

H.264 기반 HD급 VOD 콘텐츠관리시스템 상호운용성 개선

민병원
목원대학교 정보통신융합공학부

An Improvement of Interoperability for HD-Class VOD Content Management System Based on H.264

Byung-won Min

Division of Information and Communication Convergence Engineering

요약 VOD 콘텐츠에 대한 품질 요구조건이 HD급으로 전환된 오늘날, 기존 운영체제 종속 시스템은 영상의 품질, 안정성, 네트워크 환경 등에서 한계를 드러내고 있다. 또한, 콘텐츠관리시스템은 이러한 종속적 환경에서 실질적인 콘텐츠 관리 및 배포를 극히 한정된 기능만으로 구현하고 있는 상황이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 오픈소스를 이용한 HD급 VOD 콘텐츠관리시스템을 H.264 기반으로 설계·구현한다. 제안된 시스템은 오픈시스템 기반 고품질 콘텐츠 관리 방식과 온라인 배포 기능을 제공함으로써 HD급 VOD 콘텐츠를 위한 통합 관리시스템을 실현한다. 제안된 시스템은 기존 wmv 기반 CMS에서의 동영상 끊김의 문제와 소형 스크린, 열악한 화질 등의 문제를 완전히 해결할 수 있도록 구현된다. 성능 분석 결과, 대규모 HD급 콘텐츠 운용 및 제작에 대하여 충분한 성능과 융통성을 유지할 수 있음을 입증하였고, 이러한 통합 DB 구축을 통한 콘텐츠 관리 환경은 향후 인터넷 기반 환경에서 모바일 단말기 환경으로 전환될 때 특히 유효할 것으로 예상된다.

주제어 : 콘텐츠관리시스템, H.264, HD급 VOD 콘텐츠, 상호운용성

Abstract Recently, although the requirement of quality of VOD content has been transferred upto the class of HD, conventional management systems characterized by OS dependency are truly limited in quality of video image, stability, and compatibility of network environments. In addition most of the content management systems realize very limited capabilities for the real affairs of content management and distribution services in such an OS dependent environment. In this paper, we propose a new scheme of HD-Class VOD Content Management System to solve these problems. We design and implement the proposed system based on open sources by using H.264 video compression method. The proposed system offers high quality content management method based on opened systems and independent on-line distribution method so that it can be realized as an integrated management scheme for VOD contents. Moreover, our system solves the problems of occasional cutting-down video, small screen, and poor image quality that exist in the conventional wmv-type CMS. According to the result of performance evaluation, our system maintains sufficient performance and tolerance for the case of large scale HD content operations or fabrications. We expect that the proposed integrated DB scheme will especially be effective when the content management applications are changed from Internet Web environments to mobile terminal environments.

Key Words : CMS(Content Management System), H.264, HD-class VOD Content, Interoperability

Received 9 January 2014, Revised 10 February 2014
Accepted 20 February 2014
Corresponding Author: Byung-won Min
Email: minfam@mokwon.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

1. 서론

최근 VOD(video on demand) 콘텐츠를 다루는 국내외 웹 사이트나 CMS(content management system) 운영 환경을 조사하여 보면, 많은 경우 MicroSoft의 Windows OS 환경에 종속된 서비스를 제공하고 있으며, 동영상에 대한 보편적 품질 요구조건이 HD급으로 전환된 오늘날까지도 기존 wmv 동영상 서비스를 그대로 활용함으로써 영상의 품질은 물론 시스템 상호간의 안정성 문제 및 다양한 네트워크 환경을 감당하지 못하는 문제점과 함께 운영체제 종속이라는 한계를 드러내고 있다 [1]. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위한 시도로 많은 CMS 개발자들이 기존의 운영체제 종속 시스템을 탈피하여 오픈소스 환경의 고품질 VOD 스트리밍 시스템으로 전환하고 있는 추세를 보이고 있다[2][3].

고품질의 동영상 혹은 VOD 콘텐츠에 대한 수요는 동 분야 산업을 활성화시켰고, 국내뿐 아니라 전 세계적으로 VOD 콘텐츠들이 활발히 제작되고 있는 상황이지만, 이들 콘텐츠를 통합적으로 운영 및 배포·관리할 수 있는 콘텐츠관리시스템(CMS)은 앞에서 언급한 운영체제 종속의 wmv형 콘텐츠를 주로 관리하도록 구성되어 있는 실정이다[4]. 이러한 상황에서, 다양하고 고품질의 HD급 동영상의 원활한 배포 및 관리를 원하는 현대적 사용자 요구가 실현되기 위해서는 기존 MS 독점 기술의 공개가 필수적이며, 이러한 기술 공개를 바탕으로 다양한 접근 방법을 실현할 수 있는 CMS가 출현하는 것이 바람직하다. 그러나 아직까지 여기에 요구되는 독점 기술은 비공개이므로 실질적인 콘텐츠 관리 및 배포에 있어 극히 한정된 종속적 기능으로만 구현될 수밖에 없는 상황인 것이다[4][5].

더욱이 기존 wmv 기반의 VOD CMS는 끊임이 잦고, 스크린의 크기가 작을 뿐만 아니라 화질 또한 열악하다는 고질적인 문제점을 안고 있다[6]. 최근, H.264 동영상 코덱과 스트리밍 엔진을 통한 고화질 및 고음질의 실현, 동영상 스크린의 대형화, 버퍼링 시간의 최소화 등을 통하여 진술된 단점들을 극복할 수 있는 방법을 마련하게 되었다[7][8]. 그러나, 이러한 고화질, 고음질의 제품들이 국내 기술로 개발되고 wmv 형 종속 시스템의 문제들을 다소 해결할 수 있었다고는 하나, VOD 콘텐츠 시장에서는 이러한 장점을 가진 콘텐츠들을 제작하여 온라인으로

탑재한다 하더라도 이들에 대한 체계적인 관리나 배포가 어렵다는 또 하나의 문제점을 드러내게 되었다. 특히, 동영상 및 VOD 콘텐츠의 품질이 향상되고 그 양이 증가하면서, 이들에 대한 체계적 관리·배포의 문제는 더욱 심각한 국면을 맞이하게 되었다[9].

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 오픈 소스를 이용한 새로운 개념의 HD급 VOD 콘텐츠 관리시스템을 설계·구현한다. 이를 위하여, 우리는 영상 압축방식으로 H.264 기술을 접목하고, 기존의 wmv 형태로 한계성을 드러낸 콘텐츠 관리 방식을 오픈 시스템 기반의 고화질 영상 콘텐츠 관리 방식과 온라인 배포 기능을 제공함으로써, 고화질 H.264 콘텐츠 통합 관리시스템을 실현하고자 하는 것이다. 구현된 시스템에 대한 성능 분석 결과, 통합 DB 구축을 통한 콘텐츠 관리 환경은 대규모 HD급 콘텐츠 운용 및 제작에 대하여 충분한 성능과 융통성을 유지함을 밝혔고, 이는 향후 인터넷 기반 환경에서 모바일 단말기 환경으로 전환될 때 특히 유효할 것으로 예상된다.

2. 관련연구

현재 콘텐츠와 그 관리시스템의 개념은 매우 광범위하고 빠르게 변하고 있어 일반화된 CMS 모델을 정의하는 것은 매우 어려운 일이지만, 특성화된 콘텐츠의 성격이나 솔루션의 태생적 특성으로 인하여 다양한 명칭과 독특한 기능을 가진 솔루션들이 시장에 산재하고 있는 상황이다.

CMS 설계에 관한 국내의 관련 연구는 다음과 같다. [10]에서는 다양한 CMS에 대한 평가방법론을 제시하고 CMS의 종합적 특성을 고려한 평가항목을 개발함으로써 솔루션 도입을 위한 선정기준에 대하여 새로운 측면에서 접근하였다. [11]에서는 멀티미디어 콘텐츠 생성과 업데이트, 디자인 변경 속도를 향상시킨 XML 웹 서비스 기반 멀티미디어 CMS를 Java WSDP 1.0을 이용하여 구현하였다. 여기서는 기존의 관계형 데이터베이스를 XML 기술과 통합하여 멀티미디어 콘텐츠 정보를 XML로 처리함으로써 멀티미디어에 대한 접근을 용이하도록 하였다. [12]에서는 CMS의 핵심기술인 CGI가 강화된 Web builder의 구현을 통해 단순히 홈페이지 제작 툴로만 여

겨졌던 Web builder의 개념을 CMS로 확장하였다. [13]에서는 기존 레거시(Legacy) 어플리케이션을 수정하지 않고 신 시스템 및 타 시스템과 연동되도록 하여 콘텐츠의 저장 및 유통이 용이하도록 하였으며, 또한 CORBA에 기반한 부하 분산 기법과 분산 처리기법인 Fail-over 기능을 제공하여 시스템의 성능저하 방지와 안정성을 보장하며, XML에 기반한 SyncML 기법을 도입하여 여러 종류의 DBMS를 사용하는 타 기관과의 콘텐츠 실시간 공유를 지원하는 분산 지능형 콘텐츠 플랫폼을 구현하였다. [14]에서는 Model View Controller(MVC) 프레임워크를 사용한 정적/동적 웹 서비스를 지원하는 멀티미디어 CMS를 J2EE로 구현하였다.

본 논문에서는 이와 같이 산발적으로 제시되어 있는 CMS 설계 방법론들을 집대성하여, HD급 VOD 캐스팅을 위한 오픈소스 CMS를 구현하는 최적의 솔루션을 찾고자 하는 것이다.

3. VOD 콘텐츠관리시스템 설계

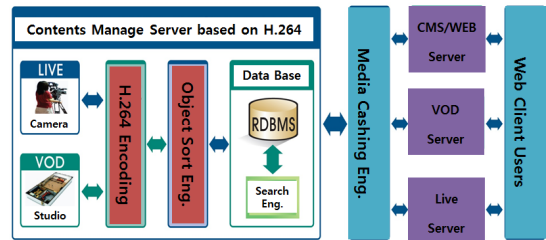
3.1 시스템 구성

본 논문에서 구현하고자 하는 HD급 H.264기반 VOD 콘텐츠관리시스템의 구조를 [Fig. 1]에 도시하였다. 여기서 설계하는 CMS의 근본 개념은 사용자로 하여금 다양한 콘텐츠 및 대량의 콘텐츠를 신속, 정확하게 제공할 수 있도록 콘텐츠의 생산, 관리, 배포 등을 자동화하여 효율적이면서도 체계적으로 관리할 수 있는 시스템으로 구축하고자 하는 것이다.

시스템의 서버 그룹은 서비스 운영을 위한 CMS/WEB 서버와 동영상 및 이미지 정보제공을 위한 VOD 서버, 실시간 동영상의 On-Line 서비스 제공을 위한 Live 서버로 구성된다. 또한, 각각의 처리과정을 기반으로 한 전체 시스템은 CMS/WEB 서버로 이루어져 있는 Server 그룹과 VOD 콘텐츠의 객체 DB로 이루어져 있는 데이터베이스 그룹, 웹 방식과 C/S 방식의 통합 클라이언트 그룹으로 구성된 웹 클라이언트-서버 구조로 통합 설계하였다.

일반적으로 서비스를 제공할 콘텐츠의 규모가 커질수록 관리해야 할 콘텐츠의 양이 증가하므로 전체 시스템의 전송속도와 재생 시작까지 걸리는 시간이 길어진다.

이를 개선하기 위하여 본 시스템에서는 콘텐츠 카테고리 분류 방법, 응용 프로그램 제어 방식의 미디어 캐쉬 방법, H.264 부호화기 엔진 연계, 지역적으로 분산된 스트리밍 서버 간 콘텐츠 공유 기술 등을 적용하여 최적의 솔루션이 되도록 구축하였다.



[Fig. 1] Configuration of System

3.2 콘텐츠 카테고리 분류 방법

본 논문에서 구현하고자 하는 VOD 콘텐츠 데이터베이스는 [Fig. 2]와 같이 순환관계 객체 분류 모델을 적용하였다. 이로 인하여 우리는 시스템의 성능 및 속도 확장성, 트랜잭션 무결성, 회복기법, SQL 질의문, 백업 복구 등 시스템의 안정성을 보장할 수 있다. 더욱이 데이터베이스 상에서 질의를 처리할 수 있는 HTML 질의 처리기를 구축하기 용이한 관계형 데이터베이스 관리시스템(RDBMS)을 이용하여 VOD 콘텐츠를 구축하고, 하나의 데이터베이스에 모든 내용을 포함해야 하는 기술적 한계를 극복하기 위하여 순환관계 객체 분류 모델을 기반으로 통합형 콘텐츠관리시스템으로 설계하였다.

객체연결정보는 카테고리코드, 순차, 미디어 구분, 카테고리 상위코드, 제목, 접근레벨, 단계구분, 삭제구분 등 객체 연결정보를 가진 순환적인 객체분류 구조이며, 양방향 탐색이 가능하고 1차 객체 분류에 대하여 각 객체의 2차 객체를 분류한다. 즉, 항목들을 분류하여 하나의 객체 내에 포함되는 서로 상이한 각 객체의 내용을 표현하도록 조치하였다.

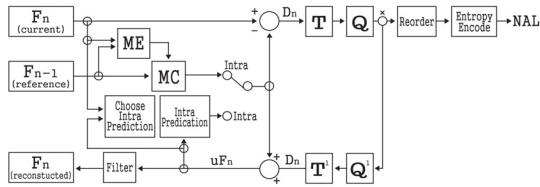
3.3 응용프로그램 제어 방식의 미디어 캐쉬 방법

일반적으로 VOD 콘텐츠 사용자들은 인기 있는 동영상을 집중적으로 시청하는 경향이 강하다. 그러므로 이러한 통계 정보를 이용하여 준비에 시간이 걸리거나 상당한 컴퓨팅 자원을 필요로 하는 압축 데이터를 미리 메

모리 캐쉬에 보관해 두었다가 전송함으로써 전체 시스템의 전송속도와 재생 시작까지 걸리는 시간을 단축시킬 수 있다. 서버 내부에는 이러한 특성을 반영한 메모리 캐쉬 시스템을 보유하도록 하였다. 또한 동영상의 원활한 재생을 위해 시스템 상의 모든 다른 I/O 동작이나 클러스터 상의 다른 노드로부터 오는 I/O 요청에 구애되지 않고 스토리지로부터 사전에 정의된 대역폭으로 데이터를 전송하는 기술을 적용하여 원활한 동영상 재생을 구현하였다.

3.4 H.264 부호화기 엔진 연계

H.264 부호화기의 구조는 [Fig. 2]와 같다. 각 모듈의 세부적인 알고리즘을 제외하면 비디오 코덱의 구조와 크게 다르지 않다[2]. 그러나 H.264 부호화기는 기존의 비디오 코덱에서 채택되지 않은 많은 신기술들과 참조 픽처 혹은 블록들을 사용함으로써 시스템의 효율을 높이는 데 주력하였다.



[Fig. 2] H.264 Block Diagram

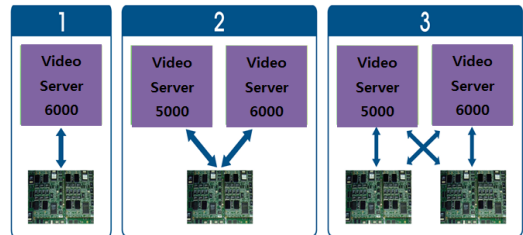
3.5 스트리밍 서버 간의 콘텐츠 공유

[Fig. 3]은 H.264 기반 콘텐츠관리시스템에서 서버의 부하를 분산하여 동시에 접속하는 수가 많은 경우이거나 지역적으로 분산된 다수의 서버를 운용하고자 할 때 사용하는 방법이다.

[Fig. 3]의 (1)은 하나의 서버 하드웨어에 하나의 스트리밍 서버를 운영하고 서버에 관련된 기능을 사용하지 않는 경우이다. 그러나 하나의 서버 컴퓨터를 가지더라도 서로 충돌이 발생되지 않도록 포트를 지정함으로써 [Fig. 3]의 (2), (3)과 같이 하나의 컴퓨터에서 다수의 스트리밍 서버를 운영할 수 있다. (2)의 경우 스트리밍 서버를 이중적으로 운영하여 필요시 하나의 서버를 중단할 수 있도록 구성한다. 이러한 경우 하나의 네트워크 카드를 공유하기 때문에 실질적인 성능 향상은 기대할 수 없다. (3)의 경우는 간단히 네트워크 카드를 여러 개 설치하

고 각각의 스트리밍 서버를 운영하는 방법으로 실질적인 성능 향상을 기대할 수 있다.

또한, 지역적으로 분산된 서버간의 콘텐츠 공유를 위하여 [Fig. 3]과 같이 구현함으로써 콘텐츠의 배포, 수집, 재구성, 개발에 의한 콘텐츠를 원하는 사이트에 적용하여 정보 공유체계를 구축할 수 있으며, 효과적이고 빠른 정보 전달을 위하여 평소 수집된 콘텐츠 또는 기타 자료들을 쉽고 빠르고 정확하게 배포함으로써, 서비스하고자 하는 사이트가 여러 개일 경우를 대비하여 대용량의 자료를 따로따로 옮기는 불편함을 개선하였다.



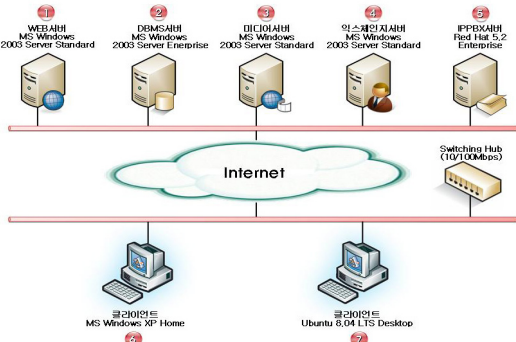
[Fig. 3] Function of Server Load Dispersion

4. VOD 콘텐츠관리시스템 성능분석

제안된 H.264 기반 HD급 VOD 콘텐츠관리시스템의 성능을 측정하기 위하여, [Fig. 4]에서와 같이 ①WEB서버, ②DBMS서버, ③미디어서버, ④익스체인지서버, ⑤IPPBX서버, ⑥클라이언트1, ⑦클라이언트2로 구성된 시뮬레이션 환경을 구축하였다.

①번 웹서버로는 IIS 6.0을 사용하였고 제안된 제품의 서버 모듈을 탑재하였다. ②번 DBMS서버로는 제안된 서버 모듈과 MSSQL 2005를 사용하였다. ③번 미디어서버로는 제안된 서버 모듈과 멀티미디어 서버로 Adobe Media Server 3.1을 사용하였다. ④번 익스체인지서버에는 제안된 서버 모듈과 Red5 Media Server 0.7.0을 설치하였고, ⑤번 IPPBX서버에는 제안된 서버 모듈과 Asterisk 1.4.21 PBX를 설치하여 테스트하였다. ⑥번 클라이언트1에는 제안된 클라이언트 모듈과 웹 브라우저 Internet Explorer 6.0과 일반 응용 프로그램인 MS-Office 2007, 한글2007, 바이로봇 Desktop v5.5을 설치하였고, ⑦번 클라이언트2에는 제안된 클라이언트 모듈과 웹 브라우저 Firefox 3.0을 설치하여 클라이언트 모

들 테스트를 실시하였다. 성능 측정 도구로 ①번 서버에 TeamQuest 10.1 Manager를 설치하였고, ⑥번 클라이언트에는 TeamQuest 10.1 View를 설치하였다. 이를 통하여 서버의 자원사용률 측정한다. 또한, ⑥번 클라이언트에는 LoadRunner 8.1을 설치하여 부하 생성 여부를 테스트하였다.

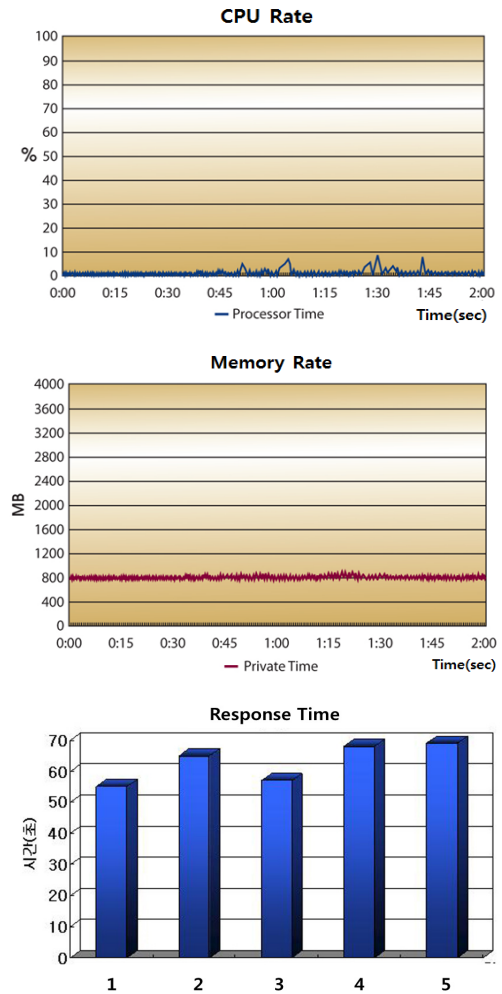


[Fig. 4] Environment of Efficiency Analysis

동시 사용자 100명이 제안된 콘텐츠관리시스템에 접속하여 HD급 VOD 콘텐츠 ‘플레이’ 기능을 실행하였을 경우, 서버의 자원사용률, 서버의 메모리 사용량 및 서버의 응답시간 등을 측정하였다. 여기서, 자원사용률이란 비유휴 쓰레드 실행에 소비하는 시간의 백분율로 %-processor time으로 평가된다. 메모리 사용량은 컴퓨터에서 실행되고 있는 프로세스에 할당되어 사용된 메모리의 양으로서 ‘private MBytes’로 측정된다. 또한, 서버의 응답시간은 시스템에서 조회나 요구 등의 명령을 입력한 직후부터 해당 명령의 처리가 완료된 시점까지 소요된 시간으로 ‘초’를 단위로 하여 측정하였다.

[Fig. 5]는 이와 같은 분석 시나리오로 서버의 자원사용률(%)과 평균 메모리 사용량을 측정한 결과를 보여주고 있다. 주지하는 바와 같이, 분석 시나리오-1의 조건에서 서버의 최대 자원사용률은 7.81%까지 일시적으로 상승할 수 있으나 해당 기능의 수행을 완료한 후에는 원상태로 복귀하여 안정된 모습을 나타낸다. 한편, 서버의 평균 메모리 사용량은 803MB 정도로 측정되었다. 이 혼잡도에 대하여 제안된 시스템의 CPU 자원과 메모리 자원은 매우 안정된 활용성을 나타내며, 이 조건에서의 콘텐츠 관리는 매우 안정됨을 나타내었다.

제안된 시스템의 응답시간을 측정된 결과이다. 서로 다른 플레이 명령으로 총 5회 걸쳐 측정을 한 결과, 평균 응답시간은 62.9초로 측정되어 클라이언트 1명당 응답시간은 평균 0.629초이다. 이러한 응답시간은 콘텐츠 실시간 플레이를 보장하는 수준으로 매우 만족스러운 결과로 평가된다.



[Fig. 5] Result of Efficiency Analysis(Play)

5. 결론

영상 압축방식으로 H.264 기술을 접목하고, 기존의 wmv 형태로 한계성을 드러낸 콘텐츠 관리 방식을 오픈 시스템 기반의 콘텐츠 관리 방식과 온라인 배포 기능을

제공함으로써 고품질 VOD 콘텐츠 통합 관리시스템을 실현하였다.

구현된 시스템의 성능을 평가하기 위하여, 제안된 서버 모듈과 클라이언트 모듈을 포함하는 인터넷 시뮬레이션 환경을 구축하고 시험한 결과, 본 논문의 통합 콘텐츠 관리 환경은 대규모 HD급 콘텐츠 운용 및 제작에 대하여 충분한 성능과 융통성을 유지함을 밝혔다. 이는 향후 인터넷 기반 환경에서 모바일 단말기 환경으로 전환될 때 특히 유효할 것임을 입증하였다. 기존 wmv 기반의 VOD CMS에서 나타났던 문제점인 영상의 끊김이나 스크린의 크기, 열악한 화질 등 고질적인 문제를 대부분 해결됨을 보였다.

향후 H.264 콘텐츠 스트리밍을 위한 효율적인 DRM 구현이 필요하며, 데이터 에러에 대한 에러 복원기능의 구현이 필요할 것으로 본다. 또한, 기존 CMS의 상당 부분을 점유하고 있는 종속 운영체제의 비공개 기술이 공유되고, 이를 이용한 HD급 VOD 콘텐츠 관리가 이루어진다면, 인터넷과 모바일이 통합된 환경으로 진전될 수 있을 것으로 전망된다.

REFERENCES

- [1] J.W. Seok, J.W. Lee, K.I. Kim, C.S. Cho, "The Research Trend of the H.264 Technology", Electronics and Telecommunications Trends, Vol.23, No.7, 2008(2).
- [2] J.W.Seok, B.H.Kim, J.W.Lee, C.S.Cho, "The Research Trend of the H.264 Technology", Electronics and Telecommunications Trends, Vol.21, No.1, 2006(2).
- [3] B.W.Min, Y.S.Oh, J.M.Lee, "Design and Implementation of HD-Class VOD Content Management System Based on H.264", Proceedings of the Korea Contents Association 2009 Spring Symposium, pp.465-468, 2008.
- [4] <http://www.naver.com>
- [5] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.13, No.7, pp.560-576, 2003(7).
- [6] ISO/IEC 14496-10: 2004 FDAM 1, Information

technology - Coding of audio-visual objects -part 10: Advanced Video Coding, Amendment 1: AVC professional extensions, 2004.

- [7] IBE : The Industry Standard, Nov./Dec.2007.
- [8] ISO/IEC 13818-1: Amendment 3, Information technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Systems, Amendment 3, 2004(11).
- [9] ETSI TR 101-290, Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems, Ver.1.2.1, 2001(5).
- [10] B.H. Yang, Web 2.0-Based Library information service, Information Management Studies, Vol.39, No.1, pp.199-220, 2008.
- [11] Sasan Adibi, "Data Mining - A Captured Wired Traffic Approach", IJAST Volume 21, pp.11-30, August 2010
- [12] Ploypailin Intapong, Sittapong Settapat, Boonserm Kaewkamnerdpong and Tiranee Achalakul, "Modular Web-Based Collaboration Platform", IJAST Volume 22, pp.37-48. September 2010
- [13] Dinesh C. S. Bisht, Ashok Jangid, "Discharge Modelling using Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System", IJAST Volume 31, pp.99-114, June 2011
- [14] Ki-Sun Han, "Broadcasting Contents Management System in Restricted Area", Journal of the Korea Convergence Society, Vol.4, No.1, pp. 27-31, 2013

민 병 원(Byung-Won Min)



- 2005년 2월 : 중앙대학교 대학원 컴퓨터소프트웨어학과(공학석사)
- 2010년 2월 : 목원대학교 대학원 IT공학과(공학박사)
- 2005년 4월 ~ 2008년 2월 : 영동대학교 컴퓨터공학과 전임강사
- 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : 목원대학교 산학협력단 전임강사
- 2011년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 공과대학 정보통신융합공학부 조교수
- 관심분야 : 온톨로지, U-Health, 모바일콘텐츠, 클라우드 컴퓨팅, SaaS, 모바일 클라우드
- E-Mail : minfam@mokwon.ac.kr