

## Управление непрерывной обработкой программ на виртуальной памяти

Е. Г. Брындин

НКО исследовательский центр «ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА», Новосибирск

*Непрерывная обработка больших объемов информации на виртуальной памяти считалась технически не реализуемой. На самом деле, проблема не техническая, а алгоритмическая.*

### **1. Непрерывная обработка на виртуальной памяти программ с детерминировано - связанными модулями**

Будем рассматривать вычислительные процессы, которые используют упреждающий метод управления виртуальной памятью.

#### **Упреждающий метод управления памятью использует:**

- детерминированный, динамический метод распределения ресурсов оперативной памяти;
- упреждающий запрос и параллельный метод замещения модулей программы Упреждающее обращение к виртуальной памяти для обмена модулей программы осуществляется после того, как появляется обработанный модуль в оперативной памяти;
- упреждающие акты анализа связности модулей программы;
- потоковое упреждающее перемещение значений общих данных между модулями на оперативных сегментах памяти.

Программы с детерминированно-связанными модулями допускают упреждающие анализ цепочек связей, поиск модулей, перемещение модулей и значений общих данных глубины  $m$  по текущим данным, где  $m$  – число сегментов оперативной памяти. Упреждающий метод управления позволяет обрабатывать непрерывно программу с детерминированно-связанными модулями на виртуальной памяти. Модули программы обрабатываются последовательно, обработка каждого модуля параллельная.

**Критерий непрерывной обработки.** Вычислительные процессы с упреждающим методом управления памятью непрерывно обрабатывают программу с детерминированно-связанными модулями, если время обработки каждой последовательности из  $m$  связанных модулей больше времени анализа связей, перемещения общих данных и параллельного замещения  $m$  модулей на  $2m$  сегментах оперативной памяти.

Метод замещения модулей программ с детерминированно-связанными модулями на оперативной памяти, упреждающий их обработку, позволяет обеспечить непрерывность обработки на виртуальной памяти по критерию непрерывности, в отличие от всех используемых методов замещения модулей программ со случайными обращениями к модулям.

Вычислительные процессы с упреждающим методом управления памятью это новое направление в информатике автоматизированной обработки больших программ с детерминированно-связанными модулями.

### **2. Супер-ЭВМ с упреждающим управлением виртуальной памятью**

Супер-ЭВМ с упреждающим управлением памятью реализуют параллельно-асинхронное взаимодействие актов использования ресурсов ЭВМ под управлением программ с детерминированно-связанными модулями. Супер-ЭВМ содержит новые устройства: процессор анализа связей между модулями программы, счетчики использования сегментов оперативной памяти модулями, процессор перемещения модулей по виртуальной памяти, процессор перемещения общих данных модулей. Процессор анализа проводит упреждающий анализ связей модулей программ с детерминированно-связанными модулями. Процессор анализа реализует процесс вычисления номера внешнего модуля перемещения на оперативную память по программе связи модуля, процесс корректировки значения счетчика использования сегментов оперативной памяти модулями программы, процесс запуска процессора перемещения модулей программы с внешней памяти на сегменты оперативной памяти. Процессор перемещения модулей реализует процессы перемещения модулей между

устройствами внешней и оперативной памяти, обеспечивая наличие необходимых модулей на оперативной памяти по заявке процессора анализа связей. Процессор перемещения модулей реализует: процесс коммутации сегментов оперативной памяти с сегментами накопителя, процессы передачи и контроля информации модулей программы, процессы прерываний по передаче информации. Процессор перемещения общих данных реализует перемещение общих данных между модулями. Общие переменные имеют последовательности адресов перемещения из текущих значений. По последовательности адресов перемещения организуются потоки значений общих данных с доставкой их на место использования в модулях на оперативных сегментах. Обращение к модулям происходит по их номерам. Для модулей внешней памяти значения общих переменных переносятся в резидент общих данных при замещении модуля содержащего общие данные. Активизация устройств ЭВМ осуществляется процессором управления по пользовательской программе с детерминированно-связанными модулями.



Непрерывный вычислительный процесс начинается с загрузки начальных модулей программы с внешней памяти на сегменты оперативной памяти с перемещением общих данных и анализом связей между модулями. При загрузке модулей устанавливаются значения на счетчиках использования оперативных сегментов модулями. Для модулей данных, ввода, вывода значение счетчика равно единице. При загрузке модуля на сегмент оперативной памяти в управляющую информацию предшествующего по поиску модуля заносится номер оперативного сегмента. Затем процессор управления запускает процессоры обработки на обработку первого модуля. После обработки каждого операционного модуля из значения соответствующего счетчика использования памяти вычитается единица и проверяется его значение на ноль. Для модулей данных значение счетчика обнуляется из операционного модуля по команде обнулить счетчик.

Когда значение счетчика становится равным нулю и определен указатель на внешний модуль, тогда инициируется процессор перемещения модулей для замещения использованного модуля на оперативной памяти внешним модулем по указателю. После замещения указатель на внешний модуль обнуляется. Если в модуль на оперативной памяти не было записи, то он не переносится на внешнюю память. Процессор перемещения общих данных по адресным последовательностям переносит накопившиеся значения общих данных с резидента общих

данных в заместивший модуль. Процессор анализа корректирует счетчик использования оперативной памяти заместившим модулем и определяет по программе связи заместившего модуля указатель на внешний модуль.

Процессор управления организует обработку, перемещение общих данных, анализ связей и замещение модулей. Он совмещает работу устройств над одним модулем за разные циклы обращений к оперативному сегменту.

Количество оперативных сегментов для непрерывной обработки программы с детерминированно-связанными модулями определяется в процессе ее трансляции или компиляции.

При технической реализации, непрерывное присутствие текущих модулей в оперативной памяти достигается путем баланса скорости упреждающего обработку многоканального параллельного перемещения модулей с внешней памяти в оперативную со скоростью обработки информации из оперативной памяти.

ЭВМ с упреждающим управлением памятью обеспечивает непрерывный процесс обработки программы с детерминированно-связанными модулями упреждающим параллельным перемещением общих данных модулей и упреждающим параллельным замещением модулей на оперативной памяти через многоканальный обмен.

### **2.1. Поток значений общих данных**

Готовые к последующей обработке значения общих данных перемещаются по модулям программы, находящихся в оперативной памяти. Для каждого значения общего данного  $d$  определяются последовательность использующих его модулей, места использования их в этих модулях и относительные моменты использования значений  $d$  в модулях. По множеству модулей использования  $d$  составляется дополнительное множество модулей, через которые перемещаются значения данного  $d$ .

Значения общих данных перемещаются по модулям, находящимся на сегментах оперативной памяти, динамически, образуя поток данных.

Общие данные модулей, находящихся не на оперативной памяти перемещаются в резидентные модули ROD. В резидентном модуле общих данных значения хранятся вместе с указателями перемещения. Значения, перемещаемые в один модуль, располагаются подряд. В начале последовательности указывается их количество. После записи новых значений в модуль общих данных перемещается его указатель свободного места (записи), если счетчик модуля общих данных не превышает допустимое число значений.

Значения снабжаются признаками переычисления. Если признак принимает состояние неизменяемости, то значение перемещается во все используемые модули.

Значения помещаются в модуль общих данных в порядке их перемещения в модули, поступающие с внешней памяти на оперативную память. В модуле общих данных значения могут снабжаться несколькими указателями.

После перемещения всех значений в модуль программы в нем устанавливается признак "перемещено", который указывает, что модуль готов к обработке.

Пусть имеется  $k$  модулей последовательности исполнения и  $n$  сегментов оперативной памяти.

Пусть первый модуль имеет переменные. Для каждой переменной выпишем номера последующих модулей, в которых она используется. Для второго модуля выпишем все переменные, которых нет в первом модуле. Для каждой переменной выпишем номера последующих модулей, в которых она используется. Для последующих модулей аналогично выпишем последовательности использования переменных, которые не указаны в предыдущих модулях.

Для каждой переменной определим внешние модули. Выпишем последовательности номеров внешних использующих модулей. Переменные будут храниться в резидентном модуле общих данных согласно последовательной нумерации внешних модулей, использующих переменные.

### **2.2 Замещение модулей программы на оперативной памяти**

Для хранения модулей программ используется внешняя память. Пусть каждый модуль размещается на отдельном сегменте. И пусть размер сегмента и модуля определяется

максимальной порцией обмена информации между устройствами внешней памяти и оперативной памяти.

Сегмент оперативной памяти является локальным адресным пространством для модуля. Областью действия команд модуля, кроме команд процессора перемещения данных, является адресное пространство оперативного сегмента, на котором находится соответствующий модуль. Соответствие между сегментами оперативной памяти и модулями, находящимися на оперативных сегментах, устанавливается через ассоциативные регистры аппаратуры коммутации.

Если используется два сегмента оперативной памяти, то на одном сегменте хранится обрабатываемый модуль, на другом модуль готовится к обработке. Если используется три оперативных сегмента, то на одном сегменте происходит замещение обработанного модуля на модуль по внешней ссылке, на другом — хранится обрабатываемый модуль, на третьем — модуль готовится к обработке.

Замещение модулей на сегментах оперативной памяти определяется состоянием счетчиков использования сегментов модулями программы  $P$  и указателем внешнего модуля аппаратуры контроля перемещения модулей.

Разделение оперативной памяти на независимые сегменты делается для упреждающей подкачки модулей с внешней памяти на оперативную. Перемещаться между устройствами внешней и оперативной памяти одновременно могут несколько модулей.

Аппаратная реализация замещения модулей на оперативной памяти сводит практически время управления этим процессом к нулю, в сравнении с временем их замещения и обработки.

### ***Заключение.***

Время получения результата на целевой ЭВМ с упреждающим замещением сокращается на  $T = t \times K$ , где  $t$  – время одного обмена,  $K$  – количество замещений модулей на оперативной памяти.

На четыре часа обработки процессорами программы сортировки со случайными обращениями к модулям на современной электронной ЭВМ замещение модулей на оперативной памяти в занимает 20 часов. Результаты пользователь получает через 24 часа. При непрерывной обработке программ с детерминированно-связанными модулями на оптоэлектронной ЭВМ с упреждающим управлением памяти, сделанной на той же электронной технологии, пользователь получит результат через 4 часа.

Работоспособность целевой супер-ЭВМ проверена на интерпретаторе под модернизированную систему команд ЭВМ-Эльбрус. Интерпретатор для окончательной версии системы команд супер-ЭВМ Эльбрус был модернизирован в интерпретатор супер-ЭВМ с непрерывной обработкой программ с детерминировано-связанными модулями на виртуальной памяти. Процедурный механизм системы команд супер-ЭВМ Эльбрус был модернизирован в механизм использования страниц оперативной памяти модулями программы. Упреждающая замена отработанных текущих модулей на страницах оперативной памяти на требуемые осуществлялась экстракодами обмена инструментальной ЭВМ БЭСМ-6. Для эффективности важны упреждающие действия, а не иерархические построения.

### **Литература**

1. Брындин Е.Г. Теоретические аспекты непрерывной обработки на виртуальной памяти. /Жур. № 9 «Информационные технологии». - М., 2009. - С. 33-39
2. Брындин Е.Г. Теоретические основы имитации мышления и непрерывной обработки на виртуальной памяти. - Новосибирск: ИЦЕ, Томск: ТПУ. 2011. - 235 с.
3. Евгений Брындин. Основы имитации мышления и непрерывной обработки программ. Науч. изд. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. - 197 с.