

K-128

2480/2-76

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



28/11-76

11 - 9558

А.В.Кавченко, А.А.Карлов, А.Д.Полынцев,
Т.Ф.Смолякова

ПРОГРАММНЫЙ ЭМУЛЯТОР МАЛОЙ ЭВМ

1976

11 - 9558

А.В.Кавченко, А.А.Карлов, А.Д.Полынец,
Т.Ф.Смолякова

ПРОГРАММНЫЙ ЭМУЛЯТОР МАЛОЙ ЭВМ

Направлено на Всесоюзное совещание по системам
автоматизации научных исследований. Рига, 1975.

**Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА**

1. Назначение и возможности

В Объединенном институте ядерных исследований создан и в течение последних лет успешно эксплуатируется эмулятор ЭВМ М-6000, представляющий собой программу, имитирующую работу малой ЭВМ М-6000 на ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-1604A.^{/1/} По отношению к программе-эмулятору совокупность программ малой ЭВМ, подготовленных пользователем на том или ином носителе, образует собственный пакет. Управление обработкой этого пакета обеспечивается управляющими картами эмулятора, набор которых образует его командный язык ^{/2/}.

В настоящее время эмулятор позволяет осуществить:

- ввод программ /на исходном языке или двоичных/ с перфокарт, бумажной или магнитной ленты;
- копирование введенной программы на указанный носитель /носители/: перфокарты, бумажную или магнитную ленту;
- трансляцию программ с МНМОКОДА;
- трансляцию программ с языка ФОРТРАН;
- выдачу транслированной программы на заданный носитель /носители/: перфокарты, бумажную или магнитную ленту;
- загрузку транслированных программ для выполнения;
- загрузку подпрограмм стандартной библиотеки;
- управление распечаткой протокола загрузки и таблицы распределения памяти;
- выполнение загруженных программ;
- распечатку /по командам/ процесса выполнения программ пользователя с указанием содержимого рабочих регистров малой ЭВМ;

- получение /на перфокартах и перфолентах/ абсолютных вариантов перемещаемых программ и ряд других возможностей.

В эмуляторе предусмотрена возможность выполнения всех действий, эквивалентных работе оператора за пультом малой ЭВМ. Кроме того, в эмулятор включен ряд средств, значительно облегчающих отладку программ ЭВМ М-6000, в том числе на этапе их выполнения. Так, например, после загрузки программ на выполнение, можно указать распечатку отдельных участков печати, переопределить отдельные ячейки и т.п. Пользователь эмулятора имеет возможность задавать конфигурацию эмулируемой ЭВМ: объем оперативной памяти /в настоящее время 8К или 16К/, распределение каналов для стандартных устройств ввода-вывода, способ представления информации на перфоленте /5 или 8 дорожек/ и др.

2. Функциональная структура

С функциональной точки зрения эмулятор можно разделить на административную часть, имитатор процессора М-6000 и служебные программы.

Административная часть эмулятора /администратор/ организует пакетную обработку на большой ЭВМ задач пользователя, написанных для ЭВМ М-6000, и выполнение над ними действий в соответствии с информацией, задаваемой пользователем на управляющих картах эмулятора.

После чтения управляющей карты администратор дешифрирует ее, выделяя и запоминая всю информацию, необходимую для дальнейшей работы над очередной программой. На управляющей карте эмулятора по необходимости указываются:

- тип процедуры, которую должен выполнить эмулятор /трансляция с МНМОКОДа или языка ФОРТРАН, загрузка транслированной программы, загрузка подпрограмм из библиотеки и т.п./;
- носитель, на котором находится исходная программа /перфокарты, бумажная или магнитная лента/;

- необходимость копирования исходной программы на тот или иной носитель;

- действия, которые следует выполнить после трансляции программы /выдача на перфокарты, перфоленту, запись на магнитную ленту для последующего выполнения и др./;

- условия загрузки транслированных программ на выполнение /необходимость печати протокола загрузки и таблицы распределения памяти/;

- необходимость покомандной распечатки процесса выполнения программ ЭВМ М-6000 и другие действия.

Если для выполнения заданной процедуры необходима имитация работы процессора ЭВМ М-6000, то вызывается подпрограмма-имитатор.

Имитатор представляет собой подпрограмму, в которой выделена область, эквивалентная оперативной памяти ЭВМ М-6000, а также переменные, эквивалентные рабочим регистрам машины. Если требуется эмуляция той или иной части математического обеспечения ЭВМ М-6000 /транслятора с МНМОКОДа или ФОРТРАНа, основной управляющей системы и т.п./, то перед вызовом имитатора соответствующие состояния памяти ЭВМ М-6000 загружаются с магнитной ленты большой ЭВМ, где находятся "образы" оперативной памяти ЭВМ М-6000 для случаев, когда загружен транслятор, ОУС и т.п. Выход из имитатора происходит, когда встречается команда останова.

На разных этапах эмуляции к имитатору могут предъявляться различные, в том числе и противоречивые требования. Так, например, быстродействие имитатора уменьшается, когда на него возлагают функции покомандной распечатки содержимого регистров в процессе работы или эмуляции системы прерывания. Для удовлетворения противоречивых требований максимального быстродействия и наличия ряда функциональных возможностей в эмулятор включено несколько версий имитатора. Вызов необходимой версии производится в соответствии с текущими требованиями обработки.

При эмуляции операций ввода-вывода используется три подхода:

1/ покомандная эмуляция, когда имитируется выполнение всех команд драйверов устройств ввода-вывода /с учетом работы системы прерывания/;

2/ эмуляция работы абсолютных драйверов, когда имитатор в момент обращения к абсолютному драйверу /через фиксированную ячейку в нулевой странице памяти/ передает управление соответствующей подпрограмме эмулятора, которая и выполняет все эквивалентные действия по передаче информации для данного устройства ввода-вывода.

3/ эмуляция работы системы ввода-вывода в основной управляющей системе, когда передача управления из имитатора на соответствующие вспомогательные подпрограммы производится в момент обращения к подпрограмме ввода-вывода /.IOС/.

В последних двух случаях достигается значительное ускорение работы имитатора. Возможность покомандной эмуляции работы драйвера может быть использована, в частности, для контроля работы /в том числе при отладке/ новых драйверов.

При имитации операций ввода-вывода используются три области: область ввода, область вывода и область печати.

Область ввода используется для загрузки программы с указанного пользователем типа носителя, а также для копирования загружаемых программ. Из области ввода информация выбирается имитатором, когда имитируется ввод с бумажной перфоленты.

Область вывода последовательно заполняется результатами трансляции, которые затем выдаются на заданный пользователем носитель /и переписываются на рабочую магнитную ленту, если заказано выполнение транслированной программы/. Пересылка информации в область вывода эквивалентна на ЭВМ М-6000 выводу на бумажную перфоленту.

Область печати используется для формирования строки для широкой печати большой ЭВМ, когда в процессе имитации ЭВМ М-6000 происходит печатание информации на телетайпе.

Области ввода и вывода имеют практически неограниченную емкость благодаря аппарату, обеспечивающему автоматическую буферизацию данных во внешней памяти /на магнитной ленте, барабане или диске - в зависимости от версии эмулятора/.

При выходе из имитатора результат его работы анализируется администратором по тому, какая команда останова вызвала прекращение работы имитатора. В случае ошибок выдается соответствующая диагностика.

Скорость трансляции зависит от характеристик транслируемой подпрограммы /длины, типа команд, наличия комментариев и т.п./ и составляет в среднем на БЭСМ-6 30-40 операторов/мин для МНМОКОДа /три прохода/ и 15-20 операторов/мин для языка ФОРТРАН /два прохода/. На ЭВМ CDC-1604А эмулятор работает медленнее примерно в два раза.

3. Пример эмуляции

Для иллюстрации работы эмулятора рассмотрим следующий пример.

Пусть исходную программу, написанную на МНМОКОДе, требуется загрузить с перфокарт, получить копию на перфоленте, транслировать, получить копию транслированной программы на перфоленте и выполнить транслированную программу с покомандной распечаткой процесса выполнения. Пакет на эмуляцию этой программы будет иметь вид

\$ASS,X,B,E.

/Программа на перфокартах/

\$EXR,L.

\$END.

.
. .
.

После чтения управляющей карты \$ASS администратор в результате ее дешифрации определяет требования к обработке текущей программы. По правилу умолчания /так как не задан ввод с перфоленты или магнитной ленты/ производится загрузка исходной программы с перфокарт в область ввода эмулятора. Затем содержимое области ввода копируется на перфоленту /признак X/. По признаку \$ASS осуществляется переход к разделу эмулятора, ответственному за трансляцию с МНМОКОДа. Этот раздел устанавливает в нужное состояние переменные, эквивалентные рабочим регистрам процессора М-6000, загружает с магнитной ленты "образ" памяти с транслятором и передает управление имитатору. При этом используется наиболее быстрая версия имитатора. Процесс трансляции контролируется по типам остановов, которые встречаются после каждого прохода транслятора. В случае отсутствия ошибок трансляции/после второго прохода транслятора/в области вывода будет находиться образ двоичной перфоленты, который, с одной стороны, копируется /по признаку В/ на перфоленту, а с другой стороны /по признаку Е/ - переписывается в промежуточный буфер для последующей загрузки на выполнение.

Переход на выполнение транслированной программы происходит по управляющей карте \$EXR. При этом соответствующий раздел эмулятора осуществляет загрузку с магнитной ленты "образа" памяти М-6000 с ОУС и передает управление имитатору, который имитирует в данном случае работу ОУС по загрузке двоичной /только что транслированной/ программы. Выполнение транслированной программы производится с помощью той версии имитатора, в которую включены средства покомандной распечатки состояния ЭВМ в процессе выполнения программы, что определяется по наличию признака L.

Управляющая карта \$END указывает на конец задачи эмуляции. Встретив такую карту, эмулятор переходит в исходное состояние.

Программный эмулятор ЭВМ М-6000 интенсивно используется не только в ОИЯИ. Он передан в ряд

научно-исследовательских организаций и учебных институтов, где ведутся работы по созданию математического обеспечения ЭВМ М-6000 и имеется доступ к БЭСМ-6. По оценкам пользователей, производительность программистов при подготовке и отладке программ с использованием эмулятора возрастает по крайней мере на порядок.

Дальнейшее усовершенствование эмулятора направлено на расширение его функциональных возможностей и ускорение его работы.

Литература

1. А. В. Кавченко, А. А. Карлов, А. Д. Полинцев, Т. Ф. Смолякова. ОИЯИ, Д10-7707, Дубна, 1974.
2. А. В. Кавченко, А. А. Карлов, А. Д. Полинцев, Т. Ф. Смолякова. Материалы VII Всесоюзной школы по автоматизации научных исследований. Изд. ЛИЯФ АН СССР, Л., 1974, стр. 509-519. См. также: Сообщение ОИЯИ, 11-7828, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 февраля 1976 года.