

씬 클라이언트 환경에서 터미널 서비스를 위한 적응적 서버 클러스터링

정윤재^o 곽후근 정규식
송실대학교 정보통신전자공학부
{jgyver^o, gobarian, kchung}@q.ssu.ac.kr

An Adaptive Server Clustering for Terminal Service in a Thin-Client Environment

Yunjae Jung^o Hukeun Kwak Kyusik Chung
School of Electronics Engineering, Soongsil University

요 약

수십 대의 PC들로 구성된 학교 PC 실 또는 교육 목적 PC 실에서는 컴퓨터들이 분산 구조로 되어 있어서 각 컴퓨터로 셋업, 유지보수, 업그레이드가 각각 따로따로 수행된다. 이러한 분산 구조에 대한 대안으로 씬 클라이언트 컴퓨팅 환경을 고려해 볼 수 있다. 씬 클라이언트 컴퓨팅 환경에서, 클라이언트 쪽 장치는 사용자에게 친숙한 GUI와 멀티미디어 지원과 함께 주로 IO 기능들을 제공하는 반면에 터미널 서버라 불리는 원격 서버들은 컴퓨팅 파워를 제공한다. 이 환경에서는 많은 클라이언트를 지원하기 위해서 터미널 서버들을 클러스터로 구성할 수 있다. 그러나 이러한 구조에서는 터미널 세션의 유지와 사용자의 다양한 컴퓨팅 사용 패턴 요인으로 부하 분산이 어렵고 결과적으로 터미널 서버 자원의 활용도가 낮아지는 단점을 가진다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 적응적 터미널 클러스터를 제안한다. 이 구조에서는 부하가 적은 그룹에 속한 터미널 서버가 부하가 큰 그룹으로 실시간에 동적으로 재 할당될 수 있다. 제안된 적응적 터미널 클러스터를 일반적인 터미널 클러스터와 그룹 기반 비적응적 터미널 클러스터와 비교하고 실험을 통해 제안된 방법의 유효성을 검증하였다.

Terminal Service Cluster)가 구성 되어야 한다.

1. 서 론

터미널 컴퓨팅 환경의 기본은 사용자에게 단말기와 같은 접속 도구의 부담을 없애고, 컴퓨팅에 필요한 요구사항을 터미널 컴퓨팅 환경을 제공하는 터미널 서버에서 만족시켜주는 것이다. 그림 1과 같은 이러한 환경을 Thin-Client 환경이라 하고, 사용자를 Thin-Client 라고 한다. 사용자의 단말기는 가상의 데스크톱을 보여줄 수 있는 디스플레이와 사용자 입력을 받기 위한 최소의 입력도구, 네트워크 연결을 위한 인터페이스만을 필요로 한다.



그림 1 터미널 컴퓨팅 환경

이에 본 논문에서는 Thin-Client 환경에서 다수의 사용자에게 터미널 컴퓨팅 환경을 제공하기 위해 클러스터링 구조를 사용하고, 터미널 세션 하에서도 서버 자원의 효율적 활용과 부하 분산을 가능케 하는 적응적 터미널 서비스 클러스터에 대해 연구한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 터미널 서비스에 대해 설명하고 터미널 세션의 특징을 이해한다. 3장에서는 터미널 서비스 클러스터 구성에 대해 설명 및 문제점을 파악하고 4장에서는 제안된 적응적 터미널 클러스터 구조에 대해 설명한다. 5장에서는 제안된 클러스터의 실험과 결과를, 6장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 터미널 서비스 환경

터미널 서비스는 사용자에게 터미널 데스크톱 환경을 네트워크를 통해 제공해 주는 서비스를 말한다. 이는 터미널 클라이언트 소프트웨어를 통해 이루어지는데 사용자의 마우스, 키보드 입력에 대해 로컬 컴퓨팅 환경과 동일한 인터페이스를 제공한다. 그림 2는 터미널 서비스의 흐름도를 나타낸다.

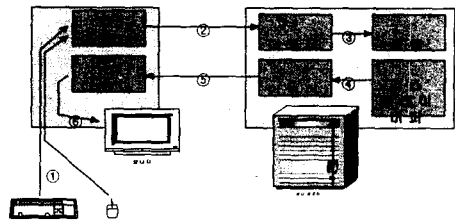


그림 2 터미널 서비스 흐름도

터미널 서버를 통해 다수의 사용자에게 터미널 컴퓨팅 환경을 제공할 수 있다. 이는 별도의 터미널 세션(Session)으로써 사용자 연결을 관리하고, 연결 간에 독립성을 유지함으로써 가능하다. 그러나 사용자는 터미널 서버의 자원을 함께 사용하므로 터미널 서버의 부하는 사용자의 수, 사용자의 작업량에 따라 크게 영향을 받게 된다. 따라서 터미널 서버 한대로는 자원의 부족 및 성능 한계에 이르게 될 것이다. 이를 해결하기 위해, 여러 대의 터미널 서버를 두고, 서버들을 클러스터로 구성하여 부하 분산을 하게함으로써 확장 가능한 가상의 고성능 터미널 서버를 구축할 수 있다.

터미널 세션은 웹과 같은 인터넷 서비스의 연결과 달리 한 번의 접속으로 장기간 연결이 유지되며, 사용자는 이 연결 하에서 컴퓨팅을 행하게 된다. 즉, 사용자의 실행 소프트웨어나 작업에 따라 터미널 서버의 자원 사용량이 크게 영향을 받는다. 따라서 단순한 부하 분산구조의 클러스터를 구성 시에는 효율적인 부하 분산이 안 되고 비효율적 구조의 부하 분산 패턴이 나타나게 된다는 문제점이 발생한다. 이를 개선하기 위해서는 단순 세션 간의 부하분산이 아닌 세션 내에서 이루어지는 컴퓨팅 패턴이나 자원사용량에 따른 부하 분산이 필요하다. 즉, 가변적 상황에 따른 적응적 터미널 서비스 클러스터(Adaptive

이런 클라이언트가 서버와 연결되어 터미널 컴퓨팅 환경을 제공해 주기 위해서는 프로토콜이 정해져야 한다. 이러한 프로토콜을 RDP (Remote Display Protocol) 라고 한다. 다음은 현재 사용되고 있는 터미널 컴퓨팅 플랫폼들을 나타낸다[1].

- Citrix MetaFrame for Windows
- Microsoft Windows Terminal Services
- Tarantella Enterprise Express for Linux
- AT&T VNC for Linux

- Sun Ray for Solaris
- Xfree86 on Linux

터미널 서비스는 접속 기반 통신을 이용한다. 따라서 터미널 데스크톱 환경을 이용하기 위해서는 연결 설정작업과 소멸작업이 필요하다. 터미널 클라이언트가 서버로 터미널 서비스 접속을 시도하게 되면 터미널 서버는 클라이언트 접속을 받아들여준다. 서버가 자원의 부족 등으로 더 이상의 터미널 세션을 생성 못할 경우는 접속을 거부하게 된다. 터미널 서버가 클라이언트의 접속을 받아들여주면 클라이언트로 로그인을 위한 화면 정보를 보내주고 사용자 입력을 기다린다.

터미널 세션은 터미널 클라이언트가 터미널 서버에 접속하였을 때 생성된다. 이후에 로그인을 하게 되면 사용자의 환경 복원을 위해 사용자 프로필을 디스크로부터 읽어와 메모리상에 사용자의 데스크톱 환경을 복원한다. 사용자의 작업 상태는 사용자별 프로필의 형태로 저장/복원 된다. 터미널 세션의 네트워크 연결은 사용자의 연결 끊김이 있을 때 사라지게 되지만, 터미널 서버가 관리하는 메모리상의 터미널 세션은 사용자의 로그오프의 경우에 소멸된다. 터미널 서비스에서의 터미널 세션은 네트워크 세션의 의미보다는 터미널 서버의 메모리에 상주하는 사용자 터미널 세션을 의미한다. 이는 같은 사용자에 대해 기존 세션과 새 세션의 연관성이 존재하기 때문이다. 즉, 새 세션을 생성하기 위해서는 기존 세션이 로그오프 되어 프로필에 저장되어야 한다. 그래야만 새 세션이 저장된 프로필을 사용하여 사용자 환경을 복원할 수 있기 때문이다. 또한, 터미널 세션 하에서 한 번의 네트워크 연결 후 새로운 연결의 시도 없이 기존 연결을 재사용한다. 이러한 이율들로 인하여 터미널 서버들의 부하 분산에 제약을 가하게 된다.

3. 터미널 서비스 클러스터

그림 3은 Windows Terminal Services[2]의 구성을 나타내고 그림 4는 터미널 서비스 클러스터 환경에서 사용자의 터미널 접속 요청 처리 순서를 나타낸다.

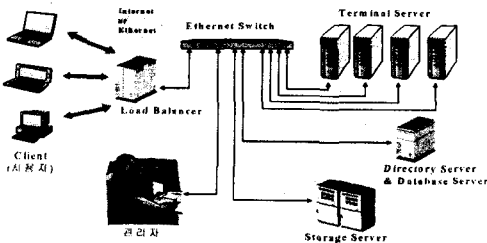


그림 3 터미널 서비스 클러스터의 구성

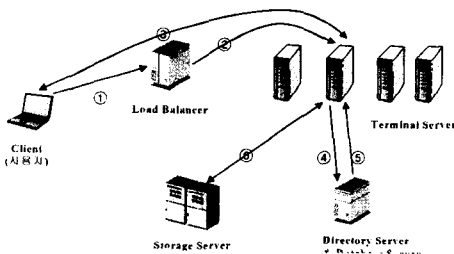


그림 4 터미널 서비스 클러스터의 동작 흐름

부하분산을 위한 Load Balancer의 동작은 접속 요청이 들어왔을 때이다. 접속 요청이 아닌 패킷은 기존 세션의 패킷이므로 현재 기존의 부하 분산이 아닌 기존 부하 분산 기록을 토대로 기존과 동일한 터미널 서버로 전달해야 한다. 터미널 세션의 특징상 부하분산을 위한 Load Balancer의 동작 시점이 처음 한번 발생 후에는 재접속 시도가 있지 않는 한은 부하분산이 불가능하다. 사용자가 컴퓨팅 자원을 사용하는 정도가 컴퓨터 부하에 영향을 크게 영향을 주지만 부하 분산을

할 수 없는 것이다. 또한, 터미널 세션의 종류가 아닌 단순 네트워크 연결 끊김으로 인한 재접속의 경우에는 터미널 세션이 남아있는 터미널 서버로 재접속을 해줘야 한다. 그래야만 기존의 터미널 세션을 계속 사용가능하기 때문이다. 결론적으로, Load Balancer가 부하분산을 할 수 있는 경우는 오직 사용자의 터미널 세션이 로그오프 되고 난후 재접속 하는 경우에만 가능하다.

서버에 접속한 사용자들 중 어떤 서버의 사용자는 모두 로그오프 한 데 반해 어떤 서버는 모두 사용 중이라면 서버 자원의 활동도는 매우 낮아지게 된다. 또한, 어떤 서버의 사용자들은 많은 컴퓨팅 자원을 소모하는 작업을 수행하고, 어떤 서버의 사용자들은 적은 컴퓨팅 자원을 소모하는 경우에도 서버 자원 활동도는 매우 낮아진다. 또한, 터미널 세션의 부하분산으로는 세션에 따른 자원 할당이 불공평하게 될 것이다. 이러한 다양한 상황으로 인해 단순 터미널 서비스 클러스터는 보완이 필요하다.

4. 적응적 터미널 서비스 클러스터

특정 서버로 부하가 집중되고 다른 서버에는 부하가 적게 되는 부하 분산 패턴은 터미널 서비스 클러스터의 자원 활동도를 낮게 한다. 이것의 원인은 사용자의 컴퓨팅 환경 패턴에 있다. 또한, 모든 사용자에게 공평한 성능을 제공하면서도 특정 사용자에게는 차별화 된 성능을 제공해야 할 것이다. 자원 활동도를 높이기 위해서 사용자에 따라 서버 부하를 예상하고 차별화 된 자원 배정을 한다. 이를 위해서 서버를 그룹화 시키고 사용자를 그룹에 따라 분산한다. 사용자의 그룹 서비스화는 터미널 서비스 클러스터의 차별화 서비스도 가능케 한다. 그림 5는 그룹 기반의 부하 분산 개념을 나타낸다.

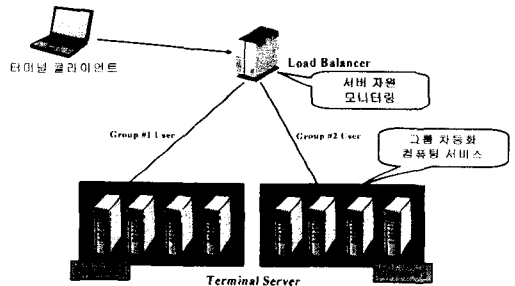


그림 5 그룹 기반의 터미널 서비스 클러스터

그룹 기반 터미널 서비스 클러스터를 구성 시에 특정 그룹으로만 사용자가 집중되는 문제가 발생할 수 있다. 이렇게 되면 그룹 #1에는 사용이 별로 없는데 반해 그룹 #2에는 자원 부족 상황이 발생하게 될 수 있다. 이 경우 그룹 #2의 자원 부족 상황을 보충하기 위해 그룹 #1의 서버를 그룹 #2의 서버로 전환할 수 있다. 이렇게 하기 위해서는 터미널 서버들의 자원 모니터링과 전환 시점의 결정이 필요하다. 그림 6은 적응적 터미널 서비스 클러스터에서 터미널 서버 그룹의 재 할당을 보여준다.

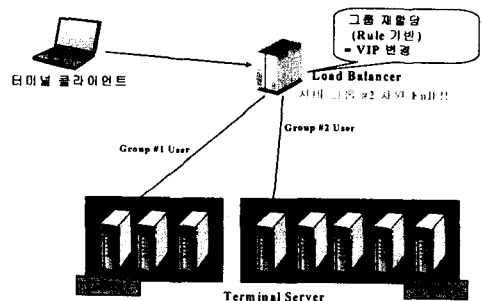


그림 6 적응적 터미널 서비스 클러스터

5. 실험 및 결과

그림 7은 실험 환경을 나타낸다.

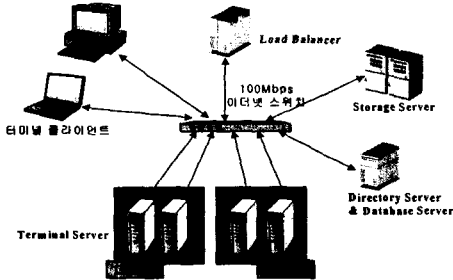


그림 7 실험 환경

실험은 기본적으로 터미널 클라이언트로 서버에 접속을 하여 별도 제작한 부하 발생기를 사용하여 사용자의 부하를 생성하고, 서버 상태 모니터링을 통해 서버 세션 변화, 자원 활용도를 측정하였다. 부하 발생기는 CPU, 메모리, 하드 디스크, 디스플레이 사용을 반복적으로 수행하여 시스템 부하를 발생시킨다. 세션들의 부하 발생은 3단계를 가지고 있으며 각 단계는 최저 부하 크기만큼 차이가 나게 한다. 1단계가 가장 낮은 부하 발생 단계이며 3 단계가 가장 큰 부하 발생 단계이다.

부하 절대 기준량은 부하를 터미널 서버 성능과 관계있는 절대적인 값으로 표현하여 각 터미널 서버들에서 발생하는 부하를 서로 비교할 수 있다. 부하 절대 기준량은 성능이 좋은 환경에서는 상대적으로 낮은 값이 되고, 성능이 안 좋은 환경에서는 상대적으로 높은 값이 된다. 적절한 부하 분산은 터미널 서버들의 성능과 관계없이 터미널 서버들 사이의 부하 절대 기준량이 비슷해야 한다.

- 터미널 서버 부하 절대 기준량 = \sum (세션 부하량 × 터미널 서버 부하 가중치)
- 터미널 서버 부하 가중치 = 기준 터미널 서버 가중치 / 터미널 서버 성능치

그림 8은 일반 터미널 서비스 클러스터에서 터미널 세션 수 증가에 따른 터미널 서버 간 부하 비교를 나타낸다. 그림에서 보듯이 터미널 서버들의 성능이 동일한 상황에서 부하 절대 기준량이 차이가 있음은 부하 분산이 적절이 이루어지고 있지 않음을 의미한다.

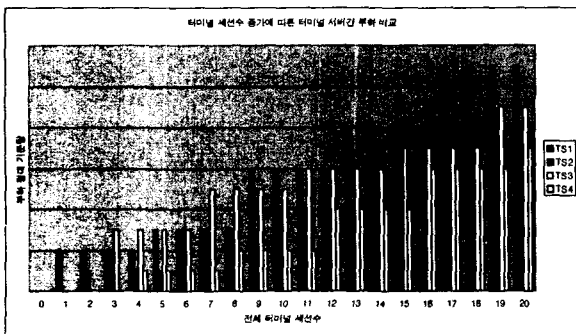


그림 8 터미널 세션 수 증가에 따른 터미널 서버 간 부하 비교

그림 9는 그룹 기반 터미널 서비스 클러스터에서 터미널 세션 수 증가에 따른 터미널 서버 간 부하 비교를 나타낸다. 그림에서 보듯이 이 그룹 #1로 계속적으로 세션이 생성되고 전체 세션수가 15번째 지점부터는 그룹 #2로의 사용자 접속을 시작한다. 즉, 그룹 간에 어떠한

상호 작용 없이 분리된 부하 분산이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

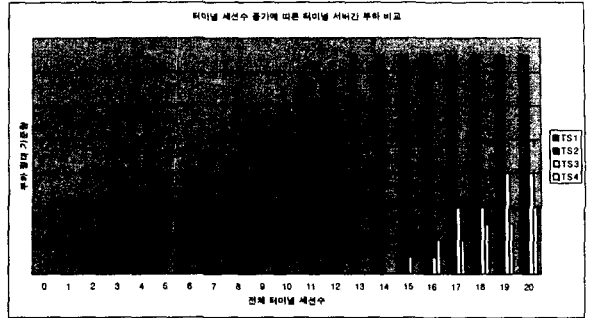


그림 9 터미널 세션 수 증가에 따른 터미널 서버 간 부하 비교

그림 10은 적응적 터미널 서비스 클러스터에서 터미널 세션 수 증가에 따른 터미널 서버 간 부하 비교를 나타낸다. 그룹 #1의 사용자 세션이 증가함에 따라 그룹 #1 터미널 서버의 세션수가 증가하고 있다. 전체 세션수가 7이 되었을 때 그룹 #1의 세션수가 임계점에 도달하게 되고 이때 그룹 #2의 터미널 서버를 그룹 #1으로 옮겨 TS3을 포함한 부하분산을 수행하고 있다. 터미널 세션수가 10이 되었을 때 TS1, TS2, TS3 모두가 세션 수 임계점에 도달함에 따라 TS4 까지도 그룹 #1으로 옮겨 부하분산을 수행하게 된다. 그룹 간 부하에 따라 적응적으로 그룹을 형성하여 부하 분산이 됨을 알 수 있다.

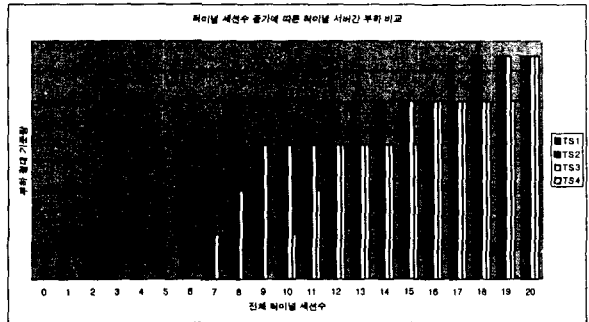


그림 10 터미널 세션 수 증가에 따른 터미널 서버 간 부하 비교

6. 결론

본 논문에서는 터미널 서비스 서버 환경을 확장성이 있도록 해주는 클러스터를 구성하였고, 터미널서비스로 인하여 발생하는 클러스터 비효율성 문제를 해결하기 위해 적응적 터미널 클러스터 구조를 제안하였다.

향후 연구 방향을 요약하면 다음과 같다.

- 터미널 세션의 실시간 Migration
- 터미널 세션의 패턴 분석
- RDP 의 클러스터 최적화 지원
- 터미널 클러스터의 관리

참고문헌

[1] S. Jae Yang, Jason Nieh, Matt Selsky, Nikhil Tiwari, "The Performance of Remote Display Mechanisms for Thin-Client Computing" USENIX Annual Technical Conference, 2002.
 [2] Microsoft Windows Terminal Services, <http://www.microsoft.com/terminal>