



РОССИЙСКИЕ ВУЗЫ ОСВАИВАЮТ QNX: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

А.А. Кузнецов (Компания SWD Software)

Компания SWD Software активно участвует в подготовке молодых специалистов и ученых в отечественной высшей школе, предоставляя лицензии на использование ОС РВ QNX в образовательных целях, проводя курсы лекций и мастер-классы для преподавателей и молодых ученых, организуя научно-практические конференции. Представлены некоторые разработки в области робототехники, реализованные вузами на базе ОС РВ QNX.

Ключевые слова: роботы, жесткое РВ, ОС, встраиваемые системы, обучение.

В этом году свой юбилей отмечает канадская компания QNX Software Systems (QSS), специализирующаяся на технологиях разработки ПО для систем РВ. Вот уже 30 лет технологии QNX успешно внедряются в высоконадежные системы в автомобильной промышленности, телекоммуникациях, промышленной автоматизации, оборонно-промышленном комплексе и в медицине. Решения, построенные на QNX, различаются по масштабу и сложности, однако все они рассчитаны на безотказную работу в течение длительных периодов времени — от нескольких недель до нескольких лет.

Российский рынок надежных интеллектуальных устройств является одним из самых быстроразвивающихся в мире. Растущий интерес промышленных предприятий к созданию таких устройств вызывает необходимость подготовки большего числа специалистов в сфере компьютерных систем РВ, проектирования различных технических систем управления и т. д. Это в свою очередь стимулирует российские вузы развивать научную и педагогическую деятельность, связанную с данными направлениями. Для подготовки квалифицированных кадров, отвечающих современным требованиям рынка, вузы часто сотрудничают с компаниями, оказывающими экспертную поддержку передовых компьютерных технологий.

Компания SWD Software, которая является официальным дистрибьютором ОС РВ QNX в России и ближнем зарубежье, активно участвует в подготовке молодых специалистов и ученых в отечественной высшей школе. Более 20 российских вузов являются участниками некоммерческой образовательной программы "QNX для вузов", цель которой — дать студентам и аспирантам возможность пользоваться технологиями QNX в процессе обучения и научно-исследовательской работы, а преподавателей обеспечить методическими материалами для организации учебного процесса. Участники программы ежегодно приглашаются на бесплатные обучающие мероприятия, организуемые компанией SWD Software совместно с ведущими техническими вузами страны.

Технологии QNX и научное сообщество

Несколько лет назад российские университеты получили лицензии на использование ОС РВ QNX в образовательных целях и начали разрабатывать на их основе различные учебные и научно-исследовательские проек-

ты. Специалисты компании SWD Software провели для преподавателей и аспирантов цикл курсов по различным аспектам создания встраиваемых систем: по разработке приложений и драйверов, использованию инструментов анализа и диагностики ПО, системному и сетевому администрированию ОС РВ QNX. Сотрудничество компании SWD Software с вузами стало плодотворным: вузовское сообщество с успехом превратило теорию в практику и реализовало ряд успешных проектов на базе QNX, а круг преподавателей и молодых ученых, проявляющих интерес к технологическим новинкам компании QNX Software Systems, расширяется с каждым годом.

Успех технологий QNX в академической среде позволил компании SWD вывести программу "QNX для вузов" на качественно новый уровень и провести в 2009 г. научно-практический семинар "Технологии QNX — достижения и тенденции", собравший около 30 участников из г. Москвы, Нижнего Новгорода, Брянска, Таганрога, С.-Петербурга и др. Эксперты компании SWD Software рассказали о новых технологиях создания встраиваемых систем и провели ряд обучающих мастер-классов, а представители вузов выступили с докладами, посвященными успешно реализованным учебным и научно-исследовательским проектам с применением ОС РВ QNX. Несмотря на то, что все проекты имели общую сферу применения — робототехнику, они преследовали различные цели и раскрывали различные стороны применения технологий QNX.

QNX — платформа для проектного обучения

В Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского на кафедре информационных технологий в физических исследованиях ведется курс обучения методам проектирования, в котором студенческие команды работают над созданием мобильной роботизированной платформы для передвижения по пересеченной местности.

Эта платформа перемещается в точку назначения, обходя различные препятствия и ориентируясь по навигационному полю GPS и датчикам окружения. В качестве бортовой шины мобильного робота используется интерфейс USB, к которому подключен процессорный блок, модуль радиосвязи и GPS-навигации, Web-камера и другое оборудование. Разработчики выбрали для уп-

равления роботом ОС РВ QNX Neutrino, руководствуясь такими критериями, как наличие отлаженной программной инфраструктуры (системы обработки прерываний, интерфейса многопоточности, файловой системы, широкого набора утилит и библиотек), возможность создавать компактные целевые системы и наличие средств обеспечения высокой надежности прикладного ПО. Для процессорного блока ПО создавалось с помощью штатного комплекта разработчика ОС РВ QNX Neutrino – QNX Momentics, который позволил, во-первых, отлаживать, модифицировать и тестировать программные модули на ПК без использования контроллера и, во-вторых, дал участникам проектной команды возможность параллельно работать над различными элементами робота. В результате были созданы два мобильных робота, способных объезжать препятствия, фиксировать свои пространственные координаты и делать снимки окружающей обстановки, а студенты на практике освоили проектирование встраиваемых систем жесткого РВ, использование средств отладки и анализа ПО, а также работу с периферийными USB-устройствами в полноскоростном режиме. Роботизированная платформа была доработана для участия в I-ом Всероссийском робототехническом фестивале, на котором команда "Волга" ННГУ им. Н.И. Лобачевского завоевала 2-е место в состязаниях класса "Свободный".

Многомодульные распределенные системы управления на базе QNX

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана развивает исследовательский проект по созданию двуногого шагающего робота (ДШР). Программный комплекс робота управляет движением его исполнительного механизма с консоли оператора, настраивает гидроприводы, системы ориентации и силомоментные датчики, определяет динамические характеристики исполнительного механизма, а также работает с математической моделью ДШР, выполняя над ней все перечисленные действия. Программный комплекс ДШР имеет многомодульную распределенную архитектуру, в которой логически обособленные функции управления реализуются как процессы-задачи. Последние обмениваются данными и командами и синхронизируются друг с другом по унифицированным протоколам, которые реализуются специальными процессами-транспортирами. Программный комплекс ДШР работает на трех ЭВМ, объединенных в локальную сеть.

Выбор QNX Neutrino в качестве ОС для управления двуногом шагающим роботом обусловлен рядом факторов. Во-первых, QNX Neutrino является ОС жесткого РВ, то есть включает механизмы, обеспечивающие точную выдержку временных интервалов и гарантированное малое время реакции программ на внешние события. Во-вторых, в ОС РВ QNX Neutrino имеются достаточно простые и эффективные механизмы межзадачного взаимодействия (синхронные сообщения, импульсы, события, разделяемая память и др.), позволяющие строить модули управления тех-

ническими объектами. В-третьих, технология прозрачных распределенных вычислений (Transparent Distributed Networking, TDP) позволяет размещать программные модули на разных ЭВМ, объединенных в сеть, без написания дополнительного сетевого кода.

Методика, которую специалисты МГТУ им. Н.Э. Баумана предлагают для создания ПО системы управления робота, позволяет значительно ускорить его реализацию за счет представления проектной задачи в виде набора подзадач, решаемых отдельными программно-аппаратными модулями. Успешное применение этой методики в двуногом шагающем роботе демонстрирует эффективность технологий QNX в построении распределенных сред управления.

QNX в научной робототехнике

Технологический институт Южного федерального университета (ТТИ ЮФУ) ведет работу по усовершенствованию мобильного робота "Скиф", разработанного в студенческом конструкторском бюро "Робототехника и интеллектуальные системы". Этот робот используется как учебная платформа для разработки систем управления, технического зрения и микроконтроллерных систем, применяется в научных исследованиях позиционно-траекторного управления, движения в неформализованных средах с препятствиями и нейросетевых технологий планирования движения, а также участвует в соревнованиях "Мобильные роботы".

Программа управления роботом функционирует под управлением ОС РВ QNX Neutrino и реализована как многопоточное консольное распределенное приложение. Потоки используют единую структуру данных, в которую помещаются текущие скорости колес робота, список координат маяков в глобальной системе координат и др. Для работы с этой структурой данных написаны специальные функции доступа, а ее целостность обеспечивается штатным механизмом синхронизации ОС РВ QNX Neutrino – блокировкой чтения-записи, который позволяет нескольким потокам одновременно считывать защищаемые данные, но запрещает множественный доступ к ним при записи. ПО робота состоит из модулей (контроллера, планировщика, регулятора и др.), созданных разными разработчиками, но взаимодействующих друг с другом с помощью единого интерфейса. Модули работают в распределенной среде исполнения, где клиентская часть расположена на ПК, а серверная встроена в робот и связана с клиентским ПК через интерфейс Wi-Fi. Клиент и сервер взаимодействуют по протоколу "запрос-ответ", реализованному в виде множества сообщений различных форматов.

Результаты проекта по созданию мобильного робота "Скиф" используются в квалификационных (бакалаврских и инженерных) работах, а также в кандидатской и докторской диссертациях. Создатели робота рассматривают перспективу его практического применения в автоматизированных складских помещениях и в домашнем быту (например, в качестве робота-пылесоса или видеонаблюдателя). Одним из направлений развития мобиль-

ного робота "Скиф" является повышение отказоустойчивости его ПО, для которого разработчики намерены использовать штатную технологию ОС PV QNX – менеджер высокой готовности (High Availability Manager).

QNX как основа систем управления высокой сложности

Цикл разработки встраиваемых систем PV характеризуется высокой трудоемкостью, и в то же время из-за высокой рыночной конкуренции его длительность необходимо сводить к минимуму. В этих условиях важным фактором успеха проекта является использование в нем развитых инструментов разработки: средств управления проектными требованиями, моделирования системы, а также создания и анализа ПО. Кафедра системотехники Саратовского государственного технического университета разработала собственную программно-аппаратную систему (ПАС) для моделирования систем управления PV и изучения процесса управления жизненным циклом сложного ПО.

Управление проектными требованиями в ПАС осуществляется с помощью инструмента IBM Rational RequisitePro, который упрощает коммуникации между группами разработчиков и позволяет контролировать выполнение требований к проектируемой системе, а также изменять их по мере развития проекта. Требования передаются в среду визуального моделирования IBM Rational Rhapsody, которая позволяет вести разработку встраиваемых систем с помощью средств универсального языка моделирования (Unified Modeling Language, UML) – диаграмм, классов и др. Для построенной модели среда Rhapsody автоматически генерирует программный код на языках высокого уровня C, C++ и Java на любой стадии разработки. Этот код передается в комплект разработчика QNX Momentics, в котором его можно модифицировать, компилировать для различных аппаратных платформ (MIPS, PowerPC, StrongARM/xScale, SH-4 и x86) и отлаживать, а также анализировать работу программ и системы в целом. Скомпилированный код передается на целевую систему, которая установлена на объекте управления.

Примером сложной системы PV, спроектированной с помощью ПАС, является мобильный робот на базе процессора Intel 440 MX под управлением ОС PV QNX Neutrino. Этот робот оснащен мобильной платформой с двумя ведущими колесами, восемью инфракрасными барьерами, гироскопом, Web-камерой и интерфейсом Wi-Fi. Робот способен взаимодействовать с другими мобильными роботами, а также со стационарным центром управления и мониторинга. Система управления робота может быть легко адаптирована к различным областям применения, таким как патрулирование территории, экологический мониторинг и разведка местности. Кроме того, мобильный робот используется в учебном процессе как платформа для изучения передовых информацион-

ных технологий моделирования и разработки сложных систем управления жесткого PV.

QNX в вузах: результаты и перспективы

Активный диалог специалистов компании SWD Software с представителями высшей школы является ключом к взаимопониманию, позволяющим формировать максимально эффективную программу сотрудничества. Вопросы и задачи, которые возникают у преподавателей и аспирантов, становятся основой докладов и мастер-классов, проводимых экспертами SWD Software. Так, в рамках научно-практического семинара "Технологии QNX – достижения и тенденции" особое внимание было уделено штатным средствам отказоустойчивости ОС PV QNX Neutrino, способам встраивания и загрузки ПО с различных накопителей данных и новым графическим возможностям платформы QNX SDP 6.4. Представители вузов, добившиеся передовых результатов в использовании технологий QNX, получили дополнительные предложения по индивидуальному обучению, доступу к другим профессиональным услугам компании SWD Software, а также спонсорской поддержке.

Проекты, которые разрабатываются в ведущих российских технических университетах, показывают, что технологии QNX – это не только платформа для создания ответственных распределенных вычислительных систем, но и эффективное средство обучения проектированию таких систем. Программный интерфейс ОС PV QNX Neutrino полностью совместим со стандартом POSIX, что позволяет студентам в процессе проектирования использовать навыки и знания о UNIX-подобных ОС общего назначения. В то же время ОС PV QNX Neutrino включает механизмы жесткого PV (многозадачность с вытеснением на основе приоритетов, развитые инструменты анализа, которые позволяют измерять и прогнозировать время отклика программ на события), отказоустойчивости (дублирование и горячая замена сервисов на основе стандартного файлового интерфейса POSIX, администратор высокой готовности и др.), безопасности (технология адаптивного квотирования), что позволяет демонстрировать решение реальных задач проектирования ответственных встраиваемых систем с помощью технологий QNX. Кроме того, преподаватели могут использовать полнофункциональные версии ОС PV QNX Neutrino и комплекта разработчика QNX Momentics в учебных целях по бесплатной и бессрочной лицензии.

Доступ вузов к передовым технологиям – залог качественной подготовки будущих специалистов. Успех образовательной программы "QNX для вузов" показывает не только наличие интереса у высшей школы к технологиям QNX, но и практическое воплощение этого интереса в виде успешно реализуемых вузовских проектов. Это дает повод надеяться на то, что российские компании-разработчики будут постоянно пополняться молодыми высококвалифицированными специалистами по системам PV.

Кузнецов Александр Александрович – преподаватель Учебного центра SWD Software. Контактный телефон (812) 702-08-33. [Http://www.swd.ru](http://www.swd.ru) E-mail: education@swd.ru