

# СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ МЕДИАДААННЫХ

Андрей Ряхин

**От редакции.** В журнале №6/2011 был опубликован обзор систем хранения, предваряемый статьей Андрея Ряхина. После выхода номера в редакцию поступили просьбы читателей более подробно осветить общие вопросы, связанные с хранением данных. В ответ на них автор предоставил для публикации развернутую версию своей статьи.

Информационный мир вокруг нас стал тотально цифровым. Теперь именно в цифре мы слушаем музыку, делаем фотоснимки, снимаем домашнее видео, скачиваем и смотрим фильмы, читаем электронные книги и просматриваем в Интернете новости. Одним словом, создание, распространение и даже потребление различной информации необратимо перешло в цифровой формат.

А поскольку к этому процессу через Интернет подключилось почти все человечество, то объемы цифровых данных растут со все возрастающей скоростью. И все это надо где-то надежно хранить и оперативно выдавать в ответ на поступающие запросы. Поэтому сегодня роль специализированных систем хранения данных (СХД) неуклонно возрастает.

Простейший способ организации хранения данных на встроенных отдельных жестких дис-

Впервые идея объединения нескольких независимых дисков в одно логическое устройство с целью повышения общей емкости, быстродействия и надежности была высказана еще в конце 80-х годов прошлого века в ставшей классической статье университета Беркли под названием A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID). С тех пор понятие RAID-массивов прочно вошло в компьютерную терминологию. Конструктивно они представляют собой самостоятельные системы на 4...48 дисков в отдельном корпусе со своим процессором и оперативной памятью, надежным (избыточным) питанием и охлаждением, встроенной интеллектуальной системой управления и самодиагностики. Несмотря на сложную внутреннюю организацию, такой массив воспринимается как единое устройство со стандартным компьютерным интерфейсом для подключения и передачи данных. При этом возможно его прямое подключение к персональному компьютеру (используются также термины хост, рабочая станция, сервер), тогда оно называется DAS (Direct Attached Storage – непосредственно подключенное хранилище). В более сложном варианте, например, при работе над общим видеоматериалом в рамках рабочей группы, из одного или нескольких устройств хранения создается единая высокоскоростная СХД с организацией и разделением (контролем) одновременного совместного доступа к данным между многими пользователями, тогда уже будет SAN (Storage Area Network – сеть хранения данных). Особняком стоят сетевые хранилища – NAS (Network Attached Storage – сетевая система хранения), включаемые в обычную локальную сеть предприятия и, как правило, выполняющие функцию по хранению данных общего назначения, а также для хранения архивных данных. В отличие от SAN основное назначение NAS – это хранение, копирование и архивирование готовых данных, в том числе созданных на рабочих станциях. Но не создание и/или редактирование видео, так как в силу загруженности и невысокой результирующей пропускной способности локальной сети попытки редактирования видеоматериала даже стандартного разрешения оказываются неэффективными. Впрочем, с внедрением сетей Ethernet 10 Gb (а в перспективе и более скоростных) функциональные возможности NAS будут возрастать.

## Скорости и интерфейсы

Рассмотрим некоторые важные характеристики RAID-систем более подробно и начнем с быстродействия. Как уже отмечалось, средняя скорость записи/чтения повседневных 3,5" SATA-дисков со скоростью вращения 7200 об/с составляет около 100 МБ/с (у дорогих SAS дисков на 15 тыс. об/с она может достигать 150 МБ/с). Объединяя несколько дисков в пакет и организуя простое распараллеливание, так называемую веерную запись/чтение блоками на все установленные диски, можно ожидать пропорционального увеличения быстродействия – для 12-дисковой системы теоретически до 1 ГБ/с. На практике реальное быстродействие заметно ниже, поскольку существует ряд дополнительных ограничивающих факторов. Главными из них являются пропускная способность интерфейса и производительность используемого RAID-процессора.

В таблице сведены базовые характеристики наиболее распространенных интерфейсов СХД. Для простоты понимания она разбита на 2 части, в верхней собраны интерфейсы предыдущего поколения, а в нижней – приходящие им на смену, более производительные.

До недавнего времени для домашнего использования предлагались простые настольные массивы на 2...4 диска с внешними интерфейсами USB 2.0 и eSATA – для PC, USB 2.0 и FW800 (IEEE1394/b) – для Mac. В этих устройствах, как правило, применялись RAID-процессоры небольшой производительности, так что общая результирующая скорость обычно ограничивалась 30...80 МБ/с. Сегодня на смену USB 2.0 пришел стандарт USB 3.0 с более чем 10-кратным повышением теоретической пропускной способности. К сожалению, разработчики недорогих RAID-чипов для домашних систем не спешат, и пока для рынка PC доступны лишь устройства на 200...250 МБ/с. А вот для сторонников Mac картина меняется более кардинально. Apple отказался от поддержки USB 3.0, но приобрел у Intel технологию Light Peak, присвоив соответствующему интерфейсу громкое название Thunderbolt (в переводе – удар молнии). У него есть ряд очевидных преимуществ – действительно высокая скорость (10 Гбит/с в одну сторону), возможность подключения в цепочку до шести устройств, идентичность разъема с DisplayPort и одновременная передача по одному кабелю как Thunder-

реклама

ках является самым доступным и распространенным. При максимальной емкости до 3 ТБ и средней производительности в 80...100 МБ/с такое устройство отлично подходит для хранения сотен и тысяч персональных файлов с различными текущими данными. Но часто этого оказывается недостаточно даже для домашнего пользователя и с точки зрения обеспечения надежности, и из-за недостаточной емкости. А при профессиональном применении, например, для различных задач производства видео высокого разрешения, требующих совместного использования сотен терабайт информации и обеспечения скоростей записи/чтения в сотни МБ/с (а порой уже и в ГБ/с), организация хранения данных на отдельных дисках даже не рассматривается. Именно поэтому последние 10 лет активно разрабатываются и все шире применяются различные внешние RAID-массивы жестких дисков.

bolt-, так и DisplayPort-сигналов. Но, зная подход Apple к продвижению своих оригинальных технологий, можно ожидать высоких отчислений для производителей за включение поддержки этого интерфейса в устройства, и, как следствие, более высоких розничных цен на них. Тем не менее, новые модели MacBook Pro и iMac анонсированы уже с Thunderbolt. Что касается соответствующих СХД, то пока их выбор невелик. Точнее, по состоянию на июнь 2011 известны только два устройства – Pegasus R4 и R6 от компании Promise Technologies соответственно на четыре и шесть дисков. Надо признать, что достигнутая в Pegasus R6 скорость в 800 МБ/с впечатляет и с запасом удовлетворяет потребности персонального использования СХД.

Что касается корпоративных СХД, то в прошлые годы для DAS-устройств в основном применялся SCSI-интерфейс (его последняя модификация – U320). И только сравнительно недавно на смену параллельному SCSI U320 пришел последовательный SAS (Serial Attached SCSI), сначала с максимальной полосой в 3 Гбит/с, а сегодня уже в 6 Гбит/с. SAS сочетает преимущества протокола SCSI (глубокая сортировка очереди команд, хорошая масштабируемость, высокая помехозащищенность) и Serial ATA (тонкие, гибкие недорогие кабели, возможность горячего подключения, топология типа «точка–точка», позволяющая достигать большей производительности в сложных конфигурациях). Также SAS обладает такими новыми уникальными возможностями как продвинутая топология подключения с использованием концентраторов, именуемых SAS-расширителями, подключение к одному

### Характеристики наиболее распространенных интерфейсов СХД

Тип интерфейса	Теоретическая пропускная способность (в одну сторону), Гбит/с	Реальное быстродействие (средний поток записи/чтения), МБ/с	Максимальная длина кабеля, м/число устройств в цепочке
USB 2.0	0,48	35	5/127
USB 3.0	5	300	3/127
FireWire 800 (FWB)	0,80	80	100/63
ThunderBolt	10	800	3/6
eSATA	2,4	250	2/1
FC 8 Gb	8	800	До 10 000/127
SCSI U320	2,56	300	12/16
SAS 6 Gb	6	550	8/127
iSCSI 1Gb	1	50	Не ограничены
PCIe x4	10	800	100/1
<b>Интерфейсы нового поколения (более производительные)</b>			
USB 3.0	5	300	3/127
ThunderBolt	10	800	3/6
SAS 6 Gb	6	550	8/127
FC 8 Gb	8	800	До 10 000/127
iSCSI 10 Gb	10	500	Не ограничены
PCIe x8	20	1800	100/1

диску двух SAS-каналов (для повышения как надежности, так и производительности), работа на одном контроллере дисков как с SAS-, так и с SATA-интерфейсом. В сочетании с новой системой адресации это позволяет подключать до 128 устройств на один порт и иметь до 16256 устройств на контроллере, при этом не требуются какие-либо манипуляции с перемычками и т.п. Кроме того, снято ограничение в 2 ТБ на объем логического устройства. Что касается эффективной скорости, то с использованием современных процессоров она приблизилась к теоретическому пределу в 600 МБ/с.

Впрочем, с этой точки зрения интересны RAID-массивы с PCIe-интерфейсом. Напомним, что классическая схема подключения внешней системы хранения к компьютеру (хосту) требует сначала преобразования данных для передачи по внешнему интерфейсу (выполняется специальным

компьютерным контроллером, HBA – Host Bus Adapter), а затем обратного преобразования при приеме и последующей передаче данных уже в системе хранения. Использование контроллера внешнего интерфейса, безусловно, удобнее с точки зрения стандартизации и мобильности системы хранения, но есть и много минусов. За контроллеры надо платить и немало – от 250 (SAS) до 1000 (Fibre Channel) долларов. К этому надо добавить соединительные кабели, стоящие в зависимости от длины до 100 долларов. Поскольку в современных RAID-контроллерах, являющихся ядром любой внешней системы хранения, для передачи данных между дисками и процессором используется именно PCIe-шина, то подключение подобных систем к компьютеру непосредственно по PCIe позволяет устранить пару лишних преобразований информации и, как следствие, существенно увеличить результирующую скорость потока данных. Первопро-

## СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ: от МАЛА до ВЕЛИКА

Maxtronic Accusys SSI HighPoint iStorage  
 Под любую задачу: 4-24 диска, интерфейсы eSATA, IEEE-1394, USB 3.0, PCIe, SAS, FC, iSCSI, построение SAN.



**ЗАКАЗАТЬ:** Москва(495): Артос 223-9202; Data systems 641-6490; Deep Apple 933-6737; DNK 232-3828; Feel Systems 974-0762; SVGA 411-9662; Ланье-Сервис 775-1999; NBZ Computers 792-5800; Овако 921-3318; Окно-ТВ 543-9393; S-Pro Systems 783-6025; ПТС 662-7093; Профи 979-2055; Синхро 921-4053; Сплайн 739-5130; Стоик 366-9006; Студия-Сервис 727-0242; ЭнСтор 781-3574; Санкт-Петербург(812): ФИП 233-8558; NBZ Computers 336-7595; Екатеринбург(343): СКБ Контур 370-6917; Томск(3822): Элит ПРО 511-765.

ходцем, на практике реализовавшим идею использования PCIe в качестве внешнего интерфейса, стала хорошо известная компания Accusys. Сегодня различными производителями предлагаются 8-, 12-, 16- и даже 24-дисковые устройства с PCI-E×4 интерфейсом, причем как одно- так и двухканальные. В канале ×4 (четыре независимых линии по 2,5 Гбит/с по каждой линии) уверенно достигается скорость передачи в 800 МБ/с, а при прямом подключении через соответствующий двухканальный адаптер (или по интерфейсу PCIe×8) эффективный поток данных приближается уже к 1,6 ГБ/с.

Справедливости ради надо отметить, что близкие скорости можно получить и в

более простом и дешевом варианте подключения к компьютерному RAID-контроллеру обычного внешнего корпуса с установленными дисками. Такой корпус не имеет никакой интеллектуальной начинки, просто обеспечивает питание и охлаждение дисков (в жаргоне их нередко называют корзинами JBOD (JBOD – Just Band of Disks, что в переводе значит просто набор дисков). А управление потоками данных на запись/

чтение осуществляет именно контроллер, соединенный с корпусом кабелем SAS. Поскольку стандартный SAS-кабель имеет четыре линии (совместимые с SATA), то на каждый канал можно «повесить» соответственно четыре диска. А если контроллер двухканальный, то соответственно уже восемь дисков. Таким образом, получаем элегантную и недорогую индивидуальную СХД из восьми дисков с эффективной скоростью до 800 МБ/с. Дальнейшее развитие данной идеи лежит в использовании JBOD-корпусов со встроенными SAS-расширителями – это позволяет соединять в цепочку по SAS-интерфейсу несколько корзин и подключать к одному контроллеру до 120 дисков. Правда, производительности обычного RAID-контроллера вряд ли хватит для эффективного управления ими всеми, да и надежность работы такой системы сомнительна.

Слабым местом всех вышеперечисленных интерфейсов является небольшая допустимая длина соединительных кабелей, не позволяющая удалить СХД от рабочего места на значительное расстояние. А ведь

все эти устройства шумят, греются, требуют охлаждения, то есть они плохо сочетаются с творческим процессом, предполагающим тишину и сосредоточенность. Одним из возможных выходов является использование протокола iSCSI, то есть передачу команд управления SCSI в TCP/IP-сетях, например 1 Gb или 10 Gb Ethernet. Это позволяет объединять рабочие станции и СХД в рамках стандартных локальных сетей, использовать недорогие и проверенные средства контроля и управления потоками. К тому же использование iSCSI существенно упрощает создание SAN, уменьшает стоимость соответствующего оборудования, снижает сложность прокладки сетей. Однако общая пропускная способность даже для современного интерфейса 10 Gb iSCSI оказывается сравнительно невысокой. В связи с этим необходимо следовать одному важному правилу: не создавать SAN-сеть iSCSI на базе той же локальной сети, которая объединяет серверы и рабочие станции пользователей. В силу повышенных требований к передаваемым потокам данных системы хранения должны быть объединены в рамках отдельной сети. Следует также иметь в виду, что технология iSCSI создает значительную нагрузку на процессор компьютера (сервера), поскольку предусматривает упаковку команд и данных SCSI в пакеты TCP/IP и распаковку этих пакетов. С указанными операциями связан большой объем вычислений, которые в случае применения обычной сетевой платы, а не специализированного хост-адаптера iSCSI, выполняются процессором. Из-за данных недостатков технология iSCSI пока не получила широкого распространения, хотя ей пророчат блестящие перспективы уже в недалеком будущем. Пока же на рынке SAN-систем преобладающей технологией все еще является Fibre Channel (FC), что в переводе означает волоконный канал.

Весьма упрощенно идею FC интерфейса можно изложить так: высокоскоростная передача потоков данных (протокол SCSI) по последовательным каналам с возможностью коммутации и маршрутизации (подобно обычным Ethernet сетям) и работой на больших расстояниях (до десятков километров). Физическая реализация может быть и на основе медного кабеля (но с существенными ограничениями по скорости и дальности), однако в основном используется оптоволокно (с дальностью работы в несколько сотен метров на оптических многомодовых кабелях и до 10 км на одномодовых кабелях). Предельная скорость передачи данных по стандарту FC 8 Gb составляет 800 МБ/с. С учетом

того, что для соединения устройств применяются два оптических кабеля, каждый из которых работает в одном направлении, при сбалансированном наборе операций записи/чтения скорость обмена данными удваивается (так называемый полнодуплексный режим). В результате при отношении операций записи/чтения 1:2 теоретическая скорость интерфейса достигает уже 1600 Мбайт/с.

Топология FC напоминает локальную сеть – это может быть и последовательное соединение устройств в кольцо (петля с арбитражем), и соединение «точка-точка» (что практически ничем не отличается от SCSI, только допустимое расстояние между устройствами на порядок больше). Но самая популярная и перспективная топология – это подключение через коммутируемую матрицу – Switched Fabric (иногда используют название «переключаемая матрица»). Несмотря на определенную функциональную схожесть с концентратором или маршрутизатором обычного Ethernet, FC-матрица принципиально от них отличается по производительности. Соответствующая агрегированная полоса пропускания превышает потребности имеющихся портов, так что через такой коммутатор различные устройства работают параллельно на полной скорости, нисколько

**logosam.**

**240 Втч**

рекордная емкость

**V-Pack 240L Alpha**

Li-Ion 240 Втч, крепление V-lock, питание внешнего оборудования АВ

**proland**

+7 (495) 941-98-69  
www.proland.ru

НАТЕХРО 2011, 23-25 ноября, ВВЦ (нав. №75), Зал №1, Стенд В60

реклама

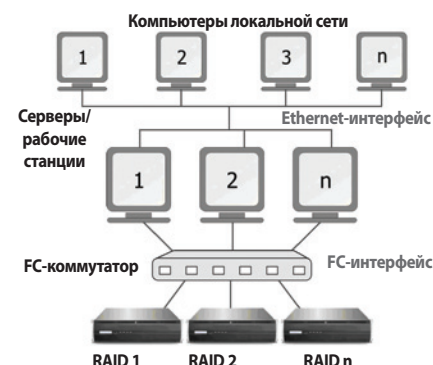


Рис. 1. Типичная схема SAN-сети на базе FC

ко не мешая друг другу, как если бы они были соединены друг с другом напрямую. Так, например, современный коммутатор QLogic SANBox 3810 имеет полосу пропускания в 136 Гбит/с, в то время как для имеющихся восьми FC 8 Gb портов достаточно  $8 \times 8 \times 2 = 128$  Гбит/с. Типичная схема SAN-сети на базе FC приведена на рис. 1.

Еще раз подчеркнем, что при этом любая рабочая станция (сервер) может обращаться к любому разрешенному администратором дисковому массиву. Более того, возможен доступ к одной и той же СХД нескольких устройств одновременно, причем с высокой скоростью, не идущей ни в

какое сравнение со скоростью передачи данных по Ethernet. И, что особенно важно, будущее наращивание и масштабирование вычислительных средств перестает быть головоломкой. В зависимости от того, каких возможностей не хватает, можно добавить либо новую рабочую станцию, либо новую систему хранения, подключив их к SAN-сети через FC-коммутатор (конечно, при наличии свободных портов). При таком построении отпадают и проблемы «переноса» данных с одного рабочего места на другое. Например, после завершения очередного этапа работы над видеоматериалом (очередной серией телефильма) одним сотрудником, другой сразу начинает заниматься тем же самым фильмом, никуда не перемещая файлы и нисколько не теряя в скорости доступа к данным. Более того, вполне возможна и одновременная работа нескольких пользователей над одним проектом, что существенно ускоряет производственный процесс. Фактически, все подключенные таким образом дисковые массивы при использовании специального программного обеспечения (Xsan, StorNext, MetaSAN или FibreJet) образуют единую совместную систему хранения студии.

Пожалуй, единственным недостатком этой прогрессивной технологии на базе FC-интерфейса является высокая стоимость реализации. Так каждый FC-контроллер, который должен быть установлен в каждый из подключенных к SAN компьютеров, стоит около 1 тыс. долларов, да и FC-коммутаторы далеко не дешевы (от 3 тыс. долларов). В связи с этим для небольших видеостудий, ограниченных четырьмя – восьмью рабочими станциями и двумя-тремя общими RAID-массивами большой емкости, может представлять интерес альтернативная технология построения SAN на основе PCIe. Она была разработана компанией Accusys и получила название ExaSAN. Теперь вместо дорогих FC-контроллеров в компьютеры устанавливают несложные адаптеры PCIe×8 (NT Card) по цене в пределах 200 долларов. С коммутатором SW08-G2 компьютеры соединяются соответственно медным (до 5 м) или оптическим (до 100 м) кабелем. А сами массивы подключаются к коммутатору с помощью штатных кабелей PCI-E×4. Собственно, вот и все. Что касается результирующей пропускной способности, то она сравнима с достигаемой на FC 8 Gb. Впрочем, если уж экономить на FibreChannel, то возможен и совсем «прямой» вариант, основанный на подключении по FC нескольких хостов непосредственно к одной СХД. Благо, что современные двухконтроллерные RAID-массивы имеют до восьми соответствующих портов. В этом варианте можно обойтись вообще без какого-либо коммутатора.

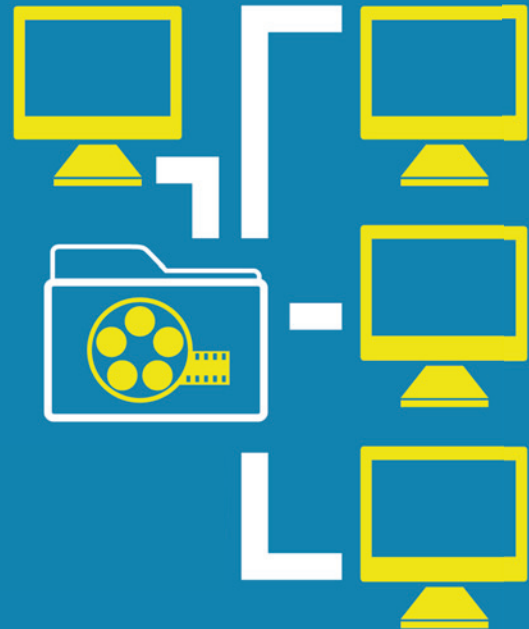
## Надежность хранения

Большинство СХД предназначено для работы в режиме 24/7. И обеспечение бесперебойности их функционирования, надежности хранения и постоянной доступности данных является первостепенной задачей. В современных RAID-массивах эта задача решается многопланово, на нескольких уровнях, как аппаратно (избыточность записи, дублирующие блоки питания и вентиляторы охлаждения, выделение нескольких дисков для «горячего» резервирования, установка специальных модулей сохранения данных кэш-памяти при аварийном отключении питания), так и программно (интеллектуальная система самодиагностики дисков, контроля напряжения и температуры).

Самым слабым местом любой дисковой системы хранения являются сами диски. Поэтому борьбу за надежность хранения надо начинать с использования изначально более качественных дисков. На первый взгляд задача выбора дисков тривиальна – ценой поменьше, объемом побольше. И нередко в RAID-массивы устанавливают стандартные диски, изначально предназначенные для обычных компьютеров. Они обладают большой емкостью, обещан-

# Арасе

## Система хранения общего доступа



Надежное дисковое хранилище RAID 5 объемом от 16 до 72 Терабайт

- Рэковый корпус (2U-4U)
- Совместный доступ к дисковому массиву с нескольких рабочих мест по Gigabit Ethernet
- Одновременная поддержка клиентов с Windows, MacOS, Linux
- Простота установки, подключения и управления
- Автоматическая дефрагментация при простое
- Поддержка дисков SSD для повышения производительности системы
- Двойной блок питания



Москва, 127273, Березовая Аллея, владение 5А, стр. 5  
Тел/факс: +7 (495) 971-5559

E-mail: for@MatrixEngineering.ru  
<http://www.MatrixEngineering.ru>

ной высокой надежностью и сравнительно низкой стоимостью. Казалось бы, чего же более? Но на самом деле для дисковых массивов, работающих под управлением аппаратного RAID-контроллера, рекомендуются специальные диски серий RE (RAID Edition). Не вдаваясь в технические детали, при их использовании обеспечивается бо-

лее корректная обработка ошибок чтения. Кроме того, такие диски отличаются более высокой надежностью (увеличенное вдвое время наработки на отказ).

Следующим шагом является правильное конфигурирование массива, то есть выбор правильного RAID-уровня, обеспечивающего необходимый компромисс между эффективностью работы массива (доступный объем и быстродействие) и его надежностью хранения (допустимым

числом отказавших дисков). В теории допускается восемь основных уровней (последовательно пронумерованных от 0 до 6+), а также их возможные комбинации: 10 (0+1), 30 (3+0), 50 (5+0). Но на практике основной интерес представляют следующие уровни, аппаратно поддерживаемые специализированными RAID-контроллерами.

RAID 0 – простое распараллеливание, веерная запись/чтение блоками на все диски. Имеет самую высокую производительность, минимальную цену на 1 Гб хранения, но нет защиты от сбоя. Поскольку RAID 0 определяет простейший вариант построения массива – без избыточности дисков, то, строго говоря, он даже не является RAID. Тем не менее, этот уровень официально утвержден консорциумом по стандартизации RAID (RAID Advisory Board, RAB) и широко используется на практике.

RAID 1 – зеркалирование, то есть дублирование всех записей на две идентичные группы дисков. Обеспечивается самая высокая степень защиты критически важных данных, но как следствие – вдвое меньший доступный объем хранения. На практике в основном используется в двухдисковом варианте для хранения небольших объемов критически важных данных.

RAID 3 – входной поток данных разбивается на блоки, по всем битам которых вычисляются контрольные значения четности. Запись/чтение осуществляется параллельно на все диски, но при этом для контрольных

данных выделяется отдельный диск. При сохранении высокого быстродействия (сравнимого с RAID 0) данные не теряются при выходе из строя одного (любого) из дисков.

RAID 5 – аналогичен RAID 3, но запись значений четности распределена между всеми дисками. Кроме того, уменьшен размер блоков записываемых данных, что увеличивает быстродействие системы при большом количестве запросов на запись/чтение небольших файлов. Этот уровень является одним из самых популярных и обеспечивает оптимальное сочетание быстродействия и надежности.

RAID 6 – параллельно рассчитываются два независимых значения четности, которые распределяются между всеми дисками. Сохранность данных обеспечивается при выходе из строя даже двух дисков. Однако этот уровень требует очень большого объема вычислений (восстановление данных при замене неисправных дисков на новые может длиться несколько дней).

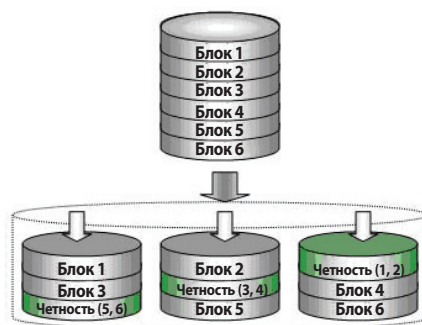


Рис. 2. RAID 5 – распараллеливание данных с распределением значений четности

Все это позволяет сохранить данные даже при физическом повреждении работающего в системе диска (одного или нескольких). Однако доводить систему до такого критического состояния не стоит. Более разумно и грамотно предвидеть угрозу, заранее «вычислить» потенциально плохой диск (лучше еще до установки в систему) и принять превентивные меры к его замене. Именно для этого в современных дисковых массивах предлагаются различные способы оперативной диагностики состояния дисков, что создает дополнительный «эшелон» защиты данных. Соответствующие утилиты рекомендуется запускать регулярно, лучше всего в автоматическом режиме по заранее заданному расписанию. В этом случае система будет выявлять потенциально плохой диск с пороговым значением плохих блоков. Очень важно при этом его оперативно заменить, для чего надо всегда иметь под рукой запасной диск. А еще лучше при конфигурирова-

нии массива один из установленных дисков сразу определить как Hot Spare (запасной в режиме горячей замены). В этом случае система при обнаружении и исключении из работы плохого диска автоматически подключит данный запасной диск и перенесет на него необходимую информацию.

В корпоративных системах, обеспечивающих круглосуточный и непрерывный обмен данными (например, в процессе телевизионного вещания) предусматривается аппаратное дублирование всех жизненно важных устройств. Для RAID-массивов это означает не только дублирование блоков питания и охлаждения, но и использование избыточных двухконтроллерных систем, работающих по схеме active-active. В этом случае при выходе из строя одного RAID-контроллера (или подключенных к нему соединительных кабелей) второй автоматически мгновенно возьмет на себя все управление.

Следующей, и, пожалуй, последней «линией обороны» является резервное копирование данных (так называемый back-up). При этом копии лучше всего создавать на физически независимых и желательно удаленных (дублирующих) RAID-массивах. Для этого современные массивы оснащаются дополнительным портом iSCSI и встроенной утилитой автоматического формирования копий на удаленных устройствах. Но даже простое копирование на некоторый выделенный логический диск в пределах одного RAID-массива, будет уже эффективно. А если при этом еще и создавать не одну, а много копий, фиксирующих данные на заданные моменты времени (а точнее даже лишь изменения этих данных), то это позволит «откатываться» назад, например, возвращаться к неискаженным данным до вирусной атаки. Такие «мгновенные» копии, моментальные снимки данных, называются SnapShot. Существуют различные технологии создания и управления SnapShot-копиями, но их рассмотрение выходит за рамки данной статьи.

В заключение немного о доступных объемах хранения. Здесь все просто – для стандартного 24-дискового RAID-массива при уровне RAID 5 и одном диске Hot Spare эффективный объем равен суммарной емкости 22 дисков. Если не поспешить и выбрать диски 3 Тб, то доступно будет 66 Тб. Мало? Современные RAID-массивы допускают подключение по SAS-интерфейсу дополнительных корзин JBOD. Таким образом, общее число видимых дисков возрастает до 120 с результирующей емкостью до 360 Тб. И этого не хватает? Тогда объедините несколько независимых массивов в единую сеть SAN с практически неограниченной емкостью.

**MrCable**

Соединительные мультимедийные кабели

www.mrcable.ru  
(495) 741-24-52

реклама

## Голограммы наступают

Похоже, те, кто не стал торопиться с приобретением 3D-телевизоров, оказались правы. Во-первых, рано или поздно (скорее первое) на прилавках появятся автостереоскопические ТВ-приемники, не требующие применения очков для просмотра стереоизображения, а во-вторых, компании, выпускающие электронное оборудование, в том числе и бытовое, уже активно взялись за разработку и патентование технологий, обеспечивающих формирование картинки в пространстве вне экрана. Речь идет о голографическом изображении.

В фантастическом кино голограммы «живут» уже давно. Яркие примеры – картины «Вспомнить все» со Шварценеггером или «Звездные войны». В этих фильмах голограммы героев появлялись на экране одновременно с живыми персонажами или вместо них. В общем, эффект – что надо! Именно такой эффект и собираются предоставить зрителям гиганты электронной индустрии, чтобы изображение формировалось прямо в жилом пространстве комнаты, а не на плоском экране телевизора.

Традиционно, технологии в данном случае разделились на те, что будут применяться в сфере компьютерных игр, и те, что рассчитаны на телевидение и кино. В первом случае все чуть проще, поскольку изображение имеет графическую природу. Компания Square Enix уже сегодня заявляет о возможности разработки игровых консолей,

позволяющих игроку погрузиться в голографический мир. Не отстает Apple, запатентовавшая технологию формирования объемного изображения с предоставлением пользователю возможности управлять виртуальными объектами.

Что же касается сферы кино и ТВ, то здесь пока в лидерах Sony. В активе компании уже есть достаточно успешные опыты по формированию голографического изображения в пространстве. Они, а также интенсивные работы в этом направлении внушают руководству компании уверенность в том, что трансляции Чемпионата мира по футболу 2022 года можно будет проводить в формате голографии.

Однако, в отличие от компьютерных игр, тут есть свои сложности, поскольку для многоракурсной съемки реальных объектов понадобится очень большое количество HD-камер, снимающих объект одновременно с разных сторон. При этом они еще не должны попадать в кадр друг к другу. По некоторым оценкам, число камер может достигать 200. Если только не будет разработано ПО, способное в реальном времени создавать интерполированные промежуточные ракурсы на основе сигналов от двух соседних камер. Тогда число камер можно будет уменьшить. В общем же с высокой долей вероятности можно предсказать, что голографические изображения достаточно скоро придут в дома зрителей.

## Новинки ATTO Technology

На прошедшей в Амстердаме выставке IBC 2011 компания ATTO Technology продемонстрировала ряд устройств на основе технологии Thunderbolt.

Например, это контроллеры ATTO FastStreamT 3800 RAID, позволяющие по интерфейсу Thunderbolt подключать жесткие диски или твердотельные накопители с интерфейсами SAS/SATA. Контроллеры оптимальны для использования совместно с массивами на 4...8-дисков. Контроллер FastStream RAID поддерживает схемы подключения и защиты данных типа JBOD и RAID 0, 1, 5, 10. Также в контроллере применена технология улучшения потоковой передачи данных ADS (Advanced Data StreamingT), разработанная компанией ATTO и позволяющая добиться повышенной производительности при больших потоках. Кроме того, применена технология DriveAssureT для защиты буфера памяти контроллера.

Второе из демонстрировавшихся устройств – это ATTO ThunderBridgeT 1800, представляющее собой мост на основе Thunderbolt с применением запатентованной архитектуры ATTO Intelligent Bridging, что позволяет подключать по интерфейсу Thunderbolt жесткие и твердотельные диски SAS/SATA и ленточные накопители.



# «ДИП»

## ПРОГРЕССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ВЕЩАНИЯ

[www.dip.spb.ru](http://www.dip.spb.ru)    [www.divs.tv](http://www.divs.tv)

### ПРОДУКЦИЯ

- DIVS-B Вещательные видеосерверы
- DIVS-G Серверы графического оформления эфира
- DIVS-A Серверы мониторинга и записи эфира (логгеры)
- DIVS-E Кодеры/декодеры MPEG-2/4, мультиплексоры
- DIVS-C HD/SD кросс-конвертеры
- DIVS-M Мультиэкранные процессоры

[www.dip.spb.ru](http://www.dip.spb.ru)  
[www.divs.tv](http://www.divs.tv)

[dip@dip.spb.ru](mailto:dip@dip.spb.ru)  
[sales@dip.spb.ru](mailto:sales@dip.spb.ru)

### РЕШЕНИЯ

- Автоматизированные вещательные комплексы
- Комплексы многоканальной синхронной записи
- Комплексы по производству информационных программ
- Системы хранения (медиаархивы)
- Комплексы многоканального мониторинга и записи эфира
- Системы автоматизации вещания для региональных телекомпаний и кабельных операторов

Санкт-Петербург  
ул. Правды 13

+7(812)315-64-29