СВД
Встраиваемые
Системы

Основные принципы построения встраиваемых конфигураций ЗОСРВ «Нейтрино»

Николай Хазан

Инженер-программист
Отдел промышленных проектов

Цель мастер-класса

Показать сновные принципы построения встраиваемых конфигураций

А также:

Рассмотреть основы поддержки новых аппаратных платформ

Показать возможности по отладке и адаптации ППМ

Комплект разработчика

Нейтрино ЗОСРВ

Обзор мастер-класса

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино

Основы поддержки новых аппаратных платформ

Возможности загрузчиков в части отладки

Основные принципы построения ППМ

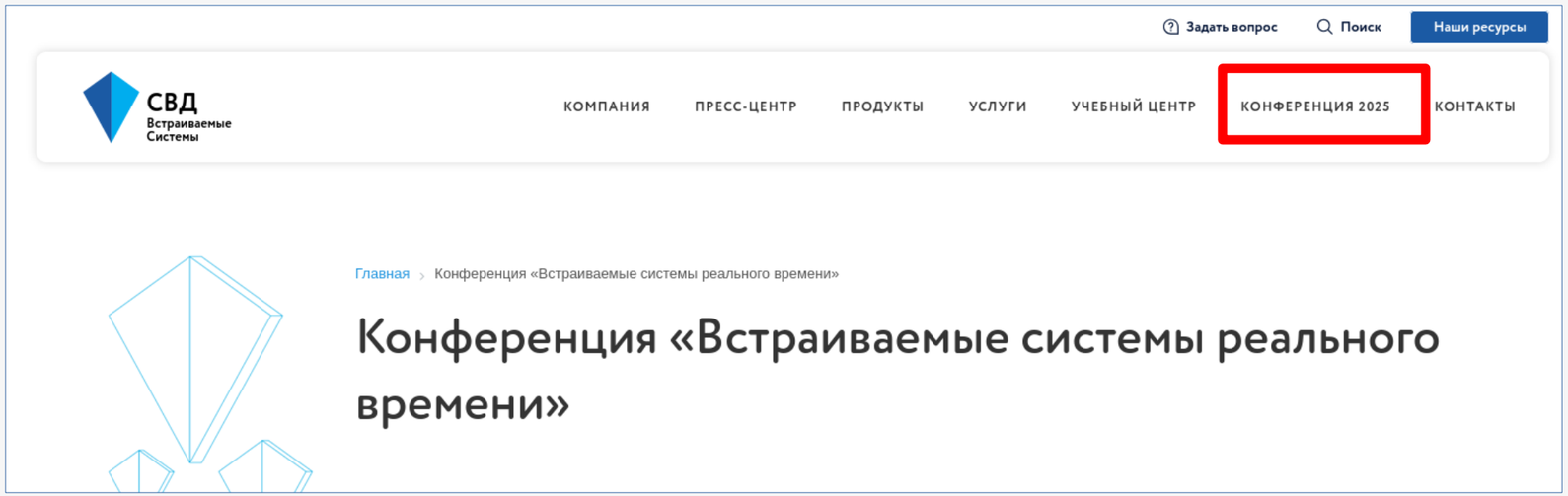
Секция с вопросами

Условные обозначения ссылок:

Документация СВД ВС

Ресурсы СВД ВС

Материалы прошлых мастер классов



- [Принципы работы с пакетами поддержки плат: сборка, разворачивание и статический анализ с использованием PVS Studio]
- [Профилирование загружаемых образов ЗОСРВ «Нейтрино»]

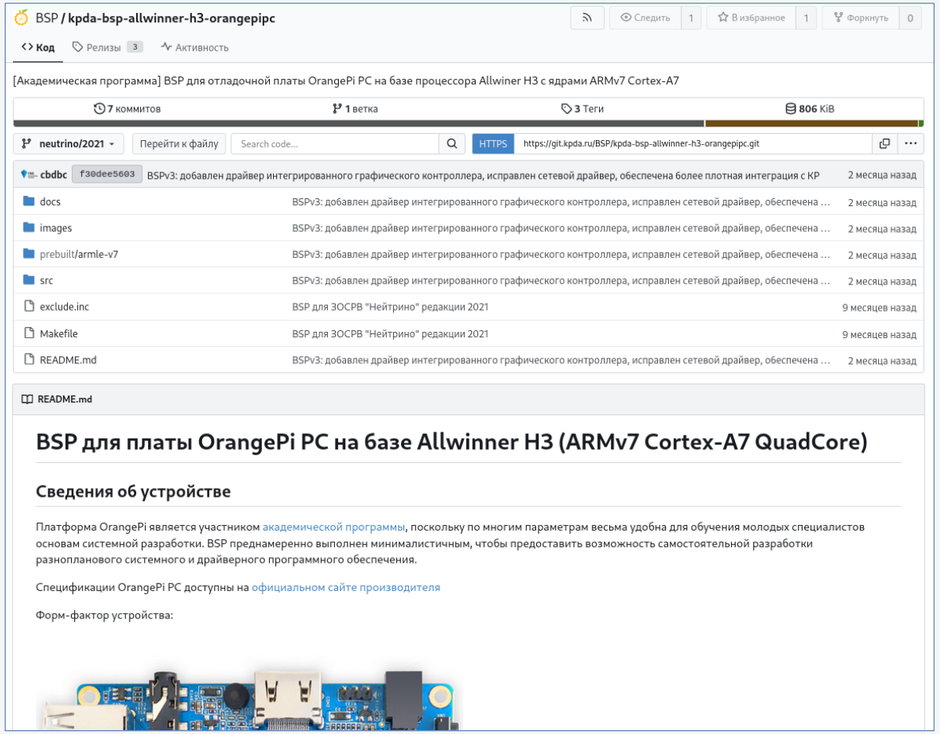
И многие другие…

ППМ, используемый в данном мастер-классе

ППМ(BSP) для платы OrangePi PC на базе Allwinner H3

Можно скачать из **публичного репозитория СВД ВС**

Используется в Академической программе СВД ВС



- BSP был значительно обновлен в версии 3:
  - добавлен драйвер интегрированного графического контроллера
  - улучшен сетевой драйвер
  - обеспечена более плотная интеграция с KP

Публичный репозиторий СВД ВС

Оглавление

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино 1

Компоненты загрузки 2

Обеспечение поддержки аппаратных платформ 3

Отладка в загрузчике 4

Файл построения 5

Особенности ФС 6

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино

Первичный загрузчик

BSP

Модуль startup-*

Модуль procnto-*

Команды запуска драйверов и прикладного ПО

Введение в построение встраиваемых систем

Оглавление

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино 1

Компоненты загрузки 2

Обеспечение поддержки аппаратных платформ 3

Отладка в загрузчике 4

Файл построения 5

Особенности ФС 6

Первичный загрузчик (IPL)

Что должен обеспечить первичный загрузчик?

Минимальная настройка оборудования

Настройка контроллера памяти

Загрузка startup-модуля ОС в оперативную память

Дополнительные функции (сетевая загрузка, отладка и пр.)

Модуль startup-

Какие функции берет на себя модуль startup?

Подготовить систему для запуска ядра ОС

А именно:

копирование и, при необходимости, распаковка образа

донастройка оборудования

определение конфигурации системы

запуск ядра

Руководство по разработке модуля startup

Procnto – ядро ОС

ЗОСРВ Нейтрино – микроядерная ОС

Основные функции микроядра:

1. Управление потоками
2. Планирование задач
3. Обработка прерываний

Микроядро и менеджер процессов

Procnto – ядро ОС

Варианты ядра

Для различных платформ (arm / x86 / e2k): **procnto-smp-✿**

Инструментальные версии: **procnto✿-instr✿** :

Для использования с Комплектом Разаработчика

Сбор системных трасс (TraceKev)

Описание инструмента TraceKev

Оглавление

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино 1

Компоненты загрузки 2

Обеспечение поддержки аппаратных платформ 3

Отладка в загрузчике 4

Файл построения 5

Особенности ФС 6

Обеспечение поддержки аппаратных платформ

Порядок действий для обеспечения поддержки аппаратной платформы:

Выбор архитектуры

Выбор ядра

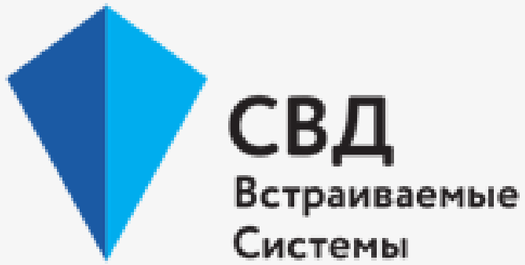
Создание startup

Выбор драйверов

Создание загрузочной последовательности(build-файл)

На этом мы остановимся более подробно

Обеспечение поддержки аппаратных платформ



Взаимодействие с СВД ВС:

Передача оборудования на ПАС (проверка аппаратной совместимости)

Подбор существующего BSP или драйверов

Создание BSP или драйверов силами СВД ВС

Прохождение обучения в учебном центре

Оглавление

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино 1

Компоненты загрузки 2

Обеспечение поддержки аппаратных платформ 3

Отладка в загрузчике 4

Файл построения 5

Особенности ФС 6

Обеспечение поддержки аппаратных платформ

Примеры используемых загрузчиков

U-Boot

Barebox

BIOS

UEFI

Автозагрузка образа

Загрузка с SD

```
U-Boot# setenv kpda_sd 'fatload mmc 0 0x81000000 NTO-image.bin; go 0x81000000'
U-Boot# setenv bootcmd 'run kpda_sd'
U-Boot# saveenv
```

Средства отладки образа в U-Boot

Работа с памятью

Просмотр содержимого памяти

.l – long (32 бита) .q – quadword(64 бита)

```
U-Boot# md.l 0x481ae000 1
```

Запись в память

```
U-Boot# mm 0x481ae13C
```

Reset, считывание конфигурации оборудования и пр.

Средства отладки образа в U-Boot

Просмотр содержимого ФС FAT

```
U-Boot#  fatls mmc 0
```

Список SD/emmc устройств

```
U-Boot#  mmc list
```

Оглавление

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино 1

Компоненты загрузки 2

Обеспечение поддержки аппаратных платформ 3

Отладка в загрузчике 4

Файл построения 5

Особенности ФС 6

Файл построения образа

Из чего состоит?

```
[virtual=armle-v7,raw] .bootstrap = {
        startup-XXX -vvv
        PATH=/proc/boot:/bin:/usr/bin:/sbin procnto-smp -vvv -ae
}
```

Загружаемый файл

```
[+script] .script = {
    devc-ser8250-XXX -F -e -c14745600  -b115200 0xc8000000 ^2,15 &
    reopen
    display_msg Serial Driver Started
}
```

Сценарий загрузки

```
[type=link] /dev/console=/dev/ser1
[type=link] /tmp=/dev/shmem
libc.so.2
libc.so
[data=copy]
devc-ser8250
ksh
ls
cat
data1
ping
ftp
pidin
```

Перечень включаемых

в образ файлов и ссылок

Файл построения образа

Общие правила файла построения образа

- Комментарий

[атрибуты] спецификация_файла – правила записи атрибутов

[uid=5 gid=5] имя файла – правила записи нескольких атрибутов

Файл построения образа

Загружаемый файл .bootstrap

Адрес расположения образа

Архитектура, тип файла образа

startup-модуль и опции его запуска

```
[image=0x41000000]
[virtual=armle-v7,raw] .bootstrap = {
        startup-orangepi -vvv
        PATH=/proc/boot:/bin:/usr/bin:/sbin:/usr/sbin <……> procnto-smp -vvv -ae
}
```

Переменные окружения, передаваемые ядру

Ядро ОС с опциями запуска

Файл построения образа

Загружаемый файл .bootstrap

[image=0x41000000] – базовый адрес образа

[virtual=armle-v7,raw] - указание архитектуры и типа файла образа

[virtual=armle-v7,raw +compress] - дополнительно указано сжатие образа

startup-orangepi -vvv startup-модуль и опции его запуска

PATH = – переменные среды

Файл построения образа ФС

Файл построения образа

Сценарий загрузки

Описание скрипта

```
[+script] .script = {
    procmgr_symlink ../../proc/boot/libc.so.3 /usr/lib/ldqnx.so.2
    devc-ser8250-XXX -F -e -c14745600  -b115200 0xc8000000 ^2,15 &
    reopen
    display_msg Serial Driver Started
}
```

Запуск драйверов

Встроенные комманды

Файл построения образа

Сценарий загрузки

Сценарий загрузки — последовательность команд, выполняемая модулем procnto по окончании его настройки

- Сценарии сборки внешне похожи на командно-строковые сценарии, но:
- [+script] .script = {...} вызывается после запуска ядра
- Можно создавать собственные скрипты и передавать им параметры
- некоторые команды являются встроенными
- Есть специальные модификаторы

Файл построения образа

Встроенные команды сценария загрузки

Встроенные команды

procmgr_symlink Создание символьной ссылки. Аналогична команде ln -P
display_msg Отображение сообщения на экране
waitfor Ожидание создания пути
reopen Перенаправление стандартных потоков ввода, вывода и ошибок в указанный файл.

Специальные модификаторы

[cpu=0] Привязка команды к ядру ЦП
[pri=20f] Приоритет команды и алгоритм планирования.
[+session] Определяет процесс как лидер сеанса (в соответствии с POSIX),
а стандартный поток ввода stdin процесса – управляющим терминалом

Файл построения образа

Перечень включаемых в образ файлов и ссылок

Символьные ссылки на файлы и папки

```
[type=link] /lib/libc.so=/proc/boot/libc.so.3
[type=link] /var/run=/tmp
```

Указатель копирования файлов в образ

```
[data=c]
```

Настройка прав доступа

```
[type=dir perms=750 gid=0 uid=0] /root/.ssh=../install/armle-v7/root/.ssh
```

Файл построения образа

Перечень включаемых в образ файлов и ссылок

Добавление файлов с инструментальной машины

```
/tmp/new_file=/host_dir/new_file
```

Указание содержимого файла

```
/etc/passwd = {
root::0:0:Supervisor:/root:/bin/sh
sshd:x:15:6:sshd:/var/chroot/sshd:/
bin/false
}
```

Файл построения образа

Пример. Добавим сервис amon в ППМ OrangePI

Мы не будем проводить настройку сервиса, только добавим в образ.

Для добавления нам потребуется:

1. Добавить нужные библиотеки и исполняемые файлы
2. Создать символьные ссылки
3. Добавить конфигурационные файлы
4. Настроить запуск при старте системы

Монитор аномальной активности (amon)

Файл построения образа

Библиотеки и символьные ссылки

```
#####################################################################
## Системные библиотеки
#####################################################################
libc.so
libm.so
libz.so
libc.so.3
libcrypto.so.2
[type=link] /lib/libc.so=/proc/boot/libc.so.3
[type=link] /lib/libc.so.2=/proc/boot/libc.so.3

<.....>

libstdc++.so.6
libjson-c.so.5.4.0
[type=link] libjson-c.so.5 = libjson-c.so.5.4.0
libsinaptica.so
amon-operator-kernel.so
[type=link] /lib/dll/amon-operator-kernel.so = /proc/boot/amon-operator-kernel.so
```

Библиотеки (в составе КР)

Создание символьной ссылки

Файл построения образа

Исполняемые и конфигурационные файлы

```
#################################################################################
## general commands
#################################################################################

<.............>

amon
amonctl
/usr/share/amon/conf = ../amon/conf
/usr/share/amon/amon-operator-kernel-structure.json = ../amon/amon-operator-kernel-structure.json
```

Исполняемые файлы (в составе КР)

Добавление файлов, расположенных на инструментальной машине

Файл построения образа

Библиотеки и исполняемые файлы

```
[+script] .script = {
        # Initialise the console
        procmgr_symlink ../../proc/boot/libc.so.3 /usr/lib/ldqnx.so.2

        <.....>

        amon -vvv &
        amonctl -S

        [+session] sh &
}
```

Запуск сервиса с параметрами

Файл построения образа

Дополнительные материалы

- Документация по утилите mkifs
- Введение в построение встраиваемых систем
- Работа с пакетами поддержки плат (ППМ, BSP)
- Мониторинг аномальной активности
- Примеры файлов построения

Оглавление

Процесс загрузки ОСРВ Нейтрино 1

Компоненты загрузки 2

Обеспечение поддержки аппаратных платформ 3

Отладка в загрузчике 4

Файл построения 5

Особенности ФС 6

Особенности файловых систем

Рассмотрим следующие ФС:

Виртуальная ФС образа (Boot FS)
ФС в оперативной памяти (devb-ram)
ФС на носителе SD, eMMC и др. (devb-*)

Особенности файловых систем

Виртуальная ФС в оперативной памяти

Для работы образа в оперативной памяти используется “виртуальная” ФС

“Виртуальная” ФС имеет ряд ограничений:

ФС работает только в режиме чтения

Недоступны **mkdir** , **chmod** и др.

Создать файл, настроить права можно только в файле построения образа

Особенности файловых систем

Виртуальная ФС в оперативной памяти

Как обойти ограничения?

Каталог **/dev/shmem** доступен на запись

Но невозможно создавать каталоги

Символьная ссылка в файле построения:

```
[type=link] /tmp=/dev/shmem
```

Особенности файловых систем

Полнофункциональная ФС в оперативной памяти

Для создания полнофункциональной ФС в оперативной памяти используется драйвер **devb-ram**

Драйвер создает полнофункциональную ФС

Используем, если нет устройств памяти / при отладке

Документация на драйвер devb-ram

Особенности файловых систем

Полнофункциональная ФС в оперативной памяти

Добавление драйвера в образ

```
lsm-qnet.so
devnp-sun8i.so


[data=c]

devb-ram


############################################
## Platform driver
############################################
```

Добавить строку
После **[data=c]**

Запуск драйвера и монтирование ФС

```
##############################################
## Network driver
##############################################
display_msg Starting Network driver...
io-pkt-v4-hc-ksz -dsun8i
ifconfig sun0 192.168.1.2/24 up
waitfor /dev/random

devb-ram &
waitfor /dev/hd0t77
mount -t qnx4 /dev/hd0t77 /fs

[argv0=/usr/sbin/sshd] sshd

[+session] sh &
```

Добавить строки

Особенности файловых систем

Полнофункциональная ФС на устройстве

**Devb-*

```
devb-sdmmc mem name=/below4G blk memory=/below4G,cache=8m sdio
hc=sunxi,addr=0x01C0F000,irq=92 disk name=sd cam pnp,quiet

waitfor /dev/sd0

mount <……>
```

Заключение

Что делать, если что-то пошло не так?

Можно обратиться в службу технической поддержки СВД ВС

Публичный репозиторий

Техническая документация

Нейтрино 2024

Форум СВД ВС

СВД
Встраиваемые
Системы

Спасибо за внимание!

ул. Кузнецовская, д. 19,
г. Санкт-Петербург
+7 (812) 317-55-56
www.kpda.ru
support@kpda.ru