

Встроенные системы и свободное открытое программное обеспечение

Марк Новоначный (Москва)

В статье анализируются тенденции развития программного обеспечения для встроенных компьютерных систем.

Современная электроника – это не только аппаратные компоненты, но и программное обеспечение (ПО). Программная составляющая современной электроники требует значительных временных и материальных затрат на её создание или приобретение. Свободное открытое ПО (СОПО) сегодня – это источник высококачественного кода, поддерживаемого тысячами коллективов разработчиков. Концепция открытого кода (Open Source) не вступает в противоречие с коммерческими принципами развития рынка. Приоритетность использования СОПО получила государственную поддержку в ряде развитых и активно развивающихся стран, и эта поддержка только крепнет. Все эти факторы способны превратить СОПО в одну из базовых отраслей мировой экономики, с которой тесно связано, в том числе, и создание встроенных систем.

В недалёком прошлом СОПО рассматривалось как альтернатива закрытому коммерческому программному обеспечению, ограничивающему разработчиков и пользователей компьютерных систем. В последние годы СОПО стало активно конкурировать с ним, в том числе и в сегменте встраиваемых систем. Производителями СБИС и ПЛИС была, наконец, осознана важность технологий Open Source и сделана ставка на их использование для обеспечения заказчиков возможностями быстрого выхода на рынок.

Говоря о свободном открытом ПО, имеет смысл определиться с понятиями из этой области, хотя бы на примитивном уровне. Открытое и свободное ПО – это, вообще говоря, не одно и то же, хотя многие открытые программы являются одновременно и свободными, а многие свободно распространяемые программы не имеют открытого исходного кода. Свобода открытого программного обеспечения предполагает свободу в части копирования, запуска в любых целях, распространения, изменения

программного продукта, а также публикации этих изменений. Поскольку для внесения изменений необходимо иметь доступ к исходным кодам программы, открытый код является необходимым условием свободы программы.

В то же время существуют программы формально открытые, но не являющиеся свободными. Так, компания Microsoft уже несколько лет предоставляет исходный код государственным органам ряда стран, ответственным за национальную безопасность. Это позволяет проверять исходные тексты на отсутствие «закладок» и компилировать «экологически чистые» продукты для ИТ-систем государственной власти. Но права на свободное «распространение, изменение программного продукта, а также публикацию этих изменений» эта политика открытости Microsoft не даёт. В то же время сочетание открытости исходного кода и свободы работы с ним в части копирования, запуска, распространения, изменений программного продукта и публикации этих изменений позволяет создавать высококачественные программные продукты.

Одним из достоинств ресурсов СОПО является быстрое появление в них приложений для новых, перспективных рынков. Открываются большие перспективы перед разработчиками оборудования для связи VoIP? На ресурсе <http://www.voip-info.org> можно подобрать полный комплект необходимых программных средств. Рынок подаёт сигналы о востребованности приложений на основе беспроводных сенсорных сетей? Ресурсы Open Source предлагают открытую операционную систему TinyOS для узлов таких сетей. Компонентная архитектура, скромные требования TinyOS к ресурсам памяти и возможность эффективного управления энергопотреблением определяют её популярность: последняя версия этой ОС загружена тысячами пользователей. Компонентная библиотека TinyOS включает сетевые протоколы,

инструментарий для поддержки сбора данных, драйверы сенсоров и сервисы поддержки распределённой работы.

В числе примеров высококачественных приложений проектов Open Source можно назвать Apache, Perl и Debian. Проблемы, возникающие с этим ПО, отрабатываются и устраняются за несколько дней. Для оценки качества ПО, в проектах Open Source применяются те же самые технологии, что и в коммерческих разработках программного обеспечения. Хотя исходные коды программ свободно «перетекают» от разработчиков к конечным пользователям и обратно (!), процесс включения этого кода в проекты и далее в конечные системы в составе приложений жёстко контролируется.

Например, при развитии ядра Linux исправления и усовершенствования предлагаются мировым сообществом разработчиков, но интеграцию предложений осуществляют кураторы подсистем Linux. Улучшенные версии этих подсистем оформляются в виде наборов исправлений, на основе которых формируется очередная версия ядра. Новый релиз ядра рождается только после того, как команда под руководством Линуса Торвальдса (Linus Torvalds) соглашается с тем, что с появлением этой версии сделан реальный шаг на пути улучшения ядра и его превращения в ещё более зрелый продукт.

Движение Open Source не строится на компромиссе между открытостью и профессионализмом, а сочетает эти черты. Ряд компаний к тому же смогли поставить на коммерческие рельсы свою приверженность свободному открытому программному обеспечению. Так, основным мотивом для перехода на платформу Linux, как правило, является символическая стоимость приобретения и гибкость этой платформы. Поначалу многие фирмы отказываются от сотрудничества с компаниями, предлагающими на коммерческой основе услуги по поддержке перехода на Linux. Однако позже они возвращаются к платной поддержке, поскольку самостоятельное вхождение «в тему» затягивает сроки вывода новых изделий на рынок.

Ускорение процесса освоения новой перспективной платформы и вывода новых продуктов на её основе на рынок способно окупить затраты на «коммерческий Linux». Исследование LinuxDevices.com от 2007 г. свидетельствует о том, что за период 2003–2007 гг. доля компаний, готовых платить за услуги поддержки в области Linux, выросла с 51 до 72%, тогда как категорически «нет» на вопрос о готовности оплачивать техническую поддержку в этот же период времени постоянно отвечали лишь 15% респондентов. Медленно, но росла и доля фирм, желающих приобрести коммерческий дистрибутив Linux.

Возможности коммерциализации СОПО обеспечиваются существованием примерно двух десятков лицензий разных типов, с разными правами и обязанностями по использованию ПО. Продукты на основе Open Source продаются точно также, как и закрытое коммерческое ПО. Коммерческое использование ПО допускает, например, лицензия BSD (программная лицензия университета Беркли, впервые применённая для распространения операционных систем семейства UNIX). Коды, распространяемые по этой лицензии, используются в

продуктах Microsoft; компоненты ОС FreeBSD (свободная ОС семейства UNIX, распространяемая по лицензии BSD) используются в операционной системе Mac OS X. Веб-сервер Apache, который развивается и поддерживается сообществом разработчиков под эгидой ассоциации Apache Software Foundation, включён в такие коммерческие программные продукты, как IBM WebSphere и СУБД Oracle. Открытый Linux лежит в основе одного из направлений, разрабатываемых компанией Wind River.

Рынок операционных систем на основе ядра Linux и приложений для встраиваемых систем (embedded Linux) стал обретать коммерческие черты около 10 лет тому назад. Тогда же Джим Рэди (Jim Ready) основал компанию MontaVista Software. В те времена скептики утверждали, что Linux никогда не будет использоваться во встроенных системах. В обоснование своих прогнозов они приводили доводы о том, что эта ОС не имеет параметров, характерных для ОС встроенных систем (в частности, речь шла о требованиях к ресурсам памяти), а её рабочие характеристики несравнимы с теми, что демонстрировали существовавшие тогда ОСРВ.

Прошло 10 лет, и Linux «дорос» до embedded Linux, вокруг которого сформировался целый сегмент рынка. Сегодня Linux превратился в обязательного кандидата на участие в «конкурсе» ОС, рассматриваемых в новых проектах, и часто опережает в этом соревновании другие операционные системы. В бизнес, выросший около embedded Linux, пришло довольно много фирм, среди которых компании MontaVista, TimeSys и Wind River.

Производители аппаратных платформ (компании Intel, Texas Instruments, ARM, MIPS) скорректировали стратегии развития своих продуктовых линеек под ОС этого семейства. Для всех новых изделий этих компаний, как правило, предоставляются эталонные разработки на основе Linux. Более того, лидеры рынка являются участниками процесса инновационного развития экосистемы embedded Linux, внося свой весомый вклад. Среди последних новостей – организация компаниями ARM, Freescale, IBM, Samsung, ST-Ericsson и Texas Instruments компании Linaro, которая будет «производить» СОПО для разнообразных микросхем класса System-on-Chip (SoC). Эта компания наме-

рена инвестировать ресурсы в проекты Android, LiMo, MeeGo, Ubuntu и webOS.

Судя по всему, ОС Linux превращается в доминирующую операционную систему для встроенных применений. Исследование LinuxDevices.com 2007 г. свидетельствует о том, что за период 2003–2007 гг. его популярность у респондентов выросла с 32 до 49%. Для сравнения, в этом же опросе доля приверженцев VxWorks все эти годы не превосходила 10%, плавно снижаясь в период 2003–2007 гг., как и доля других ОСРВ (с 12 до 6%). Этот обзор также прогнозирует к 2012 г. долю рынка в 70% за операционными системами на основе платформы Linux. Возможно, такая оценка оптимистична, но можно предположить, что на 50%-долю в ближайшие годы embedded Linux может рассчитывать.

Переход на платформу embedded Linux и возможность повторного использования наработок на её основе важны для разработчиков при современных требованиях к сокращению сроков выхода на рынок. Но, несмотря на наличие многочисленных достоинств операционных систем семейства embedded Linux, перед принятием решения о её использовании разработчики должны учесть и проанализировать ряд факторов, среди которых можно упомянуть увеличенные по сравнению с традиционными ОСРВ ресурсы памяти, а также время отклика, достигающее 50 мкс при прочих равных условиях.

Меньших ресурсов, чем «полноразмерный» Linux, требует µClinux (microcontroller-Linux). Этот открытый микроконтроллерный проект (Embedded Linux/Microcontroller Project) ориентирован на процессоры с лицензируемыми архитектурами ARM, MIPS, а также на фирменные процессоры Hitachi, Analog Devices и Freescale. В «коммерческих» руках компании RedHat версия µClinux «ужимается» до 512 Кб. Именно столько памяти потребовалось этой ОС в системе мониторинга технического состояния военных транспортных средств gumicNET.

Своеобразным ответом на критику Linux в части его требований к памяти можно считать представленный на конференции embedded world 2010 доклад «Unison – ультракомпактный Linux для микроконтроллеров» компании RoweBots. В нём описаны операционные системы Unison и DSPnano из семейства Linux, поддерживающие стандарт POSIX и предназначенные для создания приложений на основе 8-, 16- и 32-разрядных микроконтроллеров.

Эти ОС нетребовательны к ресурсам памяти, что позволяет обойтись в некоторых проектах объёмом в 2 Кб для SRAM и в 8 Кб для флэш-памяти.

Для многих встроенных систем важна не только компактность кода ОС, но и возможность запуска отдельных задач приложения в пределах предопределённого временного интервала (в пределах допустимой задержки), т.е. в режиме реального времени. Среди достаточно известных свободных открытых ОС, относящихся к ОСРВ, находятся eCos и FreeRTOS.

Операционная система eCos (embedded Configurable operating system) не только поддерживает технологию реального времени, но и является гибко конфигурируемой (варьируются более 300 параметров). Это упрощает её согласование с выбранной аппаратной платформой и требованиями приложения. eCos поддерживает около полтора десятков разных процессорных архитектур, включая ARM, MIPS и PowerPC. Выбравшие POSIX-совместимую ОСРВ eCos разработчики могут свободно использовать интерфейсы технологии Ethernet, SPI, I²C, CAN, работать с АЦП и сторожевым таймером.

Особенностью ОСРВ FreeRTOS является наличие отдельных проектов на её основе. Один из них – SafeRTOS. Базируясь на коде FreeRTOS, эта ОС улучшена, документирована и испытана в приложениях, подлежащих сертификации на соответствие требованиям Safety Integrity Level (SIL) 3 стандарта IEC 61508. Второй проект – OpenRTOS – отличается от FreeRTOS коммерческой системой лицензирования. Эта операционная система поддерживает около полутора десятков микроконтроллерных архитектур и уже загружена сотнями пользователей.

В «закромах» Open Source можно найти не только операционные системы, стеки коммуникационных протоколов и файловые системы, но и инструментарий разработчика. Самым известным проектом является стандарт Eclipse, экосистема которого постоянно обновляется новыми подключаемыми модулями (plug-in module). Эти модули позволяют писать код, компилировать и запускать приложения в разных режимах до проведения нагрузочных испытаний и сертификации в соответствии с конкретными методиками. Обновления платформы Eclipse выходят ежегодно. Модульная структура платформы Eclipse позволяет не только непрерывно наращивать её возможности как проекта, но и конфигурировать инте-

грированную среду разработки (IDE). Подробности об обновлениях платформы Eclipse можно найти на интернет-странице ассоциации Eclipse Foundation <http://www.eclipse.org>.

История проекта Eclipse является показательным примером и образцом технологии запуска и развития жизнеспособных проектов Open Source. Разработчиком концепции Eclipse является компания IBM (1998 г.). В 2001 г. IBM организовала консорциум Eclipse и открыла код проекта. Для устранения сомнений в части возможного доминирования IBM в контроле над проектом, в 2004 г. была создана некоммерческая ассоциация Eclipse Foundation.

Ныне проект Eclipse – это три тесно связанных между собой сообщества – ответственных разработчиков официального Eclipse-инструментария, разработчиков подключаемых модулей и пользователей. Разработчики подключаемых модулей расширяют платформу, создавая полезные инструментальные средства. Пользователи применяют инструментарий, созданный разработчиками подключаемых модулей, выявляют возможные недостатки и взаимодействуют с ответственными разработчиками для устранения этих недостатков.

Платформа Eclipse также разворачивается к разработчикам встроенных систем. В 2005 г. Совет директоров ассоциации Eclipse Foundation (Eclipse Board of Directors) утвердил включение в список проводимых ассоциацией работ инициативы DSDP (Device Software Development Platform, платформа разработки программного обеспечения для встроенных систем), представленную на рассмотрение компанией Wind River Systems. В числе компаний, высказавших заинтересованность в реализации проектов инициативы DSDP, оказались также Accelerated Technology, IBM, Intel, MontaVista, Texas Instruments, Timesys и QNX.

Среди текущих разработок DSDP можно упомянуть следующие:

- проект Target Management по разработке интерфейсов прикладного программирования (application programming interface, API), модели данных и подходов, необходимых для разработки технологий дистанционного управления встроенными системами, технологий управления подключениями встроенных систем в удалённом режиме и их обслуживанием в этом режиме;
- проект Windows Embedded CE Support (поддержка Windows Embedded CE), инициация которого направле-

на включение в уже упоминавшийся проект Target Management поддержки встроенных систем на основе операционной системы Windows Embedded CE;

- проект Device Debugging по разработке API для поддержки отладки приложений для встроенных систем;
- проект RTSC (Real-Time Software Components, компоненты программного обеспечения для систем реального времени) по созданию инструментария Eclipse для разработки и конфигурирования приложений на языке C/C++ для встроенных систем с крайне ограниченными аппаратными ресурсами (цифровые сигнальные процессоры и микроконтроллеры);
- проект Eclipse DD (Eclipse Device Debugging, Eclipse-отладка встроенных систем) по созданию ядра служб отладки (Debugger Services Framework);
- проект TCF (Target Communications Framework, коммуникационное ядро для связи с целевой платформой) по созданию «лёгкого», расширяемого коммуникационного протокола, стандартизирующего связь отладочного инструментария (средства отладки, мониторинга, тестирования) с

различными встроенными системами. Основное внимание участники проекта уделяют поддержке отладки гетерогенных вычислительных платформ в виде многоядерных процессоров и микросхем SoC.

В настоящее время с тематикой встроенных систем связаны около десяти проектов Open Source, курируемых ассоциацией Eclipse Foundation. Счёт загрузок соответствующего инструментария идёт на миллионы. В числе членов сообщества Eclipse около 30 компаний, известных своими достижениями на рынке встроенных систем и мобильных устройств.

По мере того как растут требования к разнообразию набора функциональных возможностей встроенных систем и сокращаются сроки, отводимые проектом на разработку кода программы, разработчики всё чаще используют для их воплощения готовые программные компоненты на основе СОПО. Использование свободного открытого программного обеспечения позволяет сократить временные и материальные затраты на создание нового программного обеспечения, минимизировать риски в случае неудачи проекта (технической

или маркетинговой) и не зависеть от поставщика программного продукта.

Одним из наиболее крупных ресурсов открытого программного обеспечения является SourceForge.net. На нём зарегистрированы сотни тысяч проектов. При выборе открытого программного обеспечения следует внимательно изучить требования лицензии, под действие которой подпадает использование конкретного кода. Это важно с точки зрения как коммерческих перспектив использования конкретного приложения, так и оценки возможности интеграции нескольких приложений на основе открытых кодов в единый продукт.

Одна из проблем, которая может возникнуть у пользователя открытого ПО, – отсутствие централизованной ответственной поддержки. Профессионально эта проблема решается поставщиками коммерческих программных продуктов на основе открытого кода. В некоторых случаях поддержка как раз и является коммерческой стороной деятельности таких компаний на рынке Open Source. Ещё одними источником поддержки являются интернет-форумы, хотя в этом случае трудно говорить о гарантиях.

