

Компания Klinkmann в течение 10 лет произвела установку ПО InTouch на более чем 10.000 объектах различных отраслей промышленности на территории России и стран СНГ. Программный пакет InTouch полностью адаптирован к особенностям российского рынка — предлагается полный комплект документации на русском языке. Компания Klinkmann обеспечивает тех-

ническую поддержку пользователей InTouch, предоставляя широкие возможности обучения, консультационную поддержку, а также ряд других услуг.

Компания Klinkmann предлагает бесплатную версию InTouch и другое ПО Wonderware на компакт-диске с лицензией на бесплатное пользование в течение 30 дней.

Контактный телефон (812) 327-37-52.

[Http://www.klinkmann.com](http://www.klinkmann.com)

ВСТРАИВАЕМЫЕ МНОГОПОТОЧНЫЕ ОС РВ eCos и MCBC-P

А.В. Миронов (ВНИИНС)

Указаны основные подходы к построению ОС РВ. Представлена ОС РВ MCBC-P, разработанная для бортовых цифровых вычислительных машин "СОЛО-54". Описаны структура и основные элементы ОС РВ MCBC-P, а также особенности разработки прикладных программ для ОС РВ MCBC-P.

Операционная система реального времени (ОС РВ) — это система с гарантированным временем реакции на событие. На основе анализа существующих ОС РВ можно выделить три подхода к их организации.

Первый подход основан на использовании планировщика РВ, который является надстройкой над ядром ОС. Здесь ОС выступает в качестве задачи планировщика. Управление передается ОС только в том случае, если нет задач РВ, как только появляется задача РВ, управление передается последней. В соответствии с данным подходом построены ОС RT-Linux, KURT, RTAI. Подобные ОС используются в настольных системах и могут выполнять широкий круг задач.

Второй подход — микроядерный. Отдельно существует ядро ОС, а остальные компоненты такие, как драйверы устройств, планировщик, инструменты синхронизации представляют собой отдельные программы (модули) ОС. Данный подход может использоваться как для построения специализированных встроенных систем, так и для построения настольных систем с широким кругом задач. Представителем такого подхода является ОС QNX.

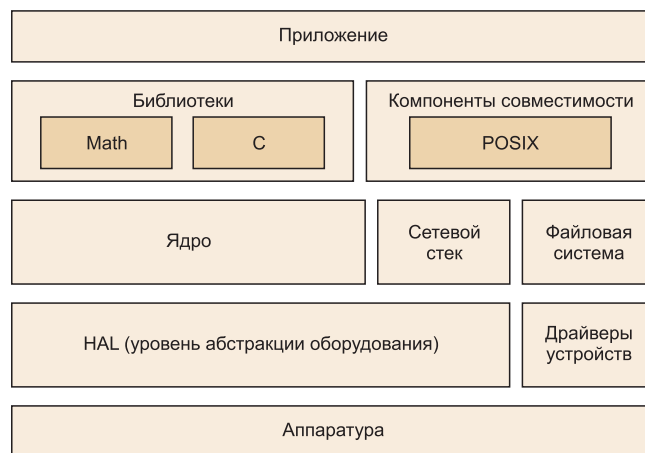
Третий подход основан на объединении монолитного ядра ОС и задачи РВ. В системе находится только одна задача РВ. Ядро ОС компилируется вместе с задачей, которая будет выполняться в системе. В этом подходе нет понятия режима ядра и пользовательского режима. Система все время функционирует в режиме ядра. Данный подход наиболее часто применяется в специализированных системах таких, как управление бортовыми системами. Представителями такого подхода являются ОС RTEMS и eCos.

Одной из сфер применения ОС РВ является создание и модернизация встроенных систем управления радиолокационными станциями, системами наведения и др. В настоящее время ведутся работы по модернизации существующих бортовых цифровых вычислительных машин (БЦВМ) специального назначения. Основными направлениями модернизации являются: переход на RISC-платформу, увеличение

разрядности процессора и объемов ОЗУ и ПЗУ. Совершенствование техники специального назначения привело к созданию новой БЦВМ "СОЛО-54" и как следствие — новой ОС РВ MCBC-P. В качестве прототипа при создании новой ОС для БЦВМ "СОЛО-54" была выбрана ОС eCos.

ОС eCos (embedded Configurable operating system — встраиваемая конфигурируемая ОС) — однопроцессная, многопоточная ОС, свободно распространяемая в исходных кодах. ОС eCos поддерживает следующие архитектуры: ARM, Fujitsu FR-V, Hitachi H8/300, Intel x86, Matsushita AM3x, MIPS, NEC V8xx, PowerPC, Samsung CalmRISC16/32, SPARC, SPARClite, SuperH. На текущий момент разработку ОС ведет компания Ecoscentric (www.ecoscentric.com).

Для функционирования на БЦВМ "СОЛО-54" ОС eCos была существенно доработана в части поддержки аппаратных средств. Также была создана система разработки и отладки прикладных программ, работающая под управлением ОС MCBC-3.0, и система тестов для проверки оборудования БЦВМ, измерения времени реакции на прерывания и времени переключения потоков.



Структура ОС MCBC-P

Ядро ОС МСВС-Р не зависит от архитектуры вычислительной системы, на которой оно функционирует. Для взаимодействия с аппаратной частью системы служит специальный компонент – HAL (Hardware Abstraction Layer – уровень абстракции оборудования), представляющий собой прослойку между оборудованием и программной составляющей (ядром и другими компонентами такими, как файловые системы, компоненты поддержки программных интерфейсов). Каждый компонент ОС МСВС-Р – программный пакет (package), который описан при помощи языка CDL (Component Definition Language). БД компонент ОС находится в репозитории (хранилище), там же располагается утилита для администрирования репозитория (добавления/удаления компонент). На рисунке представлена структура ОС МСВС-Р.

Ядро является основным компонентом ОС МСВС-Р и отвечает за выполнение основных функций при разработке многопоточных приложений. Ядро ОС МСВС-Р предоставляет пользователям собственный программный интерфейс для работы с примитивами ОС, где используются функции с префиксом `cyg_` (`cyg_thread_create`, `cyg_mutex_lock` и др.). Но также можно использовать интерфейс POSIX 1003.1, позволяющий применять в тексте программы стандартные функции (например, `pthread_create`). Интерфейс POSIX создан в виде надстройки над собственным интерфейсом ОС, т.е. на верхнем уровне пользователь использует функции POSIX, которые транслируются в вызовы собственного интерфейса ОС. Унификация с уже существующим интерфейсом POSIX дает возможность использовать ранее написанные приложения или приложения, написанные в другой среде.

При работе в системе нескольких заданий, очередность их выполнения контролирует планировщик, который назначает каждому заданию приоритет. По умолчанию в системе присутствует 32 приоритетных уровня. Поэтому приоритет задания будет лежать в интервале 0...31, где 0 – наивысший приоритет, 31 – наименьший. Число уровней приоритетов задается на этапе конфигурирования ОС. Ядро запускает на выполнение задание низшего приоритета только в том случае, если все задания с наивысшим приоритетом обработаны или заблокированы.

Ядро ОС МСВС-Р может работать с одним из двух типов планировщиков: битовой карты (bitmap) и многоуровневых очередей планирования (MLQ – Multi-Level Queue).

Планировщик битовой карты устанавливает в соответствие каждому приоритету только одно задание. Если система настроена на работу с числом уровней приоритетов равным 32, то максимально возможное число заданий в системе – 32. Планировщик битовой карты позволяет проследить, какое задание запущено в данный момент, а также, какие задания ожидают переключения элементов синхронизации.

Миронов Андрей Вячеславович – инженер Всероссийского научно-исследовательского института автоматизации управления в непромышленной сфере (ВНИИНС). Контактный телефон (095) 110-58-61. E-mail: andrew@vniins.ru

Планировщик MLQ позволяет нескольким заданиям иметь одинаковый приоритет. При использовании планировщика MLQ в системе нет ограничений на число одновременно выполняющихся заданий, кроме ограничений, связанных с объемом памяти встроенной системы. Опционально планировщик MLQ поддерживает квантование времени. Если эта опция активирована, планировщик автоматически переключается с одного задания на другое по истечении кванта времени. Квантование времени имеет место в системе, где обрабатываются, по крайней мере, два задания одинакового приоритета и нет заданий с более высоким приоритетом. Если квантование времени выключено, тогда задание не будет прервано другим с тем же приоритетом, пока не обработается до конца или не будет заблокировано. Квант времени можно задать на этапе конфигурирования системы.

Для межзадачного взаимодействия ядро ОС МСВС-Р предоставляет следующие средства синхронизации: мьютексы; переменные состояния; семафоры; флаги состояния; почтовые ящики.

Ядро ОС МСВС-Р использует двухуровневую обработку прерываний. С каждым прерыванием связана служба обработки прерываний (Interrupt Service Routine – ISR), которая взаимодействует непосредственно с оборудованием. ISR выполняет ограниченный набор команд, в основном относящихся к подсистеме прерываний, и не может выполнять функции выводящие потоки из режима ожидания. Если ISR определила, что операция ввода/вывода закончена и необходимо вывести из ожидания определенное задание, она инициирует службу отложенной обработки (Deferred Service Routine – DSR), которая работает с большим набором команд и может, например, выставить переменную состояния или семафор.

Разработка ПО производится на вычислительных машинах, имеющих достаточные для этого ресурсы, а затем загружается во встроенную систему. Система, на которой происходит разработка ПО, называется инструментальной, а система, для которой разрабатывается это ПО, называется целевой. Разработка ПО для ОС МСВС-Р и создание загрузочного образа ОС также производится на инструментальной машине под управлением ОС МСВС 3.0.

На инструментальной машине ОС МСВС-Р представляет собой репозиторий исходных кодов, из которого при помощи конфигурационной утилиты создаются необходимая для конкретной целевой машины конфигурация и дерево сборки будущей ОС. Далее с помощью компилятора/кросс-компилятора собирается библиотека модулей ОС МСВС-Р, после чего можно переходить к разработке целевой программы для встроенной системы. Библиотека ОС МСВС-Р не является полноценной средой исполнения без целевой программы. После сборки ОС целевая программа – это ее неотъемлемая часть.