

# NGIS에서 부분 콘텐츠 복제를 이용한 콘텐츠 스트리밍 방법

박유현<sup>0</sup> 배승조 김진미 김창수 이상민 전승협 이원재 김영준  
한국전자통신연구원 디지털융합연구단 인터넷 서버그룹

{bakyh<sup>0</sup>, sbae, jinmee, cskim7, smwoo, shjeon, russell, joonkim}@etri.re.kr

## The streaming method with partial content replication in NGIS

BAK, Yuhyeon<sup>0</sup> BAE, Seungjo KIM, Jimmee KIM, Changsoo  
WOO, Sangmin JEON, Seunghyup LEE, Wonjae KIM, Myungjoon  
ETRI

### 요 약

인터넷 인프라의 발달로 인터넷 서비스의 분야는 점차 넓어지고 서비스 대상 데이터도 과거의 문자, 숫자형에서 멀티미디어 데이터로 확장되고 있다. 특히 비디오와 같은 대용량의 콘텐츠를 QoS에 맞게 서비스 하기 위해서 새로운 제품들이 등장하게 되었는데 한국전자통신연구원에서는 스트리밍 가속화가 가능한 NS (network-storage) 카드를 개발하였다. 이 논문은 NS 카드를 장착한 시스템에서 인기 많은 비디오 데이터를 QoS와 저장공간의 효율을 위해 부분 콘텐츠 복제 기법을 제안한다. 이 방법은 기존의 전체 콘텐츠를 복제하여 서비스하는 방법과는 달리 콘텐츠의 부분을 복제하고 서비스 시점에서 나머지 부분을 복제함으로써 사용자의 서비스 지연 시간이 늘어나지 않으면서 저장공간의 효율성을 높일 수 있다

### 1. 서 론

최근 H/W, S/W의 발달과 웹 검색, 전자우편, 온라인 게임, 사이버 교육 등의 서비스가 일반화 되면서 초고속 인터넷의 보급이 급속히 진행되고 있다. 하지만 사용자 수가 증가하고 그 사용자들이 주로 이용하는 데이터도 과거의 텍스트 위주에서 오디오, 비디오와 같은 멀티미디어 중심으로 바뀜에 따라 사용자는 고품질의 서비스를 즉시 이용하는데 많은 문제점이 발생되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법 중의 하나가 프록시 서버를 이용하는 것이다. 프록시 서버는 네트워크 상에 위치하는 캐쉬로서 사용자로부터의 요청이 발생하면 요청된 콘텐츠의 존재 유무를 사용자와 서버 사이에 존재하는 프록시 서버에서 확인하여 요청된 콘텐츠가 있다면 프록시 서버가 사용자의 요청을 처리한다. 만일 요청된 콘텐츠가 프록시 서버에 존재하지 않는다면 서버에 직접 접근하여 사용자의 요청을 처리하게 된다. 일반적으로 프록시 방법은 서버와 사용자 사이에 존재하여 데이터를 캐싱하기 때문에 서버로의 접근을 줄여 서버의 부하와 네트워크상의 트래픽을 감소시키며, 사용자가 서비스를 기다리는 초기 지연 시간을 줄이는 효과를 가진다[1, 2, 3]. 이 논문은 한국전자통신연구원에서 개발한 네트워크 가속 기능을 가진 NS (Network-storage) 카드를 차세대 인터넷 서버에 장착하여 사용자측에 지역적으로 가까운 곳에 프록시 서버로 구성하고, 인기 많은 콘텐츠에 대해서도 원활한 서비스를 가능하기 위해 콘텐츠를 복사하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 과거 전체 콘텐츠를 복사하는 방법이 아닌 부분 콘텐츠를 복사하고 이 부분 콘텐츠에 대해 사용자 요청이 들어올때 원본 콘텐츠로부터 나머지 콘텐츠를 복사하면서 사용자에게 서

비스를 제공하는 방법이다. 이 방법은 사용자의 서비스 지연 시간을 줄이면서 콘텐츠 중복저장으로 인한 저장공간의 낭비를 줄일 수 있는 장점을 가진다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 프록시 서버, 콘텐츠 복제 기법, 차세대 인터넷 서버, NS 카드에 대한 연구를 살펴보고, 3장에서는 시스템의 구성을 설명하고, 4장에서는 이 논문에서 제안하는 부분 콘텐츠 복제 기법을 통한 콘텐츠 분배 시스템에 대해 설명한다. 5장에서는 시스템의 성능을 분석하고 6장에서 결론을 맺는다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 프록시 서버

프록시 또는 네트워크 캐쉬는 사용자와 서버의 중간 지점에 캐쉬를 설치함으로써 중앙 서버로의 네트워크 트래픽을 줄이기 위한 목적으로 소개되었다. 일반적으로 캐싱은 수행 위치에 따라 서버측, 클라이언트측, 네트워크측에서 수행하는 것으로 나눌 수 있다. 서버측에서 수행하는 캐싱은 서버의 디스크 입출력 수를 감소시키기 위하여 서버의 메모리에서 수행하는 캐싱을 말한다. 사용자측에서 수행하는 캐싱은 브라우저에 내장된 지역 캐쉬에서 수행되기 때문에 응용 수준 캐싱이라고도 한다. 네트워크 상에서 수행하는 캐싱은 프록시 캐쉬에 의해 수행되는 것을 말한다[1, 2]. 프록시에 캐싱된 데이터는 같은 서브넷에 연결된 모든 사용자에게 전송될 수 있으므로, 같은 지역에 있는 사용자에게 같은 데이터가 서버로부터 반복적으로 전송되는 것을 방지할 수 있다. 그러나 현재 운용되고 있는 네트워크 캐쉬는 주로 텍스트나 이미지와 같은 동적 데이터에 대한 사용자의 접근 패턴을 고려하여 설계되었고 캐싱 알고리즘도 로컬 서버의

캐싱 알고리즘을 그대로 적용하고 있어 대용량의 저장 공간과 실시간 전송을 요구하는 연속 미디어 데이터에는 적합하지 않다. 때문에 최근에는 웹 문서를 위한 캐싱 뿐만 아니라 연속 미디어 데이터를 위한 캐싱에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다. 특히 [4]는 멀티미디어 스트림의 앞부분 일정 양만을 캐싱하여 사용자 요구의 초기 지연 시간을 감소시키는 Prefix Caching 기법을 제안하였다.

### 2.2 콘텐츠 복제 방법 [5]

지금까지 다양한 콘텐츠 복제에 관한 내용이 제시되었다. 콘텐츠 복제의 배치 범위에 따라 intra-node replication과 inter-node replication으로 나눌 수 있고, 복제된 콘텐츠의 수에 따라 static replication과 dynamic replication으로 나눌 수 있으며, 복제할 콘텐츠의 수가 같으나 다르냐에 따라 Partial Replication과 Full Replication으로 나눌 수 있다. 또한 복제된 콘텐츠의 배치하는 방법에 따라 Full Distributed와 Inter Node Only, M:N Distributed 방법으로 나눌 수 있고 복제할 콘텐츠를 선택하는 방법에 따라 현재 디스크 큐에 대기 중인 사용자의 수로 판단하는 방법과 현재 서비스 중인 사용자의 수로 판단하는 방법이 있다. 마지막으로 부하 정보를 획득하는 주기에 따라 ACK based와 Sliding Window Based 방법이 있고, 부하정보를 관리하는 주제에 따라 Centralized와 Distributed 방법이 있다.

### 2.3 차세대 인터넷 서버 [6]

차세대 인터넷 서버는 고품질의 차세대 인터넷 서비스를 제공하기 위해 네트워킹 기능이 강화된 계층적 구조의 데이터 센터용 서버로, HDTV급 고품질, 실시간 인터넷 서비스가 가능한 컴퓨터 시스템이다. 차세대 인터넷 서버의 특징으로서는 우선 대상 서비스인 고품질 동영상 스트림 서비스를 제공하기 위한 특수 목적의 서버라는 것이고, 두 번째 특징은 그 가격 경쟁력이다.

#### 2.3.1 NS(Network-Storage) 카드

한국전자통신연구원에서 개발한 NS 카드는 대용량 고속 멀티미디어 스트리밍을 주요 서비스 목표로 개발되었고, NS 카드는 SCSI 저장장치, 이더넷 네트워크 컨트롤러, 메모리를 하나의 카드에 장착하여 PCI 인터페이스를 통하여 호스트와 접속되는 PCI 카드이다. NS 카드는 저장장치와 네트워크 성능에서 기존의 어떠한 I/O 가속 장치보다도 적은 CPU 사용률과 높은 성능을 나타내고 있다.

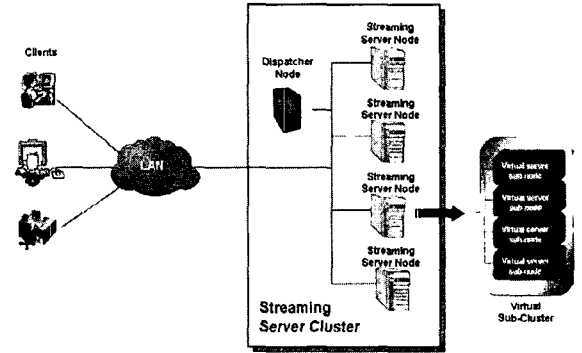
### 3. 부분 콘텐츠를 이용한 콘텐츠 스트리밍 시스템

#### 3.1 시스템 구성

실제 콘텐츠 서비스를 위해서 2.3에서 설명한 시스템으로 콘텐츠를 제공하는 광역서버와 콘텐츠 서비스를 제공하는 지역서버로 구성하지만, 이 논문에서는 제안하는 부분 콘텐츠를 이용한 콘텐츠 스트리밍 시스템을 간단히 설명하기 위해 하나의 클러스터 서버가 광역서버와 지역서버의 역할을 함께 하도록 구성하였다.

[그림 1]은 이 논문에서 제안하는 부분 콘텐츠 복제를 이용한 콘텐츠 스트리밍 방법을 위한 시스템 구성도이다. 그림과 같이 5개의 서버가 클러스터로 구성되고 디

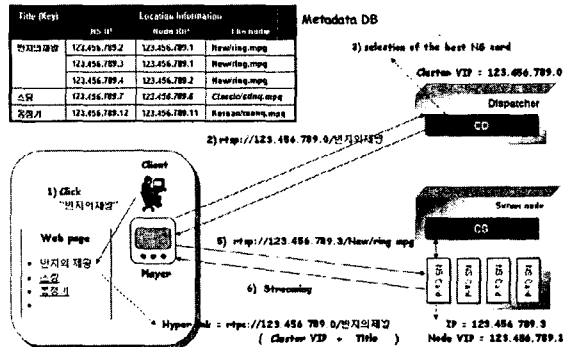
스패처 노드와 서버 노드로 구성된다. 디스패처 노드는 사용자의 요청을 받는 노드로 클러스터 전체에 저장되어 있는 콘텐츠의 상태를 관리하는 기능을 가지며 사용자에 게 직접 서비스도 할 수 있다.



[그림 1] 시스템 구성도

#### 3.2 스트리밍 서비스 단계 [7]

스트리밍 서비스를 하기 위해서는 MPEG-2, MPEG-4와 같은 비디오 데이터를 NGIS의 디스패처 노드에서 설치하여야 한다. 콘텐츠 설치 과정을 통해 일반 속도 재생과 같은 서비스만 아니라 고속 재생, 뒤로 재생, 뒤로 고속 재생과 같은 서비스를 제공하기 위한 보조 파일을 생성하고, 콘텐츠의 저장 위치 등을 지정하기 위한 메타 데이터를 생성한다. 이 과정을 통해 콘텐츠는 클러스터 내의 임의의 위치에 저장된다. 콘텐츠 설치 과정이 끝나면 사용자에게 서비스가 가능하다. 사용자 요청으로부터 사용자에게 콘텐츠가 전송되는 과정은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 콘텐츠 서비스 과정

[그림 2]와 같이 사용자는 웹 화면에 서비스를 받을 수 있는 콘텐츠의 목록을 볼 수 있으며 이 중에서 특정 콘텐츠를 선택하면 선택한 콘텐츠 정보가 디스패처 노드로 가게 되고 디스패처 노드는 요청을 받은 콘텐츠가 저장되어 있는 NS 카드를 찾아서 위치 정보를 사용자의 플레이어에게 전송한다. 만일 선택된 콘텐츠가 서버 클러스터 내에 여러개 존재할 경우 가장 부하가 적은 NS 카드를 선택해서 전송한다. 플레이어는 위치 정보를 통해 NS 카드로 접속하여 실제 콘텐츠를 전송받아 서비스한다.

### 3.3 부분 콘텐츠 복제

한 콘텐츠가 클러스터 내의 다른 NS 카드로 복제되는 경우는 크게 두 가지이다. 첫 번째는 관리자가 복제하는 경우이고, 다른 하나는 시스템이 자동으로 복제하는 경우이다. 첫 번째의 경우는 시스템 운영중에 특정 콘텐츠에 사용자 요청이 집중되어 서비스를 더 이상 진행하기 어렵다고 관리자가 판단하면 이 콘텐츠를 다른 NS 카드로 복제하는 것이다. 이 경우에도 복제 콘텐츠를 저장할 NS 카드를 관리자가 명시적으로 지정할 수도 있지만 시스템이 현재 CPU 부하량, 메모리 사용량, 네트워크 부하 등을 고려하여 자동적으로 선택할 수 있다. 또한 복제 콘텐츠의 수도 여러 개로 둘 수 있다. 두 번째의 경우는 시스템 운영 중에 특정 노드에 있는 콘텐츠에 사용자 요청이 집중됨을 시스템이 판단하고 이에 맞도록 복제 콘텐츠의 수와 저장할 위치를 지정하는 방법이다. 이 논문에서 제안하는 부분 콘텐츠를 이용한 콘텐츠 스트리밍 방법은 이렇게 콘텐츠가 복제되어야 한다고 판단되고 특정 위치에 콘텐츠를 복제할 때 전체 콘텐츠를 복제하는 것이 아니라 콘텐츠의 일부분만을 미리 복제하는 방법이다. 콘텐츠의 접근 패턴이 주로 앞부분부터 진행된다고 가정하면 콘텐츠의 서두 부분만을 미리 복제하게 된다. 이 방법은 핫 콘텐츠를 복제함으로써 보다 많은 사용자에게 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있으면서 최초 핫 콘텐츠의 저장 공간이 많이 소요되지 않는다는 장점을 가진다. 부분 복제된 콘텐츠로 사용자 요청이 들어오면 이 콘텐츠를 저장하고 있는 서버노드는 즉시 그 노드가 가지고 있는 부분 콘텐츠를 사용자에게 전송하고 나머지 콘텐츠를 원본 콘텐츠를 가지고 있는 노드로부터 받아온다. 서두 캐싱(Prefix caching)[ref]은 원격지로부터 콘텐츠의 나머지 부분을 가져오기 때문에 네트워크 상태에 따라 신뢰성 있게 콘텐츠를 가져올 수 없는 단점을 가지지만 이 논문에서 제안하는 부분 콘텐츠 복제를 이용한 스트리밍 방법은 원본 콘텐츠가 같은 내부망 안에 있기 때문에 신뢰성 있게 콘텐츠를 가져올 수 있다. 사용자 요청으로 특정 콘텐츠를 특정 NS 카드의 디스크에 저장할 때 디스크 용량이 부족하게 되면 현재 서비스를 제공하는 콘텐츠와 원본 콘텐츠가 아닌 콘텐츠 중에서 FIFO, LRU 등의 방법으로 콘텐츠를 선택하여 삭제한다. 이 경우에도 처음부터 전체 콘텐츠를 삭제하는 것이 아니라 콘텐츠의 첫부분만을 삭제하면 미래의 사용자 요청에 지연 없이 서비스를 할 수 있다.

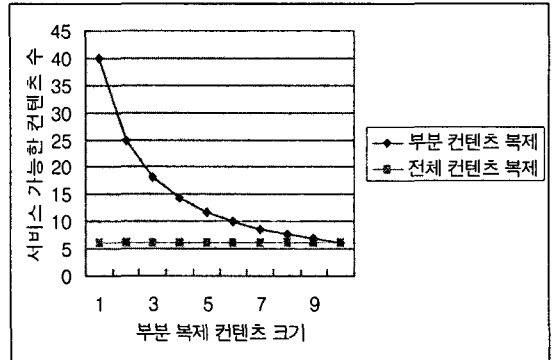
### 4. 성능분석

TCS	Total Content Size	TS	total storage
PCS	Partial Content Size	NSN	number of total NS cards

모든 NS 카드에 콘텐츠를 중복 저장한다면 서비스 가능한 콘텐츠의 수는 다음과 같다.

$$N = TS / (TCS * NSN) \text{ (전체 콘텐츠 복제)}$$

$$n = TS / (TCS + (NSN-1)*PCS) \text{ (부분 콘텐츠 복제)}$$



즉, 부분복제 비율이 낮을수록 더 많은 콘텐츠를 서비스해 줄 수 있다. 부분 콘텐츠의 크기는 네트워크의 상태에 따라 다르기 때문에 원격지에서 콘텐츠 원본을 가져올 경우와 가까운 곳으로부터 가져올 경우에 부분 복제 비율을 다르게 해야 한다.

### 5. 결론 및 향후 연구

차세대 인터넷 서버는 고품질의 차세대 인터넷 서비스를 제공하기 위해 네트워킹 기능이 강화된 계층적 구조의 데이터 센터용 서버이다. 차세대 인터넷 서버에서 사용자의 인기가 많은 콘텐츠에 대해 원활한 서비스를 위해 콘텐츠를 중복해서 둘 수 있는데, 이때 전체 콘텐츠를 저장할 때와 같이 추가의 지연시간은 없으면서 저장 장치의 낭비를 줄일 수 있다.

### 6. 참고문헌

- [1] A. Loutonen and K. Altis, "World Wide Web Proxies", Computer Networks and ISDN systems 27, April, 1994.
- [2] M. Abrams, C. Standridge, S. Williams and E. Fox, "Caching Proxies : Limitations and Potentials", Proc. of the Fourth International World Wide Web Conference, Boston, 1995.
- [3] S. Glassman, "A caching Relay for the World Wide Web", Proc. of the First International World Wide Web Conference, Geneva, 1994.
- [4] S. Sen, J. Rexford, and D. Towsley, "Proxy Prefix Caching for Multimedia Streams", Proc. of IEEE NOSSDAV'99, Basking Ridge, NJ, June, 1999.
- [5] 김광문, 박성호, 김영주, 정기동, "클러스터 기반 연속미디어 저장서버를 위한 향상된 사본 블록 선택기법", 1999년 한국정보과학회 추계 학술발표논문집 제6권 제2호, 1999. 10.
- [6] "Next Generation Internet Server Requirement Specifications V1.0", ETRI, 2002.9
- [7] "Next Generation Internet Server. Content Distribution Subsystem Specifications V 0.1", ETRI, 2002.12.