

# 이동 멀티미디어 서비스를 위한 컨텐츠 전송 프레임워크

김동화<sup>o</sup>                      차호정  
연세대학교                  컴퓨터학과  
{dhkim, hjcha}@cs.yonsei.ac.kr

## Content Delivery Framework for Mobile Multimedia Services

Donghwa Kim<sup>o</sup>                      Hojung Cha  
Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

이동 통신의 발전과 멀티미디어 컨텐츠에 대한 요구의 증가로 이동 멀티미디어 서비스를 위한 CDN에 대한 요구가 커지고 있다. 기존의 CDN은 사용자가 고정되었다고 가정하므로 사용자가 이동하는 이동환경에서는 여러 문제가 발생한다. 본 논문에서는, 이동 환경에서 멀티미디어 컨텐츠를 전송하기 위해 기존 CDN을 적용할 경우 발생하는 문제점을 기술하고, 사용자의 이동으로 최적의 서버가 변경되면 변경된 최적의 서버로부터 서비스를 받게 함으로써 사용자가 지속적으로 고품질의 이동 멀티미디어 서비스를 받을 수 있도록 하는 CDN 프레임워크를 제안한다.

### 1. 서론

최근 무선 이동 통신은 활성화되고 있으며 멀티미디어 서비스에 대한 요구도 증가하고 있다. 최대 2.4Mbps의 속도를 제공하는 IMT-2000의 상용화로 Live나 VOD와 같은 멀티미디어 서비스 제공이 가능해졌고, WCDMA, CDMA2000 1X EV-DV와 4세대 이동 통신으로의 발전이 진행되고 있으며 무선망의 개방도 진행되고 있다. 무선망이 개방되면 컨텐츠 제공자가 이동 통신사가 제공하는 포털에 의존하여 서비스를 제공하던 폐쇄적인 구조에서 벗어나 다양한 채널로 컨텐츠를 제공할 수 있게 됨으로써 무선 인터넷의 시장 규모도 커지게 될 것이다. 무선 인터넷이 활성화되어 멀티미디어 컨텐츠 서비스가 증가하게 되면 사용자에게 고품질의 서비스를 제공하기 위해 컨텐츠 전송 네트워크(CDN, Content Delivery/Distribution Network)[1][2]의 필요성이 대두될 것이다. 그러나 사용자가 고정되었다고 가정하는 유선망을 기준으로 설계된 기존의 CDN을 이동 환경에 적용하는 것은 효율적이지 못하다. 특히, 멀티미디어 컨텐츠의 경우 비교적 오랜 시간을 전송하고 고용량의 대역폭을 요구하므로 더욱 큰 문제를 야기한다.

현재 Akamai[3]와 CDNetworks[4] 등에서 CDN 서비스를 제공하고 있으며, CDN에서 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 CoopNet[5]과 같은 연구가 진행되었다. 그러나 이동 환경에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 CDN에 대한 연구는 초기적인 단계이다. MSM-CDN[6]은 컨텐츠를 분할하고 SMIL파일을 수정하여 서비스하며 사용자가 이동하면 SOAP 메시지를 사용하여 새로운 서버를 지정하는 이동 환경에 적용적인 CDN을 제안하였다. 그러나 이러한 처리를 모두 중앙 노드에서 제공하므로 중앙 노드의 부하를 증가시키고 중

앙노드에 문제가 발생하면 서비스를 제공하지 못하게 된다.

본 논문에서는 이동 환경에서 On-Demand 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 기존의 CDN을 적용하였을 경우 발생할 수 있는 문제점에 대해서 살펴보고, 이러한 문제점을 해결하기 위한 CDN 프레임워크를 제안한다. 이는 사용자의 이동이 감지되면 지역적으로 분산된 에지 사이트의 로컬 컨텐츠 라우터가 주변 에지 사이트의 로컬 컨텐츠 라우터와 통신하여 더 효율적으로 사용자에게 서비스할 수 있는 컨텐츠 서버가 있는 경우 서버를 변경하여 서비스 받도록 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이동 환경에서 기존의 CDN을 적용할 경우에 발생하는 문제점에 대해 살펴보고, 3장에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 제안하는 CDN 프레임워크에 대해 기술한다. 4장에서는 결론과 향후과제를 기술한다.

### 2. 이동 환경에서의 CDN

CDN은 사용자의 요청을 받아 사용자에게 빠르게 서비스할 수 있는 에지 사이트의 서버로 사용자의 요청을 재지정하여 가까운 곳에서 서비스 받도록 한다. 이동 환경에서는 고정된 유선 환경과 달리 사용자가 서비스 중에 이동을 하기 때문에 최적의 서버가 변경될 수 있다. 그러나 기존의 CDN은 이러한 사용자 이동에 대한 고려가 없기 때문에 이동에 관계없이 동일한 서버에서 서비스를 받게 된다. 이는 특히 고용량의 데이터 전송을 필요로 하고 시간 제한적인 멀티미디어 전송에서 여러 문제를 야기한다. 그림 1은 이를 도식화하였다.

서버에서 다른 무선 영역으로 이동한 사용자에게 컨텐츠를 전송하게 되면 사용자의 이동으로 네트워크의 중간 경로를 거쳐서 전송이 이루어지며 이는 중간 경로에 혼잡을 증가시키게 된다. On-Demand 멀티미디어 컨텐츠의 경우 고용량의 데이터가 전송되므로 이러한 현상은 더욱 두드러질 것이다. 또한, 컨텐츠 전송이 중간 경로를 통해 이루어지면 중간 경로에서의

• 본 연구는 한국과학재단에서 지원하는 특정기초연구사업으로 수행하였음 (과제번호 : R01-2002-000-00141-0)

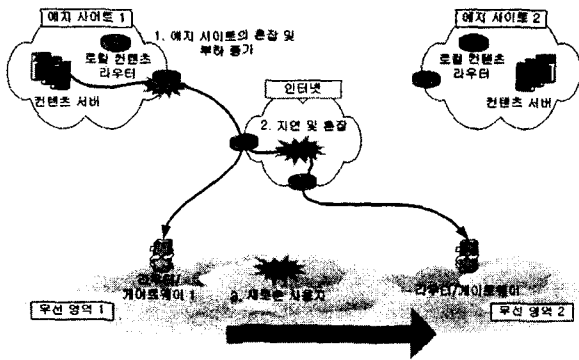


그림 1 이동 환경에서 기존 CDN의 문제점

혼잡 및 지연에 영향을 받게 된다. 그림 1에서, 무선 영역 1에서 2로 이동한 사용자는 중간 경로의 경유로 증가된 지연과 중간 경로에서의 지연 및 혼잡을 견뎌야 한다. 시간 제한적인 멀티미디어 콘텐츠는 지연의 변화량에 큰 영향을 받기 때문에 이는 사용자에게 고품질의 서비스를 제공하기 어렵게 한다.

사용자가 이동을 하더라도 콘텐츠 전송은 동일한 서버에서 제공이 되기 때문에 에지 사이트의 부하를 증가시킨다. 이는 사용자 요청에 대한 응답 지연이나 새로운 서비스 요구의 거절을 초래한다. 그림에서, 에지 사이트 1은 무선 영역 1과 무선 영역 2로 이동한 사용자 모두에게 서비스를 제공한다. 무선 영역 2로 이동한 사용자는 에지 사이트 2에서 더 빠른 서비스를 제공받을 수 있더라도 에지 사이트 1에서 서비스를 받게 된다. 사용자가 많은 시간대인 경우, 이러한 상황에서 무선 영역 1에 새로운 서비스 요구가 발생하면 에지 사이트 1의 부하 증가로 이보다 먼 에지 사이트에서 서비스를 받게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 사용자가 서비스 중 이동하는 이동 환경의 특성에 맞게 서비스를 제공하는 서버도 변경되어야 한다.

### 3. D-MCDN

사용자의 이동에 적응적으로 동작하기 위해서는 사용자의 이동을 감지해야 하며, 사용자가 이동하였을 경우 최적의 서버가 변경되었는지에 대한 판단이 필요하다. 또한 최적의 서버가 변경되었을 때 전송받는 서버를 변경하는 것이 효율적인지 아닌지에 대한 판단도 필요하다. 본 논문은 이러한 동작을 수행하기 위한 CDN 프레임워크인 D-MCDN (Distributed session migration framework for Mobile multimedia in CDN)을 제안하며, 3세대 이상의 네트워크가 구축되고 Mobile IPv6[7]이 사용됨을 가정한다. 사용자에게 콘텐츠를 전송하는 서버를 변경하기 위해서는 설정된 스트리밍 세션을 재설정해야 하고, 이를 스트리밍 세션 migration이라 정의한다. 그림 2는 D-MCDN의 구성을 보이며, D-MCDN의 수행 단계는 다음과 같다.

사용자가 콘텐츠 전송 도중에 이동을 하면(a) 세션 migration을 수행할 것인지 판단하고(b), 수행이 필요한 경우 주변 에지 사이트로부터 정보를 수집한다(d). 최적의 서버가 변경되면 새로운 서버로 세션을 재설정하여(f) 사용자에게 콘텐츠

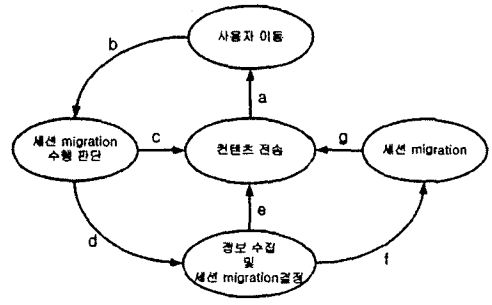


그림 2 D-MCDN의 구성

를 전송한다(g). 판단 도중 세션 migration이 불필요할 경우 기존의 서버에서 계속 콘텐츠를 전송한다(c,e).

사용자의 이동은 Mobile IPv6에서 제공하는 Binding Update 메시지를 사용하여 인식할 수 있다. Mobile IPv6은 기본적으로 경로 최적화 기능을 제공하므로 클라이언트의 위치가 변경되면 클라이언트와 통신하는 호스트에게 Binding Update 메시지를 통해 위치를 알린다[7]. 이 메시지를 사용하면 서버에서 주기적으로 추가의 패킷을 사용하지 않더라도 클라이언트의 위치를 알 수 있다. 사용자의 주소가 변경된 것은 패킷이 전달되는 중단 라우터/게이트웨이가 변경된 것을 의미하며, 패킷은 이 중단 라우터/게이트웨이를 통해 클라이언트에게 전달되므로 더 세부적인 움직임은 고려하지 않는다.

사용자의 이동으로 최적의 서버가 변경되었을 경우 사용자에게 서비스를 제공하는 에지 사이트의 로컬 콘텐츠 라우터가 스트리밍 세션 migration을 수행한다. 세션 migration의 수행을 중앙 노드 대신 분산 되어 있는 로컬 콘텐츠 라우터에서 수행함으로써 중앙 노드의 부하를 줄이고 모든 처리가 중앙으로 집중되는 것을 막을 수 있다. 분산 노드에서 사용자에게 최적으로 서비스를 제공할 서버를 찾기 위해 모든 에지 사이트에 대한 정보를 사용하면 더욱 정확하게 판단할 수 있으나 이는 많은 저장 공간과 처리 비용을 요구하므로 비효율적이다. 사용자는 자신이 속해 있던 무선 영역의 주변으로 이동하므로 주변 에지 사이트에 대한 정보를 기준으로 판단하는 것이 효과적이다. 또한, 처리의 효율을 높이기 위해 이전의 세션 migration에 대한 기록을 캐싱하는 이동 경로 캐시를 두어 동일한 요청을 하는 사용자에게 빠른 서비스를 제공할 수 있도록 한다.

그림 3은 이동 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 기존 CDN을 적용하였을 경우의 동작 예제를 보이고 있다. 143Kbps인 VOD와 16Kbps인 AOD가 서비스가능하다고 할 때, 에지 사이트 1에서 각각 400 세션과 500 세션을 서비스한다고 가정하자. 에지 사이트에서 서비스하는 용량은 총 65.3Mbps가 되며, 이는 총 100Mbps인 전체 용량의 반이 넘는 수치이다. 에지 사이트에서 On-Demand 서비스뿐만 아니라 웹이나 Live 등의 서비스를 제공한다는 것을 고려하면 On-Demand 콘텐츠로 인한 부하가 크다는 것을 알 수 있다. 이 때 사용자가 무선 영역 2와 3으로 그림과 같이 각각 이동하여 최적의 에지 사이트가 에지 사이트 2와 3으로 변경되었다면, 실제로 에지 사이트 1이 최적의 에지 사이트인 사용자는 300명에 불과하다. 나머지 600

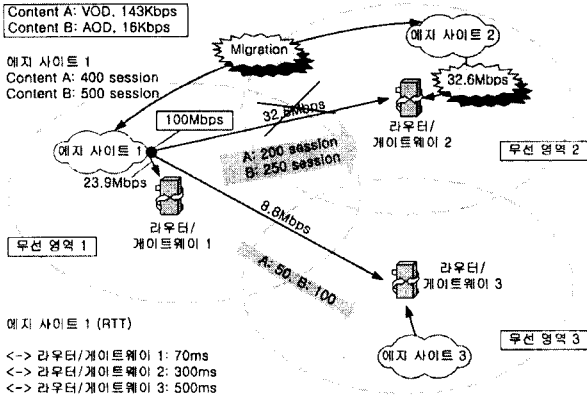


그림 3 기존 CDN의 동작 예제

명의 사용자는 경로의 변경으로 인한 전송 시간의 증가와 중간 경로의 혼잡과 지연으로 지연의 변화량이 커지게 되므로 서비스의 질이 저하된다. 이 때 최적의 서버가 변경된 사용자의 경우 변경된 최적의 서버로 이동하면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 무선 영역 2로 이동한 450명이 더 빠르게 서비스 받을 수 있는 에지 사이트 2로 이동하게 되면, 에지 사이트 1은 이 사용자들에 대한 전송 용량 32.6Mbps를 줄임으로써 부하가 줄게 되고 사용자는 중간 경로를 경유함으로써 인해 증가되는 지연을 줄임으로써 서비스의 질이 저하되는 것을 방지할 수 있다.

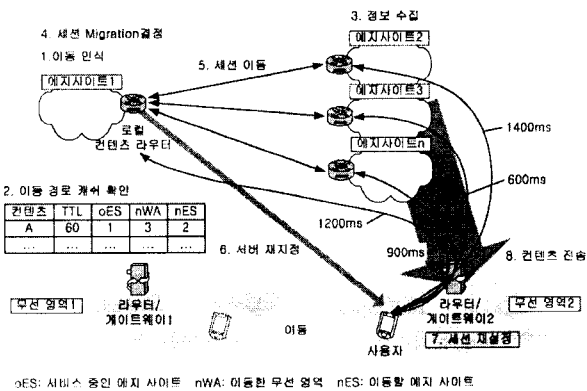


그림 4 D-MCDN의 동작 예제

그림 4는 이러한 동작을 수행하기 위한 D-MCDN의 동작 예제를 보이고 있다. 사용자가 무선 영역 1에서 2로 이동하면 BindingUpdate 메시지를 통해 사용자의 이동을 확인할 수 있다(1). 이동을 인식하면 수행 효율을 위해 전송할 콘텐츠의 잔여량을 확인한다. 전송할 콘텐츠의 잔여량이 충분하다면 이동 경로 캐시를 확인한다(2). 동일한 요청이 캐시에 있다면 해당 콘텐츠 서버로 세션 migration을 수행하며, 캐시에 없다면 주변 에지 사이트로부터 사용자에게 대한 정보를 수집한다(3). 수집한 정보를 통해 최적의 서버가 변경되었는지와 세션 migration이 필요한지를 판단하므로 수집하는 정보는 사용자 요청 재지정에

서 사용되는 것과 동일하다. 일반적으로 사용자와의 근접성과 부하에 대한 정보를 사용하며 정해진 표준이 없으므로 사업자마다 다르다. 본 예에서는 근접성의 평가를 위해 사용자와의 RTT를 사용하였다. 수집된 정보를 비교하면 주변 에지 사이트 중에서 에지 사이트 3이 600ms로 가장 가깝고 이는 에지 사이트 1의 1200ms보다도 작으므로 사용자의 최적의 사이트가 변경되었다고 판단할 수 있다. 따라서 에지 사이트 3의 서버로 스트리밍 세션 migration을 하기 위해 사용자의 세션에 대한 정보를 에지 사이트 3의 서버로 이동한다(5). 이는 세션을 이동함으로써 지연을 최소화한다. 그리고 현재의 서버는 사용자에게 RTSP REDIRECT 메시지를 사용하여 서버를 재지정한다(6). 사용자는 에지 사이트 3의 서버와 세션을 재설정하고(7) 콘텐츠를 전송받는다(8).

제안하는 프레임워크는 무선 영역 간의 이동이 발생했을 때에만 수행되므로 그 외에는 추가 비용 없이 기존의 CDN과 동일하게 동작한다. 또한, 분산 형태로 세션 migration을 수행하기 때문에 중앙노드에 추가 부하를 주지 않으며, 중앙 노드의 상태에 관계없이 세션 migration을 수행함으로써 시간 제한적인 멀티미디어 콘텐츠 전송을 용이하게 한다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 이동 환경에서 On-Demand 멀티미디어 콘텐츠를 제공하기 위해 CDN을 적용할 경우 발생할 수 있는 문제점을 기술하였다. 또한, 사용자의 이동에 적응적으로 최적의 서버를 변경함으로써 이러한 문제점을 해결하기 위한 D-MCDN을 제안하였다. 이는 사용자의 이동에 적응적으로 동작하므로 기존 CDN의 적용으로 발생하는 문제점을 해결할 수 있다. 또한, 모든 작업이 분산되어 있는 에지 사이트의 로컬 콘텐츠 라우터에 의해 수행되므로 중앙 노드에 부하를 증가시키거나 중앙 노드에 발생하는 문제에 영향을 받지 않고 사용자에게 고품질의 이동 멀티미디어 서비스를 제공한다.

향후 과제로는 이동 환경에서 제공하는 CDN의 서비스를 On-Demand 서비스와 성격이 다른 Live 서비스와 웹 서비스로 확장하기 위한 연구가 있다.

#### 참고문헌

- [1] 지경용, 조은진, 고중걸, "CDN 콘텐츠 유통기술의 혁명", 진한도서, 2001.
- [2] 최승락, 양철용, 이증식, "CDN의 핵심 구성 기술들과 경향", 정보과학회지, 제20권, 제9호, pp. 5-11, 9월, 2002.
- [3] Akamai Technologies, Inc., <http://www.akamai.com/>.
- [4] CDNetworks Co., Ltd., <http://www.cdnetworks.co.kr/>.
- [5] V. Padmanabhan, H. Wang, P. Chow, and K. Sripanidkulchai, "Distributing Streaming Media Content Using Cooperative Networking", ACM NOSSDAV, May 2002.
- [6] T. Yoshimura, Y. Yonemoto, T. Ohya, M. Etoh, and S. Wee, "Mobile Streaming Media CDN Enabled by Dynamic SMIL", Proceedings of the Eleventh International Conference on World Wide Web, pp. 651-661, 2002.
- [7] D. B. Johnson and C. Perkins, Mobility support in IPv6, Internet Draft (draft-ietf-mobileip-ipv6-20.txt), January 2003.