

# 유비쿼터스 환경 하의 능동형 미디어 스토리지 연구

박창원\* 손재기\*\*

## ◆ 목 차 ◆

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. 서론                | 4. MB-OFDM UWB 전송시스템 |
| 2. UWB 시스템 표준화 동향    | 5. 결론                |
| 3. DS-CDMA UWB 전송시스템 |                      |

## 1. 서론

정보의 디지털화가 사회 각 분야에 빠르게 진행되고 있다. 인터넷 기술을 기반으로 정보사회가 도래함에 따라 멀티미디어 정보를 생성·가공해 저장·분배하는 서비스가 광범위하게 생활화되고 있고, 인터넷 정보가전 기술의 발전은 멀티미디어 콘텐츠의 질적 향상은 물론, 단순형 정보 서비스에서 지식처리와 같은 정보 창조형의 지식형 서비스로 발전하고 있다. 또한 데이터 전송기술의 발달로 네트워크에 가중되는 데이터의 양은 수직적으로 증가하고 있는데, 취급되는 데이터의 형식이 단순한 문자나 그림이 아닌 비디오/오디오 같은 멀티미디어인 점을 감안한다면 네트워크가 다뤄야 할 데이터 양은 폭발적이라 할 수 있다.

유비쿼터스 환경의 도래로 인하여 멀티미디어 데이터와 같은 가정 내 디지털 기기들의 데이터량이 기하급수적으로 증가하고 있다. 이에 가정 내 디지털 기기들의 저장공간의 허브 역할을 할 수 있는 스토리지가 요구되고 있다.

본 논문은 디지털 가전의 대용량 정보를 저장하는 유비쿼터스 스토리지인 능동형 미디어 스토리지에 관하여 기술한다. 능동형 미디어 스토리지는 유비쿼터스 네트워크 기술을 바탕으로 한 디지털 융합 스토리지이다. 단순한 기술로 이루어진 것이 아니라 다양한 디지털 기술을 기반으로 한다.

본 고의 2장에서는 능동형 미디어 스토리지 기술과 관련된 국내외 연구에 대하여 기술하며 3장에서는 능동형 미디어 스토리지 개발에 관련된 내용을 기술한다. 마지막으로 결론 및 향후 과제에 대해 기술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 가전형 스토리지 기술 동향

능동형 미디어 스토리지는 단순한 기술로 이루어진 형태가 아니라 스토리지 기술, 네트워크 인터페이스 기술, 멀티 프로토콜 네트워크 파일 시스템 기술, 데이터 공유 및 데이터 복구 기술, 멀티미디어 데이터 스트리밍 기술 등 다양한 기술의 융합이다. 다음은 관련연구로 국내 및 국외의 기술 현황에 대해 기술한다.

국내 네트워크 스토리지 기술은 로우 엔드급의 중소형 NAS(Network Attached Storage) 제품이 주류를 이루고 있고, 대용량 스토리지 기술인 SAN(Storage Area Network) 개발도 소수의 업체가 시도하고 있다. 능동형 미디어 스토리지와 같은 가전형 스토리지는 몇몇 업체들이 xDSL 시장의 성장과 개인 사용자의 고용량 스토리지 요구와 함께 개발을 시도하고 있다.

국외에서는 국내에서 보다는 좀 더 활발한 연구/개발이 이루어지고 있다. LinkSys[14]에서는 개인용 NAS 제품을 선보이고 있으며 또 다른 네트워크 장비 관련 회사들이 가전형 스토리지에 대한 관심을 보이고 있다. 한편 카

\* 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터 수석연구원  
\*\* 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터 전임연구원

네기 멜론 대학 및 하버드 대학 등의 대학을 중심으로 IP 기반의 네트워크 스토리지에 대한 연구도 대단히 활발하게 진행하고 있다. 이들 대학들은 수 년 전부터 정부기관 및 기업과 연계하여 NASD(Network Attached Secured Disk)[15]기술을 개발하였으며 현재 업체와 연계하여 상용화 제품을 개발 하고 있다.

## 2.2 임베디드 리눅스

IT 기술 및 하드웨어 기술이 발전하고 사용자의 새로운 욕구를 충족시키기 위해 발 빠른 제품이 요구된다. 최근 들어 세계 유수의 가전업체들이 기존 실시간 운영체제(RTOS)를 내장형 리눅스로 전환하려는 움직임이 활발하다.

내장형 리눅스는 안정성 및 고성능의 네트워크 기술을 바탕으로 한 통신 장비, 서버, 대용량 저장장치 등에 많이 적용되어 왔으며, 최근에는 디지털 정보 가전 및 소형 단말기 등에 적용하기 위한 연구개발이 진행되고 있다.

내장형 리눅스의 표준화 동향은 다양한 범위, 다양한 목적이 요구된다. 이러한 표준화는 내장형 리눅스, 디지털 홈에서의 상호 연동성을 위한 표준화, 플랫폼의 표준화 등으로 이루어지고 있다.

### • CELF

CELF(Consumer Electronics Linux Forum)[13]는 마츠시타 전기산업과 소니, 히타치 제작소 등 일본 전기 메이커를 중심으로 8개사가 모여 2003년 7월에 설립되었다. 디지털 기기용 운영체제로 활용하기 위해 내장형 운영체제로서의 사양 정의와 업계 내에서의 내장형 리눅스 보급 촉진을 담당하는 단체로서 활동을 개시하였다. 국내에서는 LG, 삼성, ETRI가 참여하고 있으며 전체 멤버 중 43%가 아시아 쪽이 차지하고 있다.

CE Linux는 리눅스 커널 2.4.20을 기반으로 개발이 진행되어 실시간성 개선, 저전력 기술, 안정성 및 보안 등 내장형 운영체제로서의 과제를 실현하는 것에 개발 비중을 두었다. 이 커널에는 커널 2.6에서 정식 채용된 비선점형 커널 등 역 포팅 되었다.

### • ELC

ELC(Embedded Linux Consortium)[16]은 2002년 12월

내장형 리눅스 진형의 업체들이 주축이 되어 결성되었다. 주요 활동으로 내장형 리눅스 관련 표준 ELCPS v1.0을 발표하였으나 GUI, 실시간성, 개발 도구, 미들웨어 등의 내용은 포함되지 않았다.

### • Emblix[17]

일본은 내장형 리눅스의 활성화 및 표준화를 목적으로 2000년 7월에 구성되었다. 24개의 산업체, 연구소, 학계 등에서 참여하여 활동을 시작했으며 2002년 12월까지 샤프, 소니, 히타치, 후지츠, NEC 등을 포함한 98개의 산업체와 학계 회원으로 구성되어 있다. 주요 목표로 내장형 리눅스이 활성화와 교육을 위한 오픈 소스 정책 및 표준화를 추진하고 있다.

### • KESIC

한국정보산업연합회 산하 임베디드 소프트웨어 산업협의회에서는 2004년 3월 협의회 산하의 회원사들이 만든 산업계 표준으로 셋톱박스, 스마트폰, 가전 등 다양한 정보 기기에 임베디드 소프트웨어를 탑재할 경우 플랫폼과 어플리케이션을 연동할 수 있는 표준 API를 확정하였다.

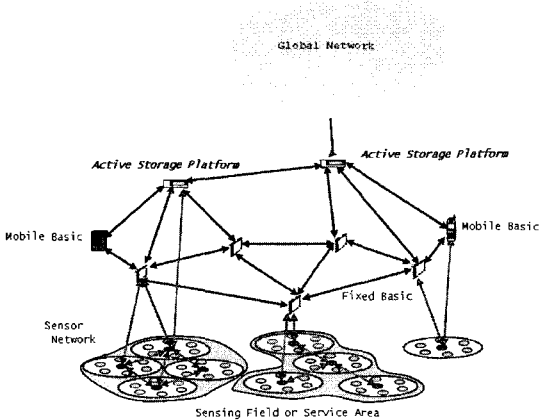
## 3. 능동형 미디어 스토리지

능동형 미디어 스토리지는 기본적으로 이동형 디바이스와 연동하여 유비쿼터스 네트워크에 필요한 정보를 저장하고 검색하는 홈 스토리지 성격의 네트워크 저장장치이다. 단순한 데이터 저장뿐 아니라 이동형 디바이스가 요구하는 정보를 어플리케이션에 따라 다르게 처리할 수 있다. 또한 멀티미디어 스트림을 로컬 네트워크 상에 최적화하여 어플리케이션에 제공한다. 이동형 디바이스는 다양한 센서 네트워크의 정보를 취합하여 능동형 미디어 스토리지와 상호 정보를 교환한다.

그림 1은 능동형 미디어 스토리지의 구성을 도식화한 것이다. 능동형 미디어 스토리지는 이동형 디바이스와 연동하여 로컬 네트워크 상에서 가전형 스토리지로 동작한다.

### 3.1 AMSOS

최근 들어 임베디드 리눅스를 운영체제로 채택한 사례가 늘고 있으며 관련된 다양한 연구들이 진행되고 있다.



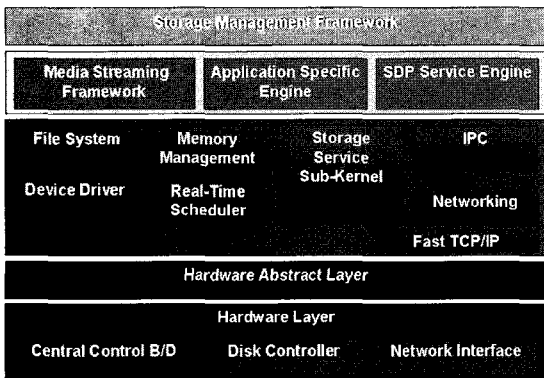
(그림 1) 능동형 미디어 스토리지 구성도

임베디드 리눅스는 하드웨어를 직접제어가 가능하고 백도어나 많은 프로그램 버그가 없다고 신뢰할 수 있다. 또한 임베디드 리눅스를 사용하면 30달러까지 하는 윈도우 CE의 부담 없이 임베디드 장비를 개발할 수 있다.

임베디드 리눅스는 기존 상용 임베디드 운영체제에 비해 개발 비용이 저렴하며, 오픈 소스 정책을 취하고 있기 때문에 개발 하드웨어에 적합하도록 기존 소스 코드를 수정할 수 있는 장점을 가지고 있다.

능동형 미디어 스토리지는 임베디드 리눅스 기반의 AMSOS (Active Media Storage Operating System)를 사용한다. AMSOS는 CE Linux[13]의 표준을 따르도록 설계하였다.

AMSOS는 기본의 일반적인 서버 운영체제와 달리 네트워크와 스토리지 서비스 오퍼레이션만을 중점으로 관



(그림 2) AMSOS 구성도

리한다.

AMSOS는 네트워크를 통한 스토리지 서비스를 제공한다. 하위 하드웨어 계층은 디바이스 드라이버를 통하여 제어할 수 있다. 내장형 리눅스를 기반으로 리얼 타임 서비스를 제공하기 위해 소프트웨어 리얼 타임 스케줄러를 제공한다. 또한 네트워크 스토리지 서비스 서브 커널을 통하여 SDP나 디지털 가전에 스토리지 서비스를 제공한다.

능동형 미디어 스토리지의 스토리지 서비스 모듈은 네트워크 상의 이기종 클라이언트에게 효율적으로 파일 서비스를 제공한다. 유닉스 기종에서는 NFS(network file system), 윈도우즈 기종에서는 CIFS(common internet file system) 프로토콜을 사용하여 스토리지 서비스를 제공한다. 그러나 이러한 두 종류의 프로토콜은 매우 상이하여 기존의 파일 시스템은 두 프로토콜을 완벽하게 지원할 수 없다. 능동형 미디어 스토리지 서비스 모듈은 이종의 프로토콜을 통합한다. 논리 파일 시스템에 공통의 인터페이스를 제공하여 파일의 접근에 대한 높은 성능과 데이터 손실로부터 보호와 파일 접근 제어 메커니즘을 제공한다.

AMSOS는 디지털 가전으로서 아래와 같은 기능이 요구된다.

- 빠른 부팅
- 저전력 관리 기능
- 오디오/비디오/그래픽 기능
- 실시간성
- 작은 커널 크기
- 보안

AMSOS의 부트 업 타임을 줄이기 위한 방법으로 Calibrate 지연을 제거하였다. 리눅스의 커널은 내부의 "busywait" 지연을 하도록 하기 위해 loops\_per\_jiffy 값을 계산한다. 이러한 계산으로 대부분의 플랫폼에서 200~250 ms의 지연이 발생한다. loops\_per\_jiffy 값을 정적으로 할당함으로써 커널 로딩 시간을 단축할 수 있다.

그림 3은 실제 능동형 미디어 스토리지 커널 메시지의 지연 시간을 나타낸 것이다.

커널 부트 시 가장 많은 시간 소비 요소는 디바이스에 대한 탐색 및 초기화 부분이다. 일반적으로 IDE 디바이스의 경우 커널 명령 라인에서 탐색 시간을 줄일 수 있다. 이러한 디바이스에 대한 탐색 시간을 특정 하드웨어에 정적



(그림 3) InstrumentedPrintk를 이용한 커널 지연시간 측정

으로 할당함으로써 커널 부트 시간을 줄일 수 있다.

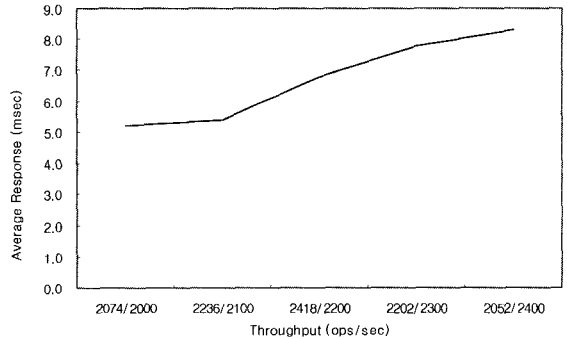
실제 커널 부팅시 각 부분의 지연 시간을 측정할 수 있다. “InstrumentedPrintk”[13]를 통해 각 커널 메시지의 출력 타이밍 데이터를 구해 낼 수 있다.

AMSOS는 64 메가 바이트의 DOM(Disk On Module)에 포팅하였으며 커널의 크기는 900 킬로 바이트 정도이다. 운영체제의 커널 부분과 시스템 관리 소프트웨어는 레드햇 9.0을 기반으로 선별하여 작업을 수행하였다. 네트워크 파일 시스템의 성능을 최대화 하기 위해 Zero-Copy[10] 아키텍처를 사용하여 CPU의 오버헤드를 최소화할 수 있게 하였다. Zero-Copy 아키텍처는 응용 프로그램 실행 시 커널 공간과 사용자 공간의 복사 오버헤드가 발생하는 데 이러한 오버헤드를 최소화 할 수 있는 구조이다. 특히 네트워크 프로토콜에서 오버헤드가 많이 발생한다. 본 연구에서는 NFS 계층의 오버헤드를 줄이고 CPU의 오버헤드를 최소화는 메커니즘을 구현하였다.

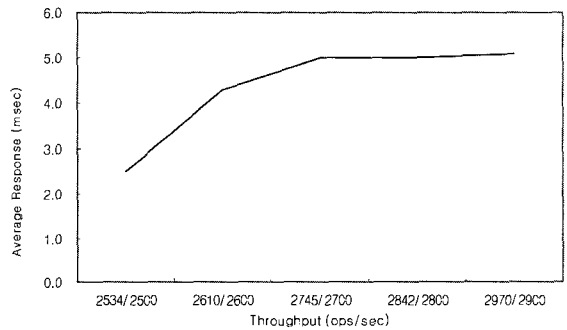
그림 4는 일반적인 리눅스 시스템의 NFS 오퍼레이션 결과이며 그림 5는 능동형 미디어 스토리지 시스템의 NFS 오퍼레이션 결과이다. 평가 도구로는 specSFS 97[19]을 사용하였다.

### 3.2 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크

능동형 미디어 스토리지는 단순 디지털 데이터 뿐 아니라 멀티미디어 콘텐츠를 로컬 네트워크에 최적화하여



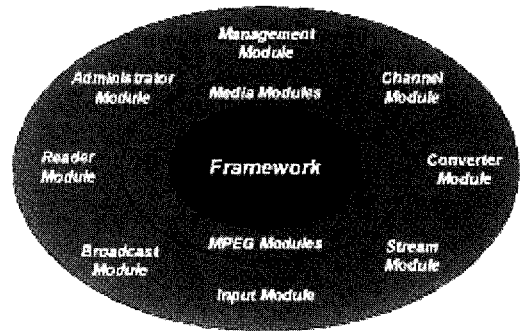
(그림 4) 일반적인 NFS 오퍼레이션 결과 (specSFS97)



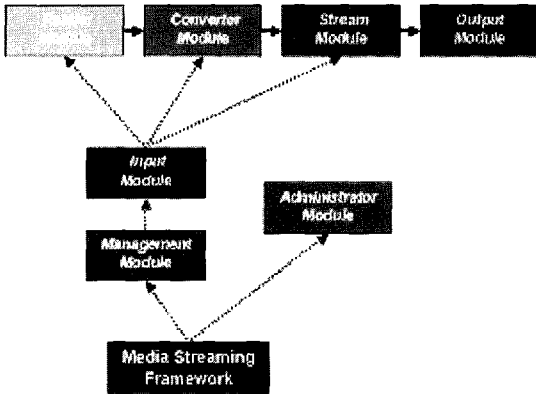
(그림 5) Zero-Copy NFS 오퍼레이션 결과 (specSFS97)

스트리밍 한다. 이러한 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍을 위해 그림 6과 같은 프레임워크로 구성된다.

멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크는 코어 모듈로 미디어 모듈, MPEG 모듈로 구성된다. MPEG 모듈은 MPEG 데이터를 다루기 위한 코어 모듈이다. 미디어 모듈은 각 하위 모듈을 제어하기 위한 코어 모듈이다. 각 하위 모듈은 빌트인(built-in) 또는 플러그인(plug-in) 될 수 있다.



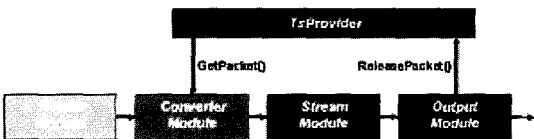
(그림 6) 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크



(그림 7) 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크 모듈간 흐름도

멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크는 설계에 따라 구현되었다. 그림 7은 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크의 모듈 간 흐름을 도식화 한 것이다.

멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크는 코드의 재사용성 및 다형성을 고려하여 C++ 코드로 작성되었다. 각각의 템플릿을 통하여 서로 다른 미디어 포맷을 손쉽게 접근 가능하게 하였다. 생산자와 소비자 모델을 통하여 멀티미디어 콘텐츠를 전송한다.

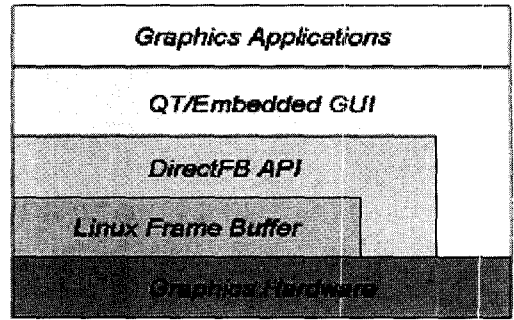


(그림 8) 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 프레임워크의 생산자/소비자 모델

### 3.3 임베디드 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)

리눅스는 대부분 일반적인 데스크탑 환경을 위한 시스템이다. 커널 2.4부터 임베디드 시스템을 좀 더 지원하고 있지만 아직은 미비하다. 커널 2.6에서는 임베디드 장비를 위한 다양한 기능이 제공되고 있으며 국내외 많은 관련 업체들이 내장형 리눅스를 연구하고 있다. 특히 디스플레이를 보면 임베디드 디바이스 드라이버가 많지 않으며 GUI를 사용하는데 한계를 드러내고 있다.

리눅스 프레임 버퍼[18]를 이용하면 임베디드 시스템



(그림 9) 능동형 미디어 스토리지 내장형 GUI 계층도

을 겨냥한 다양한 임베디드 그래픽 인터페이스를 지원할 수 있다. 프레임 버퍼의 장점은 특정 하드웨어에 의존적이지 않고 쉽게 포팅이 가능하다. 그러나 리눅스의 프레임 버퍼는 능동형 미디어 스토리지 시스템에 필요한 다양한 어플리케이션에서 요구하는 기능을 모두 지원하지 못한다.

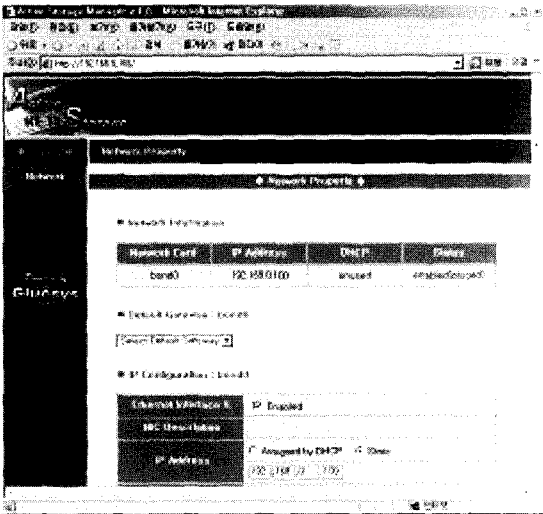
능동형 미디어 스토리지에서는 기본적인 프레임 버퍼의 기능에 알파 블렌딩(Alpha blending), 알파 텍스처 등 다양한 기능이 제공되어야 한다. 이러한 기능들을 제공하기 위해 DirectFB를 사용하였다.

DirectFB[21]는 리눅스 프레임 버퍼와 그래픽 하드웨어용 루틴을 합쳐서 동일한 인터페이스를 제공하도록 라이브러리화한 것이다. 그래픽 가속기능, 입력 장치 추상화, 디스플레이 레이어 등을 지원한다. 최근에는 내장형 리눅스를 이용한 디지털 가전 개발을 위한 CE Linux 포럼의 스펙에서도 DirectFB를 권고하고 있다.

임베디드 그래픽 사용자 인터페이스로 QT/Embedded를 사용하였다. 능동형 미디어 스토리지에 탑재되는 어플리케이션은 QT/Embedded의 고속 그래픽 입출력 라이브러리를 통해 디스플레이한다.

### 3.4 능동형 미디어 스토리지 관리 프레임워크

능동형 미디어 스토리지는 홈 네트워크에서 사용한다. 따라서 사용자가 쉽게 능동형 미디어 스토리지를 설정하고 사용할 수 있도록 해야 한다. 능동형 미디어 스토리지 관리 프레임워크는 이러한 동작을 손쉽게 접근할 수 있게 한다. 다음은 능동형 미디어 스토리지 관리 프레임워크의 역할에 대한 정의이다.



(그림 10) 능동형 미디어 스토리지 관리 소프트웨어

- 시스템 관리
- 사용자계정 관리
- 디스크관리
- SDP 관련 정보 관리
- 멀티미디어 스트리밍 관리
- 디바이스 관리 및 모니터링

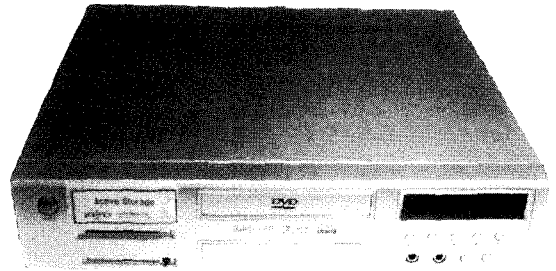
능동형 미디어 스토리지 관리 프레임워크는 기본적인 스토리지 관리 프레임워크 뿐 아니라 멀티미디어 콘텐츠 스트리밍 관련 관리와 SDP 관련 정보 관리가 포함된다.

자바 및 자바 애플릿, 그리고 HTML 문서를 통하여 사용자가 웹 브라우저를 통하여 손쉽게 접근할 수 있게 해야 한다. 그림 11은 능동형 미디어 스토리지 관리 소프트웨어의 화면이다.

### 3.5 능동형 미디어 스토리지 프로토타입

능동형 미디어 스토리지는 디지털 정보사전이다. 일반적인 컴퓨터 시스템이 아닌 유비쿼터스 네트워크 환경 하에 접속하여 사용할 수 있는 가전형 미디어 스토리지이다. 능동형 미디어 스토리지의 프로토타입 시스템은 그림 11과 같다.

데이터를 저장할 수 있는 스토리지 공간은 400 기가를



(그림 11) 능동형 미디어 스토리지 프로토타입

기본으로 한다. 중앙 컨트롤 보드는 VIA C3 계열의 1기가 CPU를 사용하였다. 중앙 컨트롤 보드에 10/100 이더넷 포트를 탑재하였으며 하드웨어 모니터링을 할 수 있도록 API를 탑재하고 있다.

다음 표 1은 능동형 미디어 스토리지 H/W 사양이다.

(표 1) 능동형 미디어 스토리지 H/W Specification

구분	Specification
CPU	VIA C3 1Ghz Internal L1 128KB & L2 64KB cache
Memory	256 MB (DDR 266 DIMM socket)
Graphics	Integrated CastleRock graphics with MPEG-2 decoder
Audio	6 channel AC'97 Codec
LAN	10/100 Base-T Ethernet PHY
External Interface	IEEE1394 SBP-2 Standard USB v2.0/v1.1 Storage Interface
TV-out	800x600 NTSC/PAL TV
Form Factor	17 cm x 17 cm Mini-ITX (4 layers)

## 4. 결 론

정보의 디지털화 및 인터넷 기반 기술의 발달로 정보사전 기술의 발전을 가져왔다. 또한 다양한 기술의 융합을 통한 응용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 다양한 기술의 융합을 통한 유비쿼터스 네트워크 스토리지로 능동형 미디어 스토리지 개발에 관하여

기술하였다.

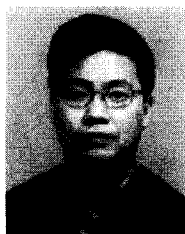
연구된 능동형 미디어 스토리지는 이동형 디바이스와 연동하여 유비쿼터스 네트워킹에 필요한 정보를 제공할 뿐 아니라 다양한 정보를 저장, 관리한다. 또한 멀티미디어 데이터를 로컬 네트워크 상에 최적화하여 스트리밍 할 뿐 아니라 DVD, MP3와 같은 디지털 음악, 그리고 디지털 카메라의 영상 등의 멀티미디어 데이터를 재생할 수 있는 다기능 셋톱의 기능을 수행한다. 최근 초고속 네트워크 기술의 발달과 더불어 유비쿼터스 네트워크 시장이 활성화되고 있다. 능동형 미디어 스토리지는 현재 유비쿼터스 네트워크 시장의 활성화와 더불어 디지털 기술의 융합을 통한 새로운 패러다임을 제시한다.

향후 연구과제로 다양한 유비쿼터스 네트워크 장비와의 유연한 연동기술을 연구하며 임베디드 리눅스의 최적화 및 가전형 기기에 적합하도록 보안 등의 기능을 추가적으로 연구하는 것이다.

## 참 고 문 헌

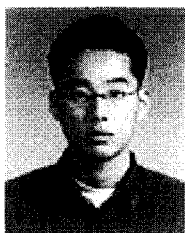
- [1] [Bih90] E. Biham and A. Shamir, "Differential Cryptanalysis of DES-like cryptosystems", *Advances in Cryptology - CRYPTO '90*, LNCS 537. 1990. pp. 2-21.
- [2] [Bec98] M Beck, H Bohme, M Dziadzka, and U Kunitz, *Linux Kernel Internal*, Addison Wesley, 2ed., 1998.
- [3] [Rem98] Remy Card, Eric Dumas, and Frank Mevel, *the Linux kernel book*, 2ed., John Wiley & Sons, 1998.
- [4] [Dav] David A Rusling, *The Linux Kernel*, <http://www.linuxdoc.org>.
- [5] [Bri] Brian Ward, "The Linux Kernel HOWTO," <http://www.linuxdoc.org>.
- [6] [And96] Andy Watson, *Multiprotocol Data Access: NFS, CIFS, and HTTP(TR\_3014)*, Network Appliance, Mountain View, California, 1996.
- [7] IP Storage Forum, [http://www.snia.org/English/Forums/IP\\_Storage/IP\\_Storage.html](http://www.snia.org/English/Forums/IP_Storage/IP_Storage.html).
- [8] IETF IP Storage Charter, <http://www.ietf.org/html.charters/ips-charter.html>.
- [9] [Dan01] Daniel P.Bovet and Marco Cesati, *Understanding the Linux Kernel*, O'Reilly & Associates Pub., 2001.
- [10] [Tha95] M. N. Thadani and Y. A. Khalidi. An efficient zero-copy I/O framework for UNIX. Technical Report SMLI TR-95-39, Sun Microsystems Laboratories, Inc., May 1995.
- [11] [Fit86] Fitzgerald, R. and R. F. Rashid. "The Integration of Virtual Memory Management and Interprocess Communication in Accent.", *ACM Trans on Comp. Sys.*, 4, 2, 1986. 5.
- [12] [김02] 김성우, 이경우, "임베디드 그래픽 윈도우 시스템 기술", *정보처리학회지* 제9권 제1호, pp.76-81, 2002. 1.
- [13] CELF(Consumer Electronics Linux Forum), <http://www.celinuxforum.org>.
- [14] Linksys, <http://www.linksys.com>.
- [15] NASD Homepage, <http://www.poc.cmu.edu/NASD>.
- [16] ELC(Embedded Linux Consortium), <http://www.embedded-linux.org>.
- [17] emblix, <http://www.emblix.org>.
- [18] Linux Frame Buffer, <http://linux-fbdev.sourceforge.net>.
- [19] SPECsfs 97, <http://www.spec.org>.

● 저 자 소개 ●



**박 창 원**

1986년 중앙대학교 전자공학과 졸업(학사)  
2002년 광운대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(석사)  
1986년~1988년 동양정밀(주) 중앙연구소 주임연구원  
1988년~1993년 효성컴퓨터(주) 중앙연구소 선임연구원  
1993년~현재 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터 수석 연구원



**손 재 기**

1998년 경기대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
2001년 경기대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)  
2001년~현재 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터 전임 연구원