

Московский физико-технический институт (государственный университет)
Факультет радиотехники и кибернетики
Кафедра информатики и вычислительной техники
Выпускная квалификационная работа магистра

Модули тестирования аппаратуры в программе начального старта для вычислительных комплексов серии «Эльбрус»

Студент: Гусев М.В., группа 113
Научный руководитель: Бычков И.Н., д.т.н.

Москва, 2017

Цель работы

Разработка модулей настройки и тестирования аппаратуры в программе начального старта (ПНС) для ВК, созданных на основе микропроцессора «Эльбрус-8С»

Задачи:

- Разработка подсистемы конфигурации необходимой для наладки аппаратуры с использованием ПНС, позволяющей задавать:
 - количество запускаемых ядер в микропроцессоре,
 - задействованные каналы оперативной памяти на BSP-процессоре,
 - содержимое регистров физического уровня контроллеров памяти.
- Реализация дружелюбного псевдографического интерфейса ПНС для удобства конфигурирования оборудования
- Реализация набора тестов оперативной памяти ВК

Подсистема конфигурации параметров аппаратуры

Задание конфигурации запускаемых ядер

Реализована функция

```
int console_cpu_cores_set ( const void *data, char *param )
```

Вызов в консольном интерфейсе ПНС:

```
set cpu_cores <mask> (например, set cpu_cores F3:FF:FF:C1)
```

CPU	0	1	2	3
Core masks	XX	: XX	: XX	: XX

Формат маски

Подсистема конфигурации параметров аппаратуры

Инициализация регистров физического уровня контроллеров памяти

Способы хранения настроек

- Фиксированные значения в текстах ПНС
- Значения, лежащие в памяти NVRAM ВК
- Модули SPD оперативной памяти

Реализован алгоритм настройки регистров значениями, заданными в выбранном месте хранения

Подсистема конфигурации параметров аппаратуры

Задание конфигурации каналов оперативной памяти

Обеспечена возможность выбора задействованных каналов оперативной памяти.

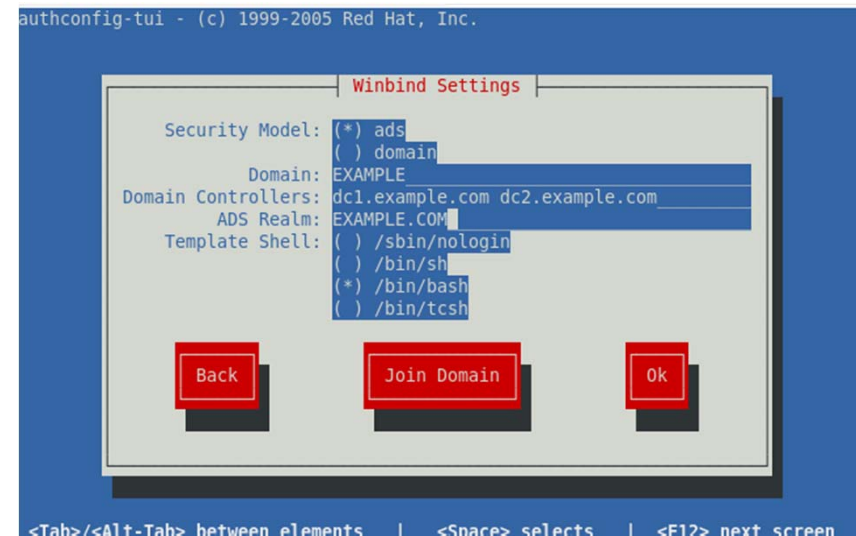
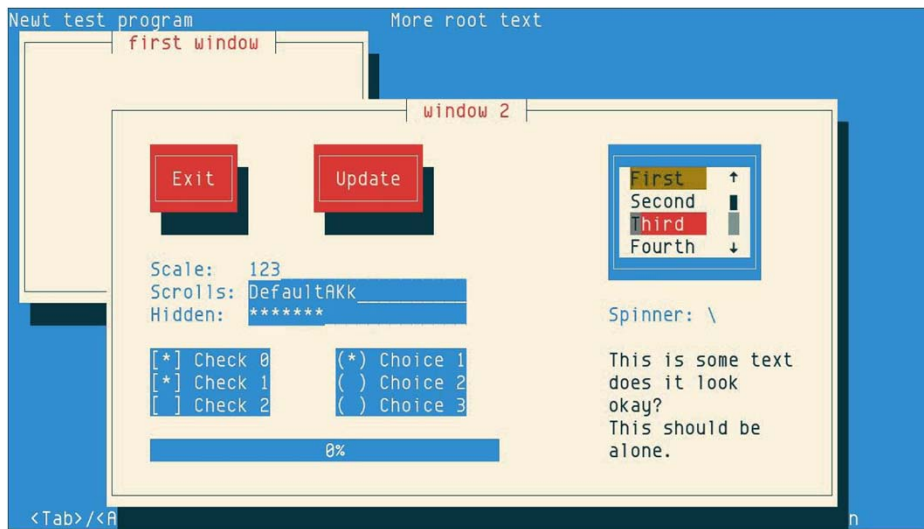
Допустимыми являются следующие конфигурации:

- 0 + 1 каналы,
- 2 + 3 каналы,
- 0 .. 3 каналы.

Реализованы следующие функциональности

- Создание карты регионов памяти
- Установка значений бита интерливинга

Графический модуль ПНС АПП «Эльбрус»



- Реализован с использованием библиотеки newt на языке программирования C
- Отсутствие аппаратно-зависимых частей кода
- Поддерживает все возможности консольного интерфейса ПНС
- 21766 строк кода

Реализованные модули тестирования

- Многоядерный тест оперативной памяти BSP-процессора;
- Тест собственной памяти всех процессоров ВК;
- Тест регионов оперативной памяти на наличие перекрытий;

Внедрен тест проверки надежности интерфейса оперативной памяти.

Отключение кэширования данных

- Во время выполнения тестов чтение/запись данных должна производиться непосредственно из модулей оперативной памяти
- Отключение кэширования данных дает возможность напрямую тестировать оперативную память и создавать усиленную нагрузку на контроллер памяти
- Отключения кэширования осуществляется с помощью настройки значений спецификатора адреса памяти MAS

Тест перекрытия регионов оперативной памяти

- Построен по принципу записи данных по определенному адресу памяти и последующего их считывания и сравнения с записываемым значением
- В отличие от обычного теста памяти, запись значений производится последовательно во все регионы оперативной памяти процессора, а только после этого происходит чтение и сравнение с исходными данными
- Позволяет обнаруживать «перекрытие» регионов памяти, ошибки по записи данных

Многоядерный тест оперативной памяти BSP-процессора

- В качестве теста памяти используется паттерн утилиты «memtester» `test_solidbits_comparison`, который позволяет обнаружить биты памяти, которые содержат неверное значение
- Тест заключается в последовательной записи одинаковых значений в два различных участка памяти и последующего их сравнения
- Каждое из 7 ядер тестирует свой диапазон памяти, нулевое ядро выводит диагностическую информацию на экран
- Отличительной особенностью является возможность создания усиленной нагрузки на контроллер памяти за счет одновременного обращения к ней нескольких ядер микропроцессора

Тест собственной памяти всех процессоров ВК

- Построен по принципу записи данных по определенному адресу памяти и последующего их считывания и сравнения с записываемым значением
- В качестве записываемых данных выступают адреса, в которые и происходит запись
- После последовательного заполнения региона памяти значениями происходит чтение и сравнение с исходными данными
- В отличие от обычного теста памяти, данный тест может запускаться различными процессорами для тестирования их собственной памяти

Результаты

- Разработана подсистема конфигурации, необходимая для наладки аппаратуры с использованием ПНС, позволяющая задавать:
 - количество запускаемых ядер в микропроцессоре,
 - задействованные каналы оперативной памяти на BSP-процессоре,
 - содержимое регистров физического уровня контроллеров памяти.
- Реализован дружественный псевдографический интерфейс ПНС для удобства конфигурирования оборудования
- Разработаны и внедрены следующие модули тестирования ВК:
 - тест оперативной памяти BSP-процессора в многоядерном режиме;
 - тест собственной памяти всех процессоров ВК;
 - тест перекрытия регионов оперативной памяти;
 - тест проверки надежности интерфейса оперативной памяти.