10-Гбит Ethernet готов стать новым сетевым стандартом

Кристоф Ньюман (Christoph Neumann), Стефан Рупп (Stephan Rupp), Kontron

В настоящее время технология 10-Гбит Ethernet становится доступной для форм-факторов встраиваемых систем, что позволяет им избавиться от проблем с производительностью. В статье обсуждаются преимущества построения сети на базе единой технологии — 10-Гбит Ethernet. Статья представляет собой перевод [1].

Высокоскоростные Ethernet-технологии позволяют существенно упростить структуру компьютерных систем. Скорость передачи данных 10-Гбит доступна в новых процессорах и Ethernet-контроллерах доступа к среде (MAC) в системах обработки и хранения данных. Один канал с такой производительностью может обеспечить как функционирование сетевых кластеров, так и связь с внешними сетями. Распределение ресурсов в этих системах может быть осуществлено с помощью средств виртуализации используя сетевые интерфейсы. Компоненты и интерфейсы полностью отвечают международным отраслевым стандартам. Разработчики в настоящее время столкнулись с проблемой выбора оптимальной 10-Гбит технологии и встраиваемой платформы. В настоящее время многоядерные процессоры обеспечивают 10-Гбит скорость коммуникации между процессами. Доступно несколько стандартов, в которых регламентирована требуемая скорость. Поэтому сейчас имеется много предпосылок для реализации и широкого использования 10-Гбит Ethernet.

Цены на интерфейсы снижаются. Доступны трансиверы SFP+ в том же компактном форм-факторе, что и SFP, для пассивных каналов связи на базе медных проводов для недорогих приложений малой дальности (например, межсоединения шасси на расстоянии до нескольких метров), а также для оптических каналов связи на более длинных расстояниях. К одному каналу могут быть привязаны различные классы трафика (с многоуровневым сервисом). С помощью таких протоколов, как iSCSI, устройство хранения может использовать ту же интерфейсную технологию, что и соединение между процессами или обслуживание внешних соединений (например, Интернет-трафик или протокол VoIP). Для объединения трафика в 10-Гбит Ethernet обходятся без использования нескольких 1-Гбит каналов, а применяются сложные механизмы агрегации канала. В многоядерных процессорах количество виртуальных машин на каждый процессор увеличивается. MAC-контроллеры для 10-Гбит Ethernet поддерживают виртуализацию, т.е. сетевые интерфейсы могут быть разделены между виртуальными машинами независимо от конфигурации конкретной аппаратуры. Одна и та же технология применима для локальной и дистанционной связи, что приводит к упрощению системы, снижению количества кабелей и улучшению надежности. Сервисы Carrier Ethernet операторского класса позволяют осуществлять собственную связь на дальнем расстоянии.

На многих настольных компьютерах средства виртуализации использовались для загрузки одной или другой операционной системы. В этом случае вся аппаратная часть устройства может принадлежать одной виртуальной машине (ВМ). В серверной IT-инфраструктуре и во встраиваемых системах виртуализация все шире используется для параллельной работы нескольких ВМ на одном устройстве. С помощью существующих сетевых интерфейсных плат (NIC) Ethernet-порты нельзя легко разделить между параллельными ВМ. Обычно в качестве решения используется распределение Ethernet-портов между индивидуальным ВМ, как показано на рисунке 1 (верхняя часть). Несмотря на то, что такое решение обеспечивает работу с ограниченным числом ВМ и достаточным количеством NIC, его главным недостатком является то, что число виртуальных машин может увеличиваться. Количество сетевых интерфейсов должно соответствовать числу виртуальных машин, что приводит к дополнительным затратам, увеличению требуемого пространства, необходимости прокладки кабелей, а также сложности конфигурирования и обслуживания. Гипервизор (программа управления ОС) должен контролировать трафик между виртуальными машинами (играя роль, таким образом, многопортового Ethernet-коммутатора), или, как вариант, трафик между виртуальными машинами может быть направлен через внешние сетевые интерфейсы.

Такой сценарий не является искусственно придуманным: виртуальные машины во встраиваемых системах все шире используются для инкапсулирования параллельных заданий. Сегодня 4-ядерные процессоры поддерживают от 4 до 8 виртуальных машин на одно ядро. Как показано на рисунке 2 (нижняя часть), это приводит к увеличению количества сетевых интерфейсов (до 16 портов). Кроме того, пропускная способность центрального процессора превышает 1 Гбит, что требует нескольких портов 1-Гбит Ethernet для одной виртуальной машины. 10-Гбит сетевые интерфейсные платы с поддержкой виртуализации решают многие проблемы, включая разделение10-Гбит Ethernet-портов между виртуальными машинами без необходимости агрегация каналов. Наиболее важным является то, что трафик между виртуальными машинами обрабатывается внутри сетевой интерфейсной платы без участия гипервизора.

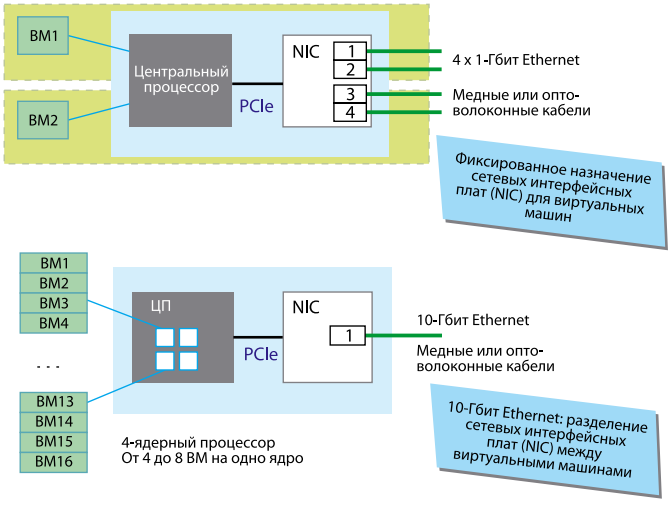

рис. 1. **Распределение сетевых интерфейсов между виртуальными машинами** (ВМ)

рис. 2. **Один канал обслуживает всех — упрощение системы снижает затраты**

рис. 3. **Высокопроизводительный 10-Гбит Ethernet-коммутатор Kontron CP6930**

В абонентском оборудовании IT-инфраструктура обслуживает разнообразные приложения; будь то система связи на предприятии, система технического обслуживания зданий/объектов, система управления технологическим процессом или компьютерный центр, общая структура во всех случаях похожа. Интерфейсные (front-end) серверы обрабатывают внешние соединения с другими узлами (локально или дистанционно), включая проверку на соответствие требованиям безопасности и распределение трафика. Серверы второго уровня — серверы приложений обрабатывают вычислительные задания. Серверы третьего уровня отвечают за хранение и резервирование постоянных данных. На рисунке 2 показана принципиальная архитектура такой системы. Сегодня используются разнообразные технологии. В то время как локальное межсетевое взаимодействие с клиентами и другими узлами в основном обеспечивается с помощью Ethernet, связь с удаленными узлами устанавливается с помощью различных телекоммуникационных интерфейсов (таких как ISDN, выделенных каналов связи и xDSL). Связь между серверами (коммуникации между процессами) требует высокоскоростного соединения через коммутируемую последовательную шину Infiniband, с помощью объединения 1-Гбит Ethernet-каналов или с использованием других решений. Сети хранения данных (сетевые устройства хранения данных) связаны с помощью оптоволоконных каналов. Несмотря на то, что все реализованные решения имеют свои преимущества, в результате создается слишком разнообразная среда со сложной конфигурацией, что требует применения различных методов управления ее работой.

Внедрение технологии 10-Гбит Ethernet устраняет проблемы с производительностью предыдущей версии Ethernet для серверных сетей и сетей хранения данных и позволяет реализовывать разнообразные приложения на единой технологической платформе. Для серверных соединений 10-Гбит Ethernet обеспечивает скорость, которая соответствует быстродействию современных центральных процессоров. Такие стандарты, как iSCSI, позволяют создавать инфраструктуры хранения данных, которые эквивалентны решениям на основе оптоволоконных каналов без необходимости использования специальных коммутаторов оптоволоконных каналов и соответствующей программной среды. Скорость 10 Гбит/с достаточна также для поддержки собственных протоколов оптоволоконных каналов через Ethernet (FCoE). В результате упрощается архитектура компьютерной сети, что также позволяет снизить стоимость из-за меньшей потребности в компонентах и снизить эксплуатационные расходы. Некоторые серверные архитектуры позволяют размещать несколько блейд-серверов на одном шасси, которое может содержать также 10-Гбит Ethernet-коммутаторы (см. рис. 3). Такие системы существенно сокращают занимаемое пространство и количество необходимых кабелей, обеспечивая Ethernet-связь через объединительную плату.

Встраиваемые форм-факторы для таких архитектур используют процессоры с малым энергопотреблением и снижают общие затраты на эксплуатацию благодаря уменьшению операционных расходов. Использование Ethernet для соединения серверов и устройств хранения данных регламентируется международными стандартами. iSCSI — это стандарт IETF, опубликованный в 2003 году, который определяет инкапсуляцию SCSI-сообщений в Ethernet-кадры и использование протокола TCP/IP для управления трафиком. Таким образом, стандарт iSCSI основан на технологии, которая широко используется в глобальной сети. В сетях хранения данных стандарт iSCSI позволяет сетевым интерфейсным платам для 10-Гбит Ethernet работать подобно контроллерам SAN. Устройства хранения данных, такие как сети RAID или серверы для резервирования данных, могут совместно использоваться через IP-сети без необходимости использования специального оборудования.

Хотя Ethernet — это традиционная технология, использующаяся в локальных сетях, она также постепенно завоевывает популярность в удаленной связи. Для соединения между двумя узлами предприятия (оборудование абонента) или для соединения с удаленным клиентом требуется связь через сети общего пользования, что обеспечивается сетевым оператором. Сетевые операторы предоставляют множество интерфейсов для мобильной связи (через GSM, UMTS или точки доступа WiFi) и фиксированные каналы связи (ISDN, xDSL или выделенные линии)

С ростом потребности корпоративных клиентов в высокоскоростных соединениях, многие сетевые операторы в настоящее время предлагают технологию Ethernet операторского класса — Carrier Ethernet, которая обеспечивает возможность Ethernet-соединения на различных скоростях и доступность гарантированного сервиса и качества различного уровня. Несмотря на то, что для скоростей свыше 100 Мбит/с необходимы специальные оптоволоконные каналы в оборудовании абонента и сегодня они применяются лишь в исключительных случаях, число предлагаемых решени для высокоскоростных каналов увеличивается. Для корпоративных клиентов Carrier Ethernet представляет собой обычные Ethernet-каналы для дальней связи, которые позволяют передавать сервис локального Ethernet удаленным узлам. Кроме того, Carrier Ethernet обеспечивает высоконадежное соединение с малым временем простоя и достаточным трафиком. На рисунке 4 показан процесс установления связи между оборудованием абонента и сетями общего пользования. Между оборудованием абонента Ethernet-соединение прозрачно, как в локальной сети.

В настоящее время наблюдается изрядная активность основных поставщиков оборудования и сетевых операторов по разработке стандартов для Carrier Ethernet. Одной из ведущих организаций в этой деятельности является Metro Ethernet Forum (MEF). В процесс разработки стандартов вовлечен

широкий спектр организаций, включая IETF, IEEE и ITU. MEF гарантирует, что оборудование Carrier Ethernet, сертифицированное этой организацией, обеспечивает функциональную совместимость в сетях общественного пользования и при локальных соединениях.

На более низком уровне развития 10-Гбит Ethernet-технологии прогресс также значителен. Всего за пять лет развития (от XENPAK до XFP и SFP+) габариты разъемов и потребляемая мощность модулей трансиверов для оптоволоконных и медных кабелей существенно уменьшились. На рисунке 5 показана эволюция интерфейсов 10-Гбит Ethernet. Как следствие, новые высокоскоростные трансиверы, такие как SFP+ для 10-Гбит Ethernet, могут быть легко интегрированы во встраиваемые продукты. Компактные форм-факторы обеспечивают высокую плотность компоновки системы с низкой потребляемой мощностью в расчете на один порт (менее 1 Вт). Новые форм-факторы также существенно облегчают прокладку кабелей для 10-Гбит Ethernet. В настоящее время, доступны трансиверы SFP+, непосредственно прикрепленные к медным и оптоволоконным кабелям. Пассивный медный кабель применяют на расстояние до 7 метров (без потребляемой мощности). На этапе изготовления кабели комплектуются разъемами SFP+ на каждом конце с использованием параллельных экранированных двухпарных проводов (биаксиальный кабели). Оптоволоконные кабели используют на расстояние до 300 м при 850-нм длине волны согласно спецификации LRM для многомодового оптоволокна большого радиуса действия и до 10 км при 1350-нм длине волны согласно спецификации LR для оптоволокна большого радиуса действия, соответственно.

Все форм-факторы 10-Гбит Ethernet отвечают отраслевым стандартам. Первый стандарт для Ethernet со скоростью передачи 10 Гбит/с — IEEE 802.3ae — был опубликован в 2002 году. В том же году вышли расширения стандарта SR, LR, ER и L4, в которых были определены особенности соединений с использованием оптоволокна. В 2004 году расширение 802. ak-CX4 определило использование медного биаксиального кабеля (кабеля InfiniBand). Использование медной витой пары 10GBASE-T было специфицировано в 2006 году в стандарте 802.3an. В 2007 году были выпущены еще два расширения стандарта: 802.3ap-KR — для последовательных объединительных плат и 802.aq-LRM — для оптических кабелей. Форм-фактор SFP+ был определен в спецификации SFF-8431 комитета SFF (отраслевая группа малых форм-факторов, представляющая ведущих IT-производителей).

В то время как скорость 10 Гбит/с была доступна для встраиваемых серверных технологий, подобных AdvancedTCA (которая в настоящее время развивается в сторону увеличения скорости до 40 Гбит/с), 10-Гбит Ethernet становится сейчас доступным для форм-факторов с более низким рассеиваемым теплом и, следовательно, меньшей мощностью потребления, включая CompactPCI, MicroTCA, VME и VPX, а также для встраиваемых серверов для монтажа в стойке. Стандарт CompactPCI поддерживает 1-Гбит Ethernet на объединительной плате согласно спецификации 2.16. В то время как скорость 1 Гбит/с достаточна для многих встраиваемых приложений, она не соответствует последним поколениям блейд-процессоров CompactPCI, которые обслуживают трафик на скорости 10 Гбит/с. Однако, в CompactPCI пропускная способность объединительной платы является узким местом системы. Эта проблема может быть решена с помощью подключения кабелей на лицевой части сервера.

Для того, чтобы обеспечить два канала 10-Гбит Ethernet через SFP+ в блейд-сервере можно разместить плату расширения (плату мезонина). Таким образом, 10-Гбит каналы могут быть

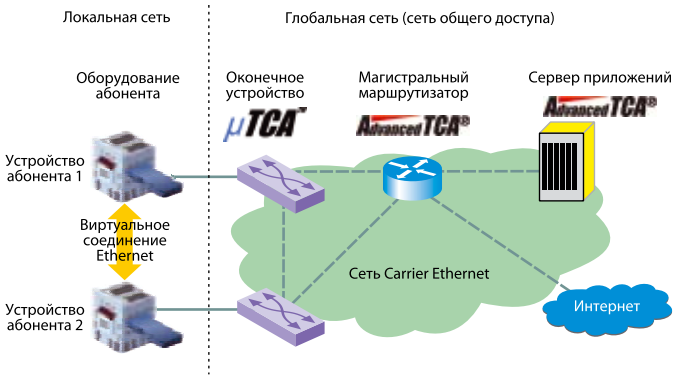

рис. 4. **Carrier Ethernet: возможность соединения на большом расстоянии**

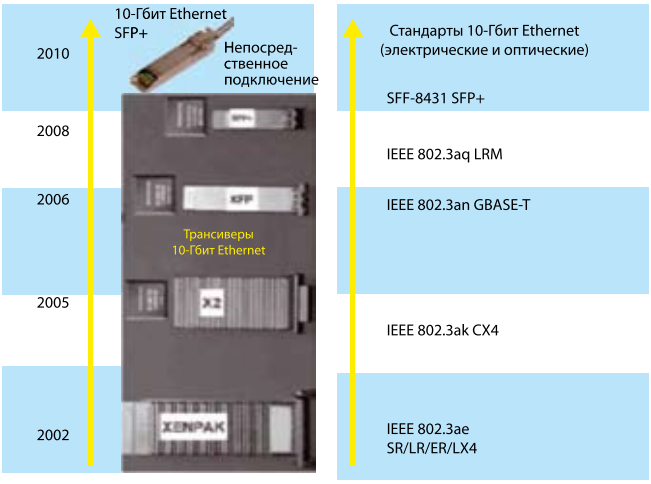

рис. 5. **Эволюция интерфейсов 10-Гбит Ethernet**

соединены с помощью стандартных 10-Гбит кабелей. В многопроцессорных системах использование кабелей на лицевой части оправдано для 10-Гбит Ethernet-коммутаторов. Наиболее компактным решением является размещение 10-Гбит коммутатора непосредственно в CompactPCI-системе. Кроме того, для жестких условий эксплуатации в настоящее время становятся доступными разъемы M12 как для 1-Гбит, так и 10-Гбит Ethernet. Подобно CompactPCI, MicroTCA представляет стандарт PICMG для встраиваемых систем. MicroTCA — это первый стандарт, использующий последовательные интерфейсы на объединительной плате, а не традиционную архитектуру параллельных шин. Разъем AMC обеспечивает 21 порт, которые могут быть использованы для высокоскоростных каналов со скоростью 2,5 Гбит/с каждый. Таким образом, в этом стандарте имеется достаточно возможностей для подключения высокоскоростных интерфейсов, подобных 10-Гбит Ethernet, PCI Express, Serial RapidIO, SATA и др. В стандарте MicroTCA определен 1-Гбит Ethernet, как базовая коммуникационная инфраструктура для связи между платами через объединительную магистраль.

Кроме того, можно использовать дополнительные средства коммуникации. В настоящее время 10-Гбит Ethernet реализован на объединительной плате с помощью 4 x 2,5-Гбит каналов с использованием интерфейса XAUI (согласно 802.3ap-KX4). В будущем будут использоваться каналы со скоростью 10 Гбит/с на каждую линию (согласно 802.3ap-KR). Системы с 10-Гбит объединительными платами уже присутствуют на рынке. Следующее поколение блейд-процессоров в форм-факторе AMC станет движущей силой перехода на 10-Гбит/с технологию. Форм-фактор 4U допускает рассеивание тепла

рис. 6. **Модуль Kontron AM5030 с процессором Intel Xeon позволяет обеспечить производительность MicroTCA-устройств на уровне компьютеров высшего класса**

из расчета до 80 Вт на AMC. Это позволяет реализовывать платы с 4-ядерными процессорами в приложениях MicroTCA, сочетая чрезвычайно компактную модульную конструкцию системы с высокой вычислительной мощностью (см. рис. 6).

Благодаря стандарту VITA31.1 в форм-факторе 6U VME (де-факто стандартный формат для многих приложений военного назначения) успешно используется 1-Гбит Ethernet на объединительной плате. Выбор общей с сетевой инфраструктурой CompactPCI базы, например 6U CompactPCI-коммутаторов, позволяет VME-компьютерам в настоящее время пройти тот же путь развития до 10-Гбит Ethernet, используя обычные решения на основе 10-Гбит коммутационных плат и 10-Гбит XMC-мезонинов. Эти продукты уже поддерживаются x86-совместимыми компьютерами, а также процессорными платами PowerPC Altivec. Предлагая компьютеры, совместимые с существующим прикладным программным обеспечением, VME повторяет свой прошлый успех с внедрением нового стандарта без необходимости отказа от обширной инфраструктуры, разработанной в течение ряда лет. С самого начала разработанный для высокоскоростных последовательных интерфейсов, стандарт VPX обеспечивает скорость до 6,25 Гбит/с на канал с максимальным ослаблением перекрестных помех 3%. VPX хорошо подготовлен для многогигабитного Ethernet и других высокоскоростных последовательных технологий, таких как PCI Express, SATA и Serial RapidIO. В VPX используется 464 сигнальных контакта для 6U-плат и 280 сигнальных контактов для 3U-плат, что обеспечивает даже более высокую пропускную способность каналов, чем требуется сегодня.

Реализация 10-Гбит Ethernet обычно осуществляется с помощью плат расширения на базе PCI Express. Встраиваемые серверы, монтируемые в стойке, обычно строятся на базе материнских плат или PICMG 1.x с системной платой и специализированной объединительной платы с несколькими слотами PCI и PCI Express. В обеих системных архитектурах можно без труда использовать стандартные сетевые интерфейсные платы PCIe для того, чтобы можно было включить интерфейсы 10-Гбит Ethernet параллельно с используемыми 1-Гбит Ethernet-портами на системной плате. Уже доступные на рынке низкопрофильные платы расширения позволяют реализовывать 10-Гбит Ethernet даже в компактных 2U-устройтсвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Christoph Neumann, Stephan Rupp. 10G Ethernet is poised to become the next true standard in networking // Boards&Solutions, April 2010.

| НОВОСТИ РЫНКА | НОВАЯ ПРОДУКТОВАЯ ЛИНЕЙКА: РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ ВАРИАНТЫ СЕРИЙНЫХ МОДУЛЕЙ

Curtiss-Wright CEC объявил о начале разработки новой продуктовой линейки RADHARD Ready COTS: радиационно-стойких вариантов серийно выпускаемых модулей. Первым модулем, прошедшим редизайн и испытания, стал SVME/DMV-183 — одноплатный компьютер формата VME 6U на базе микропроцессора Freescale PowerPC MPC7447A/7448. В процессе редизайна и испытаний находятся: VME-184 — одноплатный компьютер формата VME 6U на базе микропроцессора PowerPC MPC8641; VME-682 — Ethernet-коммутатор формата VME 6U; VPX6-185 — одноплатный компьютер формата VPX 6U на базе микропроцессора PowerPC MPC8641/8640; VPX3-127 — одноплатный компьютер формата VPX 3U на базе микропроцессора PowerPC MPC8640.

www.avdsys.ru

| НОВОСТИ РЫНКА | ЗАЩИЩЕННОЕ ЯДРО ОСРВ QNX NEUTRINO СЕРТИФИЦИРОВАНО ПО SIL3

Компания QNX Software Systems объявила об успешном завершении процесса сертификации ОСРВ QNX Neutrino на соответствие требованиям стандарта IEC 61508 по максимально возможному уровню безопасности SIL3. Сертификация подтверждает, что использование защищенного ядра ОСРВ QNX Neutrino обеспечивает крайне высокую надежность и сокращение уровня риска в системах с особыми требованиями по безопасности, используемых на транспорте, в энергетике, управлении процессами и других отраслях.

Для достижения столь высокого уровня надежности и отказоустойчивости, защищенное ядро операционной системы реального времени QNX Neutrino использует модульную микроядерную архитектуру, в которой приложения, драйверы устройств, файловые системы и стеки протоколов выполняются как отдельные компоненты с защитой памяти. Эта архитектура, совместно с такими технологиями защищенного ядра, как адаптивное квотирование и поддержка многоядерности, предоставляет проверенную эксплуатацией основу для создания систем ответственного применения с особыми требованиям по безопасности.

Процесс сертификации был выполнен компанией Sira Test & Certification Ltd., ведущей организацией в области оценки соответствия, аккредитованной службой United Kingdom Accreditation Service — UKAS.

QNX Software Systems представляет также Пакет услуг «IEC 61508 Certification» для поддержки пользователей защищенного ядра QNX Neutrino RTOS в процессе сертификации их разработок на соответствие требованиям IEC 61508, вплоть до уровня безопасности SIL 3. Пакет услуг включает комплекс консалтинговых услуг и документированных данных, необходимых для управления процессом сертификации.

Сертификация по уровню безопасности IEC 61508 SIL 3 является лишь одним из достижений программы QNX Software Systems в области стандартизации и сертификации. Ранее компания уже прошла процедуры сертификации на соответствие Common Criteria EAL 4+, POSIX PSE52 Realtime Controller 1003.13-2003, OpenGL ES и ISO 9001:2008. Более подробную информацию о сертификации ОС QNX можно узнать на сайте компании SWD Software, .платинового дистрибьютора компании QNX Software Systems в России, странах СНГ и Польше

Международный стандарт IEC 61508 был утвержден Международной электротехнической комиссией и принят в качестве национального стандарта Российской Федерации (ГОСТ Р МЭК 61508-2007). Соответствие требованиям стандарта IEC 61508 подразумевает проведение тщательной оценки системы независимым органом сертификации. Уровни безопасности Safe Integrity Level (SIL) вводятся для определения степени отказоустойчивости системы: чем выше уровень SIL, тем ниже вероятность отказа.

www.qnx.com