

Андрей Головастов

Машинное зрение и цифровая обработка изображений

Компьютерная обработка визуальной информации получила в настоящее время новый импульс развития и широкое распространение в различных отраслях. Данная статья имеет целью привлечь внимание читателей к основным положениям и стандартам цифровой обработки изображений, представить используемое при этом аппаратное и программное обеспечение. Значительное место в статье отведено обзору плат видеозахвата компании ADLINK, в которых наиболее полно отразились современные тенденции, передовые технологии и результаты научных исследований по рассматриваемой тематике.

Высоко сижу, далеко гляжу!..

*Русская народная сказка
«Маша и медведь»*

ВСТУПЛЕНИЕ

Сегодня высокий уровень автоматизации различных сфер человеческой деятельности требует от компьютерных систем не только быстро и точно выполнять вычисления, но также эффективно распознавать визуальную информацию и на основе её анализа решать сложные задачи управления и контроля.

Такие системы принято называть **системами машинного зрения**. В общем виде они представляют собой взаимосвязанную технологическую последо-

вательность, включающую следующие звенья (рис. 1):

- получение изображения от видеокамеры;
- обработку (оцифровку) изображения;
- логический анализ цифрового изображения и выделение нужной информации;
- перемещение камеры в пространстве.

Видеокамера и устройство обработки изображения являются главными составляющими системы машинного зрения, их объединяет термин «техническое зрение».

Системы машинного зрения, предназначенные для использования на производстве, в медицине, в обороне и т.д., должны отличаться высокой произ-

водительностью, надёжностью и гибкостью. Всем этим требованиям удовлетворяют системы, построенные на базе промышленных ПК со стандартными шинами PCI и PCIe. Для решения сложных и ответственных задач, приложений реального времени в наибольшей степени соответствуют системы, построенные на базе стандартов CompactPCI и PXI.

ОБЗОР ПЛАТ ВИДЕОЗАХВАТА

Цифровая обработка изображений, или получение виртуального образа объекта с последующим его анализом, является одной из прикладных задач машинного зрения. Она решается с помощью соответствующих устройств — плат видеозахвата и специализированного программного обеспечения (ПО). В распоряжении разработчиков имеется широкий выбор плат для создания систем на базе платформ упомянутых ранее стандартов. Исходя из сложности задачи, могут использоваться как мощные (подключение до нескольких камер), так и простейшие платы. Такое разнообразие средств позволяет создавать системы с учетом конкретных требований пользователя и оптимизированные по стоимости.



Рис. 1. Элементы технологии машинного зрения

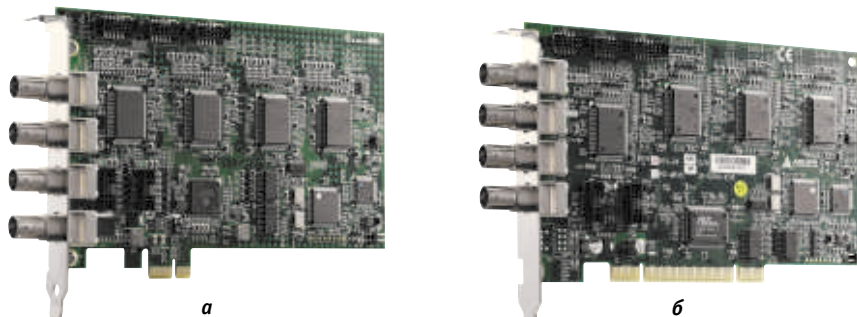


Рис. 2. Четырёхканальные промышленные платы видеозахвата PCIe-RTV24 (а) и PCI-RTV24 (б)

По способу обработки сигналов платы видеозахвата могут быть аналоговыми или цифровыми. Для несложных задач универсальным и экономически оправданным решением является применение аналоговых плат, поскольку к ним достаточно просто подключить широко распространённые на сегодня камеры со стандартными аналоговыми видеоинтерфейсами.

Далее в качестве примеров конкретных устройств рассматриваются изделия компании ADLINK.

Платы с аналоговыми интерфейсами PCIe-RTV24/PCI-RTV24

Четырёхканальные промышленные платы видеозахвата реального времени без преувеличения являются самым простым и недорогим средством ввода изображения в компьютер. Платы **PCI-RTV24** и **PCIe-RTV24** (рис. 2) с шиной PCI Express x1 способны захватывать потоковое видео одновременно с 4 композитных входов, как цветных (PAL, SECAM и NTSC), так и чёрно-белых форматов (CCIR и EIA), с частотой до 30 кадров в секунду по каждому каналу. Разрешение кадра 640 480, 768 576 пикселей или телевизионное задаётся программно. Перед захватом и передачей видеоинформации в память ПК с помощью соответствующих коэффициентов можно установить требуемый масштаб изображения (макс. 1:16), а также изменить яркость, контрастность и насыщенность в диапазоне от 0 до 200%. Для сигналов NTSC возможна регулировка оттенка. Платы снабжены автоматической регулировкой усиления цветности. В дополнение к основным функциям поддерживается дискретный TTL-ввод/вывод: это могут быть 4 входа, 4 выхода или 4 входа с функцией триггера, каждый из которых имеет защиту от перенапряжений, перегрузки и конфигурируется для конкретной задачи пользователя. Встроенный сторожевой таймер (watchdog) слу-

жит для удалённого контроля активности работающих приложений и в случае окончания тайм-аута автоматически запускает плату в работу.

Опционально платы можно дополнить модулями расширения **RTV-E4**, которые позволяют увеличить количество видеоканалов до 16 (каждый модуль RTV-E4 добавляет 4 видеовхода на один канал). Кроме этого, имеется дополнительная плата **RTV-I4**, с её помощью можно увеличить количество дискретных линий ввода-вывода ещё на 4.

Платы PCIe-RTV24/PCI-RTV24 поддерживают следующие ОС: Windows® Vista (64/32-разрядные версии)/XP/XPe, Microsoft® DirectX®, Linux Platform Fedora Core 3, Kernel 2.6.22. В состав рекомендуемого ПО входят C#/.NET/VC++/VB/C++ Builder/Delphi, драйвер приложений Angelo-LVIEW на платформе LabVIEW®, программа для тестирования и инсталляции основных функций ViewCreatorProTM.

Основными областями применения представленных устройств являются системы охранного видеонаблюдения, аппаратура многоканальной видеозаписи, промышленные системы контроля, устройства управления, построенные на базе технологии машинного зрения, приборы для научных исследований, медицинское диагностическое оборудование.

cRTV-24/cRTV-44

Платы **cRTV-24/cRTV-44** (рис. 3) отличаются от представленных ранее

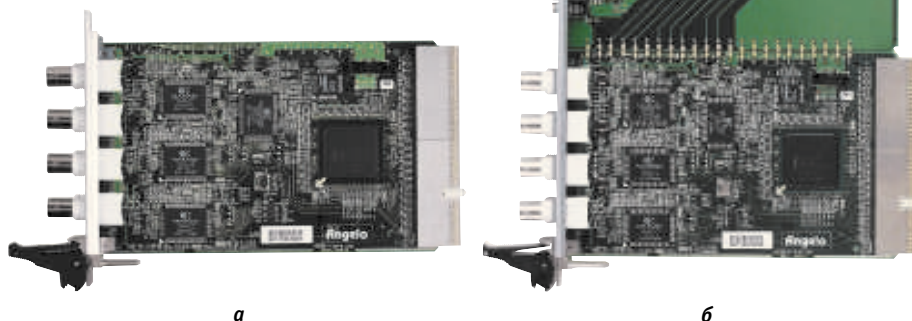


Рис. 3. Платы cRTV-24 (а) и cRTV-44 (б) форматов CompactPCI 3U и 6U соответственно

тем, что они выполнены в формате CompactPCI высотой 3U и 6U соответственно. Плата **cRTV-24** поддерживает 32-разрядную шину PCI с частотой 33 МГц, плата **cRTV-44** – 64-разрядную шину PCI с частотой 66 МГц. Все они предназначены для ответственных применений и работы в составе шасси стандартов CompactPCI/PXI.

Резюмируя обзор аналоговых плат, нельзя не сказать, что принципы формирования изображения аналоговыми камерами на сегодняшний день устарели и далеки от идеала. Во-первых, использование чересстрочной развёртки связано с искажениями в виде гребёнки (scanline effect), возникающими на итоговом изображении из-за сдвига двух полукадров за время, их разделяющее. Во-вторых, характеристики аналоговых камер привязаны к существующим телевизионным стандартам PAL, NTSC, SECAM, отсюда ограничения и разрешающей способности, и частоты кадров. В-третьих, преобразования цифра–аналог–цифра снижают чёткость изображения, поскольку любое конвертирование невозможно без потерь. В-четвёртых, аналоговый сигнал по сравнению с цифровым менее помехоустойчив, и, следовательно, существует необходимость выполнения коммуникаций коаксиальным кабелем, относительно дорогим и неудобным при монтаже.

Платы с цифровыми интерфейсами

Использование цифровых видеосистем имеет неоспоримые преимущества – это и прогрессивная (построчная) развёртка, и отсутствие искажений на

изображениях движущихся объектов, и возможность получать кадры с высокими разрешением и частотой.

PCIe-CML64F

Одноканальная PCI Express® x4 плата видеозахвата **PCIe-CML64F** (рис. 4) поддерживает захват видео и передачу видеоданных по цифровому интерфейсу Camera Link® (см. врезку «Протокол Camera Link») в трёх возможных конфигурациях: Base/Medium/Full (основная/средняя/полная). Применение в PCIe-CML64F микросхем ПЛИС позволяет получить высокую гибкость, большую производительность и улучшить качество, используя функции предварительной обработки изображений, такие как усиление и коррекция смещений. Плата имеет буферную память 128 Мбайт для хранения цифровых данных перед передачей их по шине PCIe, что делает плату подходящей для промышленных применений, требующих безотказности в работе, высокой

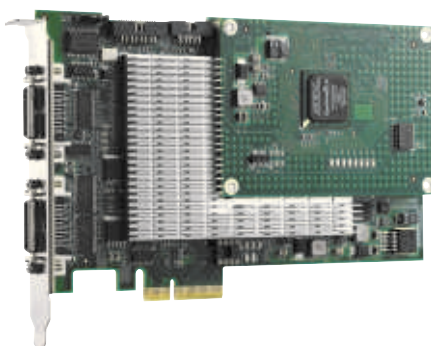


Рис. 4. Плата PCIe-CML64F с интерфейсом Camera Link®

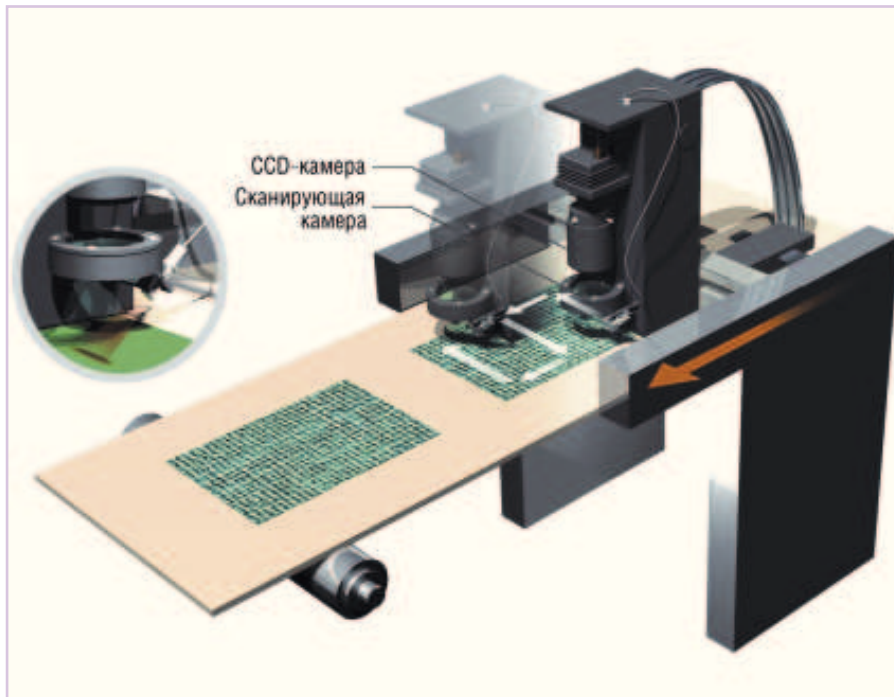


Рис. 5. Система определения размеров изделий и подсчёта их количества на конвейере

скорости и хорошего разрешения. Частота ввода данных (pixel clock rate) составляет 85 МГц, передача изображения по шине осуществляется со скоростью до 680 Мбайт/с.

Примером промышленного применения платы PCIe-CML64F может служить её совместное использование с линейной сканирующей камерой. Такая система даёт возможность определения положения, ширины и площади заготовок, движущихся по конвейерной линии, а также подсчёта количества изделий, размещённых на конвейере в произвольном порядке (рис. 5).

Существует три режима работы с линейными сканирующими камерами:

- страничный запуск **Page trigger** – система срабатывает на определённое количество полученных строк от камеры;
- линейный запуск **Line trigger** – система постоянно получает с камеры и передаёт все строки изображения и при этом тактируется сигналами линейного триггера;
- свободное сканирование **Free-run** – получение изображений контролируется программным обеспечением, сигнал запуска не используется.

Протокол Camera Link

Этот протокол создавался, чтобы упорядочить и стандартизировать разработки таких ведущих компаний, как EPIX, Integral Technologies, Matrox, National Instruments и др., для подключения скоростных видеокамер к платам видеозахвата. Базой послужила технология Channel Link компании National Semiconductor, основанная, в свою очередь, на физической реализации интерфейса LVDS.

Интерфейс Camera Link передаёт по стандартному кабелю сигналы управления видеокамерой, синхросигналы, видеоданные и имеет три конфигурации:

- **Base** – один чип Channel Link, один разъём для кабеля;
- **Medium** – два чипа Channel Link, два разъёма для кабеля;
- **Full** – три чипа Channel Link, два разъёма для кабеля.

В конфигурации Base один чип Channel Link может передать 28 бит данных, и для этого достаточно одного кабеля. В конфигурации Medium передаётся $28 \cdot 2 = 56$ бит данных, а в Full – $28 \cdot 3 = 84$ бит, причём в этих конфигурациях для подключения камеры к плате необходимы два кабеля Camera Link.

В соответствии с протоколом Camera Link при передаче видеоданных в формате 3, 6 или 8 байт за такт максимальные пропускные способности разных конфигураций составят:

- Base – 3 байт 85 МГц = 255 Мбайт/с;
- Medium – 6 байт 85 МГц = 510 Мбайт/с;
- Full – 8 байт 85 МГц = 680 Мбайт/с.

Заметим, что реальная пропускная способность оказывается меньше теоретически возможной (так, в конфигурации Full теоретически имеем 3 чипа 28 бит 85 МГц =

= 892 Мбайт/с, в действительности же – только 680 Мбайт/с). Это вызвано тем, что, согласно протоколу, кроме основной информации, передаются служебные биты, и часть битов зарезервирована.

При всех достоинствах Camera Link имеет и свои ограничения, которые необходимо принимать во внимание:

- допускается сравнительно небольшая (до 10 м) длина кабеля;
- в конфигурациях Medium и Full используемые пары кабелей должны быть одинаковыми;
- стоимость решений получается относительно высокой, так как подключение камеры к компьютеру требует наличия специализированной платы видеозахвата;
- соединения всегда имеют вид точка–точка, что усложняет работу при подключении нескольких камер одновременно. ■

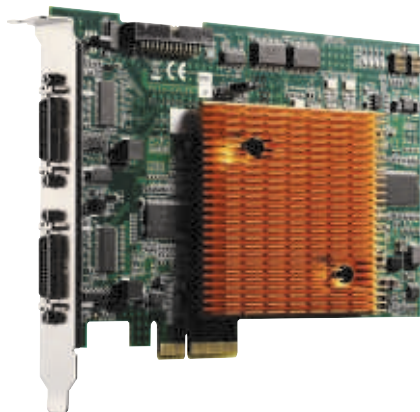


Рис. 6. PCIe-CPL64 – плата видеозахвата с интерфейсом PoCL

Плата поддерживает работу с ОС Windows® Vista (64/32-разрядные версии)/XP. Рекомендуемое ПО – это широко известные пользователям программы C#/.NET/VC++ 6.0/VB 6.0/BCB 6.0.

Данные + питание = простота и комфорт (платы PCIe-CPL64, PCIe-GIE62+, FIW64/FIW62)

В последние несколько лет значительное развитие получили технологии, позволяющие передавать питание и информацию по одному кабелю – Power Over Data (питание поверх данных). Главное преимущество устройств с интерфейсами такого типа – это их компактность, а также отсутствие отдельного кабеля, разъёма и источника для электропитания камеры. Питающее напряжение подаётся на подключённую камеру по кабелю передачи данных от интегрированного на плате видеозахвата модуля питания.

Двухканальная PCI Express® плата видеозахвата PCIe-CPL64 (рис. 6) поддерживает передачу видеоинформации по интерфейсу PoCL (Power over Camera

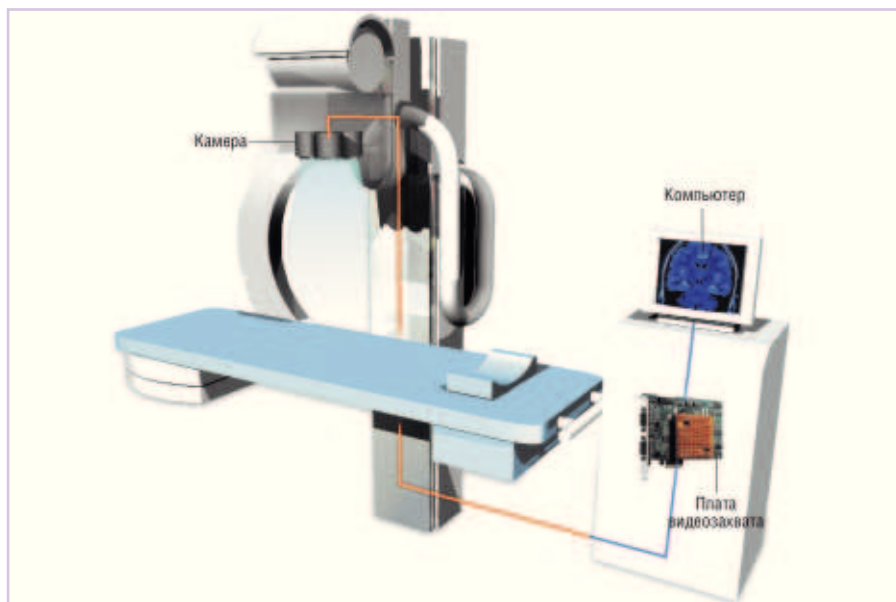


Рис. 7. Применение платы видеозахвата с интерфейсом PoCL в медицине (сканирующий томограф)

Link – см. врезку «Стандарт PoCL») от двух независимых источников видеосигнала стандарта Camera Link в конфигурации Base (основная) со скоростью до 512 Мбайт/с. Плата поддерживает 64-разрядную адресацию, необходимую для организации большого адресного пространства видеоприложений до 16 Гбайт. На плате установлена собственная память DDR RAM объёмом 128 Мбайт. 4 цифровых TTL-входа/выхода и вход запуска служат для синхронизации записываемого изображения с данными внешнего энкодера или датчиков положения. Основное назначение платы – это создание высококачественных компьютерных видеоизображений в системах контроля поверхностей в микроэлектронике, функционального тестирования, цифровой обработки изображений для медицинских исследований. Оборудование для

рентгенографии, компьютерной томографии и ультразвукового сканирования, оснащённое цифровыми системами компьютерного зрения, позволяет в реальном времени исследовать функционирование органов человека, выводя на экран монитора изображения, недоступные человеческому глазу. На рис. 7 представлен сканирующий томограф, использующий платы PCIe-CPL64 для приёма видеоинформации от двух камер в реальном масштабе времени.

Новинка компании ADLINK – PCI Express® x4 плата PCIe-GIE62+ (рис. 8) с видеоинтерфейсом стандарта PoE (Power over Ethernet) спецификации IEEE 802.3af (см. врезку «Технология PoE»). PCIe-GIE62+ поддерживает классы PoE 0, 1, 2, 3, обеспечивая максимальную мощность питания до 15,4 Вт. Модуль способен передавать данные со скоростью до 1000 Мбит/с

Стандарт PoCL

Power over Camera Link можно перевести как питание «поверх» Camera Link, или подача питания по кабелю Camera Link. Для реализации PoCL к существующему стандарту Camera Link добавлена возможность питания камеры от платы видеозахвата по кабелю Camera Link без изменения количества проводников. Поддержка новой схемы передачи данных и питания достигается использованием PoCL совместимого кабеля и нового разъёма mini Camera Link, имеющего, как следует из названия, меньшие размеры, иную форму и отличное от стандарта Camera Link распределение контактов (так, по стандарту

Camera Link контакты 1, 13, 14 и 26 предназначены для заземления, а по новому стандарту PoCL контакты 1 и 26 отводятся для подачи питания и рассчитаны на мощность до 4 Вт). Самое главное, что данные изменения не отразились на качестве изображения или надёжности передачи данных.

Стандарт PoCL предусматривает два варианта эксплуатации: Dedicated PoCL и Safe Power Mode. В первом случае питание подаётся непрерывно, активирована защита от перегрузки по току (Over Current Protection – OCP), призванная защищать электронику от короткого замыкания, но не гарантирующая защиту компьютера от

перезагрузки или сбоя при подключении кабеля, не соответствующего стандарту PoCL. Во втором случае плата видеозахвата автоматически распознаёт наличие/отсутствие подключённого PoCL-устройства, питание подаётся только в случае подключения PoCL-совместимых кабелей и камер, компьютер защищён от возможных сбоев и перезагрузок из-за короткого замыкания.

Если стандарт Camera Link предусматривает работу оборудования в одном из трёх режимов (Base, Medium или Full), то стандарт PoCL строго ограничивается поддержкой только режима Base. ■

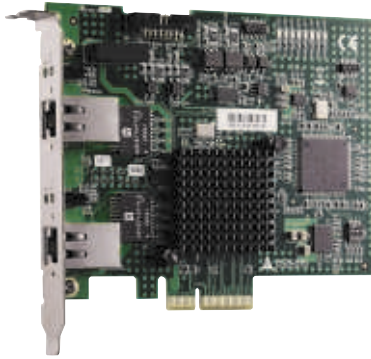


Рис. 8. PoE-плата видеозахвата PCIe-GIE62+

от видеоустройств, подключённых к двум независимым портам Gigabit Ethernet. Гальваническая изоляция способна выдержать напряжение 1000 В в течение 60 с. К неоспоримым преимуществам применения данных плат следует отнести простую установку, отсутствие необходимости в дополнительных линиях питания, невысокие затраты на обслуживание оборудования и относительно низкую стоимость владения. Платы находят применение в различных отраслях промышленности, на транспорте и в системах безопасности.

4/2-канальные PCI Express® видео-платы **FIW64/FIW62** (рис. 9) обеспечивают прямое подключение до 4/2 устройств с интерфейсом IEEE 1394b (FireWire 800) и скоростью передачи данных до 800 Мбит/с по каждому каналу (см. врезку «Последовательные интерфейсы стандартов IEEE 1394а и IEEE

1394b»). Камеры подключаются к плате соответствующим кабелем посредством надёжных разъёмов с винтовой фиксацией. Состояние каждого видеопорта отображается светодиодным индикатором. Через 4-контактный ATX-разъём на плату заведено питание, которое непосредственно обеспечивает напряжением подключённые к устройству видеокамеры. FIW64 поддерживает до 4 изолированных цифровых входов и выходов, служащих для подключения вспомогательных устройств, таких, например, как позиционные датчики. Кроме этого, на плате FIW64 имеются 4 изолированных программируемых импульсных выхода, предназначенных для синхронного запуска внешних устройств, например стробоскопической подсветки. Платы FIW64/FIW62 разработаны для применения в высокоскоростных системах машинного зрения, построенных на базе промышленных компьютеров и требующих изображения высокого разрешения и качества, как то:

- системы контроля и наблюдения для охраны и безопасности;
- промышленные автоматические инспекционные системы;
- оптические приборы для научных исследований и лабораторных испытаний;
- медицинское диагностическое оборудование.

Подводя итог представления плат с цифровыми интерфейсами, можно

сделать следующий вывод: если основным требованием поставленной задачи является получение изображения отличного качества с глубокой проработкой деталей либо необходима высокая скорость записи для фиксации быстротекущих процессов, альтернатив платам с цифровыми интерфейсами на сегодня нет.

Для удобства сравнения в табл. 3 приведены основные технические характеристики видеоинтерфейсов и соответствующих им наиболее популярных плат.

**HD-ФОРМАТ:
ЧЁТКО ВИДНЫ ПРЕИМУЩЕСТВА**

Поддержка всех форматов видео высокой чёткости вплоть до максимально-го 1920 1080 носит название **Full HD (Full High Definition** – «полная» высокая чёткость). Данная технология позволила повысить качество изображения, обеспечив разрешение в 5 раз выше, чем в



Рис. 9. Плата видеозахвата FIW64 с интерфейсом FireWire 800

Технология PoE

Технология PoE (Power over Ethernet) позволяет обеспечить питанием удалённые устройства по обычному Ethernet-кабелю категории CAT5. Она описывается стандартом IEEE 802.3af-2003, который определяет пять (0–4) классов PoE-устройств в зависимости от мощности источника питания (табл. 1).

Согласно стандарту, подключённое устройство обеспечивается питанием с номинальным напряжением 48 В (36 В мин., 57 В макс.) и постоянным током 400 мА (макс.) по двум парам проводников кабеля, содержащего четыре витые пары. С учё-

том падения напряжения в проводах, составляющего примерно 2,45 В, каждому классу PoE соответствуют свои параметры мощности, потребляемой питаемым устройством (табл. 2).

В системах, использующих технологию PoE, данные передаются как разность потенциалов между проводниками в одной паре (например, между проводами 1 и 2 или 3 и 6). Питающее напряжение подаётся как разность потенциалов между парами проводников (например, между парами 1–2 и 3–6). Стандарт не определяет, по каким па-

рам должно подаваться питание, а также какова его полярность. Поэтому PoE-устройства должны автоматически распознавать это среди используемых пар 1–2 и 3–6, 4–5 и 7–8. Правильная полярность получается при помощи диодного моста, установленного во входной цепи питаемого устройства.

Для корректного построения PoE-системы необходимо учитывать изложенные требования и не превышать допустимую мощность питаемых устройств, используя в одном проекте оборудование соответствующего класса PoE. ■

Таблица 1

Таблица 2

Классификация PoE-устройств в зависимости от выходной мощности источника питания

КЛАСС	ПРИМЕНЕНИЕ	МИНИМАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ
0	По умолчанию	15,4 Вт
1	Опционально	4,0 Вт
2	Опционально	7,0 Вт
3	Опционально	15,4 Вт
4	Зарезервировано	Рассматривать как класс 0

Мощность, потребляемая питаемыми PoE-устройствами разных классов

КЛАСС	ПРИМЕНЕНИЕ	ДИАПАЗОН МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ПИТАЕМОМ УСТРОЙСТВОМ
0	По умолчанию	0,44...12,95 Вт
1	Опционально	0,44...3,84 Вт
2	Опционально	3,84...6,49 Вт
3	Опционально	6,49...12,95 Вт
4	Не допускается	Зарезервировано для будущих применений



Рис. 10. Сравнение форматов PAL, HDTV и Full HD

стандартных аналоговых системах. Прежде всего это больший размер кадра и впятеро лучшая детализация, обеспечиваемая большим количеством точек (пикселей), составляющих изображение (рис. 10). Кадр содержит больше информации, так как подробнее проработаны мелкие детали, которые не сливаются в сплошной фон. Лучше отображается и фактура материалов. Всё это придаёт высокую реалистичность итоговому изображению, особенно при работе с движущимися объектами или в ситуациях, где точное распознавание объекта жизненно необходимо. При увеличении размера экрана и переходе к широкоэкранному формату с соотношением 16:9 преимущества высокой чёткости стано-

вятся ещё очевиднее. Изображения имеют большую чёткость передачи цвета.

Плата видеозахвата **HDV62** (рис. 11), поддерживающая формат Full HD, является новейшей разработкой (2010 года) компании ADLINK. Она использует интерфейс PCI Express® x4, способна принимать несжатые видеоизображения размером 1920 1080 пикселей и потоковое видео со скоростью до 60 кадров в секунду. Плата поддерживает видео не только высокого (Full HD), но и стандартного разрешения SD (Standard Definition), получаемое с DVI 170 МГц, RGB или компонентного аналогового входа. HDV62 оснащена FPGA-логикой и буферной памятью 512 Мбайт. Плата обеспечивает превосходное качество изобра-

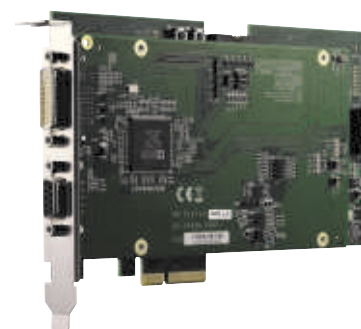


Рис. 11. Плата видеозахвата HDV62, поддерживающая формат Full HD

жения, так необходимое для медицинских, научных и военных применений. Поддерживаемые ОС – Windows® Vista/XP/7, Microsoft® DirectX®; специализированное ПО – ViewCreatorPro™.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КАМЕРЫ

Сложные промышленные системы машинного зрения, требующие перемещения камеры в пространстве, как правило, используют для этого исполнительный механизм, состоящий из электропривода и модуля (платы) управления движением. Здесь хотелось отметить, что компания ADLINK производит широкую гамму таких плат различных компьютерных форматов, однако обзор данных устройств – это отдельная большая тема, и сейчас затрагивать её мы не будем. Отметим только, что возможности этих плат очень широки. Если необходимо управлять движением камеры в плоскости, то достаточно «двухосевой»

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ СТАНДАРТОВ IEEE 1394А И IEEE 1394В

IEEE 1394a

Этот высокоскоростной цифровой последовательный интерфейс, известный ещё как FireWire, изначально разрабатывался для видеотехники и цифровых видеокамер. FireWire оптимизирован для передачи цифровой потоковой информации со скоростью до 400 Мбит/с. Максимальная длина кабеля для IEEE 1394a составляет 4,5 м.

IEEE 1394b

Этот интерфейс появился позднее. Причиной его появления стало значительное увеличение разрешения матриц ПЗС цифровых видеокамер и последовавшее за этим соответствующее увеличение нагрузки на шину IEEE 1394. Интерфейс IEEE 1394b при длине кабеля, составляющей 100 метров, обладает пропускной способностью 800 Мбит/с (выше в два раза по сравнению с IEEE 1394a и в 1,66 раза по сравнению с USB 2.0).

Стандартный экранированный кабель IEEE 1394 состоит из двух витых пар для передачи информационных сигналов и двух проводов, по которым передаётся напряжение питания от 8 до 30 В и ток до 1,5 А. При отсутствии необходимости обеспечения питанием соответствующего устройства применяется 4-контактный разъём, если же питание требуется, то используется разъём с 6 контактами.

По интерфейсу IEEE 1394 возможны два типа передачи данных: асинхронный и изохронный. Асинхронная передача реализуется по компьютерному интерфейсу загрузки и сохранения данных в определённой области памяти, запросы на данные направляются по соответствующему адресу с обратным подтверждением. Изохронные каналы обеспечивают гарантированную передачу данных с определённой скоростью, этот тип передачи необходим для обмена мультимедийными данными в реальном масштабе времени в строго заданные интервалы.

К положительным свойствам IEEE 1394 следует отнести:

- возможность обмена и передачи видеоизображений с гарантированной пропускной способностью (до 400 Мбит/с – IEEE 1394a и до 800 Мбит/с – IEEE 1394b);
- обратную совместимость IEEE 1394b с IEEE 1394a;
- автоматическое конфигурирование, аналогичное plug-and-play;
- «горячее» подключение/отключение без потери данных;
- возможность прямого подключения устройств друг к другу без помощи компьютера посредством IEEE 1394;
- максимальное расстояние между двумя устройствами в цепочке по IEEE 1394a – 4,5 м, по IEEE 1394b – до 100 м;
- питание устройств через кабель IEEE 1394;
- возможность создания сети на базе IEEE 1394b, топология шины произвольная (звезда или общая шина). ■

Основные характеристики видеоинтерфейсов и соответствующих им плат

ИНТЕРФЕЙС КАМЕРЫ	GIGABIT ETHERNET	CAMERA LINK	FIREWIRE 800	АНАЛОГОВЫЙ
Способ подключения	Точка-точка или сеть	Точка-точка	Одноранговая локальная сеть	Точка-точка
Plug-and-Play	Да	Нет	Да	Нет
Полоса пропускания	1,0 Гбит/с	5,44 Гбит/с в конфигурации Full	800 Мбит/с	Зависит от используемой платы видеозахвата
Передача сигналов в реальном времени	Нет	Да	Нет	Да
Загрузка CPU	>5%	0	<5%	Переменная
Линейное сканирование	Да	Да	Ограниченное	Нет
Формат данных	Определяется камерой	Стандартный	Определяется камерой	Стандартный
Power over Data (питание поверх данных)	Да	Да	Да	Зависит от камеры
Расстояние передачи	100 м	10 м	100 м	5 м
УСТРОЙСТВО ADLINK	PCIe-GIE62+	PCIe-CPL64	FIW64	PCIe-RTV24
Захват изображения	Нет	Да	Нет	Да
Количество видеовыходов	2	2	4	От 4 до 16
Максимальная мощность, передаваемая по кабелю	13 Вт (12–48 В)	4 Вт	45 Вт	–
Тип контроллера	Intel 82571	FPGA	TI XIO2213A	BT787
Сторожевой таймер	Нет	Нет	Нет	Да
Дискретные входы/выходы	2/2	4/4	4/4	GPIO
Изоляция	Да	TTL	Да	Нет
Шина	PCIe x4	PCIe x4	PCIe x4	PCIe x1
Размер	1/2 стандартного слота	1/2 стандартного слота	1/2 стандартного слота	1/2 стандартного слота
Разъём	RJ-45 (под винт)	2 MDR26	IEEE 1394b	4 BNC
Спецификация стандарта	IEEE 802.3af	–	IEEE 1394b	NTSC, PAL, SECAM, CCIR EIA
Поддерживаемые ОС	Windows XP/Vista	Windows XP/Vista	Windows XP/Vista	Windows XP/Vista, Linux

платы. Если требуется управлять движением по сложной пространственной траектории, то можно применить плату на три, шесть и более осей движения.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Для конфигурирования систем, начальной оценки возможностей и проверки функционирования плат видеозахвата компанией ADLINK в помощь разработчикам поставляется специализированное ПО: ViewCreatorPro™, CamCreator® и Angelo-LVIEW.

При помощи ViewCreatorPro™, предназначенного для цифровых плат видеозахвата, и CamCreator®, предназначенного для плат аналоговых, можно быстро и легко произвести начальную настройку плат, а также сконфигурировать и протестировать видеосистему в целом. Обе утилиты совместимы с 32/64-разрядными версиями ОС Windows® XP/Vista.

Визуально-графические задачи помогает решать ПО Angelo-LVIEW. Этот драйвер поддерживает аналоговые платы видеозахвата и предназначен для работы с широко известным программным пакетом LabVIEW® компании National Instruments. Angelo-LVIEW содержит обширную библиотеку инструментов для создания виртуальных приложений, тем

самым предоставляя разработчику, знакомому с LabVIEW®, возможность использовать все функции и преимущества этой программы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уже недалеко то время, когда машинное зрение превзойдёт человеческое и станет обязательным атрибутом любой интеллектуальной системы. Гибкость, многофункциональность и надёжность систем машинного зрения позволят им заменить человека при выполнении многих видов работ в промышленности, на транспорте, в медицине, в образовании и т.д. В настоящее время происходит всплеск внедрения проектов такой направленности. Поэтому в заключительном разделе статьи хочется обратить внимание на некоторые рекомендации, которых следует придерживаться при выборе оборудования для систем машинного зрения.

1. Обязательно надо учитывать совместимость платы видеозахвата с остальными компонентами компьютера, используемой операционной системой и специальным ПО.
2. У большинства промышленных плат видеозахвата максимальное разрешение 720 576, 640 480 пикселей. Анализ изображения с меньшим разрешением затруднителен.

3. Видеозапись в реальном времени с частотой 25 кадров/с и более оправдана для фиксации быстро движущихся объектов. В большинстве же случаев достаточно скорости записи 10 кадров/с.

4. Для задач, требующих передачи значительных объёмов данных с высокой скоростью, предпочтительно применять платы с шиной PCI Express.

5. При оптимизации решения по критериям качества изображения и скорости обработки видеoinформации необходимо учитывать и сопоставлять технические возможности всех элементов системы, начиная от камеры и видеоплаты, кончая устройством отображения ПК и используемым прикладным ПО.

6. Следует обращать внимание на возможность расширения системы в целом и используемых плат видеозахвата в частности, на возможность увеличения количества видеоканалов, дополнительных входов-выходов и специальных функций.

7. Когда важно не только изображение, но и качественный звук, платы с аудиовходами имеют несомненное преимущество. ●

**Автор – сотрудник фирмы
ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**