

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

## Системы машинного зрения НТЦ "Модуль"

ОЛЕГ АКСЕНОВ

**В** НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ НАБЛЮДАЕТСЯ растущий интерес к системам машинного зрения (СМЗ). Это в значительной мере объясняется тем, что прогресс цифровой техники привел к доступности систем машинного зрения,

**ТЕХНОЛОГИИ** способных решать актуальные задачи, возникающие в различных отраслях промышленности, в области безопасности и т. д. Тем не менее, судя по печати, спрос на СМЗ сегодня не удовлетворяется. Сказывается их существенная ресурсоемкость, приводящая к тому, что использование распространенных аппаратных средств, таких, как ПК, зачастую не позволяет обеспечить требуемые потребительские свойства, например, в части точности работы, габаритов и мобильности, а проектирование специализированных аппаратных средств — дело достаточно трудоемкое и дорогостоящее.



Ниже рассматривается один из возможных подходов к созданию СМЗ. Он предложен НТЦ "Модуль" ([www.module.ru](http://www.module.ru)) и во многом определен направлениями деятельности этого центра, к которым относятся:

- проектирование интегральных схем, таких, как процессор J1879BM1 (NM6403) для ЦОС, СБИС 1879BM3 для аналоговой и цифровой обработки сигналов;
- изготовление аппаратуры, в том числе встраиваемых и бортовых вычислителей, модулей обработки сигналов, включая и многопроцессорные (рис. 1);
- создание ПО для разрабатываемой аппаратуры и решения конкретных прикладных задач.

Следует отметить, что задача эффективного распознавания изображений ставилась (и была решена) еще при разработке J1879BM1. Таким образом, наличие высокопроизводительных вычислительных средств, обеспечивающих решение конкретных прикладных задач, позволило достичь определенных успехов в такой ресурсоемкой области цифровой обработки сигналов, как машинное зрение, в том числе при создании систем, способных работать с изображениями естественных сцен в реальном масштабе времени. Последнее подразумевает, что обработка изображений проводится в темпе их поступления, например, от телевизионной камеры. Именно об этой разновидности систем машинного зрения и пойдет речь в дальнейшем.

Задача обработки изображения, как правило, сводится к обнаружению объектов на нем, а зачастую и к распознава-

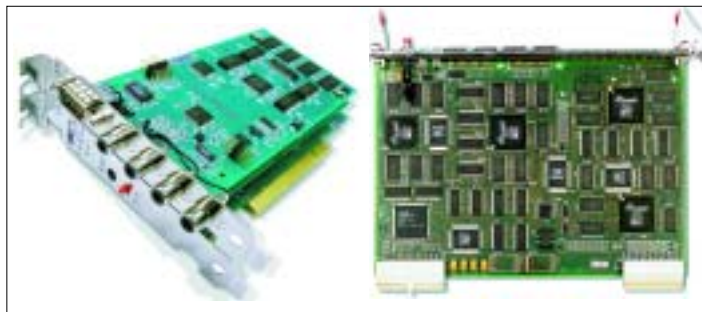


Рис. 1. Устройства цифровой обработки сигналов: слева — устройство видеообработки BM1; справа — CompactPCI-модуль цифровой обработки сигналов MC4.04

нию их класса. Можно предложить следующую классификацию таких систем (в порядке возрастания сложности):

- неподвижная камера, подвижный объект;
- подвижная камера, подвижный объект;
- неподвижная камера, неподвижный объект;
- подвижная камера, неподвижный объект.

В двух первых случаях обнаружение возможно по факту движения, в двух последних — в зависимости от конкретной постановки (в порядке возрастания сложности):

- по отличию объекта от фона по яркости;
  - на базе исследования текстуры;
  - на основании анализа формы объекта.
- Для СМЗ, работающих в видимом диапазоне спектра, наиболее перспективным, очевидно, является использование анализа формы объекта.

Распознавание изображений в реальном времени сопряжено с необходимостью преодоления ряда трудностей, это, в частности:

- сложный характер изображения, получаемого в естественных условиях;
- неопределенность условий наблюдения, в том числе масштаба, ракурса;
- низкое качество исходных изображений, например, по пространственному разрешению, контрастности.

Решение указанных проблем должно базироваться на знаниях конкретной предметной области, специфики получения изображений и использования их результатов. Не меньшую роль играет эффективность аппаратно-программной реализации обработки изображений. Практика показала, что получение положительных результатов достигается в следующих случаях:

- при использовании алгоритмов адаптации и обучения для обеспечения работы в меняющихся и трудноформализуемых условиях, а также при низком качестве исходных изображений;
- при выборе схемы обработки информации, обеспечивающей последовательное снижение размерности информации, и в конечном итоге при переходе от изображения к его инвариантному (условиям наблюдения) описанию для преодоления ограничений, связанных с реализацией систем реального времени на относительно небольших аппаратных средствах;
- при применении специально разработанного парка универсальных аппаратных средств, позволяющих собрать вычислительную систему, в том числе и многопроцессорную, из готовых компонентов для сокращения сроков создания СМЗ;

термином здесь понимаются действия, оперирующие со всеми элементами (точками) изображения и, следовательно, многократно повторяющиеся. Противоположный смысл заложен в понятие "единичные операции". Они предполагают действие с компонентами, число которых не превышает нескольких десятков. В рассматриваемом случае это, например, операции над обнаруженными объектами.

Указанная выше концепция снижения размерности обрабатываемых данных предполагает, что на первых этапах обработки используются массовые операции, а на заключительных — единичные. Отсюда следует, что к эффективности программной реализации массовых операций предъявляются гораздо более высокие требования, чем в случае с единичными операциями. Другими словами, для сокращения времени разработки программ допустимо кодирование единичных операций на языках высокого уровня, например Си. Однако при выполнении массовых операций целесообразно использовать ассемблер, а применительно к процессору J1879BM1 (NM6403) его векторную часть, что, конечно, усложняет разработку.

Для иллюстрации последнего тезиса на рис. 2 показано, как распределено время процессора между операциями при об-

счете отдельного кадра из входного пото-

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА С. 43 ▶

## Системы...

◀ ПРОДОЛЖЕНИЕ СО С. 41

ка. Тут кроме таких традиционных для подобных систем операций, как сегментация, сопровождение и распознавание, присутствуют также адаптация к освещенности отдельных элементов наблюдаемой сцены, межпроцессорный обмен, инвариантное к масштабу и ракурсу объекта формирование его образа, межкадровое накопление результатов обнаружения и распознавания для повышения точности этих операций. В данном случае адаптация, снижение размерности и сегментация — массовые операции, остальные можно отнести к единичным.

Таким образом, наиболее трудоемкие в плане разработки части программ целесообразно строить на базе относительно универсального ПО, реализующего массовые операции. В то время как уникальные особенности систем обработки изображений можно придавать, создавая специальные программы для единичных операций.



Рис. 3. Результаты обнаружения объектов

Предлагаемый комплексный подход к построению систем машинного зрения охватывает этапы, начинающиеся с разработки специализированных интегральных микросхем и заканчивающиеся тестированием готовых СМЗ. Этот подход предполагает, в частности:

- накопление и использование тщательно оптимизированных по времени выполнения программ, реализующих массовые операции;
- использование языков высокого уровня для написания программ, реализующих единичные операции;
- применение многопроцессорной поддержки вычислений, в том числе с возможностью программного деления разрядной сетки процессоров;

• моделирование систем обработки на базе инструментальных модулей, позволяющих собирать многопроцессорные структуры из готовых компонентов.

НТЦ “Модуль” постоянно расширяет библиотеки программ, реализующих массовые операции и номенклатуру инструментальных модулей, в том числе и на базе процессора J1879VM1 (NM6403).

Иллюстрацией работоспособности предлагаемого подхода может служить одна из созданных в НТЦ “Модуль” систем машинного зрения. Эта СМЗ предназначена для обнаружения, сопровождения и распознавания класса объектов по изображению, формируемому телевизионной камерой, просматривающей земную поверхность под собой. Камера может двигаться или оставаться неподвижной. Обнаруживаемые объекты также могут быть статичными или подвижными. Обнаружение основано на анализе формы объектов и предполагает предварительное обуче-

ние системы на примерах (изображениях). Аппаратная реализация системы представляет собой устройство видеообработки VM1 на базе четырех процессоров J1879VM1 (NM6403). Формат входного кадра 384x288 при 256 градациях серого. Темп обработки — 25 кадр./с. Представленные на рис. 3 изображения иллюстрируют возможности системы (обнаруженные объекты выделены окружностями, цвет которых говорит о классе объектов).

В заключение представляется уместным напомнить тезис о том, что не следует ожидать “открытия какого-либо универсального и всюду применимого алгоритма выделения объекта”, однако в конкретных случаях могут быть успешно применены относительно простые способы (Март Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов. М.: Радио и связь, 1987).

С автором статьи, старшим научным сотрудником НТЦ “Модуль”, можно связаться по e-mail: [aks@module.ru](mailto:aks@module.ru).

шие функции дискретного ввода-вывода, аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, фильтрации и другие функции сопряжения с датчиками и исполнительными механизмами.

Компьютеры АРМ, серверы и контроллеры объединены дублированной сетью Ethernet. Скорость передачи данных в системе — 10/100 Мбит/с.

Компания “РТСофт” ([www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)) завершила работы по автоматизации энергоблока Кармановской ГРЭС. Уфимский филиал “РТСофт” разработал и в феврале внедрил ПТК для информационно-измерительной системы (ИИС) энергоблока № 2 Кармановской ГРЭС ОАО “Башкирэнерго”.

Объектами автоматизации стали паровой котел ПК-41 960/255, паровая турбина К-300-240 ЛМЗ конденсационного типа, генератор переменного тока ТВВ-320-2 ЛЭО “Электросила” и вспомогательное оборудование.

Модернизация верхнего уровня действующей системы автоматизации энергоблока № 2 позволяет осуществлять сбор, обработку, регистрацию и архивирование информации о технологических параметрах и состоянии оборудования блока; регистрацию аварийных ситуаций; отображение технологической информации в удобном для оперативного и обслуживающего персонала блока виде; предоставление технологической информации по общестанционной сети другим подразделениям Кармановской ГРЭС.

ПТК заменил устаревшую систему ТВСО на базе СМ ЭВМ, которая вырабатывала свой ресурс.

В состав ПТК входят промышленный контроллер “АНКОР” производства “РТСофт”, соответствующий требованиям МЭК 61131 и имеющий в своем составе модули ввода-вывода с цифровым сигнальным процессором (DSP) и станции отображения блочного щита управления. Поставка и внедрение ПТК — задачи второго этапа модернизации АСУ ТП Кармановской ГРЭС (модернизация ИИС энергоблока № 1 производилась в 1998 г.).

ПТК разработан при активном участии специалистов цеха ТАИ Кармановской ГРЭС.

1 марта в г. Сосногорске (Ленинградская обл.) сдана в промышленную эксплуатацию АСУ ТП линии по производству технологического углерода, состоящая из восьми печей. Проект был реализован Департаментом комплексных решений компании ИКОС для ОАО “Сосногорск-

кий газоперерабатывающий завод”. Система, построенная на контроллерах серии I-8000, позволяет на 15% снизить потребление природного газа и существенно повысить качество выпускаемой продукции. Внедренный проект предусматривает горячее резервирование компонентов, что гарантирует высокую степень защищенности всей системы и непрерывность производственного процесса.

В планах совместной деятельности завода и компании ИКОС — реализация общезаводской системы учета электропотребления.

### ОБОРУДОВАНИЕ

Фирма “Родник Софт” ([www.rodnik.ru](http://www.rodnik.ru)) начала поставки нового семейства систем, выпускаемых американской компанией Diversified Technology (DTI) — производителем оборудования для промышленных и телекоммуникационных приложений.

Семейство PlexSys предназначено для построения законченных компьютерных систем, совместимых со спецификацией PICMG 2.16 (или, как ее часто называют, CPSPB), базирующейся на стандарте CompactPCI. В семейство входят шасси с источниками питания и кросс-платами, активные модули (одноплатные компьютеры), модуль ввода-вывода (устанавливаемый с задней стороны шасси) и коммутатор локальной сети Ethernet.

Активные модули семейства выпускаются в виде шести моделей, выполненных на базе процессоров Pentium-M, Pentium IV-M, Pentium III-M и Pentium III, и различаются между собой объемом поддерживаемой оперативной памяти, набором интегрированных контроллеров, а также наличием или отсутствием моста PCI-to-PCI.

Семейство PlexSys имеет три варианта шасси (конструктивов) форм-фактора 6U, в которых используются объединительные платы CPSPB.

Наиболее простая модель имеет восемь слотов, один из которых является инфраструктурным (остальные — узловые), дублированный источник питания с возможностью “горячей” замены отдельных узлов и восемь слотов с обратной стороны для использования модулей с установкой сзади.

Наибольшие возможности конфигурирования системы предоставляет третья модель: два инфраструктурных и 18 узловых слотов, два контроллера управления функционированием системы, зарезервированные вентиляторы системы охлаждения и зарезервированный источник питания с функцией выравнивания нагрузок. Данное шасси

характеризуется степенью готовности “пять девяток”.

Коммутатор Ethernet устанавливается в инфраструктурный слот и обслуживает два канала 100/1000 Мбит/с и 22 канала 10/100 Мбит/с.

### ИЗМЕРЕНИЯ

Компания Keithley Instruments ([www.keithley.com](http://www.keithley.com)) получила сертификаты Госстандарта на производимые ею прецизионные измерительные приборы. Сертификаты получены на цифровые мультиметры модели 2000, 2010, 2001, 2002, 2700, 2701, 2750, нановольтметр мо-

дели 2182 и на источник/измеритель сигналов модели 2400.

Все указанные мультиметры представляют собой 6,5- и 8,5-разрядные цифровые приборы с широкими измерительными диапазонами и высокой стабильностью на больших отрезках времени. Погрешность в течение 90 суток не превышает 0,002% — при измерении напряжения и 0,008% при измерении сопротивления.

Подробные описания приборов и руководство пользователя на русском языке можно найти на сайте: [www.nnz-ipc.ru/](http://www.nnz-ipc.ru/).  
А. Т.