

효율적인 멀티미디어 콘텐츠 전송을 위한 부하 가중치 멀티캐스팅 기법의 설계

A Load Based Weight Multicasting Technique Design for efficient Multimedia Contents Delivery

이서정(Seojeong Lee)*, 김선호(Seonho Kim)**

초 록

멀티미디어 콘텐츠의 전송은 대용량 및 비정형적인 데이터를 처리해야하는 특성을 해결하는 데 목적이 있다. 이를 지원하기 위한 멀티캐스팅 기술에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 멀티미디어 콘텐츠를 안정적이고 신속하게 전송하기 위해, 서버 그룹간의 멀티캐스트 라우팅을 지원하는 기법을 제안한다. 서버 노드의 부하에 따른 가중치에 따라 라우팅을 하여, 부하가 가중된 노드를 고려하여 콘텐츠 전송의 효율을 높이는 방법으로, 가중치는 멀티캐스트 서버의 통신 부하에 따라 계산한다. CDN(Content Delivery Network)에서 둘 이상의 ES(Edge Server)가 존재하는 경우, 지연이 적은 라우팅을 제공함으로써 멀티미디어 콘텐츠를 효과적으로 전송할 수 있다. 멀티캐스트 서버간의 라우팅 기법을 설계하고 분석을 통해 네트워크의 부하를 줄여 네트워크 지연이 감소됨으로써 전체 네트워크 성능이 향상됨을 보인다.

ABSTRACT

The purpose of multimedia contents transmission is to resolve the large size and nonformal issues. Various multicasting technologies have been researched to support these issues. This paper suggests a technique to build multicast routing for safe and reliable transmission of multimedia contents. Network server nodes have their own weight with respect to communication loads. The weight is computed by a server's communication load with others. This suggests low delay routing with two or more edge server of content delivery network. We will show the weighted inter-server routing technique and analyze the network performance improvement caused by lower network traffic and delay.

키워드 : 멀티캐스팅 라우팅, LBW(Load Based Weight)

Multicasting Routing, LBW(Load Based Weight)

* 숙명여자대학교 연구원

** 동덕여자대학교 정보과학대학 교수

1. 서 론

어디서나 쉽게 고속 인터넷을 사용할 수 있는 방법들이 제공되면서, 인터넷에 연결된 사용자의 수는 놀라운 속도로 증가하고 있다. 또한 많은 대역폭을 필요로 하는 응용과 서비스가 개발되면서 새로운 광대역의 네트워크에 대한 요구가 증가하고 있다. 웹 콘텐츠에 있어서도 HTML 기반의 텍스트 위주에서 벗어나 전자상거래, 뉴스 등 대용량의 멀티미디어 콘텐츠에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 멀티미디어 콘텐츠는 대역폭을 많이 차지하며 전달되는 조건이 복잡하여 특정한 인터넷 노드에 과중한 부하가 걸리게 되며 특히 사용자의 가입자망에서 콘텐츠 제공자(Content Provider)의 웹 서버에 이르는 구간을 일컫는 미들 마일(Middle-Mile)에서는 여러 ISP가 많은 라우터를 통하여 서로 중첩되는 과정에서 콘텐츠가 손상되고 전송이 지연되는 등의 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안의 한가지로 멀티캐스트 기반의 서비스가 이용되고 있다. 한번에 여러 사용자들에게 같은 데이터를 보내야 하는 경우에 멀티캐스트 기법을 사용함으로써 대역폭을 절약하고 서버의 부하를 줄일 수 있다. 현재 인터넷에서는 일-대-다 혹은 다-대-다 간의 통신을 제공하는 멀티캐스트 서비스를 사용하기 위하여 가상 네트워크인 Mbone(Multicast Backbone)을 통한 IP Multicast 서비스가 제공되고 있다[1]. 그러나, IP Multicast는 IP Unicast 서비스와 마찬가지로 최선형 전송을 기반으로 하며 신뢰성을 보장하는 메커니즘은 제공하지 못한다. 또

한 인터넷상에서 신뢰성을 보장하기 위해 사용하는 프로토콜인 TCP는 IP Multicast를 지원하지 못한다. IP Multicast 서비스는 어느 정도의 패킷 손실에는 영향을 받지 않는 응용에는 적합한 서비스를 제공할 수 있지만, 데이터의 손실 없는 전송이 보장되어야 하는 응용에서는 상위 계층에서 신뢰성을 보장하는 추가적인 방법이 제공되어야 한다. 특히 고품질의 멀티미디어 데이터 전송의 경우 요구하는 대역폭이 상당히 크기 때문에 멀티캐스트를 사용하면 각 사용자들에게 유니캐스트로 데이터를 여러 번 전송하는 것에 비해 훨씬 경제적이다. 이런 멀티캐스트의 장점으로 인해 실제로 많은 차세대 멀티미디어 어플리케이션들이 멀티캐스트 방식을 이용하여 구현되고 있다.

또한, 멀티캐스트 플로우의 트래픽 양이 망에서 차지하는 비중이 크다면, 멀티캐스트 트래픽의 변화량에 따라 라우팅은 변경될 수 있어야 한다. 최근의 차별화 서비스 망(Differentiated Services Network)에서 실시간으로 멀티캐스트를 지원하는 환경에서는 더욱 고려되어야 할 사항이다.[8]

본 논문에서는 기존 네트워크의 멀티캐스팅을 기반으로 전송 오류를 줄이기 위해 네트워크 서버의 부하에 따른 가중치(Load Based Weight)를 부여하여 신뢰성 있는 멀티미디어 전송 경로 구축을 위한 방법을 제안한다. 먼저 네트워크 상의 서버 노드에 부하에 따른 가중치를 각각 부여한다. ES가 둘 이상인 환경에서 가중치를 고려하는 경우, 하나의 노드에 부하가 집중되는 것을 막아주고 전체 네트워크 지연이 줄어들게 되어, 결과적으로 멀티미디어 콘텐츠를 효율적으로 전송할 수 있다.

2. 관련연구

2.1 CBT (Core Based Tree)

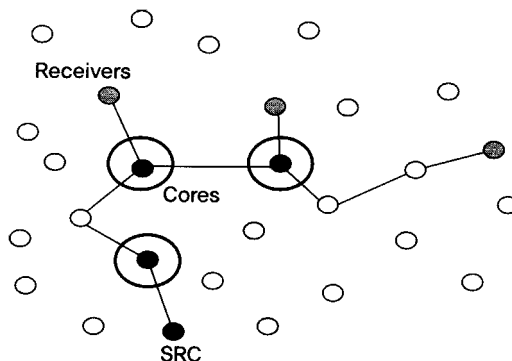
CBT프로토콜은 멀티캐스트 서비스에 직접적으로 관련되는 라우터 혹은 네트워크들만을 포함하는 공유 멀티캐스트 트리를 구성하고 유지하기 위해 제안된 트리구성 방법이다.[2] 이는 그룹 내의 노드들이 같은 트리를 공유하므로 비디오 게임이나 화상회의와 같은 협동형 서비스에서는 소스의 수가 많지 않으므로, 소스기반트리(source based tree)에 비해 유리하다.

호스트는 먼저 인터넷 그룹 관리 규약 IGMP(Internet Group Management Protocol)의 호스트-멤버십(host-membership) 리포트를 전송함으로써 그룹 참여의사를 표현한다. 지역 라우터는 join_request 메시지를 코어 라우터에 보내고 Join_Ack 승인 메시지를 받는 과정을 통해 트리를 형성하고 이를 기반으로 전송이 이루어지는 방식이다. <그림 1>은 CBT의 구조를 나타낸다. 소스(SRC)노드 코

어 노드 그리고 수신(receiver)노드가 포함된다.

기존의 소스기반 멀티 캐스트 트리의 경우 각 소스-그룹 쌍에 대하여 트리 정보를 유지해야 하지만, CBT 방식의 경우 소스에 상관없이 하나의 트리를 모든 멤버가 공유하므로 멤버의 수나 소스의 수가 늘어난다고 해서 네트워크 트래픽이 급격히 증가하지 않는 장점이 있다. 또한 모든 라우터에 주기적으로 IGMP 호스트-멤버십 정보를 전송하지 않으므로, 링크 대역폭 등의 자원 관리 면에서도 효율적이다.

반면, 모든 트래픽의 대부분이 코어 노드에 집중되는 트래픽 집중현상(traffic congestion)이 일어난 심각한 병목현상으로 전체 네트워크의 성능이 떨어질 수 있다. 또한, 멀티캐스트 라우팅이 코어노드를 중심으로 구해지므로 트리의 링크 비용이 최적이 되기 힘들고, 분산 환경에서는 코어 라우터 선택의 문제가 발생한다.[5]



<그림 1> CBT 구조

2.2 ODMRP (On-Demand Multicast Routing Protocol)

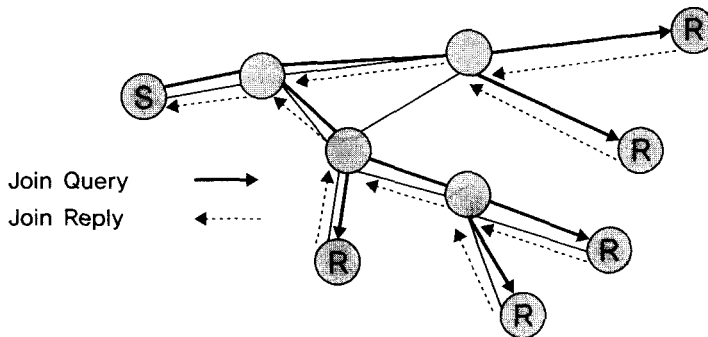
ODMRP[9]는 주문식 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로서 그물형의 멀티캐스트 그룹을 형성함으로써 트리형의 단점인 트래픽 집중화, 비효율적인 경로 설정 등을 피하여 대역폭 부하를 줄이고 확장성을 증대시킨 프로토콜이다. <그림 2>는 ODMRP의 전송 개념을 보여준다. 송신을 원하는 노드는 참가 요청 패킷을 보내고, 이를 수신한 노드는 해당 정보를 캐쉬에 저장한 후 다시 전송한다. 목적지 노드는 참가 요청 패킷을 보낸 노드의 식별자를 포함하는 참가 테이블 패킷을 구성하여 송신자에게 전송한다. 참가 테이블 패킷을 수신한 중간 노드들은 자신을 포워딩 그룹으로 지정하고 여러 목적지의 참가 테이블 패킷들을 취합하여 송신자에게 전송한다. 데이터 전송은 이 과정 이후에 발생한다.

ODMRP는 불필요한 트리 정보를 저장하지 않으므로 대역폭과 저장 장치의 공간을 절약할 수 있으며 효율적인 경로 설정이 가능하다. 트리가 아니므로 노드의 가입, 탈퇴 및 이동에 쉽게 대처할 수 있고 확장성도 높일 수

있다. 그러나 그물 구조의 특성에 따라 불필요한 트래픽을 유발시킬 수 있고 노드 수의 증가에 따라 참가 테이블 패킷의 크기가 점차 증가한다는 단점이 있다.

2.3 가중치 적용 모델

DWMCP(Dynamic Weighted Multi-Core Multicast Protocol)[3]는 코어 노드를 선정하기 위해 그물(mesh)형과 코어(core)형을 결합한 하이브리드(hybrid) 형태의 접근을 제안했다. 그리드 기반 DDM (grid-based Data Distribution Management)을 참조한다. 그리드 기반 모델은 가상공간(virtual space)을 그리드로 나누고, 나누어진 각 부분을 셀(cell)로 취급한다. 즉, 물리적 네트워크를 논리적 공간의 그리드로 분류하고, 분류된 공간을 셀로 취급하는 것이다. <그림 3>은 물리적 네트워크와 그리드를 적용한 가상 공간의 개념이다. 각 셀은 아차원의 세그먼트(segment)로 나뉜다. 각 세그먼트가 subscription 또는 update 영역에 포함되었는지에 대한 정보와 다른 세그먼트 사이의 가중치를 변수로 셀의 가중치(Wi)를 다음과 같이 구한다. 이 식에서



<그림 2> ODMRP의 전송

$$W_i = \sum_{j \in n} \alpha_{i,j} * a_{i,j}$$

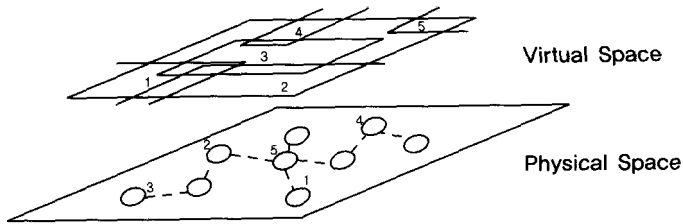
는 셀_i 내의 세그먼트에 해당하는 노드의 영역에 대한 값이고, $a_{i,j}$ 는 셀_i 내의 세그먼트의 가중치를 의미한다.

가중치에 따라서 원하는 전송을 하기 위한 코어노드를 선정한다. <그림 4>는 한 예로 하나의 셀을 여덟 개의 세그먼트로 나누어 가중치를 적용한 모습이다.

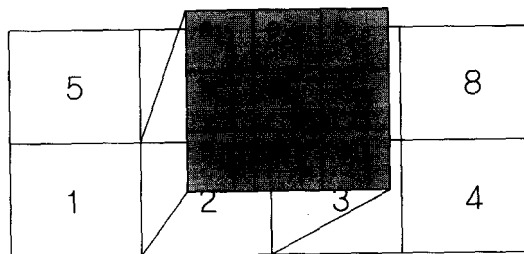
2번 세그먼트에 연관된 가중치가 가장 높은, 즉, 유사한 작업에 연관되어 있는 세그먼트는 5번인 그림이다. 이는 하나의 예로써, 그리드로 나눈 셀의 기능에 따라서 가중치가 주

어진 것이다.

이 방법은 코어형과 그물형의 장점을 모두 적용할 수 있다. 특히, 코어형에서 나타나는 병목현상으로 인한 네트워크 기능의 저하를 방지할 수 있고, 기본 그물형에서 나타나는 불필요한 트래픽에 대한 오버헤드를 줄일 수 있다. 하지만, 기본적인 개념에 비해 실제 실험을 위한 변수의 값을 어떻게 정할 것인지에 대한 구체적인 제시가 없다. 즉, 가중치를 구하기 위한 변수 $a_{i,j}$ 와 $\alpha_{i,j}$ 는 논리적인 접근보다는 물리적 환경에 따라서 값이 달라지므로 결과를 일반화하기 어려운 상태이다.



<그림 3> 물리적 네트워크와 그리드를 적용한 가상 공간의 개념



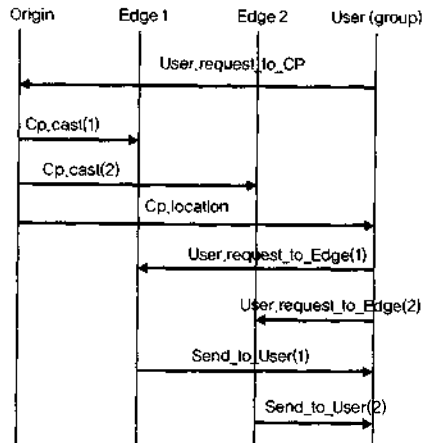
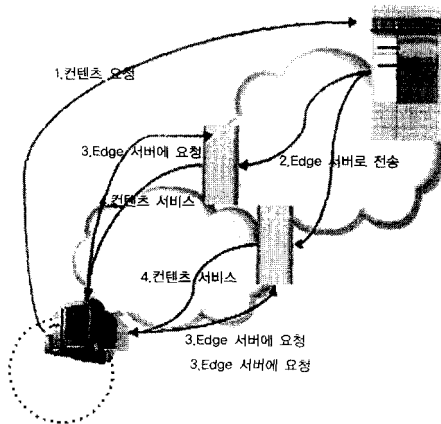
<그림 4> 노드 증개비용 계산모델

3. 부하 기반 가중치 경로 기법

멀티미디어 데이터는 지연에 매우 민감하므로 최단 경로를 찾는 것이 중요하고 데이터 볼륨이 크기 때문에 높은 대역폭을 요구하며 재전송을 최소화해야 하는 특성이 있다[7]. CDN(Contents Delivery Network)은 멀티미디어 콘텐츠 뿐만 아니라 사용자들에게 필요한 다양한 콘텐츠를 장애 없이 신속하게 전달하도록 지원하는 서비스로 사용자가 콘텐츠 서비스를 이용하기 위해 여러 ISP의 라우터 경로를 거쳐 원하는 CP서버에 접속하는 복잡한 경로를 캐싱기술과 미러링 기술을 이용, 사용자에게 가장 가까운 곳으로부터 원하는 정보를 얻을 수 있도록 하는 콘텐츠 전송 서비스이다.[4] CDN은 고유 웹 서버와 똑같은 콘텐츠를 보유하는 캐시 서버를 복수의 개별 네트워크의 edge에 위치시키는 기능을 제공한다. 이후 각 edge는 라우팅을 통해 서비스를 요청한 사용자에게 콘텐츠를 제공한다. <

그림 5)는 두 개의 edge를 유지하는 CDN 서버의 처리와 네트워크 구성 요소간의 메시지 전송 순서를 보여준다. 사용자가 콘텐츠의 보유한 origin 서버에 콘텐츠 요청을 하면, 요청한 콘텐츠를 ES(Edge Server)로 전송한다. 이제부터는 사용자는 콘텐츠를 ES로부터 전송받게 된다. 이 때, ES로부터 사용자까지의 라우팅이 필요하다.

대용량 멀티미디어 콘텐츠를 효율적으로 전송하기 위한 라우팅 기법은 기존의 코어형이나 그물형의 결점을 보완할 수 있어야 한다. 기본 코어형은 코어노드를 하나만 선정하여 트래픽 집중현상으로 인한 성능저하에 문제가 있으며, 그물형의 경우 구조의 특성상 그물에 포함된 노드에 불필요한 트래픽이 발생하는 문제가 있다. 두 가지를 합친 개념의 하이브리드형은 아직은 개념적으로 코어선정을 위한 기법이며, 실제로 적용할 경우, 네트워크를 구성하고 유지하기 위해 발생하는 join 질의-응답이 빈번하여 이에 대한 오버헤



<그림 5> CDN 서버 운용

드를 고려해야한다.

본 연구에서 제안하는 노드의 부하에 따른 가중치(Load Based Weight)를 적용한 라우팅 기법은 둘 이상의 ES를 갖는 구조로써, 각 ES는 연결된 네트워크의 가중치를 반영한 라우팅으로 사용자까지의 연결을 완성한다. 기존의 코어형이나 그물형의 결점을 보완하기 위한 시도이며 다음의 특징을 가진다.

(1) 멀티 코어

기존 코어형의 단점을 보완하기 위해, 둘 이상의 코어를 둔다. CDN에서는 ES가 될 수 있다. <그림 6>은 ES와 사용자간의 라우팅을 위한 네트워크의 예로써, 각 ES로부터 출발하여 네트워크 내의 노드를 경로에 포함하는 과정을 통해 라우팅이 이루어진다. R1과 R2는 라우팅 1과 2에 포함된 노드를 의미한다.

(2) 부하 가중치에 따라 노드 선정

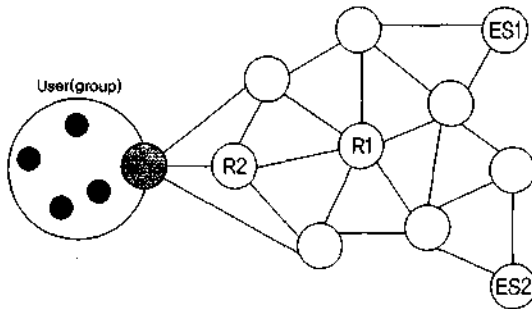
연결될 수 있는 대상 노드의 부하 가중치를 판별하여 가중치가 작은 순서로 mod(대상노드수/2)에 해당하는 노드를 경로에 포함한다. 라우팅의 대상이 될 수 있는 인접 노드 i의 부하 가중치 LBWi는 다음과 같이 계산한다.

$$LBW_i = \frac{\sum_{j=1}^n Psize(n, i)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n Psize(n, i)} \times Link_i \times Delay_i$$

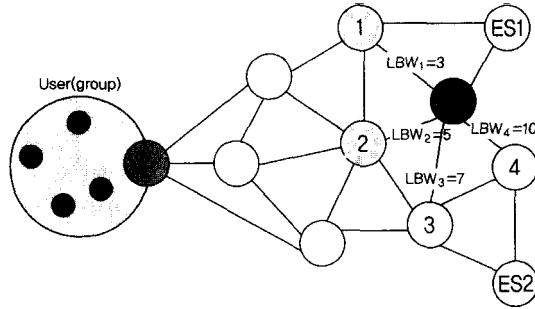
여기서 PSize(n,i)는 노드 i에 연결된 다른 노드로부터 요청받은 전송 패킷의 수이고, Link_i는 노드 i에 연결된 링크의 수로 정의한다. 즉, 각 노드의 가중치 LBWi는 자신 이외의 네트워크 상의 다른 모든 노드로부터 요청받은 부하를 반영하고, 그에 따른 패킷의 크기에 따라서도 차이가 있음을 반영한 것이다.

또한, 노드에 연결된 링크의 수가 많고 지연시간이 클수록 가중치는 커지게 되는 것을 의미한다. 지연시간은 네트워크의 성능을 결정하는 중요한 요소로써 전송 품질을 위해 고려되어야 할 가장 중요한 요소 중 하나이다.[6] 링크의 수가 많고 요청받은 전송 패킷이 많다고 하더라도 지연시간이 짧으면 상대적으로 부하는 적다고 판단할 수 있다는 의미이다.

인접한 노드에 대한 LBWi를 모두 계산하고 나서, 라우팅에 포함되는 노드는 mod(대상노드수/2)로 정한다. 이는 가중치를 적용한 결과 중 절반 이하 값을 갖는 노드만 연결하



<그림 6> 코어로서의 ES



〈그림 7〉 LBW의 경로선정

여 전체 노드의 부하균형을 맞추기 위함이다. 또한, 네트워크의 오류발생을 대비하여 절반의 연결을 유지하는 의미이다.

예를 들어, 〈그림 7〉은 현재 노드 C를 기준으로 라우팅을 결정할 때, 인접한 노드들에 대한 가중치를 계산해본 결과를 보여준다. 연결된 네 개의 노드 중 두개를 취할 수 있으며, 여기에서는 물방울 무늬로 표시된 노드1과 노드2가 이에 해당된다.

(3) RM(Routing Member) 관리

하나의 노드가 동시에 둘 이상의 라우팅에 연관되면, 같은 콘텐츠를 전송하면서 다른 중복된 라우팅에 연관되어 전송 시간이 더 늘어나게 된다. RM은 ES에서 출발하여 사용자에게 이르는 라우팅에 포함되는 노드들이 포함된 집합이다. 부하 가중치에 따라 선정된 노드가 다른 ES의 RM에 있는지를 판별한 후, 만약 포함되지 않았다면 자신의 라우팅에 포함할 수 있다. 예를 들어, 〈그림 7〉 상태에서 ES1의 $RM(ES1) = \{nodeC, node1, node2, \dots\}$ 이다.

예외 상황은 다음과 같이 처리한다.

- ① LBW_i 에 따라 선정된 노드가 모두 다른 ES의 RM에 있는 경우,

- 선정된 노드를 제외하고 재선정 한다.
- 재선정한 노드가 다른 RM에 없을 때 까지 반복한다.

- ② 재선정시 더 이상의 노드가 없는 경우,
 - 바로 전 단계에서 선정된 노드를 활용 한다.
 - 이 경우, 불가피한 라우팅 중복이 발생 한다.

또한, 현재 IP 멀티캐스트는 신뢰성을 제공하지 못하므로 전송시 오류 처리를 위해 ACK 또는 NACK 기반의 재전송으로 오류를 복구하는 방법이 일반적이지만, 이러한 방법은 지연에 민감한 멀티미디어 전송에 적용하기는 적합하지 못하다. 그러므로 제안하는 전송 모델에서는 모든 경로에서 오류가 발생할 확률은 극히 적다는 가정 하에 복수의 edge 서버로부터 전송을 하도록 하여 전송 중 오류를 줄여 지연과 품질을 만족할 수 있는 멀티미디어 콘텐츠 전송이 가능하도록 하였다.

4. 분석 및 평가

4.1 분석환경

분석을 위한 임의의 네트워크 N은 2개의 ES와 n개의 수신 노드로 구성되며, 수신 노드의 집합을 $C_G = \{ C_1, C_2, \dots, C_i \}$, ($0 < i < n$) 라 정의한다.

분석환경의 토폴로지는 3장에서 설명한 <그림 6>과 같으며, 두 개의 ES를 기준으로 동작하고 서로 다른 경로를 사용하며, 중복되는 부분은 예외적으로 발생할 수 있다. 그 외, 콘텐츠 전송시의 어려움, 대역폭, 그리고 노드를 유지하는데 드는 비용은 동일한 환경으로 가정한다.

본 논문에서 제안한 방법의 효과를 분석하기 위해 네트워크 상의 노드 수에 따른 평균 전송 지연시간과 평균 트래픽의 발생량을 다음의 조건을 비교 대상으로 고려할 수 있다.

- 멀티코어/가중치/RM 모두 적용 vs. 모두

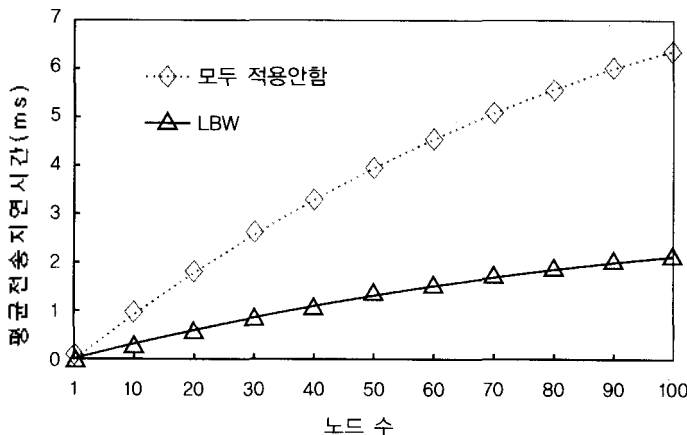
적용안함

- 멀티코어/가중치/RM 모두 적용 vs. 멀티코어 적용
- 멀티코어/가중치/RM 모두 적용 vs. 멀티코어/RM 적용

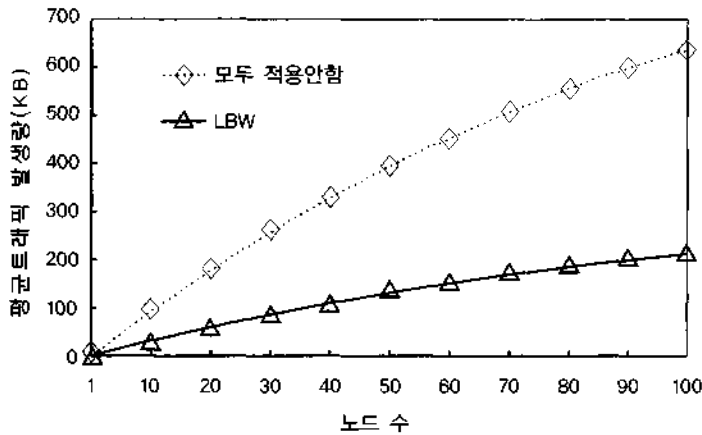
이 중, 모두 적용안한 경우와의 비교가 가장 두드러지고, 다른 경우는 모두 적용안한 경우와의 차이 값의 결과를 가지게 된다. 시뮬레이션은 VC++을 이용하였으며, 본 연구에서는 모두 적용하지 않은 경우와의 비교로 <그림 8>의 그래프를 도출하였다.

그림의 LBW는 본 연구에서 제안하는 방법을 총칭하는 것이다. 즉 모두 적용한 경우와 모두 적용하지 않은 경우의 비교가 된다. 노드 수가 늘어날수록 현격한 차이를 보이는 것을 알 수 있다.

<그림 9>는 네트워크의 평균 트래픽 발생량을 나타낸 것으로 가중치를 적용하여 선별적으로 라우팅을 하는 기법과 전혀 그렇지 않은 경우와는 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 평



<그림 8> 노드 수 변화에 따른 평균전송지연시간



〈그림 9〉 네트워크의 평균 트래픽 발생량

균 트래픽 발생량은 수신 노드에 비례하지만 제안하는 방식의 경우 기존 방법보다 60% 정도 낮은 결과를 보인다. 제안하는 방식은 두 개의 경로를 통해 데이터를 전송하며 부하에 따른 가중치를 고려하여 전송함으로써 이런 결과가 나타난다.

5. 결 론

본 연구는 CDN에서 대용량의 멀티미디어 데이터를 효율적으로 전송할 수 있는 방안으로 ES에서 사용자 간의 멀티캐스트 라우팅의 새로운 기법을 제안했다. 이 방법은 기존의 코어형이나 그물형의 결점을 보완하기 위해, 멀티 코어를 선택했고, 서버 노드의 부하에 따른 가중치에 따라 라우팅을 하는 LBW를 고안했다. 그리고 실험모델은 CDN의 ES가 두 개인 환경이며, 이 때 각 ES의 라우팅에 포함되는 RM을 통해 라우팅 멤버를 관리한다. 이는 중복을 피하여 전송시간을 줄이기

위함이다.

멀티캐스트 트리를 생성하여 전송하는 데 걸리는 지연시간과 네트워크의 트래픽을 노드 수의 변화에 따라 실험해 보았다. 그 결과, 제안한 방법을 적용하지 않은 경우와 비교하여 분석한 결과, LBW 전송 방식에서 평균전송지연시간과 평균 트래픽 발생량의 두 경우 모두 더 좋은 결과를 보였다.

향후, 동적으로 코어가 변경되는 GPS나 화상게임과 같은 상황에서 멀티미디어 콘텐츠를 전송하기 위한 라우팅 기술에 관한 연구가 이루어질 계획이다.

참 고 문 헌

Demand Multicast Routing Protocol,"
Proceeding of IEEE WCNC'99, pp.1298-
1302. Sep. 1999

- [1] A. Garyfalos, K.Almeroth, J.Finney, "A Comparison of Network and Application Layer Multicast for Mobile IPv6 Networks," Proceedings of MSWiM'03, pp.58-65. Sep. 2003
- [2] A. Ballardie. "Core Based Trees Multicast Routing Architecture," Proceedings of RFC2201, Sep. 1997
- [3] C. Khunboa and Rober Simon, "Mobile Ad Hoc Multicasting to Support Distributed Virtual Environment," Proceedings of IPCCC2004, pp.653-660, Apr. 2004
- [4] G. Peng. "CDN: Content Distribution Network," Stony Brook University Tech. Reports, TR-125, Jan. 2003.
- [5] G. Aceves, JJ, Mada-uga, EL, "The Core Assisted MeshProtocol," IEEE JSAC, Vol.17, No.8, pp.1380-1394, Aug.1999
- [6] H. Tran and Richard J. Harris, "An Efficient Distributed Routing Algorithm for Delay Constrained Multicast," Proceedings of ATNAC, Dec., 2003
- [7] J. Pasquale, G. Polyzos, and G. Xylomenos, "The Multimedia Multicasting Problem," Multimedia Systems, vol.6, no.1, pp.43-59, Jan. 1998.
- [8] R. Wittman and M. Zitterbart, "AMnet: Active Multicasting network," Proceedings of ICC'98, pp.361-376, Jun. 1998
- [9] S. Lee, M. Gerla, and C. Chiang, "On-

저 자 소 개



이서정

1989.

1991.

1993 ~ 1998.

1998 ~ 2003.

2003 ~ 현재

관심 분야

(E-mail : sjlee815@sookmyung.ac.kr)

숙명여자대학교 전산학과(이학학사)

숙명여자대학교 대학원 전산학과(이학석사)

숙명여자대학교 대학원 전산학과(이학박사)

동덕여자대학교 강의전임교수

숙명여대 및 명지대 대학원 강의, 숙명여대 연구원

Software Achitecture, Mobile Contents Delivery,

Middleware Repository



김선호

1987.

1992.

1987 ~ 1989.

1990 ~ 1993.

2004.

1998 ~ 현재

관심 분야

(E-mail : chong@computing.ssu.ac.kr)

이화여자대학교 수학교육전공(학사)

이화여자대학교 교육대학원 전자계산교육전공 석사

대우전자부품(주) 전산실

한국생산성본부 정보화사업부

송실대학교 컴퓨터학과 공학박사

동덕여자대학교 정보과학대학 강의전임교수

Internet Protocol, Mobile IP, CDN, DRM