Портирование Embox на Raspberry Pi

Свирин Евгений Александрович

руководитель Д.В. Луцив
консультант А.В. Бондарев

10 мая 2021 г.

Raspberry Pi

Raspberry Pi - семейство моделей небольших одноплатных компьютеров.

- Обучение информатике
- Медиа-сервер
- Метеостанция

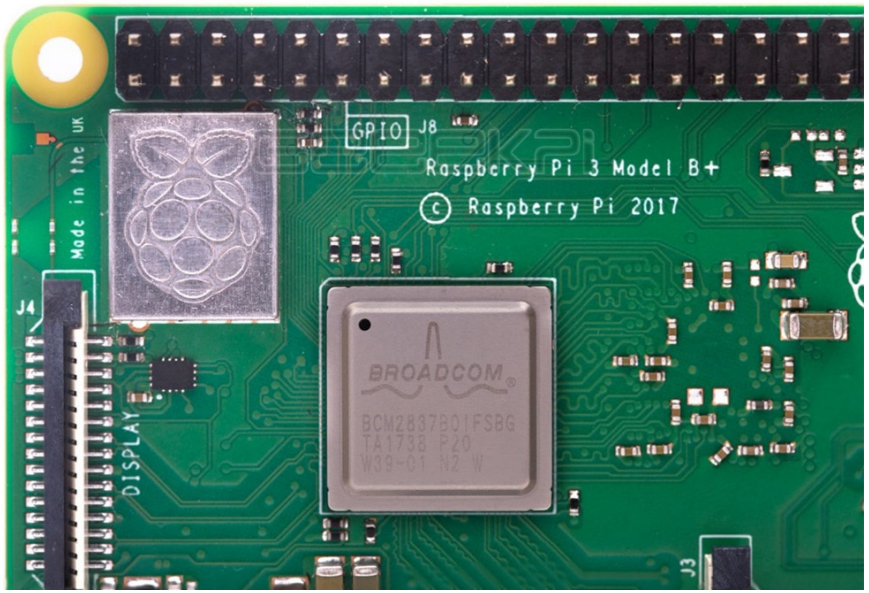

Рис.: Raspberry Pi

Raspberry Pi: операционные системы

Linux-системы:

- Raspberry Pi OS (Raspbian)
- Pidora
- Arch Linux ARM

Операционная система реального времени:

- freeRTOS

Embox

Embox – операционная система реального времени для встраиваемых систем.

- Модульность
- Кроссплатформенность
  - RISC-V
  - x86
  - MIPS
- Поддержка POSIX
  - SSH
  - Qt Embedded
  - Dropbear

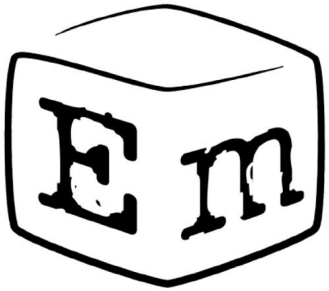

Рис.: Логотип Embox

Цель и задачи

Цель данной работы – добавить Raspberry Pi в список поддерживаемых архитектур ОС РВ Embox.
Задачи:

- Провести обзор предметной области
- Реализовать архитектуро-зависимые части ядра
- Реализовать драйвера основных устройств
- Провести апробацию полученного решения на Raspberry Pi

Embox: архитектуро-зависимая часть и драйвера

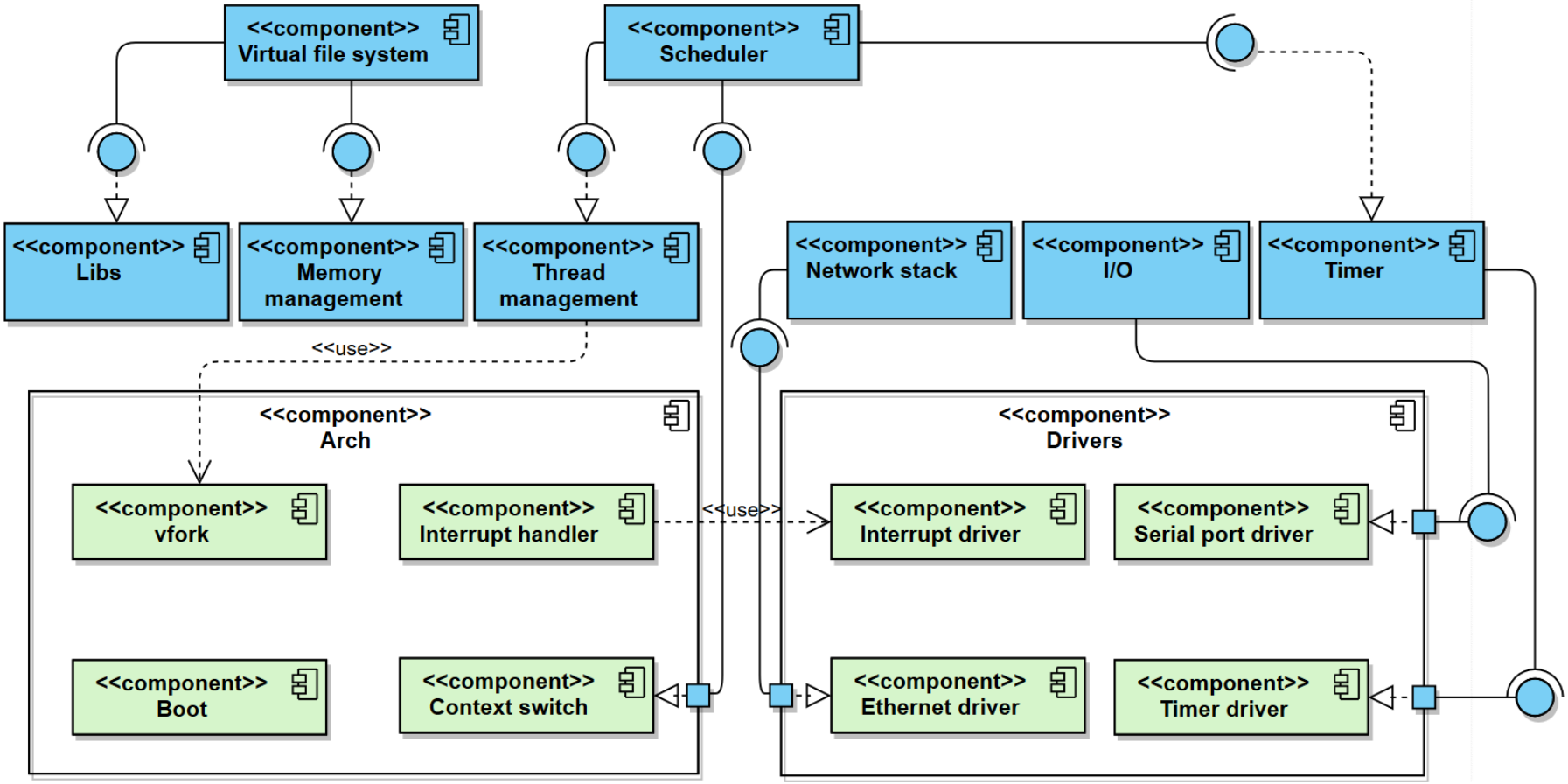

Рис.: Архитектура Embox

Архитектуро-зависимая часть ядра

Процессор Raspberry Pi – ARM Cortex-A7.

- Поддерживает архитектуру ARMv7, реализована в Embox

Компоненты на этой архитектуре:

- bootcode
- exception table
- vfork
- contextswitch
- и другие

Карта памяти

Карта памяти определяет положение регионов памяти.

```
 1 /*
 2  * Linkage configuration.
 3  */
 4
 5 RAM (0x8000, 512M)
 6
 7 /* section (region[, lma_region]) */
 8 text   (RAM)
 9 rodata (RAM)
10 data   (RAM)
11 bss    (RAM)
```

Рис.: Разметка карты памяти

bootcode и exception table

bootcode – выполняет начальную инициализацию системы.

- Инициализирует регистры
- Инициализирует режим процессора
- Включает прерывания

exception table хранит адреса обработчков исключений

- Может быть перекопирована в другое место в памяти

vfork и contextswitch

vfork – функция создания дочернего процесса.

- Приостанавливает родительский процесс
- Копирует состояние родительского процесса
- В дочернем процессе менять можно только переменную возврата
- Используется для управления процессами

Механизм contextswitch:

- context init – инициализирует структуру контекста работы процесса
- context switch – сохраняет текущий контекст и вызывает следующую задачу
- Механизм реализации многозадачности

Обработчик прерываний и контроллер прерываний

Начальный обработчик прерываний:

- Останавливает процесс, сохраняя его состояние
- Идентифицирует сигнал
- Вызывает соответствующий обработчик
- Возобновляет работу процесса

Модель контроллера – Arm PrimeCell PL190 VIC

Драйвер контроллера:

- Разрешает прерывания
- Запрещает прерывания
- Настраивает обработчик контроллера

Таймер

В Raspberry Pi используются три таймера.

- BCM2835 SYS timer
- SP804 timer

Таймер CP15:

- ARM Generic Timer

Драйвер таймера:

- Настраивает таймер
- Ловит прерывания-тики

Базовое устройство ввода/вывода

UART-устройство обеспечивает ввод/вывод.
В Rasbperry Pi – ARM PrimeCell PL011 UART.

```
        unit: initializing embox.driver.clock.arm_el1_phy_timer: done
        test: running embox.test.math.math_test .. done
runlevel: init level is 1
        unit: initializing embox.fs.buffer_cache: done
        unit: initializing embox.driver.flash.flash_nofs: done
        unit: initializing embox.driver.tty.serial: done
        unit: initializing embox.driver.serial.pl011: done
        test: running embox.test.math.fpu_context_consistency_test . done
        test: running embox.test.posix.getopt_test ............... done
        test: running embox.test.posix.environ_test ......... done
        test: running embox.test.stdlib.qsort_test ....... done
        test: running embox.test.stdlib.bsearch_test ...... done
        test: running embox.test.posix.ppty_test ... done
        test: running embox.test.stdio.printf_test ......... done
        test: running embox.test.recursion . done
        test: running embox.test.critical .. done
        unit: initializing embox.fs.rootfs_dvfs: done
runlevel: init level is 2
runlevel: init level is 3
Default IO device[ttyS0]
>export PWD=/
>export HOME=/
>tish
root@embox:/#12345
```

Рис.: Работа ввода с клавиатуры

Поддержка сети

Интерфейс ethernet реализуется через шину USB.
DWC2 – USB хост-контроллер в Raspberry Pi.
Спецификация драйвера: USB 2.0

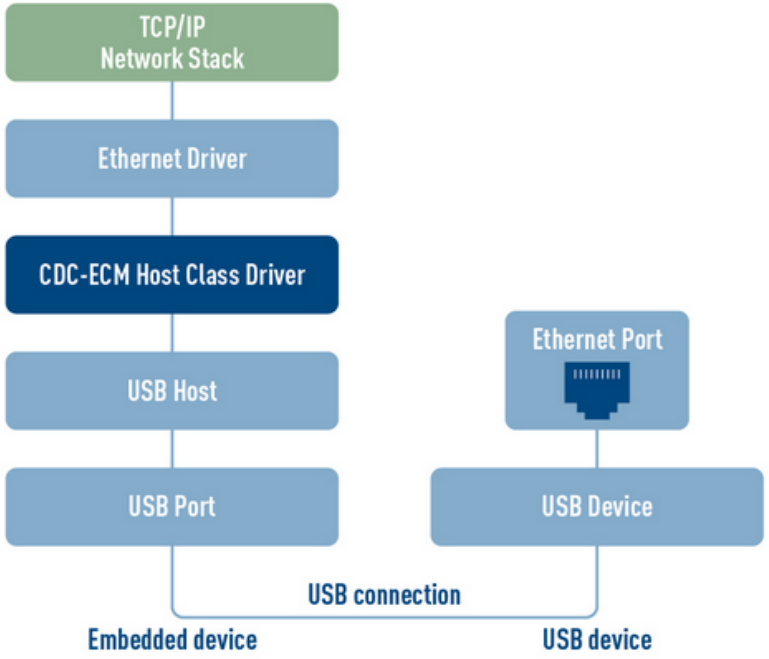

Рис.: Стек Ethernet over USB

Апробация

Была составлена конфигурация Embox и запущена на Raspberry Pi.

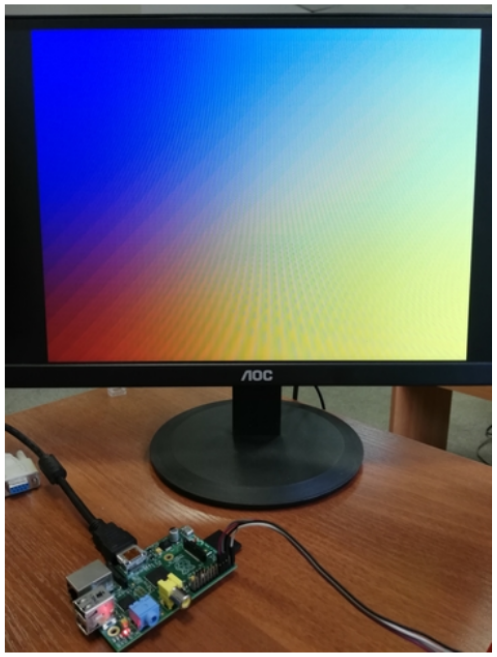

Рис.: Запуск Embox

Результаты

- Была изучена предметная область
- Были реализованы необходимые архитектуро-зависимые компоненты
- Были реализованы драйвера основных устройств
- Проведена апробация на виртуальной машине QEMU и Raspberry Pi