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

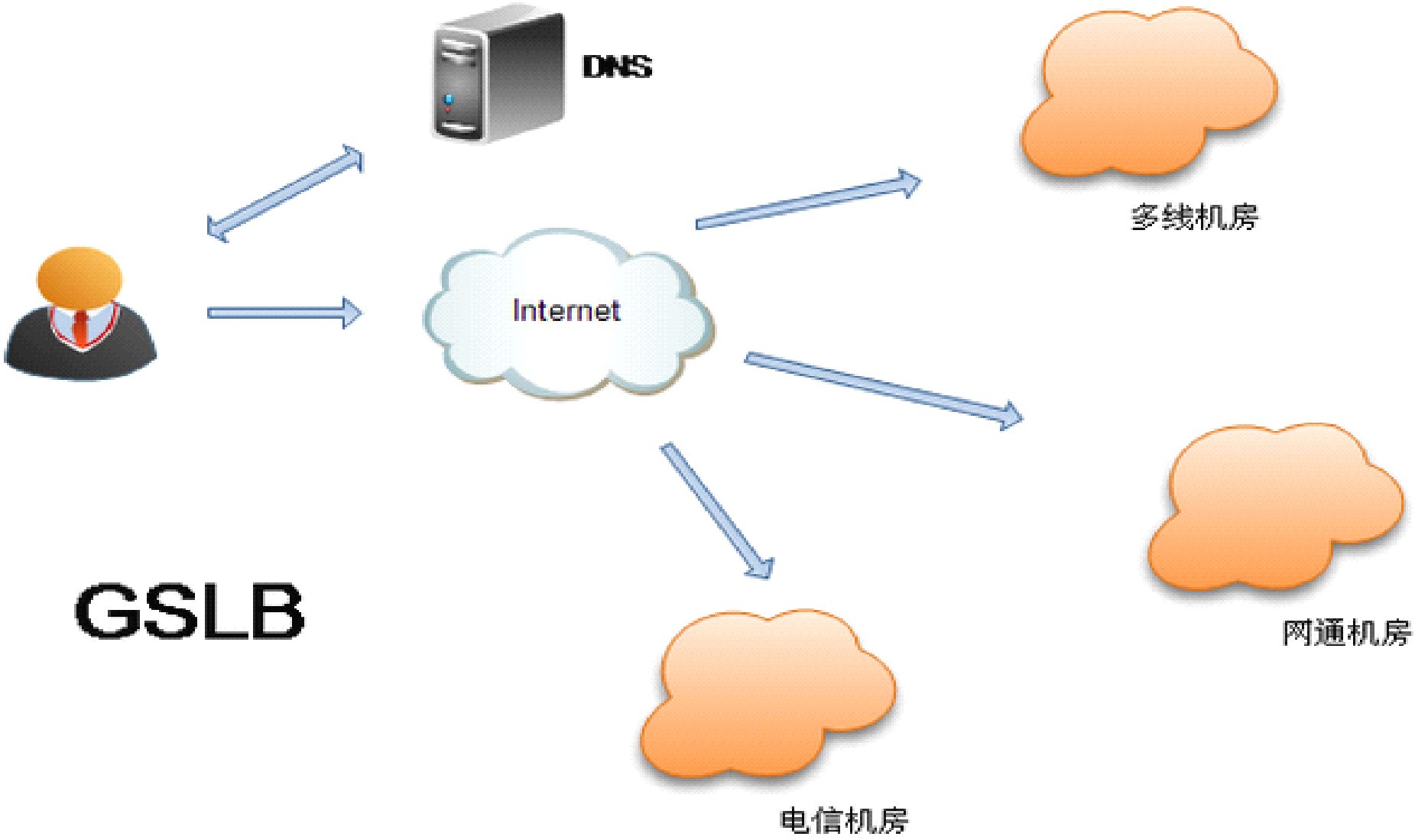
摘要

- 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. 缓存系统 Memcached
- 7. 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

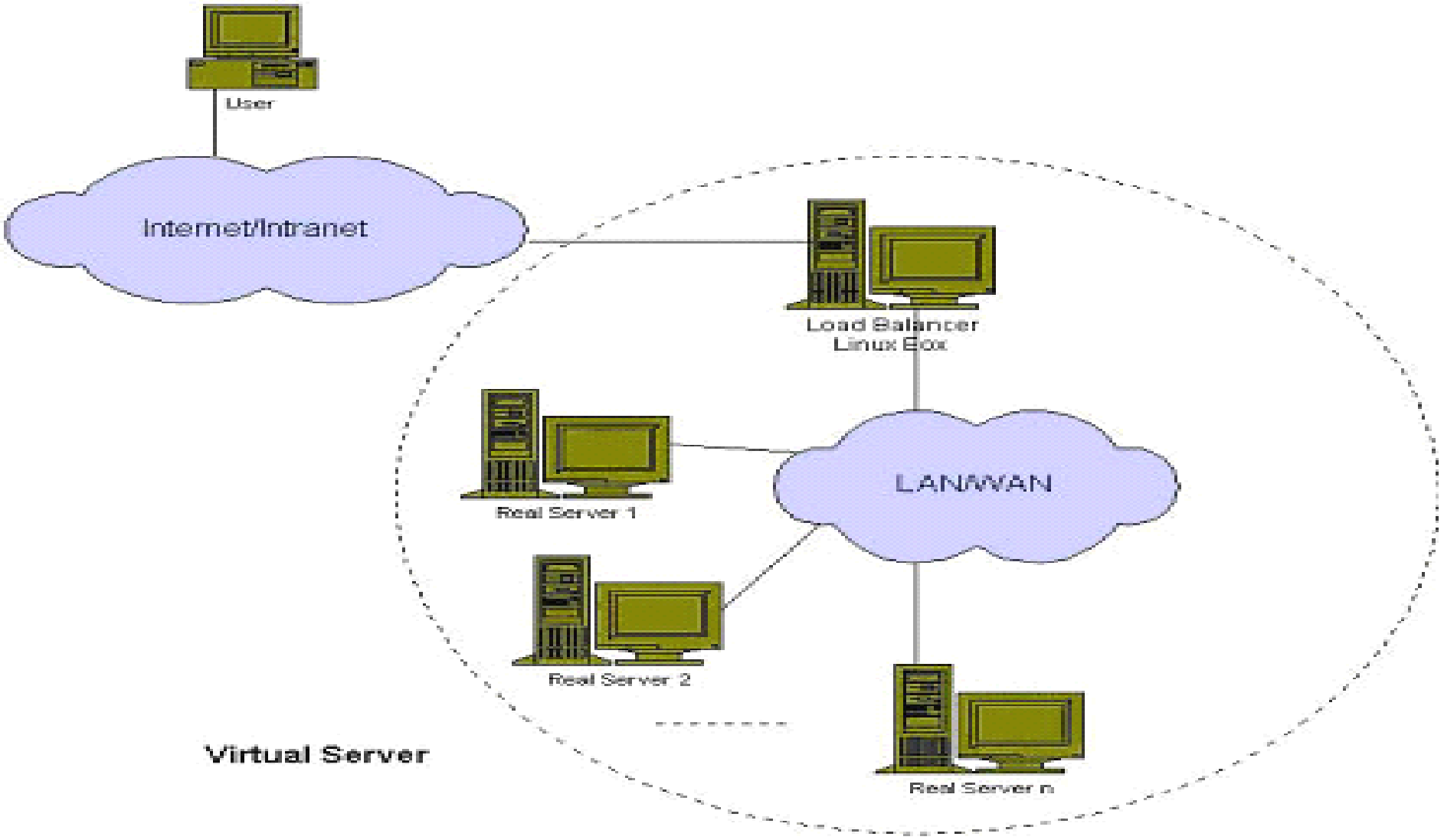
- LVS 是在 Linux 内核中做四层交换。
- LVS 只用 128 个字节记录一个连接信息，512M 可用内存即可支持四百万条连接数，性能很高。

- 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


User
Internet/Intranet
Load Balancer
Linux Box
LAN/WAN
Real Server 1
Real Server 2
Real Server n
Virtual Server

Nginx

- Nginx ("engine x") 是一个高性能的 HTTP 和 反向代理 服务器，也是一个 IMAP/POP3/SMTP 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。

- upstream squid {
- server squid1:3128;
- server squid2:3128;
- hash $request_uri;
- hash_again 1;
- }

- 定义 hash_again ，在有 squid 节点失效时，会重新 hash 。

- Nginx 的中文维基： http://wiki.nginx.org/NginxChs

Heartbeat

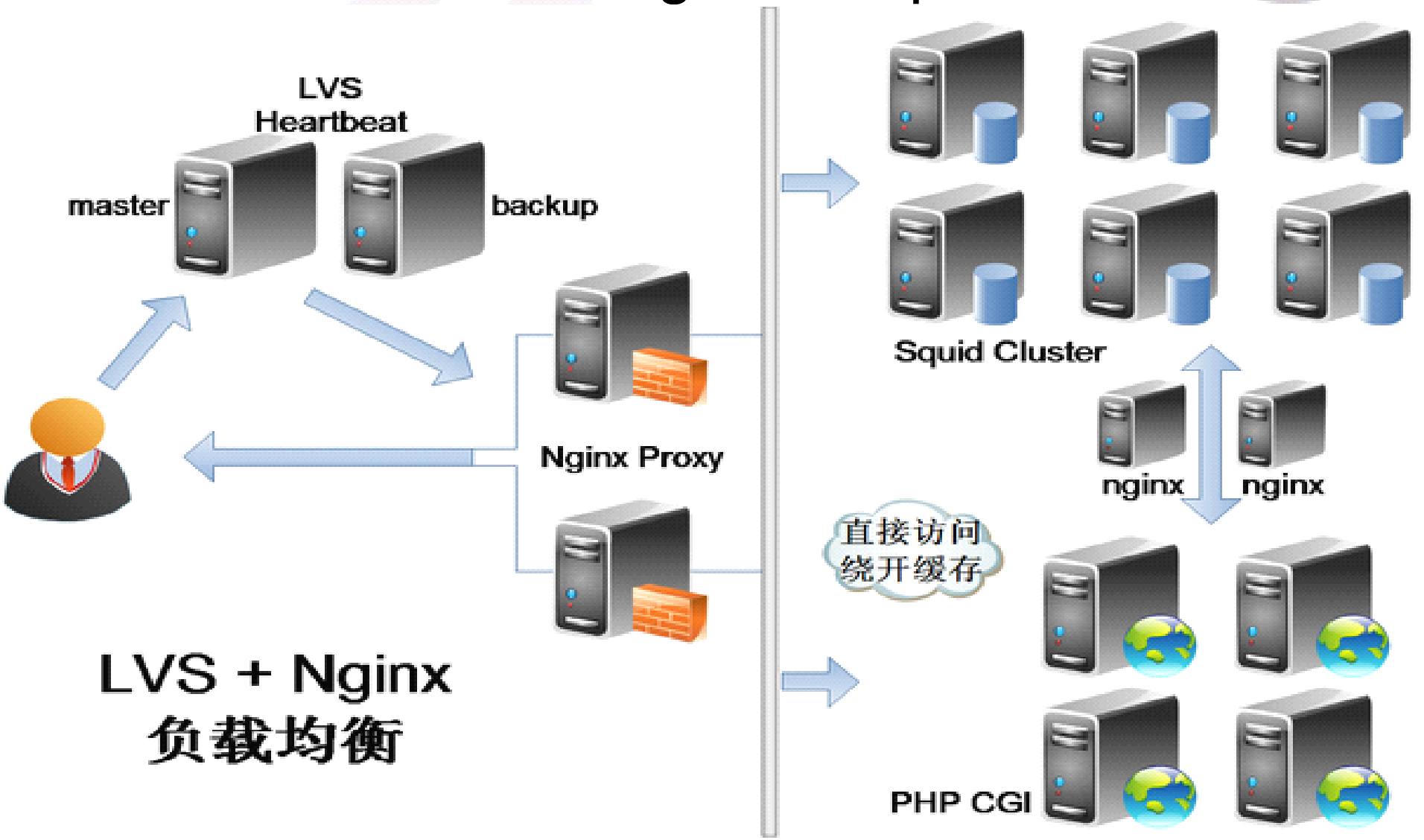
- Heartbeat 最核心的两个部分：心跳监测部分和资源接管部分。
- 心跳监测可以通过网络或串口进行，而且支持冗余链路，节点之间相互发送报文来告诉对方自己当前的状态。如果一个节点在指定的时间内未收到对方发送的报文，那么就认为对方失效。
- 这时需要启动资源接管模块来接管运行在对方主机上的资源或服务。

- 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

MySQL Cluster 架构图

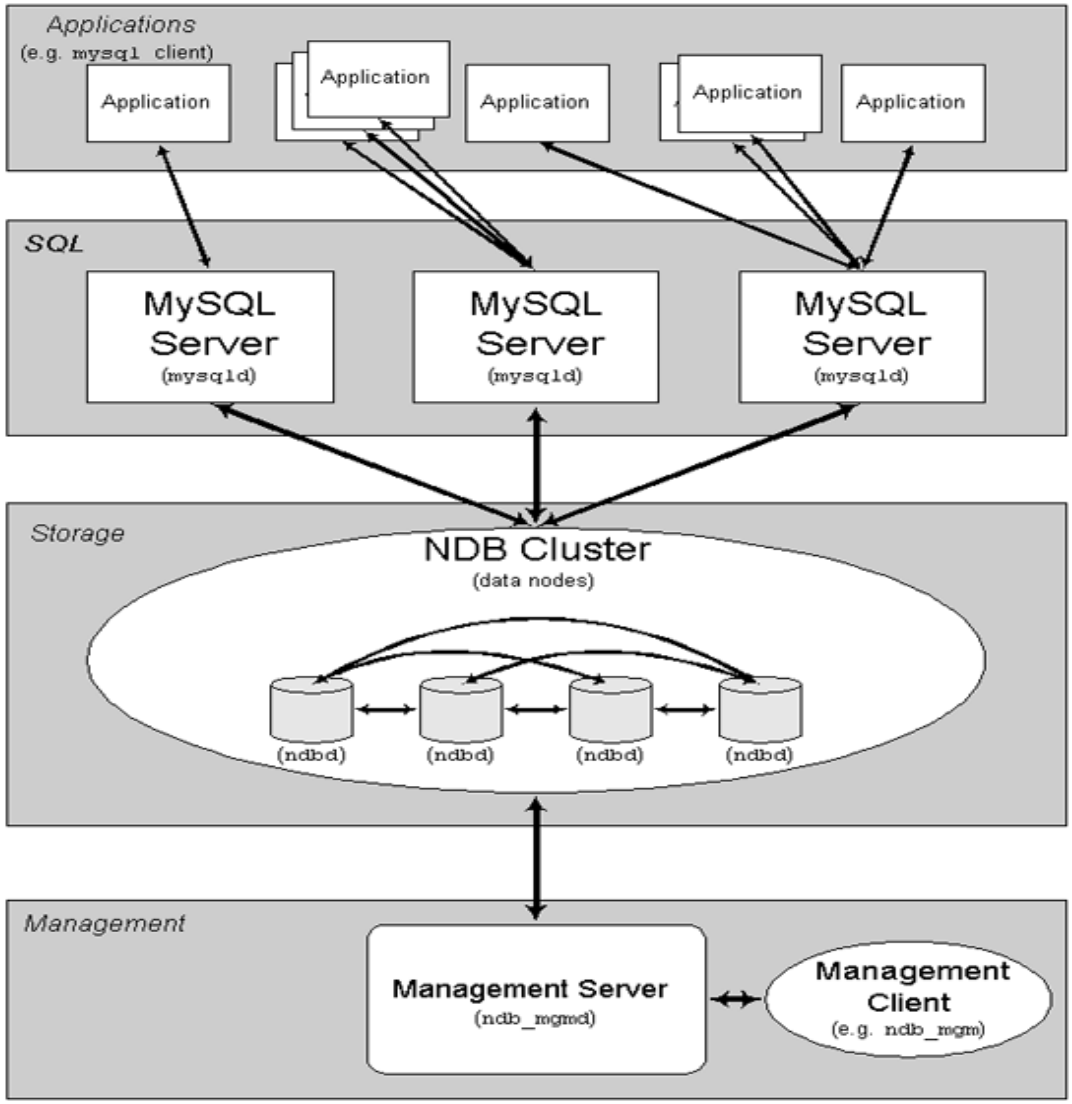
不用考虑读写分离问题。

SQL 节点需要使用 LVS 做流量的分配。

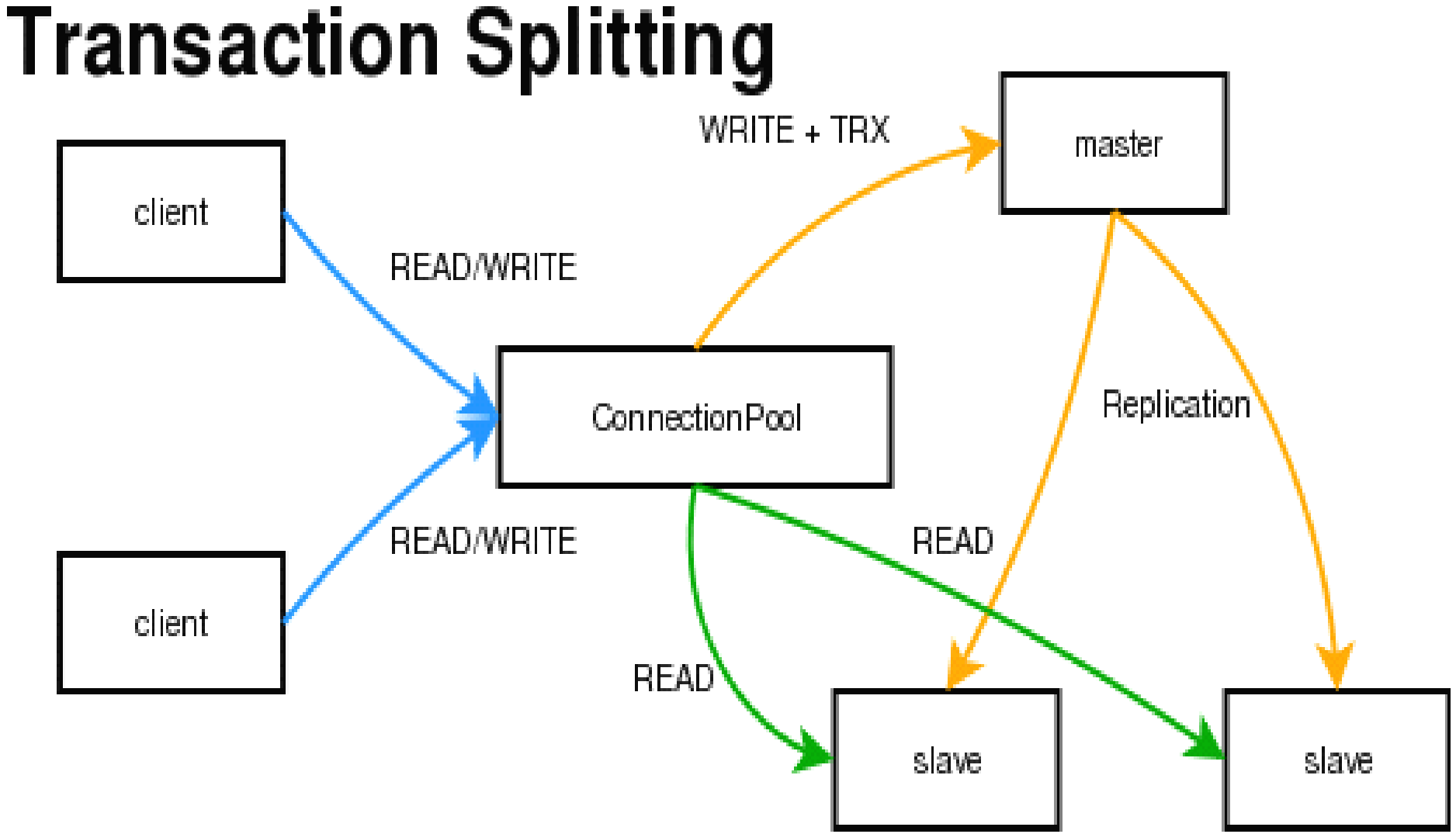
NDB 的性能较低（新发布的 MySQL Cluster 7.0 有所改善）。

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



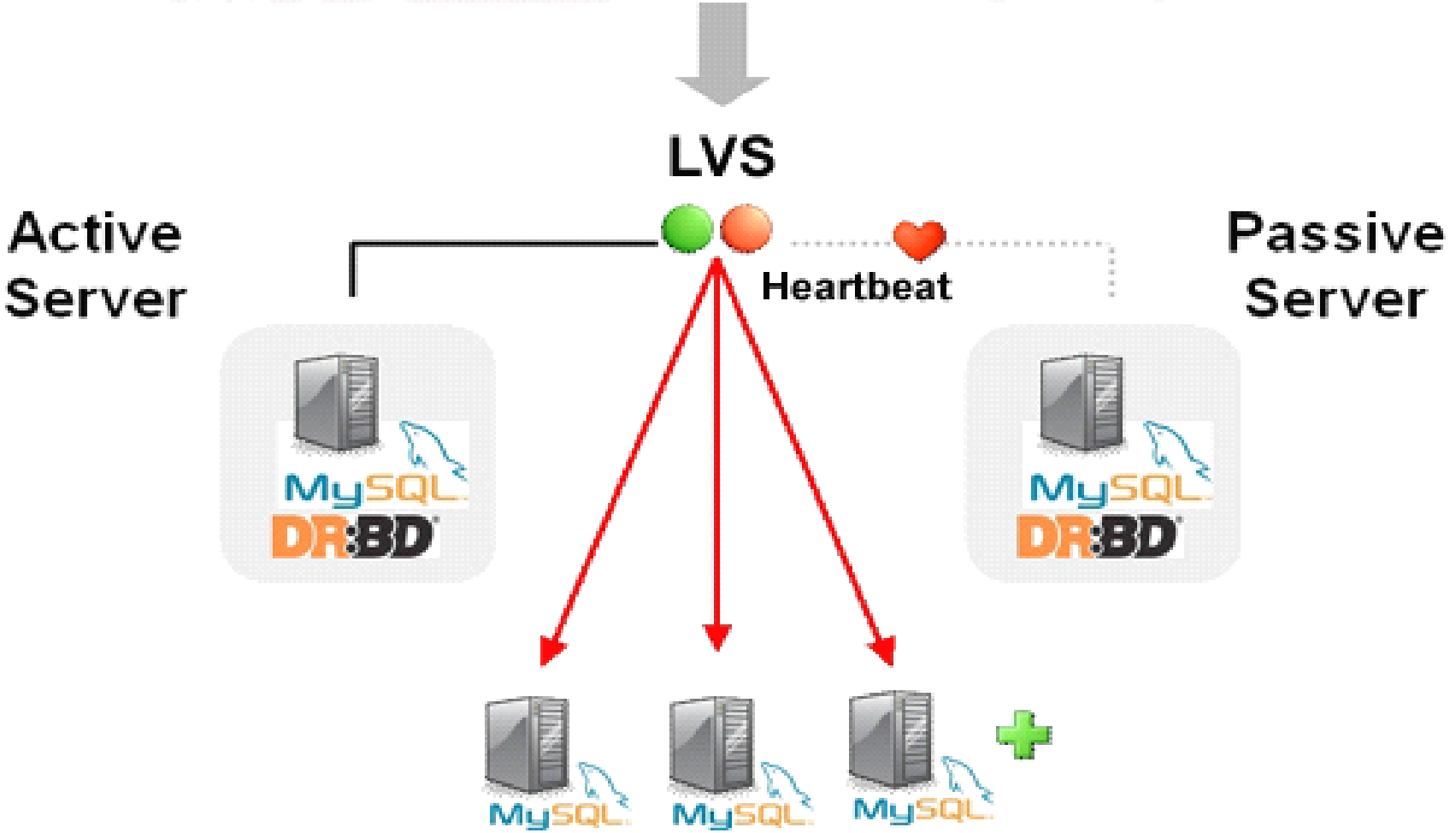
MySQL 一主多从模式的要点

- 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 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。

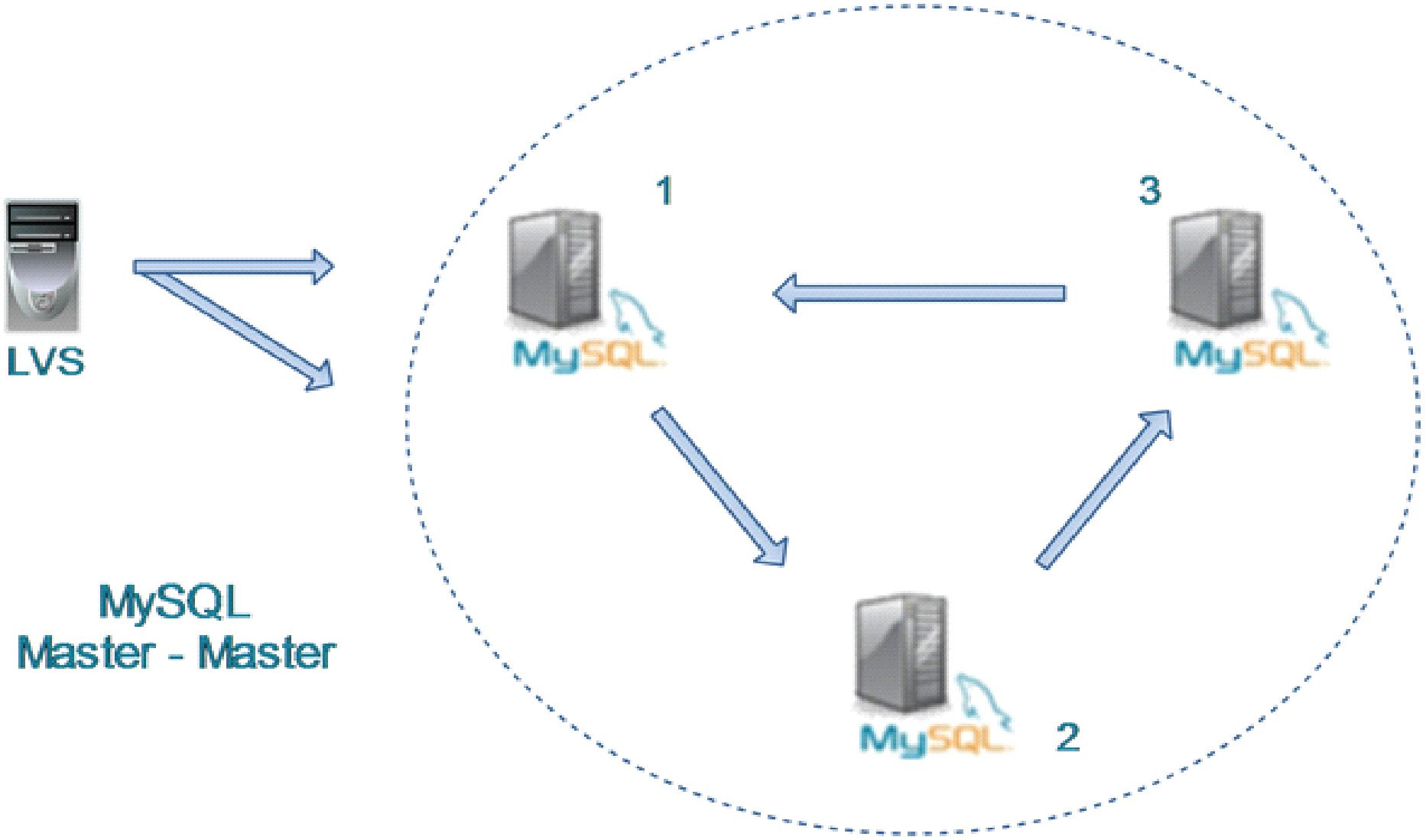
MySQL 一主多从模式的集群方案
Heartbeat + DRBD + LVS



MySQL + 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 ldirectord 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 pos 要落后 slave 已经复制的 pos 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 一主多从和多主模式的混合使用

- 多个 IDC 间由 master-master 模式同步数据。
- 同一 IDC 的 slave 从本 IDC 的 master 同步数据。
- 确保 master 之间的 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 。

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

- 程序文件：更新少，数量少，频繁读。
- 数据库文件：文件大，读写操作极为频繁，连续写。
- 用户文件：数量巨大，读写较多，读取分散。

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：
- 严重的单点故障隐患。
- 扩展性较差，支持的节点数量有限。
- 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 openbsd-inetd csync2

- cat /etc/csync2.cfg
- nossl * *;
- 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 close_write,modify,delete,create,attrib \
- ${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。

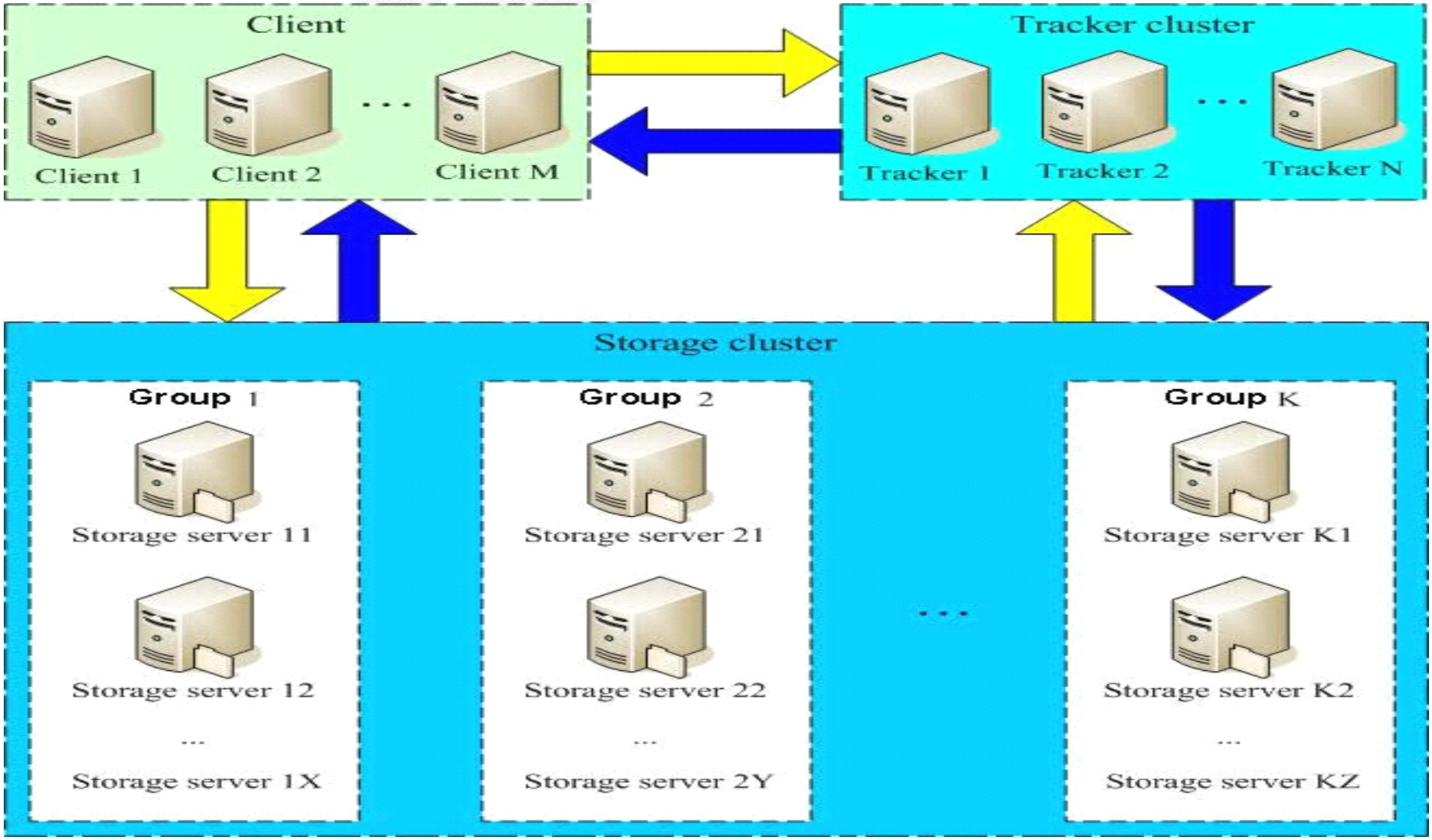
- 对于大量小文件的存储， NAS 和 SAN 都不合适。分布式存储是这种应用较好的解决方案。

- 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


Client
Client 1
Client 2
Client M
Tracker cluster
Tracker 1
Tracker 2
Tracker N
Storage cluster
Group 1
Storage server 11
Storage server 12
...
Storage server 1X
Group 2
Storage server 21
Storage server 22
...
Storage server 2Y
Group K
Storage server K1
Storage server K2
...
Storage server KZ

FastDFS 的要点

- 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 (LVS) 。
- 通过增加新的存储组，可以方便的实现在线扩容。
- 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。
- 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。
- 可定义多个 Tracker ，避免单点故障，分散压力。

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 减轻了数据库的压力，比如把需要反复读写的“点击量”存入 Memcachedb 可以有效降低数据库的压力。

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的状态，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。
- FUNC (Fedora Unified Network Controller) 实现对大量节点的管理。