

ТЕХНОЛОГИЯ HYPER-THREADING В ПРОЦЕССОРАХ INTEL

Есымов А.Б., Сорочак Н.В., Аимбетова Д.Т. – студенты специальности 5В060200-Информатика, Костанайский государственный университет, г.Костанай.

Бегалин А.Ш. – магистр естественных наук, ст. преподаватель, Костанайский государственный университет, г.Костанай.

Аннотация

В данной статье исследуется технология *Hyper-Threading*, разработанная компанией Intel, и используемая в ее процессорах для повышения производительности. Объясняется принцип работы технологии, поддержка технологии операционными системами. А также выяснены преимущества и недостатки этой технологии.

Ключевые слова: многопоточность, процессор, *Hyper-Threading*, Pentium 4, Northwood, параллелизм.

Технология Hyper-Threading

Технология одновременной многопоточности (*Simultaneous Multi-Threading - SMT*), которая применяется в процессорах Intel, первоначально создавалась под кодовым именем "технология Джексона" (*Jackson Technology*) как возможный, вероятный вариант, Intel официально анонсировала свою технологию на форуме IDF осенью 2001 года. Кодовое имя Jackson было заменено более подходящим *Hyper-Threading*.

В модификации Pentium 4 на ядре Northwood В впервые реализована технология виртуальной двухпроцессорности *Hyper-Threading*. Строго говоря, все необходимые аппаратные блоки присутствовали еще в процессоре Pentium 4 с ядром Willamette, однако они были отключены (видимо, по маркетинговым соображениям). И только с появлением Pentium 4 с частотой 3,06 ГГц мультипроцессорные технологии стали доступны обычному пользователю. Не секрет, что стоимость двухпроцессорных машин, позиционируемых как рабочие станции или серверы, ограничивала их применение в домашних условиях. Теперь пользователь получает два логических (виртуальных) процессора на одном физическом ядре и может использовать их на обычной системной плате [1].

Hyper-Threading (*hyper threading*, 'хайпер трединг', гипер поточность - рус.) - технология разработанная компанией Intel, позволяющая ядру процессора исполнять больше потоков данных, чем один (обычно два). Так как было выяснено, что обычный процессор в большинстве задач использует не более 70% всей вычислительной мощности, было решено использовать технологию, позволяющую при простое определенных вычислительных блоков - нагрузить их работой с другим потоком. Это позволяет увеличить производительность ядра от 10 до 80% в зависимости от задачи.

Следует подчеркнуть, что основная часть ресурсов ядра (в частности процессорный конвейер и кэш-память) используются логическими процессорами совместно, поэтому о революционном повышении производительности речи не идет. Однако немалая часть ресурсов ядра простаивает во время работы других элементов, а технология *Hyper-Threading* позволяет загрузить временно простаивающие блоки другими задачами. Учитывая, что многозадачность является одним из краеугольных камней современных операционных систем и приложений, технология *Hyper-Threading* дает заметный рост производительности системы [1].

Эффективность блоков *Hyper-Threading* при выполнении конкретных приложений сильно зависит от степени оптимизации кода программы.

Допустим, процессор выполняет простые вычисления и при этом простаивает блок инструкций и SIMD расширения (Рисунок 1).

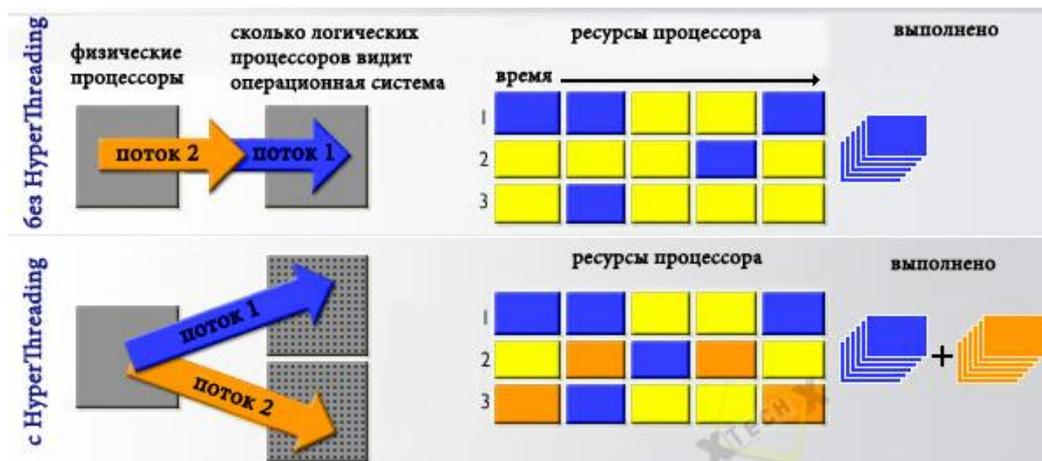


Рисунок 1. Принцип работы технологии Hyper-Threading

Модуль адресации это обнаруживает и посылает туда данные для последующего вычисления. Если данные специфичные, то данные блоки будут выполнять их медленней, однако простаивать данные не будут. Либо они предварительно их обработают, для дальнейшей быстрой обработки соответствующим блоком. Это и даёт дополнительный выигрыш в производительности.

Естественно, виртуальный поток никак не дотягивает до полноценного ядра, но это позволяет добиться практически 100% эффективности вычислительной мощности, загрузив практически весь процессор работой, не давая ему простаивать. При всём при этом, для реализации технологии HT требуется всего около 5% дополнительного места на кристалле, а производительность иногда может добавиться на 50%. В эту дополнительную область входят дополнительные блоки регистров и предсказания ветвлений, которые потоково вычисляют, где можно использоваться вычислительные мощности в данный момент и отправляют туда данные из дополнительного блока адресации.

В настоящее время большинство производителей улучшают скорость работы процессоров путем увеличения тактовой частоты и размеров кэша. Конечно, таким способом можно увеличить производительность, но все же потенциал процессора не будет полностью задействован. Если бы мы могли одновременно выполнять несколько потоков, то мы смогли бы использовать процессор куда более эффективно. Именно в этом и заключается суть технологии Hyper-Threading. Один физический процессор представляется операционной системе как два логических процессора, и операционная система не видит разницы между одним SMT процессором или двумя обычными процессорами. В обоих случаях операционная система направляет потоки как на двухпроцессорную систему. Далее все вопросы решаются на аппаратном уровне [2].

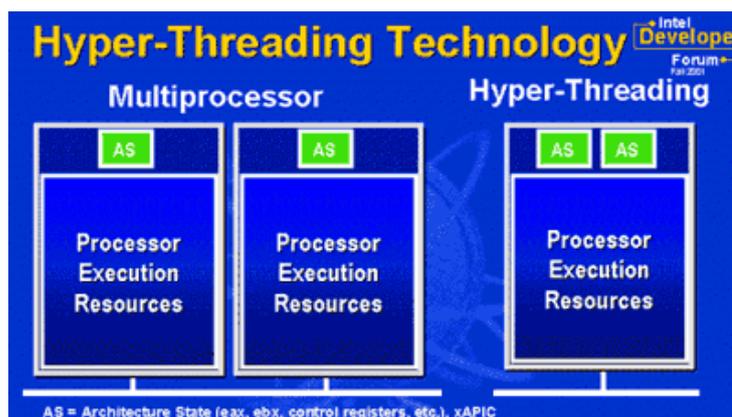


Рисунок 2. Мультипроцессорность в Hyper-Threading

В процессоре с Hyper-Threading каждый логический процессор имеет свой собственный набор регистров (включая и отдельный счетчик команд), а чтобы не усложнять технологию, в ней не реализуется одновременное выполнение инструкций выборки/декодирования в двух потоках. То есть такие инструкции выполняются поочередно. Параллельно же выполняются лишь обычные команды.

Поддержка ОС технологии Hyper-Threading

Пользователям также следует знать, что не все ОС поддерживают технологию Hyper-Threading. По заявлению компании Intel следующие ОС от Microsoft полностью оптимизированы под поддержку технологии Hyper-Threading:

- Microsoft Windows XP Professional Edition
- Microsoft Windows XP Home Edition
- Microsoft Windows Vista Home Basic
- Microsoft Windows Vista Home Premium
- Microsoft Windows Vista Home Ultimate
- Microsoft Windows Vista Home Business
- Microsoft Windows 7
- Microsoft Windows 8

И как говорят в компании Intel, следующие ОС не полностью оптимизированы под технологию Hyper-Threading, и поэтому данная технология должна быть отключена в настройках BIOS:

- Microsoft Windows 2000 (все версии)
- Microsoft Windows NT 4.0
- Microsoft Windows ME
- Microsoft Windows 98
- Microsoft Windows 98 SE

Иногда у таких приложений, как FireFox, возникают проблемы с Hyper-Threading. Лучшим способом решения этой проблемы является запуск приложения в режиме совместимости с Windows 98. Для этого нужно нажать правой клавишей мыши на значке приложения, перейти в свойства, выбрать совместимость и отметить флажком опцию "Запустить приложение в режиме совместимости (Run this program in compatibility mode)", выбрав Windows 98. Это отключит технологию Hyper-Threading для данного приложения, поскольку Windows 98 не поддерживает Hyper-Threading.

Преимущества и недостатки технологии Hyper-Threading

Предположим, что наш процессор оснащен Hyper-Threading. Посмотрим, что получится, если мы попытаемся одновременно выполнить эти два потока (Рисунок 3):

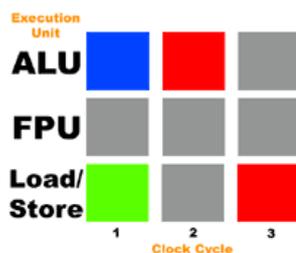


Рисунок 3. Одновременное выполнение 2 потоков

Синие прямоугольники указывают на выполнение инструкции первого потока, а зеленые - на выполнение инструкции второго потока. Серые прямоугольники показывают незадействованные исполнительные устройства, а красные - конфликт, когда на одно устройство пришло сразу две разных инструкции из разных потоков.

Как видим, параллелизм на уровне потоков дал сбой – исполнительные устройства стали использоваться ещё менее эффективно. Вместо параллельного выполнения потоков, процессор выполняет их медленнее, чем, если бы он выполнял их без Hyper-Threading. Причина довольно проста. Мы пытались одновременно выполнить сразу два очень похожих потока. Ведь оба они состоят из операций по загрузке/сохранению и операций сложения. Если бы мы параллельно запускали "целочисленное" приложение и приложение, работающее с плавающей точкой, мы бы оказались куда в лучшей ситуации. Как видим, эффективность Hyper-Threading сильно зависит от вида нагрузки на ПК [2].

В настоящий момент, большинство пользователей ПК используют свой компьютер примерно так, как описано в нашем примере. Процессор выполняет множество очень схожих операций. К сожалению, когда дело доходит до однотипных операций, возникают дополнительные сложности с управлением. Случаются ситуации, когда исполнительных устройств нужного типа уже не осталось, а инструкций, как назло, вдвое больше обычного. В большинстве случаев, если бы процессоры домашних компьютеров использовали технологию Hyper-Threading, то производительность бы от этого не увеличилась, а может быть, даже снизилась на 0-10% [2].

На рабочих же станциях возможностей для увеличения производительности у Hyper-Threading больше. Но с другой стороны, все зависит от конкретного использования компьютера. Рабочая станция может означать как high-end компьютер для обработки 3D графики, так и просто сильно нагруженный компьютер. Наибольший же прирост в производительности от использования Hyper-Threading наблюдается в серверных приложениях. Главным образом это объясняется широким разнообразием посылаемых процессору операций. Сервер баз данных, использующих транзакции, может работать на 20-30% быстрее при включенной опции Hyper-Threading. Чуть меньший прирост производительности наблюдается на веб-серверах и в других сферах [2].

Преимущества Hyper-Threading

Есть множество преимуществ Hyper-Threading. Компания Intel утверждает, что дублирование определенных областей ядра ЦП увеличивает размер ядра примерно на 5 процентов, но при этом обеспечивает прирост производительности на 30 процентов по сравнению с другими идентичными ядрами процессоров без Hyper-Threading.

Недостатки Hyper-Threading

Хотя Hyper-Threading ядра ЦП не обеспечивают полного объема преимуществ многоядерных процессоров, они все же имеют значительные преимущества по сравнению с обычными одноядерными процессорами. Конечно, всегда полезно знать о том, какие недостатки имеются у технологии, прежде чем ее использовать. Одним недостатком многих применений является высокий уровень энергопотребления. Поскольку все области ядра нуждаются в питании (даже в режиме ожидания), общий уровень энергопотребления hyper-threading ядер, а также всех ядер с поддержкой SMT, выше. Без максимального использования улучшений скорости, предлагаемых Hyper-Threading ядром, оно просто будет ядром, потребляющим больше электроэнергии. Для многих ситуаций, включая фермы серверов, и мобильные компьютеры, такое повышенное энергопотребление нежелательно. Более того, если сравнить Hyper-Threading ядро ЦП с non-Hyper-Threading ядром, можно заметить значительное повышение переполнения кэша. ARM утверждает, что это повышение может составлять до 42%. Сравните это значение с многоядерными процессорами, где переполнение кэша снижено на 37%, и это действительно станет важным. Как всегда, важно четко учитывать все рабочие обстоятельства, прежде чем решить использовать технологию. Технологий без недостатков практически не бывает. Как правило, польза или бесполезность определенной технологии применительно к вашей ситуации выявляется только после тщательного пересмотра всех ее достоинств и недостатков. Hyper-Threading – это всего лишь технология [4].

Замедление работы процессора из-за технологии Hyper-Threading, происходит если:

- Недостаточно кэша для всех данных и он циклически перезагружается, тормозя работу процессора.
- Данные не могут быть правильно обработаны блоком предсказания ветвления. Происходит в основном из-за отсутствия оптимизации под определенное ПО или поддержки со стороны операционной системы.
- Также может происходить из-за зависимости данных, когда к примеру, первый поток требует немедленных данных со второго, а они ещё не готовы, либо стоят на очереди в другой поток. Либо циклическим данным требуются определённые блоки для быстрой обработки, а они нагружаются другими данными. Вариаций зависимости данных может быть много.
- Если ядро и так сильно нагружено, а "недостаточно умный" модуль предсказания ветвлений всё равно посылает данные, которые тормозят работу процессора (актуально для Pentium 4).

Где полезна технология Hyper-Threading:

Полезна она будет для использования вкуче с профессиональными, графическими, аналитическими, математическими и научными программами, видео и аудио редакторами, архиваторами (Photoshop, Corel Draw, Maya, 3D's Max, WinRAR, Sony Vegas & etc). Всем программам в которых используется большое количество вычислений, HT будет однозначно полезна. Благо, в 90% случаев, такие программы неплохо оптимизированы для её использования.

Hyper-Threading незаменим для серверных систем. Собственно для этой ниши он частично и разрабатывался. Благодаря HT, можно значительно увеличить отдачу от работы процессора при наличии большого числа задач. Каждый поток, будет разгружен вполнину, что благотворно сказывается на адресации данных и предсказании ветвлений [3].

Многие компьютерные игры, отрицательно относятся к наличию Hyper-Threading, из за чего снижается количество кадров в секунду. Связано это с отсутствием оптимизации под Hyper-Threading со стороны игры. Одной оптимизации со стороны операционной системы не всегда бывает достаточно, особенно при работе с необычными, разнотипными и сложными данными. На материнских платах, которые поддерживают HT, в BIOS всегда можно отключить технологию гиперпоточности [3].

Литература

1. Мураховский В. И. Железо ПК. Новые возможности. — СПб.: Питер, 2005. — 592 с: ил. ISBN 5-469-01056-2.
2. Дмитрий Чеканов, Технология Hyper-Threading от Intel., Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/editorial/hyper-treading>.
3. Статья Hyper-Threading технология, что это такое? Принцип работы HT, плюсы и минусы от использования технологии. Режим доступа: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OZ-Ed_2RYZMJ:http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichni-spravochnik-hitech-book/hyper-threading-technology-works
4. Рассел Хичкок. Hyper-Threading от Intel. Режим доступа: <http://blog.anbakal.com/2010/12/hyper-threading-ot-intel-intel>.