

УПРАВЛЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПРОГРАММ НА ВИРТУАЛЬНОЙ ПАМЯТИ

Е.Г. Брындин

Исследовательский центр «ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА», Новосибирск.

В статье рассматривается решение проблемы управления непрерывной автоматизированной обработкой больших объемов информации на виртуальной памяти без задержки получения результатов из-за обменов. Непрерывная обработка больших объемов информации на виртуальной памяти считалась технически не реализуемой.

Цель данного исследования показать, что проблема не техническая, а алгоритмическая. Задачи исследования: показать универсальное решение проблемы, определить архитектуру целевой оптоэлектронной супер-ЭВМ, определить структуру рабочих программ.

Ключевые слова: упреждающее замещение модулей на виртуальной памяти, непрерывная обработка программ, суперкомпьютер с упреждающим управлением памятью.

MANAGEMENT OF CONTINUOUS PROCESSING OF PROGRAMS ON VIRTUAL MEMORY

E.G.Bryndin

Research center "ESTESTVOINFORMATIKA", Novosibirsk.

In article the solution of the problem of the continuous automated processing of large volumes of information on virtual memory without a delay of receiving results because of exchanges is considered. Continuous processing of large volumes of information on virtual memory was considered as technically not realized.

Objective of this research to show that a problem not technical, but algorithmic. Research problems: to show a universal solution, to define architecture target optoelectronic supercomputer, to define structure of working programs.

Keywords: anticipatory replacement of modules on virtual memory, continuous processing of programs, a supercomputer with anticipatory management of memory.

1. Непрерывная обработка на виртуальной памяти программ с детерминированно-связанными модулями

Вычислительные процессы осуществляют обработку, поиск, перемещение, замещение, запись информации, а также управление ресурсами. Вычислительные процессы используют ресурсы памяти для хранения, операционные устройства центрального процессора для обработки, устройства коммутаций для коммутации, устройства обмена для перемещения и замещения, устройства поиска, устройства записи, устройства чтения и другие.

Пространственно-временные акты вычислительного процесса использования ресурсов ЭВМ определяются принципами их организаций, методом обработки и методом управления памятью.

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

Пусть $P = \{P_1, \dots, P_n\}$ — совокупность модулей программы P с детерминированно-связанными модулями [1-3], и пусть в оперативной памяти для размещения модулей программы имеется m мест, причем $1 < m < n$.

Упреждающий метод управления памятью использует:

- детерминированный, динамический метод распределения ресурсов оперативной памяти;
- упреждающий запрос и параллельный метод замещения модулей программы P . Пусть t_3 — момент начала замещения. Обработанный модуль PI_o замещается на PI_b , где PI_t — модуль следующий по использованию. 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.

1.1 Примеры программ с детерминированно-связанными модулями

Рассмотрим несколько программ с детерминированно-связанными модулями.

1.1.1 Сортировка данных. Пусть имеются данные a_1, \dots, a_m . Эти данные нужно пересортировать в неубывающей последовательности. Разместим последовательно исходные данные в k модулях. Программа сортировки перебором сравнений исходных данных следующая:

$i := 0; j := 0; t_1 := 1; t_2 := 1;$

цикл пока $t_1 = k$ **цикл пока** $j \neq c$ **цикл пока** $t_2 \neq k$

цикл пока $i \neq c$ **установить** $\leq (a_{t_1, i}, a_{t_2, i+1}); i := i+1$ **конец**

сохранить $(t_2); t_2 := t_2 + 1; i := 0$ **конец** $j := j + 1; t_2 := t_1;$

$i := j$ **конец** **сохранить** $(t_1); t_1 := t_1 + 1; t_2 := t_1; i := 0; j := 0;$

$i := j$ **конец** **сохранить** $(t_1); t := t + 1; t := t; i := 0; j := 0$ **конец**

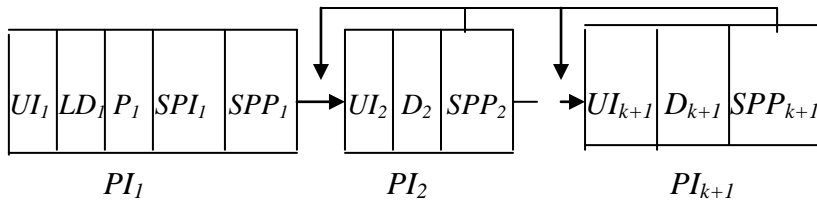
t_1, t_2 - счетчики модулей.

Оператор **установить** $\leq (a_{t_1, i}, a_{t_2, i+1})$ размещает значения указанной пары согласно отношению \leq . По адресу $a_{t_1, i}$ размещается меньшее значение, а по адресу $a_{t_2, i+1}$ большее значение.

Оператор **сохранить** (t_1) отказывается от модуля с номером t_1 с сохранением его.

Структура программы с детерминированно-связанными модулями, определяющая использование операционного модуля и модулей данных изображена ниже.

Структура связи модуля PI_{k+1} с остальными модулями



Вывод модулей данных назначается в операционном модуле. Программа сортировки размещается в первом модуле, в остальных модулях размещаются данные. Модули модульной канонически связанной программы связаны по номерам, кроме модуля с номером $k + 1$ Структура связи модуля $k + 1$ с остальными модулями с возвратами. Она определяется программой SPP_{k+1} : если $t_1 = 1$ то PI_2 если $t_1 = 2$ то PI_3 ... если $t_1 = (k - 2)$ то PI_{k-1} .

Номера связи модуля и адрес программы связи модуля $k+1$ хранятся в управляющей информации.

1.1.2 Обработка банков данных. Пусть в банке данных имеются анкеты пяти миллиардов людей, в которых сообщены следующие данные: вес, рост, возраст, национальность, пол, социальное положение, специальность, должность, адрес и т.д. Нужно из пяти миллиардов людей выбрать всех, кто отвечает по своим анкетным данным эталону. Анкетные данные последовательно размещены в k модулях. В каждом модуле размещается q анкет. Программа выбора анкет по эталону следующая:

$i := 0; ; t_1 := POD j := 0; t_2 := 1; n := 0; t_3 := k + 1;$

цикл пока $t \neq k$ М: цикл пока $i \neq q$ сравнить (эталон, анкета (t_2, i)) если да то записать ($t_{1,j}, t_{2,i}$); $j := j + 1$

если $j > q$ то сохранить (t_1, t_3); $t_3 := t_3 + 1; n := n + 1$

если $n = 2$ то $t_1 := t_1 - 2$ иначе $t_1 := t_1 + 1; j := 0$ на М

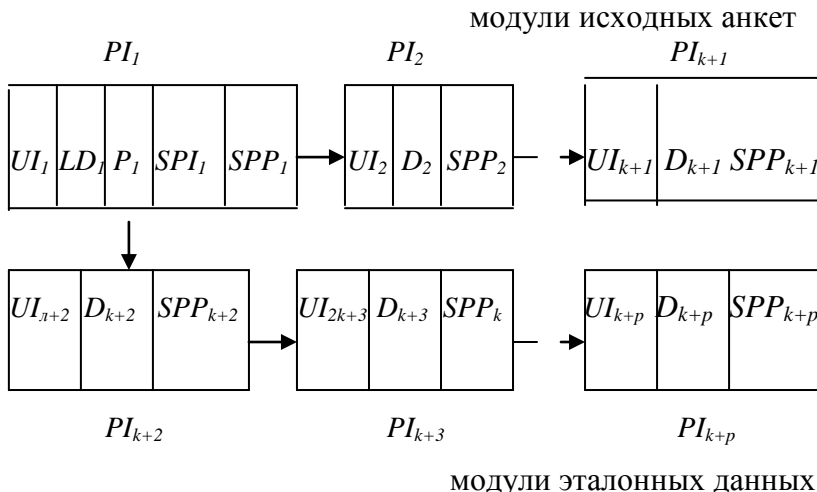
иначе $i := i + 1$ конец освободить (t_2); $t_2 := t_2 + 1$ конец все

t_1, t_2, t_3 - счетчики модулей.

Подпрограмма сравнить (эталон, анкета (t_2, i)) сравнивает анкету i из модуля t_2 с эталоном.

Подпрограмма записать ($t_{1,j}, t_{2,i}$) записывает анкету i из модуля t_1 в модуль t_2 по месту j .

Структура программы с детерминированно-связанными модулями, определяющая использование первого операционного модуля, k модулей анкет и с $k+2$ по $k+p$ модулей эталонов изображена ниже.



модули эталонных данных

Программа обработки хранится в первом модуле. Далее идет последовательность модулей с анкетами. В модулях PI_2, \dots, PI_{k+1} хранятся исходные анкеты. В модулях $PI_{k+2}, \dots, PI_{k+p}$ хранятся эталонные анкеты. Модули связаны по номерам. Номера модулей хранятся в управляющей информации. В резидентном модуле общих данных накапливаются текущие исходные анкеты, совпадающие с эталоном.

1.1.3 Программа синтаксического разбора выражений. Нужно провести синтаксический контроль правильности записи выражения, находящегося в k модулях вводных данных, если понятие выражения определяется следующими синтаксическими правилами:

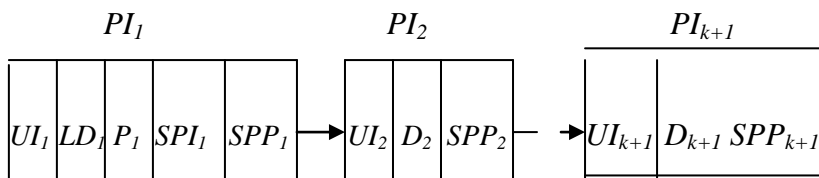
ВЫРАЖЕНИЕ ::= ТЕРМ I ТЕРМ + ВЫРАЖЕНИЕ
 ТЕРМ ::= МНОЖИТЕЛЬ I МНОЖИТЕЛЬ * ТЕРМ
 МНОЖИТЕЛЬ ::= ИМЯ I ЧИСЛО I ВСКОБКАХ
 ИМЯ БУКВА I <ИМЯ><БУКВА> I <ИМЯ><ЦИФРА>
 ЧИСЛО ::= ЦИФРА I <ЦИФРА>ЧИСЛО
 ВСКОБКАХ ::= (ВЫРАЖЕНИЕ)

Программа контроля синтаксической правильности выражения составляется из подпрограмм: ВСКОБКАХ, ЧИСЛО, ИМЯ, МНОЖИТЕЛЬ, ТЕРМ, ВЫРАЖЕНИЕ.

Эти подпрограммы определяют правильность выражения соответствующей его части. Синтаксически правильные понятия выделяются из текста последовательно. Подпрограммы дают результат да, если текст состоит из синтаксически правильных понятий. Анализ ведется до тех пор, когда счетчик модулей будет удовлетворять условию $t=k+1$.

При анализе используется модуль общих данных.

Синтаксическому анализу легко поддаются тексты за один проход. Структура программы с детерминированно-связанными модулями, определяющая использование первого операционного модуля и остальных текстовых модулей изображена ниже.



Программа анализа располагается в первом модуле. Далее располагаются модули с входным текстом. Модули в последовательности связаны линейно по номерам. Номера модулей хранятся в управляющей информации.

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: процессор управления (8), процессоры обработки (5), оперативные сегменты для общих данных (1) и модулей программы (2), аппаратуру коммутации оперативных сегментов с устройствами (6), блок прерываний (15), устройства внешней памяти (17), ввода (11) и вывода (12), процессор анализа связей между модулями (7), процессор перемещения модулей программы на виртуальной памяти (13), счетчик использования сегментов оперативной памяти модулями (14), процессор перемещения значений общих данных (4) по модулям, находящихся на сегментах оперативной памяти, аппаратуру контроля перемещения модулей (16), шины коммутации (3,9), функциональная шина (10) (рис.1).

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.



Рис.1 Супер-ЭВМ с упреждающим управлением памятью

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 SPP_i модуля PI_i , 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 нуль. 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.

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.

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 перевычисления. 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 информацией 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, находящихся 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.

3. Международная реализация оптоэлектронной целевой супер-ЭВМ

Достижения оптоэлектронных технологий позволяют приступить к международной интеграции по реализации и выводу целевой ЭВМ на рынок, начиная от научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских разработок и кончая серийным или массовым производством.

Создание компьютера, в основном состоящего из оптических устройств обработки информации интенсивно развивают ведущие научные центры (МТИ, Sandia Laboratories и др.) и основные компании-производители компьютерного оборудования (Intel, IBM).

Весь набор полностью оптических логических устройств для синтеза более сложных блоков оптических компьютеров реализуется на основе пассивных нелинейных резонаторов-интерферометров. А из нескольких нелинейных резонаторов можно собрать любой, более сложный логический элемент (оптический триггер - трансфазор). Трансфазор представляет собой оптический аналог электронного транзистора и является оптически бистабильным прибором, способным переключаться в одно из двух четко различимых состояний за время, измеряемое пикосекундами. На основе трансфазора реализуется функционально полная система логических элементов, из которых можно строить любые логические схемы и функциональные узлы. Уже созданы и оптимизированы отдельные составляющие оптических компьютеров – оптические процессоры, ячейки памяти.

Память и процессоры с передачей данных по оптическим каналам, существенно повысят производительность компьютеров, переход всех соединений на фотонные даст 10- и 20-кратное преимущество.

На сайте компании Atom Chip Corporation помещено описание прототипа ноутбука, впечатляющего своими техническими характеристиками: процессор работает на частоте 6,8 ГГц, объем оперативной памяти составляет 1 Тб, а постоянной — 2 Тб. В подсистемах памяти используется энергонезависимая квантово-оптическая (quantum-optical) синхронная память. Новый вид памяти, как утверждает разработчик, характеризуется высокой плотностью хранения данных и высокой скоростью работы. В качестве оперативной памяти используется энергонезависимая оптоэлектронная память с произвольным доступом (non-volatile integrated optoelectronic Random Access Memory, NvIOpRAM). Она обеспечивает плотность хранения 3,2 Гб в расчете на один кубический миллиметр. В основе работы NvIOpRAM лежит магнитный квантово-оптический эффект в пористом кремнии, по имени первооткрывателя названный эффектом Гендлина (Gendlin Effect). Скорость записи новой памяти — 6 Гб/с, чтения — 8 Гб/с.

Фирмой OptiComp (США) разработан оптоэлектронный 32-битный RISC-процессор, способный обеспечить независимые соединения между 8192 оптическими каналами. Его производительность составляет около 10^{12} двоичных операций в секунду. Работая в режиме поиска текста, процессор может просматривать большие базы данных со скоростью 80 тыс. страниц (на каждой странице по 5 тыс. знаков) в секунду.

Оптический масштабируемый шинный коммутатор (ОШК) созданный на базе серийных процессорных плат и адаптеров можно использовать для оптоэлектронной супер-ЭВМ. Создается ОШК на базе разработанной ООО «ОЭС» кремниевой фотонной технологии с интегральной полупроводниковой схмотехникой. Основой ОШК являются полупроводниковые кристаллы с матричной организацией коммутации и интегральные матричные оптические излучатели для передачи информации по многоканальным оптическим связям. Оптоэлектронная СБИС матрицы коммутации имеет 392 оптических и 119 электрических линий связи. Пропускная способность коммутационного порта ОШК – 1,0 Гб/с. При применении оптической связи в компьютерных технологиях, мы получим память, работающую на частоте процессора. Скорость шины памяти - та скорость, с которой происходит обмен данными между процессором и памятью. Процессор получит данные так же быстро как может их обработать.

В качестве внешней памяти используются голографические устройства памяти. Такая память обладает рядом достоинств. Голограмма сохраняет информацию не только об интенсивности, но и о фазе световой волны, что в оптике принципиально важно, а с утилитарной точки зрения - позволяет повысить объем записываемой информации. Кроме того, различные картинки можно записывать в одно и то же место, используя весь объем носителя, а не тонкий слой поверхности (как в случае обычной оптической или магнитной памяти). По оценкам специалистов, объемная плотность записи информации может превышать величину 10^{11} бит/см³, а скорость ввода информации с голограмм - несколько гигабит в секунду. В силу того, что емкость голографической памяти огромна, а время

выборки мало, сокращается количество каналов упреждающего обмена между внешней и оперативной памятью до минимума, необходимого для организации вычислительного процесса.

Ввод информации осуществляется посредством управляемого матричного транспаранта (ПВМС - пространственно - временной модулятор света), который формирует изображение построчно и запоминает информацию до момента считывания.

Вывод информации осуществляется помощью фотоприёмных матриц. Матрица фотоприёмников (фотоматрица) служит для преобразования оптического изображения в электрические сигналы. Каждый элемент функционирует как пороговый детектор, указывающий наличие или отсутствие светового сигнала в соответствующей позиции.

Электронные переключатели целевой супер-ЭВМ предполагается проектировать из микросхем, работающих на основе электронных волн, скорость которых выше скорости света. Такие микросхемы проектирует японская фирма Toshiba.

Международная интеграция усилий компаний НКО исследовательский центр «ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА», ИПС РАН, IBM, INTEL, по реализации инновационного проекта супер-ЭВМ с упреждающим управлением памятью для непрерывной обработки программ с детерминированно-связанными модулями на виртуальной памяти позволит создать серийный образец целевой супер-ЭВМ из оптоэлектронных узлов и компонент фирм Intel и IBM.

Заключение. 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 и многоканальным обменом, 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.

Список публикаций.

1. Брындин Е.Г. Квантодетерминированная информационная технология. /Жур. № 3 «Известия Томского политехнического университета»/. Томск, 2003. – с. 28-32
2. Брындин Е.Г. Теоретические аспекты непрерывной обработки на виртуальной памяти. /Жур. № 9 «Информационные технологии». М., 2009. С. 33-39
3. Брындин Е.Г. Теоретические основы имитации мышления и непрерывной обработки на виртуальной памяти. /Новосибирск: ИЦЕ, Томск: ТПУ. 2011. 235 с.
4. Евгений Брындин. Основы имитации мышления и непрерывной обработки программ. Науч. изд. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 197 с.

Сведения об авторе: Брындин Евгений Григорьевич, тел: 8-9138958219, bryndin@ngs.ru

Директор НКО исследовательский центр ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА

130 печатных работ из них 25 монографий

Сфера деятельности: Образование; Наука: *фундаментальные исследования интеллектуальных, компьютерных, социальных и здоровье сберегающих технологий.*