

병렬 전송을 이용한 향상된 콘텐츠 배포 및 관리 시스템

(An Advanced Content Distribution
and Management System using
Parallel Transmission)

최 오 훈 [†]

(O-Hoon Choi)

임 정 은 ^{**}

(Jung-Eun Lim)

권 주 흠 ^{***}

(JuHum Kwon)

정 연 기 ^{****}

(YounKy Chung)

요 약 인터넷 망은 대역폭이 일정치 않기 때문에 대용량 콘텐츠의 전송 QoS를 보장하기 어렵다. 현재 QoS를 보장하기 위해 사용되는 보편적인 방법은 콘텐츠 전송 네트워크인 CDN(Content Delivery Network)을 사용하는 방법이다. 본 논문에서는 기존 CDN에 적용할 수 있는 메타데이터를 이용한 콘텐츠 배포 및 관리(CDM: Content Distribution and Management using Metadata) 시스템을 제안한다. CDM 시스템은 전송률을 높이기 위하여 파일 단위로 전송되는 기존 방법 대신 병렬 전송이 가능한 세그먼트 단위 전송 방법을 지원한다. 또한, 사용자가 요구하는 내용의 콘텐츠를 우선 배포하기 위한 내용 기반 검색을 통한 배포 방법을 지원한다.

키워드 : CDN, QoS, 메타데이터, 콘텐츠 배포, 검색

Abstract Recently, users of multimedia files demand

· 이 논문은 2008 학술심포지움에서 '메타데이터를 이용한 향상된 콘텐츠 배포 및 관리 시스템'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

[†] 정 회 원 : 삼성전자 SYS.LSI
ohchoi@gmail.com

^{**} 학생회원 : 고려대학교 컴퓨터학과
limjungeun@gmail.com

^{***} 정 회 원 : 공군 군수사령부 전산실 전산개발실장
jkweon@gmail.com

^{****} 종신회원 : 경일대학교 컴퓨터공학부 교수
ykchung@kiu.ac.kr

논문접수 : 2009년 3월 9일

심사완료 : 2009년 8월 20일

Copyright©2009 한국정보과학회: 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제10호(2009.10)

a high capacity file via internet. However, it is difficult to guarantee QoS for high capacity files on internet because of its inconstant bandwidth. For guaranteeing the QoS, CDN (Content Delivery Network) is generally used for contents delivery service. Based on CDN, we propose Content Distribution and Management using Metadata (CDM) system which provides advanced transmission method and searching method. To enhance the transmission rate, CDM system supports segment-unit-based transmission method that enables parallel transmission. Also, we propose a distribution method through content based search.

Key words : CDN, QoS, Metadata, Content Distribution, Searching

1. 서론

인터넷 네트워크는 다양한 대역폭을 갖는 전달 매체로 구성되기 때문에 기존 방송이나 저장 장치를 통한 콘텐츠 전달 방식에 비하여 상대적으로 낮은 품질의 스트리밍 서비스를 제공한다. 고품질 스트리밍 서비스를 원하는 콘텐츠 사용자들의 요구를 충족시키기 위하여, 네트워크 대역폭 문제를 콘텐츠 배포 서버의 분산으로 해결한, CDN(Content Delivery Network)이 사용되고 있다[1-4]. CDN은 대역폭이 보장되지 않는 인터넷 구간을 통하여 사용자가 콘텐츠를 제공받지 않도록 다수의 서버를 대역폭이 보장되는 사용자 근처로 분산하여 콘텐츠를 전송한다. 그러나 현재 CDN은 파일 단위로 대용량 콘텐츠를 전송하며, 내용 기반 검색[5-10]을 통한 우선적인 전송이 이루어지지 않는다. 이러한 점은 다음과 같은 문제점을 발생한다.

내용 기반 검색 불가: 대용량 콘텐츠를 내용에 따라 분리하여 검색할 수 있는 방법이 지원되지 않는다. 콘텐츠 제공업체에서 작성한 대용량 콘텐츠에 대한 간략한 키워드만으로 전체 내용을 모두 파악할 수 없다. 따라서, 사용자는 대용량 파일을 모두 전송받은 후 내용을 확인이 가능하므로 이에 따른 전송 시간 및 네트워크 낭비가 발생한다.

파일 전송 시간 증가: 대용량 파일 단위로 전송되기 때문에, 한 파일에 대한 전송이 모두 끝나야 다른 파일에 대한 전송이 가능하다. 내용 기반 검색이 가능하더라도 사용자가 원하는 내용이 대용량 콘텐츠 파일의 끝부분에 존재할 경우, 사용자는 해당 콘텐츠 파일을 모두 전송 받은 후 자신이 원하는 내용을 제공받는다. 또한, 전송 받은 파일에 해당 내용이 없거나 다를 경우, 다른 파일을 모두 전송받아야 한다. 이는 불필요한 전송을 발생시켜 네트워크 자원을 소비한다.

위에서 제시한 문제점을 해결하여 CDN을 효율적으로 이용하기 위하여 본 논문에서는 CDN에서 운용할 수 있

는 메타데이터를 이용한 콘텐츠 배포 및 관리(CDM: Content Distribution and Management) 시스템을 제안한다. 제안하는 콘텐츠 배포 기능은 파일 단위로 전송되는 대용량 콘텐츠를 세그먼트 단위로 전송하는 방식을 의미한다. 또한 콘텐츠 관리 기능은 분산되어 있는 콘텐츠 파일들을 사용자의 요구 시 우선 배포할 수 있도록 대용량 콘텐츠를 내용에 따라 메타데이터를 삽입하여 소용량의 콘텐츠로 구분한다. 관리자는 메타데이터에 콘텐츠 정보를 통하여 콘텐츠 배포 시 사용자의 요구에 알맞은 콘텐츠를 우선적으로 배포할 수 있다.

2. CDN 콘텐츠 전송 기법

CDN은 파일 전송을 위하여 주로 FTP, HTTP와 같은 프로토콜을 전송 방법으로 사용한다. 이러한 방법은 데이터의 관리가 용이하며, 별도의 어플리케이션 수준의 프로토콜을 사용할 필요가 없다는 장점이 있다. 그러나, 파일 단위의 콘텐츠 데이터 전송 방법을 그대로 콘텐츠 배포에 사용하면 다음과 같은 문제점이 발생한다.

병렬 전송 불가: 그림 1과 같이 순차적으로 콘텐츠 배포 경로가 구성 되어 있을 경우, 4개의 대용량 콘텐츠 파일은 스테이징 서버로부터 에지 서버 A까지 차례로 전송된다. 이때 각 대용량 콘텐츠 파일은 순차적으로 전송되며, 사용자의 다른 콘텐츠 파일 요구 시 서비스를 제공하기 위하여 전송중인 콘텐츠를 중단하고 해당 콘텐츠를 전송해야 하는 단점이 있다.

전송 오류시 재전송: 콘텐츠 파일의 전송 과정에서 파일의 일부분이 훼손되거나 파일의 일부만 전송받은 상황에서 네트워크 장애가 발생하게 되면 파일 기반의 전송 방법을 사용할 경우에는 이미 전송받은 데이터를 활용할 수 없으며, 새로이 파일 전체를 재전송 받아야 한다. 그러나 그림 2와 같이 이미 온전하게 전송받은 일부 데이터를 제외한 나머지 부분만을 재전송 받을 수 있다면 재전송에 소요되는 시간과 자원을 절감할 수 있다.

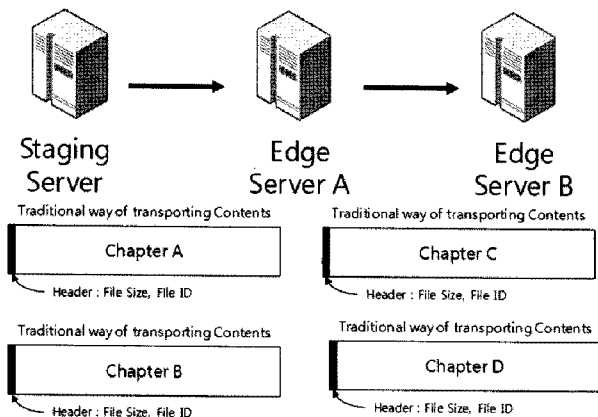


그림 1 파일 기반 저장 및 순방향 전송 메커니즘

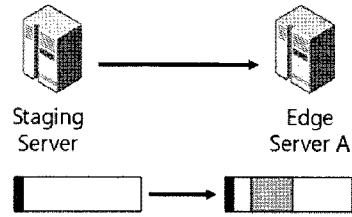


그림 2 전송 오류가 발생한 경우 부분 재전송

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 세그먼트 단위 파일 전송 방법을 사용한다.

3. 메타데이터를 이용한 콘텐츠 배포 및 관리 시스템

CDN을 효과적으로 운영하고 관리하기 위해서 여러 대의 서버에 효율적으로 콘텐츠를 배포하고 관리할 수 있는 통합 원격 관리 방법이 필요하며, 이를 본 논문에서는 콘텐츠 배포 및 관리(CDM: Content Distribution & Management) 시스템으로 제안하였다.

3.1 세그먼트 기반 콘텐츠 전송 기법

CDN에서 파일 단위의 콘텐츠 배포 시 단점을 해결하고 병렬 전송 및 전송 오류가 발생한 경우 부분 재전송을 할 수 있도록, 본 논문에서는 세그먼트 단위 파일 전송 방법을 적용한다. 세그먼트 단위로 콘텐츠를 전송하기 위해서는 파일 단위의 전송 방법과는 달리 전송 요청에 파일을 구분할 수 있는 File ID 뿐만 아니라 전송의 시작 지점을 알 수 있는 Offset과 전송량에 대한 정보를 계산하기 위한 File Size가 함께 제공되어야 한다. 그림 3은 세그먼트 단위 전송 방법을 나타낸다.

세그먼트 단위의 전송 방법은 파일 단위의 전송방법의 문제점으로 지적된 파일 전체의 재전송을 방지할 수 있다. 그림 4는 세그먼트 단위 전송 방법을 사용하여 병렬적으로 콘텐츠를 전송하는 방법을 설명하고 있다.

그림 4와 같이 세그먼트 단위로 파일을 병렬전송하게 되면 콘텐츠 배포에 소요되는 시간을 감소시킬 수 있으며 병렬 전송의 효과는 배포 경로상에 연결된 서버의

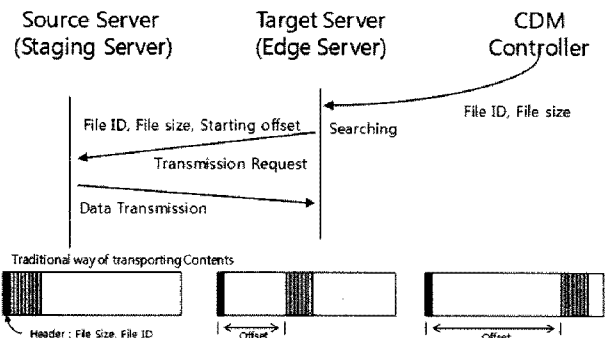


그림 3 세그먼트 기반 콘텐츠 전송 절차

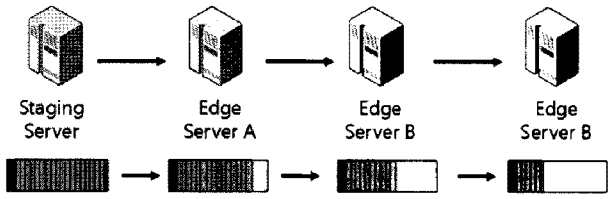


그림 4 세그먼트 기반 메커니즘을 사용한 병렬 콘텐츠 파일 전송

수가 많을수록 커지게 된다. 또한, 병렬 전송을 통하여 다중 소스 기반 스트리밍 기법이 가능하다. 이는 세그먼트 단위 전송 기법을 응용한 콘텐츠 전송기법으로 콘텐츠를 전송하는 동시에 여러 개의 원본 서버로부터 콘텐츠 데이터를 전송받는 방법이다. 다음 그림 5는 다중 소스 기반 스트리밍 전송 기법의 개념 및 동작 방법을 나타낸다.

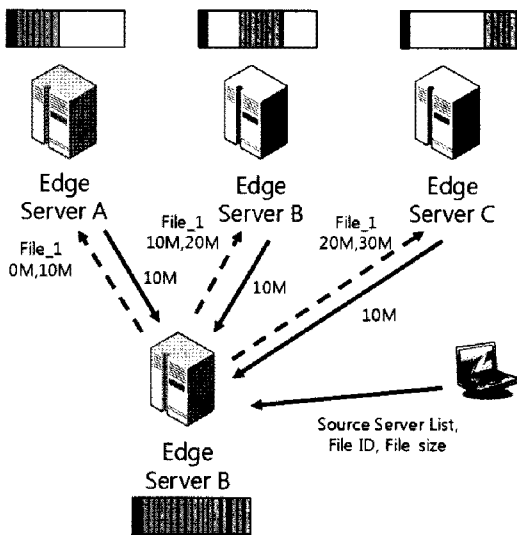


그림 5 다중 소스 기반 스트리밍 전송 기법의 동작 방법

그림 5와 같이 콘텐츠를 전송받을 서버는 CDM 시스템으로부터 전송 받을 파일에 대한 정보와 파일을 갖고 있는 다른 서버들의 정보를 얻는다. 세그먼트 단위로 파일을 분할하여 동시에 여러 곳으로부터 콘텐츠 파일을 전송받는 다중 소스 기반 스트리밍 기법은 동시에 여러 개의 소스로부터 데이터를 전송받을 수 있으므로 파일 전송에 소요되는 시간을 절감할 수 있으며, 하나의 소스 서버에 장애가 발생하더라도 다른 서버에서 전송받을 수 있으므로 콘텐츠 전송의 안전성을 높일 수 있다는 장점이 있다. 또한, 하나의 서버에 집중되는 전송 부하를 여러 개의 서버로 분산시킬 수 있다는 장점이 있다.

3.2 메타데이터를 이용한 콘텐츠 관리

대용량 콘텐츠 파일의 효율적인 배포 및 관리를 위하여 콘텐츠 제공자에게서 제공받은 콘텐츠를 파일을 메타

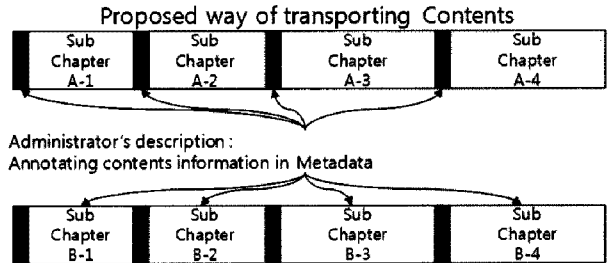
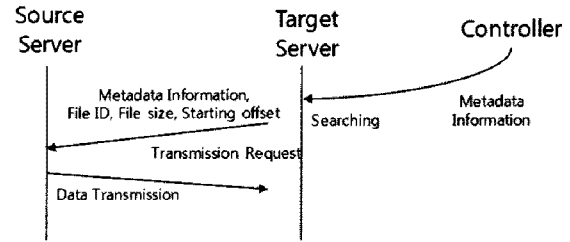


그림 6 메타데이터를 이용한 콘텐츠 배포

데이터를 이용하여 콘텐츠 파일에 내용을 삽입하여 가상의 소용량 콘텐츠 파일로 분할한다. 이를 위하여 CDN 스테이징 서버에서 사용할 수 있는 콘텐츠 메타데이터 관리 인터페이스를 제공한다. 인터페이스를 통해 콘텐츠 내용에 알맞은 부가 정보를 메타데이터에 삽입, 삭제 및 저장할 수 있다. 그림 6은 대용량 콘텐츠를 파일을 메타데이터를 이용하여 내용에 따른 SubChapter로 구분하여 논리적으로 분리된 콘텐츠 파일을 구성함을 나타내고 있으며, 내용 기반 검색을 통한 배포 과정을 설명하고 있다.

4. 구현 및 평가

4.1 구현 및 시뮬레이션 환경

CDN에서 메타데이터를 이용한 향상된 콘텐츠 분배 관리를 위한 콘텐츠 배포 및 관리 시스템을 구현하여 이를 시뮬레이션을 통하여 평가하였다. 시뮬레이터는 복잡한 네트워크를 시뮬레이션할 수 있는 그래픽 유저 인터페이스 기반의 시뮬레이터인 GNS3[11]를 사용하였다. 시뮬레이션은 사용자가 원하는 내용의 콘텐츠 파일이 최종 에지 서버들까지 모두 배포되는데 소요되는 시간을 측정한다. 이를 위하여 가상 서버를 작성하여 여러 대의 에지 서버 역할을 할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션 주요 파라미터로는 전송 파일의 크기(MB), 전송 파일의 분할 개수, 사용자 메타데이터 사용 여부를 사용하여 시뮬레이션 하였다.

본 시뮬레이션에서는 4개의 대용량 콘텐츠 파일을 사용하여 기존 CDN을 통한 배포 시간과 CDM 시스템을 이용한 배포 시간으로 구분하였다. 기존 CDN은 서비스 제공자가 삽입한 키워드를 통한 내용 검색을 하였으며, CDM은 콘텐츠 메타데이터 관리 인터페이스를 통해 추가된 키워드를 통해 내용 검색을 하였다. 인터페이스를

표 1 내용별로 분할된 파일 및 삽입된 키워드

파일명 (키워드, 파일크기)	분할된 파일의 부 파일명 (키워드, 파일크기)	분할 수
Chapter 1 Introduction DB 320MB	Chapter 1-1, Relational DB, metadata (140MB)	2개
	Chapter 1-2, Multimedia Data, Information Integration (180MB)	
Chapter 2 ER model 690MB	Chapter 2-1, Entity Set (180MB)	4개
	Chapter 2-2, Attribute (150MB)	
	Chapter 2-3, Relationship (210MB)	
	Chapter 2-4, ER Diagram (150MB)	
Chapter 3 Introduction Metadata 540MB	Chapter 3-1, Metadata, definition (230MB)	4개
	Chapter 3-2, Metamodel (90MB)	
	Chapter 3-3, Metadata Registry, MDR (120MB)	
	Chapter 3-4, Interoperability (100MB)	
Chapter 4 SQL 560MB	Chapter 4-1, Projection (180MB)	4개
	Chapter 4-2, Selection (140MB)	
	Chapter 4-3, Comparison (180MB)	
	Chapter 4-4, Schema, metadata (160MB)	

통해 스테이징 서버에 저장된 4개의 대용량 콘텐츠 파일은 그 내용에 따라 Subchapter로 구분되어 알맞은 정보를 삽입하였다. 표 1은 총 14개의 주제를 갖는 소용량 콘텐츠 파일의 크기와 삽입된 정보의 일부를 나타내고 있다. 콘텐츠 파일은 물리적으로 4개의 파일로 구성되어 있으나, 논리적으로 14개로 분리가 가능하다. 콘텐츠 제공자에 의해 작성된 키워드에 비하여 자세한 키워드가 해당 내용이 시작되는 콘텐츠에 삽입되어 가상 파일의 처음을 나타낸다.

본 논문에서는 표 1의 콘텐츠 파일을 대상으로 콘텐츠 배포 시뮬레이션을 실행한다.

4.2 시뮬레이션 평가

파일 단위 전송과 세그먼트 단위 전송을 통한 배포 시뮬레이션을 위하여 표 1의 콘텐츠 파일 320MB, 690MB, 540MB, 570MB 의 네 가지 파일을 사용한다. 배포를 위한 네트워크 구조는 배포 대상 예지 서버 2 대를 2 단계 계층 구조로 구성한다. 성능 측정 방법은 동일한 콘

표 2 콘텐츠 배포시간의 측정시험의 종류 및 결과

전송방법	콘텐츠 크기	총 배포시간 (sec)
파일 단위	320MB	6.6
	690MB	14.3
	540MB	11.2
	570MB	11.9
세그 먼트 단위	320MB	3.4
	690MB	7.2
	540MB	5.6
	570MB	5.8

텐츠 파일을 예지 서버까지 배포하는 시간을 측정하였으며, 전송률은 100Mbps로 동일하다.

표 2는 전송방식에 따른 배포 시간을 나타내고 있다. 하나의 파일이 모두 전송되어야 다른 예지 서버로 전송하는 파일 단위 전송방식에 비해 병렬전송이 가능한 세그먼트 단위 전송방식이 48% 빠른 것을 알 수 있다.

내용기반 검색을 통한 배포 시뮬레이션 평가를 위해 다음과 같은 시나리오를 적용하였다. “사용자는 메타데이터에 관한 설명이 들어있는 콘텐츠를 우선적으로 제공받고 싶다”. 시나리오는 파일 단위 전송을 사용하는 CDN과 세그먼트 단위 전송을 사용하는 CDM 시스템으로 나누어 시뮬레이션 한다. CDM 시스템을 사용하는 경우는 4개의 소용량 콘텐츠 파일인 Chapter 1-1, Chapter 3-1, Chapter 3-3, Chapter 4-4들이 전송 대상이 된다. 선택된 파일의 크기는 650MB이다. CDN을 사용하는 경우 메타데이터 키워드를 포함하는 파일은 파일명 chapter 3이다. 본 파일은 540MB 크기이다. 두 가지 경우를 시뮬레이션 하기 위해 동일한 테스트 베드를 사용한다. 논문에서 제안한 세그먼트 기반 계층적 콘텐츠 전송방법에 대한 배포 소요 시간 결과는 표 3과 같다. 내용기반 검색을 통해 사용자 요구사항을 충족하는 많은 수의 소용량 콘텐츠를 빠른 시간 안에 사용자에게 우선 배포할 수 있음이 시뮬레이션을 통해 확인되었다.

만일 메타데이터가 포함된 정보를 사용자에게 배포하기 위하여 대용량 콘텐츠 파일인 chapter 1, chapter 3, Chapter 4를 모두 전송한다면 총 1420MB 크기의 파일을 전송해야 한다. 이는 사용자가 원하는 내용을 살펴보기 위한 파일을 CDM 시스템을 사용했을 때보다 약

표 3 내용기반 검색을 통한 소용량 콘텐츠 배포 시뮬레이션 결과

전송 방법	콘텐츠 크기	총 배포시간 (sec)	관련 파일 수
파일단위	540MB	11.2	1개
세그먼트 단위	650MB	6.6	4개

표 4 내용기반 검색을 통한 대용량 콘텐츠 배포 시플레이션 결과

전송 방법	콘텐츠 크기	총 배포시간 (sec)	전송 된 파일 수
파일단위	1420MB	319.2	3개
세그먼트 단위	650MB	6.6	4개

4.8 배의 시간을 소모하여 제공받을 수 있음을 의미한다. 표 4는 사용자가 원하는 내용을 포함하는 대용량 콘텐츠를 배포하는데 걸린 시간을 나타내고 있다.

5. 결론

CDN은 대역폭이 일정치 않은 인터넷 환경에서 사용자에게 고품질의 콘텐츠를 제공하기 위해 사용되는 콘텐츠 배포 및 관리를 위한 네트워크이다. 본 논문에서는 기존 CDN이 갖고 있는 전송 시간 증대 문제를 해결하기 위하여 CDN을 위한 콘텐츠 배포 및 관리 시스템 제안하고 세그먼트 단위 파일 전송 방법을 적용하였다. 또한, 콘텐츠 배포의 효율성을 높이고 관리의 편리성을 증대하기 위하여 메타데이터를 이용한 관리 기법을 제안하고 이를 콘텐츠 메타데이터 관리 인터페이스로 구현하였다. 제안된 CDM 시스템을 CDN에 적용할 경우, 동일한 크기의 대용량 콘텐츠를 48%이상 빨리 배포할 수 있음을 시플레이션을 통해 확인하였다. 또한, 메타데이터 기반 내용 검색을 통한 배포 방법을 사용할 경우, CDN을 이용한 방식보다 4.8배 빠른 전송 속도를 나타내었다. CDM 시스템은 사용자가 원하는 내용을 소용량 콘텐츠로 분할하여 사용자에게 우선적으로 제공하여 사용자의 QoS를 향상시킬 수 있다.

참고 문헌

- [1] Hofmann, Markus and Leland R. Beaumont, "Content Networking: Architecture, Protocols, and Practice," Morgan Kaufmann Publisher, 2005.
- [2] R. Buyya, M. Pathan and A. Vakali, "Content Delivery Networks," Springer, Germany, 2008.
- [3] Pathan, Al-Mukaddim Khan, and Rajkumar Buyya, "A Taxonomy and Survey of Content Delivery Networks," University of Melbourne Working Paper, 2007.
- [4] Rajkumar Buyya, Mukaddim Pathan and Athena Vakali, "Content Delivery Networks," Springer, 2008.
- [5] O-hoon Choi, Jung-eun Lim, Dong-hyun Lee, Hong-seok Na and Doo-kwon Baik, "A multi-media contents management system based on a metadata-net in home network," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.54, Issue.2, pp.468-473, May 2008.
- [6] O-Hoon Choi, Jung-Eun Lim, Doo-Kwon Baik,

"MDR-based Framework for Sharing Metadata in Ubiquitous Computing Environment," *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, vol.3824, pp.858-866, Dec. 2005.

- [7] Nishimoto, Y., Baba, A., Kimura, T., Imaizumi, H. and Fujita, Y., "Advanced Conditional Access System for Digital Broadcasting Receivers Using Metadata," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol.53, Issue 3, pp.697-702, Sept. 2007.
- [8] Kusmierek, E. and Du, D.H.C., "A Network-Aware Approach for Video and Metadata Streaming Raghuvier," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol.17, Issue 8, pp.1028-1040, Aug. 2007.
- [9] Missier, P., Alper, P., Corcho, O., Dunlop, I. and Goble, C., "Requirements and Services for Metadata Management," *IEEE Transactions on Internet Computing*, vol.11, Issue 5, pp.17-25, Sept. 2007.
- [10] Nishimoto, Y., Baba, A., Kimura, T., Imaizumi, H. and Fujita, Y., "Advanced Conditional Access System for Digital Broadcasting Receivers Using Metadata," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol.53, Issue 3, pp.697-702, Sept. 2007.
- [11] <http://www.gns3.net/>