

Денис Силаков

Хеп: история проекта, его настоящее и будущее

Исторически, первым свободным средством полной виртуализации для платформы x86, пригодным для промышленного использования, был Хеп. Первая версия продукта была выпущена в 2003 году и вызвала немалый интерес, предложив подход, существенно отличающийся от используемых в продуктах VMware — фактического монополиста рынка на тот момент времени. Давайте посмотрим — что же предложили создатели Хеп, как шло развитие проекта и что может ожидать его в будущем.

Паравиртуализация и появление Хеп

В статье про KVM (Open Source N82) я рассказал о классическом подходе к виртуализации ("Trap and Emulate") и упомянул, что в традиционной архитектуре Intel x86 (не имеющей аппаратной поддержки виртуализации) его реализовать невозможно. Однако интерес к виртуализации на этой платформе появился давно, и эффективные средства управления виртуальными машинами существовали до появления необходимых компонентов в аппаратуре.

Первопроходцем в этой области стала компания VMware, реализовавшая эффективную динамическую трансляцию инструкций виртуальной машины - "неправильные" инструкции, мешающие реализовать классическую схему, перехватываются и эмулируются гипервизором в процессе работы виртуальной машины. "Правильные" инструкции передаются на выполнение непосредственно процессору, без эмуляции. Не сказать, чтобы эта идея была революционной, но на практике остро встает вопрос производительности – процесс перехвата и эмуляции инструкций не должен быть слишком ресурсоемким. VMware неплохо справилась с этой технической задачей, а вот в мире свободного ПО достойных альтернатив некоторое время не наблюдалось.

Но как оказалось, вовсе не обязательно бороться с VMware на ее поле, в области динамической трансляции. Вместо того, чтобы анализировать поток инструкций в процессе работы VM, можно модифицировать работающую внутри VM операционную систему так, чтобы при появлении «неправильной» инструкции управление сразу передавалось гипервизору, который ее проэмулирует. Такой подход получил название *паравиртуализации*. При использовании паравиртуализации отпадает необходимость в анализе потока инструкций работающей VM – а это очень сильно упрощает создание гипервизора.

Именно идея паравиртуализации и легла в основу Хеп — монитора виртуальных машин, изначально разрабатывавшегося в Кембриджском университете под руководством Яна Пратта (Ian Pratt). Начав свой путь в конце 90х годов как исследовательский проект, Хеп уже через несколько лет приобрел мировую известность как главный кандидат на конкурента (хотя бы гипотетического) VMware.

Собственно Хеп является компактным гипервизором, основанном на микроядре Nemesis. Однако у микроядра есть существенная проблема — как и обычным ОС, ему необходимо уметь работать со всем спектром оборудования, которое может подключаться к системам x86, а для этого нужны соответствующие драйвера. Производители оборудования не спешили делать драйвера специально для Nemesis, поэтому разработчики гипервизора пошли проверенным путем и

воспользовались возможностями существующих операционных систем. Для этого одной из ВМ, контролируемых Xen, предоставляются особые привилегии — а именно, прямой доступ к оборудованию. Эта ВМ (в терминах Xen — домен 0, dom0) запускается первой и возможности работающей в ней ОС используются Xen при общении с аппаратным обеспечением. Остальные ВМ (*пользовательские домены*, domU) работают в полностью «виртуальном» окружении. Проводя аналогии с другими средствами виртуализации, ОС в домене 0 можно условно назвать хост-системой, а все остальные — гостевыми.

Как и во многих других средах виртуализации, в гостевых системах могут устанавливаться дополнения, повышающие их производительность. В случае Xen такими средствами являются паравиртуализированные драйверы, ускоряющие работу с виртуальным оборудованием. Паравиртуализированные драйверы имеются как для Linux, так и для Windows.

Выход «в люди»

Основным недостатком первых версий Xen было то, что необходимость модификации ОС существенно снижала область применимости паравиртуализации. Неудивительно, что основное внимание Xen получил со стороны разработчиков Linux, и в первую очередь — компании RedHat, включившей в дистрибутивы Red Hat Enterprise Linux (RHEL) и Fedora ядра, модифицированные для работы с Xen. Со временем поддержка Xen появилась и в других дистрибутивах Linux, а также в NetBSD, OpenSolaris, Minix и других открытых системах. А Microsoft Research в рамках исследовательского проекта даже добавил поддержку Xen в Windows XP — правда, это было скорее демонстрацией возможности, ибо опубликовать результирующий продукт все равно не позволили лицензионные ограничения.

В общем, интерес к Xen был достаточно высок уже после выхода первой версии. В 2004 году Ян Прайт основал компанию XenSource с типичной для подобных начинаний бизнес-моделью - разрабатывая открытый гипервизор, компания предложила пользователям коммерческий инструмент управления виртуальными машинами XenOptimizer, а заодно и техническую поддержку.

Дела у XenSource шли неплохо, и в 2007 она была куплена компанией Citrix, известной своими терминальными решениями (в частности, сервером приложений Presentation Server). В принципе, интерес Citrix к Xen понятен - в последние годы в сфере, где сосредоточен бизнес компании, идет активное внедрение виртуальных сред, облачных вычислений и прочих технологий, позволяющих более эффективно использовать реальные аппаратные ресурсы. Собственные средства виртуализации здесь как нельзя кстати. Однако Citrix до покупки Xen практически не пересекалась с миром свободного ПО, поэтому была некоторая неясность в отношении того, как открытый гипервизор будет развиваться дальше.

К счастью, существовавшие опасения не подтвердились — непосредственно гипервизор продолжил развиваться как отдельный свободный проект. Для управления его разработкой был организован комитет Xen Project Advisory Board (Xen AB), в который вошли представители Citrix, IBM, Intel, HP, Novell, RedHat, Sun и Oracle. Citrix активно использует бренд «Xen» (тот же Presentation Server теперь называется XenApp), но при этом не запрещает использовать слово Xen в названиях продуктов, основанных на открытом гипервизоре. Более того, в конце 2009 года под именем Xen Cloud Platform был открыт код пакета программ XenServer, предназначенного для развертывания инфраструктуры облачных вычислений. Конечно, часть программных пакетов от Citrix, построенных вокруг Xen, остаются проприетарными. Например, закрытым

является XenCenter, предназначенный для управления «облаками», однако в этой области имеются и открытые альтернативы наподобие OpenXenManager. Кроме того, с Xen умеет работать библиотека libvirt, а, следовательно, и все инструменты управления VM, построенные на ее основе — в частности, VirtManager.

Citrix — не единственная компания, предоставляющая промышленные решения на основе Xen. В 2007 году Sun Microsystems представила семейство продуктов xVM, построенных на Xen. Несколько раньше свои решения виртуализации, использующие Xen, представила компания Virtual Iron. К настоящему времени и Sun, и Virtual Iron поглощены корпорацией Oracle, которая теперь предоставляет технологию, именуемую Oracle VM. Естественно, в основе Oracle VM лежит все тот же Xen; Virtual Iron и xVM как самостоятельные продукты фактически прекратили свое существование.

Таким образом, Xen удостоился пристального внимания и со стороны крупных игроков. Между тем, интерес к решениям виртуализации для платформы x86 не прошел мимо основных производителей процессоров — Intel и AMD. Обе компании решили внести в свои аппаратные решения изменения, устраняющие ограничения архитектуры и упрощающие создание средств виртуализации. Добавление такой аппаратной поддержки виртуализации сильно встряхнуло рынок — создавать гипервизоры стало существенно проще (по крайней мере, теоретически) и необходимость сложных решений от VMware и Xen стала сомнительной. «Порог вхождения» на рынок существенно понизился, что привело к появлению новых участников. С другой стороны, производители уже зарекомендовавших себя решений смогли упростить код своих продуктов, сделав их и более компактными, быстрыми и надежными. В общем, появление аппаратной поддержки виртуализации серьезно всколыхнуло рынок — что, конечно, пошло ему на пользу.

Эпоха аппаратной виртуализации

Поддержки новых возможностей аппаратуры в Xen долго ждать не пришлось — уже версия 3.0, выпущенная в 2005 году (немногим после официального представления процессоров с поддержкой виртуализации), позволяла запускать немодифицированные гостевые системы (естественно, только на процессорах с соответствующими характеристиками). В частности, стало возможно использовать MS Windows в качестве гостевой ОС. Впрочем, для использования какой-либо ОС в качестве хост-системы (dom0) в нее по-прежнему необходимо вносить определенные модификации, так что на эту роль Windows по-прежнему не годится.

Казалось бы, новые возможности открывают для Xen большие перспективы. Но не все так просто — с появлением аппаратной поддержки виртуализации, у Xen появились новые конкуренты, и в первую очередь — KVM. Также являясь свободным продуктом, KVM существенно теснее интегрирован с разработкой ядра Linux — начиная с версии 2.6.20, все нужное для KVM включено в основную ветку разработки. Поддержку же Xen в основную ветку ядра начали добавлять только через четыре года (с версии 2.6.37), а закончили и вовсе недавно, к версии 3.0.

В 2008 году RedHat, до этого активно продвигавшая Xen, приобрела компанию Qumranet, занимавшуюся разработкой KVM. Через некоторое время RedHat полностью отказалась от использования Xen в своих решениях виртуализации, переключившись на KVM. Официально было заявлено, что несмотря на все усилия, Xen все еще не готов к промышленному использованию. Но более правдоподобной представляется версия, что у RedHat вызвал беспокойство переход контроля над Xen к Citrix и наличие собственного гипервизора

показалось компании в стратегическом плане более безопасным, чем использование стороннего решения.

Безусловно, переход RedHat на KVM нанес определенный урон популярности Xen. Более того, одним RedHat лагерь крупных компаний, поддерживающих KVM, не ограничивается. Так, на продвижение KVM в сфере облачных вычислений нацелен сформированный не так давно Open Virtualisation Alliance, ключевыми участниками которого, помимо RedHat, являются IBM, HP и Intel (впрочем, та же IBM одновременно поддерживает и KVM, и Xen, и VMware, а заодно и Microsoft Hyper-V).

Тем не менее, застоя в развитии Xen отнюдь не наблюдается и по состоянию на сегодняшний день, Xen и сопутствующие продукты являются для Citrix ключевыми. При этом Xen наконец-то перестает быть обособленно развивающимся продуктом, использующим собственные форки разных компонентов. Как уже отмечалось выше, с недавних пор поддержка Xen включена в основную ветку разработки ядра Linux. Другим знаковым событием стало включение наработок Xen в проект QEMU, используемый для эмуляции различных устройств и периферии. Долгое время в рамках Xen развивался собственный форк QEMU, причем зачастую разработчики Xen и QEMU параллельно реализовывали одну и ту же функциональность. Для оценки — по словам разработчиков, внедрение изменений, созданных в рамках Xen, заняло около года. Так что объединение усилий определенно пойдет на пользу обоим проектам.

Таким образом, переход под крыло Citrix сделал Xen в чем-то даже более открытым — во всяком случае, более интегрированным в экосистему Linux. А включение наработок проекта в ядро и в QEMU свидетельствует о том, что разработчики этих продуктов считают Xen важным и перспективным средством виртуализации.

Будущее

Возможно, после исчезновения Xen из дистрибутивов RedHat и Fedora многие пользователи персональных компьютеров несколько позабыли об этом гипервизоре. Однако целевой рынок Xen сегодня — это не виртуализация для домашних пользователей, а корпоративный сектор и промышленные решения наподобие тех же «облаков». В этом сегменте позиции Xen/Citrix достаточно прочны. Например, согласно недавнему отчету Morgan Stanley (<http://journeytocloud.com/2011/06/13/vdi-market-share-view-vmware/>) доли VMware и Citrix в области корпоративных виртуальных десктопов примерно одинаковы и составляют около 40%, причем в будущем эксперты ожидают усиления позиций Citrix и ослабления VMware. В денежном выражении Citrix пока уступает, получив в 2010 году выручку в 1.9 миллиарда долларов против 2.9 миллиарда у VMware. Однако оценка рынка в этой области — непростое занятие; ведь тот же Citrix предлагает и продукты, не имеющие прямого отношения к виртуализации, но в то же время предоставляет гораздо больше бесплатных приложений.

Во всяком случае, Xen действительно превратился в реального конкурента VMware — пусть и в сферах, «невидимых» большинству пользователей ПК. Так что пожелаем проекту и дальнейшего успешного развития (благо, все предпосылки к этому есть), а для десктопов пока вполне хватит VirtualBox и KVM.