

网站集群架构

利用开源软件构建 高可用、高性能、
可扩展 的集群系统



兰锋

bluedata@gmail.com



摘要

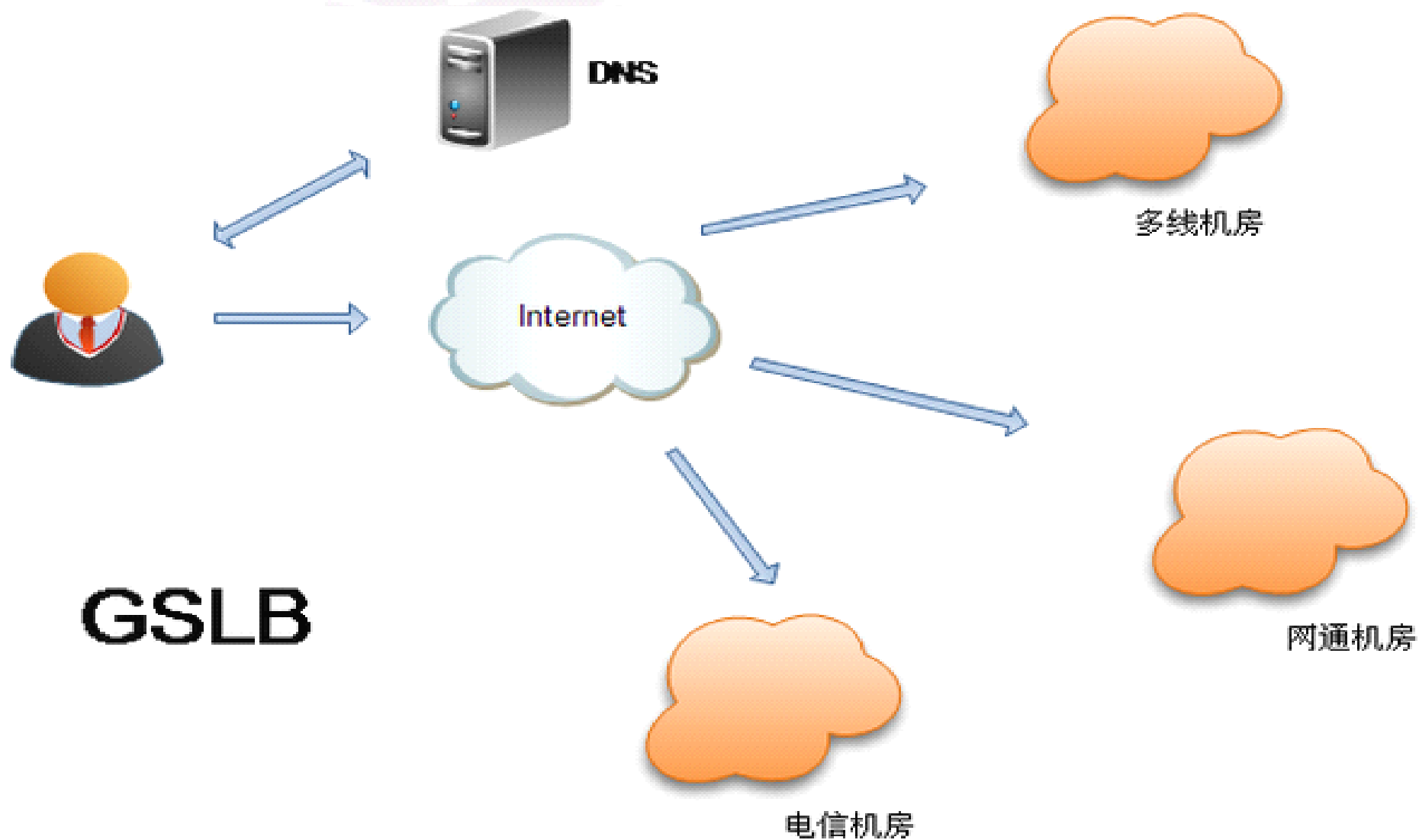
- 1. GSLB: 全局负载均衡
- 2. SLB: 服务器负载均衡
 - 四层交换 LVS
 - 七层交换 Nginx
- 3. Heartbeat 实现 HA
- 4. MySQL 数据库集群
- 5. 集群环境下的存储备份
- 6. 集群的监控及管理

GSLB - Global Server Load Balance



- GSLB 是 Global Server Load Balance 的缩写，意思是全局负载均衡。
- 实现在广域网（包括互联网）上不同地域的服务器间的流量调配。
- 使用最佳的服务器（组）为最近的访问者提供服务，从而确保访问质量。

GSLB 架构图





多 IDC 与单 IDC 的对比

- 好处
- 可用：不会因某一 IDC 机房由于“不可抗力”造成的网络中断而影响访问，可用性高。
- 容灾：可避免灾难性事件（比如地震）造成无可挽回的数据丢失。
- 速度：机房离访问者更近，访问质量更高。
- 坏处
- 实现复杂：流量分配问题，数据同步问题。
- 管理复杂：跨地区、距离远，维护麻烦。
- 成本较高：要在多个 IDC 租用机柜或机位。

利用 Bind9 的视图功能实现 GSLB 1



- cat named.conf
- ...
- include "acl_chinanet.conf";
- view "chinanet" {
- match-clients { "chinanet"; };
- ...
- include "acl_cnc.conf";
- view "cnc" {
- match-clients { "cnc"; };
- ...
- view "other" {
- match-clients { "any"; };
- ...

利用 Bind9 的视图功能实现 GSLB 2



- `cat acl_chinanet.conf`
- `acl "chinanet" {`
- `58.32.0.0/13;`
- `58.40.0.0/15;`
- `...`
- `222.222.0.0/15;`
- `222.240.0.0/13;`
- `};`
- `acl_cnc.conf` 则为网通的 IP 段。
- 然后分别定义各视图 zone 文件中域名所对应的 IP 地址。
- 详细原理可参考 GSLB using xBayDNS: <http://you.video.sina.com.cn/b/9144571-1435882772.html>



SLB - Server Load Balancing

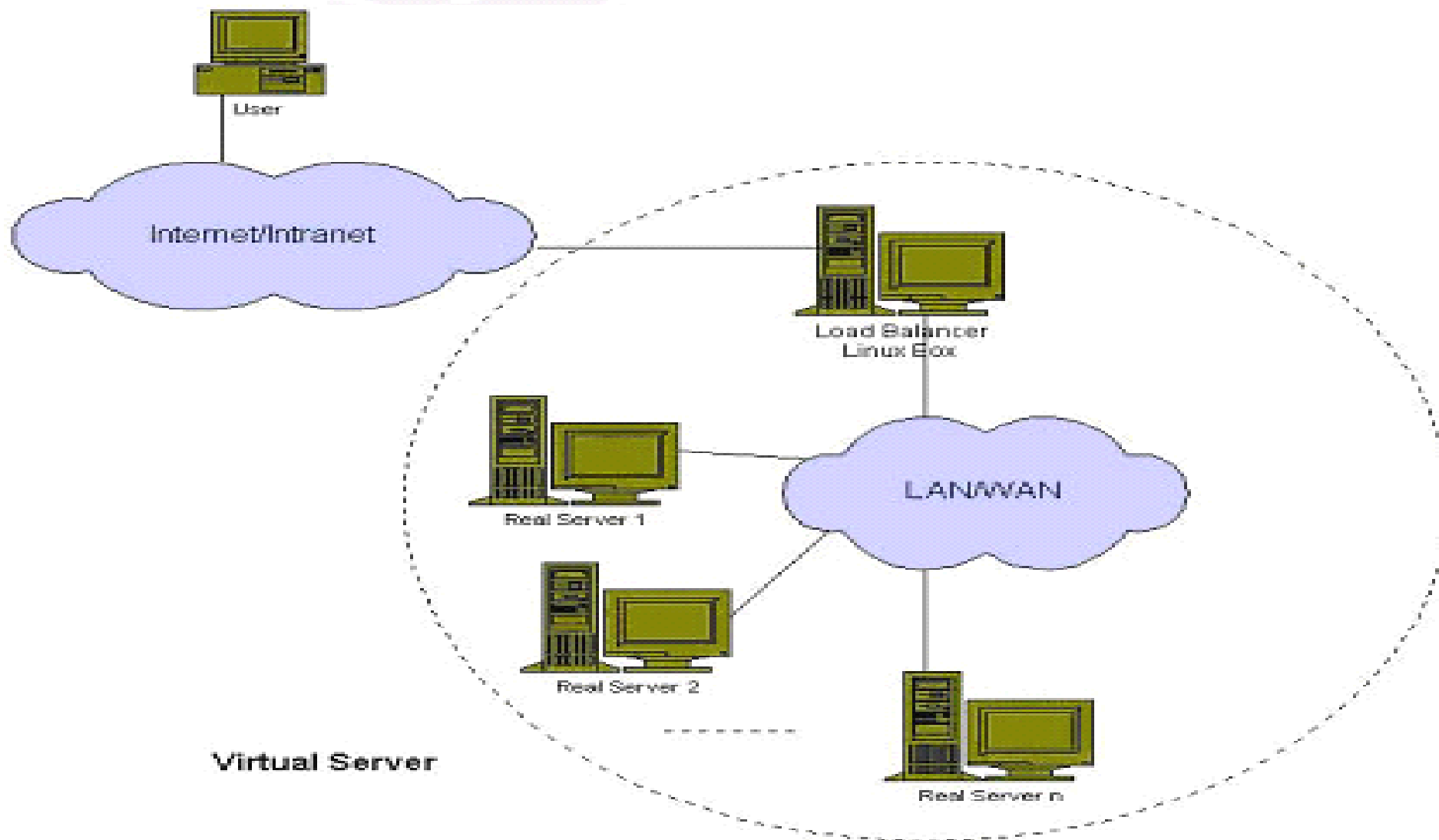
- SLB 是 Server Load Balancing 的缩写，意思是服务器负载均衡。可实现多个服务器之间的负载均衡。
- 当客户端向虚拟服务器（虚拟服务器是多个真实服务器的群集）发起连接时，通过均衡算法转发到真实服务器。



LVS - Linux Virtual Server

- LVS 是在 Linux 内核中做四层交换。
- LVS 只用 128 个字节记录一个连接信息，512M 可用内存即可支持四百万条连接数，性能很高。
- Linux 2.6 内核已经包含了 ipvs 模块，只需安装 ipvsadm 。
- 真实服务器需要解决 ARP 问题（ ARP 缓存造成的 ARP “欺骗”）
- `arp_ignore = 1` ## 只要这台机器上面任何一个设备有这个 IP，就响应 ARP 请求，并发送 MAC 地址应答。
- `arp_announce = 2` ## 发送 ARP 请求时只使用本设备的 IP 地址和 MAC 地址，避免造成 ARP 欺骗。
- LVS 的有关中文文档：
<http://www.linuxvirtualserver.org/zh/index.html>

LVS 架构图





Nginx

- Nginx ("engine x") 是一个高性能的 HTTP 和 反向代理 服务器。七层交换，大约能支持五万个并发连接。
- 可以通过定义 upstream 实现后端应用服务器（如运行 php-cgi 的机器）的负载均衡。
- ```
upstream php-fcgi {
 server 192.168.0.101:9000 weight=5;
 server 192.168.0.102:9000 weight=4;
 server 192.168.0.103:9000 weight=3;
}
```
- ```
location ~ .*\.php?$ {  
    fastcgi_pass php-fcgi;  
    include fastcgi_params;  
}
```

ngx_http_upstream_hash_module



- url hash 是用于提高 squid 群集命中率的一种算法。
- 通过 DNS 或 LVS 可以把流量分配到多个 squid 节点，但每台 squid 的缓存数据是重复的。
- 对 \$request_uri 进行 hash ， 并把所有访问都转发到后端的 squid:
- ```
upstream squid {
 server squid1:3128;
 server squid2:3128;
 hash $request_uri;
}
```
- ```
location / {  
    proxy_pass http://squid;  
    include proxy.conf;  
}
```



Nginx url hash 的高可用性

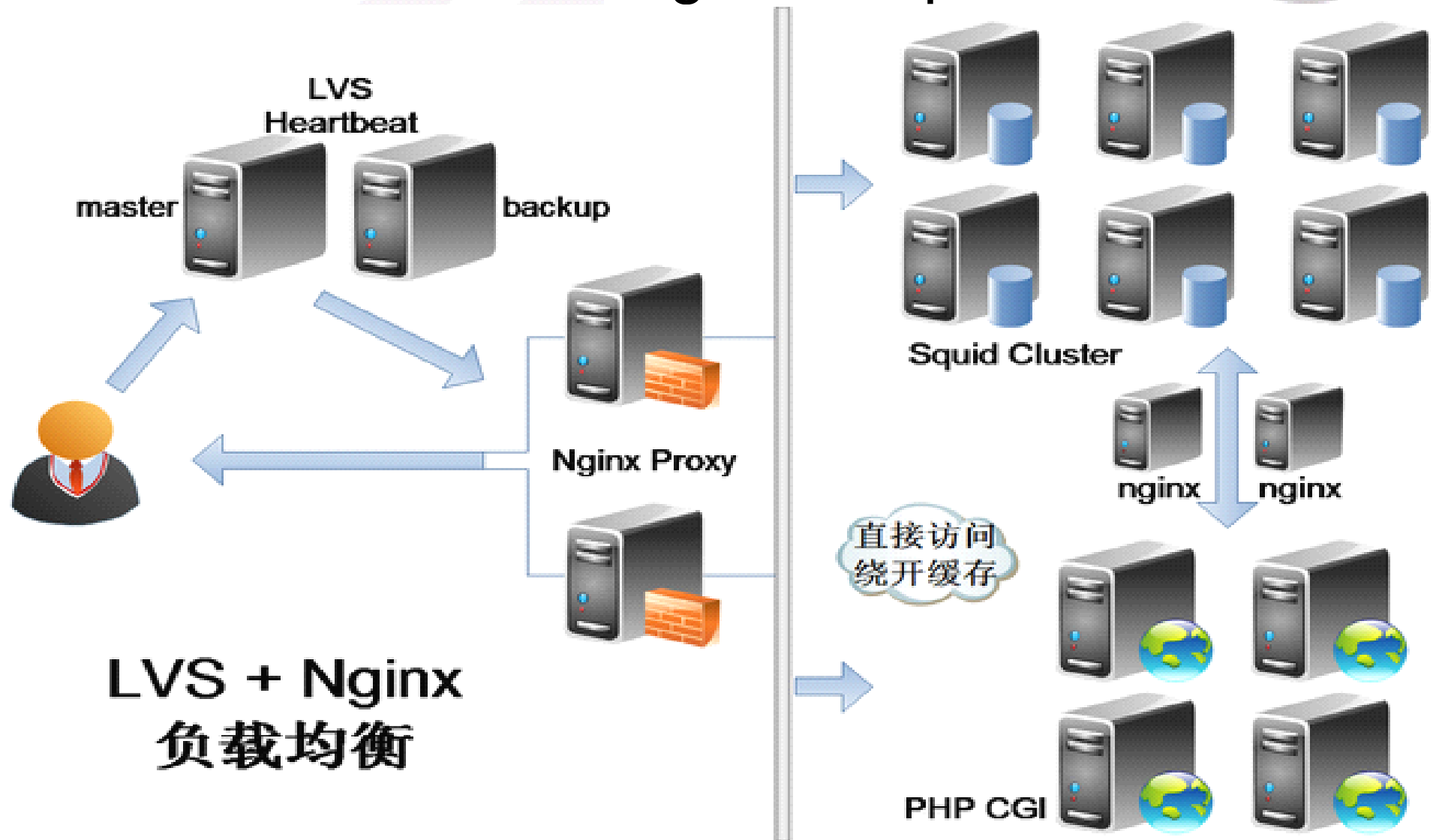
- 当有 squid 主机失效时，访问相应的页面会出现 502 错误。
- 可以定义 hash_again 及 proxy_next_upstream，在有缓存节点失效时，可以重新 hash。但这会对整个缓存池造成冲击。
- 利用 error_page 来实现故障的转移：
- error_page 502 = @fetch;
- location @fetch {
 - proxy_pass http://backup;
 - include proxy.conf;
 - }
- upstream backup {
 - server squid_backup_1:3128;
 - server squid_backup_2:3128;
 - }
- Nginx 的中文维基：<http://wiki.nginx.org/NginxChs>



Heartbeat

- Heartbeat 最核心的两个部分：心跳监测部分和资源接管部分。
- 心跳监测可以通过网络或串口进行，而且支持冗余链路，节点之间相互发送报文来告诉对方自己当前的状态。如果一个节点在指定的时间内未收到对方发送的报文，那么就认为对方失效。
- 这时需要启动资源接管模块来接管运行在对方主机上的资源或服务。
- 直接安装 heartbeat 包即可，还可安装 ldirectord (for Debian) 监测和管理 LVS 集群中的真实服务器（CentOS 下是 heartbeat-ldirectord）。
- 使用网络监测要注意同一网络中存在多个 HA 应用时的广播 (bcast) 造成的干扰，这种情况下应该使用单播 (ucast)。
- 危险的脑裂 (split-brain)。
- Heartbeat 应用在操作存储设备的情况下是有一定的风险的。

Heartbeat + LVS + Nginx + Squid + PHP





MySQL 数据库集群

- 1. MySQL Cluster
- 2. MySQL 复制 之 一主多从 模式
- 3. MySQL 复制 之 多主模式
- 4. MySQL 复制 之 级联复制

MySQL Cluster 架构图



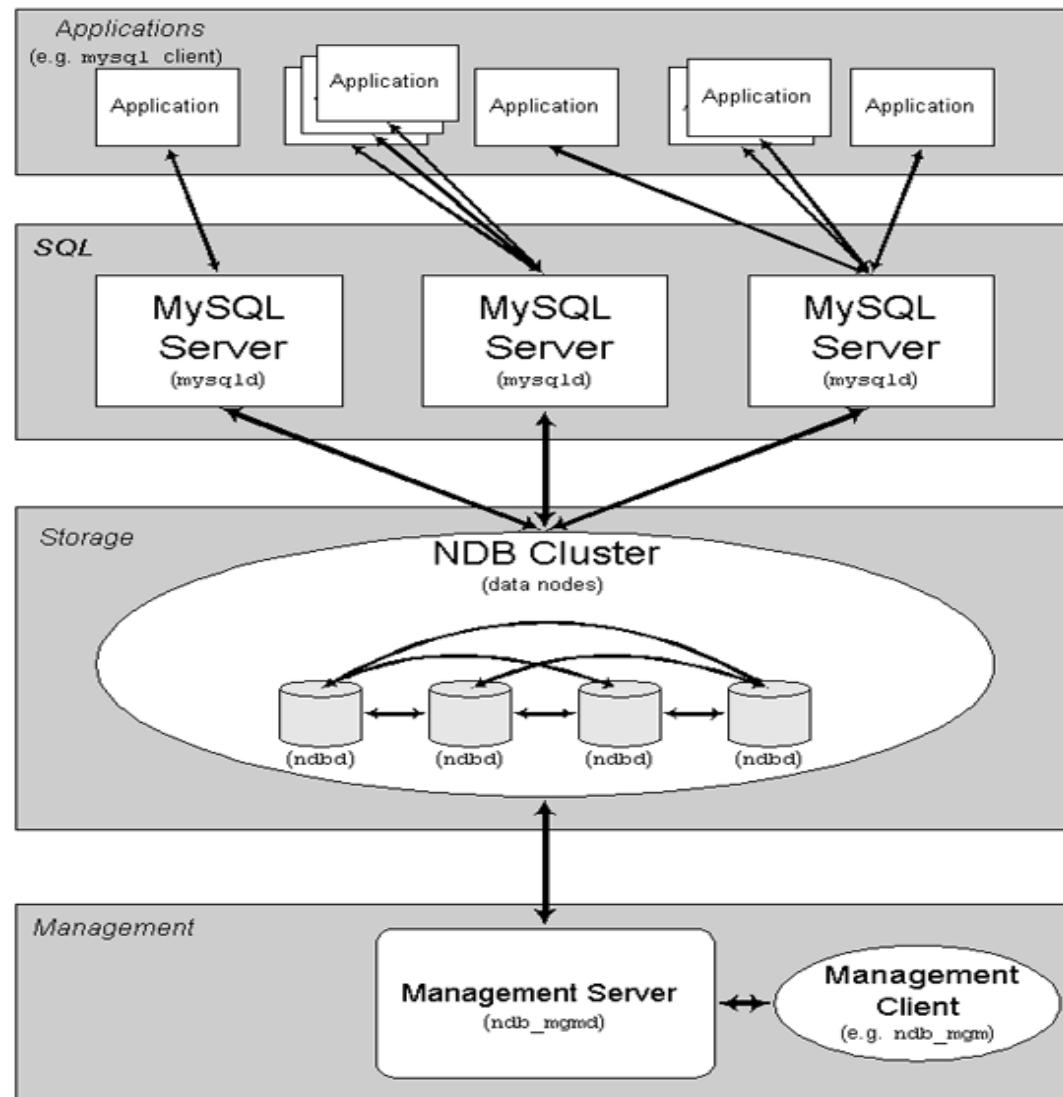
不用考虑读写分离问题。

SQL 节点需要使用 LVS 做流量的分配。

NDB 的性能较低（新发布的 MySQL Cluster 7.0 有所改善）。

稳定性尚有待提高。

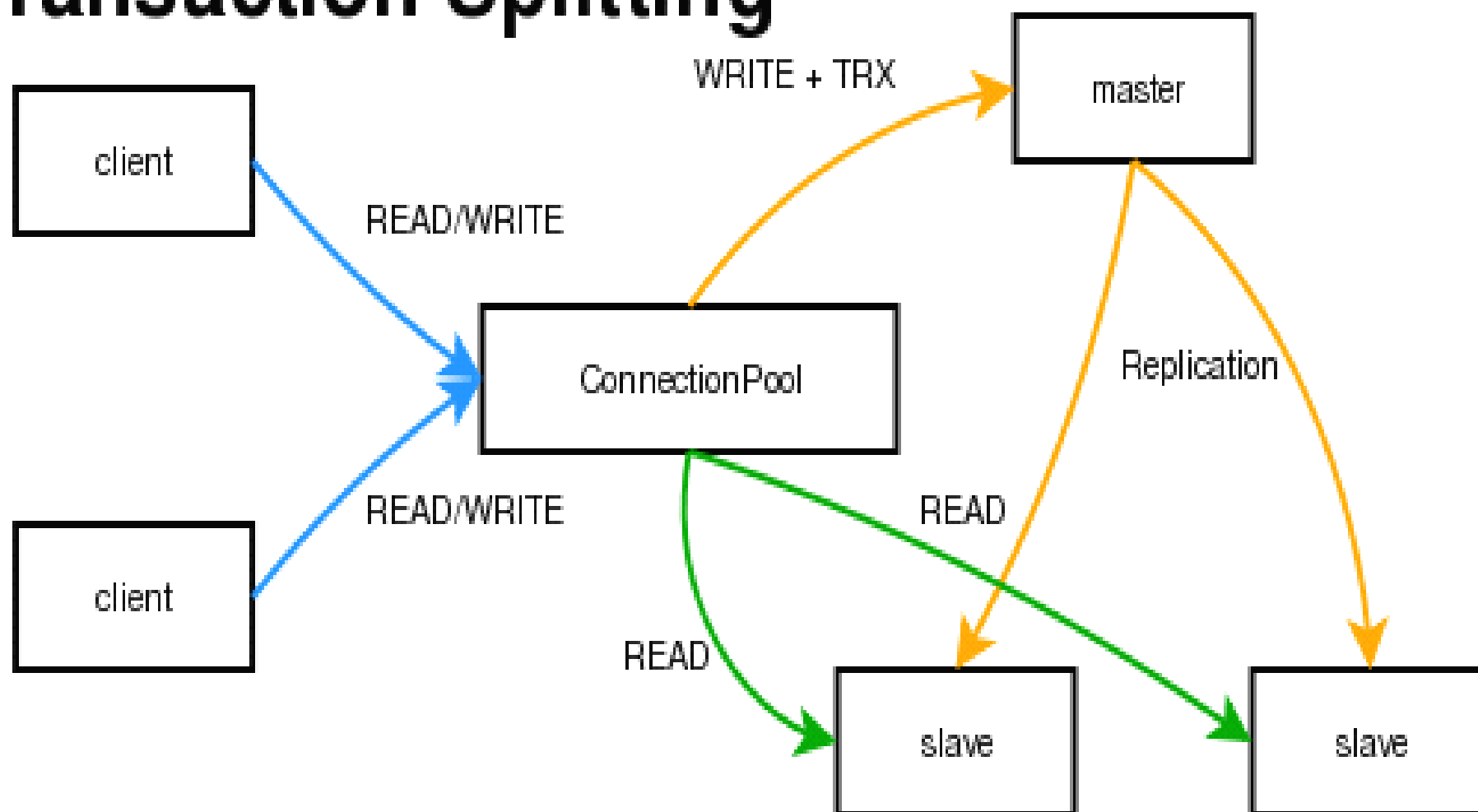
生产环境下的应用实例太少。





MySQL 一主多从模式架构图

Transaction Splitting

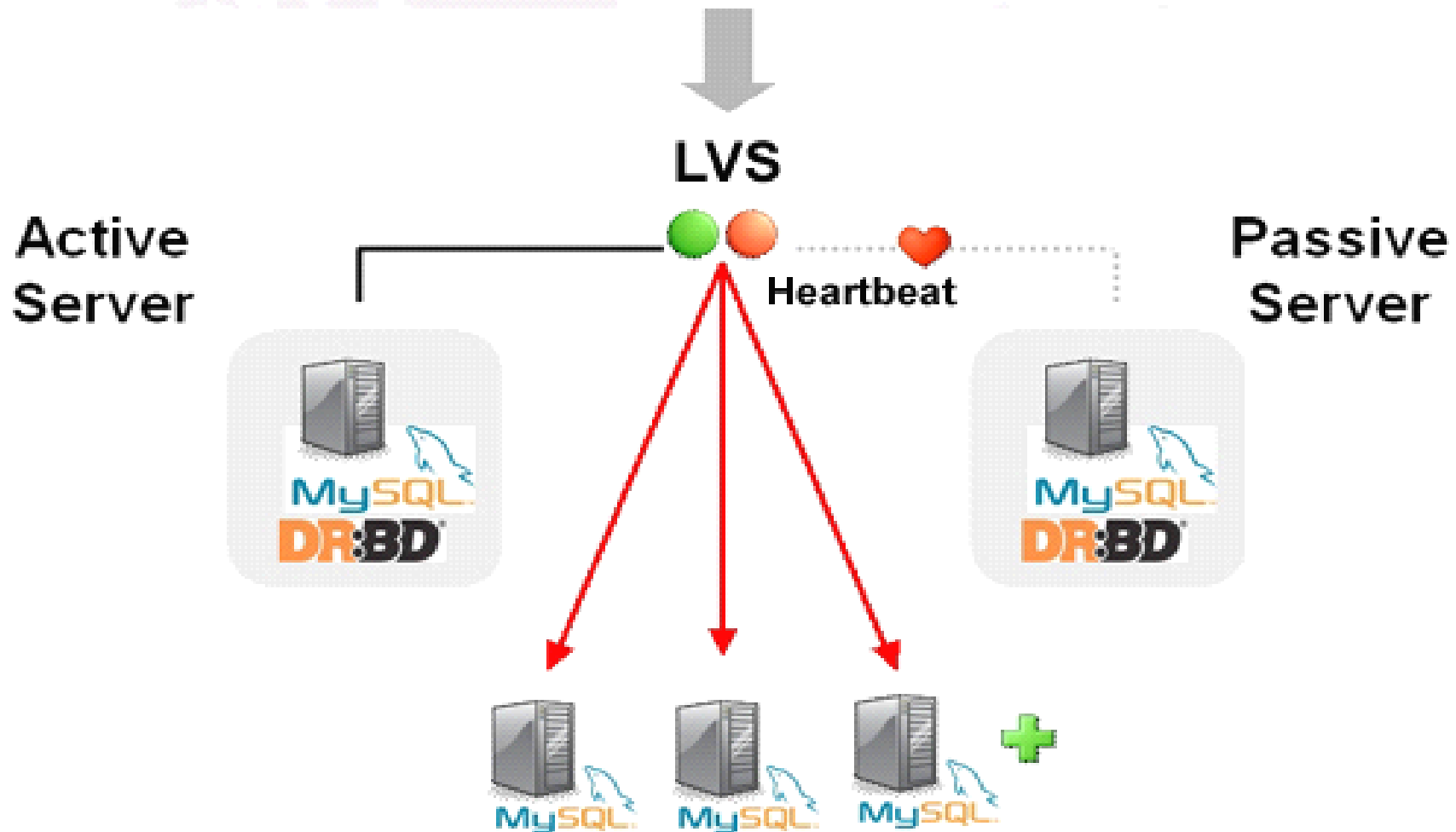




MySQL 一主多从模式的要点

- 读写分离会使应用层变的更复杂。
- 可以用 MySQL-Proxy 实现读写分离，而多个 slave 可以由 LVS 调度。
- MySQL-Proxy 同样存在稳定性问题，多了一层结构当然也就多了一个故障点。
- 修改应用程序的 数据库连接类 实现读写分离是较为常见的做法。
- 不能在 slave 上做实时查询，需要实时查询的应用只能走 master，这需要在应用层做区分。

MySQL 一主多从模式的集群方案 Heartbeat + DRBD + LVS



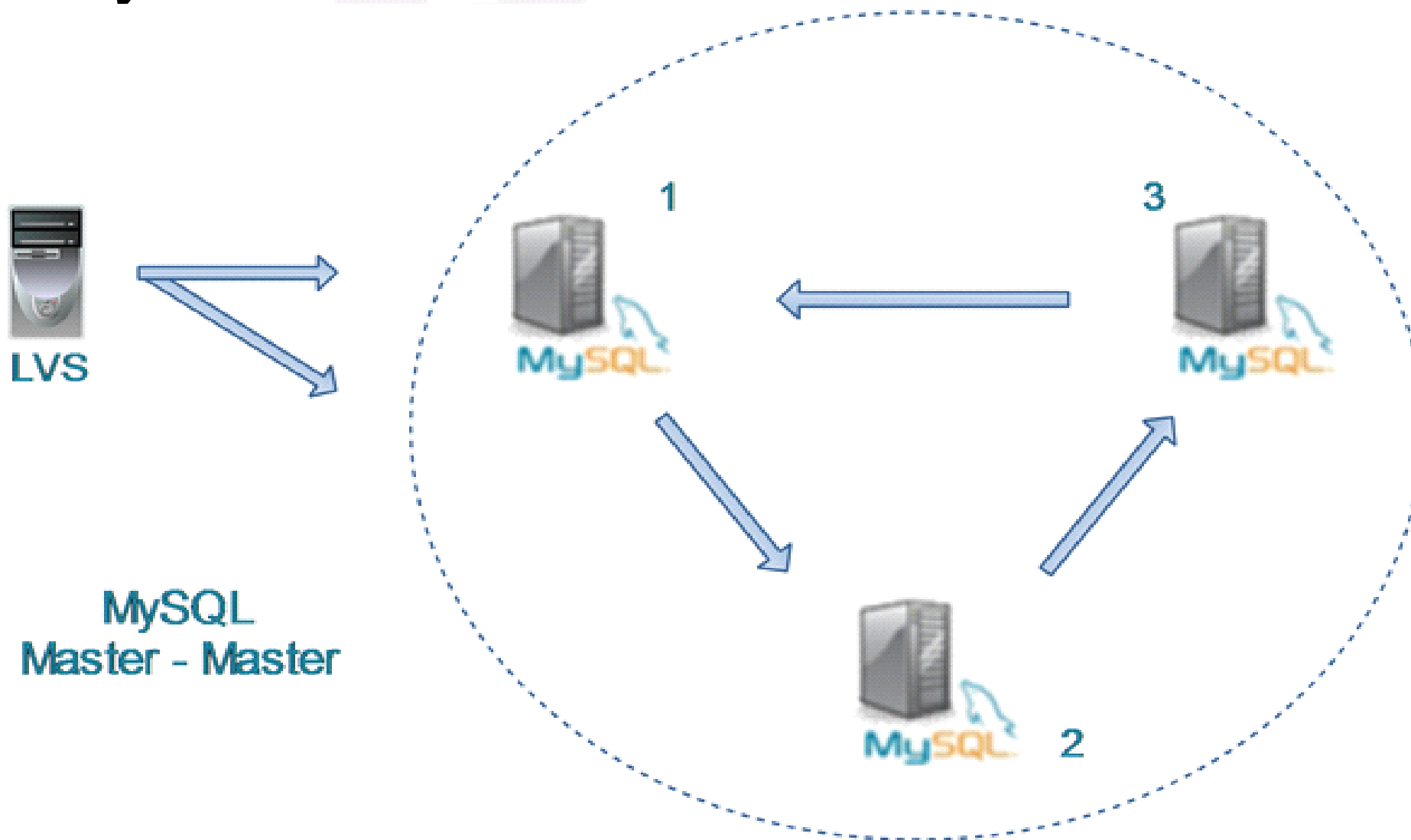
MySQL Replication Slaves – Read Scalability - Asynchronous

MySQL + Heartbeat + DRBD + LVS



- MySQL + DRBD 是 MySQL 官方网站上推荐的一个方案。解决了 master 的单点问题。
- 用 Idirectord 管理 slave 可以有效的将失效节点移出集群。
- 由于 MySQL、文件系统和磁盘均有缓存功能，在 master 掉电的情况下，binlog 文件最后的 Position 要落后 slave 已经复制的 Position 很多。这样就算备份节点接管了资源，仍然会造成复制的中断。需要手动恢复复制进程。
- 因 split-brain 造成资源争抢进而因错误写入造成存储的失效。恢复时间较长。

MySQL 多主模式 架构图





MySQL 多主模式的要点

- 不存在读写分离问题。
- 可扩展性较差，扩展较为麻烦。
- 自增 ID 的重复问题。
- 可以通过设定 `auto_increment_increment` 和 `auto_increment_offset` 来解决。
- 例如把 `auto_increment_increment` 设置为 3，而把 `master1`, `master2`, `master3` 的 `auto_increment_offset` 分别设置为 1, 2, 3，自增 ID 就分别为：
 - 1 4 7 10 13 ...
 - 2 5 8 11 14 ...
 - 3 6 9 12 15 ...



MySQL 级联复制

- 解决多 IDC 的数据库同步问题。
- 多个 IDC 之间由 master-slave 模式同步数据。
- 可以用多线机房的 MySQL Server 做 master，而用电信/网通机房的 MySQL Server 做 slave。
- 在同一 IDC，直接从顶级 master 同步的 slave 就成为了其它 MySQL Server 的 master。
- 确保次级 master 的 binlog 一致，需要用到 google-mysql-tools 中的 MirroredBinlogs。
- MirroredBinlogs 可以在 slave 保存一份和 master 完全相同的 binlog。
- 当一个 master 对应的 slave 过多，出现性能问题时，也可以用级联的方式进一步扩展。



集群环境下的存储备份

- NAS - Network Attached Storage （网络附属存储）
- NAS 通过 NFS/Samba/WebDAV/FTP 等方式实现共享存储，基本上可以直接叫做 Storage Server 。
- NFS 是 Linux 集群中最常见的共享存储方式，特点是简单易用，但性能有限。
- SAN - Storage Area Network （存储区域网络）
- 价格昂贵，在中小型网站中应用较少。
- 大型网站使用 Oracle 数据库做 RAC 的话就需要使用 SAN 了。
- iSCSI 价格相对较低。作为 iSCSI Initiator ， Debian 下需要安装 open-iscsi ，而 CentOS 下需要安装 iscsi-initiator-utils 。
- Linux 下 SAN 的共享存储，较为常见的方案是 RHCS + GFS + CLVM 。
- 分布式文件系统。



网站应用存储文件的分类及特点

- 1. 程序文件：更新少，数量少，频繁读。
- 2. 数据库文件：文件大，读写操作极为频繁，连续写。
- 3. 用户文件：数量巨大，读写较多，读取分散。
- 4. 零时文件：小文件，数量多，不需要永久存储。如 session 文件。



程序文件存储的解决方案

- NFS 是一个还算不错的选择，但有如下弱点：
 1. 严重的单点故障隐患。
 2. 扩展性较差，支持的节点数量有限。
 3. 大量不必要的网络传输。
- 根据程序文件读写的特点，可以考虑把文件放在本机。在文件更改时同步到各个节点。
- rsync: 多节点的同步不方便；扫描目录树的改变比较慢。
- 可用以下两个工具解决上述两个问题：
- csync2(<http://oss.linbit.com/csync2/>): 集群同步工具。
- inotify-tools(<http://inotify-tools.sourceforge.net/>): 是为 Linux 下 inotify 文件监控工具提供的一套 C 的开发接口库函数，同时还提供了一系列的命令行工具，这些工具可以用来监控文件系统的事件。

csync2 + inotify 实现集群文件即时同步 1



- Debian 下 csync2 的安装:
- apt-get install openssh-inetd csync2
- cat /etc/csync2.cfg
- nssl * *;
- group cluster1
- {
- host web1 web2 web3 web4;
- key /etc/csync2_ssl_cert.key;
- include /home;
- exclude /home/tmp;
- exclude *~ .*;
- auto younger;
- }
- 如果进行远程同步，为了安全，应该使用 ssl 连接，这需要安装 openssl 。

csync2 + inotify 实现集群文件即时同步 2



- Debian 下 inotify-tools 的安装:
- `apt-get install inotify-tools`
- 可以在需要同步的节点上运行下面这个脚本进行同步了:
- `cat /usr/local/sbin/csync2.sh`
- `#!/bin/sh`
- `src=/home`
- `inotifywait -mrq --timefmt '%d/%m/%y %H:%M' --format '%T %w%f' \`
- `--exclude "\.swp$" \`
- `-e modify,attrib,create,delete,move \`
- `${src} \`
- `| while read file`
- `do`
- `csync2 -x > /dev/null 2>&1`
- `done`
- 用作即时备份也是个不错的选择。



数据库的存储备份

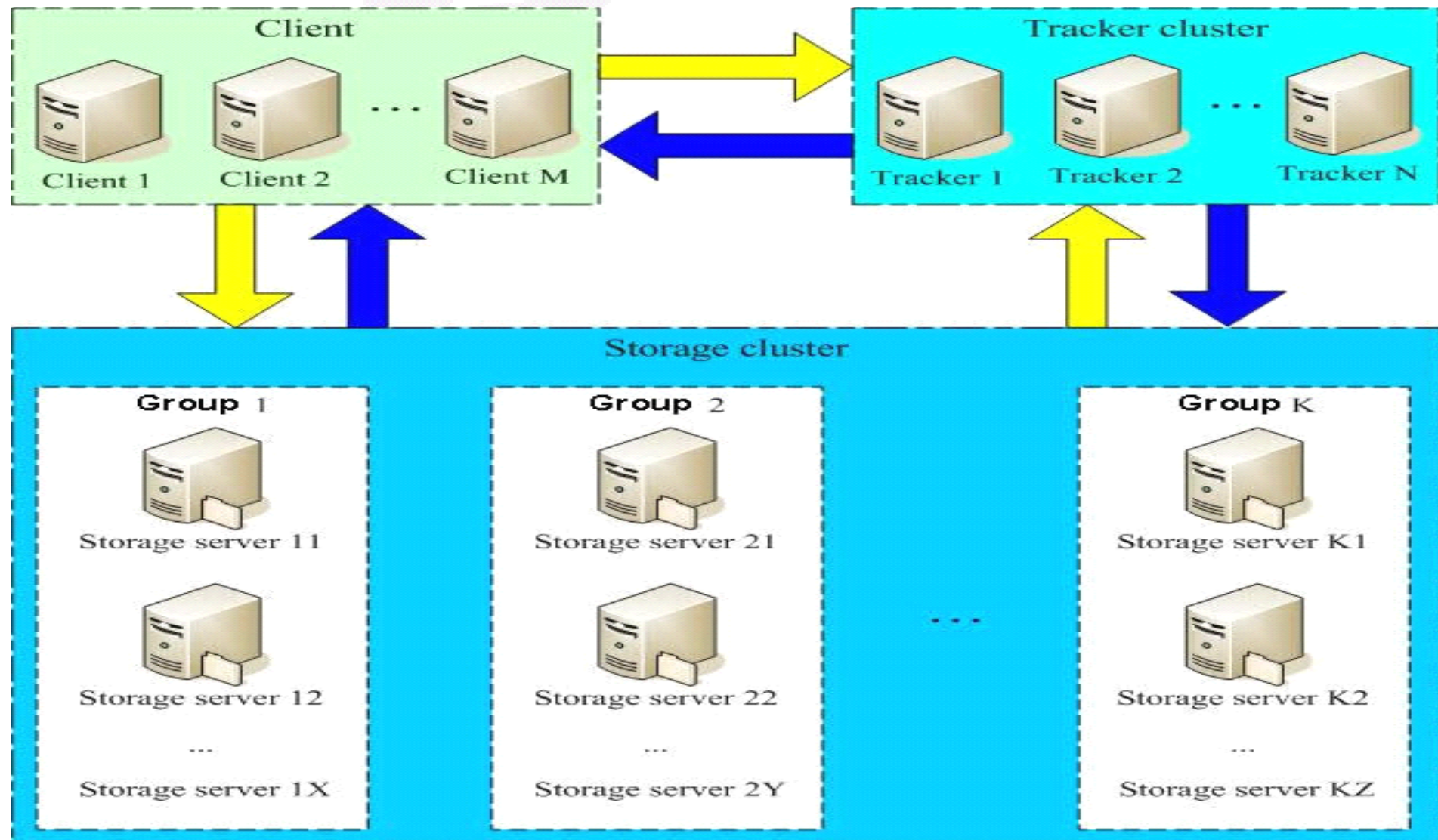
- 对于数据库应用存储的特点，一般使用 RAID5 或 RAID1+0 。而在线扩容一般是通过 LVM 实现。
- DRBD 是基于网络的 RAID1 ，可实现 MySQL 单 master 方案的热备。其实每个 slave 也都是一个备份。
- 利用 LVM 的快照功能实现对 MySQL 数据库文件的全备份，再通过 binlog 实现增量备份是一个很好的备份方案。
- LVM 在存储管理中是非常重要的。可参考 逻辑卷管理：
<http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/l-lvm2/>



用户文件的存储

- 分布在多个节点，避免单点故障。
- 容量可动态扩充。
- 可方便的通过 HTTP 访问。
- 对于大量小文件的存储，NAS 和 SAN 都不合适。分布式存储是这种应用较好的解决方案。
- MogileFS 由 存储节点、跟踪器、跟踪用的数据库 三个组件构成。
- FastDFS 有两个角色：跟踪器 (Tracker) 和存储节点 (Storage) 。
- MogileFS 和 FastDFS 都需要通过 API 访问文件，增加了应用层的复杂程度，但就存储而言是简单高效且易于维护的。

FastDFS 架构图





FastDFS 的要点

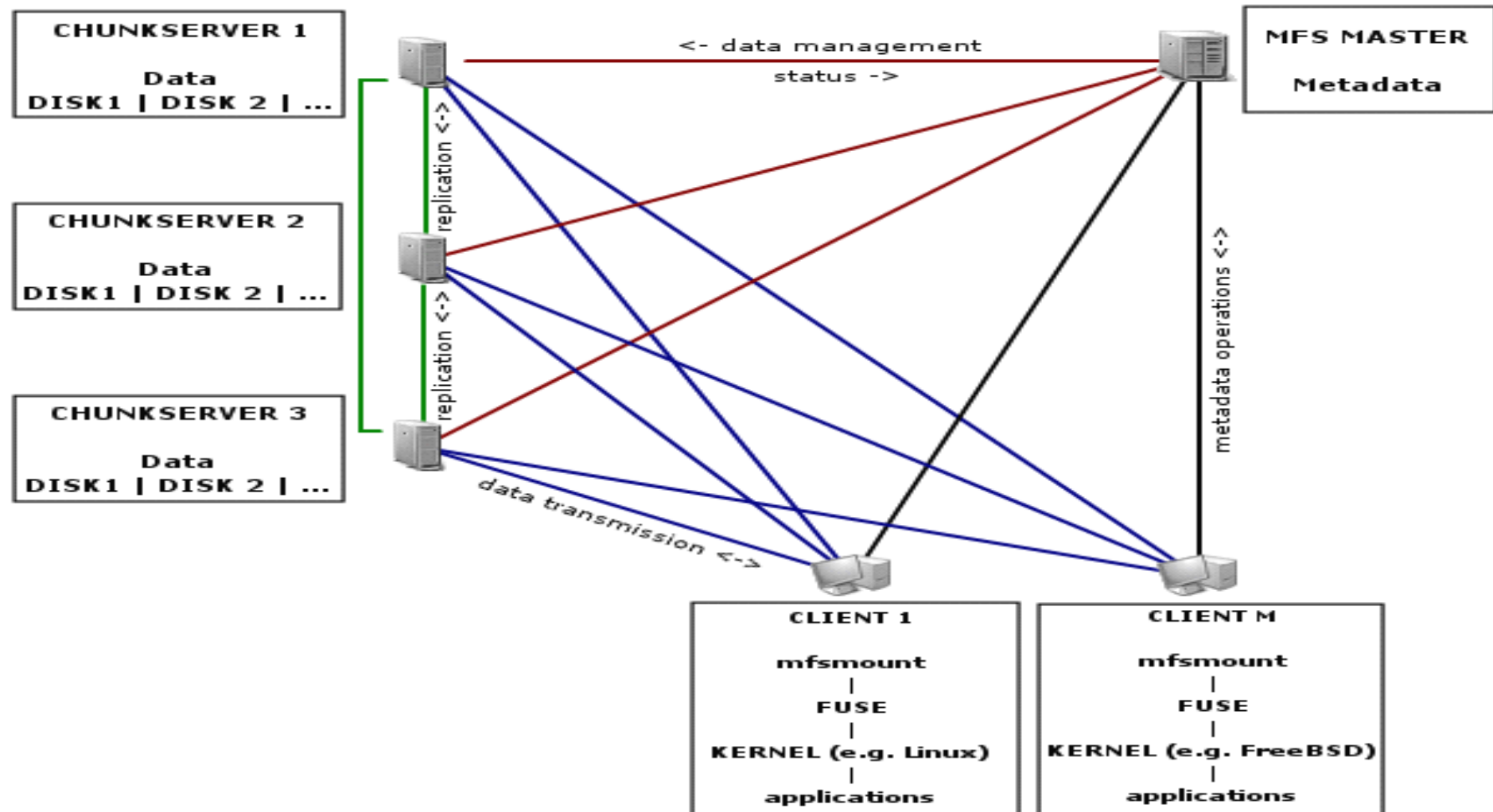
- 1. 每个组中存储节点的数据都是相同的，这可以实现备份和负载均衡。
- 2. 通过增加新的存储组，可以方便的实现在线扩容。
- 3. 可以把存储节点的存储目录通过 Nginx 发布出来直接对外提供访问。
- 4. 对于相同的文件，可以只创建链接，从而节约存储空间，但这需要创建索引文件。
- 5. 可定义多个 Tracker，避免单点故障，分散压力。



Moose File System (MFS)

- MFS 的特点:
 - 1. 通过 FUSE 实现的通用文件系统，简化了对文件的操作，应用层基本不用改动。
 - 2. 添加新的服务器或者硬盘就可以动态的扩展容量。
 - 3. 可以在不同的服务器上保存多份拷贝提高可用性。
 - 4. 可以指定被删除文件的保留时间实现“回收站”的功能。
- MFS 的结构:
 - Managing server (master)
 - Data servers (chunkservers)
 - Clients (mfsmount)

MFS 架构图





缓存系统 Memcached

- Memcached 是非常热门的一个缓存工具。利用 Memcached 缓存数据库查询结果是网站提升性能的重要手段。
- 在集群环境中，可以用其保存 session，实现 session 的共享。
- Memcachedb 实现永久存储可以减轻数据库的压力，比如把需要反复读写的“点击量”存入 Memcachedb。



集群的监控及管理

- 监控：
 - Nagios 用来即时监控集群中主机及服务状态，并给管理者发送报警信息。
 - Cacti 记录集群运作中的各种数据，并绘制出图形，为管理者提供有效的数据支持。
- 管理：
 - 如果节点较少，可以基于 `ssh + key` 编写脚本进行管理。
 - `csync2` 也可实现配置文件更改时触发指定脚本的执行。
 - 较多的节点可以考虑使用 `pssh (parallel ssh)` 进行管理。
 - `FUNC (Fedora Unified Network Controller)` 实现对大量节点的复杂管理。



完