



## 실감 미디어 전송 스트림의 신뢰성 및 동기화 기술

이재용<sup>1)</sup>, 한성택<sup>2)</sup>

### 목 차

1. 서 론
2. 미디어 몰입과 통합 미디어 시스템
3. 실감 미디어 전송 기술
4. 전송 시스템의 구현
5. 결 론

### 1. 서 론

다른 물리적인 위치에서 실제로 존재하면서 가상공간 안에서 자연스럽게 상호작용, 통신, 협력할 수 있는 가상의 환경에서의 실감데이터의 처리를 위해서는 요구물의 집합들이 필요하다. 멀티미디어와 인터넷 연구를 주목적으로 하는 미과학재단의 통합미디어연구소에서는 이를 통합미디어시스템(IMS : Integrated Media System)으로 정의하고 구현 및 실험을 하고 있다. 통합미디어 시스템은 진보된 미디어 기술들은 실시간에서 이미지, 비디오, 오디오, 애니메이션, 그래픽, 텍스트로 정보를 합성, 전달, 변형하는데 사용된다[1].

다양한 미디어를 처리하기 위한 실감 시스템의 출현은 전송 능력을 새로운 방식으로 처리하여야 하는 과제를 안고 있다. 실감미디어 전송기술의 주요 특징은 동기화를 이루는 새로운 기술, 동기화 액션, 다수 참가 동기화 신뢰성과 서비스 발견이다[2].

본고에서 실감형 미디어 소프트웨어 프레임워크

의 구성 및 실감 미디어의 네트워크 스트림의 신뢰성과 동기화 기술들을 살펴보고, 이러한 기술이 구현되기 위해 필요한 내용들을 살펴본다.

### 2. 미디어 몰입과 통합 미디어 시스템

#### 2.1 통합미디어시스템의 구성요소

통합미디어시스템은 미디어를 명확한 통합 방식으로 다루고, 통신하고, 제시하고 수집하기 위한 능력을 갖는 것으로서 다음과 같이 정의할 수 있다[1].

- 협동 실감의 주된 모습
- 인간-시스템간의 구성요소
- 시스템-시스템간의 구성 요소
- 인간-인간, 객체/장소/정보 구성요소
- 정보와 분석요소

미디어 실감의 논리적인 기능 요소들에 의한 3 가지 가능 기술 분야 즉, 감각 접속, 미디어 통신, 정보 관리와 중요한 관련을 가진다. 이러한 구성 요소들이 통합미디어시스템의 프레임워크 내에서 상호 협조적인 몰입존재의 실험을 정의하고, 통합

1) 한서대학교 인터넷공학과 조교수  
2) 안산1대학 웹프로그래밍과 조교수

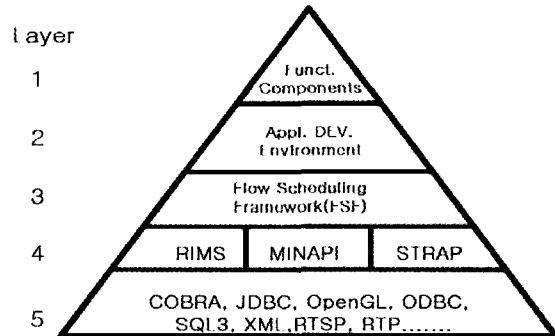
미디어시스템의 넓은 계층을 정의한다. 상호 협조적인 몰입존재는 인간이 다른 사람들, 물체, 정보와 함께 몰입되어지는 것을 의미한다. 이를 실현하기 위해 요구되는 인간과 다른 인간, 사물, 정보, 다른 시스템간의 상호작용 등을 정의하고 구현해야 한다.

인간-시스템간의 구성요소는 시스템과 인간과의 실감에 대한 수집측면과 렌더링측면으로 분리될 수 있다. 수집 측면에서는 카메라 기반의 기술, 트래킹, 마이크론 배열, 촉각 입력, 주어진 응용에 대한 제어를 볼 수 있다. 렌더링 측면은 시각적 렌더링과 청각적인 렌더링 모두를 지원해야 한다. 시스템-시스템간 구성요소는 시스템과 시스템 앵글간의 주요 실감 양상을 보여주고 있다. 여기서 유무선 네트워킹, 연속미디어의 실시간 전달, 실감데이터의 저장, 접근, 분석문제를 발견할 수 있다. 인간-인간, 객체/장소/정보 구성요소는 사람과 사람간의, 사람과 객체/장소간의 사람과 정보간의, 각각에서 실감에 대한 분석을 나타내고 있다. 사용자에게 맞춰진 선택과 표현은 앞의 감각접속, 미디어 통신, 정보관리 각각에 대해 지원되어야 한다. 정보와 분석요소는 정보 고안자와 시스템간의 관점에 대해 고려한다. 이는 멀티미디어 정보 단위의 습득, 멀티미디어 정보 패키지의 제작과 멀티미디어 정보의 데이터 마이닝과 분석을 포함한다.

## 2.2 계층화된 통합미디어시스템의 구조

통합미디어시스템은 텍스트 데이터에 비슷한 능력을 제공하는 범용 컴퓨터의 논리적인 확장으로 취급한다.

(그림 1)은 통합미디어시스템 구조를 5계층으로 분해하여 표현한 것이다. 5계층에서부터 시작하여 데이터베이스의 질의나 디스플레이의 이미지 렌더링과 같은 기본적 기능을 구현하기 위해 CORBA, SQL, OpenGL 등과 같은 산업계 표준



(그림 1) 계층화된 MIE 소프트웨어 구조

에 따른다. 그러나, 이러한 하위계층 구성요소를 갖는 응용들을 구축하는 것은 깊은 지식과 긴 개발 시간을 요구한다. 따라서, 통합미디어시스템구조는 기본적 기능들을 보다 쉽게 이해되는 프로그래밍 인터페이스(계층 4)로 통합되는 고수준의 추출을 제공한다.

- RIMS - Rapid Integration of Multimedia Server
- MINAPI - Multimedia Network Application Programming Interface
- STRAP - Sense, Track, Render, and Present

RIMS 툴킷은 특정 미디어형을 위한 저장, 접근, 검색, 질의 능력을 제공하도록 다수의 정보 저장소에 쉽고 단일화된 접근을 제공한다. MINAPI는 다른 미디어형을 위한 ATM 혹은 이더넷과 같은 다수의 물리적 네트워킹 기술들에 대한 투명한 접근을 제공한다. STRAP 라이브러리는 물리적 하드웨어와 디바이스 드라이버와 인터페이스를 하여 통합미디어시스템의 기본 입출력 기능을 제공한다.

어떠한 통합미디어시스템의 주요 모습은 다양한 요소를 통해 흐르고 동기화 방식으로 디스플레이

되고 습득되어야 하는 3D 그래픽, 촉각 정보와 같은 다른 미디어형이다. 응용들의 개발을 단순화하고 특정한 방식을 피하기 위해 각 미디어마다 고수준의 추출 계층인 Flow Scheduling Framework(FSF)이 필요하다. 음성과 영상, 실시간으로 만들어진 합성 데이터, 상호작용 센서에서의 활동 입력 데이터 등과 같은 멀티미디어 데이터의 온라인 프로세싱과 혼합이 가능해야 한다. 실감적이고 상호 작용하는 응용을 지원하기 위한 소프트웨어 구조를 필요로 하는 것이다.

### 3. 실감 미디어 전송 기술

#### 3.1 GPS 타이밍 동기 프레임 워크

동기화 스트림은 높은 정확성을 유지하기 위한 공통의 시간 참조가 요구되는 다중 분산 자원으로 부터 생성된다. GPS(Global Positioning System)는 지구상에 어디 있던지 간에 위성에서의 검출되고, 동기화되는 임의의 GPS-설비 장치를 기동시키므로 이러한 문제를 해결한다. GPS 하드웨어는 마이크로초 내의 정확성을 가지는 전 세계적으로 동기화하고, 따라서, 완고한 타이밍 기반을 만든다. 하드웨어의 크기와 가격은 연속적으로 줄어들므로, 많은 사람이 GPS가 수년 내에 도처에 있을 것으로 기대하고 있다[4].

프로토콜 설계에서 가장 중요한 요소 중에 하나가 동기화 알고리즘이며, 복잡한 것이 남아 있다. 오디오 스트림의 동기화는 수 마이크로초의 샘플 정확도에서 정밀하게 유지되어야만 한다. 립싱크, 청각, 시각동기화는 반드시, 지각대상의 출발점에 놓여져야만 한다. 보통 100 밀리초사이에 있어야 한다. 이러한 변화들 내에서 동작할 수 있는 네트워크 동기화 알고리즘이 필요한 것이다.

재전송 타임아웃 계산에 필수적인 반전시간(RTT: Round trip time) 판단은 커널안의 타이머 구현의 한계로 인하여 일반적으로 약 500밀리

초이다. 더욱이 마지막 반전시간 값은 동적 평균과 변화 요소를 포함해야 한다. GPS 동기는 이 부정확한 처리를 타임아웃의 발생을 기다리는 시간 낭비를 줄일 수 있는, 대단히 정확한 반전시간 측정으로 대체할 수 있게 되었다. 재전송 질문의 유무는 매우 중요하다. 왜냐하면 잘못된 반전시간 산정은 필요 없는 재전송을 하게 하거나 성공적으로 이루어 질 수 있는 재전송을 막는다. 반전시간을 사용하는 몇몇의 멀티캐스트 프로토콜은 의미적으로 인접한 이웃을 발견하고 중첩메시지를 막기 위해서 타이머를 설정한다. 이러한 전형적으로 길고 에러에 걸리기 쉬운 처리는 GPS 타이밍에 의해서 제거될 수 있다.

통합미디어연구소에서는 TrueTime GPS 수신기를 사용하는 동기화 플랫폼을 만들고있다[4]. 이장치는 UTC를 1 마이크로초의 동기화 정확성을 제공하도록 한다. 부가적으로 출력 인터럽트의 프로그램할 수 있는 비율과 입력 인터럽트의 시간 보고와 데이터의 시간 표식을 가지고 있다. 낮은 레이턴시를 위해서 타이밍정보를 PCI 버스에서 직접적으로 제공한다.

#### 3.2 실시간 동기 액션

전형적 컴퓨터 시스템에서 하드웨어와 소프트웨어 모두로부터 전달되는 지연의 여러 자원들이 있다. 하드웨어에서는 그 계산이 가능하다. 그러나 소프트웨어는 예측이 대단히 어렵고 CPU 부하와 소프트웨어 구조와 같은 인자에 달려 있기 때문이다. 예를 들어서, 범용 컴퓨터에서 지연의 설정과 클럭의 읽기는 운영체제의 구조, 시스템 호출의 부하, 스케줄러 정책, 시스템 구성, CPU 부하에 따라 수백밀리초에 도달할 수 있다. 그러한 지연은 GPS 동기화의 정확성을 부정 작동할 수 있고, 실감 경험에 대변혁을 일으킬 수 있는 것이다.

시간적 행위를 보장하는데는 그 소프트웨어가 CPU 부하에 의해서 영향을 받지 않는 실시간 동

작을 지원해야만 한다. 그러한 소프트웨어는 임의의 task에 빠르게 응답을 제공할 수 있는 운영체제의 능력을 특별히 선호하는 실시간 운영체제의 형태에서 나타날 수 있다. 이는 전형적으로 덜 중요한 일과 유사한 중요도를 가지는 다른 일을 기다리는 일이 필요하다.

실시간 운영체제로 선택한 것은 RTLinux이다. 이는 15 마이크로초 보다 적게 응답시간을 가지는 것을 자랑한다. RTLinux는 가장 낮은 우선순위 스레드로 취급되는 여러 개의 실시간 스레드를 실행할 수 있는 능력이 있다. 출력 포트는 높은 우선순위의 실시간 스레드에 의해서 역시 제어될 수 있고, 이는 시간적 행위를 보증할 수 있다.

통합미디어연구소는 실험을 통하여 RTLinux의 병렬 포트에서 응답 대기 시간을 측정 하였고, 20마이크로초의 명령으로 이루어질 수 있다는 것을 발견했다. RTLinux가 이 응답 대기 시간을 CPU 부하에 상관없이 유지할 수 있다는 것을 검증했다[2].

### 3.3 다수 참가 신뢰성 및 서비스 발견

실감 응용은 많은 참가자가 공유하는 환경을 생성하는데 사용될 수 있고, 천명 이상의 그룹이 사용할 수 있었다. 그러한 응용은 멀티캐스트[5] 형식으로 네트워크를 지원함으로써 얻을 수 있었고, 많은 참가자들에게 미디어 스트림을 배포하는 효과적인 방법을 제공한다. 이는 그들의 요구는 데이터 비율과 범위 그리고, 엄정한 동기화 요구가 유니캐스트보다 훨씬 우수하기 때문이다. 설계된 프로토콜들은 데이터 복구에 있어서의 매우 낮은 지연을 유지하고, 수 천개의 수신기를 처리할 수 있는 크기이다[3]. 이에 더해서, 이러한 프로토콜들은 변환부호기 같은 근거리 네트워크 서비스에서 지원되는데, 미디어 스트림을 다른 형식으로 변환하거나 또는 참가 청중들의 머신이 이기종일 때 필요하다.

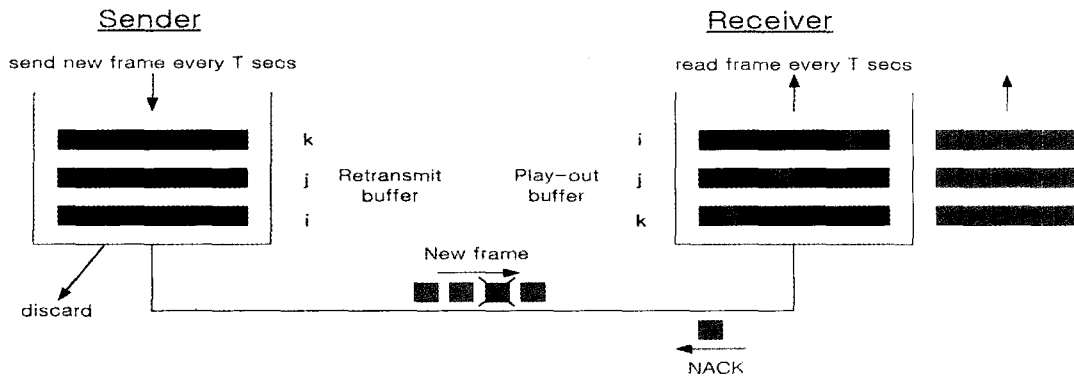
## 4. 전송 시스템의 구현

### 4.1 실시간 드라이버

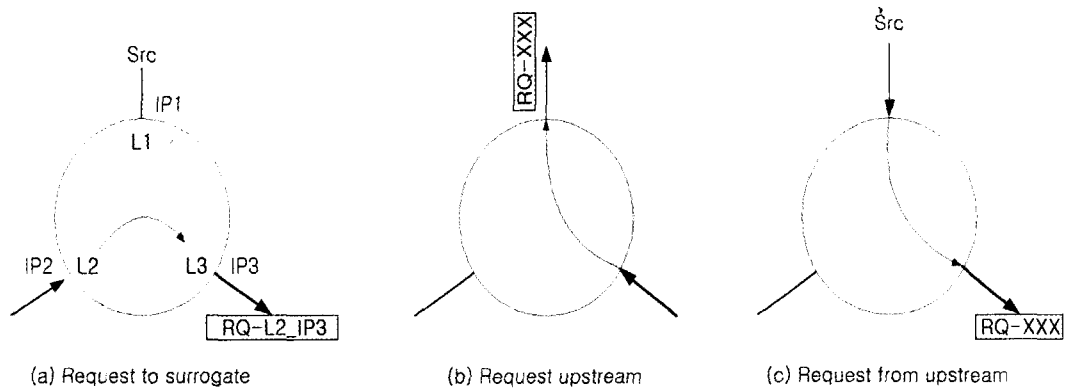
통합미디어연구소에서는 실시간에서 컴퓨터의 병렬 포트를 다룰 수 있는 소프트웨어 드라이버를 개발하고, 오실로스코프로 주기적 신호를 모니터링함으로써 드라이버를 구현하고 실험하였다. 매우 짧은 주기의 task를 반복적인 일정으로 스케줄러 소프트웨어에 공급하였다. RTLinux 아래서 실시간 커널 모듈의 사용하고, 병렬 포트의 핀에서 사각의 파형을 만들어 냈고, 그 신호의 주기성을 관찰했다. 그 결과 20 마이크로 초에서도 사각 파형에서 왜곡을 발견하지 못하였다. 10 마이크로 초의 사각 파형에서는 왜곡을 확인할 수 있었다. 결과적으로 왜곡이 없는 최소 스케줄링 주기는 15 밀리초로 측정되었다.

### 4.2 적응성 재전송 프로토콜

통합미디어연구소에서는 YIMA 서버와 클라이언트사이의 비디오 스트림을 이용하여 적응성 에러 복구를 수행하는 프로토콜을 구현하고 실험했다. 이 프로토콜의 동작을 (그림 2)에서 보이고 있다. 재전송의 결정은 버퍼와 반전시간을 다 써 버릴 크기를 기준으로 한다. 이 실험에서, YIMA 서버는 UDP/RTP 위에서 서버와 클라이언트사이의 멀티미디어를 전송한다. 프로토콜은 잃어버린 RTP 프레임의 선택적 재전송을 사용한다. 클라이언트는 수신된 프레임의 순서번호에서 간격이 검출된 후 즉각적으로 요청을 보낸다. 재전송은 전송자에서 고정크기 버퍼로 서비스된다. 재전송 규약이 실제 네트워크와 실제의 영상 스트림에서 실험되었다. 예를 들어서, 손실은 1.22%에서 0.38%로 0.50%에서 0.08%로 줄어든다. 이 규약은 작은 손실의 폭발이 완벽히 작아지며 커다란 손실 폭발을 분명히 줄일 수 있어서 비디오의 질을 증가시킨다는 것을 확인할 수 있었다.



(그림 2) 재전송 프로토콜



(그림 3) LMS 동작

### 4.3 다중 참여 신뢰 프로토콜

많은 참가자 지원을 제공하기 위해서 LMS (Lightweight Multicast Services)를 사용하였는데, LMS는 임의의 참가자 수를 조절할 수 있는 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜이다[6]. 이 프로토콜은 원래자원으로부터 요청하는 것이 아니라 라우터로부터 지원 받아서 인접한 참가자로부터 자료를 수신하도록 사용한다. 이것에는 두 가지 장점이 있다. 이는 자료의 파열을 제거하는데 파열은 많은 참가자들이 동시에 같은 자료를 요구했을 때 일어난다. 다른 하나는 수신자에게 왕복을 피함으로써 레이턴시를 줄인다. 약 55,000 노드를 가지는 커다란 인터넷 형태의 토폴로지에서의 모의실험에서 파열은 사실상 제거

되며 레이턴시는 평균 40%정도 줄었다. 프로토콜의 동작을 (그림 3)에서 보이고 있으며 그 처리는 다음과 같다.

- (a) 손실을 인지하자마자 수신기들은 라우터에서 가로채질 NAK를 멀티캐스트한다.
- (b) 대리 인터페이스로부터 수신된 NAK들은 상향으로 전달된다.
- (c) 상향 스트림 인터페이스로부터 수신된 NAK들은 대리 인터페이스에 전달된다.
- (d) 대리 인터페이스가 아닌 상향 인터페이스로부터 도착한 NAK는 들어오는 인터페이스와 대리 인터페이스의 주소를 패킷 안에 삽입한 후에 대리자에게 전달된다.

## 5. 결 론

2003년 통합미디어연구소는 정밀하게 동기화된 노드들의 집합을 만들어 내기 위해서 실시간 운영 시스템의 GPS 수신기의 통합을 마칠 것이다. 앞으로 다른 지리상의 위치해 있는 다중 노드들에서 실험이 이루어질 것이다. 촉각 장비의 제어를 포함하여 가능한 행동들이 분리된 사운드 카드와 파노라마적인 비디오 스트림의 동기화 재생에 의한 동기화 오디오 스트림을 만들어 낸다. 이 프로토콜은 반전시간 계산, 재전송 시간만료 등의 수행 덕분에 동기화 기술 및 사용이 증가될 것이다. 또, 적응 재전송 프로토콜은 시스템의 정밀한 시간이 필요한 곳에 활용될 것으로 기대된다.

앞으로의 연구는 잃어버린 프레임의 재전송으로 다중 선택에 기로에 있을 때 다음을 보여지거나 들을 것 같은 스트림의 부분에 의해서 판단될 수 있을 것이다. 또, 오디오 스트림에서는 재전송을 위해서 선택된 자료는 사용자가 초점이 맞춰진 스트림이 반드시 포함시킬 수 있을 것이다. 이를 위해서 앞으로 수년내에 다중 채널을 다루기 위해 프로토콜을 확장하고 있다. 이를 위해서는 스트림의 성질의 분석에 보다 많은 연구가 진행될 것으로 기대되며, 지레 작용점을 찾기 위한 연구가 진행될 예정이다. 다수가 대화하기 위한 부분에서, LMS와 네트워크지원 프로토콜의 구현과 배치 및 운영이 이루어질 것이다. 통합미디어연구소는 2006년까지 소프트웨어 라우터로서 행동할 수 있는, 다중 인터페이스 카드를 담고 있는 개인용 컴퓨터를 제공하는 일이다. 또 소프트웨어 라우터들을 연결할 수 있는 가상중첩이 이루어질 수 있는 증강 배치 프로토콜의 개발이 진행 중에 있다. 앞으로, 통합미디어 연구소의 연구가 끝나는 2006년에는 차세대 인터넷의 형태로 실감 미디어를 접할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] Zimmermann R., McLeod D., Shahabi C., Kyriakakis C., Neumann U., Sawchuk A., Medioni G., Papadopoulos C., "Media Immersion Environment (MIE)", 인터넷 URL, [http://imsc.usc.edu/research/NSF\\_year\\_five/MIE.pdf](http://imsc.usc.edu/research/NSF_year_five/MIE.pdf), IMSC's 2001 NFS report, 2001.
- [2] Papadopoulos C., Zimmermann R., Kyriakakis C., "Network Stream Reliability and Synchronization", 인터넷 URL, [http://imsc.usc.edu/research/NSF\\_year\\_five/networkstream.pdf](http://imsc.usc.edu/research/NSF_year_five/networkstream.pdf), IMSC's 2001 NFS report, 2001.
- [3] Levine B., Garcia-Luna-Aceves J.J., "Improving Internet Multicast with Routing Labels", Proceeding of IEEE ICNP, Atlanta, GA, Oct. 1997.
- [4] Speakman T., Farinacci D., Lin S., Tweedly A., "Pragmatic General Multicast (PGM) Transport Protocols Specification", draft-speakman-pgm-spec-03.txt, work in progress, June, 1999.
- [5] TureTime Corporation, 인터넷 URL, <http://www.turetime.com/>
- [6] Papadopoulos C., Parulkar G., Varghese G., "An Error Control Scheme for Large-Scale Multicast Applications", Proc. of IEEE INFOCOM'98, San Francisco, CA pp. 1188-1196, March 1998.

## 저자약력



**이재용**

1985년 인하대학교 전자계산학과 (이학사)  
1990년 인하대학교 전자계산학과 (이학석사)  
2000년 인하대학교 전자계산공학과 (공학박사)  
1991년-1993년 한국과학기술연구원 시스템공학연구소 연구원  
2000년 -현재 한서대학교 인터넷공학과 조교수  
관심분야 : 실감미디어, Culture Technology,  
Smart things & spaces.  
이 메 일 : jylee@hanseo.ac.kr



**한성택**

1988년 인하대학교 전자계산학과 (이학사)  
1991년 인하대학교 전자계산학과 (공학석사)  
2001년 인하대학교 전자계산공학과 (공학박사)  
1991년-1994년 LG정보통신 안양연구소 주임 연구원  
1995년 -현재 안산1대학 웹프로그래밍과 조교수  
관심분야 : 전송망 시스템, 영상 및 음성 처리,  
Culture Technology, Smart things & spaces  
이 메 일 : sthan@ansan.ac.kr