

Опыт проекта Embox при переносе на отечественные процессоры

Антон Бондарев

OS Day, 15 октября 2020

Платы

- Multiclet R1
- Салют-ЭЛ24Д2 (1892ВМ14Я)
- Байкал-Т1
- Эльбрус-2С+ (1891ВМ7Я)

Embox

Embox — свободная операционная система реального времени (RTOS), разрабатываемая для встроенных систем. Основная идея использование ПО Линукс в более безопасном и детерминированном, менее ресурсоемком и энергопотребляющем окружении

Embox

Операционная система под конкретную задачу, основанная на собственном DSL языке и использующая:

- Статическую информацию о задачах устройства
- Статическую конфигурацию системы
- Статический анализ зависимостей
- Статическую проверку параметров системы

Embox

- Кросс-платформенная ОС: x86, ARM, MIPS, RISC-V, E2k, ...
- Имеет файловую, сетевые другие подсистемы
- Имеет набор привычных команд
- Имеет привычные сервисы telnetd, httpd, ..
- Имеет POSIX интерфейс

Embox

HAL - абстрагирует архитектурную часть системы.

Boot code	Memory managment	Exceptions	...
-----------	------------------	------------	-----

Позволяет переносить по частям

Embox

- BSP - абстрагирует платформенную часть.
- Модель драйверов близка к Linux
- Включает системные части

Diag	Interrupt controller	Timers	...
------	----------------------	--------	-----

Embox

- Позволяет создавать полноценные системы (OpenVC, Mesa3D, SDL2,...)
- Запускается на EFM32(32кБ ПЗУ 4кБ ОЗУ)
- Существенно проще портировать чем Linux

Экосистема ПО для процессоров

- Средства разработки (кросс-компилятор, линкер, ассемблер, отладчик)
- Системный загрузчик
- BSP - набор драйверов
- Операционные системы
-

Средства разработки

- Стандартная архитектура - стандартные средства разработки
- Нестандартная архитектура - собственные средства разработки

Средства разработки

- Стандартная архитектура - Байкал, ЭЛВИС
- Нестандартная архитектура - Мультиклет, Эльбрус (E2k)

Средства разработки

- Мультиклет - компилятор основан на Исс
 - ряд недочетов, например не поддерживает расширения GCC
- Эльбрус - компилятор основан на Исс
 - имеется приличная совместимость с gcc

Средства разработки

- Мультиклет - новый компилятор на основе LLVM
- Эльбрус - новый компилятор на основе LLVM

Средства разработки

- Без средств разработки невозможно использование процессора
- Использование стандартных архитектур позволяет существенно экономить на средствах разработки
- Использование открытых проектов и открытой документации, также позволяет экономить на разработке

Платы

- Multiclet R1
- Салют-ЭЛ24Д2 (1892ВМ14Я)
- Байкал-Т1
- Эльбрус-2С+ (1891ВМ7Я)

Embox. Multiclet

- Сложности с линкером и кросс-компилятором
- Реализовали diag интерфейс (UART)
- Получили форматированный вывод printk

Embox. ЭЛВИС (1892ВМ14Я)

- Стандартные ядра Cortex-A9
 - MM, interrupts, timers, ...
- Стандартный UART и несколько других драйверов
- Реализовали ethernet драйвер (GEMAC).
Есть открытая реализация в Linux

Embox. ЭЛВИС (1892ВМ14Я)

- Запущена вся многозадачность
- Запущены сетевые службы

Embox. Байкал-T1

- Стандартные ядра MIPS32 (r5600)
 - Пришлось дорабатывать управление кешами, реализовывать контроллер прерываний и некоторые другие вещи
- Стандартный UART и несколько других драйверов в том числе ethernet драйвер `dwc_gmac`

Embox. Байкал-T1

- Запустилось на QEMU
- Запущена вся многозадачность
- Запущены сетевые службы

Embox. Эльбрус

- Собственная архитектура
- Многие периферийные модули собственной разработки
- Скучная документация

Embox. Эльбрус

- Разработан загрузочный код
- Разработан код для работы со стеками и регистровыми окнами
- Разработаны функции изменения потока команд (`setjmp`, `context_switch`,...)
- Разработаны обработчики прерываний и исключений

Embox. Эльбрус

- Разработаны драйвера для контроллера прерываний и таймера
- Разработаны функции управления памятью
- Разработан драйвер diag интерфейса
- Разработаны драйвера для PCI хоста
- ...

Embox. Эльбрус

- Запущена вся многозадачность
- Запущены сетевые службы
- Запущена видеокарта

Embox. Эльбрус

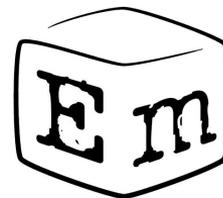
При портировании Embox были найдены и исправлены несколько ошибок связанных:

- разрядностью
- недетерминированным поведением компилятора

Выводы

- Создание качественной экосистемы для процессора невозможно сделать в закрытом режиме
- Использование стандартных ядер и архитектур сильно упрощает поддержку ПО
- Использование открытого ПО, также очень сильно улучшает экосистему

Контакты



Страница проекта <https://embox.github.io>

Репозиторий проекта <https://github.com/embox/>

Telegram chats:

ru: https://t.me/embox_chat

en: https://t.me/embox_chat_en



Антон Бондарев anton.bondarev2310@gmail.com