

모바일 기기를 지원하는 iSCSI 기반의 원격 스토리지 서비스를 위한 효율적인 로드 밸런싱 기법 구현

강정훈[○], 최원일, 박명순[†]
고려대학교 정보통신대학 컴퓨터학과
{kjhoun[○], wonil22, myongsp[†]}@ilab.korea.ac.kr

Efficient Load Balancing method for Mobile Applicable iSCSI based Remote Storage Service

Jung Hun Kang[○], Wonil Choi, Myong-soon Park[†]
Dept. of Computer Science & Engineering
College of Information and Communications, Korea University.

요 약

모바일 기기 시장의 폭발적인 성장과 그에 따른 서비스의 수요증가로 인해 기존 유선 환경에서 제공되던 서비스를 모바일 환경에서도 그대로 적용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 그러나 멀티미디어와 같이 대량의 데이터를 필요로 하는 서비스 및 대용량 데이터베이스와 같이 블록 단위의 입출력을 필요로 하는 서비스를 한정된 저장 공간과 무선 환경이라는 제한된 특성을 가진 모바일 기기에서 제공하기에는 많은 제약이 따르게 된다. 본 논문에서는 Multi-Connection[1]을 지원하는 모바일 기기의 대용량 데이터 전송에 있어 연결된 Connection이 끊기는 경우, 복구를 수행하는 동안 다른 Connection들을 통해 전송하려는 데이터들을 효율적으로 분산하여 전송하기 위한 iSCSI 기반의 원격 스토리지 시스템[2]의 로드 밸런싱 기법에 대해 기술한다.

1. 서 론

핸드폰이나 PDA 와 같은 모바일 기기 시장은 모바일 기기가 가진 편리성 뿐만 아니라 인터넷과의 연계성이라는 장점으로 인해 폭발적인 성장세를 거듭해오고 있으며, 모바일 기기를 이용한 서비스에 대한 사용자들의 요구 또한 다양화되어 가고 있다. 그러나 무선 환경이라는 특성(제한된 대역폭, 높은 비트 에러율 등)과 모바일 기기의 제한된 저장 공간은 점차 증가하고 있는 소비자들의 다양한 서비스요구를 만족시키기 위해 많은 문제점을 가지고 있다. 이는 기존의 유선환경에서 제공되는 서비스를 모바일 환경에서 적용하고자 했을 때 제약사항으로 작용할 뿐만 아니라 사용자들이 요구하는 서비스를 만족시키기 위해 멀티미디어 및 각종 어플리케이션에서 사용되는 데이터의 크기를 감안하면 모바일기기의 저장 공간의 제한은 무엇보다 심각한 문제라고 할 수 있다. 그리고 모바일 단말기는 항상 Device Exposure Problem 에 직면해 있다. 사용자는 자신의 모바일 단말기를 쉽게 잃어버릴 수도 있고 충격 등에 의해 Stationary Devices 보다 많은 Damage 를 받게 될 확률이 높아진다. 결국에는 자신의 모바일 단말기 저장 공간에 가지고 있는 데이터를 잃어버릴 확률이 증가하게 된다. 위에서 언급한 이러한 문제들을 극복하기 위해서 필요한 기술이 원격 스토리지 서비스이다. 원격 스토리지 서비스는 저장 공간제한의 극복으로 사용자들의 요구에 필요한 다양한 서비스를 원활히 제공할 수 있고 값비싼 메모리 등의 추가 구입에

따른 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 언제, 어디서나 대용량의 데이터에 대한 접근이 가능하며 모바일 기기의 고장, 또는 파손 등으로 인한 데이터 손실을 막을 수 있는 장점을 가지고 있다.

그러나 모바일 기기를 이용한 데이터의 전송은 환경적 영향에 따라 데이터 전송 효율성이 달라진다. 이러한 환경적 제약은 데이터 전송 시 수많은 데이터 전송 오류를 발생시키는데, 그 대표적인 예가 Connection Failure이다. Connections 간의 성능을 고려하지 않은 상태에서 여러 복구를 위한 Fail over 채널을 이용함으로써 무선 네트워크의 비효율적인 사용을 초래하여 전체적인 원격 스토리지 서비스의 성능이 떨어지게 된다. 이는 다수의 TCP Connection[3]을 통해 연결되어 있는 모바일 기기에서 특정 Connection의 failure로 인하여 데이터가 다른 곳으로 분산될 경우, 해당 데이터 부하를 떠맡은 Connection은 더욱 심각한 Collusion 및 오류를 발생시켜 원격 스토리지 자체의 성능을 현저하게 떨어뜨리게 된다. 이에 대해, 모바일 기기를 위한 로드 밸런서 개발이 필요하게 되었으며, 이러한 부하 분산 모듈을 통하여 보다 효율적인 데이터 전송 기술을 구현할 수 있도록 하는 것이 본 논문의 목적이다.

2. 관련 연구

2.1 iSCSI

iSCSI는 Internet SCSI의 약자로 일반 SCSI 명령어들을

IP 네트워크로 캡슐화하여 전송함으로써 원격지에 있는 스토리지를 일반 IP 네트워크를 통해 접속하여 자신의 스토리지처럼 인식하고 사용할 수 있게 해 주는 SCSI 프로토콜이다. iSCSI 는 블록 단위의 스토리지 액세스[4][5]를 지원하기 때문에 파일 단위 입출력을 기반으로 하는 스토리지 서비스에 비해 뛰어난 전송 성능을 가지므로 모바일 기기가 주로 사용되는 무선 환경에서도 효율적인 서비스가 가능하다.

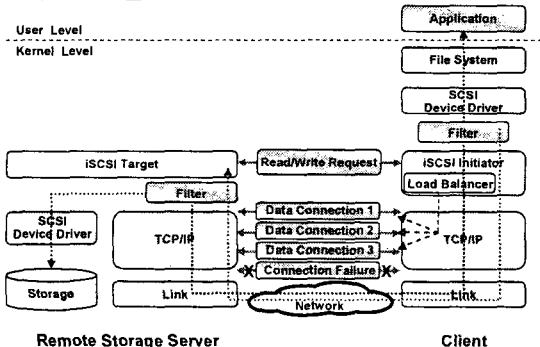
2.2 로드 밸런싱 기술

iSCSI 의 설정된 Connection 에서 데이터를 각 Connection 별로 분산 전송하기 위한 로드 밸런싱 기술[6][7]로는 다음과 같은 Round-Robin (RR), Least Connection (LC), Weighted Round-Robin (WRR), Weighted Least Connection (WLC) 방법들이 사용되고 있다. 일반적으로 Multi Connection 의 데이터 전송 방법에서는 구현이 가장 쉬운 Round Robin 방법이 주로 쓰이고 있으나 블록 단위의 데이터 전송에 있어 비효율적인 네트워크 상의 데이터 전송이라는 단점을 가지고 있다.

3. iSCSI 지원을 위한 로드 밸런싱 구현

모바일 기기를 위한 로드 밸런서 구현을 위해서는 먼저 현재 Connection 의 상태를 모니터링 할 수 있도록 관리해주는 Connection Manager의 구현이 요구된다. 이와 더불어, Multiple TCP Connection 상에서 Q-Chained Clustering 기법[8]을 사용하여 과중한 부하를 다른 채널로 분산시키는 로드 밸런서를 구현함으로써, 무선 네트워크의 효율적인 사용을 보장할 수 있도록 구현할 수 있다.

3.1 시스템 모델



<그림 1> 부하 분산을 위해 Q-Chained Clustering이 적용된 로드 밸런서 구조

시스템 모델의 구현 환경은 모바일 기기와 스토리지 서버 간에 다수의 Connection이 설정되어 있는 상태를 가정하고 있다. 만약 여러 Connection들 중, 하나의 Data Connection이 Fail이 나게 되면 같은 Session 안에 열려있는 다른 Data Connection으로 Fail over를 하게 된다. 그런데 Fail over의 역할을 할 Data Connection은

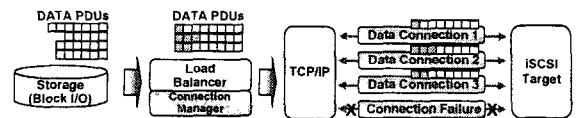
원래 자신이 담당하고 있는 Primary Data와 Recovery Data를 동시에 갖게 되므로 이때 부하가 과중 되게 된다. 이에 Load Balancer는 이러한 불균형을 해결하기 위해서 전체 Data Connections 으로 공평한 부하 분산을 유도하는 Q-Chained Clustering 기법을 이용한다.

3.2 Q-Chained Clustering 알고리즘을 사용한 로드 밸런싱 기법

Q-Chained Clustering 알고리즘의 부하 비율에 대한 Data PDU 들의 분산 과정은 다음의 단계에 의해 설명될 수 있다.

- ① Connection Monitoring 을 통한 Connection ID (CID) Failure 확인
- ② Failure CID 를 제외한 나머지 Connection 에 대한 CID 를 로드 밸런서와 매핑
- ③ Load Distribution 모듈을 통한 Queue 내에 대기중인 Command 와 데이터 Block 에 대한 Dynamic 한 처리
- ④ 부하 분산 후 다음의 로드 밸런싱 처리를 위해 ②에서 할당된 매핑 테이블에 대한 CID 정보 갱신 후 초기화

위의 알고리즘은 먼저, Connection Monitoring을 통하여 수집된 CID 정보 중 어떠한 CID가 Failure인지를 인지한다. 이때 CID failure를 확인하는 것은 Connection 별 Queue의 할당에 있어 Link의 유효한 연결을 위한 것으로 Queue 할당 메모리의 크기를 보다 줄일 수 있다. 2단계는 Failure 된 Connection ID를 제외한 나머지 Connection 들에 대해 CID를 Mapping한다. Mapping되는 정보는 별도의 Array를 통해 저장되며, 이때, failure된 CID에 할당된 Queue의 command를 받아오기 위한 Mapping테이블간의 link를 재설정 한다. 3단계는 Load Distribution 모듈로 CID와 Queue 간에 매핑 된 주소에 현재 입력 처리 대기 중인 Command 및 데이터에 대해 Dynamic한 방법으로 분할하기 위한 방법을 고려하여 각 Queue에 Command 나 Data가 저장 가능한지를 확인한 후에 저장하는 방법을 선택하여 구현하며, 마지막 단계로 Load분할 후에는 다음의 로드 밸런싱 처리를 위해 2단계에서 할당된 Table에 대한 CID정보를 갱신하고 초기화 함으로써 로드 밸런서 모듈을 완료한다.



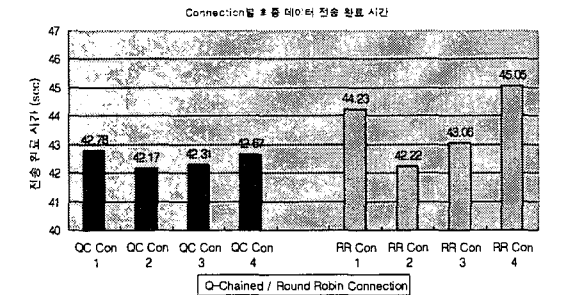
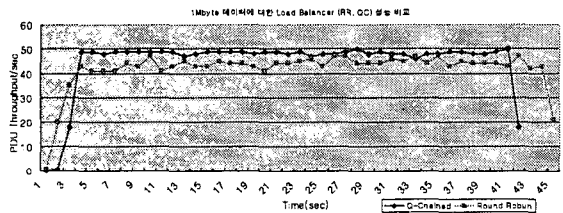
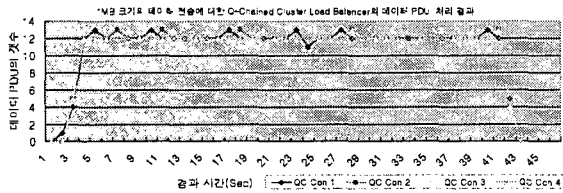
<그림 2> 로드 밸런서의 Data PDU 분산 과정

4. 실험 결과

원격 스토리지 시스템과 모바일 기기간의 데이터 전송을 통한 로드 밸런싱 구현의 실험 환경은 다음과 같다.

	Storage Server	Mobile Client
장비	Linux Server	PDA (LG Aiv+)
CPU	PIII 500Mhz	Intel Strong Arm SA-1110
Memory	256MB	32MB
OS	Linux 2.4.18	Windows CE
Network	100Mbps	CDMA-2000 1x (Wireless 144kbps)

Multi Connection을 통해 연결된 원격 스토리지 시스템과 모바일 기기간의 데이터 전송에 있어서, 전체적인 성능에서 비교해 볼 때, Q-Chained Clustering 알고리즘을 적용한 로드 밸런서가 Round Robin 알고리즘을 적용한 로드 밸런서 보다 약 5% 정도의 빠른 데이터 전송 효율을 보여주었다.



Q-Chained Clustering 방식이 512KB의 경우 약 1초, 1MB의 경우 약 2초 정도 시간이 단축되어 전송되고 있음을 위의 테스트를 통해 알 수 있다. 실험의 결과와 같이 1MB(1881개의 PDU 블록)를 전송하는데 있어 Round Robin과 Q-Chained Cluster 방식의 Load Balancer 모듈 성능은 대체로 비슷하나, PDU 블록을 전송하는데 있어 Q-Chained Clustering 방식이 Round Robin보다 PDU 처리량에 있어 보다 높은 PDU 처리 효율을 나타내고 있음을 알 수 있다. 시간이 지남에 따라 이러한 효율적인 전송은 더욱 지속적으로 보장될 수 있다. 이는 대용량 데이터 교환에 주로 사용되는 iSCSI 프로토콜의 특성에 비추어 볼 때, 만족할 만한 성능 향상

을 가져올 수 있을 뿐만 아니라, 일반적인 iSCSI 응용에도 적용이 가능할 것이라 평가된다.

5. 결 론

클라이언트와 스토리지 서버 사이에 Connection 간의 성능을 고려하지 않은 상태에서 Error Recovery를 위한 Fail over 채널을 사용하게 되므로 무선 네트워크의 비효율적인 사용을 초래하게 된다. 이에 Q-Chained Clustering 기법을 이용하여 Fail Over 채널 상에서 현재의 과중한 부하를 다른 채널로 분산시킴으로써 무선 네트워크의 효율적인 사용을 보장하였다.

Acknowledgement

본 논문의 로드 밸런싱 기술 개발은 산업 자원부의 산업 기술 개발 사업[신기술 실용화 기술 개발 사업]의 지원으로 수행되었다.

참고 문헌

- Hye-Won Lim and Myong-Soon Park, "Load Balancing Mechanism using Monitoring Information of Multiple Channels", 3rd International Conference on Networking(ICN'04), Pointe-a-Pitre, Guadeloupe, French Caribbean, March 1-4, 2004
- D. Dias, W. Kish, R. Mukherjee and R. Tewari, "A scalable and highly available server," COMPCON 1996, pp. 85-92, 1996
- D. Kerdapalan, A. Khunkitti, "Content-based load balancing with multicast and TCP-handoff," Circuits and Systems, ISCAS 03. Proceedings of the 2003 International Symposium, May 25-28, 2003
- Linux Virtual Server Project, <http://www.linuxvirtualserver.org>
- E. Anderson, D. Patterson, and E. Brewer, "The Magicrouter, an Application of Fast Packet Interposing," Submitted for publication in the 2nd Symposium, Sys. Design and Implementation, May 17, 1996
- Resonate Products Central Dispatch, <http://www.resonate.com>
- M. Aron, D. Sanders, P. Druschel, and W. Zwaenepoel, "Scalable Content-Aware Request Distribution in Cluster-Based Network Servers," Proceedings of 2000 USENIX Annual Technical Conference, San Diego, June 18-23, 2000
- Joo-Ho Kim, Bo-Seok Moon, and Myong-Soon Park, "MiSC : A New Availability Remote Storage System for Mobile Appliance", International Conference on Networking(ICN'05) 2005.4