



ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ 2009

Е.В. Деревяго (Компании ФарПоинт)

Описано состояние отрасли встраиваемых компьютерных технологий на конец 2008 г. Представлены новинки, доступные на рынке с начала 2009 г. Новизна этих изделий заключается не только в новых процессорах, параллельной обработке данных, невиданной экономичности, но и в перспективных форм-факторах, расширяющих области применимости встраиваемых систем.

Ключевые слова: встраиваемые системы, форм-фактор, многозадачность, экономичность, компьютеры-модули.

Рэгтайм силиконовой долины

Принято считать встраиваемые компьютерные системы лидирующим направлением в развитии информационных технологий (ИТ). Действительно, тематика малоформатных компьютеров очень актуальна. Роль компьютера давно переросла вычислительную машину. Сегодня это портал в информационное пространство, новое измерение. Следуя этой логике, Internet — не метод объединения локальных сетей, а лишь физическая среда существования этого измерения. Компьютер, даже не подключенный непосредственно к Internet, остается универсальным интерфейсом, отображающим явления и события на информационное измерение. Грубое упрощение считать информационное пространство собранием двоичных данных, это лишь кванты цифрового отображения, складываемые в атомы, молекулы, наконец, форматы описания данных и явлений, человеческих страстей и пороков, технологической информации и рекламы, шедевров музыки, беллетристики, перечисление может быть бесконечным. Отобразить явление по месту нахождения, сделать его проекцию на ось информации можно только с помощью ПК. Встраиваемые компьютеры отображают явления в реальном месте и времени. Стоящий где попало, платежный терминал принимает купюру, оценивает ее достоверность и, создав ее информационный образ, производит виртуальный процесс оплаты услуги. Сама купюра в процессе уже не участвует, оставаясь внутри автомата, а ее образ оценивается большим компьютером вкуче с балансом плательщика, после чего поступает виртуальная команда на пополнение счета, например, сотового телефона. Таким образом, в процессе присутствует еще и виртуальный образ плательщика, а те несколько шагов, которые последний успеваешь сделать, отойдя от платежной машины до получения сигнала ожившего телефона, и есть квант реального времени, присущий данной встраиваемой системе.

Любая современная компьютерная система многозадачна, то есть многопоточна (multithread). В этом легко убедиться, открыв программное приложение, отвечающее за диспетчеризацию задач любой ОС. При пустом рабочем столе, не успев запустить ни одной программы, пользователь видит массу уже загру-

женных в память и выполняемых служебных программ, "троянов", вирусов, spyware. Не вдаваясь в подробности мониторинга задач, их арбитража и условий активации, музыку процессора в лучшем случае можно услышать как классический миссурийский рэгтайм, рваный ритм. Что-то похожее можно изобразить, хаотично колотя по всем клавишам печатной машинки.

Кроме множества регулярных процессов в системе периодически возникает масса случайных, порождаемых прерываниями. В результате вместо наиболее эффективного поступательного движения вдоль нитки (thread) кода процесса, процессор мечется между ними, как бессмертный севильский цирюльник, постоянно переключаясь и возвращаясь обратно. В отличие от Фигаро, мастера импровизации, не напрягавшего память, процессор при каждом таком перехвате вынужден тратить массу тактов на запоминание в стеке состояния текущего процесса, а по возвращении забирать из стека эти послания самому себе, чтобы продолжить выполнение кода, как будто ничего не случилось. Всем знакомы необъяснимые и непредсказуемые ни по времени, ни по длительности паузы задумчивости могучего процессора, свидетельствующие лишь о том, что многосервисная ОС Windows не отвечает требованиям РВ, чего, справедливости ради от этой ОС никто и не требовал. Тем не менее от многозадачности не уйти в любой работающей системе, если не "замаскировать" ее решительно от всех прерываний, сделав абсолютно неотзывчивой и, следовательно, ненужной почти в любых системах, управляемых компьютером. Ясно видимый выход — повышение производительности самого процессора. Для встраиваемых систем это обычно упирается в тепловой барьер. Компактные размеры системных плат и производных от них систем зачастую не позволяют даже скомпоновать мощные горячие полупроводники, находясь рядом, они способны сжечь друг друга, но, даже если путем системотехнических ухищрений их удастся удержать в рамках рабочих температур, повышенный фон дает о себе знать катастрофическим снижением надежности. Не явно видимый путь повышения производительности связан с многопроцессорностью, параллельной обработкой дан-

ных, разгружающей трафик задач. Для встраиваемых систем указанный выход чреват недостатком "жил-площади" и еще более высоким тепловым барьером.

Последовательная "шлифовка" технологий кремниевых пленок 130, 90, 65 нм и наконец 45 нм сделала возможным перенос многопроцессорных фантазий потребителей на встраиваемые системные платы. Только в 2008 г. новые экономичные процессоры Socket M и P серии Core 2 Duo поступили на вооружение на мезонинных компьютерах-модулях ETX, COM Express, XTX. Комплекс неполноценности встраиваемого компьютера был преодолен ценой 30...40 Вт паразитного тепла, которое сложно рассеять на пассивных радиаторах.

Наконец, к концу 2008 г. рынок смог оценить первые изделия с процессорами серии Atom, по заявленным данным и существующим коммерческим исполнениям ультра-малых ПК, обещавшим нереальную экономичность для процессора архитектуры Pentium 4 с поддержкой одновременной двухпоточной обработки Hyper Threading. Не раз получая легкие ожоги от соприкосновения с прошлыми поколениями процессоров ULV и LV (ультранизкое напряжение питания), озвученное значение "мощностного фактора" 2,5 Вт вызывала не больше доверия, чем любая другая расчетная величина. Тем не менее, первые тесты-прогоны пилотных промышленных процессорных плат на Atom не разочаровали специалистов. Процессор подтвердил родство с Pentium 4, показывая соразмерные тактовой частоте результаты. Обжечься, тем не менее, можно было в неожиданном месте — на радиаторе микросхемы южного моста набора i945: при отсутствии мощного процессорного "кулера" рядом этот горячий кристалл лучился теплом на все свои паспортные почти 10 Вт. Второй вариант микросхемы-компаньона SCH US15W полностью гармонизирует с процессором Atom. И в цифрах, и в экспрессиях процессор Atom выглядит на ближайшее время лидером в сегменте задач средней производительности. TTX Atom не оставляют пока шансов ближайшим конкурентам VIA и AMD по всем эксплуатационным параметрам без исключений, даже без учета технологии HyperThreading.

Картинки с выставки

Сегодня хотелось бы представить концептуальные новинки, доступные на рынке с начала 2009 г. Новизна этих изделий обещает не только новые процессоры, параллельную обработку, невиданную ранее экономичность, но и перспективные форм-факторы, расширяющие границы применимости встраиваемых систем вплоть до самых узких мест в буквальном, а равно и переносном значении.

В порядке временного приоритета и заслуженности торговой марки начнем с системы, впервые представленной в России на осенней выставке ПТА (Москва). Автором этой концептуальной, весьма необычной на вид системы является ведущий мировой производи-

тель системных плат — компания MicroStar, выступившая в непривычной роли дебютанта на рынке промышленных и встраиваемых систем. Промышленное направление было открыто MSI лишь в прошлом году, но, видимо, готовилась компания к этому событию очень добросовестно, не изменяя фирменному стилю конструктивного совершенства.

Компьютер 9A06 сразу привлекает внимание непривычным плоским дизайном подставки под монитор. В плане угадывается размер идентичный популярному miniITX 170x170 мм, но толщина системы ≤ 25 мм. Материал корпуса — алюминий, анодированный до черноты, толщина около 3 мм, гарантирующая достаточную прочность. Корпус системы состоит из двух деталей, основы с разъемами ввода/вывода и крышки, в которой при необходимости монтируется быстроходный SATA дисковый накопитель типоразмера 2,5 дюйма.

Логическое оснащение — процессор Atom Z500 1,1...1,6 ГГц, однокорпусный набор микросхем SCH US15W, который назвать "окружением" не поворачивается язык. Потребление системы ≤ 8 Вт, свободно рассеиваемых на крышке без ощутимого вреда для дисководов и любых дискомфортных ощущений от прикосновения к корпусу, ласковое тепло, особенно приятное холодным зимним днем.

Системотехника, окружающая 2,5-ватный едва теплый процессор, выглядит более чем солидно: многофункциональная многоканальная видеосистема Intel GMA 500, акселератор трехмерного класса с выходами сигналов DVI-D, HDMI, LVDS; высококачественный многоканальный цифровой и аналоговый звук High Definition Audio, доступные снаружи слоты для карточек памяти CompactFlash и MicroSD, гигабитная сеть, традиционные асинхронные порты RS-232/422/485, безусловные USB 2.0 в ассортименте, инфракрасный порт IrDA. Несмотря на более чем рекордную компактность, компьютер способен принять на борт периферийное устройство miniPCI Express. Завершает картину типично промышленное устройство сторожевого таймера WatchDog, обеспечивающее автоматическую перезагрузку системы при программном зависании или потере питания. Кстати о последнем, компьютеру для жизни нужно напряжение всего 12 В и ток <1 А, то есть получается вполне универсальный аппарат, пригодный для подключения к батареям и автомобильной сети. Как и подобает встраиваемой системе компьютер вполне универсален, пригоден для любой стационарной и мобильной работы, длительного использования батареи питания, а кроме того, гарантирует малозаметный отбор мощности от той системы, куда он будет встроен.

Второй в очереди — системотехнический близнец компьютера 9A06 от заслуженного производителя промышленных систем Axiomtek. На узком рынке промышленных микромашин марка eBox известна специалистам и настолько популярна, что удостоилась плагиата. Все компьютеры eBox отличает продуманный тепло-

вой, устрашающе ребристый дизайн и прочнейшая конструкция. Новобранец eBox-530 легко умещается на ладони маленьким ежистым кубиком с габаритами 130x95x47 мм. В отличие от MS-9A06, растянутого в плоскости формата miniITX 170x170 мм, eBox530 стянут почти в куб — идеальную равнопрочную форму, стойкую к виброударным перегрузкам. Вопреки ожиданиям внутри корпуса нет этажерки плат PC/104. Компьютер построен на единственной системной плате нового типоразмера из серии интерактивных системных плат PICO-ITX, речь о которой пойдет далее.

Компьютеры eBOX-530 и 9A06 — системотехнические близнецы, хотя и выглядят очень по-разному. Однако весовые характеристики и объем функциональных блоков компьютеров допускает любое размещение в пространстве от крепления на DIN-рейки и стены до классического настольного, где оба компьютера не будут обращать на себя внимание ни размерами, ни шумом, ни теплом.

На сегодняшний день на рынке доступны системные платы обоих компьютеров: MS-9825, являющаяся основой компьютера 9A06, и PICO-820 — основа eBOX-530. Первая выполнена в достаточно привычном типоразмере miniITX, вторая более интересна как новый типоразмер, одно из нескольких новых геометрических решений современного одноплатного компьютера.

Плата PICO-820 вписана в площадь, в два раза меньшую, чем популярные 3,5-дюймовые или ECX изделия, на 17% меньшую, чем даже PC/104. Размеры платы составляют 100x72 мм, по длинной стороне установлены пользовательские разъемы, намекая на интерактивный характер применения изделия. Имея плату такого критически малого размера ни на какие периферийные изыски рассчитывать не приходится, на плате едва помещается разъем ОЗУ SODIMM и слот накопителя CompactFlash. Однако PICO0820 реально позволяет собрать полноценный ПК-совместимый компьютер с процессором 1,6 ГГц, с двухпоточной обработкой HyperThreading в обычном портсигаре без риска обжечься.

Компьютеры-модули, накладной синтетический разум

Несколько лет успешного применения избавляют от необходимости представлять технологию компьютеров-модулей. В ряду мезонинных ядерных решений Embedded Technology eXtended (ETX) пользуется особым вниманием. При всех несомненных плюсах технологии, точнее двух основных преимуществ — технологичности и разделения плоскостей теплоотвода и коммутации, ETX отличается уважением к старому "железу", поддерживая архаичную интерфейсную шину ISA. Большой парк этих устройств еще в строю и даже в производстве в ранге уникальных и незаменимых устройств. Первенец мезонинного встраиваемого компьютеростроения формата ETX — плата не сильно впечатляющих размеров 115x95 мм: чуть боль-

*Помодить эволюцию,
значит помодить развитие, сущность
которого в преодолении лобных противоречий.*

О. Денисенко

ше PC/104 90x96 мм, чуть меньше 3,5 дюйма (100x145 мм). Сверху — никаких разъемов, снизу — никакого тепла, и только четыре опорных 100-контактных разъема стыка ETX, несущие обе интерфейсные шины и все периферийные коммуникации в готовом к подключению виде. Компьютер-модуль меняется за 5 мин., какие бы цели не преследовала замена — ремонт или модернизацию.

EmETX-i2700 быстрый Atom

Arbor Technology одна из первых компаний, оценивших потенциал ETX и соответственно на сегодня один из опытнейших конструкторов такой техники, испытавший все мыслимые неприятности отладки такого концептуально нового подхода.

Новый компьютер-модуль представляет другое сочетание процессора Atom версии N270 с чрезвычайно могучей подсистемой ввода/вывода i945GSE+ICH7E, классического варианта двухмостового с севера и юга. Эта комбинация отличается крайне мощной, многоканальной видеосистемой GMA950. Трехмерный тест хаотично парящих разноцветных шаров PassMark на GMA500 выполняется, как в масляной ванне, GMA950 ту же картинку показывает в воздухе. Симбиоз Atom с i945GSE ассимиричен, в нашем случае набор микросхем выделяет 8 Вт энергии, тогда как сам процессор всего 2,5 В, но в целом 10 Вт для системы подобной мощности очень достойный результат.

EmETX-i945M одна голова хорошо...

А две лучше, этот модуль сегодня представляет максимум производительности для классических встраиваемых компьютеров, базируется на архитектуре Core 2 — двух процессорах в одном кристалле с двумя мегабайтными конвейерами кэш памяти и 30...40 Вт тепла в нагрузку. Развеять такой тепловой поток на пассивном радиаторе, соразмерном габаритам системы, уже не столь простая задача, но пассивное охлаждение не догма. Если подобная мощность затребована задачей, вычурные радиаторы огромной поверхности, тепловые воздушные и жидкостные трубы, элементы Пельте, наконец, так или иначе за счет небольшого увеличения габаритов способны удержать двухголовый процессор от перегрева.

Нанометровое зеркальце

Слово "нано" — своего рода фетиш нашего времени, всеобщая надежда на прорыв в неведомые технологические дали, видимые только под электронным микроскопом, поле чудес и неограниченных инвестиций. Столько чудес, сколько люди надеются найти в нанопространстве, не ожидалось даже от ядерного

синтеза. Не удивительно, что новый концепт малоформатной промышленной системной платы с пользовательским интерфейсом, предложенный компанией Portwell, был назван Nano-ITX. Размер системной платы 120x120 мм сегодня не рекорд, но в отличие от PICO-ITX на такой площади можно ожидать большей периферийной насыщенности уже в обозримое время. Пилотное изделие NANO-8044 уже демонстрирует эти возможности: функциональный набор, аналогичный MS-9A06, отличает только стандартный интерфейс PCI-Express x1. При этом простой расчет показывает, что площадь NANO-8044 ровно в двое меньше, чем у классической miniITX, и даже чуть меньше 3,5-дюймовых плат, участь которых в недалекой перспективе кажется предreshенной.

Em104-i423 – назад в будущее

На фоне предыдущих изделий этот, с позволения сказать, новый компьютер патриархального формата PC/104 выглядит позапрошлым днем развития средств ИТ, мало кто помнит процессоры ряда 486. Однако по сей день работает множество систем малой, но вполне достаточной производительности, управляемые разнообразными версиями этого легендарного процессора, предшественника Pentium. Достаточно экономичные и лишённые архитектурных излишеств эти работяги тянут свою ямку к невысо-

кой скоростью 100...133 МГц, обслуживая медленную древнюю периферию и ископаемые видеосистемы, решительно забытые рынком, ЖК панели STN, SSTN, DSTN и EL. Архитектурно чистые 486 процессоры практически вымерли, нужен всего один палец, чтобы указать на последний иссякающий источник. Процессор, установленный на плате i423, в реальности настоящий 300 МГц RISC, разработанный компанией DMP, VortexSX или VSX. Процессор работает в режиме эмуляции, пародирования поведения классического оригинального ядра 486SX, перекодирует команды мнемокода x86 в свой собственный язык и затем выполняет их. Эта методика не нова, многие клоны процессоров Intel сделаны точно так же, а мера подобия всегда была показателем класса копирования и определенной надеждой на идентичность поведения программ. Оценить реальную производительность клона можно только тестом, если есть результат оригинала, цену мегагерца клона вычислить не представляет труда. По заявленным характеристикам скорости 300 МГц, огромной памяти DDR2 в 128 Мбайт от Em104-i423 можно было ожидать гораздо большего, однако на уровне ощущений он ведет себя не более чем на 133...150 МГц. При этом в ряду аналогов компьютер i423 отличают экономичность 4...4,15 Вт и видеосистема TP6508, легко настраиваемая на любой экзотический плоский дисплей.

Деревиго Евгений Валентинович – генеральный директор компании ФарПоинт.

Телефон (495) 781-42-91. E-mail: edereviago@flexen.ru

Взгляд на эволюцию компьютеров, автоматизирующих производство

А.Г. Шаталов (Компания "МикроМакс Системс")

Представлены некоторые исторические события, связанные с развитием сектора встраиваемых компьютеров. Сформулированы основные требования, предъявляемые к современным встраиваемым решениям, показаны организационные и технологические проблемы, сопутствующие этому сектору рынка. Сделан вывод о том, что развитие технологий будет идти по пути приближения вычислителей к объектам вычислений, то есть встраиваемые решения станут "умнее".

Ключевые слова: обратная связь, встраиваемые решения, стандартизация, системы искусственного интеллекта, микроконтроллер, PC/104.

*Я не вижу никакого смысла в том, чтобы в каждом доме стоял компьютер.
1977 г. Кен Олсен (в те годы президент DEC)*

*А какой смысл покупать машину, чтобы развезать по асфальту?
Там, где асфальт, ничего интересного, а где интересно, там нет асфальта.
А. и Б. Стругацкие ("Понедельник начинается в субботу")*

Для начала проясним отношение приведенных цитат к дальнейшему повествованию. Первая цитата – яркий пример того, как консервативен человек по сути своей и, как велико его заблуждение в свете прогнозов на будущее. В наши дни компьютер стал не только неотъемлемой частью производственных процессов и машин, но еще более прочно вошел в быт и способ существования человека. Совершенно очевидно и, полагаю, никому этого не надо пояснять и доказывать, что для каждого рода задач применяется свой вид компьютеров. Для вычислений в офисе – один, для работы в дороге – другой, для связи – тре-

тий, здесь я имею в виду современные мобильные телефоны и прочие "гаджеты". Теперь можно понять смысл и второй цитаты. В условиях "компьютерного бездорожья" офисному компьютеру делать нечего. Для настоящих покорителей тяжелых условий нужны специальные, подготовленные и приспособленные машины.

Отметим, что данная статья не предназначена для восстановления "исторической справедливости" и точного воспроизведения хронологии всех событий с привязкой к конкретным датам. Автор приводит собственные наблюдения, стараясь разглядеть "большое"