

УДК 004.31

ОБЗОР ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ НА ПРИМЕРЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ INTEL

Карасёв А.А., Данилов Е.А.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: EvgenyDplus@mail.ru

В данной статье был проведен обзор истории развития микропроцессоров от первого 4-разрядного микропроцессора корпорации Intel i4004 до наших дней. Отмечено, что Intel не всегда занимала лидирующую позицию на рынке микропроцессоров. Приведены важные моменты в развития микропроцессоров корпорации Intel. Перечислены архитектуры современных микропроцессоров отличных от архитектуры x86 и их производители. Рассмотрены направления по увеличению производительности микропроцессоров за счет увеличения тактовой частоты и за счет улучшения логики планирования. Приведены технологические новшества, появляющиеся в новых семействах микропроцессоров корпорации Intel. Указаны современные тенденции в развитии микропроцессоров архитектуры x86, такие как постоянное уменьшение технологического процесса и расширение системы команд в частности команд для множественного потока данных.

Ключевые слова: микропроцессор, кэш-память, ЭВМ, ЦП, SIMD, CISC, RISC

OVERVIEW OF THE HISTORY OF MICROPROCESSOR PROGRESS THE EXAMPLE OF INTEL MICROPROCESSORS

Karasoy A.A., Danilov E.A.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: EvgenyDplus@mail.ru

In this article, a review of the history of the development of microprocessors from the first 4-bit microprocessor of Intel Corporation i4004 up to now. It is noted that Intel has not always held a leading position in the market of microprocessors. Important points in the development of microprocessors of Intel Corporation are given. The architecture of modern microprocessors different from x86 architecture and their manufacturers are listed. The directions for increasing the productivity of microprocessors due to the increase in the clock frequency and due to the improvement of the planning logic are considered. The technological innovations appearing in new families of microprocessors of Intel Corporation are brought. The modern tendencies in the development of microprocessors of the x86 architecture are indicated, such as the constant reduction of the technological process and the expansion of the command system in particular of instructions for multiple data flow.

Keywords: microprocessors, cache memory, computer, CPU, SIMD, CISC, RISC

Развитие электронных вычислительных машин (ЭВМ) в мире повлекло за собой и развитие микропроцессоров. Применяются новые технологии, увеличивается число ядер на одном кристалле, растет разрядность процессоров, увеличивается кэш память всех уровней, применяются новые наборы инструкций и многое другое. Именно поэтому эта тема на сегодняшний день считается актуальной для рассмотрения. Микропроцессор самое важное устройство компьютера. Именно от него зависит уровень производительности любого компьютера, и не только персонального. Микропроцессоры окружают человека везде, почти вся современная электронная техника оснащена микропроцессором или микроконтроллером для управления ее работой.

Начало 70-х годов ознаменовалось рождением нового и как оказалось, весьма перспективного направления в развитии вычислительной техники. В 1971 г. был выпущен первый в мире микропроцессор. Это был однокристалльный микропроцессор, получивший название i4004. Процессор i4004 стал технологическим триумфом корпорации Intel, устройство было сравнимо

по своей вычислительной мощи с первой ЭВМ ENIAC. Новая технология, практически сразу, легла в основу создания программируемых калькуляторов. Появление микропроцессора изменило весь рынок микроэлектроники, а именно появлению тех самых компьютеров, на каких мы работаем сегодня.

Удивительно, но сразу после появления процессора i4004 корпорация Intel утратила лидерство на рынке, компании Zilog и Motorola – были лидерами микропроцессорного рынка в 70-х годах. Но Intel создала совершенно новый процессор, который стал прототипом современных процессоров персональных компьютеров. Это был восьмиразрядный процессор i8080. i8080 являлся основой первого в мире персонального компьютера Altair. Все процессоры x86 – это дальние потомки i8080. Несмотря на свое огромное значение и большой объем продаж, на рынке этот процессор потеснил более удачный Zilog Z80, который, в свою очередь, был обязан такой популярностью i8080. Процессор Z-80 создала группа инженеров, ранее работавших в Intel и участвовавших в разработке i8080.

В 80-х годах Intel открыла эру высокопроизводительного настольного компьютерного оборудования. В 1982 г. вышел современнейший, по тем временам, микропроцессор i286 [1], который уже тогда, кроме неслыханной производительности, имел возможности по обеспечению многозадачного и защищенного режима. Также он поддерживал обращение к расширяемой памяти, объемом до 8 МВ. В 1985 г. появился микропроцессор i386. Процессор i386 имел не только завершенную систему поддержки многозадачного режима, механизм защиты сегментов, но и мог оперировать оперативной памятью объемом до 64 МВ.

Значительной вехой в истории развития архитектуры процессоров персональных компьютеров стало появление процессора i486 [1]. Производственный техпроцесс к тому времени достиг больших успехов, благодаря чему удалось расположить в ядре процессора 1,5 млн. транзисторов, что было почти в 6 раз больше, чем у микропроцессоров предыдущего поколения. Он был в 1500 раз быстрее i4004. В архитектуре процессора персонального компьютера впервые появился конвейер на пять стадий. Конвейерные вычисления были, конечно, известны задолго до появления персональных компьютеров, но высокая степень интеграции теперь позволила применить этот эффективный способ вычислений и в персональном компьютере. На одном кристалле Intel разместила и собственно процессор, и математический сопроцессор, и кэш-память L1, которые до этого располагались в отдельных микросхемах. Тактовая частота микропроцессора даже превысила тактовую частоту системной шины. Эта революция произошла спустя 20 лет после появления первого микропроцессора, в октябре 1989 года.

С момента выпуска 486-го процессора технологический процесс производства микропроцессоров начал развиваться бурными темпами. В 90-х годах началась эра Pentium [1]. Практически каждый год корпорация Intel выпускала все более и более совершенные микропроцессоры. Процессор Pentium совершил переворот в компьютерной индустрии персональных компьютеров. Стоимость микропроцессоров стала падать, а значит, персональный компьютер стал более доступным всем слоям населения. Компьютер стал по-настоящему персональным. Значит, ориентирован на обычного пользователя, не владеющего глубокими знаниями в этой области.

Доминирующее положение на рынке универсальных микропроцессоров занимают микропроцессоры с системой команд x86 основными производителями, которых являются Intel и AMD. Ежегодный рост выпуска таких микропроцессоров составляет 10–15%. Доля остальных микропроцессоров с RISC-архитектурой составляет около 20 % рынка.

В настоящее время производятся и используются вычислительные системы на базе микропроцессоров следующих архитектур представленных в таблице.

Архитектуры микропроцессоров

Архитектура микропроцессора	Разработчик
x86	Intel, AMD
IA64	Intel
PowerPC	Motorola, IBM, Apple
Power	IBM
Alpha	DEC
HP/PA	Hewlett-Packard
SPARC	SUN
MAJC	SUN
MIPS	MIPS

Исторически микропроцессоры с архитектурой x86 доминировали в персональных ЭВМ, а RISC процессоры использовались в рабочих станциях, высокопроизводительных серверах и суперкомпьютерах. В настоящее время процессоры с архитектурой x86 несколько потеснили RISC процессоры в их традиционных областях применения, в то же время, некоторые производители рабочих станций, например, SUN, пытаются выйти со своими процессорами на рынок персональных ЭВМ.

На сегодняшний день основные производители микропроцессоров обладают примерно равными технологическими возможностями, поэтому в борьбе за скорость на первое место выходит фактор архитектуры. Архитектура микропроцессоров на протяжении ряда лет развивается по двум магистральным направлениям. В рамках каждого направления в той или иной степени используются ранее рассмотренные архитектурные приемы повышения производительности, но имеются и собственные приоритеты.

Первое направление получило условное название Speed Daemon. Оно характеризуется стремлением к достижению высокой производительности главным образом за счет высокой тактовой частоты при упрощенной

внутренней структурной организации микропроцессора.

Второе направление Drainiac связано с достижением высокой производительности за счет усложнения логики планирования вычислений и внутренней структуры процессора. Каждое из направлений имеет собственных противников и сторонников и.

Компании производители RISC процессоров создали и активно развивают свои микропроцессорные архитектуры, обеспечивая обратную программную совместимость между поколениями микропроцессоров одного семейства при уменьшении технологических норм производства и увеличении производительности. В поисках способов достижения максимальной производительности разработчики микропроцессоров с RISC архитектурой все чаще позволяют себе отходить от ее канонических принципов. В то же время, в микропроцессорах CISC архитектуры, яркими представителями которых является семейство x86, внедряются решения, наработанные при создании RISC процессоров.

Корпорация Intel является одной из передовых в производстве микропроцессоров. IntelCore 2 Quad – семейство четырех ядерных процессоров Intel, в котором объединяются два двухъядерных кристалла на одной платформе. Для производства процессора был использован 45-нм технологический процесс. Хотя эти процессоры и являются очередными вариантами широко распространенной микроархитектуры Core, они представляют немалый интерес. Дело в том, что Quad – это не простой результат перевода предыдущих 65-нм процессорных ядер на новую производственную технологию. В них инженеры Intel реализовали целый ряд усовершенствований, направленных на увеличение производительности, достигаемое без роста тактовой частоты. В его основе лежит два полупроводниковых двухъядерных кристалла Wolfdale, собранных в единую процессорную упаковку.

Для освоения 45-нм технологического процесса Intel провела огромную научно-исследовательскую работу, в рамках которой классические диэлектрические материалы, применяемые с 60-х годов прошлого века для производства интегральных микросхем, были заменены на принципиально новые. Новые 45-нм транзисторы используют металлический затвор вместо затвора из поликристаллического кремния, а также диэлектрик с высокой диэлектрической проницаемостью – силицид гафния.

Эти изменения в конструкции полупроводниковых элементов позволяют решить сразу несколько насущных задач. Новый технологический процесс с нормами 45 нм почти вдвое поднимает плотность расположения транзисторов на кристалле, а кроме того, примерно на 20 % увеличивает их скорость переключения и на 30 % снижает необходимую для этого мощность. В качестве дополнения, благодаря новым материалам значительно уменьшаются и токи утечки: в канале исток-сток – ориентировочно в пять раз, а через диэлектрик затвора – примерно на порядок.

Вместе с увеличением объема кэш-память микропроцессоры получила дополнительную функцию. Цель этого нововведения заключается в ускорении выборки из кэш-памяти неправильно выровненных данных, части которых могли бы быть помещены в одной строке, но попали в разные строки кэша. Новая функция пытается предугадать такие данные и сделать их выборку из кэша столь же быстрой, как если бы они лежали в одной строке. В теории, это усовершенствование может ускорить работу приложений.

Микропроцессоры обладают расширением системы SIMD-команд. Intel ввела поддержку набора SSE4.1, состоящего из 47 новых инструкций. Тем не менее, новые команды, несмотря на достаточно большое их количество, не представляют собой связанного множества, набор SSE4 включает разнородные дополнения к уже существующим SIMD-инструкциям. Новые команды, по традиции, должны будут помочь в увеличении скорости работы с трехмерной графикой, с потоковым видео и в целом ряде научных вычислительных задач.

Корпорация Intel взяла хороший темп смены технологических процессов и процессорных архитектур. Как планируется, новые микроархитектуры теперь будут предлагаться Intel каждые два года, а через год после их внедрения процессорные ядра должны будут переводиться на новый техпроцесс с внесением в них некоторых небольших усовершенствований. Согласно этому плану, ближе к концу следующего года ожидается встреча с принципиально новой архитектурой.

Сейчас лидерство оставляет за собой корпорация Intel, но AMD ведет бурные исследовательские работы и, возможно, в скором будущем выпустит на рынок совершенно новый и мощный микропроцессор.

Список литературы

1. Брэй Б. Микропроцессоры Intel: 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium Pro Processor, Pentium 4. Архитектура, программирование и интерфейсы. – М.: БХВ-Петербург, 2005. – 1328 с.