

P2P 중계방식을 이용한 멀티미디어 스트림 전송의 효율 개선에 관한 연구

박종하, 윤용근
국민대학교 일반대학원 정보관리학과

A Study on the Improvement of Multimedia Streaming System Using P2P Relay Structures

Park, Jong Ha, Yoon, Young-Keun
Dept. of Management Information Systems, Kookmin University
E-mail : bugless@korea.com, yoon@kookmin.ac.kr

요 약

멀티미디어 스트림 전송에 있어서 대량접속자를 수용하기 위해서는 서버에 많은 리소스와 대역폭이 집중되어야만 하는데, 소수의 클라이언트 접속만을 수용할 수 있고 적은 리소스와 대역폭을 갖는 서버의 경우, 이미 접속한 클라이언트가 서버 기능을 해서 중계할 수 있다면, 추가적인 접속은 중계가 가능한 다른 클라이언트로 접속하게 할 수 있다. 이렇게 피라미드 형태로 접속이 분산하기 위해서 P2P 접속을 이용한다면, 적은 리소스와 대역폭을 가지고도 대량접속자를 수용할 수 있는 대안이 될 수 있다. 실제로 이러한 구조로 어떤 어플리케이션이 가능한지, 또 얼마만큼의 성능개선효과가 있는지 고찰해보고자 한다

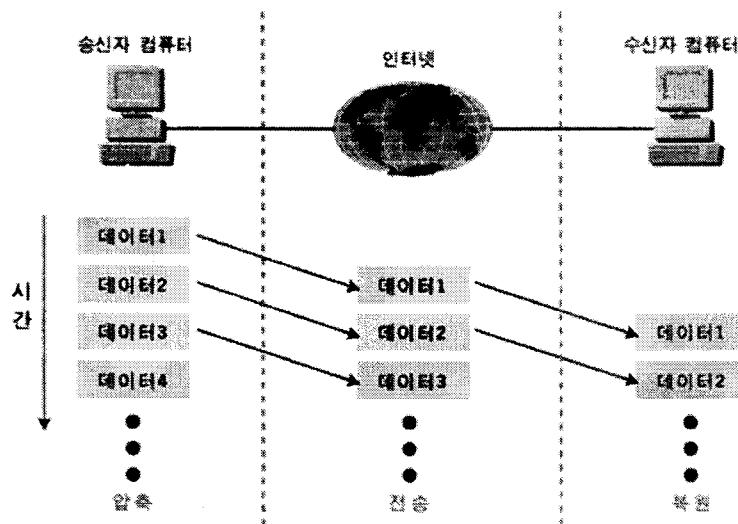
1. 서론

인터넷 대역폭이 증가하고 멀티미디어 데이터의 생산,가공,사용이 증가함에 따라서, 스트리밍을 이용한 동영상 서비스가 차츰 증가하고 있다. 이 때, 유니캐스트 방식의 멀티미디어 스트림 전송은 동시 접속자 수만큼의 네트워크 자원과 대역폭을 사용하게 된다. 그 대안으로써 멀티캐스트 방식이 있지만 지원하는 하드웨어가 보급되지 않아 연구수준에서만 머무르는 실정이다. 이를 유니캐스트 방식과 P2P 방식을 연동해서 서버에 접속한 클라이언트가 다시 인접한 다른 클라이언트의 서버가 되는 분산형네트워크를 적용하는 방식을 검토하고, 대량접속자를 수용할 수 있는 전송방식에 대해서 고찰해보고자 한다. 이러한 전송방식은 SOHO 나 홈서버를 이용한 어플리케이션에 초점을 맞추면 상용화도 가능할것으로 생각된다

2. 본론

2.1 멀티미디어 스트리밍의 정의

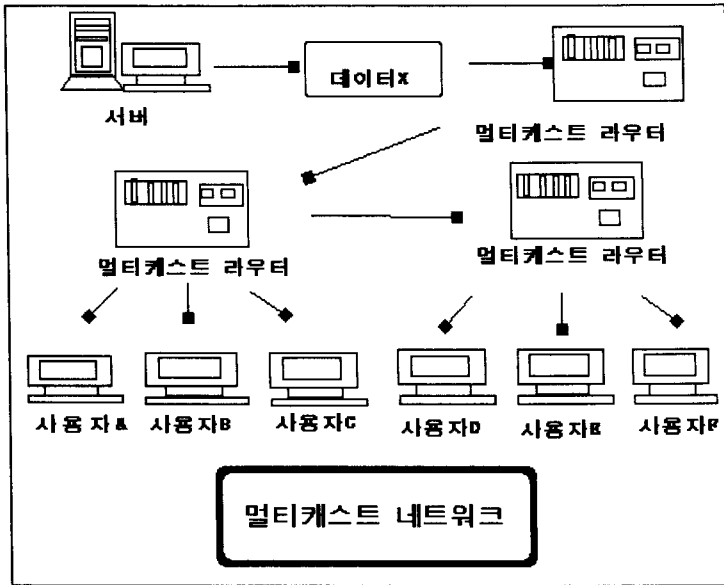
스트리밍이란 데이터를 수신하는 즉시 출력장치에 표시함으로써 송수신자간의 정보 전달시간 지연을 줄이는 기법이다. “멀티미디어 스트리밍”은 텍스트(Text), 그림(Image), 오디오(audio), 동영상(video) 등의 멀티미디어 콘텐츠를 미리 일정한 규칙에 의해 압축해 두거나, 실시간으로 압축해서 이용자의 요구가 있을 때마다 실시간으로 압축-전송-복원하는 인터랙티브 서비스를 말한다. 이 때, 데이터를 압축하는 절차를 “인코딩”이라고 하며, 복원하는 과정을 “디코딩”이라고 한다. 인코딩 하는 과정에서 원본 데이터를 적당한 크기로 압축하고 패킷을 분할할 수 있어야 하는데, 그 패킷의 크기는 데이터 제공자와 사용자간의 네트워크상에서 단위시간당 흘려보낼 수 있는 데이터의 크기보다 작아야 한다. 이렇게 단위시간당 흘려보낼 수 있는 데이터의 최대 크기를 네트워크의 “대역폭”이라 한다. 만약 인코딩된 데이터의 크기가 대역폭을 넘어서게 되면, 데이터는 실시간으로 전송되지 못하고 지연되는 현상이 발생한다. 또, 네트워크의 대역폭은 순간적으로 변화될 수 있으므로, 일정한 양만큼을 미리 받아놓는 기법을 사용하는데, 이 과정을 “버퍼링”이라고 한다. 버퍼링의 시간만큼 송신자와 수신자 사이에는 전송지연이 발생하는데, 이 전송지연을 일정하게 유지하는 것을 “동기화”라고 한다.



2.2 멀티캐스트 전송방식

인터넷방송의 대역폭 한계를 극복하기 위한 또 다른 방안으로 멀티캐스트 통신기술을 들 수 있다. 유니캐스트 전송방식을 위주로 하는 인터넷방송은 일반적으로 서버와 클라이언트간의 일-대-일(Point-To-Point: 점-대-점) 접속에 의해 데이터전송이 이루어져 개개인의 클라이언트에 전송되는 멀티미디어 스트림들이 제각기 대역폭을 차지하게 되므로 대역폭병목현상을 피할 수는 없게 되는 반면에 멀티캐스트 전송기술을 활용할 수만 있다면 네트워크 상에 연결된 모든 클라이언트들이 동일한 멀티미디어 스트림을 공유할 수 있기 때문에 대역폭병목 현상을 해소시키는 방안으로 활용될 수 있다.

<멀티캐스터 라우터와 멀티캐스팅>



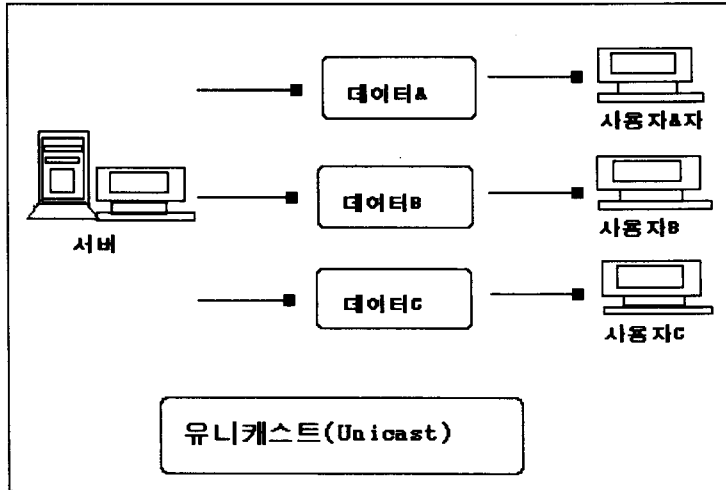
하지만 멀티미디어 데이터 전송을 위한 멀티캐스트 네트워크를 구현하려면 실제로 네트워크에 존재하는 라우터들이 멀티캐스트를 지원할 수 있도록 하여야 하는데 인터넷을 이용한 멀티캐스팅은 멀티캐스트가 가능한 네트워크를 물리적으로 구축하기는 어렵지 않기 때문에 가능하지만 인터넷에 존재하는 모든 라우터들을 멀티캐스트를 지원하도록 교체하거나 기능을 추가하여 멀티캐스트를 지원하도록 하는 것은 현실적으로 단 시간 내에 이루기는 어려운 것이 사실이다. 그러므로 이 절에서는 현재 구현되고 있는 멀티캐스트 기술과 서버나 멀티캐스트 라우터와 같은 하드웨어의 보강을 통한 물리적인 인프라를 구축하지 않고 멀티캐스팅을 실현할 수 있는 구현방법에 관하여 알아보기로 하겠다.

2.3 유니캐스트 전송방식

인터넷에서의 멀티미디어 데이터의 전송은 기본적으로 서버로부터 클라이언트에 데이터를 전송하는 주문식 개념의 데이터 전송인 유니캐스트 형식을 취해왔으며 스트리밍 기술의 발달로 기존의 방송의 개념인 서버로부터 데이터를 요구하는 모든 클라이언트에게 동일한 데이터를 전송하는 브로드캐스트 전송방식이 보편화되어 있다. 하지만 이 두 전송방식의 취약점이라 할 수 있는 대역폭의 병목현상을 줄이기 위한 방편으로 일대다 (One-To-Many)의 전송방식 개념인 멀티캐스트 기술이 개발되었으며, 차세대 인터넷인 IPv6 혹은 차세대 IP 라 불리는 IPng(IP next generation)에서 적용되는 애니캐스트(Anycast)라는 특정한 송신자가 근접한 수신자들에게만 데이터를 전송하는 새로운 형태의 멀티캐스트 전송기술을 들 수 있다.

인터넷의 특성 혹은 장점이라 할 수 있는 새로운 개념의 방송형태인 주문식(On-demand)프로그램의 전송방식이 바로 이 유니캐스트에 기반을 두고 있는 것이다. 데이터를 요구한 사용자와 데이터를 전송하는 호스트간의 통신의 개념으로 호스트는 데이터를 요청한 수신자에게만 데이터를 전송하며 이러한 이유로 일대일 전송방식이라 불리 운다.

<유니캐스트(Unicast)>



데이터를 요청하는 사용자의 수가 많지 않을 경우에는 별 무리가 없겠지만 사용자의 수가 증가함에 따라 데이터를 전송하는 대역폭은 한계가 있기 때문에 데이터를 요청하는 사용자는 데이터를 전송 받을 수 없거나 혹은 데이터를 전송 받는다 하더라도 데이터의 일부가 손실되는 경우가 많기 때문에 양질의 서비스를 보장받기는 힘들 것이다.

예를 들어 인터넷방송국의 대역폭이 3Mbps 인 경우에 300Kb 멀티미디어 데이터를 동일한 시간에 서비스 할 수 있는 사용자의 수는 10 명으로 제한되기 때문에 초과되는 사용자에게는 서비스를 제공할 수 없게되므로 사용자의 숫자를 늘리기 위해서는 데이터의 용량을 줄이거나 대역폭을 상승시켜야 할 것이다. 하지만 데이터의 크기를 줄인다는 것은 데이터의 화질이나 음질의 감소를 뜻하고 또 다른 한편으로는 이 또한 100K 혹은 56K 와 같이 데이터 용량을 줄인다 하더라도 지극히 제한적일 수밖에 없어 30 명과 60 명 정도의 사용자만을 만족시킬 수 없으며, 대역폭을 상승시키는 문제도 경제적으로 실현하기 힘든 것은 물론 IDC(Internet Data Center)와 같은 수준인 1Gbps 로 향상시킨다 하더라도 3000 명 정도의 사용자에게만 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

2.4 멀티미디어 스트리밍의 문제점과 해결방안

앞에서 살펴본 바와 같이, 멀티미디어 스트리밍은 유니캐스트 방식을 사용하고 있기 때문에 서버에 동시접속하는 동시접속자 수, 스트림이 인코딩된 타겟 대역폭, 인터넷 망의 구성에 따른 물리적 대역폭의 제한 등의 영향을 받아 대역폭의 서버집중화를 야기 시킬 수 있는 구조이다. 대역폭의 서버 집중화는 스트리밍 서비스 제공의 품질을 떨어뜨리고 서버 및 회선의 고비용화로 이어지게 된다.

또한, 기술발전에 따라서 회선의 대역폭은 지속적으로 증가하고 있지만, 이에 비례해서 스트림의 데이터도 다채널화, 고품질화가 되고 있기 때문에, 대역폭의 낭비는 점점 더 심해진다 할 수 있겠다.

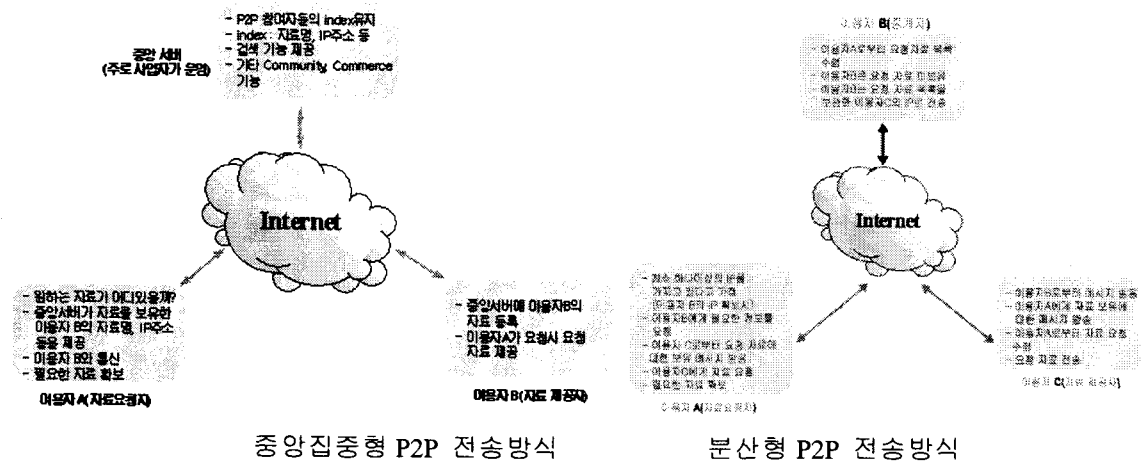
이러한 문제점을 해결하기 위해서 멀티캐스트등의 연구가 진행되고 있지만, 인터넷상의 라우터를 전면 교체 해야하는등 실용화에는 문제가 많다. 본 논문에서는 이러한 문제

를 P2P 기술을 이용해서 해결하는 모델을 제시해 보고자 한다.

2.5 P2P 전송의 정의

P2P (Peer-To-Peer) 에서 Peer 는 네트워크에서 각 노드를 의미하며 서버노드와 클라이언트 노드를 가리지 않고 지칭한다. 일반적으로 서버노드는 네트워크에 안정적으로 접속하고 있고, 저장장치를 확보하고 있는데 반해, 클라이언트 노드는 필요할 때에만 네트워크에 접속한다는 것을 가정하고 있지만, 광대역 네트워크의 발달로 클라이언트 노드도 기존의 서버 노드만큼이나 네트워크에 안정적인 접속을 하고, 대용량의 저장장치를 확보하고 있는데서 P2P 전송이 가능해지는 것이다.

Peer 는 구체적으로는 개인사용자를 의미하는데, 데이터를 전송할 때 특정 서버의 저장장치를 경유하지 않고 Peer 에서 Peer 로 직접 데이터가 전달된다는 의미에서 기존의 데이터 전달 방식과의 차이점이 있다. P2P 는 간단히 말해서 기존의 인터넷 비즈니스의 지배적 구조였던 서버와 클라이언트 개념이나 공급자와 소비자 개념에서 벗어나 개인 컴퓨터끼리 직접 연결하고 검색함으로써 모든 참여자가 공급자인 동시에 수요자가 되는 형태를 말한다



P2P 전송구조는 데이터가 서버를 경유하지 않고 최단경로로 전송됨으로 해서 초고속통신망의 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. 이 때, 각 Peer 의 한정된 대역폭에서 수용할 수 있는 전송 커넥션 수를 관리하는 것이 이 효율을 최적화 하는데 중요한 대목이다.

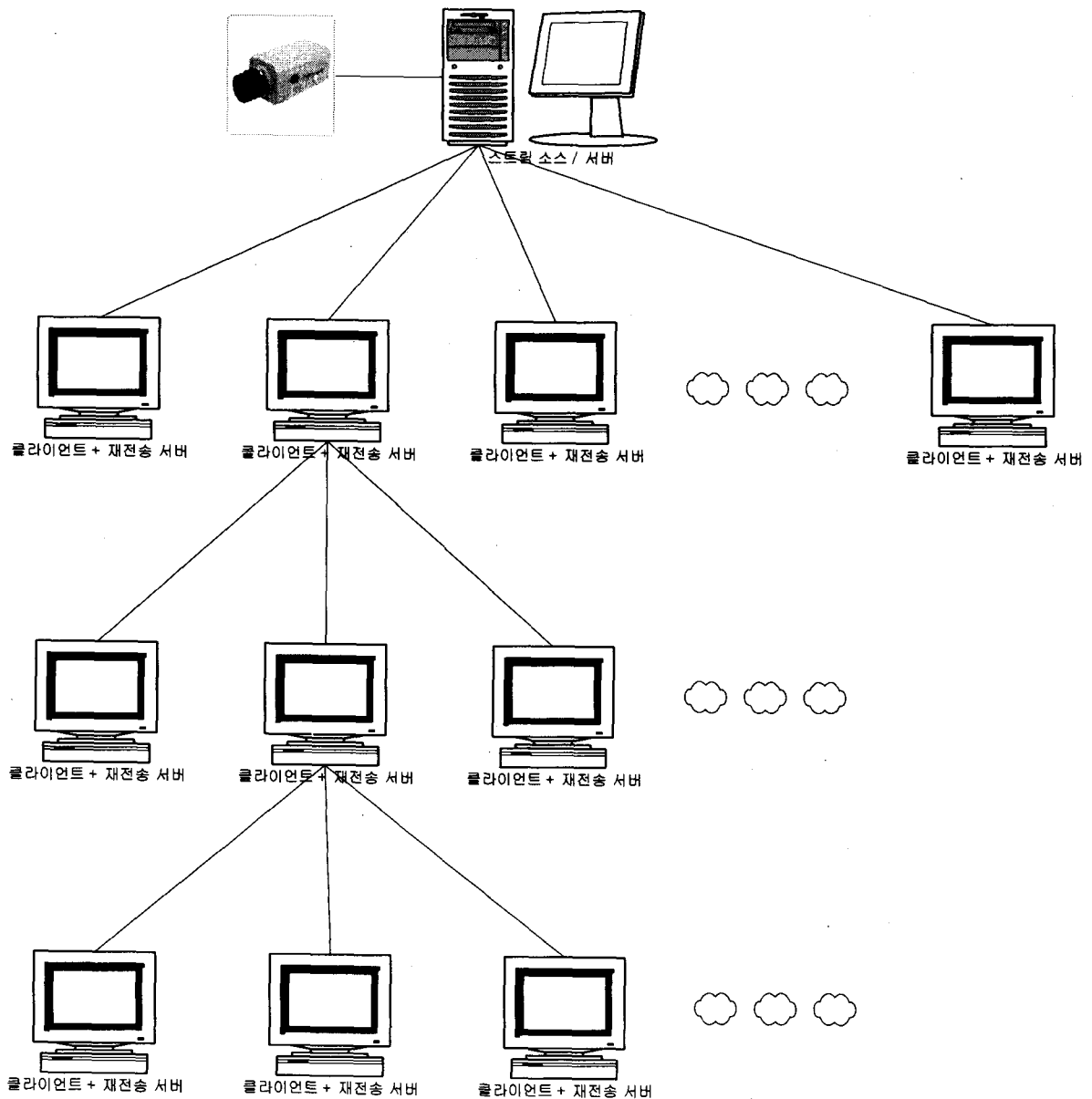
현재 P2P 전송방식은 파일전송에 주로 쓰이지만, 전 장에서 살펴 본 것처럼 멀티미디어 스트림 전송이 서버에 집중되는 구조를 P2P 전송 구조를 이용해 네트워크의 부하는 분산해보고자 하는 것이 이 논문의 요점이다

2.6 P2P 중계방식을 이용한 멀티미디어 스트림 전송

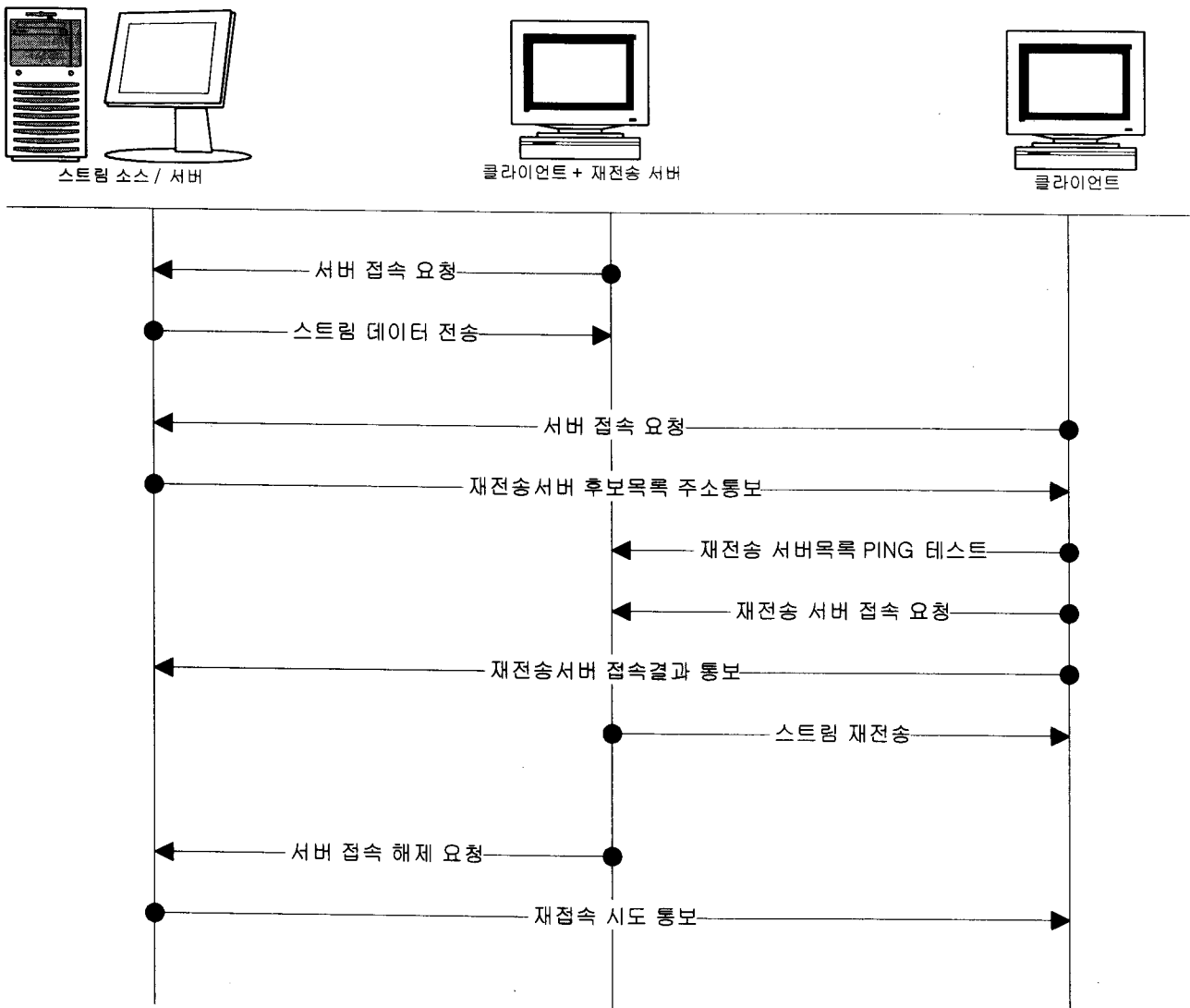
2.6.1 서비스 개념

앞에서 살펴 보았듯이 멀티미디어 스트림 전송에 있어서 가장 많이 사용되는 방식인 유니캐스트 전송방식에서 비용이 많이 소요되는 부분은 서버에 집중된 CPU 부담과 대역폭의 부담이다. 이것을 기존의 파일 전송에만 사용되던 P2P 전송구조를 적용해서 스트림 전송 모델을 제시함으로써, 네트워크와 CPU의 부하를 사용자 컴퓨터와 네트워크로 분산하는데 목적이 있다.

2.6.2 서비스 구조 다이어그램



2.6.3 서비스 프로토콜 설계



최초에 클라이언트가 서버에 접속을 요청하면, 서버측에서는 최대 접속자수를 넘지 않으면 클라이언트의 직접 접속을 허락하고 스트림을 전송한다. 만약 최대접속자수를 초과하면 서버에서 재전송서버의 후보의목록과 주소를 클라이언트에 통보한다. 이 목록을 가지고 클라이언트에서는 다른 재전송 서버를 PING 해보고 속도를 측정한다. 그 결과중에 가장 PING 시간이 적게나온 재전송 서버를 선택해서 재전송 서버에 접속하고 그 결과를 메인 서버에 통보하면, 메인서버는 전체 클라이언트의 접속 상황과 접속 단계를 알 수 있게되며, 이 트리를 바탕으로 재전송 서버목록을 계산할 수 있게 된다.

클라이언트가 접속이 해제가 되면 해제요청을 하게 되고, 그 클라이언트가 재전송을 하고 있었다면, 재전송 받고 있던 클라이언트들에게 재접속 시도를 통보하게 되고, 그 과정의 위의 과정을 되풀이 하게 된다.

3. 결론

기존의 유니캐스트 방식에서는 클라이언트 수만큼의 접속자수가 서버에 집중되는데, 이 논문에서 제안하는 방식은 이 트래픽은 하부 클라이언트로 전파시키고 그 노드를 탄력적으로 운영함으로써 서버와 최초 접속되는 클라이언트의 수량을 획기적으로 줄일 수 있다.

서버에 직접 접속한 클라이언트 수가 n 개 이고, 클라이언트가 허용하는 재전송 접속자수를 x 개로 설정하고, 재전송이 y 회 이루어진다면, 최대 전체 접속자 수 $p = n * (x^y)$ 이다. 예를 들어 $n = 10, x = 3, y = 4$ 일 경우 $p = 10 * (3^4) = 810$ 이다, 결국 10 명을 소화할 수 있는 대역폭을 가진 서버로 최대 810 명의 클라이언트의 접속을 처리할 수 있게된다.

또한, 클라이언트가 서버기능을 하여 데이터를 재전송 할때는 동일 네트워크나 동일 ISP 의 클라이언트에게 접속 우선권을 할당하기 때문에 ISP 간 망연동의 부담도 적게 된다. 이러한 방식은 ADSL 사용자등 SOHO/가정용 솔루션에 적합하다.

활용 가능한 어플리케이션의 예를 들어보면, ADSL 인터넷을 사용하고 인터넷 카메라를 설치해서 가전에서도 아이들의 모습을 볼 수 있게 한 유치원이 있다. 이 지역에는 3-4 개의 ISP 를 사용하는 가정들이 있으며, 아이들을 유치원으로 보낸 가정에서는 컴퓨터 바탕화면에서 이 동영상을 플레이 시키려고 한다. 이러한 경우에 ADSL 인터넷에 연결된 유치원의 PC 로는 10 면 이상이 동시에 접속하기 힘들지만, P to P 재전송 기술을 사용했을 때는 그 노드를 10 배 이상 확장 할수 있게 된다.