

## 리눅스 기반의 IEEE1394 통신 시험을 위한 시험 환경 구축

이 재 길 \*

### An Implementation of Test Bed for Linux based IEEE1394 communication test

Jae-Gil Lee \*

#### 요 약

IEEE1394 표준은 등시성 전송과 비동기 전송을 지원하여 PC와 정보가전기기들 사이의 고속 멀티미디어 송수신을 가능하게 한다. 본 논문은 리눅스 환경에서 IEEE1394의 통신 시험 환경 구축에 대해 기술한다. 이 논문에서의 주된 내용은 IEEE 1394 통신 환경을 시험하기 위한 통합 소프트웨어 개발이다. 이 소프트웨어를 개발하기 위해 기존의 Linux 환경에서 개발되어 공표된 각 기능별 소프트웨어(gscanbus, dvgrab, playdv, Xine, Kino)들을 조사하고 이것들을 통합하여 통합 소프트웨어를 개발하였다. 또한 개발된 통합 소프트웨어를 이용하여 장비간의 통신, 비동기 전송, 동기 전송 등의 시험 항목을 성공적으로 수행하였다. 본 논문에서 개발된 통합 소프트웨어를 이용하여 리눅스 기반에서 IEEE1394 통신 시험에 관련된 작업을 효과적으로 처리할 수 있을 것으로 기대되며 필요시 다소간의 프로그램 변경으로 새로운 기능 추가나 새로운 응용에 활용될 수 있을 것이다.

#### Abstract

IEEE1394 standard supports both isochronous and asynchronous data transmission, thus enabling high-speed data exchange between PC and networked home electronic devices. This paper describes an implementation of Test Bed for Linux based IEEE1394 communication test. In this paper, An integrated Software was developed to test IEEE1394 communication environment. To develop the software, open source software(gscanbus, dvgrab, playdv, Xine, Kino) for the Linux environment was investigated and integrated. It was tested such as the communication among the devices, asynchronous data transmission, isochronous data transmission, and its result was successful. This integrated software has the potential to become efficient test tool for the further development of networked home electronic devices and multimedia services.

▶ Keywords : IEEE1394, 시험방식, 등시성 전송

---

\* 원주대학 컴퓨터정보관리과 부교수

작업을 효과적으로 처리할 수 있을 것으로 기대되며 필요시 다소간의 프로그램 변경으로 새로운 기능 추가나 새로운 응용에도 활용될 수 있을 것이다.

## I. 서론

최근 들어 가정에서의 PC 사용이 일반화되고 가전기기가 다양하게 보급되면서 홈 네트워킹에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 홈 네트워킹에 적합한 IEEE1394를 이용한 멀티미디어데이터 송수신 기술에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다.

IEEE1394는 USB 방식과 달리 호스트를 필요로 하지 않고 디바이스 간 단대단 통신과 핫플러그를 지원한다. 또한 IEEE1394 표준은 높은 대역폭과 비동기 전송 방식은 물론 동기 전송 방식을 지원한다. 비동기 전송방식은 각종 디바이스 간 제어 신호를 전달하기 위한 목적으로 사용되므로 실시간으로 전송하기 보다는 신뢰성을 가지고 통신한다.

이에 반해 동시전송 방식은 대용량 멀티미디어 전송에 적합한 방식으로 신뢰성 보다는 실시간성이 요구되는 응용에 필요하다. 따라서 IEEE1394를 이용하면 정확성과 실시간성 모두를 충족시킬 수 있다. 이와 관련하여 IEEE1394와 관련된 여러 공개 소프트웨어가 개발되어 발표되고 있으며 이 소프트웨어를 이용한 멀티미디어 데이터 송수신, 노드의 구성 형태 인식, 노드의 정보 수집, 멀티미디어데이터의 편집 등을 할 수 있게 되었다.

그러나 현재 개발되어 공개된 소프트웨어들은 각 기능별로 별도로 구현되어 종합적인 기능을 시험하고 검증하기에는 비효율적이어서 이러한 별개의 기능들을 묶어 하나의 통합된 형태로 구성할 필요가 있다. 따라서 본 논문은 IEEE 1394 통신 환경을 시험하기 위한 시험 항목들을 검토하였으며 이 항목들을 시험하기 위해 현재 이용 가능한 기존의 Linux 환경에서 개발되어 공표된 각 기능별 소프트웨어들을 조사하였으며 이 소프트웨어들을 통합하여 전체적으로 쉽게 시험 항목들을 시험할 수 있는 통합 소프트웨어를 개발하고 이 통합 소프트웨어를 이용하여 IEEE1394 통신 시험 항목들을 테스트하였다.

개발된 통합 소프트웨어를 이용하여 장비간의 통신, 비동기 전송, 동기 전송 등의 시험 항목들을 테스트한 결과 사용자가 좀더 쉽고 편리하게 각 항목들을 시험할 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 논문에서 개발된 통합 소프트웨어를 이용하여 리눅스 기반에서 IEEE1394 통신 시험에 관련된

## II. IEEE1394 통신 시험 항목

IEEE1394 통신 시험을 위한 테스트베드에서 시험할 항목으로는 대략 다음과 같이 정리될 수 있다.

### 1. IEEE1394 통신 노드의 구성 및 검지 시험

IEEE 1394는 <그림 1>과 같이 트리방식, 데이지체인 방식, 혼합방식 등으로 시스템을 구성할 수 있다. 따라서 현재 구성된 망 구조가 어떤 방식으로 구성되었는지 어떤 장비들이 어떻게 연결되었는지를 시각화해서 보여줄 필요가 있다. 또한 IEEE1394의 특징인 핫 플러그 인과 자동 설정 기능이 잘 지원되는지를 시험한다. 즉 사용 중인 장비의 단절과 새로운 장비의 연결 등의 환경 변화 시에 자동으로 그 구성도를 바꾸어 화면으로 보여줄 수 있어야 한다.

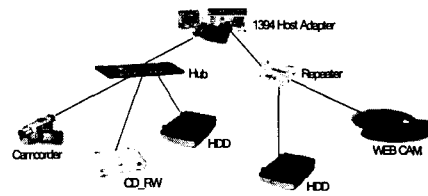


그림 1-a. 트리 구성  
Fig. 1-a Tree configuration

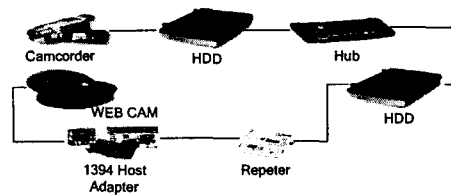


그림 1-b. 데이지 체인 구성  
Fig. 1-b Daisy chain configuration

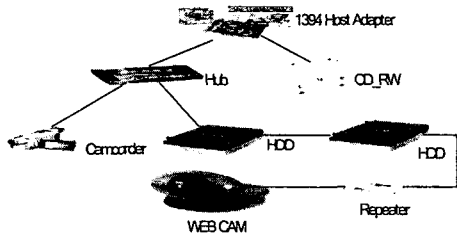


그림 1-c. 혼합 구성  
Fig. 1-c Mixed configuration

2. 노드 관계 이미지 표현 및 노드 정보 표기

테스트 베드를 통하여 시스템을 구성하는 전체 노드들 간의 물리적 연결 관계와 각 노드들마다의 시스템 구성에 따른 물리적 정보(예를 들어 연결된 노드의 현재 설정된 전송속도)와 CSR ROM 정보를 표시한다.

CSR ROM 정보에는 노드 디바이스의 고유한 정보를 담고 있는데 이것으로부터 시스템에서의 노드 ID, 링크의 상태여부, IEEE1394의 전송속도, Vender ID, Model ID, Unit SW 버전 등에 대한 정보를 얻을 수 있다. 즉 장치들은 고유의 정보(제조회사명, 모델명, 설치된 소프트웨어의 버전 등)를 CSR ROM에 저장하고 있으며 이 정보를 읽어서 장치의 자세한 정보를 사용자의 화면에 출력해 주는 기능이 필요하다.

이러한 기능을 시험하기 위해 개발된 리눅스용 공개 소프트웨어로는 gscanbus가 있다. 이 소프트웨어를 이용하여 시스템의 구성 상태를 확인하고, 핫 플러그인과 자동 설정 시험 및 시스템이 연결된 장비의 상태와 부가적인 정보를 얻을 수 있다.

3. 멀티미디어 데이터 송수신 시험

테스트베드를 통해 멀티미디어 데이터의 실시간 전송을 위한 등시성 전송과 안정적 전송을 위한 비동기 전송 시험을 한다. 등시성 시험을 위해서는 IEEE1394 로 연결된 비디오카메라 또는 1394가 지원되는 다른 멀티미디어 장치로부터 입력되는 데이터를 다른 기기로 전송하여 재생 또는 저장하거나, 저장장치에 저장된 데이터를 1394를 통해 다른 저장장치에서 전송 받아 재생하거나 편집하는 등을 통해 송수신 기능을 테스트한다.

이것을 시험하기 위해서 멀티미디어 데이터를 전송하는 전송부와 이것을 받아 저장하고 재생하는 수신부 및 저장된 내용을 편집하는 편집부 등의 기능 구현이 필요하다.

<그림 2>는 송수신을 위한 디바이스 드라이버의 동작 구성을 나타낸다. DV 또는 MPEG2-TS 데이터는 디바이스 드라이버인 dv1394나 mpeg1394를 통해 송수신되고 각 디바이스 드라이버는 응용 프로그램의 송수신 제어에 따라 결정되는 송수신 동작을 수행한다.

dv1394나 mpeg1394 디바이스 드라이버는 데이터 송수신을 위해 <그림 2>와 같이 CIP(common Isochronous Packet) 헤더의 추가, OHCI1394 호스트 어댑터와의 DMA, 공유 메모리 관리, 송수신을 위한 FIFO 버퍼 관리, ohci1394 및 ieee1394와의 상호 통신 기능을 가지며, DV와 MPEG2-TS 데이터는 각각 /dev/dv1394와 /dev/mpeg1394in, /dev/mpeg1394out 입출력 디바이스를 통해 송수신된다. 또한 송수신된 Mpeg2-TS 데이터와 DV 데이터를 재생할 수 있어야 하며 이것을 위한 리눅스 용 공개 프로그램으로는 각각 Xine과 playdv, 라는 소프트웨어가 공개되어 있으며 이것을 이용하면 IEEE1394를 통해 수신된 스트리밍 데이터를 재생할 수 있다.

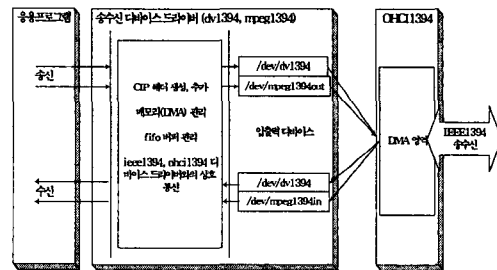


그림 2. dv1394, mpeg1394 디바이스 드라이버의 기능  
Fig. 2 The function of dv1394 and mpeg1394 Device drives

4. 비선형 편집 시험

수신된 영상은 필요시 수정이 가능하여야 한다. 이것을 위해 비선형 편집기를 통해 일반인들이 보다 편리하고 손쉽게 비디오를 편집할 수 있는 환경을 제공할 수 있어야 한다.

편집기의 기능으로는 동영상 화면을 시작 버튼과 정지 버튼을 눌러 동영상을 캡처하는 기능과, 편집된 동영상 데이터를 원하는 형태의 파일로 만들어 외부 저장장치로 출력하는 Export 기능, 디바이스를 정지시키고 다시 시작하게 하고 고속 재생과 느린 재생 등을 제어하는 제어 기능, 화상의 특수효과 넣기 등의 편집 및 디스플레이 등의 기능을 가져야 한다. 이러한 기능을 구현하는 공개된 대표적인 리눅스 용 비선형 편집기로는 Kino 가 많이 사용되고 있다.

### III. IEEE 통신 시험 통합 소프트웨어의 구현

개발된 IEEE1394 통신 시험 통합 소프트웨어는 크게 메뉴 부분과 메인 프레임 부분으로 나누어진다. 메뉴 부분은 소프트웨어 응용프로그램에 대한 종료를 수행할 수 있는 파일 메뉴, 테스트베드 전체 시스템의 버스를 임의로 리셋 시킬 수 있는 제어 메뉴, 그리고 Quadlet을 읽거나 쓸 수 있는 트랜잭션 메뉴를 가지고 있다.

메인 프레임은 크게 세 부분으로 나누어진다. 첫 번째는 시스템 전체의 구성 상태를 나타내는 설정 시험 부분이다. 설정 시험을 이용하여 테스트베드를 구성하는 노드간의 관계를 이미지로 볼 수 있으며 노드 각각의 정보를 알아 볼 수 있다. 또한 IEEE1394 특징인 핫 플러그와 자동 설정을 시험 할 수 있다. 두 번째는 멀티미디어데이터 송수신을 수행하는 송수신 시험 부분으로서, 동시 전송과 비동기 전송에 관한 시험을 한다. 마지막 세 번째는 비선형 편집기 부분으로 캡처, 편집, Export 등의 다양한 기능을 가진 비선형 편집기를 제공한다.

전체 프로그램은 GIMP(Graphical Image Manipulation Tool) 킷(Tool Kit)인 GTK를 사용하여 작성하였다. GTK는 GUI 인터페이스를 가진 애플리케이션을 개발하는데 사용되는 라이브러리로서, 현재 리눅스 GUI 애플리케이션을 개발하는 데 널리 사용되고 있다.

사용된 리눅스용 공개 소프트웨어로는, 설정 시험 부분에서는 시스템의 구성 상태를 점검하고 각 노드마다의 정보 표기를 위한 공개도구인 gscanbus-0.7.1을 이용하였다. 송수신 시험 부분에서 동시 전송은 두 가지 경우로 나누어진다. DV의 경우에는, dv 데이터 송수신 환경을 제공하는 dv1394 드라이버와 dv 데이터 재생을 위한 libdv-0.98이 이용된다. MPEG2-TS의 경우에는 mpeg 데이터 송수신 환경을 제공하는 mpeg1394 드라이버와 MPEG2-TS 파일의 재생을 위한 Xine-0.9.14가 이용된다.

비동기 전송 부분에서는 전송환경을 제공하는 raw1394 드라이버와 ieee1394 드라이버가 이용되며 ohci1394 드라이버는 IEEE1394 테스트베드 환경을 위해 공통적으로 이

용된다. 마지막 비선형 편집기를 위해서는 공개 도구인 Kino-0.6.1을 이용하였다.

〈표 1〉에 지금까지 설명한 IEEE1394 기반으로 하는 통신 기능 통합 시험을 위해 사용된 공개 소프트웨어는 목록들을 정리하였다.

표 1. 통합 소프트웨어 개발에 사용된 공개 드라이버 및 응용 프로그램 목록  
Table 1. An application Program and drive used in integrated software

분 야	활 용 도 구	
설정 시험	gscanbus - 0.7.1	
송수신 시험	동시 전송	• ohci1394 • dv1394 드라이버 • libdv(0.98)(playdv)
	MPEG 2-TS	• mpeg1394 드라이버 • Xine(0.9.14) 재생기
	비동기 전송	• libraw1394 • ieee1394 드라이버 • raw1394 드라이버
비선형 편집기	Kino - 0.6.1	
리눅스 커널	2.4.19	

### VI. 실험 및 결과

개발된 Linux 기반의 IEEE1394 통합 소프트웨어를 이용하여 앞 절에서 설명한 다양한 시험항목을 테스트하였으며 그 결과는 다음과 같다.

#### 1. 버스 리셋 시험

IEEE1394 시리얼 버스에 연결되어 있는 디바이스인 노드들은 각 주변 디바이스나 장비들을 메모리 영역으로 보는 메모리 기반의 어드레싱을 한다. 이것은 CPU가 메모리의 내용을 읽고 쓰는 것과 마찬가지로 IEEE1394가 핫 플러그, 자동설정 등의 특징을 가질 수 있게 하는 주요한 요인이 된다. 이러한 특징을 시험하기 위해 트리형식, 데이터 체인 형식, 혼합 형식으로 시스템을 각각 구성하여 시험하였다. 시험 방법은 새로운 디바이스를 접속 또는 단절시켰을 경우에 전체 시스템의 구성도가 정확하게 변화하는지와 각 디바이스마다의 정보가 변화되는지를 확인하였다.

2. 노드 관계의 이미지 표현

IEEE1394 시스템을 구성하는 전체 노드들 간의 물리적 연결 관계를 이미지를 통하여 쉽게 알아 볼 수 있게 표현한다. 노드들 간의 친자 관계와 루트 노드 표기 등을 간단하게 알아 볼 수 있다.

노드 관계 이미지의 표현은 IEEE1394 통신 시험 소프트웨어의 설정 시험 부분에서 이루어진다. <그림 3>은 노드 관계를 이미지로 나타낸 예이다.

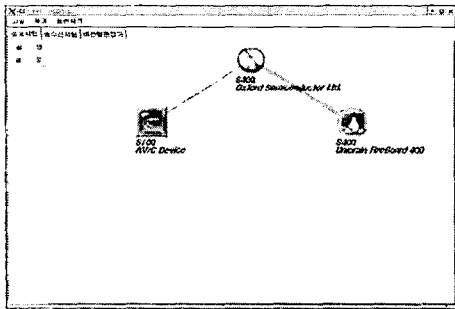


그림 3. 노드 연결 형태 이미지 출력  
Fig. 3 Image output of node connection

맨 위의 S400 Oxford semiconductor or Ltd.가 루트 노드이고 왼쪽의 s100 AV/C Device 와 오른쪽의 s400 Unibrain FireBoard 400은 각각 자식 노드임을 나타낸다. 노드가 표현되는 순서는 아래쪽의 노드 ID가 낮고 위쪽으로 갈수록 노드 ID가 높게 된다. 따라서 루트 노드는 맨 위에 나타나게 된다.

<그림 3>에서 왼쪽의 S100 AV/C Device와 루트 노드는 친자 관계이다. 왼쪽의 S100 AV/C Device의 노드 ID가 낮기 때문에 Child가 되고 루트 노드는 이 디바이스의 Parent가 된다. 각 노드의 앞에 나타난 S100, S400은 IEEE1394의 속도를 나타낸다.

IEEE1394 버스의 전송속도는 100Mbps, 200Mbps, 400Mbps의 3종류로 규격화되어 있고 현재는 그 이상도 개발 중에 있는 것과 연관된다. 디바이스가 연결되는 선은 속도에 따라서 그 굵기에 차이를 보이고 있다. 왼쪽 디바이스와 루트를 연결하는 선은 오른쪽의 선보다 가늘다.

왼쪽 디바이스는 전송속도가 S100인데 반하여 오른쪽 디바이스는 S400의 전송속도를 가진다. 두 디바이스가 연결되어 있을 경우 전송속도는 낮은 쪽의 전송 속도를 따르기 때문에 오른쪽 디바이스와 루트 사이의 전송속도는 왼쪽 디바이스와 루트 사이의 전송속도보다 더 빠르게 되어 연결 선은 굵게 표현된다.

3. 노드 정보 표기

어떤 노드의 정보를 보기 위해서는 앞 절에서 구현된 이미지 표현에서 정보를 보기를 원하는 노드의 이미지를 클릭하면 <그림 4>와 같이 노드의 정보를 나타내는 창이 뜨게 된다.

이 창은 노드별 Self ID와 CSR ROM 정보를 가지고 있다. SelfID 정보로는 Physical ID, Link active, Gap Count, PHY Speed, PHY Delay, IRM Capable, Power Class 및 Port 별 연결여부가 있다.

CSR ROM 정보로는 GUID, Node Capabilities, Vendor ID, Unit Spec ID, Unit SW Version, Model ID 및 Nr.Textual Leafs가 있다.

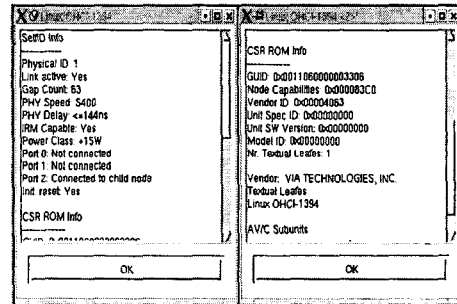


그림 4. 노드별 SelfID 및 CSR ROM 정보  
Fig. 4 SelfID and CSR ROM information of each node

4. 멀티미디어 데이터 송수신 시험

IEEE1394 기기간의 멀티미디어 스트리밍 기능을 시험하기 위해 <그림 5>과 같이 시스템을 구성하였다.

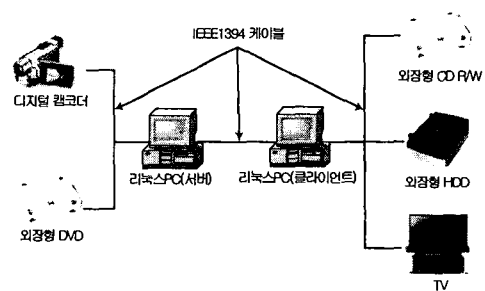


그림 5. IEEE1394 통신 시험 환경 구성 예  
Fig. 5 An example of IEEE1394 Communication test Environment

<표 2>와 같은 DV, PEG2-TS SD 및 HD급 테스트 파일을 사용하여 멀티미디어데이터의 전송 시험과 수신을 통

한 재생, 저장 시험으로 기능을 검증하였다. 각 시험을 통해 서버와 클라이언트 리눅스 간의 멀티미디어 데이터 송수신이 정확하게 이루어짐을 확인하였고 응용프로그램, 디바이스 드라이버, 호스트 어댑터간의 인터페이스가 원활히 동작함을 확인하였다.

표 2. 멀티미디어데이터 테스트 파일  
Table 2. Multimedia data test files

파일명	파일 형식	프레임	블록	파일크기
testDV.dv	DV	480*250	480B	40MB
RomaHolidays mpg	MPEG2-TS SD	704*480	188B	40.5MB
ces_clip.trp	MPEG2-TS HD	1920*1088	188B	2MB
MBC_song.trp	MPEG2-TS HD	1920*1088	188B	217MB

멀티미디어데이터 전송 시험에서는 IEEE1394 디바이스 드라이버의 최대 전송 버퍼 크기가 1024 바이트임을 고려하여 DV 데이터는 블록 크기인 480 바이트로, MPEG2-TS는 5개의 블록을 묶은 940 바이트 단위로 전송하였다. 서버에서 전송한 멀티미디어데이터를 클라이언트에서 수신하여 재생한 결과 예는 <그림 6>와 같다.



그림 6. MPEG2-TS HD급 재생 예  
Fig. 6 An example of playing MPEG2-TS file in HD Class

#### 4. 비선형 편집 기능 시험

현재 Kino는 캡처와 편집 시 Raw DV와 DV AVI 파일 형식만을 제공한다. DV AVI 파일은 표준 DV1과 DV2 형식 중 선택할 수 있다. DV2는 오디오 스트림을 구별하여 만들어지기 때문에 다른 응용프로그램의 호환이 더 용이하다. 그러나 DV2의 오디오 스트림의 질이 더 떨어지기 때문에, Kino나 DV1을 지원하는 다른 응용프로그램을 사용하면, DV1을 선택하는 것이 좋다.

리눅스에선 MPlayer와 Avifile만이 DV2를 재생한다. 그리고, OpenDML 옵션은 DV2에만 적용되며 OpenDML은 1GB가 넘는 큰 파일을 생성할 수 있게 한다. <그림 6>는 Kino가 실행되어 캡처도로부터 입력되는 동영상상을 실시간으로 캡처하여 저장하는 화면이다.

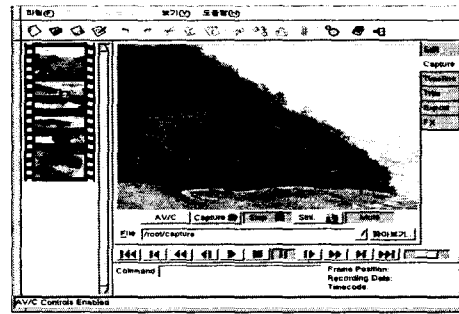


그림 7. Kino에서 동영상 캡처 장면  
Fig. 7 movie capture image in Kino

## V. 결론

홈 네트워크에서 다양한 정보를 제공하기 위해서는 우선 하위 레벨에서의 IEEE1394 노드 간 통신 기능의 확인과 시험이 선행되어야 한다. 상위 수준에서의 데이터 전송과 각종 서비스는 하위의 노드 간 물리적 연결을 바탕으로 이루어지기 때문이다. 이러한 배경에서 IEEE1394 노드 간 기본 통신과 멀티미디어데이터의 송수신 기능에 대한 확인과 검증이 필수적이다.

본 논문에서는 IEEE1394 인터페이스를 갖는 디바이스 간의 기본 통신과 멀티미디어데이터 송수신 기능을 시험·검증하기 위한 테스트베드를 구축하고, 기본 통신과 멀티미디어데이터 송수신을 시험하기 위한 리눅스 환경의 IEEE1394 통신 시험용 소프트웨어를 개발하였다.

개발된 소프트웨어는 리눅스 환경에서 사용이 개방된 도구들(gscanbus, dvgrab, xdvplayer, Xine, Kino)과 DV, MPEG2-TS 데이터의 스트리밍 프로그램을 통합하여, 편리한 사용자 인터페이스를 제공한다. IEEE1394 테스트베드에 개발된 소프트웨어를 적용 시험한 결과, 디바이스 간 기본 통신, 비동기 데이터 전송, 동시 전송, 그리고

Kino 기반의 비선형 편집(Non-Linear Editor: NLE) 기능 및 편리한 TV 인터페이스에 대한 시험이 효율적으로 수행됨을 확인하였다. 나아가 IEEE1394로 연결되는 디바이스 사이의 DV 데이터, MPEG2-TS 기반의 멀티미디어 스트리밍 기능도 실현, 시험하였다.

본 논문에서 설계, 구현한 통합 소프트웨어를 이용하여 홈 서버 역할을 하는 리눅스 PC에서 IEEE1394로 연결되는 A/V 장비간에 DV 데이터 뿐 아니라 MPEG2-TS 데이터를 송수신 할 수 있으며, 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 기존의 멀티미디어데이터 송수신에 사용되던 video1394 디바이스 드라이버 대신 IEC61883 프로토콜 기능이 추가된 dv1394 디바이스 드라이버를 사용함으로써 DV 데이터의 전송 프로그램 개발 복잡도가 줄어든다.

둘째, mpeg1394 디바이스 드라이버를 사용하여 기존의 리눅스에서 제공하지 않던 MPEG2-TS 데이터의 송수신을 실현하였다.

셋째, dv1394 및 mpeg1394 디바이스 드라이버와 인터페이스하는 응용프로그램을 구현하여 IEEE1394 장비들 사이의 멀티미디어데이터의 전송, 수신, 재생, 저장을 간단하게 지원한다.

본 논문에서 개발된 통합 소프트웨어를 이용하여 리눅스 기반에서 IEEE1394 통신 시험에 관련된 작업을 효과적으로 처리할 수 있을 것으로 기대되며 다소간의 프로그램 변경으로 새로운 기능과 응용에 활용될 수 있을 것이다.

[7] Adam J. Kunzman, Alan T. Wetzel, "1394 High Performance Serial Bus: The Digital Interface for ATV", IEEE Transaction on Consumer Electronic, Vol. 41, No. 3, pp.893-900 August 1995.

[8] HyperLynx, Proposal for EIA Standard ATV Baseband Digital Interface, February 8, 1995.

[9] <http://www.theorie.physik.uni-goettingen.de/~ostreich/transcode/>

[10] Xine : a free video player, <http://xinehq.de>

[11] IEEE1394 and the Windows Platform, <http://www.microsoft.com/hwdev/bus/1394/1394tech.asp>

### 참고문헌

[1] 1394 Trade Association, <http://www.1394ta.org>  
 [2] P1394a Draft Std for a High Performance Serial Bus, IEEE, March 15, 1998.  
 [3] IEC61883-1: "Consumer audio/video equipment Digital Interface", General, Feb. 1998.  
 [4] IEC61883-4: "Consumer audio/video equipment Digital Interface", MPEG2-TS data transmission, Feb. 1998.  
 [5] IEEE1394 for linux, <http://www.linux1394.org>  
 [6] MPEG over 1394, "System@IC news", NEC, March 2001.

### 저자소개

이재길  
 1985. 2 경북대학교 대학원졸업 (석사)  
 2000. 3 ~ 현재 강원대학교 대학원 박사수료  
 1993. 3 ~ 현재 원주대학교 컴퓨터정보관리과 부교수