

IP Tunnel을 이용한 고가용성 가상 웹 서버 클러스터

문종배¹⁾ 김명호
송실대학교 컴퓨터학과

comdoct@information.soongsil.ac.kr, kmh@computing.soongsil.ac.kr

High Availability Virtual Web Server Cluster Via IP Tunnel

Jong-Bae Moon¹⁾ Myung-Ho Kim
School of Computing, Soong-Sil University

요 약

인터넷 사용이 보편화되면서 많은 사용자의 요청이 있더라도 만족할 만한 서비스를 제공할 수 있는 웹 서버가 필요로 하게 되었다. 이로 인해 최근 가상서버를 이용한 웹 서버 클러스터의 구축사례가 늘고 있다. 리눅스 운영체제와 값 싼 일반 PC를 이용하여 추가적인 비용 부담이 덜하고, IP Tunneling과 Direct Routing 같은 방법을 사용하여 후면 서버가 사용자에게 직접 응답할 수 있으므로 전면 서버의 병목현상을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그러나 한 대의 전면 서버로는 그 한계가 있다. 그래서 본 논문에서는 전면 서버와 후면 서버의 구분을 없애고 모든 서버가 전면 서버와 후면 서버의 역할을 다 할 수 있는 웹 서버 클러스터를 제시한다. 다수의 전면 서버를 두어 전면 서버의 고가용성도 보장할 수 있고, 병목현상에 대해 좀 더 효율적인 대응을 할 수 있으며, 시스템 추가에 대한 순위은 확장성을 보장할 수 있다. 각 노드의 부하 정보에 의한 스케줄링을 통해 좀 더 효율적인 클러스터 시스템을 구성하였다.

1. 서론

웹 서버 클러스터란 WWW 사용자(client)들로부터의 서비스 요청을 받아서 클러스터 노드들의 부하정보를 파악하여 클러스터의 자기 또는 다른 노드들로 요청을 분산 시켜주는 클러스터를 말한다.

인터넷 사용인구가 급격히 증가하고 있으며 인터넷 기반 사업 영역이 점차 확대되어 가고 있는 추세이므로 이러한 웹 서버 클러스터의 성능 발전은 필수적이 되었다.

이러한 웹 서버 클러스터가 갖추어야 할 기본적인 요소로는 첫 째 고가용성이 있다. 고가용성이란 많은 사용자의 요청이 있더라도 웹 서비스에 의한 시스템의 중단이 없이 안정적으로 웹 서비스가 이루어질 수 있도록 해야 한다. 둘째 확장성이 있다. 추가적인 시스템에 대한 확장이 쉬워야 한다. 셋 째 고성능이 있다. 많은 사용자의 요청에 대해 만족할 만한 서비스 속도와 양을 제공할 수 있어야 한다.

최근 이러한 웹 서버 클러스터를 구축하기 위하여 가격 대 성능에 비해 가장 효율성이 좋은 일반 PC와 가상 서버의 IP Tunneling이나 Direct Routing을 이용한 가상 웹 서버 클러스터를 많이 구축하고 있다.

이러한 가상 웹 서버 클러스터의 일반적인 형태는 하나의 전면 서버를 두고 다수의 후면 서버를 두는 것이 일반적이다. 이런 형태는 사용자의 요청을 후면 서버가 처리하여 직접 사용자에게 보낸다고 하여도 사용자의 요청이 급격히 증가하여 전면 서버에 병목현상을 불러일으키는 상황이 발생할 수 있다. 또한 이 전면 서버가 작동을 하지 않는다면 다수의 후면 서버가 있음에도 불구하고 서비스가 전혀 이루어 질 수 없는 상황이 발생한다.

본 논문에서는 이러한 제한 사항을 처리할 수 있도록 전면 서버와 후면 서버의 구분을 없앤 가상 웹 서버 클러스터에 대한 설명과 실험 결과를 기술한다.

2. 가상 웹 서버 클러스터

일반적으로 단일 시스템으로 구성된 웹 서버에서는 급격한 사용자의 요청 증가에 따른 서버의 고성능이나 고가용성, 확장성 등이 부족하다. 그래서 최근 오픈소스 운영체제인 리눅스를 사용하여 값싼 일반 PC 여러 대를 클러스터로 묶어서 가상 웹 서버 클러스터를 구축하는 사례가 늘고있다.[2]

일반적인 클러스터 가상 웹 서버의 모델은 하나의 전면 서버와 다수의 후면 서버의 구분으로 되어있다(그림 1 참조). 사용자에게는 가상 IP(Virtual IP)만 공개를 하고 실제 서비스를 하고있는 서버들에 대해서는 투명성을 제공하여 하나의 서버에 접속하는 것처럼 보인다.

전면 서버는 사용자의 서비스 요청을 받아서 후면 서버의 부하정도에 따라 사용자 요청을 분배하는 중요한 역할을 한다. 전면 서버와 후면 서버 사이에는 IP Tunnel을 이용하여 가상 IP로 온 사용자의 요청을 후면 서버로 바로 forward 해준다. 이렇게 함으로써 후면 서버가 사용자의 요청을 처리한 후에 사용자에게 직접 결과를 응답해 줄 수 있다.

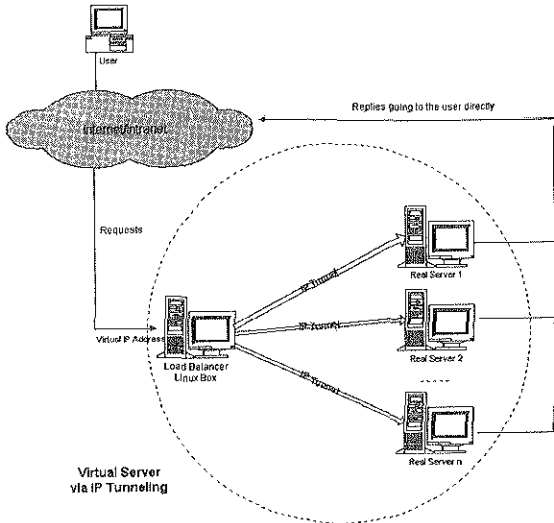


그림 1 일반적인 클러스터링 웹 서버

3. 고가용성 웹 서버 클러스터의 설계 및 구현

가상 서버의 IP Tunneling을 통하여 실제 서버가 사용자의 요청을 처리하여 바로 사용자에게 보냄으로써 double rewriting으로 인한 네트워크 부하를 줄였다. 그리고 로드 모니터와 하트비트 데몬으로 구성하여 고가용성을 보장한다. Scheduling 방법으로는 가상 IP를 RR_DNS를 사용하여 분배하였고 실제 서버를 선택하는 방

법으로는 실행 서버의 부하 정보를 기초로 한 확률 스케줄링을 사용하여 좀 더 정확하고 효율적인 부하분배를 할 수 있다.

3.1 웹 서버의 전체 구조

전면 서버와 후면 서버의 구분이 없기 때문에 n 개의 전면 서버와 후면 서버를 동시에 구축할 수 있다.

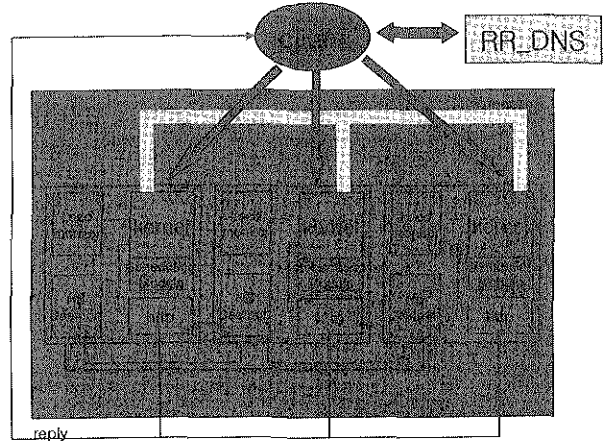


그림 2 다수의 전면 서버를 갖는 가상 웹 서버 클러스터

3.2 로드 모니터의 설계

로드 모니터는 자기 노드 및 다른 노드의 부하량을 유지하고 그 정보를 정규화 하여 kernel로 보내는 역할을 한다. 부하량은 /proc/stat에서 유지하고 있는 CPU와 DISK에 대한 값들을 가지고 계산한다. 다른 노드의 부하량을 유지하기 위해서 TCP protocol을 사용하였는데 이 정보를 계속 유지하기 위해서는 네트워크의 오버헤드가 발생한다. 이것을 방지하기 위하여 각 노드에 임계치를 설정하여 임계치 이상으로 부하가 발생한 경우에만 다른 노드에게 Broadcast 하도록 하였다.

3.3 하트비트 데몬의 설계

하트비트 데몬은 웹 서버 클러스터의 고가용성을 보장하기 위한 컴포넌트이다. 각 노드의 하트비트는 하트비트 체인을 구성하여 이웃노드의 하트비트를 주기적으로 검사한다. 결함 발생 시 fake를 사용하여 결함 노드의 작업을 대신한다. 전면 서버와 후면 서버의 구분이 없기 때문에 n개의 전면 서버와 실행 서버에 대한 고가용성을 동시에 보장할 수 있다.

3.4 스케줄링 모듈의 설계

일반적으로 가상 서버에서는 4가지 스케줄링 모듈을 제공하고 있지만 본 논문에서는 확률 스케줄링을 기반으로 한 스케줄링 모듈을 추가하였다. 로드 모니터에서 정규화한 값을 커널에서 계속 유지하고 있으므로 이 정보를 기반으로 실행 서버를 선택하게 되고 kernel은 가상 IP로 들어온 사용자 요청 패킷에 선택된 실행 서버의 IP를 encapsulation하여 실행 서버로 패킷을 forward 하게 된다.

4. 실험 결과 및 검토

실험에 사용한 클러스터는 펜티엄(Pentium) III 700MHz, 256M RAM과 SCSI 9GB 하드디스크, 3Com LAN Card 2개씩 장착되어 있는 일반 PC 8대를 사용하였다. 설치된 Linux Kernel은 2.2.14, 웹 서버 프로그램은 아파치(Apache) 1.3.9이다.

전면 서버의 증가에 따른 웹 서버의 성능을 평가하기 위해서 ACME Labs Software에서 만든 http_load[3]를 사용하였다. 이 프로그램은 주어진 시간 안에 웹 클라이언트에서 웹 서버로의 접속을 생성하는 부하생성 프로그램이다.

실험에서는 크기가 서로 다른 HTML 파일을 인위적으로 생성하여 테스트하였고 클라이언트는 2 곳에서 사용자 요청 load-generator를 실행하였고, 노드의 수를 2대, 4대, 8대로 증가시키면서 서버의 성능을 측정하였다.

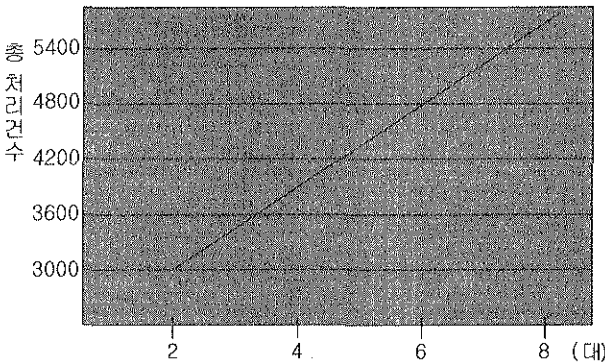


그림 3 전면 서버의 증가에 따른 총 처리건수

전면 서버의 수가 증가함에 따라 처리 건수가 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다.

기존의 부하분배 방법과의 비교에는 라운드 로빈(RR)방식과 가중치 기반 부하 분배 방법과 확률 스케줄링을 비교하였을 때 비교적 고른 부하 분배가 이루어 지는 것을 볼 수 있었다.

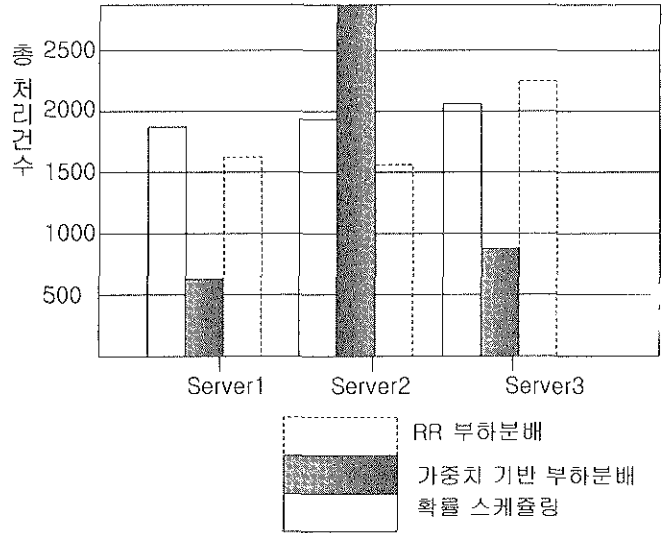


그림 4 기존 부하분배 방식과의 비교

5. 결론 및 향후 연구과제

가상서버를 이용한 클러스터 웹 서버는 비용 부담이 적으면서 안정성과 고가용성을 보장할 수 있기 때문에 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 전면 서버와 후면 서버의 구분을 없애 전면 서버의 손쉬운 확장성을 보장하였고, 확률 스케줄링을 통한 좀 더 정확한 부하관리정책을 제시하였다.

실험을 통해 본 논문에서 제시한 전면 서버와 후면 서버의 구분을 없앤 가상 웹 서버 클러스터의 성능이 전면 서버의 확장성이 없었던 일반 가상 웹 서버 클러스터보다 성능이 향상됨을 확인하였다. 향후 coda 파일 시스템을 연결하여 가상 웹 서버의 완전 모형을 구성할 예정이며, 전면 서버와 후면 서버 사이의 네트워크 부하를 줄일 수 있는 연구와 동적인 웹 페이지에 대한 정확한 성능 평가가 요구된다.

6. 참고 문헌

[1]. Paul Barford and Mark Crovella. Generating Representative Web Workloads for Network and Server Performance Evaluation. In *Sigmetrics*, 1997.
 [2]. Wensong Zhang, Shiyao Jin, Quanyuan Wu, "Creating Linux Virtual Servers", LinuxExpo Conference, 1999.
 [3]. ACME Labs Software, http_load - multiprocessing http test client, http://www.acme.com/software/http_load/