

СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

А. С. Воронов
ОАО «МКБ Компас»
г. Москва

На сегодняшний день на рынке программного обеспечения для встраиваемых систем присутствует богатый выбор программных продуктов, как проприетарных, так и свободных. Большинство ведущих производителей программного обеспечения и электронных компонент предлагают свои подходы и средства для разработки встраиваемой системы целиком или какой-либо её части (например, Texas Instruments, STMicroelectronics, Atmel, NVidia, и т.д.). Надо сразу оговориться, что универсальных рецептов в данной области не существует: практически каждое отдельно взятое решение по-своему уникально. Набор средств сильно различается в зависимости от следующих ключевых факторов: количество изделий, срок разработки, срок жизни изделия, размеры, энергопотребление, расширяемость, область применения. Однако некоторые общие тенденции все-таки имеются, именно на них и будет сделан акцент.

Первый вопрос, на который разработчику встраиваемой системы необходимо ответить – это стоит ли платить за программное обеспечение. Известно, что все задачи вполне успешно решаются бесплатными программными продуктами. Однако стоит учесть, что, «бесплатность» некоторых продуктов весьма условна. Например, новая операционная система MeeGo является бесплатной и хорошо (на первый взгляд) подходит для информационно-развлекательных устройств. При внимательном же рассмотрении выявляется ряд трудностей: низкая поддержка аппаратных возможностей, долгая загрузка, низкий уровень оптимизации и, в целом, низкая стабильность. При проведенном нами сравнительном тесте на базе «родной» для MeeGo платформы Intel Atom Z6XX, эта система по многим критериям существенно отстала от классической Windows XP. Но, возможно, это временное явление – операционная система новая и требует времени на отладку. Вопрос только в том следует ли разработчику встраиваемой системы тратить время специалистов на вылавливание ошибок и борьбу с недоработками? С другой стороны платное программное обеспечение

часто требует достаточно сложной и «искусственной» по отношению к разработке процедуры активации продукта для каждого отдельно взятого устройства. Например, вместо простого копирования файлов или бинарного образа требуется разворачивание программы по сети с дополнительной подготовкой на устройстве промежуточного клиентского программного обеспечения. Это может существенно усложнить процесс производства, если необходимо сделать более сотни устройств.

Второй по важности задачей при профессиональной разработке устройства является выбор операционной системы. Более того, часто именно операционная система вкуче со специфическими для задачи характеристиками является определяющим фактором при выборе аппаратной платформы. Например, если есть необходимость использовать «тяжеловесную» ОС Windows Embedded 2009 или Windows Embedded 7, то подойдет только платформа x86. Если же есть возможность использовать Windows CE (Windows Embedded Compact), Android, Windows Mobile (Windows Phone), Symbian, Linux, VxWorks, LynxOS, QNX и им подобные, то есть смысл рассмотреть другие платформы (SuperH, MIPS, ARM), поскольку при сходной производительности они выгодно отличаются по цене, токопотреблению и менее требовательны к охлаждению. Но тут разработчика поджидает масса подводных камней: отсутствие драйверов для периферии или самой платформы, ограниченность либо отсутствие бесплатных средств разработки, проблематичность переноса программного обеспечения с другой системы. Простой пример: чипсет NVIDIA Tegra 2 помимо основного процессора ARM Cotex-A9 имеет высокопроизводительный графический процессор и специализированный DSP для кодирования и декодирования видео различных форматов, однако эти возможности бесполезны без поддержки со стороны операционной системы, а эта поддержка, в свою очередь, появляется с существенной задержкой. Конечно, можно и самостоятельно разработать все необходимое, но позволить себе такое могут только компании-

гиганты, выпускающие сотни тысяч устройств, такие как Samsung, Sony, HTC и т.д. Разработчикам поменьше есть смысл ориентироваться на операционные системы, для которых имеется готовый BSP (Board Support Package). Хотя и это не является гарантией работоспособности, например, аппаратные возможности декодирования видео иногда приводят к различным ошибкам - от отрисовки некорректно декомпрессированного видео до полного зависания системы. В таблице 1 приведено сравнение встраиваемых операционных систем по следующим критериям: платность операционной системы и средства сборки, открытость исходного кода, доступность готовых наработок и драйверов, требования к производительности платформы, поддерживаемые архитектуры и надежность. Следует оговориться, что для сравнения были выбраны «полновесные» операционные системы для широкого круга задач, требующие достаточно высокой производительности от аппаратной части. Из рассмотрения были исключены все узкоспециализированные операционные системы для низкопроизводительных микроконтроллеров (например, TinyOS, предназначенная для построения беспроводной сети датчиков на базе AVR-микроконтроллеров компании Atmel). По этой же причине в таблице приведены только архитектуры x86, SuperH, MIPS и ARM, хотя, например, ОС Linux вполне работоспособна на архитектурах PowerPC и AVR в модификации µLinux. Отдельно следует отметить операционные системы повышенной отказоустойчивости, такие как QNX. По таблице можно заметить, что у QNX много минусов, однако они с лихвой компенсируются плюсами, когда речь идет о системах ответственного применения, где малейший риск отказа способен привести к колоссальным убыткам (например, авиационная техника) [1]. Интересные возможности предоставляют ОС Android и Windows Phone (старое название Windows Mobile). За счет Интернет-магазинов Android Market и Marketplace активно привлекаются сторонние разработчики, что, с одной стороны, существенно повышает функциональность системы, с другой сильно упрощает процесс продажи программного обеспечения. Дополнительно необходимо учитывать удобство средств разработки конечного программного продукта встраиваемой системы. Здесь в последнее время сильно укрепила свои позиции компания Microsoft, предоставляя (в том числе и бесплатно) широкий спектр средств для Visual Studio, позволяю-

щих провести полный цикл разработки программного обеспечения. Это компиляторы, система документации и готовых библиотек, эмуляторы устройств, сетевые и локальные средства отладки и т.д.

Таблица 1 – Операционные системы

ОС	Intel x86	SuperH	MIPS	ARM	ОС реального времени	ОС для ответственных применений	Низкие аппаратные требования	Много готовых наработок	Доступны доп. Драйвера	Открытый исходный код	Свободная ОС	Бесплатные средства сборки ОС	Интернет-магазин ПО
Windows Embedded CE/Compact	+	+	+	+	+	±	+	+	+	±	-	-	-
Windows Embedded XP/2009/7	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Windows Mobile/Phone	-	-	-	+	-	-	±	+	±	-	-	-	+
Android	±	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Symbian	-	-	-	+	-	-	+	+	±	-	-	-	-
Linux	+	+	+	+	±	±	+	+	+	+	+	+	-
VxWorks	+	-	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-	-
LynxOS	+	+	+	+	+	+	±	±	+	+	+	+	-
QNX	+	+	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-	-
NetBSD	+	+	+	+	-	-	±	±	-	+	+	-	-
FreeBSD	+	-	+	+	-	-	±	±	+	+	+	+	-
eCos	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Moblin	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-
MeeGO	+	-	-	+	-	-	-	-	±	+	+	+	-

Следующей задачей является выбор языка программирования. Несмотря на многообразие существующих языков, выявить лидирующие несложно. В таблице 2 приведен рейтинг основных языков программирования, составленный компанией TIOBE Software на октябрь 2011 года [2]. Данный рейтинг составляется на основании анализа запросов наиболее популярных поисковых машин. Как видно из таблицы, 7-8 верхних позиций – лидирующие. Это означает, что на данные языки больше всего готовых библиотек, примеров кода, форумов, документации и т.п. Однако не следует думать, что остальные языки не имеют права на существование.

Конечно, у ассемблера рейтинг не высок (0,622%), тем не менее, ассемблерные вставки в большинстве native-языков при программировании драйверов и низкоуровневого ПО для встраиваемой системы – частое явление. Некоторые языки имеют очень узкую специализацию (например, Lisp используют для программирования бытовой техники) поэтому имеют низкий процент в общем рейтинге. Не следует также забывать и о возможностях операционной системы, например, под Android можно программировать только на Java.

Таблица 2 – Языки программирования

Язык	Рейтинг, %	Язык	Рейтинг, %
Java	17,913	Ruby	1,526
C	17,707	Delphi/Object Pascal	1,104
C++	9,072	Lisp	1,031
PHP	6,818	Transact-SQL	0,909
C#	6,723	PL/SQL	0,903
Objective-C	6,245	Lua	0,802
(Visual) Basic	4,549	RPG (OS/400)	0,757
Python	3,944	Pascal	0,720
Perl	2,432	Assembly	0,622
JavaScript	2,191	Ada	0,609

В последнюю очередь необходимо определиться с аппаратной платформой. Давно прошли времена, когда термин «промышленный компьютер» означал нечто большое и неповоротливое. Современные технологии позволяют поместить мощное вычислительное ядро на чрезвычайно малые размеры, сохраняя при этом увеличенный жизненный цикл и расширенный температурный диапазон. Например, модули на чипсетах Z5XX-Z6XX компании Intel стандарта NanoETXexpress имеют размер 55мм X 84мм, при этом на модуле nanoETXexpress-SP от немецкой компании Kontron уже размещено 2 гигабайта флеш-памяти и 512 мегабайт оперативной памяти DDR2. Аналогичные модули могут предложить и другие производители, например, неплохо зарекомендовал себя модуль Robin Z530 от компании Toradex. Отличительной особенностью чипсетов для

встраиваемых систем является богатый набор периферии и функциональных возможностей: аудио и видео кодеки HD качества, аппаратная акселерация 2D и 3D графики, поддержка современных промышленных интерфейсов (RS485, I2C, CAN), поддержка интерфейсов, стандартных для компьютерной техники (несколько каналов RS232, несколько хостов USB 2.0, PCI Express, Ethernet) и т.д. Все это в комплексе позволяет решать множество задач от создания интеллектуальных АСУТП до насыщенных мультимедиа-возможностями информационно-развлекательных стендов. Приводить общее сравнение микропроцессоров и модулей для встраиваемых систем не имеет смысла - они существенно различаются по областям применения, а в пределах каждой области существуют сотни вариантов.

Очевидно, что создание качественного встраиваемого программно-аппаратного продукта – трудоемкая и дорогая задача, однако современный уровень развития аппаратных и программных средств, способен в значительной степени упростить, ускорить и удешевить процесс разработки. В определенной степени разработчику на руку сформировавшийся высокий уровень конкуренции среди производителей средств разработки. За последние несколько лет в таких популярных областях как навигационные устройства, мультимедиа проигрыватели, беспроводные коммуникационные устройства, торговые терминалы, банкоматы, информационно-развлекательные стенды, операторные панели и т.д., сроки разработки прототипов сократились с нескольких месяцев до нескольких недель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александр Кузнецов QNX: Современные технологии для современных встраиваемых систем // Мир компьютерной автоматизации: встраиваемые компьютерные системы. – Москва, 2010. – №5. – С. 48-52.
2. <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>
3. Марк Новодачный Свободное и открытое программное обеспечение в разработках встроенных систем // Мир компьютерной автоматизации: встраиваемые компьютерные системы. – Москва, 2010. – №4. – С. 31-36.