

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА

Филенко М. С.

Донецкий национальный технический университет

Современное общество можно смело окрестить информационным. Сегодня именно информация является главной ценностью, а порой может стать и оружием. Именно информация и ее своевременность может стать решающим фактором в решении даже самых глобальных мировых задач. Таким образом, уже достаточно резонансных примеров, свидетельствующих о том, что к сведениям любого рода должны иметь доступ только компетентные и уполномоченные лица. По этой проблематике уже сказано много, многое делается и вопрос защиты информации является, как никогда, актуальным, особенно с развитием компьютерных технологий, которые изначально проектируются исключительно для накопления, хранения и обработки самого ценного ресурса человечества сегодня — информации.

Стремительное развитие (теле)коммуникационных систем, локальных и глобальных компьютерных сетей привело к резкому увеличению пропускных способностей каналов передачи данных и уравниванию скоростей обмена информацией между узлами ЛВС и записи/чтения НЖМД. Таким образом, есть все необходимые условия для создания алгоритма распределения информации по компьютерам сети для хранения и последующего восстановления первоначальной информации при необходимости обращения к последней.

В общем случае, алгоритм хранения информации реализует концепцию файлообменных сетей, заслуженно завоевавших сегодня первое место у пользователей благодаря скорости распространения информации такими сетями. Достоинством механизма является также возможное шифрование блоков данных.

Безусловно, с каждым днем вопросы обеспечения информационной безопасности поднимаются все острее. Важность обеспечения ограниченного доступа к различным данным не требует комментариев. Распределенный метод хранения информации настоятельно рекомендуется к использованию на предприятиях и организациях, где во главу угла ставится защита данных и/или оптимизация дисковых ресурсов компьютерного парка.

Что же касается эффективности использования инфраструктуры, то следует отметить, что на практике очень часто можно встретить экстенсивные примеры расширения вычислительной среды, когда наращивание мощностей происходит количественным, а не качественным, путем. Такой метод всегда влечет за собой неоправданные затраты ресурсов.

Вкратце, суть распределенного метода хранения данных заключается в следующем. Предположим, имеется некий исходный файл, который разбивается на блоки, например, по 512 байт. Каждый блок случайным образом сохраняется в локальной файловой системе (далее — ФС) каждого из узлов сети, входящих в систему распределенного хранилища (виртуальная среда). При этом программным обеспечением (далее — ПО), реализующим необходимые процедуры, формируется уникальный единообразный идентификатор ресурса (URI, Uniform Resource Identifier), содержащий в себе всю необходимую информацию для последующей «сборки» (восстановления) исходного файла на компьютере пользователя из блоков, расположенных по всем узлам сети.

Проведем небольшой обзор современных методов организации хранилища информации. Рассмотрим типичный пример. Пусть имеется файл размером 25 Гбайт.

На жестком диске машины свободно 8 Гбайт. На складе предприятия имеется дополнительный накопитель емкостью 18 Гбайт. Неосведомленный системный администратор оформит заявку на приобретение нового диска, размер которого будет, как минимум, 25 Гбайт, что будет совершенно некорректно. Такой путь имеет только недостатки:

- во-первых, финансовые затраты на приобретение нового устройства;
- во-вторых, временные и человеческие ресурсы, затраченные на монтаж дополнительного оборудования;
- в-третьих, простой системы на время монтажа.

Таким образом, видно, насколько типичная задача может стать большой статьей расходов производственных ресурсов.

Разовьем рассмотренную ситуацию. Искушенный технический специалист сможет разместить в системе файл указанного размера на имеющихся ресурсах. Теоретически, 8 Гбайт свободного места на диске и 18 Гбайт дополнительного «винчестера» дают в сумме 26 Гбайт пространства, что арифметически покрывает необходимые 25 Гбайт.

Менеджер логических томов (LVM, Logical Volume Manager) — система управления томами, «прослойка» между ФС и физическими разделами диска. Управление логическими томами — это способ абстрагировать физическое управление томами в системе в высокоуровневую и, как правило, в более простую парадигму. В рамках LVM все физические диски и разделы вне зависимости от их размера и разбиения могут абстрагироваться и рассматриваться как единое хранилище данных. Например, как в схеме отображения томов физического уровня на логический, показанной на рис. 1, пользователь мог бы создать файловую систему размером, скажем, 150 ГБ, в то время как наибольший диск имеет объем всего 80 ГБ?

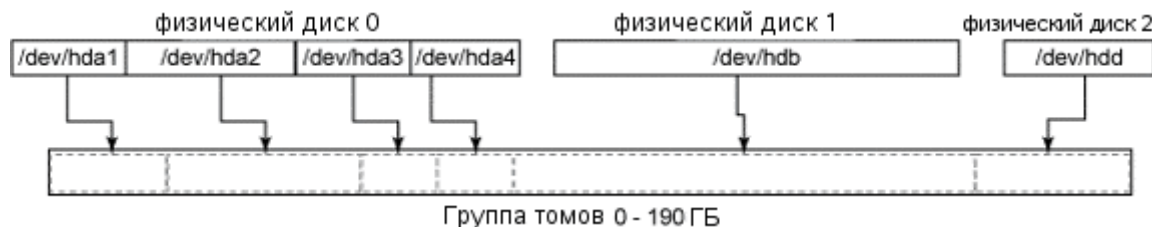


Рисунок 1 — Отображение томов физического уровня на логический

Собирая разделы и целые диски в виртуальный диск, LVM может суммировать небольшие объемы дисковой памяти в больший объединенный диск. Этот виртуальный диск в терминах LVM называется логической группой (volume group).

Возможность иметь файловую систему, которая превышает размер наибольшего диска, не является единственной «волшебной» особенностью этой высокоуровневой парадигмы управления ресурсами хранения данных. LVM также позволяет:

- добавлять диски/разделы в дисковую группу и расширять существующие файловые системы «на лету» ;
- заменить два жестких диска размером 80 ГБ одним диском на 160 ГБ без необходимости выключения компьютера для переноса системы или ручного перемещения данных между дисками ;
- уменьшить размеры файловых систем и удалить диски из дисковой группы, когда их емкость больше не требуется ;

- создавать внутренне согласованные резервные копии на основе мгновенных копий файловой системы (на основе создания снимков — snapshots).

Казалось бы, данная разработка является панацеей при организации систем хранения информации, однако отметим недостатки в контексте данной работы.

В силу определенных обстоятельств, сложившихся на рынке операционных систем, данная технология реализована только в Unix-подобных системах.

Идея конкатенации физических дисков в единые массивы для хранения информации впервые была озвучена и реализована в калифорнийском университете Беркли. В общем, сама технология RAID (redundant array of independent/inexpensive disks) имеет широкое многообразие реализаций для решения разных задач по хранению данных. Из всех уровней RAID выберем нулевой. RAID 0 — дисковый массив из двух или более жестких дисков. Данный уровень RAID подходит для решения поставленной задачи хранения информации. Схема записи блоков данных на устройство приведена на рис. 2.

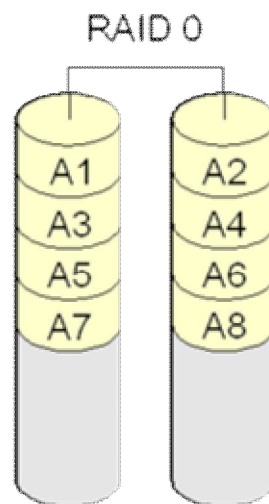


Рисунок 2 — Схема RAID 0

Информация разбивается на блоки A_i и записывается на оба/несколько дисков одновременно.

Достоинства:

- повышение производительности;
- возможность как программной, так и аппаратной реализации.

Недостатки:

- отсутствие надежности всего массива;
- меньшая гибкость (в сравнении с LVM).

После организации локального хранилища (в пределах одного узла) полученные дисковые контейнеры необходимо экспортировать по протоколу ATA over Ethernet (AoE). Естественно, хранимую информацию необходимо подвергнуть одному из доступных сегодня методу криптографической защиты.

Очевидна сложность построения распределенной защищенной системы, поэтому поставлена задача разработать такую методику организации распределенного хранения и защиты информации, которая отвечала бы всем поставленным в начале этого доклада требованиям и была бы проста в организации и использовании.

Распределенное хранение файлов направлено прежде всего на обеспечение отказоустойчивости и безопасности хранения информации. Известно, что заполучив жесткий диск с критическими сведениями, пусть даже в зашифрованном виде, их можно прочесть. Вопрос лишь времени и доступности вычислительных ресурсов. Применяя же распределенное хранение информации обеспечивается ее надежность не только за счет шифрования, но и за счет территориально-географической раздробленности. Такой подход делает невозможным факт несанкционированного завладения всем объемом хранимых данных и обеспечивает высокий уровень конфиденциальности информации. Полезный побочный эффект — оптимизация ресурсов хранения информации в случае использования данной методики в рамках локальных сетей.

Литература

- [1] Персональные компьютеры в сетях TCP/IP. Крейг Хант; перев. с англ. - BHV-Киев, 1997.
- [2] Высокопроизводительные сети. Энциклопедия пользователя. Марк А. Спортак и др.; перев. с англ. - Киев, ДиаСофт, 1998.
- [3] Компьютерные сети. Учебный курс, 2-е изд. (+CD-ROM). - MicrosoftPress, Русская редакция, 1998.
- [4] David A. Patterson, Garth Gibson, Randy H. Katz, A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks, University of California Berkley, 1988.
- [5] Gupta, Meeta, Storage Area Network Fundamentals, Cisco Press. Appendix A.
- [6] Advantages of peer-to-peer networks - <http://www.solyrich.com/p2p-pros-cons.asp>
- [7] Lewis, LVM HOWTO, Linux Documentation Project - <http://tldp.org/HOWTO/LVM-HOWTO>
- [8] Баранов Константин, Linux Logical Volume Manager - <http://const.tltsu.ru/articles/lvm.pdf>
- [9] Javed I. Khan, Adam Wierzbicki, Foundation of Peer-to-Peer Computing, Elsevier Journal of Computer Communication, February 2008. Volume 31, Issue 2.
- [10] S. Hopkins, B. Coile. ATA over Ethernet Specification. Technical Report The Brantley Coile Company, Inc.