

IPTV Set-Top-Box PVR을 위한 네트워크 스토리지 설계†

최재현*, 남영진*, 이철호**, 박재영**

*대구대학교 컴퓨터·IT 공학부

**(주)세로닉스

e-mail:{inothing, yjnam}@daegu.ac.kr, {asmark, jackypark}@seronics.co.kr

Design of Network Storage for IPTV Set-Top-Box PVR

Jae-Hyun Choi*, Young-Jin Nam*, Chul-ho Lee**, Jacky Park**
*School of Computer & Information Technology, Daegu University
**SERONICS CO.,LTD.

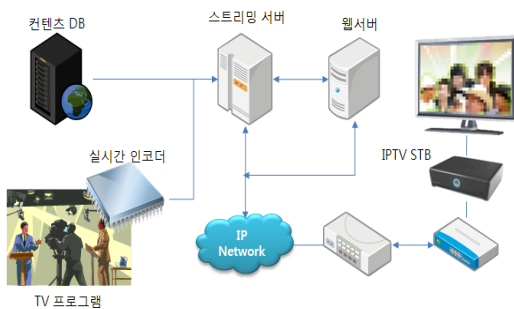
요 약

본 논문에서는 iSCSI 기반 IP 스토리지를 이용하여 IPTV Set-Top-Box에서 PVR 재생 및 저장에 적합한 네트워크 스토리지 구조를 제안한다. 제안된 네트워크 스토리지는 멀티미디어 재생 성능 향상 및 효율적인 데이터 관리를 위하여 Content-aware 선반입, 스토리지 형상 관리 기법을 제안하고 DES 알고리즘을 기반으로 사용자인증이 가능 하도록 설계하였다. 제안된 네트워크 스토리지를 SMP8634 기반 임베디드 보드에서 리눅스 2.6.15, 100Mbps Ethernet 환경에서 성능을 평가한 결과 HD급 영상을 충분히 재생할 수 있음을 확인하였다

1. 서론

IT 기술이 발전함에 따라 우리 주변에는 많은 변화가 나타나고 있다. 특히 통신과 방송분야에서 많은 변화가 나타나고 있으며 과거에는 통신과 방송의 영역에 명확한 구분이 있었으나, 시간이 지나감에 따라 그 경계가 점점 모호해지고 있다. 특히 가정에서는 IPTV STB(Set-Top-Box)가 등장하여 통신과 방송의 기능을 동시에 수행 하고 있다. STB는 간단히 말하자면 가정에서 케이블 또는 위성방송 등을 수신하기 위해 필요한 장치이다. 이 장치는 가정에 있는 TV에 연결시켜 일반적으로 안테나로부터 수신된 영상신호를 증폭하거나 잡음을 제거하여 시청자가 원하는 채널에 맞추어 해당 영상신호를 TV에 송출하는 기능을 가지고 있다.

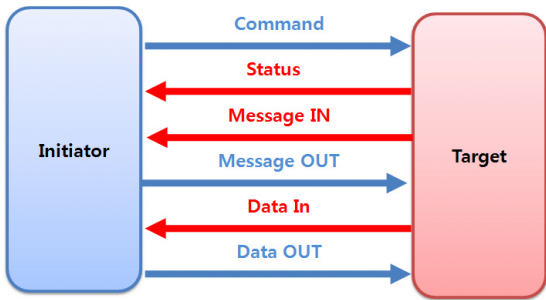
IPTV 서비스와 IPTV STB는 (그림 1)와 같은 형태로 구성된다. IPTV STB는 고품질(HD급 이상) 멀티미디어 콘텐츠를 처리 및 저장하여야 하는데 IPTV 콘텐츠는 크게 SD급과 HD급으로 분류된다. MPEG-1/2/4, VC-1 표준 동영상 압축 기법을 이용하면, SD급의 경우 2.5Mbps ~ 4Mbps, HD급은 10Mbps ~ 12Mbps의 대역폭을 이용하여 멀티미디어 전송이 가능하다. HD급 영화 1시간 분량을 압축된 형태로 저장시에 약 4GB정도의 파일 크기를 가지며, 최근 들어 HD급의 콘텐츠들이 계속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 일반적으로 STB는 160GB의 하드디스크를 내장하고 있는데 이는 HD급 콘텐츠를 40개정도 밖에 저장할 수 없으며 실제 TV 콘텐츠의 시간이 1시간 이상인 경우가 대부분임을 감안하면 실제 저장할 수 있는 콘텐츠의 수는 더 적어진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 저장 공간 확장을 위해서 하드 디스크를 교체하는 것은 비용적인 측면에서 문제가 되며 IPTV 콘텐츠가 고품질화됨에 따라 다시 용량을 증설해야하는 부담이 발생할 수 있기 때문에 STB 내장 하드디스크의 사용은 제한적일 수밖에 없다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 네트워크 스토리지 환경을 고려할 수 있는데 네트워크 스토리지는 사용자 시스템과 네트워크로 연결된 별도의 스토리지 서버에 데이터를 저장하는 방식으로 아래 (그림 2)와 같이 Initiator와 Target으로 구성되어 작업을 수행한다[2]. Initiator와 Target은 서로 밀접한 관계를 가지는 하나의 쌍을 이룬다. 즉, Initiator에 의해 Target이 수행하는 활동의 내용이 좌우되고 Target은 작업을 수행하고 요청



(그림 1) IPTV 서비스와 IPTV STB[1]

† 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구 결과임

했던 작업에 대해 확인(acknowledgement)를 해준다.



(그림 2) Initiator와 Target 작업 수행

본 연구에서는 네트워크를 이용하여 데이터를 송수신하는 iSCSI 기반의 IPTV STB용 네트워크 스토리지 시스템을 제안한다.

2. 다양한 네트워크 스토리지

NAS(Network Attached Storage)는 파일 공유만을 목적으로 하는 서버로 네트워크상에서 스토리지 서비스만 담당하며 스토리지의 관리와 자원의 중앙 집중화로 관리가 편리하지만 저장용량 커질수록 병목 현상이 발생하며 NFS(Network File System)또는 CIFS(Common Internet File System)등과 같은 네트워크 파일시스템이 부가적으로 필요하다. NAS 파일 시스템은 사용자와 스토리지 사이에 발생하는 모든 파일 입출력은 NAS 시스템을 통해서만 이루어지기 때문에, 시스템 확장성(Scalability) 측면에서 문제점이 존재한다.[3]

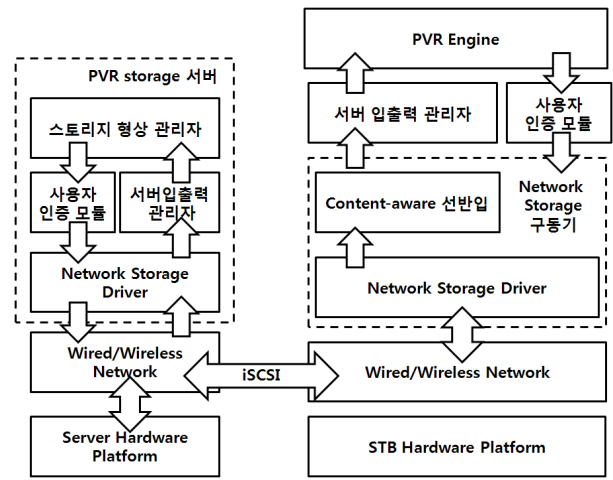
SAN(Storage Area Network)[4]는 파이버 채널에 기반한 스토리지 전용 고속 네트워크로서 SCSI 블록 작업을 통하여 스토리지 자원을 공유하여 로우 디바이스에 액세스 가능하며 기하급수적으로 늘어나는 데이터와 저장장치의 통합운영으로 분산되어 있는 서버들과 스토리지간의 자유롭게 통신함으로써 데이터의 공유, 보호, 관리의 효율성을 극대화하지만 설치비용이 많이 든다는 문제점을 가지고 있다.

IP 스토리지는 IP를 주된 통신 프로토콜로 이용하는 스토리지 네트워크 환경으로 기존의 IP설비를 그대로 스토리지 네트워크의 인프라로 이용할 수 있을 뿐 아니라 스토리지 장비와 스위치로부터의 파이버 채널 트래픽을 IP 기반의 링크로 tunneling할 수 있게 된다. 프로토콜 종류는 FCIP(Fiber Channel over IP), iFCP(Internet Fiber Channel), iSCSI(Internet Small Computer System Interface)[5][6], iSNS(Internet Storage Name Service)가 있다. FCIP는 tunneling 기술로서 IP주소가 FCIP tunnel 게이트웨이에만 부여되고 기타의 스토리지 장치에는 IP주소가 부여되지 않는다. 반면 iFCP나 iSCSI에는 모든 스토리지 참여 장비에 IP주소가 부여된다. 어느 장비로부터라도 트래픽이 발생하면 IP의 routing 기능과 TCP의 세션

기능을 이용하게 된다. iSCSI는 'SCSI over IP networks'라고 불리고 있는 차세대 SCSI 표준으로 SCSI에 기반을 두고 있으며 SCSI에 대한 전송 수단으로 TCP/IP를 사용하므로 주로 이더넷으로 연결되는 기존의 IP 기반 호스트 연결을 통해 정보를 전송하고 기존의 스토리지 리소스를 보다 잘 활용할 수 있다는 장점이 있다.[2]

3. 제안된 시스템

본 연구에서는 IP 스토리지를 이용하여 IPTV STB에서 PVR 재생 및 저장에 적합한 네트워크 스토리지 시스템 구조를 제안한다. (그림 3)은 제안한 시스템의 구조를 나타낸 것이다.



(그림 3) IPTV STB PVR용 네트워크 스토리지 구조

스토리지 형상 관리자는 사용하는 스토리지 영역을 관리한다. 이러한 기능은 사용자에게 따라 저장하는 데이터의 양이 다르기 때문에 발생할 수 있는 스토리지 용량의 낭비를 최소한으로 줄이고 유동적으로 개인 사용자의 저장 공간을 조절하기 위하여 설계되었다. 사용자가 많은 양의 데이터를 저장 할수록 해당 사용자에게 할당되는 스토리지 용량은 계속 증가하여, 여유 저장 공간을 일정하게 유지되도록 한다.

사용자 인증 모듈은 DES[7] 보안 알고리즘을 기반으로 서버에 접속하는 사용자를 확인하고, 서버측의 사용자 인증 모듈은 인증된 사용자에 대한 정보를 스토리지 형상 관리자에게 보내주고, STB측 사용자 인증 모듈은 서버로 인증하기 위한 사용자 정보를 생성한다.

Network Storage Driver는 iSCSI를 기반으로 스토리지 서버와 STB사이의 데이터 송수신을 제어한다. 주로 STB측의 Network Storage Driver가 작업 요청을 하고 서버측의 Network Storage Driver는 요청된 작업을 수행하고 수행 결과를 STB측에 보내준다.

서버 입출력 관리자는 PVR엔진에서 콘텐츠(데이터) 입출력을 요청하면 요청되는 데이터를 서버에 저장하거나 서버에서 불러온다. 서버에서 데이터를 불러 올때는 성능

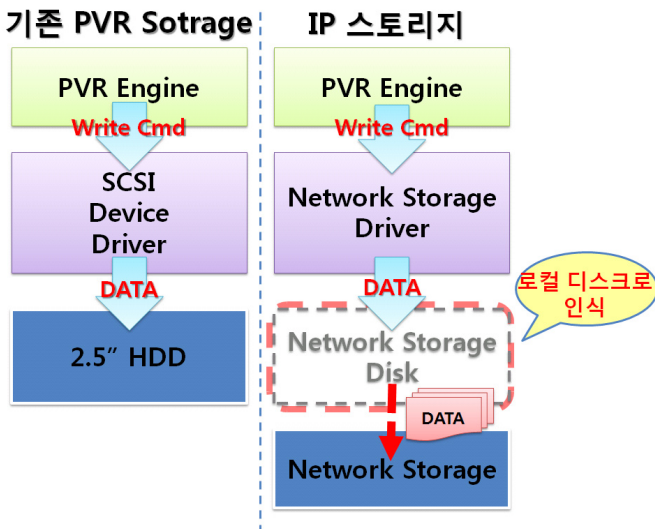
향상을 위하여 불러 오는 콘텐츠 타입에 따라 선반입을 수행한다. 선반입(prefetching)은 앞으로 수행될 명령이나 데이터를 미리 읽어 들여 큐에 넣어 둬으로써 수행속도를 향상시키는 방법이다. 멀티미디어 콘텐츠 타입에 따라 선반입을 수행하는 이유는 각 콘텐츠마다 요구되는 대역폭이 틀리기 때문이다. SD급의 경우 2.5Mbps~4Mbps, HD급은 10Mbps~12Mbps으로 요구되어진다. 서버 입출력 관리자는 요구되는 대역폭을 분석하여 대역폭에 따라 선반입을 수행하여 멀티미디어 콘텐츠 재생 성능을 향상시킨다.

4. 구현 및 성능 평가

구현을 위하여 SMP8634기반의 임베디드 보드를 활용하였다. SMP8634는 강력한 멀티미디어 처리, 견고한 콘텐츠 보안 시스템이 있는 칩으로 강력한 콘텐츠 보안은 전용 보안 처리장치, 플래시 메모리와 고속 페이지 해독을 위한 디지털 저작권(DRM) 엔진 범위를 통해 보장된다.

구현된 스토리지 시스템은 STB와 서버가 유선 네트워크를 통하여 연결되었으며 STB에서 하나의 디스크 영역으로 할당되어 인식되었다. PVR Engine과 네트워크 스토리지의 인터페이스는 기존 STB에 내장된 HDD 하드 디스크가 자동으로 마운트되는 영역을 네트워크 스토리지로 대체하였다.

(그림 4)는 기존 PVR 스토리지와 제안된 스토리지의 차이를 간략히 나타낸 것이다 기존의 스토리지는 SCSI Device Driver를 통하여 하드 디스크에 저장되지만, IP 스토리지는 Network Storage Driver를 통해 저장되며 이때 네트워크 스토리지는 로컬 디스크로 인식되며, 실제로 데이터가 저장 되는 곳은 원격의 네트워크 스토리지에 저장된다.



(그림 4) 기존 시스템과 제안된 시스템의 차이

<표 1>과 <표 2>는 개발 및 평가환경이다. Initiator는 SMP8654기반 임베디드 보드로 네트워크는 100Mbps의

이더넷을 사용하였다. iSCSI 모듈은 Intel에서 제공되는 레퍼런스 코드를 사용하였다. 평가는 저장장치 테스트 프로그램인 HDParm[8]과 Tiobench[9]을 사용하였다. Target은 Linux 2.6.18기반의 PC를 사용하였으며 iSCSI Target으로 iSCSI Enterprise Target을 사용하였다.

<표 1> Initiator 개발 및 평가 환경

H/W	CPU	SMP8634(300MHz, MIPS)
	Network	Ethernet 100Mbps
S/W	OS	Embedded Linux 2.6.15
	iSCSI Ref Code	Intel-iscsi-2.0.17
	Test Program	HDParm V9.12 Tiobench-0.3.3

<표 2> Target 개발 및 평가 환경

H/W	CPU	Intel(R) Pentium(R) 4 3.00GHz
	Network	Ethernet 100Mbps
	HDD	Seagate ST340810A
S/W	OS	Linux 2.6.18
	iSCSI Target Program	iSCSI Enterprise Target

<표 3>은 HDParm[8]과 Tiobench[9]을 이용하여 10번씩 측정하여 평균으로 나타낸 결과이다. 기존 로컬 스토리지와 비교하였을 때 Read는 25%, Write는 43%의 성능을 보였다. 본 논문의 환경에서는 100Mbps Ethernet 환경에서 측정된 결과로 Ethernet 속도 제한에 의하여 상당한 손실이 발생하였다. 하지만 평가된 성능으로 보았을 때 1.25 MB/s~1.5MB/s의 대역폭을 필요로 하는 HD급 영상을 재생 가능한 것으로 확인 되었다

<표 3> iSCSI 디스크와 로컬 디스크 속도 비교

	Read	Write	
	Sequential	Sequential	Random
Network Storage	5.5 MB/s	2.9 MB/s	2.1 MB/s
Local Storage	21.2 MB/s	6.6 MB/s	4.8 MB/s

<표 4>은 10Mbps, 100Mbps의 네트워크 환경에서 Read/Write 속도를 측정후, 10Mbps에서 100Mbps로 변경 시 증가하는 속도의 비율을 100Mbps 속도에 적용하여 1000Mbps에서 예상되는 속도를 나타내었다. 1000Mbps 환경의 경우 로컬 스토리지와 비슷한 성능을 낼 것으로 예상된다.

<표 4> Ethernet 속도별 네트워크 스토리지 속도 비교

	Read		Write	
	Sequential	Sequential	Sequential	Random
10Mbps	1.1 MB/s	1.0 MB/s	1.8 MB/s	
100Mbps	5.5 MB/s	2.9 MB/s	2.1 MB/s	
1000Mbps	약 27.5 MB/s	약 8.4 MB/s	약 2.4 MB/s	

5. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 IP 스토리지를 이용하여 IPTV STB에서 PVR 재생 및 저장에 적합한 네트워크 스토리지 시스템 구조를 구현하였다. 그 목적은 멀티미디어 데이터의 고품질화 등의 추세에 따라서 STB내에 존재하는 저장 공간의 크기가 부족하여, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 iSCSI 기반의 IP 스토리지를 구축하여 용량 부족 문제를 해결하고, STB에 들어가는 HDD를 제거하여 STB의 단가를 낮춘다.

설계된 시스템은 IPTV 콘텐츠 재생 및 저장을 주요 사항으로 고려하고 있다. 이에 따라 재생 및 저장시 성능 향상을 위해 Content-aware 선반입, 서버 입출력 관리자를 추가하고 사용자 인증을 통하여 해당하는 사용자에게 맞는 스토리지 공간을 제공한다.

향후 하드웨어 플랫폼을 SMP8654기반의 임베디드 보드로 업그레이드 할 예정이며, 이 때 기존의 PVR 엔진을 고성능의 기능을 수행 가능하도록 성능 튜닝을 하고, 사용자 인증은 IP Sec형태를 지원하도록 한다. 그리고 iSCSI가 지원되는 NAS 서버를 활용하거나 기존 서버에 RAID 컨트롤러를 추가하여 성능에 대한 테스트 및 네트워크 스토리지 성능 튜닝을 진행해 나갈 예정이다

참고문헌

- [1] 정보통신연구진흥원, 주간기술동향 1340호, 2008년 4월.
- [2] 차세대 성장 동력 가상화 스토리지 네트워크, 최성 외, 홍릉과학출판사
- [3] Young Jin Nam and Min-Seok Choi, "Analysis of Power Consumption Patterns of Various Mobile Storage for Video Playback", KIISE, 2006
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Storage_area_network
- [5] J. Hufferd, iSCSI: The Universal Storage Connection. Addison-Wesley, Boston in U.S.A., 2003.
- [6] K. Meth and J. Satran, "Design of the iSCSI protocol," Proc. of the Mass Storage Systems & Technologies/20th IEEE/11th NASA Goddard Conference, April 2003.
- [7] Raymond G. Kammer, DATA ENCRYPTION STANDARD(DES), 1999
<http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips46-3/fips46-3.pdf>

[8] hdparm Homepage

URL: <http://sourceforge.net/projects/hdparm/>

[9] Tiobench Homepage.

URL: <http://tiobench.sourceforge.net/>.