

MICROSOFT WINDOWS CE 5.0 – ПЛАТФОРМА ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

М.С. Донченко (Компания "Кварта Технологии")

Представлена ОС Windows CE, впервые увидевшая свет в 1996 г. и за время своего существования прошедшая большой путь от ОС для карманных компьютеров до платформы, позволяющей строить современные высокотехнологичные решения для различных сфер применения. Сегодня Windows CE используется как в популярных карманных компьютерах и смартфонах в качестве ядра Windows Mobile, так и для систем управления технологическими процессами, ярким примером которых является управление роботизированными комплексами от Kuka Controls GmbH.

Разработка ПО для мобильных, встраиваемых устройств и систем автоматизации управления различными производственными процессами долгое время оставалась "заповедной зоной", в которой большинство решений разрабатывалось с нуля или с применением специализированных ОС. Классические ОС для настольных компьютеров не могли предложить какой-либо существенной альтернативы. В современных условиях такая ситуация долго продолжаться не могла, так как рынок требует все больше готовых решений и все большего сокращения времени разработки. Единственным выходом в подобной ситуации было использование знаний, опыта и разработок для классических ОС.

Сегодня существует два основных подхода к созданию решений для систем автоматизации и управления, позволяющих использовать наработки для классических ОС:

- первый основан на том, что используется надстройка над классической системой, разработанной для настольных ПК, которая обычно отвечает за исполнение критичных задач и обеспечение отказоустойчивости, а в контексте самой ОС работает приложение, в функции которого входит только интерфейс с пользователем и коммуникации, некритичные к процессу управления;

- второй подход основан на создании новой ОС, которая предоставляет разработчику стандартный интерфейс программирования, являющийся полной или частичной копией реализации для классической ОС, и отвечает требованиям к исполнению критичных задач, отказоустойчивости и переносимости на различные аппаратные платформы.

Microsoft Windows CE 5.0 является ярким представителем подхода к реализации новой ОС, базирующейся на существующем интерфейсе прикладного программирования Win32, заслужившего популяр-

ность в области настольных компьютеров и серверов. Windows CE является 32-битной ОС, поддерживающей работу в условиях РВ на нескольких процессорных архитектурах таких, как x86, ARM, MIPS, SHx (классическая ОС Windows работает только на x86). Типовой размер ОС, включая прикладные приложения и графический интерфейс пользователя, очень редко превышает 32 Мбайт и позволяет исполняться прямо из энергонезависимой памяти.

Заглянем внутрь Windows CE, чтобы понять, как она устроена и почему обеспечивает все то, что обычно необходимо для систем автоматизации. Архитектура системы представлена на рис. 1.

Ядро

Ядро ОС построено на архитектуре микроядра. Это обеспечило минимизацию критичного для системы кода и повысило надежность. Внутри ядра реализован оптимальный для малых систем набор функций, включающий управление памятью, диспетчер задач, управление процессами, объектами синхронизации (семафоры, события и т.п.) и управление прерываниями. Весь код ядра написан на C/C++. Стандартная конфигурация ядра ОС занимает всего около 400Кбайт и требует для работы порядка 500Кбайт оперативной памяти. Таким образом, в минимальном варианте, если для устройства пользователя требуется только функция управления памятью, обработка событий и планировщик задач, то даже для прожорливого к памяти семейства процессоров x86 все решение получится более чем компактным. Начиная с версии 3.0, разработчики получили возможность доступа к исходному коду ядра для его изучения и отладки, а с версии 5.0 они еще могут вносить в него свои модификации, адаптируя его работу для своих задач. Ядро изначально поддерживает UNICODE для кодирования всех строчных переменных, за счет чего достигается возможность, имея единожды написанный код программы, поддерживать множество национальных языков. Переносимость системы на различные платформы обеспечивается тем, что ядро системы напрямую не взаимодействует с аппаратной платформой, а использует для этого вызовы специального OAL-модуля (OEM Adaptation Layer), который поставляется в виде исходных текстов, что позволяет адаптировать систему почти к любой аппаратуре и доводить до совершенства тонкие моменты такие, как обработка прерываний и работа с таймерами. Обработка прерываний в Windows CE разделена

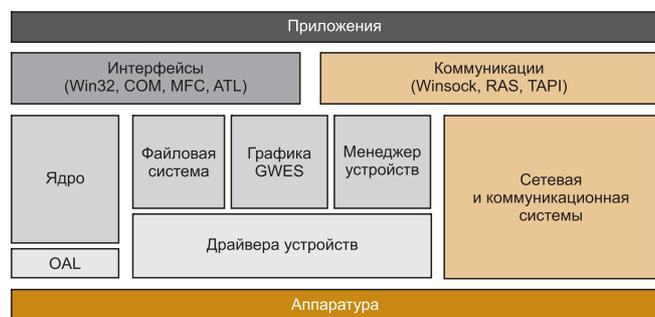


Рис. 1

на две части. Первая часть, называемая ISR (Interrupt Service Routine), реализована в OAL и статически собирается вместе с ядром. Это небольшая процедура, которая должна обслужить аппаратуру и максимально быстро вернуть управление, уведомив о событии вторую часть обработчика. Данная процедура практически единственная, которая обычно пишется на языке ассемблера, что вызвано требованиями к ее оптимизации по скорости работы. Вторая часть – IST (Interrupt Service Thread) содержится в драйвере устройства и представляет собой поток, который стандартно находится в режиме ожидания события и отвечает уже за всю логику работы с данными, работает с буферами ввода/вывода и взаимодействует с системой. Приоритет и возможность обработки вложенных прерываний полностью определяются разработчиком и той аппаратной платформой, на которой он строит свое решение.

Память

Организация памяти является одним из важнейших вопросов для ОС, предназначенных работать на различной аппаратуре. Исходя из требований переносимости между различными процессорными архитектурами и их реализацией в процессорах разных производителей, разработчики Windows CE постарались минимизировать зависимость от механизма управления памятью. Для этого процедура начальной инициализации памяти вынесена в OAL, и ядро системы не знает ничего про аппаратуру. Связь с ядром осуществляется через одну таблицу в памяти, называемую OEMAddressTable, работа которой показана на рис. 2. Например, в некоем устройстве энергонезависимая память начинается с нулевого адреса, с адреса 40000000 начинается оперативная память, а регистры устройств отображаются на пространство физической памяти, начиная с верхних адресов памяти. Используя OEMAddressTable, разработчик описывает соответствие физических адресов с их виртуальными аналогами в представлении, стандартном для ядра Windows CE, которое жестко фиксировано. К особенностям управления памятью нужно отнести то, что все области физической памяти отражаются в виртуальном пространстве дважды – в кэшируемой и некэшируемой областях. Это сделано специально, чтобы обеспечить возможность записи данных непосредственно в память в обход аппаратных механизмов кэширования, например, в процессе записи в энергонезависимую память или в регистры устройств.

Внутри виртуального адресного пространства управление памятью осуществляется с использованием механизма страниц. Минимальным квантом распределения памяти явля-

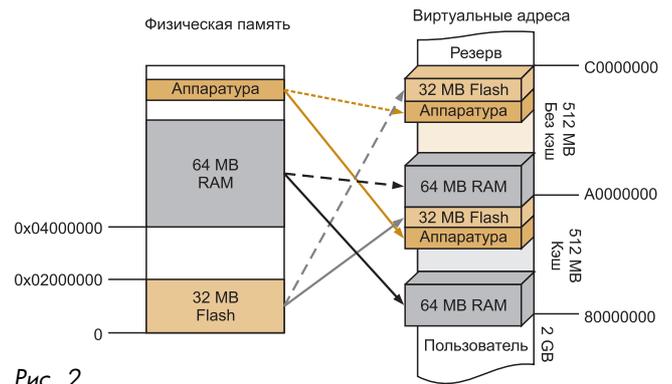


Рис. 2

ется одна страница, размер которой, в зависимости от типа процессора и настроек системы, может составлять 1 или 4 Кбайта. Любая операция с памятью выравнивается до размера кратного размеру страницы. Для оптимизации распределения памяти, когда требуется выделение множества маленьких блоков, внутри ядра реализован объект куча, который распределяет память, получая или высвобождая страницы по мере необходимости. Понятие файла подкачки в Windows CE отсутствует, и система управления памятью умеет только сбрасывать страницы памяти, к которым давно не было обращений и которые не были изменены.

Во время работы любой программный процесс может использовать память как внутри своего адресного пространства, так и область, разделяемую между всеми процессами. Разделяемое адресное пространство доступно всем процессам для получения больших массивов памяти, отображенных в память файлов, для коммуникаций между процессами.

Процессы

Вопрос процессов и управления ими является очень важным моментом для любой ОС, претендующей на право быть использованной в решениях для систем автоматизации. Накладные расходы на диспетчеризацию и обмен данными для таких систем часто являются критическими для работоспособности. При разработке Windows CE было принято решение отказаться от классической схемы организации процессов, характерной для настольных ОС, где для каждого процесса выделяется свое виртуальное адресное пространство, и любая передача данных между процессами требует нескольких переключений и преобразований адресов из адресного пространства одного процесса в адресное пространство другого процесса. Вместо этого было придумано новое решение, называемое слотом. Слот – это адресное пространство процесса, начинающееся с нулевого адреса и имеющее размер в 32 Мбайта.

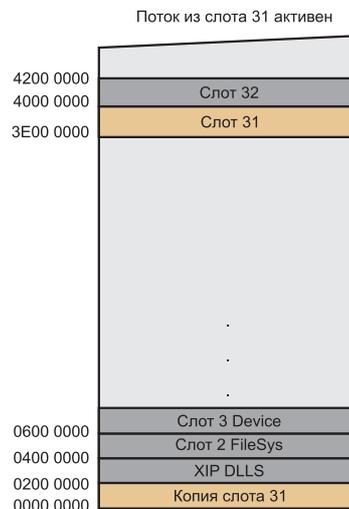


Рис. 3

Вместо этого было придумано новое решение, называемое слотом. Слот – это адресное пространство процесса, начинающееся с нулевого адреса и имеющее размер в 32 Мбайта.

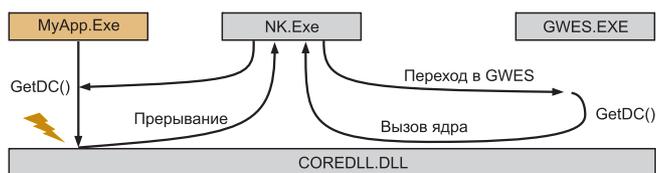


Рис. 4

В системе поддерживается 33 слота, что позволяет иметь в системе 31 процесс. В нулевом слоте всегда отображено адресное пространство активного процесса. Еще один слот отдан под системные нужды, а именно под отображение динамически загружаемых библиотек из энергонезависимой памяти. На рис. 3 приведен пример системы в момент, когда активен процесс, находящийся в 31 слоте.

Чем хорошо данное решение?

Первое — простейшая арифметика для доступа к адресному пространству одного процесса из другого. То есть, чтобы получить доступ из одного процесса к буферу данных в другом процессе, нужно лишь умножить номер слота процесса на 2000000 и прибавить к нему исходный адрес. При этом нет ни одного длительного обращения к таблице страниц или аппаратуре управления памятью.

Второе — простота переключения процессов. Для переключения процесса нужно всего лишь отобразить его в нулевой слот.

Встает вопрос, а что происходит, если в устройстве физической памяти меньше или больше, чем необходимо для 32-х слотов? Все просто — наряду с трансляцией физической памяти в виртуальную работает механизм страниц и в любом случае память представляется процессам по мере необходимости.

Любой процесс может состоять из одного или более потоков исполнения. Число потоков в системе ограничено только доступной памятью. Диспетчер задач поддерживает динамическую систему с 255-ю уровнями приоритета, что позволяет разработчику осуществлять очень тонкую настройку производительности. Еще одним параметром, которым может управлять диспетчер задач, является квант времени, выделяемый на каждый поток. Его можно изменять в широких пределах и даже установить в такое значение, при котором поток будет исполняться непрерывно до момента возникновения прерывания или запуска потока с большим приоритетом. Это реализовано для систем РВ.

Для разрешения стоповых ситуаций, когда высокоприоритетный поток при обращении к разделяемому ресурсу оказывается заблокированным низкоприоритетным потоком, ранее получившим доступ к данному ресурсу, реализована схема инверсии приоритетов. Работает все следующим образом. В момент, когда высокоприоритетный поток пытается получить доступ к ресурсу, заблокированному низкоприоритетным потоком, система временно понижает приоритет ждущего потока до приоритета заблокировавшего, а его приоритет поднимает до приоритета ждущего.

Таким образом, поток, который имел низкий приоритет, быстро выполнится и разблокирует ресурс. После чего оба потока получают свои исходные приоритеты. Этот пример является достаточно яркой, но не единственной иллюстрацией того, что в ОС Windows CE сделана для обеспечения максимальной производительности.

В стандартной конфигурации после старта обычно запущено минимум три процесса:

- NK.EXE — само ядро ОС;
- FILESYS.EXE — процесс, отвечающий за все файловые операции, а также за реестр в котором, как и в настольных ОС, хранятся все настройки.
- DEVICE.EXE — процесс, в контексте которого работают все драйверы устройств, и именно он отвечает за их загрузку, выгрузку, обеспечивает базовый сервис для доступа к драйверам устройств из других процессов. Все драйвера устройств являются динамически загружаемыми библиотеками.

В полнофункциональной системе, включающей графический интерфейс пользователя, обычно содержатся еще несколько системных процессов:

- GWES.EXE — процесс, отвечающий за графический интерфейс и взаимодействие с пользователем. Именно он взаимодействует с видеодрайверами, клавиатурой, мышью и сенсорным экраном;
- SERVICES.EXE — процесс, в рамках которого работают системные сервисы (например Telnet-сервер и HTTP-сервер);
- SHELL.EXE — графическая оболочка с интерфейсом, очень похожим на Windows Explorer из ОС для настольных компьютеров.

Все прикладные задачи обращаются к системным процессам через вызовы функций прикладного программирования (API), которые при сборке системы всегда собираются в динамически подключаемую библиотеку с именем coredll.dll. В этой же библиотеке реализованы все функции библиотеки исполнения для C/C++. Разработчик, включая в сборку новые сервисы, может изменять этот набор функций. Путь вызова функции прикладного программирования приведен на рис. 4.

Приложение MyApp.Exe хочет вызвать функцию GetDC. Для этого оно обращается в библиотеку coredll.dll, там и происходит программное прерывание, которое перехватывает ядро. Далее ядро определяет, какой из сервисных процессов отвечает за вызываемую функцию (в примере этот процесс gwes.exe). Ядро, опять используя coredll.dll, осуществляет вызов gwes.exe. После чего возвращает результаты вызывающей программе MyApp.Exe. При этом отметим, что переключение процессов было всего два раза: при первом обращении к библиотеке coredll.dll и в момент возврата управления в приложение MyApp.Exe после завершения системного вызова.

Последней основной особенностью процессов в Windows CE является то, что любая динамически загружаемая библиотека становится доступной для всех

процессов в системе. Такое решение направлено на экономию памяти. Простой пример. Если бы динамически загружаемые библиотеки грузились в адресное пространство каждого процесса индивидуально, то получилось бы число копий `coredll.dll`, равное числу процессов в системе, а данная библиотека далеко не самая маленькая и не единственная.

.NET Compact Framework

Последние несколько лет разработка приложений для платформ на базе Microsoft Windows проходит при повсеместном внедрении технологии .NET. Не обошла эта технология и Windows CE. Специально для нее была разработана специальная версия .NET Compact Framework (.NET CF). Она является подмножеством большой системы, разработанной для настольных компьютеров и серверов. Для работы на встраиваемых и мобильных устройствах в инфраструктуре .NET CF была проведена специальная оптимизация и включены дополнительные компоненты. Описание всех достоинств и нововведений, реализованных в .NET CF, может стать основой для написания целой отдельной статьи. Здесь остановимся только на основных.

1. Код на уровне исходных текстов переносим между всеми платформами с .NET Framework, а на бинарном уровне между платформами .NET Compact Framework. Таким образом, приложение, написанное один раз будет работать без каких-либо изменений для всех версий Windows CE и процессоров с архитектурой x86, ARM, MIPS или SHx.

2. .NET CF позволяет разрабатывать приложения сразу для нескольких платформ, например Pocket PC, Smartphone и заказное устройство.

3. Возможность написания приложений на языках программирования высокого уровня последнего поколения C# и VB.Net, при этом в рамках одного проекта можно смешивать код, написанный на нескольких языках.

4. Наличие готовой инфраструктуры для работы в режиме клиент/сервер с использованием XML Web-сервисов.

Одним из показателей популярности разработки приложений с использованием .NET CF является появившиеся сообщества разработчиков и популярные библиотеки расширений. Примером подобного сообщества и проекта, ими разрабатываемого, является OpenNETCF (www.opennetcf.org).

Коммуникации

Многие поставщики ОС для встраиваемых устройств поставляют коммуникационную систему либо в усеченном виде, либо в качестве отдельного дополнительного продукта. Для Windows CE это не характерно. Изначально в ее комплекте поставляются компоненты для сборки коммуникационной системы, поддерживающей все богатство современных технологий, которые базируются на протоколе TCP/IP и интерфейсе

WinSock. Интерфейс прикладного программирования полностью совместим с реализацией для настольных компьютеров, что позволяет переносить готовые разработки на уровне исходных текстов без дополнительных затрат на разработку и отладку. В Windows CE реализована поддержка протокола IPv6, что позволяет использовать устройства, построенные на основе этой ОС, в сетях, поддерживающих протокол IPv6. В качестве модели драйверов сетевых устройств используется стандартная модель NDIS версии 5.1, полностью совместимая с реализацией для Windows 2000 и XP.

Беспроводные коммуникации являются одним из сильных мест Windows CE. Они реализованы в самом полном виде. Начнем с технологий беспроводных коммуникаций ближнего действия (до 10 м). Из них в Windows CE поддерживаются такие технологии, как ИК прием/передача с использованием протокола IrDA и полный стек протокола Bluetooth. В среднем диапазоне (10...100 м) реализован протокол 802.11b/g и связанные с ним протоколы семейства 802.11x. Текущая их реализация позволяет строить как клиентские устройства, так и точки доступа. К технологиям дальнего действия (больше 100 м) относятся GSM/GPRS и CDMA1X.

Для разработчиков в виде компонент поставляется набор стандартных сетевых сервисов. Основные из них – IP-маршрутизатор с поддержкой NAT, VoiceOverIP, RTC с поддержкой протокола SAP, Telnet-сервер, HTTP-сервер, OBEX и UPnP архитектура. Для наглядной демонстрации работоспособности и качества реализации сетевых и беспроводных технологий Microsoft выпустила под своей торговой маркой интегрированное устройство MN-700, включающее четырех портовый коммутатор Ethernet 10/100, маршрутизатор с межсетевым экраном (FireWall) и точку доступа с поддержкой 802.11b/g. Это устройство работает на аппаратной платформе с процессором архитектуры MIPS, имеет 4Мбайт энергонезависимой памяти и 4Мбайт оперативной памяти.

Файловая система и устройства хранения данных

Какая ОС обходится без файловой системы? Для Windows CE базовой файловой системой является хорошо себя зарекомендовавшая система FAT32. В дополнение к FAT Windows CE поддерживает еще две специальные файловые системы: в оперативной памяти (RAM FS) и в образе ОС (BIN FS). Первая из них позволяет использовать часть оперативной памяти, установленной на устройстве для хранения данных. Ближайшей аналогией для нее является RAMDisk из MS-DOS. Принципиальным отличием от RAMDisk является то, что в случае RAM FS можно динамически в процессе работы определять объем доступной для нее памяти. Вторая позволяет получить образ ОС для доступа к нему только для чтения, как к файловой системе. Все файлы этой системы всегда размещаются в каталоге "\Windows". Это удобно, например для чтения информации из статических



Рис. 5

файлов данных. Уникальной особенностью BIN FS является механизм "теней", который позволяет заменять исполняемые файлы, хранящиеся в образе ОС, новыми. Таким образом, если обнаружилась ошибка в одном из приложений, достаточно всего лишь переписать новые файлы поверх старых, хранящихся в образе. При этом старые файлы сохраняются и окажутся "в тени" новых. При необходимости набор файловых систем может быть расширен за счет продуктов от третьих производителей, например TrueFAT от M-Systems, предназначенный для работы с накопителями на базе DiskOnChip.

В качестве накопителей можно применять широкий спектр энергонезависимой памяти от различных производителей, IDE/ATAPI диски, USB накопители, CD и DVD диски. Принципиальным отличием от настольных ОС является то, что в Windows CE не поддерживаются буквы для именования устройств. Все они строятся от единого корневого каталога и выглядят как подкаталоги. Таким образом, например, жесткий диск будет выглядеть как "\\Hard Drive\". Если одинаковых накопителей в системе несколько, то к их названию в конце будет добавлена цифра их порядкового номера.

Мультимедиа

Использование мультимедиа-технологий проникает во все большее число устройств. Если раньше разработчики часто были ограничены в выборе средств для реализации своих идей, или стоимость такой реализации была слишком высока, то сегодня Windows CE предлагает широкий спектр мультимедиа, который включен уже в поставку ОС. На настольных компьютерах большую популярность завоевала технология DirectX. На ее базе для Windows CE был разработан свой набор решений, состоящий из Direct3D Mobile (аналог DirectDraw), DirectShow и DirectPlay. От Windows Media Player была перенесена полностью поддержка Windows Media 9. За счет поддержки стандартных интерфейсов приложения можно переносить с настольных компьютеров на уровне исходных текстов с минимальными модификациями, а зачастую вести параллельно разработку версии как для настольных ПК, так и для устройств на базе Windows CE.

Средства разработки

Цикл разработки любого решения для систем автоматизации состоит из пяти основных этапов (рис. 5). Для Windows CE корпорация Microsoft реализовала все эти этапы в одном интегрированном программном продукте, который получил название Microsoft Platform Builder for Windows CE. Данный продукт включает все необходимое, начиная от кросс-компиляторов для всех процессоров, поддерживаемых в Windows CE, БД компонент, интегрированной среды и полнофункционального расширяемого отладчика и заканчивая эмулятором, позволяющим осуществлять разработку ОС и прикладных программ вплоть до появления аппаратной платформы. Сама ОС и приложения, которые в нее входят, поставляются частично в исходных текстах, частично в библиотеках. Это позволяет разбить систему на компоненты, из которых можно собирать в готовое решение только то, что реально нужно, не неся при этом груза дополнительных затрат, как это происходит при использовании ОС для настольных компьютеров.

В комплект разработчика включено все необходимое для отладки как самой ОС, так и прикладных программ на устройствах. О двух инструментах из этого набора хотелось бы рассказать более подробно, так как они призваны для того, чтобы получать высококачественные решения для систем автоматизации. Первый из них называется Windows CE Remote Call Profiler и предназначен для профилирования системы и поиска узких мест по производительности. С помощью данного инструмента можно получить полную информацию о том, какие функции, сколько раз и как вызывались, сколько времени было потрачено на их выполнение.

Второй не менее полезный инструмент Windows CE Remote Kernel Tracker предназначен для отладки и выявления стоповых ситуаций, вызванных в многопоточной среде из-за проблем с доступом к разделяемым ресурсам или объектам. С помощью него можно увидеть все процессы, запущенные в системе, потоки исполнения и переключение между ними, а также объекты синхронизации. При этом всю информацию можно накопить и сохранить в файле, чтобы потом проанализировать жизненный цикл системы.

Остановимся на средствах разработки прикладных программ, которые можно разрабатывать, используя Platform Builder и без него, используя дополнительные инструменты. В состав Platform Builder входит специальная программа, позволяющая по текущему проекту создать свой комплект разработчика (SDK — Software Development Kit), который передается программистам, занимающимся созданием прикладной части решения. В комплект с SDK входит эмулятор с образом системы, соответствующей разрабатываемой, и пользователи могут начинать отладку и тестирование своих приложений в условиях максимально приближенных к реальным. Данную технологию Microsoft уже обкатал на ОС для мобильных устройств Microsoft Windows Mobile, и такой подход обеспечивает существенное сокращение време-

ни разработки и предоставляет возможность привлекать в проект программистов, не имеющих в своем распоряжении реальных устройств. Единственным ограничением отладки в эмуляторе является невозможность отлаживать программы, работающие в РВ или критичные к времени исполнения или специфической аппаратуре. В основном это касается драйверов устройств.

Максим Сергеевич Донченко — технический директор компании "Кварта Технологии".

Контактный телефон (095) 234-40-18. <http://www.quarta.ru>

НОВЫЕ МОБИЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ KONTRON AG

ЗАО "РТСофт"

ЗАО "РТСофт", эксклюзивный партнер международного холдинга Kontron AG (www.kontron.com) в России и странах СНГ, представляет мобильный сервер данных нового поколения CVX с процессором Intel Pentium M и новую модель мобильного компьютера ReVolution, оснащенного процессором Intel Pentium M с частотой 1,4 ГГц.

CVX – новый высокопроизводительный сервер данных для транспорта

Инновационная вычислительная система CVX построена по модульному принципу и разработана специально для использования на транспорте. Мобильные серверы CVX могут применяться для организации передачи и сбора данных в РВ в постовых машинах ГИБДД, в спасательной, пожарной и иных мобильных службах (рис. 1).

Сервер CVX впечатляет возможностями в области расширения. Наряду со стандартными интерфейсами (3 COM-порта, VGA, LAN, FireWire (IEEE 1394) и USB 2.0), имеются гнездо CompactFlash, слот Mini-PCI (для установки карточки беспроводной сети 802.11g) и PCI-слот половинного размера. Благодаря такой модульности пользователь или OEM-производитель может приспособить CVX практически к любой задаче, например, создать цифровой видеомонофон. Съемный жесткий диск обеспечивает надежную защиту данных. Вместо PCI-слота система может быть оснащена CD- или DVD-приводом.

Такие характеристики сервера CVX, как расширяемость, модульность и компактность позволяют разместить монитор и клавиатуру близко к пользователю, а сам сервер вынести за пределы салона (например, в багажник) либо поместить под сидением автомобиля.

Основные технические характеристики CVX следующие: процессор Intel Pentium M (1,7 ГГц), съемный жесткий диск на 40 Гбайт (опционально – 80 Гбайт), оперативная память DRAM объемом 512 Мбайт (может быть увеличена до 1 Гбайт) и графическая DRAM-память на 32 Мбайт. К порту LVDS подключается сенсорный экран одного из двух типов: с диагональю 12,1" и яркостью 1400 nit или с диагональю 10,4" и 1200 nit (обе панели имеют разрешение SGVA 800x600). Сенсорные экраны холдинга Kontron создаются по технологии резистивной матрицы и со-



Рис. 1

Прикладные программы для Windows CE можно разрабатывать, используя инструменты и языки программирования: eMbedded Visual C++ 4.0 на языках C/C++; Microsoft Visual Studio 2003 на языках C# и VB.Net; Microsoft Visual Studio 2005 на языках C/C++, C# и VB.NET; любые другие, поддерживающие создание приложений для .NET Compact Framework.

храняют работоспособность даже в случае повреждения. Параллельно LVDS-монитору через выход VGA можно подключить второй дисплей. Полноразмерная клавиатура с герметичной мышью и восьмиуровневой подсветкой повышает удобство использования CVX в условиях слабого освещения и в ночное время.

Мобильный сервер CVX устойчив к воздействию ударов, вибрации и экстремальных температур и соответствует требованиям стандарта MIL-STD-810F, что гарантирует уверенную работу продукта в жестких условиях эксплуатации. Прочный модульный корпус из алюминия обеспечивает надежную защиту внутренних подсистем. Безвентиляторное охлаждение позволяет эксплуатировать CVX при температурах -15...60°C. Для более низких температур доступен опциональный жесткий диск с подогревом. Сервер работает под управлением ОС Windows 2000/Professional/XP Pro.

Жесткий ноутбук ReVolution компании Kontron: новая модель с процессором Intel Pentium M

ReVolution – первый в мире компьютер, совмещающий возможности жесткого ноутбука и планшетного компьютера с сенсорным экраном (рис. 2). Новая модель ноутбука ReVolution имеет прочный вибро- и ударопрочный корпус из магниевого сплава, надежно защищающий компоненты всей системы от повреждений, и полностью соответствует требованиям международного военного стандарта MIL-STD-810. Соответствие требованиям IP54 и NEMA3 означает полную защиту системы от влаги и пыли. Ноутбук весит 3,6 кг.

Отличительной особенностью мобильного компьютера ReVolution является TFT-монитор, соединенный с корпусом специальным шарниром. Патентованная система вращения экрана позволяет использовать ReVolution как обычный ноутбук, а после откидывания экрана на 180° – как планшетный компьютер с сенсорным экраном. Объединение в одном