

# LVS 시스템에서의 동적 부하 분산방법

하남주, 이석주, 서경룡  
부경대학교 컴퓨터공학과  
e-mail: poet@mail1.pknu.ac.kr

## A Dynamic Load Balancing Strategy for LVS system

Nam-Ju Ha, Suk-Joo Lee, Kyung-Ryong Seo  
Dept of Electronic, Computer Eng. Pukyong National Univ.

### 요 약

고성능의 웹 서비스를 지원하기 위하여 LVS 시스템을 구축하는 경우가 증가하고 있다. LVS 시스템에는 각 RealServer 에 부하를 적절히 분산하여 시스템의 성능을 유지하는 부하 분배작업이 매우 중요하다. 본 논문에서는 SNMP 메시지를 사용하여 분배서버가 RealServer의 부하 상태를 획득할 수 있도록 구성하였다. 또한, 분배서버가 메모리 사용량, 부하량의 정보를 각 RealServer로부터 주기적으로 수집하고 이 정보를 바탕으로 동적 가중치를 계산한 뒤 가중치 갱신을 위한 주기 사이의 실시간 접속자 수를 부가하여 RealServer를 선정하는 동적 부하 분산 방법을 제안한다. 제안된 방법은 간단한 구성의 시스템에서 실험되었으며 잘 동작하는 것으로 확인되었다.

### 1. 서론

최근 인터넷의 사용이 급속히 확산되고 활용 분야가 증가함에 따라 그에 따른 부하도 증가하고 있다. 하지만 서비스 시스템의 처리 능력이 사용자들의 요구를 충족시키기 위해서는 고가의 장비가 필요한데 LVS 시스템은 저 비용으로 고 성능과 고 가용성을 발휘할 수 있는 시스템으로 많이 연구되고 있다[1]. LVS 시스템은 사용자들의 요청에 응답하는 실제 시스템인 RealServer와 이들 RealServer와 사용자들을 연결시켜주며 부하 분산을 담당하는 분배서버로 나누어진다.

LVS 시스템의 성능은 각 RealServer의 시스템 성능과 RealServer로 부하 분산을 담당하는 분배서버의 능력에 달려 있다. 분배서버는 RealServer와 사용자 요청 사이에서 병목 현상을 유발시킬 수 있으며 적절한 부하 분산을 하지 못하면 RealServer의 부하를 특정 시스템에 가중시킴으로써 LVS 시스템의 효율을 저하시킨다. 이에 LVS 시스템에서는 적절한 부하 분산을 위해서 라운드로빈, 가중치 기반

라운드로빈, 최소 접속, 가중치 기반 최소 접속 스케줄링의 기법이 연구되어 활용되고 있다[2]. 하지만 기존의 스케줄링 방식은 급증하는 사용자의 요구를 충족시켜주지 못하고 부하 분산 능력이 저하되고 있어 새로운 스케줄링 연구가 필요하다

본 논문에서는 분배서버가 RealServer와의 SNMP 메시지 교류를 통해 CPU 사용량, 메모리 사용량, 부하량 정보 등의 시스템 상태 정보를 획득한 후 동적 가중치를 계산하고 이에 SNMP 교환 주기 동안의 접속자 수에 근거하여 효율적으로 부하를 균등하게 분산하는 방식을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 관련연구로 정적인 분배방식과 동적인 분배방식을 살펴보고, 3장에서 SNMP 메시지를 활용한 동적인 부하분배방식을 제안한다. 4장에서 시스템의 성능을 분석하고 5장의 결론에서 끝을 맺는다.

### 2. 관련 연구

기본적인 LVS 시스템의 구성은 그림 1 과 같다.

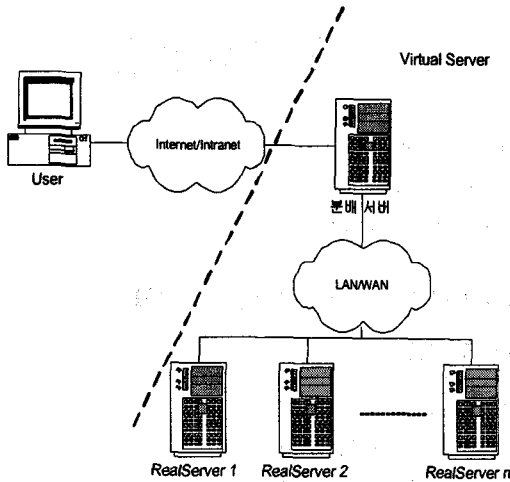


그림 1 LVS 시스템 구성도

인터넷을 통하여 사용자가 분배서버에 서비스를 요청하면 분배서버는 적절한 분배방식을 사용하여 RealServer중 하나를 선정하여 그 서비스를 담당하게 한다. 분배방식으로는 크게 정적인 방법과 동적인 방법으로 나눌 수 있다. 정적인 분배 방법은 분배서버가 RealServer에 대하여 초기의 시스템 정보만을 가지고 부하 상태를 추정하여 최소 부하의 RealServer를 선정한다. 이러한 분배방식으로는 라운드 로빈, 가중치 기반 라운드 로빈 방식이 있다. 라운드 로빈방식은 순차적으로 RealServer를 정하는 것이고 가중치 기반 방식은 분배서버에서, 각 RealServer의 성능에 따른 가중치를 미리 결정해 주는 것으로, 사용자가 Server의 자원을 소모하는 정도가 일정하지 않은 경우 부하 편중의 우려가 있다. 정적인 분배방식을 사용하는 경우 새로운 RealServer를 추가하여 시스템을 확장하기가 용이하지 않다. 또한 RealServer가 고장이 발생한 경우에도 처리에 어려움이 따른다. 동적인 분배방식은 분배서버와 RealServer가 메시지를 교환하여 분배서버는 RealServer의 고장이나 부하의 상태 등 필요한 정보를 획득할 수 있어 유연한 시스템 구성이 가능해진다. 하지만 메시지 교환이 RealServer에 또 다른 부하로 작용하며 시스템 구성이 어려운 단점도 있다. 또한, 효율적이고 신뢰성 있는 분배방식을 필요로 한다[3, 4, 5, 6].

### 3. 부하 분배방식

본 논문에서 제안한 부하 분배방식은 동적 가중

치 방식으로 LVS 시스템에서 부하 분배서버가 RealServer와의 SNMP 메시지 교환을 사용하여 획득한 시스템 정보를 계산하여 접속을 분산시키는 방식이다. 다시 말해서 LVS 시스템에서는 RealServer의 시스템 성능이 모두 다를 수 있다는 가정 하에 기존 방법에서는 고려되지 않았던 RealServer로의 부하 편중 현상을 근본적으로 차단하기 위하여 제시된 방법이다. 시스템 구성에는 분배서버와 RealServer간의 메시지 교환을 하는 부분이 매우 중요한데 이를 위하여 잘 알려진 SNMP 도구를 사용하였다. 따라서 적절한 프로그램 설치와 약간의 조정만으로 시스템을 구성할 수 있다. 분배서버는 각각의 RealServer와 SNMP 메시지를 교환하여 획득한 시스템 정보로 동적 가중치를 계산하여 주기적으로 갱신함과 동시에 각각 RealServer 가중치의 갱신 주기 사이에 접속된 사용자수를 계산하여 실시간으로 부하 최소값을 산출하여 부하 분산을 보다 효율적으로 한다.

제안 스케줄링을 순서적으로 살펴보면 다음과 같이 나타낼수 있다.

#### 1) RealServer와 SNMP 메시지 교환

SNMP 프로토콜은 원래 TCP/IP 네트워크에서 라우터를 핸들링하기 위해 디자인되었으며 일반적으로 시스템 모니터링을 위해 가장 많이 사용되는 프로토콜이다. 별도의 조작없이 간단한 설치를 통하여 시스템 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. SNMP 프로토콜을 사용하여 각 RealServer의 시스템 상태 정보를 획득하여 이를 가중치 계산 등에 활용한다 [7].

#### 2) 부하 분배서버로 시스템 정보 전송

SNMP메시지를 통해 부하 분배서버는 각 RealServer의 시스템 상태 정보를 획득한다. 부하 분배서버가 RealServer로 SNMP 메시지를 전송하여 요청하는 정보는 세가지이다. 부하정보와 메모리 사용량, CPU사용량의 시스템 정보를 교환하게 된다.

특히 부하 분산을 위한 계산에서 각 시스템의 메모리 사용량, CPU사용량으로 가중치를 결정하고 부하량의 정보는 SNMP 메시지 교환주기를 결정하는데 사용된다.

$$L_n = \frac{L_s}{L_i} \quad (\text{수식 -1})$$

$L_n$  = 부하량의 비율

$L_s$  = 짧은 SNMP 교환 주기 동안의 부하량

$L_l$  = 긴 SNMP 교환 주기 동안의 부하량

a.  $L_n > 1$  일 경우

최근 SNMP 교환 주기 동안 부하량의 증가로 RealServer 시스템의 부하 정보를 정확히 하기 위해서 SNMP 메시지 교환주기를 짧게 줄인다.

b.  $L_n < 1$  일 경우

최근 SNMP 교환 주기 동안 부하량의 감소로 RealServer 시스템과의 SNMP 메시지 교환의 주기를 길게 늘인다. 이렇게 SNMP 메시지 교환을 사용하여 일어나는 부하를 최대한 제한함으로써 부하 분산의 효율을 높이고 자원 활용을 극대화 시킨다.

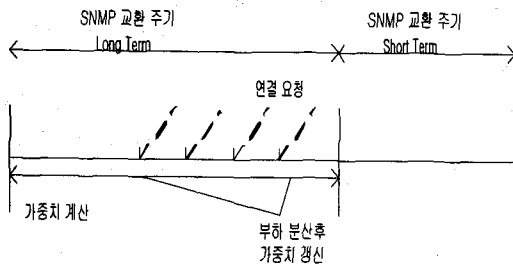


그림 2 SNMP 주기 동안의 가중치 변화

그림 2는 SNMP 주기 동안, 계산된 가중치에 의한 부하 분산과 접속 연결 수에 따라 가중치가 변화하는 모습을 보여준다.

(3) 가중치 계산

RealServer의 시스템 성능에 따른 가중치를 계산하면 모든 시스템 성능은 CPU 성능과 메모리량에 따라 결정된다.

$$W_i = \frac{P_i}{\text{RealServer 총 개수}} \quad (\text{수식 - 2})$$

$P_i$  = SNMP 정보 (메모리 사용량, CPU 사용량)

4) 사용자 접속

일반적으로 사용자는 가상서버에 접속함으로써 LVS 시스템의 전면에서 있는 부하 분배서버를 통해

접속 연결을 시도한다.

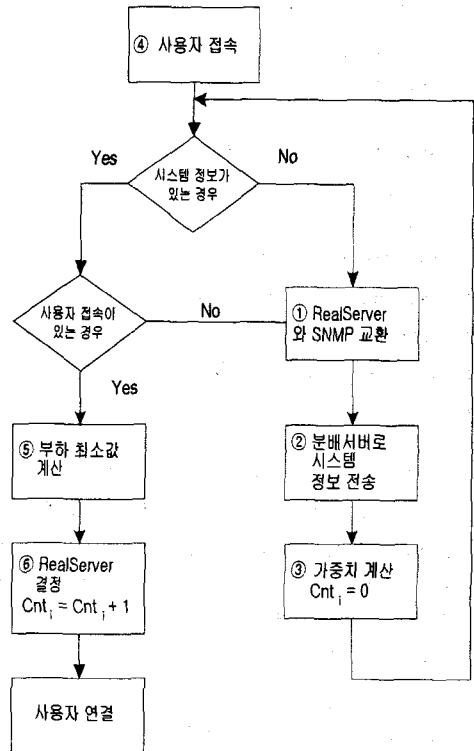


그림 3 부하 분배 스케줄링 순서도

5) 사용자 접속에 따른 부하 최소값 계산

분배서버는 SNMP 메시지 교환 주기 동안 각 RealServer에 부여되고 유지되는 가중치와 각 서버당 접속 수에 근거하여 계산된 부하 최소값에 의해 작업을 할당한다. 초기 접속은 SNMP 메시지 교환을 통하여 계산된 가중치가 작은 서버로 접속이 할당되고 다음 접속부터는 다음 식을 만족하는 특정 서버에 할당된다.

$$\text{Min}[Load_i] = W_i + \frac{\text{Cnt}_i}{\text{전체 Cnt}} \quad (\text{수식 - 3})$$

$Load_i$  = RealServer i의 부하량

$W_i$  = RealServer i의 weight 값

전체  $\text{Cnt} = \sum \text{Cnt}_i$

$\text{Cnt}_i$  = RealServer i에 접속된 연결수

6) RealServer 결정 및 사용자 연결

SNMP 메시지 교환에 따른 부하 가중치와 접속 수에 따른 부하 최소값에 근거하여 부하 분배서버가 실시간 부하 분산으로 결정한 RealServer를 실제 사용자와 연결한다.

3. 시뮬레이션 및 결과 분석

제안된 시스템의 성능을 검토하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시스템의 구성은 1대의 분배서버와 3대의 RealServer로 구성되었으며 분배서버와 2대의 RealServer는 인텔의 Pentium을 탑재하였고 128Mbyte의 메모리를 가지고 있다. 1대의 RealServer는 486 CPU에 64Mbyte의 메모리를 가지고 있다.

실험은 단일 시스템과 정적인 분배방식인 가중치 기반 라운드 로빈 방식 그리고 제안 분배방식에 대하여 수행하였으며 단순 파일 전송 서비스, CGI 서비스, 데이터 베이스 접근서비스 3가지를 일정비율로 무작위로 발생시켜 수행 횟수를 1분 단위로 하고 평균을 반올림하여 산출하였다.

File/CGI/DB	단일서버	가중치기반 RR	제안방식
1:0:0	2540	6750	6700
1:1:1	2320	6020	6030
1:2:3	2070	5270	5430
1:3:5	1620	4040	4210

표 1 실험 결과

표 1의 실험 결과로 제안방식이 SNMP 메시지 교환으로 인한 부하 증대로 가중치 기반 라운드 로빈 방식보다 서비스 형태가 단순할 때는 좋지 않지만 부하의 정도가 횟수에 비례하지 않는 경향을 보일 때 제안방식이 더 우수함을 알 수 있다. 실제의 경우 서비스의 패턴은 매우 복잡하므로 제안된 방식이 더욱 적합하다.

4. 결론

본 논문에서는 LVS 시스템을 SNMP를 활용하여 동적인 부하 분배작업을 수행할 수 있도록 구성하였다. 분배서버는 각기 다른 성능의 RealServer에 대하여 부하상태에 관한 정보를 SNMP를 통해 주기적으로 수집한다. 본 논문에서 제안된 부하 분산방

식은 수집된 RealServer의 부하정보를 토대로 부하 분배를 수행하며 현재 수행중인 서비스에 대한 가중치를 고려하여 최소부하 상태인 RealServer를 선정한다. 제안된 방식은 간단한 시스템에서 실험되었으며 잘 동작하는 것으로 확인되었다.

본 논문에서 제안된 SNMP 메시지 교환은 그자체가 RealServer에 부하를 가중하므로 최소한의 메시지 교환만 수행하여야 한다. 하지만 메시지 교환을 최소로 유지하면 부정확한 정보에 의거하여 분배작업을 수행하게 된다. 이러한 문제를 극복하는 것보다 다양한 형태의 시스템에 적용하여보는 것이 추후 과제로 남아 있다.

참고문헌

[1] Wensong Zhang, "Linux Virtual Server Project", <http://www.linuxvirtualserver.org>  
 [2] Bryhni, H.; Klovning, E.; Kure, O., "A comparison of load balancing techniques for scalable Web servers", IEEE Network, Jul/Aug 2000  
 [3] 김석찬, 이영, "동적 가중치에 기반을 둔 LVS 클러스터 시스템의 부하 분산에 관한 연구", 정보처리학회논문지, 제8-A권, 제4호, 2001. 12월  
 [4] 정훈진, 정진하, 최상방, "네트워크 기반 클러스터 시스템을 위한 적응형 동적 부하균등 방법", 한국정보과학회 논문지, 2001. 12월  
 [5] Colajanni, M.; Yu, P.S.; Dias, D.M., "Analysis of task assignment policies in scalable distributed web-server systems", Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on, Jun 1998  
 [6] Valeria Cardellini, Michele Colajanni, Philip S.YU, "Dynamic Load Balancing On Web-Server System", IEEE Internet Computing. June. 1999  
 [7] Stallings, W., "SNMP and SNMPv2: the infrastructure for network management", IEEE Communications Magazine, Mar 1998