

О ПОЛНОТЕ ОПИСАНИЯ СКОРОСТНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАКРОКОНВЕЙЕРНОЙ ЭВМ

Abstract: Two notions of acceleration are introduced, that allows to make the completer comprehension of macroconveyor computer speed possibilities.

Key words: macroconveyor computer, acceleration of information processing, depending on a number of processors, kinds of accelerations, linear acceleration.

Анотація: Вводяться два поняття прискорення, що приводить до повнішого уявлення про швидкісні можливості макроконвеєрної ЕОМ.

Ключові слова: макроконвеєрна ЕОМ, прискорення переробки інформації, залежність від числа процесорів, види прискорень, лінійне прискорення.

Аннотация: Вводятся два понятия ускорения, что приводит к более полному представлению о скоростных возможностях макроконвейерной ЭВМ.

Ключевые слова: макроконвейерная ЭВМ, ускорение переработки информации, зависимость от числа процессоров, виды ускорений, линейное ускорение.

1. Введение

Поиски путей реального повышения скорости переработки информации (повышения быстродействия ЭВМ) традиционно актуальны в электронном машиностроении, и один из очевидных путей в этом плане состоит в распараллеливании вычислений при решении задач теми или иными методами в многопроцессорных вычислительных машинах (системах, сетях), выбор структуры и организации которых зависит от планируемых эффективных применений проектируемых ЭВМ. Эти применения порождают соответствующие требования к указанной скорости, которые в общем случае имеют процессный во времени вид (а также требования к другим значащим характеристикам ЭВМ, включая объем памяти, надежность, экономичность, средства интерфейса и проч.).

Одним из продвинутых направлений в этой области вычислительной техники служат ЭВМ макроконвейерного типа (МКЭВМ), которые в структурном отношении являются развитием простых конвейерных конструкций с качественно глубоким расширением вычислительных возможностей в наиболее напряженных, наиболее сдерживающих переработку информации звеньях конвейерных цепей во времени посредством указанного выше распараллеливания. Широкой областью эффективного применения таких ЭВМ служит, в первую очередь, автоматизация переработки информации в сложных системах управления объектами различной природы, в том числе в системах «наблюдения за развивающейся обстановкой и принятия решений по реагированию», где процесс вычислений в основном заключается в непрерывной обработке по жестко заданным алгоритмам потока информации в реальном времени. (Важность создания таких систем В.М. Глушков относил к числу побудительных причин разработки многопроцессорных ЭВМ именно макроконвейерной конструкции как наиболее адекватных).

Последующее изложение дополняет материалы [1–6] в части уточнения термина ускорения – этого базового понятия в теории МКЭВМ.

Постановка задачи. В нынешнее рыночное время фактор практической полезности («фактор ликвидности») все в большей степени влияет на выбор научных направлений, и придание

«товарного вида» результатам научных разработок становится неотъемлемой чертой деятельности ученых. В цивилизованных рыночных отношениях последнее ассоциируется также с полнотой описаний о реальных возможностях (и невозможностях) выпускаемой продукции. Применительно к МКЭВМ это касается, в первую очередь, данных о скоростных характеристиках, без чего нельзя обоснованно судить о перспективах ее эффективного использования.

В этом плане нужно рассмотреть вопрос о более полном описании скоростных характеристик МКЭВМ, базируясь на принятом в теории понятии ускорения с использованием материалов [1–6] и с акцентированием внимания на [6], где содержится особая информация по предмету исследований.

2. О двух понятиях ускорения в МКЭВМ

Рассмотрим МКЭВМ, определяющим звеном которой служит центральный блок переработки информации при решении данной задачи («задачной информации»), состоящий из p параллельно работающих однородных арифметических процессов. Следует установить, как в принципе возрастают скоростные возможности МКЭВМ при увеличении числа процессоров в сравнении с возможностями гипотетической однопроцессорной ЭВМ при решении одной и той же задачи. Реалистические представления о том, что здесь линейное ускорение с коэффициентом p является пределом, содержатся в [1–5]. Однако в [6] приведено фактически противоположное утверждение: «Последовательное применение принципа макроконвейерной обработки позволяет получить не менее, чем линейное ускорение, в зависимости от числа процессоров, используемых при решении задачи», что вызывает необходимость более глубокого вникания в суть дела.

Рассуждения в [6], сопровождающие данное утверждение, подводят (при некотором домысливании и отбрасывании нестрогостей) к выводу, что для более полного описания того, что здесь имеет место, следует ввести два понятия ускорения: U_1 и U_2 . Понятия эти близкие, но разные, что видно из дальнейшего текста.

Традиционно понимаемое конструкторами ускорение U_1 осуществляется в пространстве, где доминирует (диктуется целью применения, так называемыми внешними факторами) требование повышения скорости вычислений, возможно, даже путем использования значительного числа процессоров, например, при создании ряда систем управления, автоматизируемых с помощью ЭВМ, где недостаток скорости переработки может повлечь серьезные негативные последствия, вплоть до катастрофических.

Ускорение U_1 имеет естественный физический смысл. Это положительное приращение скорости (отрицательное приращение времени) вычислений при увеличении числа процессоров. Значения U_1 , получаемые при решении данных задач данными методами в виде приближений к линии идеального ускорения с коэффициентом p (отсчеты от этой базы), вполне информативны для объективных оценок о скоростных возможностях данной МКЭВМ и могут быть прямо использованы в качестве паспортных данных [3].

Ускорение же Y_2 , как об этом рассказано в [6, 7], имеет иное происхождение и иную значимость. Это ускорение осуществляется в пространстве, где доминирует (допускается целью применения, так называемыми внутренними факторами) требование повышения производительности эффективного использования процессоров при вычислениях, возможно, даже путем значительного снижения скоростного потенциала МКЭВМ.

Для осознания сущности Y_2 приведем непосредственные выдержки из [6].

«Предположим, что требуется решить задачу вычисления функции $y = f(x)$ некоторым заданным методом, где x и y – структуры данных достаточно большого объема. Время решения задачи зависит от числа операций, которое, в свою очередь, зависит от значения некоторого параметра или набора параметров $n = (n_1, n_2, \dots)$, характеризующих исходные данные x . Пусть это время выражается функцией $\varphi(n)$. Параметр n обычно выражается таким образом, что $\varphi(n)$ растет с ростом n ; ...».

«Предположим, что удалось разделить работу по вычислению $f(x)$ между p процессорами равномерно так, что каждый процессор должен работать время $\varphi_p(n) = \varphi(n)/p$ при p , изменяющемся от 1 до $k(n)$. Величина $k(n)$ определяет верхнюю границу для числа процессоров, допускающих разумное распределение работы при заданном размере задачи. При совместной работе добавляются еще дополнительные действия по обмену информацией между процессорами. Предположим, что эта работа требует времени $\psi_p(n)$. В это время включается не только собственно время на передачу данных между двумя процессорами, но и время на синхронизацию (ожидание на очередном шаге одного процессора окончания работы другим), а также время на ожидание освобождения каналов при необходимости обмениваться одному процессору с несколькими другими или при ограниченном числе каналов в системе.

Если обозначить через $T_p(n)$ время решения задачи на системе из p процессоров, то ускорение $\alpha_p(n)$ при решении задачи с параметром n за счет использования p процессоров вместо одного выразится формулой

$$\alpha_p(n) = \frac{T_1(n)}{T_p(n)} = \frac{\varphi(n)}{\varphi_p(n) + \psi_p(n)} = \frac{1}{1 + \psi_p(n)/\varphi_p(n)} \cdot p = \beta_p(n)p.$$

Формула показывает, что если $\psi_p(n)/\varphi_p(n) < 1$, то при изменении числа процессоров от 1 до $k(n)$ производительность системы при фиксированном объеме обрабатываемых данных растет не медленней, чем линейно с коэффициентом линейности $\beta(n) > 1/2$, где $\beta(n) = \min_{1 \leq p \leq k(n)} \beta_p(n)$.

Коэффициент $\beta_p(n)$ или $\beta(n)$ называется коэффициентом эффективности многопроцессорной системы при решении данной задачи данным методом. Обычно этот коэффициент находится между нулем и единицей. Если время, затрачиваемое на обмены, растет

медленней, чем время вычислений, то с ростом n коэффициент эффективности приближается к 1».

Как это видно, свойство «быть более, чем линейным», принципиально невозможное для U_1 , оказывается возможным для U_2 (например, при значении коэффициента эффективности 0,9, а тем более 0,8 и т.д.). Однако в таком контексте это свойство не играет существенной роли в формировании реалистических представлений об именно скоростных возможностях данной МКЭВМ. И если в первом случае применяют вполне понятные термины «абсолютные значения», «внешнее ускорение», «внешняя эффективность» (имея в виду МКЭВМ и автоматизируемую ею систему управления), то во втором случае применимы «более локальные» термины типа «относительные значения», «внутреннее ускорение», «внутренняя эффективность». Иными словами, U_1 и U_2 обладают, по сути, разной информативностью, что существенно для пользователей.

3. Заключение

Проведенные исследования вносят ясность в вопрос об ускорении в МКЭВМ в зависимости от числа используемых процессоров. Введение понятия двух ускорений, актуализируемых в соответствии с разными целями применения, расширяет и упорядочивает представления о реалиях в этом разделе теории многопроцессорных ЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михалевич В.С. и др. Организация вычислений в многопроцессорных вычислительных системах / В.С. Михалевич, Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский // Кибернетика. – 1984. – № 3. – С. 1 – 10.
2. Михалевич В.С. и др. О методах организации макроконвейерных вычислений / В.С. Михалевич, Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский // Кибернетика. – 1986. – № 3. – С. 3 – 10.
3. Молчанов И.Н. Введение в алгоритмы параллельных вычислений. – К.: Наукова думка, 1990. – 128 с.
4. Клименко В.П. и др. Структурно-архитектурные решения многопроцессорных ЭВМ с макроконвейерной обработкой данных // Электронно-вычислительная техника: Сб. статей. – 1988. – Вып. 2. – С. 151 – 160.
5. Глушков В.М., Клименко В.П. Многопроцессорный вычислительный комплекс для макроконвейерной обработки данных. – К.: Ин-т кибернетики АН УССР, 1982. – (Препринт / АН Украины; 82–37).
6. Капитонова Ю.В., Летичевский А.А. Математическая теория проектирования вычислительных систем. – М.: Наука, 1988. – 296 с.
7. Мороз-Подворчан И.Г. К вопросу о верхней границе ускорения в макроконвейерной ЭВМ // Математичні машини і системи. – 2008. – № 2. – С. 70 – 72.

Стаття надійшла до редакції 28.05.2008