



Вычислительные машины и программное обеспечение

УДК 004.896

М.М. Шилов, О.С. Воробьёва, Т.К. Кракау

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И СРЕДСТВ НЕЧЁТКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ

Применение систем технического зрения (СТЗ) позволяет выполнять обнаружение и распознавание объектов окружающей среды, производить анализ ряда их характеристик. Поэтому включение СТЗ в состав робототехнических систем стало признанной тенденцией их развития.

СТЗ в составе робототехнической системы могут быть использованы для решения следующих задач:

- обнаружение объектов;
- определение формы объектов;
- распознавание и классификация объектов;
- выделение изображений;
- распознавание и классификация изображений.

Указанные задачи в той или иной степени могут быть решены с использованием одной СТЗ или совокупности СТЗ, в т. ч., основанных на различных физических принципах. Для решения задачи планирования траектории движения наиболее часто применяются СТЗ, построенные по принципу восприятия отражённого от объектов сигнала (инфракрасного или ультразвукового спектра), т. е., СТЗ радарного типа, сканирующие окружающее пространство. Для распознавания изображений необходимы СТЗ, позволяющие получить растровое представление сцены.

Применение таких СТЗ как видеокамеры, при соответствующей обработке данных позволяет решить как задачу планирования траектории, так и задачу распознавания, однако обработка растровых изображений требует больших вычислительных ресурсов и применения мощных вычислителей или специализированных сигнальных процессоров. Одной из основных проблем обработки и анализа изображений является неопреде-

лённость и неоднозначность их характеристик в связи с непостоянством освещённости, изменением цветовых характеристик и расположения объектов на фоне; кроме того, в ряде случаев применение аналитических методов обработки изображений во встраиваемых системах затруднено или невозможно по причине сложности используемого математического аппарата и, следовательно, ресурсоёмкости этих методов, из-за чего представляет интерес применение в таких задачах методов и средств интеллектуальной обработки данных (в частности, аппарата нечётких вычислений), эффективно решающих эти задачи при существенных ограничениях на вычислительные ресурсы. Отметим, что методы нечёткой обработки позволяют оперировать такими естественными параметрами описания изображений, как яркость, однородность, близость участков и др., а также обладают простотой модификации, предсказуемостью и объяснимостью поведения.

Обобщенная структура использования средств нечётких вычислений в задачах обработки изображения показана на рис. 1.

Существующие СТЗ коммерческого назначения и средства их разработки являются закрытыми и непригодными для исследований принципов построения СТЗ, создания новых методов и алгоритмов их функционирования. Таким образом, актуальна задача разработки открытых средств проектирования встраиваемых СТЗ, позволяющих выполнять научные исследования и проводить подготовку специалистов в области автоматики и вычислительной техники.

В лаборатории встраиваемых интеллектуальных систем управления (ВИСУ) кафедры

автоматики и вычислительной техники СПбГПУ разработан комплекс средств автоматизации проектирования (САПР) алгоритмического обеспечения СТЗ различных принципов действия.

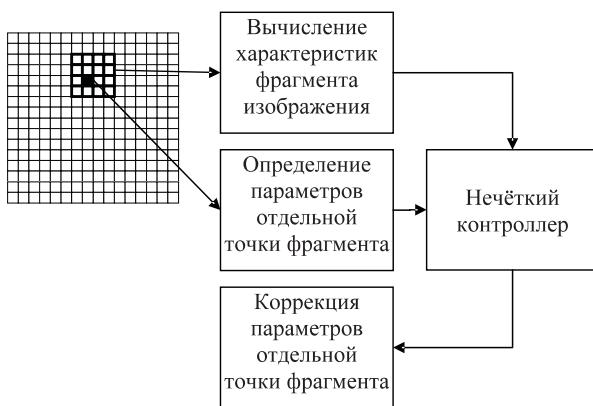


Рис. 1. Пример схемы включения нечёткого контроллера в систему обработки изображений

Как правило, обработка визуальных изображений включает три основных этапа: препроцессинг, сегментирование и распознавание.

На этапе препроцессинга производится улучшение качества обрабатываемого изображения (путём удаления шума, увеличения контрастности), что позволяет упростить его дальнейшую обработку.

Аддитивный шум характеризуется искажением яркости исходного изображения добавлением к значениям яркости некоторых точек случайных значений. Возможным способом подавления такого шума является усреднение значения яркости точек по их некоторой совокупности. Для всех точек окна заданных размеров, окружающего обрабатываемую точку, рассчитываются среднее арифметическое и дисперсия яркости. Разность значений яркости обрабатываемой точки и средней яркости для окна, а также дисперсия яркости подаются на вход нечёткой системы. Нечёткий контроллер рассчитывает величину приращения яркости точки, знак приращения определяется знаком разности яркости.

Импульсный шум характеризуется искажением значения яркости исходного изображения заменой значений яркости отдельных точек случайным значением. Для удаления импульсного шума используется средняя величина яркости в окне, окружающем обрабатываемую точку, и величина дисперсии яркости. Нечёткий контроллер определяет принадлежность точки к множествам «шум» и «сигнал», в зависимости от близости к которым

яркость точки остаётся неизменной, либо заменяется усреднённым значением.

Повышение контрастности изображения способствует снижению затрат на его сегментацию. Для каждой точки оценивается степень принадлежности её яркости множествам «светлый» и «темный». Для светлых точек выполняется операция увеличения яркости, для темных – уменьшения.

На этапе сегментирования выполняется разбиение изображения на различающиеся (по некоторому признаку) области, соответствующие объектам или их частям; границы областей соответствуют границам объектов.

Большинство методов выделения краёв объектов основаны на анализе разности значений яркости соседних точек, в связи с чем на результат их работы существенное влияние оказывает шум, присутствующий на изображении, поэтому для применения этих методов, как правило, необходим препроцессинг.

В простейшем случае для выявления края объекта производится анализ разности значений яркости каждой точки и соседних с ней (например, нижней и правой точек по отношению к рассматриваемой). Нечёткий контроллер принимает решение о принадлежности точки множеству «край» или «не край». В случае, когда на изображении присутствует аддитивный или импульсный шум, на изображении в дополнение к корректно выявленным краям появляется множество точек, неверно отнесённых к краевой линии изображения.

Для уменьшения возможного влияния шума на выделение краев объектов проводится оценка неоднородности изображения:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^h \frac{|C_{ij} - C_{i+1,j}| + |C_{ij} - C_{i,j+1}|}{2}}{(w-1)(h-1)},$$

где w и h – габаритные размеры изображения; C_{ij} – яркость пикселя (i, j) .

На вход нечёткого контроллера подаётся вычисленная величина Δ , выходом является пороговое значение. Затем по вышеуказанному принципу производится вычисление разности значений яркости анализируемой точки и соседних с ней. В случае если эта разность превышает пороговое значение, точку относят к краевой линии объекта.

Данный метод позволяет уменьшить влияние шума, однако полученная краевая линия может иметь разрывы и нуждаться в восстановлении.



Рис. 2. Структурная схема комплекса САПР СТЗ оптического диапазона

На этапе распознавания выполняется оценка признаков выделенных объектов и отнесение каждого объекта к одному из известных классов (в ряде случаев с попутным формированием самих классов).

Широко известен метод распознавания объектов на основе локальных признаков контура путём анализа краевой линии объекта. Принцип распознавания заключается в вычислении количества углов и доли прямых и кривых линий участков контурной линии объекта. Вычисляется также отношение площади объекта к площади описывающего его прямоугольника. Полученные значения подаются на вход нечёткой системы. Число выходов нечёткой системы соответствует числу распознаваемых объектов. Выход с максимальным значением указывает на наиболее вероятный класс принадлежности. Недостатком является чувствительность метода к гладкости контурной линии объекта.

Структурная схема САПР СТЗ с обработкой сигнала оптического диапазона показана на рис. 2. Аппаратное обеспечение системы состоит из управляющего микроконтроллера, цифровой видеокамеры и инструментальной ЭВМ. Видеокамера имеет аналоговый выход, позволяющий подключать её к плате видеозахвата инструментальной ЭВМ, а также цифровую шину, обеспечивающую взаимодействие с микроконтроллером. Таким образом достигается возможность разработки, испытаний и сравнительного анализа

характеристик алгоритмов, реализованных на инструментальной ЭВМ и на встраиваемой микроконтроллерной системе.

В качестве устройства получения видеоизображения используется цифровая видеокамера C3088 Color Camera Module. Настройка и программирование камеры производится с микроконтроллера посредством стандартного интерфейса I2C.

Для микроконтроллера разработаны библиотеки программ управления видеокамерой и захвата видеокадра. Программное обеспечение верхнего уровня микроконтроллера реализует алгоритмы препроцессинга, сегментации и распознавания обрабатываемого изображения и передаёт результаты на инструментальную ЭВМ; для отображения результатов используется программа авторской разработки MK-Vision (рис. 3).

Структурная схема САПР СТЗ с обработкой сигналов инфракрасного диапазона (ИК-СТЗ) показана на рис. 4. Система состоит из двух модулей СТЗ, каждый из которых фиксирует часть сцены. Каждый модуль состоит из управляющего микроконтроллера, ИК-узла и сервопривода. По команде с микроконтроллера сервопривод устанавливается в определённое положение, позволяющее выполнить обзор заданного сектора сцены, после чего излучатель ИК-узла генерирует пачку импульсов заданной мощности, обеспечивая сканирование пространства на заданную глубину. Факт приёма отражённых импульсов ИК приёмником означает

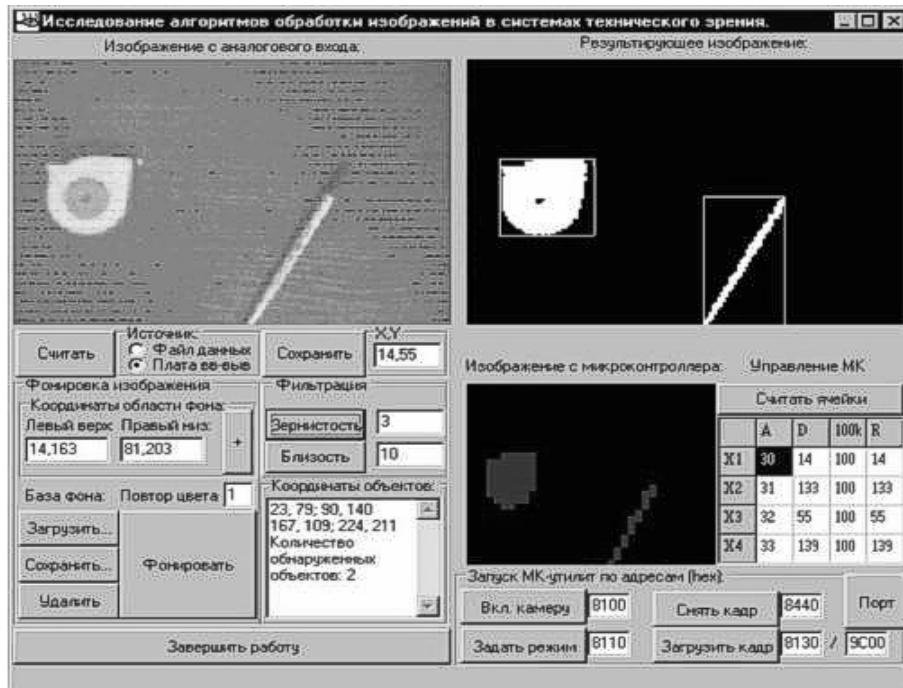


Рис. 3. Окно программы MK-Vision

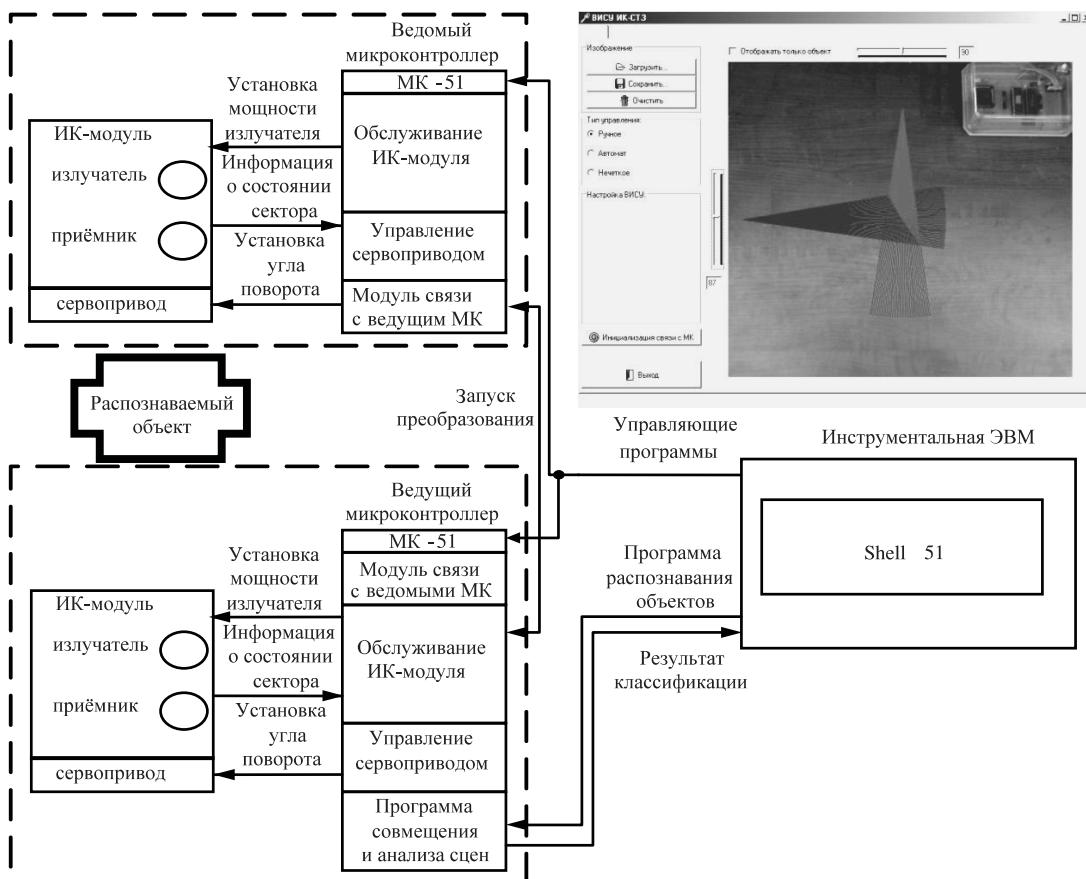


Рис. 4. Структурная схема комплекса ИК СТЗ



наличие объекта на зависящем от мощности излучателя расстоянии. Ведущий микроконтроллер по окончании сканирования всех участков сцен (выполненных всеми микроконтроллерами) осуществляет композицию образцов, формируя тем самым общее изображение объекта.

В памяти ведущего МК находится подсистема распознавания объектов. Результат распознавания либо сообщение о несовпадении передаётся в систему верхнего уровня иерархии (инструментальную ЭВМ). Для отображения результатов работы микроконтроллерной системы используется программа авторской разработки IrVision.

В обеих подсистемах САПР в качестве управляющего микроконтроллера применяется микроконтроллер МК C515 фирмы Infineon, обладающий архитектурой семейства MCS 51 и снабжённый обширным набором периферийных устройств.

По мнению авторов, описанный комплекс может быть применён как для исследования интеллектуальных алгоритмов обработки сложных категорий изображений, так и в учебном процессе при подготовке специалистов в области встраиваемых интеллектуальных систем управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Proceedings Embedded World 2004 Conference / Published by C. Grote, R. Ester. Germany: Design&Electronics, 2004. 825 p.
2. **Рассел С., Норвиг П.** Искусственный интеллект: Современный подход / 2-е изд. Пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. 1408 с.
3. **Джонс М.Т.** Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. А.И. Осипова. М.: ДМК Пресс, 2006. 312 с.
4. **Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркульева Г.В. и др.** Обработка нечёткой информации в системах принятия решений. М.: Радио и связь, 1989. 304 с.
5. **Форсайт Дэвид А., Понс Ж.** Компьютерное зрение. Современный подход / Пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. 928 с.
6. **Васильев А.Е.** Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 304 с.

УДК 004.451.2

A.C. Шульмин

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ СКРЫТЫХ ПРОЦЕССОВ

В настоящее время является актуальной разработка формализованного описания процесса в операционной системе (ОС): его структуры и алгоритмической модели, исследование сцепленности процессов в ОС и разработка способа обнаружения скрытых процессов в ОС.

В статье описан процесс в ОС с позиций общей теории процессов, выделены параметры, на которых развиваются процессы, атрибуты, используемые при генерации нового состояния процесса. Исследован процесс вызова системного сервиса режима ядра из процесса режима ядра, выделены параметры, по которым происходит сцепление процесса, вызвавшего сервис, с процессом ядра

ОС, показано, что сцепление произошло по параметру, хранящему стек адресов возврата, и предложен способ обнаружения скрытых процессов в ОС, основанный на анализе этого параметра при каждом вызове системного сервиса.

Используется понятийная база общей теории процессов (ОТП), предложенная в работе [5]. Для удобства читателя основные понятия ОТП, сведены в таблицу.

Рассмотрим один из основных компонентов ОС – процесс. Как указано в [9], в общем случае процесс в системе состоит из следующих компонентов:

исполняемый образ машинного кода данной программы;