

Шаги в будущее

Шаг 3: смена инструментария

Александр ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

**ОКАЗЫВАЕТСЯ, ОДИН ТЕРАПЕВТ — ЭТО
1000 ГИГАБЕТОВ ИЛИ 1000000 МЕГАБЕТОВ.**

Дедушкины хроники

16 декабря 1947 г. Джон Бардин, Уолтер Браттейн и Уильям Шокли с помощью скрепки для бумаг, некоторого количества германия и золотой фольги создали прибор, в котором сумели увеличить силу тока в несколько раз. Через неделю они показали устройство начальству, и теперь мы называем его транзистором. В 1956 г. исследователи получили Нобелевскую премию по физике "за исследование полупроводников и открытие транзисторного эффекта".

В июне 1948 г. в Нью-Йорке были продемонстрированы радиоприемник и телевизор с транзисторами вместо привычных электронных ламп. В 1949 г. лишь один транзистор из пяти выходил без брака, но технология изготовления быстро совершенствовалась. Журналом Fortune 1953 год был объявлен годом транзистора, и тогда же в продаже появился транзисторный слуховой аппарат Sonotone 1010. А через год уже продавался транзисторный радиоприемник Regency TR-1. В 1958 г. два транзистора уместили на кремниевой подложке — в мире появилась первая интегральная микросхема. В 1960 г. транзисторная технология позволила Sony выпустить первый портативный телеприемник. В 1971 г. появился первый карманный микрокалькулятор, а в 1973 г. — первый коммерческий мобильный телефон. И как сказал однажды глава компании Microsoft Билл Гейтс, "персональный компьютер без изобретения транзистора вряд ли существовал бы в том виде, в котором мы его знаем".

Закон цифрового века

Вот уже 50 лет специалисты пытаются уместить на полупроводниковых подложках как можно больше транзисторов, причем по той же цене и с тем же выходом годных. И свыше сорока лет соблюдается выведенный экспериментально в 1965 г. Гордоном Муром закон, который гласит, что число компонентов на микросхемах ежегодно удваивается, а производительность вырастает в два раза каждые 18 месяцев. С 70-х годов прошлого века этот тезис подтверждается: хотя периодически и кажется, что планка вот-вот будет достигнута, гиганты полупроводниковой индустрии изыскивают все новые способы, модернизируют и оттачивают прежние и внедряют передовые техпроцессы. Кстати, если бы автомобили дешевели по закону Мура, то мы

бы сейчас платили за машину меньше, чем за порцию пиццы.

Сегодня на одном чипе научились размещать до миллиарда активных элементов. Ежесекундно в мире появляется полмиллиарда новых МОП транзисторов. Ежегодно производятся миллиарды микросхем. Общее число транзисторов в них в 10 тысяч раз превышает число муравьев на Земле и в 10 миллионов раз — число звезд в Млечном Пути. Впрочем, удивительно другое — то, что за шестьдесят лет еще никто не придумал такой же перспективной технологии, какой оказался транзистор в сравнении с лампами. Исследователи предсказывают, что потенциала транзистора хватит еще на 15—20 лет.

Инженеры IBM совершили очередной "грандиозный прорыв" в области создания микрочипов, предложив соединять ядра и процессоры не электрическими проводниками, а оптическими волноводами. Теперь в течение пяти лет будут созданы миниатюрные процессоры с минимальным энергопотреблением, способные обрабатывать намного больше информации, чем их современные аналоги. Разработанный специалистами IBM кремниевый электрооптический модулятор Mach-Zehnder в 100 (если не в 1000) раз меньше существующих аналогов и предназначен для конвертирования электрических сигналов в световые импульсы. В качестве проводника выступает кремниевый нанопотонный волновод, а источником света является лазерный луч. В общем, теперь суперкомпьютеры, состоящие из тысяч процессоров, соединенных между собой километрами проводов, вскоре смогут уместиться в корпус обыкновенного ноутбука.

Закат "простого" телефона

По данным аналитиков, через четыре года в мире едва можно будет найти телефон, способный звонить и ничего более, — наступит эра мультимедийных терминалов, оснащенных цифровыми камерами, функциями MP3- и видеоплееров, поддержкой Bluetooth и т. д. При этом большая часть будет иметь сенсорный экран. Их глобальные продажи достигнут 300 млн в 2008 г. К 2011 г. 90 % сотовых телефонов будут включать "базовые" мультимедийные возможности. Количество телефонов с сенсорными дисплеями в 2011 г., по данным аналитиков, достигнет почти 200 млн, т. е. примерно 67 % всех продаваемых мультимедийных аппаратов.

Катализатором рынка мобильных телефонов с сенсорными экранами, как известно, стал iPhone производства Apple. Сегодня разрабатываются фото-сенсоры с рекордным разрешением и стабилизацией изображения для установки в процессорах сотовых телефонов. В частности, Toshiba сообщила о создании такого процессора с производительностью выше, чем в игровой приставке Sony PlayStation Portable.

Оператор крупнейшей в Японии мобильной сети NTT DoCoMo планирует предложить своим клиентам телефон, который позволит им производить электронные платежи, даже не вынимая устройство из кармана. Специальный датчик, сконструированный компанией Kaiser Technology, пропускает данные прямо сквозь тело человека, так что оплату можно производить простым касанием пальца того места, куда "всасываются" ваши электронные деньги. Теоретически телефон может передавать идентификационный код своего владельца через ноги, отирая перед ним двери или регулируя положение кресла и руля в автомобиле. Однако на разработку надежных и безопасных трубок с такими возможностями для японского рынка мобильных телефонов емкостью почти в \$80 млрд потребуются несколько лет.

Нанорадиоприемники и радиолампы

Для тех, кто все еще "поклоняется" транзисторам, будет интересно узнать, что год назад группа ученых из Национальной лаборатории Лоуренса в Беркли объявила о создании первого в мире радиоприемника нанометрового размера. Устройство состоит из единственной молекулы углеродной нанотрубки, которая служит одновременно антенной, настраиваемым полосовым фильтром, усилителем и демодулятором. Авторами изобретения стали заведующий лабораторией, физик Алекс Зеттл и аспирант Кеннет Дженсен. Габариты нанорадиоприемника составили один микрон в длину и всего 10 нм в ширину. Первой принятой им радиопередачей стала транслируемая по FM песня Layla в исполнении Эрика Клэптона. Усилитель нанорадиоприемника работает по тому же принципу, что и вакуумные радиолампы 40—50-х годов, отмечает Зеттл. "Мы прошли полный круг. Мы используем принцип старых радиоламп, заставляя электроны перескакивать с конца нанотрубки на другой электрод". Электронные свойства самой нанотрубки позволяют применять ее в качестве демодулятора, так что весь радиоприемник может состоять из одной молекулы.

По словам Зеттла, добиться очень хорошего качества радиоприема реально, но пока, если прислушаться, можно заметить специфические эффекты, напоминающие треск старых грампластинок. Они вызваны тем, что устройство работает в квантовом режиме. "Любопытно, что в наносистеме такой чувствительности отдельные атомы вызывают помехи, которые можно услышать", — говорит

Зеттл. Он уверяет, что этот эффект можно исключить, применяя более глубокий вакуум.

Теперь лаборатория будет работать над интеграцией своего радиоприемника в биологические системы. Теоретически его можно использовать для наблюдения за функционированием живой клетки на молекулярном уровне.

В топ-листе суперкомпьютеров

Система BlueGene/L, разработанная IBM совместно с Министерством энергетики США, сохранила лидерство, возглавив последнюю версию обновляемого два раза в год списка топ-500 суперкомпьютеров. Однако в первую десятку вошли пять новых систем, включая индийскую HP Cluster Platform 3000 BL460c.

BlueGene/L System занимает первую позицию в списке с ноября 2004 г. В последнее время система IBM была значительно расширена и теперь достигает производительности в 478,2 терафлопс по тестам Linpack. Полгода назад суперкомпьютер BlueGene занимал первое место с 280,6 Тфлопс.

В первую десятку суперкомпьютеров вошла также новая версия аналогичной системы IBM, BlueGene/P Jugene, которая значится на втором месте с производительностью 167,3 Тфлопс.

Третью позицию также занимает дебютант — суперкомпьютер Центра прикладных вычислений штата Нью-Мексико в Рио-Ранчо, построенный SGI и основанный на модели Altix ICE 8200. Быстродействие этой системы составляет 126,9 Тфлопс.

Конец эпохи ПК

В конце прошлого года корпорация IBM, являющаяся, если кто помнит, "матерью всех ПК", объявила об очередной коррекции своих интересов и усилий. В отличие от других компьютерных компаний — Microsoft, Intel, Oracle или Dell — история IBM началась еще до Первой мировой войны. Сегодня компания регистрирует больше патентов, чем любая другая компания в США или в мире (поэтому неспроста она стала "хэдлайнером" этой статьи). В год она тратит \$6 млрд (!) на научно-исследовательские разработки. В начале XXI века компания избавилась от имиджа производителя компьютерного оборудования и стала в первую очередь поставщиком IT-услуг. В 2002 г. к руководству компании пришел Сэм Пальмизано, биография которого кажется более уместной для корпоративного мира Японии: после окончания института он больше нигде, кроме IBM, не работал. Пальмизано поддержал инвестиции IBM на \$1 млрд в разработку программ с открытым исходным кодом, он же сознательно вывел компанию с рынка настольных ПК, что удивило многих. Но IBM считает, что подобная продукция — уже пройденный этап.

Компьютерная архитектура меняется и становится интернет-ориентированной. Ее центром уже не является настольный или мобильный ПК. Их место займут самые разные устрой-

ства — новые телефоны, современные карманные или небольшие мобильные компьютеры, музыкальные плееры. Уже существуют множество устройств, которые являются альтернативой ПК: мобильные телефоны, системы на базе радиочастотных меток — RFID (они аналогичны штрихкодам). В обозримом будущем помеченные RFID грузы сами передадут через цепь поставщиков о себе нужную информацию без всякого вмешательства человека. Сегодня различные портативные устройства или мобильные телефоны передают текстовые сообщения, помогают искать информацию в Интернете или слушать музыку. Поэтому в компьютерной отрасли будет появляться все больше и больше альтернативных устройств. И их понадобится не тысячи, а миллиарды — во всех "умных" машинах, бытовой технике, телефонах, грузовых контейнерах и коробках с конфетами. Все это позволит эффективно управлять процессами и экономить на перевозках и выставлении счетов. Создать подобную систему становится все проще и дешевле — в мире уже сейчас транзисторов больше, чем рисовых зерен (и стоят они дешевле).

Кроме того, IBM считает себя ведущей организацией в области нанотехнологий в мире, и сегодня она работает над возможностью использования нанотехнологии для опреснения солевой воды.

Другая важная область — разработка так называемой сервисно-ориентированной архитектуры (SOA — Service-Oriented Architecture) программных приложений, ориентированная на бизнес-процессы компаний. Структура SOA может быть представлена в виде многокомпонентной модели, состоящей из отдельных модулей (приложений), называемых сервисами. Каждый сервис реализует определенную бизнес-функцию и является многократно используемым в общей архитектуре. Модульная структура программных приложений позволяет их легко адаптировать к изменяющимся условиям ведения бизнеса. В отличие от других технологий SOA направлена на преобразование монолитной IT-инфраструктуры в множество стандартизированных многократно используемых сервисных компонентов, из которых можно быстро "собирать" необходимые бизнес-решения, что увеличивает гибкость и способность компании быстро реагировать на изменения рыночных условий. Появилась идея — и вот уже готовый бизнес-процесс по ее внедрению.

Но, пожалуй, самый интересный аспект — виртуальная реальность. У IBM уже есть виртуальное представительство (виртуальные острова) в виртуальной реальности, которая принадлежит компании Linden labs (это независимая компания, которая предоставляет web-службу под названием Second Life).

Почему IBM пошла из потребительского рынка в виртуальный? Но если, к примеру, Toyota открывает в Second Life магазины или просмотрные залы, то кто-то должен дать интерфейсы в виртуальную реальность для взаимодей-

ствия с клиентами. Специалисты IBM верят, что разработанный ими трехмерный пользовательский интерфейс станет стандартом Интернета уже в скором будущем. Трехмерное пространство — это не просто игры в виртуальной реальности. Врачи, делающие сегодня операцию на сердце лазером или путем микрохирургии, смотрят на экран и управляют консолью через тот самый трехмерный пользовательский интерфейс. Другое применение — архитектурное проектирование или трехмерный Интернет, как альтернатива физическому присутствию в классе.

Компанией разработаны голосовые переводчики, которые могут переводить с китайского на английский и с английского на китайский, с арабского на английский и с английского на арабский, на испанский и наоборот. То есть вы можете говорить с помощью мобильного устройства по-английски, а речь звучит на русском, или говорить по-русски, а передается английский. Прямо как в научно-фантастических романах, не правда ли?

Новые грани нового Интернета

Осенью 2007 г. участники консорциума Internet2 анонсировали готовность предоставить сеть с пропускной способностью 100 Гбит/с (!) исследовательским и образовательным учреждениям. Возможности сети были продемонстрированы на примере соединения, организованного между Университетом штата Небраска в Линкольне и Лабораторией Ферми (Батавия, штат Иллинойс), когда для передачи трети терабайта потребовалось около пяти минут, при этом скорость обмена превысила 10 Гб/с. Проект Internet2 часто путают с различными разработками инфраструктуры нового поколения для общедоступной сети Интернет. В настоящее время Internet2 ограничен 207 подключенными университетами.

История проекта насчитывает уже 12 лет — столько времени прошло со времени представления концепции на конференции Monterey Futures, прошедшей в сентябре 1995 г. На сегодняшний день задействованные в Internet2 аппаратные средства обеспечивают 10 Гбит/с соединения в каждом сегменте сети, которые могут масштабироваться с использованием 20, 40, 100 или более длин волн, в соответствии с текущими требованиями к пропускной способности. Участники консорциума продолжают сотрудничество с компаниями-партнерами, такими как Level 3, Siana и Juniper, для тестирования и внедрения новых технологий, поддерживающих скорость передачи данных 40 и 100 Гбит/с.

Преодолевающая дефицит

Компании Google и IBM заявили о совместной инициативе, целью которой будет создание широкомасштабных распределенных вычислительных сетей для предоставления их ресурсов студентам высших учебных заведений. Партнеры планируют обеспечить поставки необходимого аппаратного и про-

граммного обеспечения, а также организовать соответствующие сервисы поддержки. Предполагается снизить себестоимость исследований, используя распределенные вычисления, что даст возможность студентам в более полной мере осваивать новые парадигмы программирования и организации систем.

Как отмечают специалисты, в настоящее время, хотя закон Мура и остается в силе, общая производительность систем все больше определяется плотностью компоновки процессоров, чем плотностью компоновки транзисторов. Соответственно, эта тенденция должна найти отражение в программировании, и очень важно, чтобы будущие специалисты уже сегодня осваивались с мыслью о необходимости создания "горизонтальных" приложений, способных поддерживать масштабирование и эффективно использовать все возможности распределенных вычислительных сред, и приобретали нужные навыки. Первым университетом, присоединившимся к этой инициативе, станет Университет Вашингтона (кстати, расположенный недалеко от штаб-квартиры Microsoft), затем — Университет Карнеги-Меллоун, Массачусетский технологический (MIT), Стенфордский Университет, Калифорнийский Университет в Беркли и Мэрилендский Университет. В ходе реализации совместной инициативы Google и IBM планируют поставить оборудование для создания кластера, содержащего несколько сотен компьютеров. Планируется, что со временем общее количество процессоров в кластере превысит 1600 шт.

Радио будущего

Представьте себе, ваш персональный цифровой ассистент (или просто PDA) выпал из кармана, но вскоре устройство перезвонит вам и сообщит, что "потерялось". Это станет возможным благодаря "когнитивному" (программному) радио (CR — Cognitive Radio) — беспроводному устройству, способному отслеживать окружающую электромагнитную обстановку и подстраиваться под привычки своего владельца.

Специалист компании Milte из Бедфорда (Массачусетс) Джозеф Митола смоделировал PDA-устройство, которое собирает сведения о предпочтениях пользователя из текстовой информации. При отсылке данных "когнитивное" PDA-устройство, работающее на базе нового языка, также разработанного Митолой, сначала проведет поиск доступных дешевых беспроводных соединений (WLAN) и только потом воспользуется более дорогостоящей мобильной сетью.

Разумеется, сегодня CR-устройств еще не существует, но ими уже заинтересовалось Агентство передовых оборонных проектов США (DARPA, в недрах которого появился Интернет) в целях отслеживания и противодействия попыткам "глушения" сигналов. Со временем CR смогут принести пользу и коммерческим операторам, которые

будут заинтересованы в появлении автоматизированных методов, помогающих их клиентам ориентироваться среди множества доступных голосовых и информационных коммуникационных услуг четвертого поколения (4G).

CR — это, по сути, вычислительная модель, в которую заложена информация о собственных интеллектуальных возможностях, а также о спектре действий, которые с ними может выполнять пользователь. Если, например, CR определяет, что ведется интервью, на экране появится сообщение, предлагающее платить за соединение на три цента в минуту больше, но при этом гарантируется передача более четкого сигнала. Со временем это устройство "научится" и добавит в вычислительную модель информацию о том, что пользователь предпочитает более качественный звук, когда берет интервью. Модель накапливает информацию о себе самой, о пользователе и о сети, а машинное обучение означает, что пользователю не нужно перепрограммировать устройство и снова указывать, что следует делать. Правда, пока подобной действующей модели не существует.

CR будет в состоянии отслеживать особенности аппаратуры для того, чтобы программироваться по полосе частот или по режиму использования (к примеру, 800/900/1800/1900/2100/2400/2600 МГц и весь набор беспроводных стандартов). CR будет знать, что ему следует делать на основе "накопленного опыта". К примеру, вы садитесь в машину и едете на работу. Во время движения CR оценивает, как идет распространение радиосигнала, его интенсивность, качество в различных полосах частот. Оно создает свою внутреннюю базу данных, в которой хранятся сведения о том, что оно может делать, когда и где. В результате CR сможет когда-нибудь привести к объединению всех беспроводных устройств. В перспективе благодаря CR ваш PDA, мобильный компьютер и автомобиль будут использовать Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX и все стандарты сотовой связи.

Для того чтобы это устройство смогло узнать важную для себя информацию и предоставить заданный уровень обслуживания, оно должно иметь намного больше датчиков, чем современное радио. К примеру, чтобы CR могло узнать, что аппарат, в который оно "заключено", упал на пол, ему необходим датчик движения, а поскольку GPS не очень хорошо работает в помещениях и вообще в городе, потребуются еще более совершенные встроенные датчики. Задача CR — отнюдь не только поиск самой лучшей полосы частот, а самого оптимального выполнения заказа. Если вы оплачиваете видео по определенному тарифному плану, то ваш провайдер предоставит вам соответствующую полосу пропускания. Но если пользователь захочет найти самый дешевый способ передать видео, то CR может играть роль интеллектуального агента, действующего с наибольшей выгодой для пользователя. К примеру, проанализировав все воз-

можности, CR выберет канал Wi-Fi, поскольку он бесплатный. Правда, бесплатный канал может быть нешифрованным, но если понадобится, его зашифруют.

Сегодня люди не получают какой-либо помощи в "формировании трафика", чтобы решить, за что и сколько платить, когда и где. Они не в состоянии разобраться в сложных структурах тарифов и взаимозачетов, которые очень часто меняются. Вот пользователи и вынуждены делать свой выбор раз и навсегда. Но уже скоро в одной и той же точке можно будет получать схожие услуги от нескольких операторов, и CR поможет выбрать оптимальный вариант по тарифам и сервисам, взяв межоператорскую конкуренцию "на себя".

В соответствии с "правилами этикета" CR будет хранить "следы" того, что оно делает, чтобы люди, отвечающие за ту или иную часть радиоспектра, могли определить, корректно или нет работает CR, и как сделать так, чтобы оно лучше адаптировалось и "знало", какие алгоритмы нарушают права на зарезервированные полосы частот.

Границы технологий

На IDF (Intel Developer Forum), проходившем в прошлом году в Сан-Франциско, Гордон Мур, сооснователь компании Intel и автор упоминавшегося закона, отметил, что у IT-отрасли есть еще 10—15 лет, прежде чем разработчики и производители столкнутся с чем-то поистине значимым, фундаментальным, и тогда действие закона серьезно замедлится или остановится. Проблема кроется в эффективности полупроводникового производства, которая была достигнута за прошедшее время. Структуры внутри чипов за это время настолько уменьшились, что продолжать в том же духе уже просто не получится. Так, к примеру, слой изоляционного материала, используемого в современных процессорах, практически достиг своего минимума и составляет всего несколько молекул. Мур отмечает здесь простую истину, что сделать этот слой тоньше, чем в одну молекулу, будет просто невозможно.

Кстати, несколько лет назад известный физик и космолог Стивен Хокинг, к которому мы еще как-нибудь попозже вернемся, предрек, что индустрию будут сдерживать два основополагающих фактора: скорость света и атомарная природа вещества. На что Мур еще тогда ответил, что "мы уже недалеко от этого", намекая на приближение к технологическим пределам.

Закон удвоения числа транзисторов в процессорах в течение каждых двух лет должен "упереться в стену" где-то в 2020-х годах, как считает его основатель на основе проведенных исследований и наметившихся тенденций развития отрасли. Тем не менее продлить срок действия закона можно будет путем перехода к 3D-чипам, в которых транзисторы будут "нагромождены" друг на друга. И главное там — не запутаться в полученной "транзисторной массе". Ведь фарш невозможно вернуть назад... ■