

ВСТРАИВАЕМЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ПЛАТФОРМЕ MICROSOFT® WINDOWS

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

Корпорация Microsoft создала универсальное семейство ОС, включающее все последние достижения в области ИТ, эффективно применяемое для встраиваемых и некомпьютерных устройств. Рассмотрены особенности, характеристики и преимущества флагманов семейства ОС – Microsoft® Windows XP Embedded и Microsoft® Windows CE .NET 4.2. Представлен продукт CeWin, позволяющий запускать обе операционные системы на одном компьютере.

С каждым днем компьютерные технологии все глубже и глубже проникают в нашу жизнь. Уже сегодня многие не представляют своего существования без мобильного телефона или портативного цифрового музыкального проигрывателя. Никого уже не удивляет установленный на улице или в вестибюле метро банкомат с функцией выдачи наличных по кредитной карте. В домах часто можно встретить приемник кабельного или спутникового телевидения. Многие хозяйки используют новые швейные машинки с функцией вышивания (рис. 1). Все большее число фотолюбителей предпочитают цифровые фотокамеры. Задумайтесь, что объединяет все эти устройства? Ответ достаточно прост – все они содержат внутри себя микропроцессор. При этом зачастую он достаточно производителен: всего несколько лет назад его вычислительная мощь показала бы мечтой большинству владельцев настольных компьютеров. Для оживления такого микропроцессора и выполнения возложенных на него функций необходимы ОС и прикладная программа.

Несколько лет назад, на начальном этапе рынка встраиваемых интеллектуальных устройств, у производителя не было другого выхода как под каждое новое устройства заново разрабатывать специализированную ОС, жестко интегрированную с прикладной задачей, отвечающей за выполнение тех или иных функций. Такой подход, помимо временных затрат, требовал усилий большой команды высококвалифицированных программистов. Все это, в свою очередь, оборачивалось высокой себестоимостью разработки и, следовательно, высокой стоимостью для конечного пользовате-

ля, что резко ограничивало число потенциальных потребителей. Несмотря на это, спрос на различные интеллектуальные устройства заметно возрос. Решением проблем стоимости и сроков разработки стало появление специализированных ОС, предназначенных для разработки широкого спектра решений. Теперь разработчики смогли сосредоточиться на решении прикладных задач и реализации новых функций, необходимых потребителям.

В 1996 г. корпорация Microsoft вышла на рынок со своей первой ОС для некомпьютерных интеллектуальных устройств Microsoft® Windows CE 1.0. Одной из главных идей специалистов Microsoft было создать ОС, пригодную для широкого спектра задач, и при этом обеспечить разработчикам возможность использовать уже накопленные знания в разработке программ для компьютеров, работающих под управлением ОС Microsoft® Windows, за счет использования единого интерфейса программирования для всех систем. Таким образом, решилась задача создания единой платформы для интеллектуальных устройств, прикладные задачи к которым могли бы разрабатывать программисты, имеющие опыт разработки программ для настольных компьютеров. Было выполнено и другое немаловажное требование к платформе: в ней реализованы все новейшие достижения в области информационных технологий таких, как Internet-технологии, бес-

проводные коммуникации, технологии цифровой звукозаписи и видео и многое другое. Все это еще в большей степени позволило сократить стоимость и время разработки и соответственно создавать массовый высокотехнологичный продукт в широких областях.

Сегодня корпорация Microsoft предлагает производителям встраиваемых интеллектуальных устройств и разработчикам целое семейство ОС для некомпьютерных интеллектуальных устройств (рис. 2). В это семейство входят несколько классических ОС с лицензионным ограничением на использование только во встраиваемых и некомпьютерных устройствах, две ОС широкого применения, а также версии серверных ОС для создания специализированных сетевых серверов. Более подробную ин-



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

формацию обо всем семействе ОС от Microsoft для встраиваемых и некомпьютерных устройств можно получить в Интернете по адресу <http://www.membedded.ru>. Рассказать обо всех ОС семейства в рамках одной статьи не представляется возможным, так что остановимся на флагманах:

- Microsoft® Windows XP Embedded, предназначенная для использования в банкоматах, игровых автоматах, мощных телевизионных приставках, кассовых машинах, торговых терминалах и информационные киосках, т.е. там, где требуется высокая производительность, защита информации, использование стандартного компьютерного оборудования, минимальные затраты на разработку и использование прикладного ПО.

- Microsoft® Windows CE .NET 4.2, предназначенная для мобильных устройств, терминалов, сотовых и IP телефонов, телевизионных приставок, промышленной автоматики и других устройств, где требуется минимальный размер, согласованное действие множества микропроцессорных архитектур, а также работа в условиях жесткого РВ.

Microsoft Windows XP Embedded

Текущая версия Windows XP Embedded не первая из серии ОС для встраивания в некомпьютерные устройства (рис. 3). Ее предшественником была Windows NT 4.0 Embedded, на базе которой уже были отработаны многие черты и подходы, которые нашли свое воплощение в Windows XP Embedded. Как видно из названия, данная ОС продолжает род ОС

Windows XP для настольных компьютеров и ноутбуков.

Ее принципиальным отличием от родственников, предназначенных для настольных компьютеров, является то, что в ее составе полностью отсутствует пользовательская программа начальной установки и ее невозможно установить пользователю самостоятельно. Для разработчика система представляет набор компонент (около 10000), из которых с помощью специального инструментария происходит сборка готового образа системы, предназначенного для конкретного целевого устройства. Образно говоря, сборка решения похожа на сборку деталей из конструктора Lego, только в качестве строительных блоков используются не пластмассовые кубики, а программные компоненты такие, как ядро, драйвера устройств, сетевые протоколы, графические оболочки и прикладные программы. При этом надо отметить, что во время сборки происходит проверка взаимозависимостей между компонентами, поэтому пользователь не окажется в ситуации, когда при добавлении в проект поддержки сетевого протокола, в решении не окажется ни одного драйвера сетевых карт. Все драйверы устройств или прикладные подсистемы, созданные для Windows XP на настольных компьютерах, могут без каких-либо изменений быть использованы и для решений на базе Windows XP Embedded. Таким образом, для разработчика доступен весь спектр оборудования, разработанного для настольных компьютеров, который он может без дополнительных затрат использовать в своих решениях. Если под решаемые задачи в стандартном наборе компонент не найдется необходимого, то он может быть расширен, для чего в инструментарий включены программа создания новых компонент и программа управления базой, в которой хранятся компоненты.

Компонентный подход к сборке системы открывает широкие воз-

можности по созданию решений для широкого круга устройств. В таком подходе есть еще одно важное свойство, которое заключается в том, что конфигурация, созданная для целевого устройства, обеспечивается высокой степенью надежности и защиты. Все это достигается за счет того, что разработчик четко определяет необходимые компоненты, их взаимодействие между собой и возможные взаимодействия с внешним миром. Для минимальной конфигурации, в которую входит ядро, поддержка файловой системы и управление из командной строки, требуется всего 8 Мбайт свободного места на носителе и столько же оперативной памяти. В максимальной конфигурации, которая по функциональности полностью соответствует Windows XP Professional, потребуется около 1,5 Гбайт на жестком диске и минимум 128 Мбайт оперативной памяти.

Кроме того, в состав Windows XP Embedded входят все компоненты, ответственные за безопасность, шифрование данных и авторизацию доступа, что позволяет интегрировать устройства, работающие под управлением этой ОС в существующие информационные системы, в том числе работающие под управлением Microsoft Active Directory.

В отличие от ОС для настольных компьютеров, в состав Windows XP Embedded включено несколько функций, напрямую ориентированных на использование ее в некомпьютерных устройствах. Ярким примером подобных функций является поддержка загрузки ОС с различных носителей таких, как карты flash-памяти, компакт диски, сетевые устройства. При этом устройства могут не поддерживать записи данных, то есть работать только на чтение. Работа в подобных конфигурациях недоступна для систем, предназначенных для настольных компьютеров.

Когда мы говорим о создании сетей некомпьютерных устройств, например таких, как банкоматы,

одними из важнейших задач являются управление ими, обновление встроенного ПО и дистанционный мониторинг. Все эти функции включены в состав Windows XP Embedded и базируются на наборе стандартных протоколов, позволяющих легко интегрировать создаваемые устройства в существующие системы управления.

Теперь несколько слов о прикладном ПО, без которого не обходится ни одно целевое устройство. Большим достоинством Windows XP Embedded является то, что в решениях на ее основе можно использовать ровно то же самое ПО, которое было разработано для настольных компьютеров. С другой стороны, для разработки нового ПО можно использовать весь широкий спектр доступных инструментов, созданных для разработки программ под Windows, а для отладки использовать стандартные настольные компьютеры, не дожидаясь готовности заказанного оборудования.

Полная совместимость с ПО для настольных компьютеров несет в себе помимо очевидных плюсов, набор минусов. Основными из них являются три. Первый — поддержка процессоров только с архитектурой X86. Второй — достаточно высокие требования к оборудованию и электропитанию. Третий — отсутствие поддержки работы в режиме RV. Если первые два минуса без изменения программной платформы решить нельзя, то третий может быть решен несколькими способами за счет использования ПО третьих фирм. Решение же первых двух возможно за счет использования другой флагманской ОС от Microsoft, предназначенной для некомпьютерных устройств и называемой Microsoft Windows CE, а именно, ее последней версии — Microsoft Windows CE .NET 4.2.

Microsoft Windows CE .NET 4.2

История Microsoft Windows CE началась с 1996 г., когда корпорация выпустила свою первую ОС для некомпьютерных устройств, изначально позиционируя ее для

карманных компьютеров. Выпустив в 1998 г. вторую версию ОС, Microsoft поменяла ее позиционирование, расширив целевой спектр применения в различных видах устройств, начиная от автомобильных компьютеров и систем навигации и заканчивая системами промышленной автоматики и мобильными устройствами. Выпуск летом 2003 г. версии 4.2 ОС явился логичным этапом в процессе работы по созданию ОС для некомпьютерных устройств с архитектурой, отличной от архитектуры настольных ПК.

Многие разработчики уже сталкивались с различными версиями Windows CE на карманных компьютерах, поэтому мог сложиться стереотип, что эта ОС предназначена исключительно для мобильных устройств. На самом деле, уже сегодня на базе Windows CE существуют решения для различных областей от автомобильных компьютеров, бытовой электроники, телекоммуникационного оборудования до систем промышленной автоматики и роботизированных комплексов. Весь спектр возможных применений изначально был заложен в архитектуре системы. В отличие от многих ОС Windows CE изначально создавалась без привязки к какой-либо процессорной архитектуре или конкретной аппаратной реализации.

Единственное ограничение состояло в том, что процессор был 32-х битным. Уже сейчас система поддерживает процессоры четырех архитектур (ARM, MIPS, SHx, X86) и более 250 различных их реализаций в виде процессоров от различных производителей.

Разработка решений на базе Windows CE принципиально отличается от сборки Windows XP Embedded или установки ОС для настольных компьютеров. Данный процесс больше похож на разработку прикладной программы. Для разработки применяется специальная версия среды разработки, называемая Platform Builder (рис. 4) и похожая на классичес-



Рис. 4

кую среду разработки Microsoft Visual Studio. Такой подход обусловлен тем, что для разработчика ОС представляет набор библиотек и исходных текстов, из которых с помощью кросс компилятора и программы сборки получается готовый образ ОС, с включенными прикладными программами, готовый к загрузке в целевое устройство. В комплекте со средой разработки поставляется более 2 млн. строк исходных текстов ядра и подсистем, включая графическую оболочку, которые позволяют производить точную настройку и адаптацию системы под требования к разрабатываемому устройству. По стандартной лицензии разработчик не может модифицировать и применять в коммерческих целях модифицированный исходный код, однако для тех, кому это крайне необходимо существует специальная программа лицензирования.

Вернемся к самой ОС, что же она позволяет получить? Начнем с того, что хотя система работает на множестве различных процессорных архитектур, слово Windows в ее названии неспроста: эта система построена на подмножестве стандартного интерфейса программирования Win32 и позволяет переносить прикладные программы, разработанные для настольных компьютеров, на уровне исходных тестов с минимальными модификациями. Из существующих ограничений надо отметить ограничение на 32 процесса в системе и на 32 Мбайта кода на каждый из процессоров. При этом система обладает всеми передовыми чертами современных ОС такими, как вытесняющая многозадачность, поддержка ком-

муникационных протоколов, работа с различными периферийными устройствами, а также развитые мультимедиа возможности. Данный подход позволяет создавать решения для устройств с минимальными требованиями к аппаратной части. Так в минимальной конфигурации с ядром и коммуникационным стеком система может работать из постоянной памяти объемом 256 Кбайт и требовать всего около 300 Кбайт оперативной памяти. Для сравнения, в максимальной конфигурации, если ее так можно назвать, типовой объем образа ОС вместе с приложениями не превышает 32 Мбайт, а для работы используются не более 64 Мбайт оперативной памяти. Говоря об оперативной памяти, надо заметить еще несколько особенностей реализованных в Windows CE. Первая из них — исполнение программ непосредственно из постоянной памяти без их загрузки в оперативную память, что позволяет существенно сократить требования к объему необходимой оперативной памяти. Вторая — оперативная память подразделяется на области для хранения данных и исполнения программ с возможностью их динамического перераспределения. Третья возможность — использование образа системы в качестве файловой, что позволяет размещать в нем файлы статических данных больших объемов, чтобы работать с ними, используя стандартные функции чтения файлов.

В области коммуникационных возможностей и реализации промышленных стандартов с Windows CE вряд ли сравнится какая-либо другая ОС, предназначенная для некомпьютерных устройств. В Windows CE поддерживается полный спектр проводных коммуникаций, построенных на базе протокола TCP/IP, беспроводные коммуникации в стандартах Wi-Fi (802.11) и Bluetooth для подключения широкого спектра беспроводных устройств, а также стандартные протоколы, предназначенные для подключения периферийных устройств такие, как FireWire

(1384) и USB. В дополнение к коммуникационным протоколам нижнего уровня в систему входят стандартные решения для передачи голоса, например, полная реализация Voice Over IP.

От голосовых функций логично перейти к мультимедиа, поддержка которого, реализованная в Windows CE, включает полную поддержку декодирования различной аудио и видеoinформации в стандартах Windows Media 9, поддержку множества стандарта DirectX 8 и просмотра HTML страниц с использованием технологии Internet Explorer 6.0. С другой стороны, включенная в комплект поставки, поддержка файловых систем CDFS/UDFS, используемых на компакт и DVD дисках, позволяет с минимальными затратами создавать различного рода потребительские устройства.

Говоря о мире некомпьютерных устройств, мы не стремимся сделать этот мир изолированным от его компьютерных собратьев. Для интеграции двух миров корпорация Microsoft включила в состав Windows CE набор программ просмотра документов в форматах приложений, входящих в Microsoft Office таких, как Word, Excel, PowerPoint. Также в состав системы включены два полноценных приложения: Inbox, представляющий собой клиента электронной почты, а также WordPad, представляющий упрощенный редактор текстов в формате Microsoft Word или RTF.

Одной из важнейших особенностей, которая была включена в версию 4.2, является интегрированная поддержка выполнения приложений на базе технологии Microsoft .NET. Для этого в состав ОС была включена специальная версия исполняющего ядра .NET, которая имеет название .NET Compact Framework. Таким образом, стало возможно создавать прикладные приложения, которые без какой-либо модификации могут исполняться как на настольных компьютерах и серверах, так и на некомпьютерных устройствах.

В качестве среды разработки для подобных приложений используется стандартная среда разработки Microsoft Visual Studio .NET.

Раз речь зашла о разработке программ, надо отметить среду разработки, в которую включены все необходимые инструменты, начиная с кросс компилятора, позволяющего компилировать приложения для различных компьютерных архитектур, и заканчивая встроенным мощным отладчиком и профайлером, которые позволяют быстро и эффективно отлаживать готовые решения на целевых устройствах. Уникальной особенностью среды разработки для Windows CE является наличие в ней эмулятора, который позволяет разрабатывать и отлаживать ПО пока происходит выбор или разработка конкретной аппаратной платформы для целевого устройства. Это позволяет существенно сократить сроки разработки, а также дает разработчику возможность с использованием эмулятора проверить код в условиях, недоступных для отладки на реальном устройстве. При таком богатстве функций, включенных в состав ОС, может показаться, что перед разработчиком встанет проблема, как выбрать тот набор функций, который ему необходим в его целевом устройстве. Для облегчения данной работы в состав инструментальных средств включен специальный мастер, который на базе шаблонов стандартных устройств (терминал, контроллер, мобильный компьютер, сетевой маршрутизатор и т. п.), позволяет быстро создавать стартовые проекты, содержащие необходимый согласованный набор компонентов.

В заключение хочется остановиться еще на одной ключевой особенности Windows CE: данная ОС является системой жесткого реального времени. Чтобы сразу предотвратить заблуждения в определении понятия "системы РВ", необходимо уточнить, что основной характеристикой такой системы является не мгновенная реакция на события, а гарантированное время реакции, то есть вне зависимости от текущего

состояния системы и приложений в ней можно точно гарантировать время реакции и обработки событий. Именно такой ОС является Microsoft Windows CE .NET 4.2. Сейчас система поддерживает 256 уровней приоритета исполнения, вложенные обработчики прерываний и очень короткое время между процедурой обработки прерываний (Interrupt Service Routine – ISR) и потоком обработки прерываний (Interrupt Service Thread – IST). Для процессора Intel Pentium 166МГц среднее время задержки вызова обработчика прерываний составляет 2,8 мкс, а среднее время запуска потока обработки составляет 17,9 мкс. Что касается скорости, то она, в первую очередь, зависит не от ОС, а от той аппаратной платформы, на которой она работает.

Подводя итог всему сказанному о Windows CE, можно заключить, что эта ОС предназначена для широкого спектра устройств, где необходима поддержка работы в режиме жесткого РВ, необходимо работать в минимальных требованиях к аппаратуре, а также на процессорах с архитектурой, отличной от X86.

Симбиоз ОС для решения комплексных задач

Рассказав о каждой из ОС по отдельности, хочется добавить о возможности построения комплексных решений. При этом речь пойдет о реальном продукте, который уже существует и является основой для жизнедеятельности более 50000 промышленных роботов. Жизненный опыт показывает, что достаточно часто для успешной реализации того или иного решения бывает сложно подобрать универсальную платформу, которая отвечала бы всем требованиям одновременно. Это примерно, как классическая задача создания идеального мужчины: вот бы глаза Иван Ивановича к усам Петра Петровича и к ушам Николай Николаевича. Решить подобную задачу

удалось специалистам компании KUKA Controls GmbH. Эта компания создала продукт, который называется CeWin и позволяет запускать в рамках одного компьютера сразу две ОС – Windows XP Embedded и Windows CE .NET. Данный продукт позволяет совме-

стить в одном компьютере поддержку функционирования приложений в режиме жесткого РВ, реализованного в Windows CE с системой визуализации, управления, безопасности и коммуникаций, созданной на базе Windows XP Embedded. Таким образом, в рамках одного устройства удается создать полноценный управляющий комплекс. Данный подход имеет несколько ключевых преимуществ:

- использование Windows CE в качестве управляющей системы РВ позволяет использовать стандартные компоненты и драйвера устройств, разработанные для данной системы. Все это позволяет уменьшить стоимость и сократить время разработки;

- использование Windows XP позволяет использовать стандартное ПО, ранее разработанное для настольных компьютеров, интегрировать готовое устройство в производственную сеть, где используются промышленные стандарты безопасности, построенные на базе Microsoft Active Directory;

- использование двух ОС в рамках одной аппаратной платформы позволяет сократить расходы на аппаратуру и повысить надежность решения за счет сокращения внешних соединений и использования нескольких компьютеров. Известно, что чем больше



Рис. 5

компонент включает система, тем ниже ее надежность;

- разработку ПО для каждой из подсистем комплекса можно вести параллельно, используя стандартные компоненты, при этом взаимодействие подсистем является скрытым для приложений, а для взаимодействия они используют стандартные интерфейсы.

Для демонстрации своих технологических достижений на базе одного из промышленных роботов, работающих под управлением CeWin, был построен аттракцион (рис. 5). Данный аттракцион был высоко оценен зрителями, а правительственные органы Германии, как известно, отличающиеся своими жесткими требованиями к надежности и безопасности, дали разрешение на эксплуатацию данного аттракциона. Все это является подтверждением надежности используемых технологий.

В заключение хочется еще раз отметить, что ОС для встраиваемых и некомпьютерных устройств от Microsoft прошли долгий путь и, без сомнений, перед данной платформой открыты все двери в будущем. Однако уже сегодня с их использованием можно строить многофункциональные, надежные и производительные решения. При этом для создания решений можно использовать весь богатый опыт разработки программ под Windows, накопленный индустрией за последние годы.

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

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