

ПРОБЛЕМА РЕАЛИЗАЦИИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ LINUX КАК СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

THE PROBLEM OF THE REALIZATION OF THE LINUX OPERATING SYSTEM AS A REAL TIME SYSTEM

A. Muhin

Summary. in this article, the author analyzes the principles of real-time operating system (RTOS) implementation and reveals this problem based on Linux. The author focuses on the adaptation of the Linux kernel in subsequent developments of the operating system.

Keywords: operating systems, real-time operating systems.

Мухин Алексей Валерьевич

В/ч 15644

ekaterina4041991@mail.ru

Аннотация. в данной статье автор анализирует принципы реализации операционных систем реального времени (ОСРВ) и раскрывает данную проблему на базе Linux. Автор акцентирует внимание на адаптацию ядра Linux в последующих разработках операционной системы.

Ключевые слова: операционные системы, операционные системы реального времени.

Цель исследования

Сегодня операционная система Linux набирает всё большую популярность, разработчики встраиваемых систем в последнее время стали активно интересоваться ее возможностями, так как модель ОС разработана на основе открытого исходного кода. Вместе с тем нужно указать, что стандартное ядро Linux не в состоянии обеспечить возможности жесткого реального времени, необходимые для нормального функционирования большинства встраиваемых систем, в частности предсказуемое время отклика и микросекундные задержки.

Для того чтобы надлежащим образом восполнить функции реального времени, недостающие ОС Linux, специалистами были разработаны продукты, при использовании которых появляется возможность решения данной задачи, но, с переменным успехом. К примеру, ряд производителей использовал двухъядерный подход, благодаря которому обеспечивается незащищённая среда для задач в реальном времени, а разработчики при этом вынуждены писать новые драйверы и системные службы, несмотря на наличие их аналогов в ОС Linux.

Введение

Операционные системы (далее ОС) — выступают в качестве эффективного инструмента, требующегося при управлении системными ресурсами, выполнении приложений, при обеспечении надлежащего процесса функционирования пользовательского интерфейса. В зависимости от областей использования, специалисты выделяют три основные категории операционных систем:

1. системы пакетной обработки (ранние ОС);
2. системы разделения времени (относятся к семейству Windows, Unix);
3. системы реального времени (QNX и др.).

ОС пакетной обработки — представляет собой систему, основная функция которой заключается в обработке пакета заданий, иными словами нескольких заданий, которые были подготовлены одним или разными пользователями.

Во время обработки пользователь не может взаимодействовать с заданием или допускается взаимодействие, но в ограниченных объемах. При использовании ОС пакетной обработки допускается в функционировании ЭВМ в рамках однопрограммного и мультипрограммного режима (в частности, MS Windows 95). Сегодня использование данных ОС сошло на нет. В настоящее время применяются по большей части ОС разделение времени. В данном случае происходит подразделение машинного времени, требующегося для выполнения программы на множество маленьких (несколько десятков миллисекунд) временных периодов, их называют квантами.

После того как истекает один квант времени, происходит прерывание текущей задачи, а процессор начинает выполнять следующую задачу, которая стоит в очереди готовых задач. После того как данная идея была реализована на практике, были созданы условия для обеспечения многозадачности. Большинство существующих и применяемых сегодня операционных систем являются многозадачными.

Системы реального времени (Real Time System, RTS) — СРВ — это вид операционных систем, в которых

огромное значение имеет время, требующееся для генерации выходного сигнала. СРВ применяются в целях управления в режиме реального времени каким-либо техническим объектом или технологическим процессом и т.д. На сегодняшний день все технологические процессы, которые запущены в рамках производственной деятельности имеют определённую скорость. Получаемые от таких процессов данные должны обрабатываться за определённый период времени. В СРВ регламентирован предельно допустимый период времени, за который может протекать процесс генерации выходного сигнала. Указанный временной интервал называют реакцией системы. При этом соответствующие свойства системы называются реактивностью. Сегодня основная масса автоматизированных систем управления (АСУ) представляет собой СРВ, в категории автоматизированных информационных систем (АИС) с такими системами можно встретиться в очень редких случаях.

СРВ подразделяют на две категории: жесткого и мягкого РВ. В жестких СРВ (ЖСРВ) процесс генерации выходного сигнала должен происходить в рамках жёстко установленного периода времени (процесс управления ядерными реакторами, воздушным судном, космическим спутником и т.д.). Мягкие СРВ (МСРВ) предъявляют гораздо меньше требований к соблюдению временного периода, который протекает между пуском программы и тем, как будет сгенерирован выходной управляющий сигнал. МСРВ в большинстве случаев применяют в мультимедиа. В качестве примеров ОС реального времени можно назвать такие системы, как: QNX — Quick Unix — быстрый Юникс — входит в категорию жестких систем реального времени. RTL — Real Time Linux — Linux реального времени, входит в категорию мягких систем реального времени.

В настоящее время разработчикам удалось создать расширения Linux, в частности: RTLinux (ЖСРВ); KURT, UTIME (МСРВ).

В данном случае СРВ запускается по прерываниям. В процессе разработки СРВ требуется принимать во внимание возможность появления пиковых нагрузок. [3]

Анализ ОС

В большинстве случаев для того чтобы получить ОС, которая будет удовлетворять требования “мягкого” реального времени, нужно всего лишь осуществить работу по написанию дополнительного планировщика задач, а он в свою очередь должен быть выполнен в рамках адресного пространства ядра и, таким образом, сможет создавать условия для диспетчеризации процессов согласно с их приоритетами (KURT). Ещё один подход при использовании Linux как ОС реального времени предпо-

лагает написание микроядра, которое сможет осуществлять запуск Linux как подпроцесса. В случае использования такого подхода весь перечень прерываний будет перехватываться микроядром реального времени и буферизоваться для дальнейшей передачи в ядро Linux, если в данном случае не требуется функционирования задачи реального времени. В наиболее упрощенном виде приложение будет включать в себя два элемента. Первый элемент — это задача реального времени, осуществляющая прямое взаимодействие с аппаратурой. Второй элемент представляет собой обыкновенную задачу Linux, применяемую в ходе осуществления других видов операций: перемещение информации на носитель, осуществление рассылки информации в рамках систем, взаимодействие с пользователем (GUI) и т.д.

В данном случае адресное пространство ядра и привилегия Drom используется для осуществления запуска задач реального времени. Также существует возможность реализации задач путем применения модулей Linux.

В рамках обеспечения полноты анализа, требуется также уделить внимание исследованию существующих вариантов реализации указанных подходов.

Запуск задач реального времени осуществляется в рамках адресного пространства ядра и с привилегиями ядра, а также задачи могут быть реализованы, к примеру, с использованием модулей Linux. Проведем анализ возможных вариантов реализации представленных выше подходов.

1. KURT (Kansas University Real-Time Linux) это расширение «мягкого» реального времени для ядра Linux. В данном случае в Linux не вносятся каких-либо существенных модификаций, но при этом разработчик получает возможность осуществления работы в двух режимах: нормальный режим (normal mode) и реального времени (real-time mode). Если один из процессов воспользуется библиотекой и интерфейсами, входящими в состав API KURT, такой процесс получает возможность перехода от использования одного режима к другому. Такая возможность появилась, так как созданы условия для осуществления операций, как в режиме РВ (real-time mode), так и рамках нормального функционирования Linux. Здесь отдельный системный модуль Linux RTMod, который входит в пакет KURT, является дополнительным планировщиком реального времени. Возможности планировщика реального времени могут применяться в нескольких вариантах. Сегодня созданы условия для того чтобы тактировать планировщик от любого имеющего в рамках системы таймера, а также данная задача может быть решена путем прерывания стандартного параллельного порта. [1]

2. RTLinux. Представляет собой микроядерную операционную систему жёсткого реального времени, в рамках которой Linux выполняется в виде полностью вычисляемого процесса. Разработчики RTLinux решили использовать тот вариант, в рамках которого предполагается осуществление запуска из наноядра реального времени ядра Linux как задачи, имеющей наименьший приоритет. В RTLinux ядро реального времени осуществляет обработку всех прерываний, при этом в ядро входит собственный планировщик задач, обработчик прерываний и библиотечный код. Если обработчик реального времени отсутствует для какого-либо прерывания, осуществляется его передача в Linux. По факту Linux представляет собой простаивающую (idle) задачу ОСРВ, запуск которой осуществляется только в ситуации, когда исполнение никакой задачи не происходит в рамках реального времени. В данном случае Linux-задача имеет ряд ограничений. Linux не в состоянии выполнять такие операции, как: [1] блокировка аппаратных прерываний; [2] предохранение себя от вытеснения другой задачей. В качестве ключа для реализации этой системы выступает эмулирующий систему управления прерываниями драйвер, к которому будет обращаться Linux в случае предприятия попыток блокировки прерываний.

3. ART-Linux Advanced Real-Time Linux (ART-Linux) представляет собой Linux ядро жесткого реального времени, которая была разработана в целях использования в рамках робототехники. Доступ к режиму реального времени обеспечивается напрямую из пользовательского уровня исполнения, при этом установка специальных драйверов не требуется. Минимальный период выполнения задачи колеблется на отметке 10 микросекунд. ART-Linux осуществляет расширение Linux, так как в него включается планировщик жесткого реального времени, в основе которого лежит принцип наследования приоритетов.

Перечень характеристик ART-Linux:

1. наличие диспетчера задач жесткого РВ;
2. обеспечение защиты памяти для задач РВ;
3. возможность существования задач реального времени одновременно с обычными задачами;
4. наличие нескольких уровней наследования приоритетов;
5. условие бинарной совместимости для приложений;
6. условие совместимости с драйверами устройств;

ВЫВОДЫ

За последние несколько лет специалисты сделали большой шаг в вопросах решения задачи по адаптации ядра Linux в целях обеспечения возможности функционирования в режиме реального времени.

При использовании в роли операционной системы реального времени Linux появляются возможности для привлечения к работе мощных инструментов разработки под Linux, кроме того процесс отладки упрощается в существенной степени. Ко всему прочему существует возможность использования драйверов устройств и других модулей стандартного ядра. Отсюда появляется возможность значительного уменьшения времени, требующегося для разработки.

Если будет принято решение, использовать проанализированные выше проекты не потребуется проводить длительную переподготовку программистов. При этом существует один существенный недостаток, в частности, сравнительно малый набор архитектур на которых Linux имеет возможность функционировать как ОС реального времени, а также требуемый объем необходимой оперативной и внешней памяти в значительной мере повышается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sean B. House, Douglas Niehaus. KURT-Linux Support for Synchronous FineGrain Distributed Computations. Department of Electrical Engineering and Computer Science University of Kansas.
2. Siro Arthur. Assessment of the Realtime Preemption Patches (RT-Preempt) and their impact on the general purpose performance of the system. Research Fellow, Distributed And Embedded Systems Lab (DSLab)
3. Трубочева С. И. Процесс централизованного управления настройкой прав доступа в Unix-системах // Вестник Волжского университета им В. Н. Татищева. № 1 (23). — Тольятти: Изд-во ВУиТ, 2015.

© Мухин Алексей Валерьевич (ekaterina4041991@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»