

Использование кластеров



Кластер — группа компьютеров, объединённых высокоскоростными каналами связи и представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс.



Виды кластеров

- **Отказоустойчивые кластеры** (High-availability clusters, HA, кластеры высокой доступности)
- **Кластеры с балансировкой нагрузки** (Load balancing clusters)
- **Вычислительные кластеры** (High performance computing clusters)
- **Грид-вычисления** -это форма распределённых вычислений, в которой «виртуальный суперкомпьютер» представлен в виде кластеров соединённых с помощью сети, слабосвязанных, гетерогенных компьютеров, работающих вместе для выполнения огромного количества заданий (операций, работ).

Классификация кластеров



Кластеры высокой доступности

- Обозначаются аббревиатурой **НА** (англ. *High Availability* — высокая доступность).
- Создаются для обеспечения высокой доступности сервиса, предоставляемого кластером. Избыточное число узлов, входящих в кластер, гарантирует предоставление сервиса в случае отказа одного или нескольких серверов.



Отказоустойчивые кластеры и системы вообще строятся по трем основным принципам

- **С холодным резервом или активный/пассивный**

Активный узел выполняет запросы, а пассивный ждет его отказа и включается в работу, когда таковой произойдет.

- **С горячим резервом или активный/активный.**

Все узлы выполняют запросы, в случае отказа одного нагрузка перераспределяется между оставшимися.

То есть кластер распределения нагрузки с поддержкой перераспределения запросов при отказе.

● С модульной избыточностью

Применяется только в случае, когда простой системы совершенно недопустим. Все узлы одновременно выполняют один и тот же запрос (либо части его, но так, что результат достижим и при отказе любого узла), из результатов берется любой. Необходимо гарантировать, что результаты разных узлов всегда будут одинаковы (либо различия гарантированно не повлияют на дальнейшую работу).

Кластеры распределения нагрузки

(Network Load Balancing, NLB)

- Принцип их действия строится на распределении запросов через один или несколько входных узлов, которые перенаправляют их на обработку в остальные, вычислительные узлы. Первоначальная цель такого кластера — производительность, однако, в них часто используются также и методы, повышающие надёжность.

Подобные конструкции называются **серверными фермами.**

Программное обеспечение (ПО) может быть как коммерческим (OpenVMS, MOSIX, Platform LSF HPC, Solaris Cluster, Moab Cluster Suite, Maui Cluster Scheduler), так и бесплатным (OpenMosix, Sun Grid Engine, Linux Virtual Server).

Вычислительные кластеры

Кластеры используются в вычислительных целях, в частности в научных исследованиях.

Для вычислительных кластеров существенными показателями являются высокая производительность процессора в операциях над числами с плавающей точкой (flops) и низкая латентность объединяющей сети, и менее существенными — скорость операций ввода-вывода, которая в большей степени важна для баз данных и web-сервисов.

Вычислительные кластеры позволяют уменьшить время расчетов, по сравнению с одиночным компьютером, разбивая задание на параллельно выполняющиеся ветки, которые обмениваются данными по связывающей сети.

- Одна из типичных конфигураций — набор компьютеров, собранных из общедоступных компонентов, с установленной на них операционной системой **Linux**, и связанных сетью **Ethernet**, **Myrinet**, **InfiniBand** или другими относительно недорогими сетями.
- Такую систему принято называть **кластером Beowulf**. Специально выделяют высокопроизводительные кластеры (Обозначаются англ. аббревиатурой **HPC Cluster — High-performance computing cluster**).

Системы распределенных вычислений (grid)

Их также называют **grid-системами**.

Такая система, в отличие от кластеров, не похожа на единый компьютер, а служит упрощённым средством распределения вычислений

- **Главное отличие — низкая доступность каждого узла, то есть невозможность гарантировать его работу в заданный момент времени (узлы подключаются и отключаются в процессе работы), поэтому задача должна быть разбита на ряд независимых друг от друга процессов..** **Нестабильность конфигурации, в таком случае, компенсируется большим числом узлов.**

Кластер серверов, организуемых программно

- **Кластер серверов** (в информационных технологиях) — группа серверов, объединённых логически, способных обрабатывать идентичные запросы и использующихся как единый ресурс.

Группа серверов обладает большей надежностью и большей производительностью, чем один сервер. Объединение серверов в один ресурс происходит на уровне программных протоколов.



В отличие от аппаратного кластера компьютеров, кластеры организуемые программно, требуют:

- **наличия специального программного модуля (Cluster Manager)**, основной функцией которого является поддержание взаимодействия между всеми серверами — членами кластера:
 - синхронизации данных между всеми серверами — членами кластера;
 - распределение нагрузки (клиентских запросов) между серверами — членами кластера;

- от умения клиентского программного обеспечения распознавать сервер, представляющий собой кластер серверов, и соответствующим образом обрабатывать команды от Cluster Manager;
 - если клиентская программа не умеет распознавать кластер, она будет работать только с тем сервером, к которому обратилась изначально, а при попытке Cluster Manager перераспределить запрос на другие серверы, клиентская программа может вообще лишиться доступа к этому серверу (результат зависит от конкретной реализации кластера).

Примеры программных кластерных решений

- IBM Lotus Notes
- HP MC/ServiceGuard



Применение кластер серверов

В большинстве случаев, кластеры серверов функционируют на отдельных компьютерах. Это позволяет повышать производительность за счёт распределения нагрузки на аппаратные ресурсы и обеспечивает отказоустойчивость на аппаратном уровне.

- Однако, принцип организации кластера серверов (на уровне программного протокола) позволяет исполнять по нескольку программных серверов на одном аппаратном. Такое использование может быть востребовано:
 - при разработке и тестировании кластерных решений;
 - при необходимости обеспечить доступность кластера только с учётом частых изменений конфигурации серверов — членов кластера, требующих их перезагрузки (перезагрузка производится поочерёдно) в условиях ограниченных аппаратных ресурсов.

Самые производительные кластеры

Самым быстрым кластером является **IBM Roadrunner** (Лос-Аламосская национальная лаборатория, США, созданный в 2008 году), его **максимальная производительность (на июль 2008)** составляет **1,026 Петабайт**



- Самая быстрая система в Европе — суперкомпьютер, **BlueGene/P** находится в Германии, в исследовательском центре города Юлих, земля Северный Рейн-Вестфалия, максимально достигнутая



ительность
афл



- Сравнительно дешёвую альтернативу суперкомпьютерам представляют кластеры, основанные на концепции **Beowulf**, которые строятся из обыкновенных недорогих компьютеров на основе бесплатного программного обеспечения. Один из практических примеров такой системы — Stone Soupercomputer (Оак Ридж, Теннесси, США, 1997).



Программные средства

- Широко распространённым средством для организации межсерверного взаимодействия является библиотека **MPI**, поддерживающая языки **C** и **Fortran**.
- Операционная система **Solaris** предоставляет программное обеспечение **Solaris Cluster**, которое служит для обеспечения высокой доступности и безотказности серверов, работающих под управлением **Solaris**. Для **OpenSolaris** существует реализация с открытым кодом под названием **OpenSolaris HA Cluster**.

- **distcc, MPICH** и др. — специализированные средства для распараллеливания работы программ. **distcc** допускает параллельную компиляцию в **GNU Compiler Collection**.
- **Linux Virtual Server, Linux-HA** — узловое ПО для распределения запросов между вычислительными серверами.
- **MOSIX, openMosix, Kerrighed, OpenSSI** — полнофункциональные кластерные среды, встроенные в ядро, автоматически распределяющие задачи между однородными узлами. **OpenSSI, openMosix и Kerrighed создают среду единой операционной системы между узлами.**

Компанией **Microsoft** выпускается HA-кластер для операционной системы **Windows**.



- **Windows Compute Cluster Server 2003 (CCS)**, выпущенный в июне 2006 года разработан для высокотехнологичных приложений, которые требуют кластерных вычислений. Издание разработано для развертывания на множестве компьютеров, которые собираются в кластер для достижения мощностей суперкомпьютера.
- **Windows HPC Server 2008**

