**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра «Информационные системы»**

Реферат № 1

**по дисциплине «Системы реального времени»**

Тема: Общая характеристика систем реального времени

Дата представления реферата на проверку: 16.02.2023

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студентгр. 8362 |  | Матвеев Н.Д.  nicetas.matthias@yandex.ru |
| Преподаватель |  | Сидельников В.В. |

Санкт-Петербург

2023

**содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1. | Особенности СРВ. Определения   * 1. Системы реального времени   2. Сферы применения СРВ   3. Отличительные черты СРВ.   4. Отличия СРВ от операционных систем общего назначения   5. Требования к ОСРВ   6. Оборудование, на котором выполняется ОСРВ. |  |
| 2. | Основные временные характеристики |  |
| 3. | Периодические, спорадические и асинхронные системы |  |
| 4. | Ограничения жесткого и мягкого реального времени |  |
|  | Заключение |  |
|  | Список использованных источников |  |
|  |  |  |

1. **ОСОБЕННОСТИ СРВ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**
   1. **Системы реального времени**

**Система реального времени** (СРВ) — система, которая должна реагировать на события во внешней, по отношению к системе, среде или воздействовать на среду в рамках требуемых временных ограничений. Другими словами, обработка информации системой должна производиться за определённый конечный период времени, чтобы поддерживать постоянное и своевременное взаимодействие со средой. Естественно, что масштаб времени контролирующей системы и контролируемой ею среды должен совпадать. Требования к времени обработки (включая любую задержку ОС) измеряются в десятые доли секунды или более короткие интервалы времени. Они либо управляются событиями, либо распределяются по времени. Системы, управляемые событиями, переключаются между задачами на основе их приоритетов, в то время как системы совместного использования времени переключают задачу на основе тактовых прерываний. Ключевой характеристикой RTOS является уровень ее согласованности относительно количества времени, которое требуется для принятия и завершения задачи приложения

Под ***реальным временем*** понимается количественная характеристика, которая может быть измерена реальными физическими часами, в отличие от ***логического времени***, определяющего лишь качественную характеристику, выражаемую относительным порядком следования событий. Говорят, что система работает в ***режиме реального времени***, если для описания работы этой системы требуются количественные временные характеристики.

***Операционная система реального времени (ОСРВ, RTOS)*** такая система, которая может быть использована для построения систем жесткого реального времени. Это определение выражает отношение к операционным системам реального времени как к объекту, содержащему необходимые инструменты, но также означает, что ими еще необходимо правильно воспользоваться.

Формальные определения ОСРВ:

• операционная система, в которой успешность работы любой программы зависит не только от её логической правильности, но и от времени, за которое она получила этот результат. Если система не может удовлетворить временным ограничениям, должен быть зафиксирован сбой в её работе;

• согласно стандарту POSIX 1003.1, «реальное время в операционных системах – это способность операционной системы обеспечить требуемый уровень сервиса в определённый промежуток времени».

Важно отличать понятия СРВ и ОСРВ от других применений термина «реальное время», например:

• интерактивные системы постоянной готовности. Интерактивную программу называют «работающей в реальном времени», когда запросы от пользователя обрабатываются с задержкой, не заметной для человека. В категорию СРВ их относят исходя из маркетинговых соображений;

• иногда понятие «система реального времени» отождествляют с «быстрой системой», но это не всегда правильно, так как важно́ не 6 время задержки реакции СРВ, а то, чтобы этого времени было достаточно для рассматриваемого приложения и оно было гарантированно;

• во многих специализированных сферах вводят свои понятия «реального времени». Например, процесс цифровой обработки сигнала называют идущим в реальном времени, если анализ и/или генерация данных могут быть произведены за то же время, что и анализ/генерация тех же данных без цифровой обработки сигнала. Например, если при обработке аудиоданных требуется 2,01 секунды на анализ 2 секунд звука, то это не процесс реального времени. Если же требуется 1,99 секунд, то это процесс реального времени. Похожие примеры можно привести для задач компьютерной графики. Так, часто процесс визуализации называют происходящим в реальном времени, если программа успевает рассчитать и вывести на экран не менее 25 кадров в секунду.

* 1. **Сферы применения СРВ.**

Приведем некоторые сферы применения СРВ, чтобы продемонстрировать, насколько современная жизнь привязана к системам данного типа.

1. Военная и космическая области: бортовое и встраиваемое оборудование:

• системы измерения и управления, радары;

• цифровые видеосистемы, симуляторы;

• ракеты, системы определения положения и привязки к местности.

1. Промышленность:

• автоматические системы управления производством (АСУП), автоматические системы управления технологическим процессом (АСУТП);

• автомобилестроение: симуляторы, системы управления мотором, автоматическое сцепление, системы антиблокировки колес;

• энергетика: сбор информации, управление данными и оборудованием.

• телекоммуникации: коммуникационное оборудование, сетевые коммутаторы, телефонные станции; • банковское оборудование.

1. Товары широкого потребления:

• мобильные телефоны;

• цифровые телевизионные декодеры;

• цифровое телевидение (мультимедиа, видеосерверы);

• компьютерное и офисное оборудование (принтеры, копиры).

* 1. **Отличительные черты СРВ.**

В таблице представлено сравнение операционных систем реального времени (ОСРВ) и обычных операционных систем.

*Таблица 1.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ОС реального времени** | **ОС общего назначения** |
| **Основная задача** | Успеть среагировать на события, происходящие на оборудовании | Оптимально распределить ресурсы компьютера между пользователями и задачами |
| **На что ориентирована** | Обработка внешних событий | Обработка действий пользователя |
| **Как позиционируется** | Инструмент для создания конкретного аппаратно-программного комплекса реального времени | Воспринимается пользователем как набор приложений, готовых к использованию |
| **Кому предназначена** | Квалифицированный разработчик | Пользователь средней квалификации |

* 1. **Отличия СРВ от операционных систем общего назначения**

Операционные системы (ОС) общего назначения, особенно многопользовательские, ориентированы на оптимальное распределение ресурсов компьютера между пользователями и задачами (системы разделения времени). В операционных системах реального времени подобная задача отходит на второй план, все отступает перед главной задачей – успеть среагировать на события, происходящие на объекте.

Другое отличие – применение операционной системы реального времени всегда связано с аппаратурой, объектом, событиями, происходящими на объекте. Операционная система реального времени ориентирована на обработку внешних событий. Именно это приводит к коренным отличиям (по сравнению с ОС общего назначения) в структуре системы, функциях ядра, построении системы ввода-вывода. Операционная система реального времени может быть похожа по пользовательскому интерфейсу на ОС общего назначения (к этому, кстати, стремятся почти все производители операционных систем реального времени), однако устроена она совершенно иначе.

Кроме того, применение ОСРВ всегда конкретно. Если ОС общего назначения обычно воспринимается пользователями (не разработчиками) как уже готовый набор приложений, то ОСРВ служит только инструментом для создания конкретного аппаратно-программного комплекса реального времени.

* 1. **Требования к ОСРВ**

Операционная система, соответствующая классу реального времени (РВ), должна отвечать следующим базовым требованиям:

• быть многозадачной и допускающей вытеснение (preemptable);

• обладать понятием приоритета для потоков;

• поддерживать предсказуемые механизмы синхронизации; • обеспечивать механизм наследования приоритетов;

• поведение ОС должно быть известным и предсказуемым (задержки обработки прерываний, задержки переключения задач, задержки драйверов и т.д.); это значит, что во всех сценариях рабочей нагрузки системы должно быть определено максимальное время отклика.

* 1. **Оборудование, на котором выполняется ОСРВ.**

Типичным оборудованием, на котором выполняются ОСРВ, являются:

* ***Персональные компьютеры.*** Возможно применение специальных корпусов, сенсорных дисплеев. Чаще всего они используются для управления промышленными процессорами как терминалы для взаимодействия с промышленными компьютерами и контроллерами;
* ***Промышленные компьютеры*** состоят из одной платы, на которой размещены процессор, контроллер памяти, память, контроллеры периферийных устройств. Плата размещается в специальном корпусе (крейте), где разведены разъемы шины и установлен блок питания (БП). В шину может быть установлено несколько системных плат и платы ввод-вывод. При выборе процессора определяющий фактор − получение требуемой производительности при наименьшей тактовой частоте (тепловыделение). Промышленные компьютеры чаще всего используются для непосредственного управления промышленным и другим оборудованием, они обычно не имеют монитора и клавиатуры;
* ***встраиваемые системы*** − составляющая часть оборудования, которым они управляют. Например, процессор с сопутствующими элементами может быть расположен на одной интегральной плате, совмещающей другие компоненты (принтер).

В связи с особенностями оборудования ОСРВ должна:

• запускаться и работать в бездисковом исполнении (важен небольшой объем исполняемого кода);

• поддерживать как можно больше процессоров; • поддерживать как можно больше видов спецоборудования;

• иметь специализированный инструментарий для создания и отладки программного обеспечения (ПО).

1. **ОСНОВНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**Время выполнения ()** – это время, которое уходит на завершение определенной задачи. Обычно измеряется в микросекундах, наносекундах или тиках.

**Время реакции системы ()** – время, за которое система откликается на внешний или внутренний сигнал.

**Предельно допустимое время завершения (d, deadline)** – это максимально допустимый интервал времени, в течение которого система должна завершить свою работу. В системах реального времени этот параметр обычно задается разработчиком, и он зависит от цели, которую система реального времени должна достичь. Например, если система реального времени используется для управления устройством, то deadline, указывающий, когда устройство должно было получить новые команды, может составлять 10-20ms.

**Период активизации задач (p)** обычно определяется как интервал, на протяжении которого система способна выполнять определенную функцию.

**Время выполнения в наихудшем случае (wcet)** – это время, которое указывает на максимальное время, затрачиваемое на выполнение одной или нескольких функций.

**Задержка выполнения процедуры обработки события (l)** – это время, которое уходит на обработку события между его поступлением и началом выполнения действия. Задержка рассматривается как время, прошедшее с того момента, когда система получила событие, до того момента, когда она начнет реагировать.

**Отклонение момента активизации (jitter)** – это отклонение времени заданного для активизации определенной системы. Это может быть вызвано различными факторами, такими как шум или неравномерность частоты системы. Jitter обычно является показателем надежности и производительности системы, что может приводить к увеличению времени обработки, уменьшению скорости связи, или увеличению случайных ошибок.

1. **ПЕРИОДИЧЕСКИЕ, СПОРАДИЧЕСКИЕ И АСИНХРОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**Периодические системы реального времени** — это компьютерные системы, которые используются для выполнения задач, которые требуют точного временного отслеживания. Они могут использоваться для управления устройствами, автоматизации рабочих процессов, управления системами безопасности, управления складским хозяйством и управления дорожными системами.

Основные особенности периодических систем реального времени включают в себя следующее:

1. Они должны быть достаточно быстрыми, чтобы выполнять задачи в установленные сроки.

2. Они должны быть достаточно надежными, чтобы обеспечить правильную работу в течение длительного времени.

3. Они должны быть достаточно гибкими, чтобы поддерживать изменения в приложениях и процессах.

4. Они должны быть достаточно простыми, чтобы обеспечить простоту использования и поддержки.

**Спорадические системы реального времени** – это программные и аппаратные системы, которые отслеживают и обрабатывают данные, чтобы удовлетворить срочные запросы. Они могут реагировать на действия пользователя, события или условия, которые происходят в реальном времени.

Такие системы часто используются для контроля условий, управления циклами, управления устройствами, учета ресурсов, автоматической обработки данных, удаленного управления, управления циклами, управления безопасностью, удаленной диагностики, мониторинга и анализа.

Систему со «спорадическими» задачами можно свести к системе с «периодическими» задачами, включив рассмотрение «холостую периодическую» задачу, которая характеризуется своим периодом T и временем выполнения C, но только при необходимости выполняет полезную работу, а остальное время просто загружает процессор.

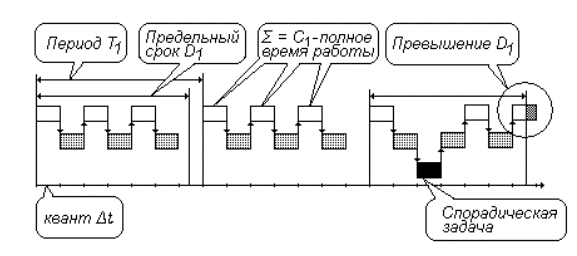


Рисунок 1 – Периодические и спорадические задачи

**Асинхронные системы реального времени** – это программно-аппаратные системы, которые должны выполнять задачи или отвечать на события в указанное время. Они используются для управления циклическими или сложными процессами, такими как: управление роботами, управление автомобилями, управление автоматической конвейерной линией, управление транспортным средством, управление электроэнергией, управление трудовыми процессами.

Основные особенности асинхронных систем реального времени:

1. Необходимость разделения времени на различные процессы, которые могут выполняться независимо.

2. Возможность управлять и ускорять циклы обработки, чтобы улучшить реакцию системы.

3. Раздельное управление процессами, уменьшая количество проблем, связанных с взаимодействием.

4. Наличие многопоточности, позволяющей увеличить скорость и эффективность асинхронных систем.

5. Использование «коллбэк-механизмов», чтобы обрабатывать различные уведомления или сообщения.

1. **ОГРАНИЧЕНИЯ ЖЕСТКОГО И МЯГКОГО РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Операционные системы реального времени иногда делят на два типа — системы жёсткого реального времени и системы мягкого реального времени.

Операционная система, которая может обеспечить требуемое время выполнения задачи реального времени даже в худших случаях, называется ***операционной системой жёсткого реального времени***. Система, которая может обеспечить требуемое время выполнения задачи реального времени в среднем, называется ***операционной системой мягкого реального времени***.

***Системы жесткого реального времени*** не допускают никаких задержек реакции ни при каких условиях, так как:

• результаты могут оказаться бесполезны в случае опоздания;

• может произойти катастрофа в случае задержки реакции;

• стоимость опоздания может оказаться бесконечно велика.

Примеры систем жесткого реального времени – бортовые системы управления, системы аварийной защиты, регистраторы аварийных событий.

***Системы мягкого реального времени*** характеризуются тем, что задержка реакции не критична, хотя и может привести к увеличению стоимости результатов и снижению производительности системы в целом.

Пример - работа компьютерной сети. Если система не успела обработать очередной принятый пакет, это приведет к таймауту на передающей стороне и повторной посылке (в зависимости от протокола, конечно). Данные при этом не теряются, но производительность сети снижается.

Основное отличие между системами жесткого и мягкого реального времени можно выразить так: система жесткого реального времени никогда не опоздает с реакцией на событие, система мягкого реального времени – не должна опаздывать с реакцией на событие.

Часто операционной системой реального времени считают лишь систему, которая может быть использована для решения задач жёсткого реального времени. Это определение означает наличие у ОСРВ необходимых инструментов, но также означает, что эти инструменты необходимо правильно использовать.

Большинство программного обеспечения ориентировано на «мягкое» реальное время. Для подобных систем характерно:

* гарантированное время реакции на внешние события (прерывания от оборудования);
* жёсткая подсистема планирования процессов (высокоприоритетные задачи не должны вытесняться низкоприоритетными, за некоторыми исключениями);
* повышенные требования к времени реакции на внешние события или реактивности (задержка вызова обработчика прерывания не более десятков микросекунд, задержка при переключении задач не более сотен микросекунд).

Классическим примером задачи, где требуется ОСРВ, является управление роботом, берущим деталь с ленты конвейера. Деталь движется, и робот имеет лишь маленький промежуток времени, когда он может её взять. Если он опоздает, то деталь уже не будет на нужном участке конвейера, и следовательно, работа не будет выполнена, несмотря на то, что робот находится в правильном месте. Если он подготовится раньше, то деталь ещё не успеет подъехать, и он заблокирует ей путь.

Также для операционных систем иногда используется понятие «***интерактивного реального времени***», в котором определяется минимальный порог реакции на события графического интерфейса, в течение которого оператор — человек — способен спокойно, без нервозности, ожидать реакции системы на данные им указания.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Достоинства и недостатки ОСРВ.

Недостатки:

1. Узко определенная поддержка промышленных контроллеров

2. Отсутствие поддержки производителей контроллеров за исключением Intel

3. Высокая стоимость прикладного ПО ОС РВ

4. Отсутствие связи с производителями прикладного ПО

Достоинства:

1. Универсальность подхода (разработчику не требуется создавать собственную ОС и разрабатывать ПО)

2. все другие достоинства зависят от конкретной реализации систем, в т. ч. своевременность выполнения задачи.

Наиболее популярными и широко используемыми ОСРВ являются те системы, которые поддерживают большое количество платформ и их применение ориентировано на большое количество услуг для конечных пользователей. Основной фактор применения ОС РВ заключается в необходимости использования своевременности получения результатов, следовательно, самая используемая система OS-9 и OS-9000.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Системы реального времени : конспект лекций / Владим. гос. ун-т ; сост. А. С. Голубев. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 127 с.
2. Системы реального времени: учебное пособие / А. С. Луканов. – Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 156 с.: ил.
3. Системы реального времени: обзорный курс лекций/ К.Е. Климентьев. - Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2008. – 45 с.