного метода и используемых фильтров для более качественного изображения, разработка метода замыкания объектов и представление сигнатуры объекта в качестве входного вектора нейронной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений // Р. Гонсалес, Р. Вудт: Перевод с английского под ред. П.А. Чочиа. «Техносфера», 2005. – 1072 с.
2. Жихарев, И. М. Особенности обработки сцены изображения в системе технического зрения контроля и подсчета изделий на конвейерах жарочных печей. / И.М. Жихарев, О.И. Хомутов, А.Г. Якунин / Материалы международной научной конференции «Информационные технологии в современном мире», ч. 4. – Таганрог: Изд-во «Антон», ТРТУ, 2006. – С. 27-29.
3. Брилюк, Д. Распознавание человека по изображению лица и нейросетевые методы / Д. Брилюк, В. Старовойтов. – М.: Минск, 2001.