

## Анализ средств разработки программного обеспечения для мультипроцессорных систем

И.Ю.ЕРМОЛАЕВ

### Введение

Необходимость проектировать устройства для решения сложных вычислительных задач в режиме реального времени (например, цифровая обработка аудио и видео информации) привела к использованию мультипроцессорных систем. А увеличение количества процессоров в свою очередь привело к усложнению процесса проектирования устройства и разработке программного обеспечения для этого устройства. В связи с этим возникла потребность в принципиально новых инструментальных средствах, позволяющих одновременно разрабатывать и моделировать выполнение программного обеспечения на нескольких процессорах. Переходу на мультипроцессорное проектирование в значительной мере способствовал и тот факт, что современные технологии позволяют создавать устройства, содержащие до 100 миллионов вентиляей. Схема же процессора в среднем состоит из 25 тысяч вентиляей.

В принципе часть работ (по подготовке исходных текстов и получению машинного кода) можно провести с помощью средств, ориентированных на однопроцессорные системы. В последнее время на западном рынке появилось большое разнообразие таких продуктов, приведем наиболее известные:

Таблица 1

Средства разработки, ориентированные на один процессор

Название	Производитель	Год выпуска
AVR Studio	Atmel Corporation	2003
Code Composer Studio	Texas Instruments	2003
CodeWarrior	Metrowerks	2003
IAR Embedded Workbench	IAR Systems	2003
MPLAB	Microchip Technology	2003
mVision2	Keil Software, Inc.	2003
ProView32	FSI	1996

Нам удалось получить последние демоверсии следующих продуктов:

- AVR Studio фирмы Atmel Corporation,
- IAR Embedded Workbench фирмы IAR Systems,
- mVision2 фирмы Keil Software, Inc.

Анализ этих средств будет приведен ниже. Кроме того, будет построена сводная таблица, в которой вышеуказанные средства сравниваются по следующим составным критериям:

- интерфейс,
- редактор,
- анализ процессора,
- команды выполнения,
- отладчик.

Однако для моделирования и отладки мультипроцессорных систем эти средства не пригодны. На рынке мультипроцессорных средства такого изобилия не наблюдается, это связано с тем, что широкое применение мультипроцессорных систем началось сравнительно недавно. Наиболее известные продукты:

Таблица 2

Средства разработки, ориентированные на несколько процессоров

Название	Производитель	Год выпуска
CrossView Pro	TASKING	2003
MULTI-2000	Green Hills	2003
RealView Debugger	ARM	2003
SeeCode	MetaWare	2003

К сожалению, демоверсии этих продуктов не раздаются и поэтому анализ будет ограничен только однопроцессорными средствами.

### Сравнение средств ориентированных на один процессор

В сравнении участвовали следующие продукты (демоверсии которых нам удалось получить):

- AVR Studio фирмы Atmel Corporation,
- IAR Embedded Workbench фирмы IAR Systems,
- mVision2 фирмы Keil Software, Inc.

Главным недостатком этих средств является их однопроцессорная ориентация. Конечно, с помощью этих продуктов можно разрабатывать ПО для каждого процессора из мультипроцессорной системы по отдельности. Но, во-первых, придется постоянно переключаться между проектами или загружать несколько копий интегрированных сред (по одной на каждый проект). А во-вторых, невозможно будет провести комплексное моделирование и отладку всей мультипроцессорной системы целиком. Придется моделировать каждый процессор по отдельности и придумывать разные ухищрения для симуляции внешних воздействий других процессоров.

Ниже приведены результаты сравнения средств, ориентированных на один процессор. Сравнение проводилось по пяти составным критериям. Расшифровка каждого составного критерия также приведена. В сравнении также участвовала система WInter [1, 2], разработанная в СНИЛ "Новые информационные технологии" (НИТ) ГГУ им. Ф.Скорины. Данный продукт может использоваться для разработки ПО как для однопроцессорных, так и мультипроцессорных систем.

Таблица 3

Сравнение средств разработки ПО, ориентированных на один процессор

Составной критерий	WInter	AVR Studio	IAR Embedded Workbench + C-SPY	mVision2
Интерфейс	7	3	3	4
Редактор	7	3	4	4
Анализ процессора	17	7	8	10
Команды выполнения	8	4	5	5
Отладчик	8	1	3	3
<b>Показатель качества</b>	<b>47</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>26</b>

Для получения значения каждого из составных критериев использовалась следующая методика. Подбирался набор признаков, характеризующих составной критерий. Затем проверяли каждый из вышеперечисленных продуктов. Если продукт удовлетворял признаку, то ему добавлялся балл к соответствующему составному критерию. В результате сумма всех баллов и являлась численной оценкой составного критерия. Ниже, в таблицах 4-8, приведены расшифровки составных критериев.

Расшифровка составного критерия “интерфейс”

Таблица 4

Признак	WInter	AVR Studio	IAR	mVision2
Запоминание текущего проекта	•		•	•
Возможность загрузить любое из ранее сохраненных состояний	•	•	•	•
Сохранение и восстановление расположения окон, панелей инструментов и т.п.	•	•	•	•
Механизм избавления от перекрытий окон	•	•		•
Автоматическая установка размеров окна в зависимости от его содержимого	•			
Полноэкранный режим (видно только одно окно редактора)	•			
Выбор языка интерфейса	•			
<b>Итого</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Расшифровка составного критерия “редактор”

Таблица 5

Признак	WInter	AVR Studio	IAR	mVision2
Подсветка синтаксиса языка	•	•	•	•
Возможность настроить цветовую схему	•	•	•	•
Для каждого языка своя схема подсветки	•			•
Авто отступ при редактировании	•	•	•	•
Табуляция по столбцам	•			
Шаблоны (code insight)	•			
Макросы	•		•	
<b>Итого</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Таблица 6

## Расшифровка составного критерия “анализ процессор”

Признак	WInter	AVR Studio	IAR	mVision2
Окно с дампом памяти	•	•	•	•
Окно с регистрами	•	•	•	•
Окно с флагами	•	•	•	•
Окно с битами	•	•	•	•
Окно со стеком	•	•	•	•
Окно с дизассемблером	•	•	•	•
Окно с переменными и выражениями	•	•	•	•
Окно с пирами (контактами)	•	•	•	•
Окно со статистикой	•	•	•	•
Подсветка изменившихся значений	•	•	•	•
Отображение адреса ячейки в дампе памяти, на которую указывает “мышь”	•	•	•	•
Изменение количества колонок в дампе	•	•	•	•
Выбор отображаемых регистров, флагов, бит	•	•	•	•
Изменение порядка отображения регистров, флагов, бит	•	•	•	•
Показ значения переменной/регистра/флага/бита в окне подсказки	•	•	•	•
Показ значения выражения в окне подсказки	•	•	•	•
<b>Итого</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>

Таблица 7

## Расшифровка составного критерия “команды выполнения”

Признак	WInter	AVR Studio	IAR	mVision2
Выполнить инструкцию	•	•	•	•
Выполнить шаг	•	•	•	•
Выполнить без захода в подпрограмму	•	•	•	•
Выполнить до выхода из подпрограммы	•	•	•	•
Выполнить до курсора	•	•	•	•
Анимация по инструкциям	•	•	•	•
Анимация по шагам	•	•	•	•
Установить указатель	•	•	•	•
<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Расшифровка составного критерия “отладчик”

Признак	WInter	AVR Studio	IAR	mVision2
Простые точки останова	•	•	•	•
Условные точки останова	•	•	•	•
“Теневые” команды	•	•	•	•
Моделирование терминала	•	•	•	•
Моделирование внешней периферии	•	•	•	•
Возможность разработки и добавления собственных моделей периферийных устройств	•	•	•	•
Возможность разработки и добавления собственных моделей процессоров	•	•	•	•
Автоматическое тестирование	•	•	•	•
<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

### Заключение

На данный момент возможность отладки мультипроцессорных систем декларируются следующими продуктами:

- CrossView Pro фирмы TASKING,
- MULTI-2000 фирмы Green Hills,
- RealView Debugger фирмы ARM,
- SeeCode фирмы MetaWare.

Однако получить демоверсии этих продуктов и убедиться в качестве заявленных возможностей не удалось. Возможно, в будущем эти демоверсии появятся на официальных сайтах фирм производителей. Для тех, кто заинтересовался данной темой, приведу адреса сайтов:

- <http://www.tasking.com> – сайт с информацией о CrossView Pro,
- <http://www.ghs.com> – сайт с информацией о MULTI-2000,
- <http://www.arm.com> – сайт с информацией о RealView Debugger,
- <http://www.metaware.com> – сайт с информацией о SeeCode.

Анализ доступных демоверсий средств разработки ПО однопроцессорных систем показал, что эти средства ориентированы на одно или несколько семейств процессоров. В отличие от системы WInter возможности настроиться на произвольный процессор нет. Отсутствуют средства и технология создания моделей процессоров. В то время как в СНИЛ НИТ разработана технология, язык описания ядра процессора (PCDL), язык описания внутренней периферии процессора (PPDL) и набор средств для получения по этим описаниям DLL моделей процессоров [3, 4]. С использованием данной технологии разработаны модели следующих процессоров: ARM7DTMI, AT90S2313/23, I8051, MC68HC08/05, PIC17C4x и TMS370.

Так как анализируемые системы ориентированы на один процессор, то соответственно нет возможности моделировать и отлаживать всю мультипроцессорную систему целиком. В некоторых системах не для всех процессоров есть симулятор. В то время как система WInter позволят моделировать с приемлемой скоростью одновременную работу тысячи и более процессоров [5, 6]. В системах отсутствуют средства подключения трансляторов и компоновщиков сторонних производителей. Особенно это неудобно в тех системах, в которых присутствует только один ассемблер. Ни в одной системе нет средств автоматического тес-

тирования и “теневого” команд, которые существенно облегчают верификацию и отладку программ.

Во всех рассматриваемых системах очень бедные средства моделирования внешней периферии. Обычно симуляция внешних периферийных устройств сводится к одному терминалу, в лучшем случае есть возможность указать файл, из которого данные будут подаваться на контакты, и файл, в который будут записываться данные с контактов. Этого явно недостаточно. К примеру, в системе WInTer возможно кроме модели терминала, использовать модели следующих периферийных устройств: монитор, клавиатура, семисегментный индикатор, порты, флэш-память, АЦП, ЦАП, дисплей с контроллером POWER TIP PG и SED1251. Все эти модели настраиваемые, если возможностей настройки недостаточно, то можно разработать и подключить (как DLL) свою модель периферийного устройства.

Исходя из всего вышеперечисленного и принимая во внимание интегральный показатель качества каждого из продуктов (см. таб. 3), приходим к выводу, что на момент написания статьи по возможностям проектирования, отладки, моделирования одно- и мультипроцессорных систем лидирует система WInTer, разработанная в СНИЛ “Новые информационные технологии” ГГУ им. Ф.Скорины (<http://newit.gsu.unibel.by/winter>).

### Abstract

The detailed analysis of the most known tools for the software development is offered. The tools are compared on five composite criteria: interface, editor, analysis of the processor, execution's commands and debugger.

### Литература

1. Ермолаев И.Ю., Долинский М.С., Толкачев А.И., Гончаренко И.И. WInTer – среда отладки программного обеспечения мультипроцессорных систем // Москва, “Компоненты и технологии”, № 2, 2003, С. 63-69.

2. Ермолаев И.Ю. Интегрированная среда разработки программного обеспечения встроенных систем // Гомель, “Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях. Материалы III Республиканской научной конференции студентов и аспирантов”, 2000, С. 68-70.

3. Ермолаев И.Ю. Языки описания моделей микропроцессоров // Гомель, “Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях. Материалы V республиканской научно-технической конференции студентов и аспирантов”, 2002, С. 207-208.

4. Ермолаев И.Ю. Методика автоматизации процесса создания модели микроконтроллера // Минск, “Автоматизация проектирования дискретных систем. Материалы 4-й международной конференции”, 2001, С. 77-84.

5. Ермолаев И.Ю. Методика моделирования мультипроцессорных систем // Гомель, “ИЗВЕСТИЯ Гомельского государственного университета им.Ф.Скорины”, 2002, № 6(15), С. 143-147.

6. Ермолаев И.Ю. Анализ производительности моделирования мультипроцессорных систем // Гомель, “Творчество молодых 2002. Сборник научных работ студентов и аспирантов Гомельского государственного университета им. Ф.Скорины”, 2002, С.91-92.