
멀티미디어 하드웨어 플랫폼의 입출력 시스템 분석

정하재*, 김재훈*, 손승원*, 오창석**

An Analysis of I/O System for Multimedia Hardware Platform

Ha-Jae Chung*, Jae-Hoon Kim*, Sung-Won Sohn*, Chang-Suk Oh**

요 약

본 논문에서는 영상회의를 위한 멀티미디어 하드웨어 플랫폼의 하드웨어 구조를 입출력 시스템 중심으로 제안하고, 그 구조를 대기모델로 표현하여 입출력 시스템의 동작을 분석하였으며, 영상회의 시스템의 구현을 통해 분석결과를 고찰하였다. 영상회의시에 발생되는 멀티미디어 데이터의 병목현상과 비디오 데이터의 크기, 프레임 수, 화자의 수 및 압축율의 변화에 따른 프레임의 대기 시간을 모의실험하여 실현 가능한 영상회의 수준과 문제점을 분석하였다. 또 분석된 내용의 요구를 근사적으로 반영하는 입출력 시스템을 구현하고 시험하여 멀티미디어 시스템 입출력 설계시에 고려해야 할 사항들을 기술하였다.

Abstract

In this paper, we proposed a multimedia hardware architecture for video-conferencing in view of the multimedia data flow. By simulating the architecture model, we analyzed the bottleneck of multimedia data flow, varying video size, frame rate, number of participants, and video data compression rate. To confirm the simulation results, we also implemented and tested the architecture that almost includes the analyzed requirements for video-conferencing. From the analysis of I/O system, we found the considerations in designing a multimedia I/O system.

1. 서 론

멀티미디어는 정보 교환의 수단으로서 다양한 미디어의 복합물이라고 볼 수 있다. 기존의 텍스트,

화상(picture), 영상, 그래픽, 동영상 등의 시각 미디어와, 음성, 음악, 음향 등의 청각 미디어 또는 이들의 복합 미디어로 인간과 인간, 인간과 컴퓨터 간에 교환되는 정보를 표현하는 수단으로 멀티미디

* 한국전자통신연구원

** 충북대학교 컴퓨터공학과

접수일자 : 1999년 2월 1일

어를 정의할 수 있다. 그리고 멀티미디어는 단순히 다중 매체를 묶어 놓은 것에 불과 한 것이 아니라 정보를 표현하기 위해 다양한 매체를 유기적으로 연결하는 수단이다.[1][2] 마이크을 통한 음성입력, 스피커를 통한 음성출력, CD 음질 수준의 오디오 데이터의 녹음 및 재생 기능, 그리고 캡코더나 VCR로 부터의 비디오 입력을 모니터에 그래픽과 동시에 출력하는 등의 기본적인 데이터 멀티미디어 처리 기능은 현재 PC 형의 컴퓨터에서 널리 쓰이고 있다.

한편 멀티미디어 데이터는 데이터의 양이 매우 크므로 이를 압축하고 복원하는 방법에 대한 노력이 진행되어 왔는데, 정지영상을 위한 JPEG, 동영상을 위한 MPEG 시리즈와 비디오 영상회의를 위한 H.261, H.263, H.264 등의 규격 표준화가 이루어졌거나 추진 중에 있다. 오디오 분야에서는 PCM, ADPCM 외에도 MPEG1, MPEG2, MPEG3 등의 표준화가 이루어졌다. 이러한 압축복원 표준을 하드웨어로 구현하기 위한 노력이 활발히 진행되어, 그 결과 1993년 말부터는 MPEG의 인코딩, 디코딩 기능 외에도 여러 압축복원 표준들을 실시간으로 처리하기 위해 칩들이 출하되었으며, 1990년대 후반부터 본격적인 멀티미디어 시스템이 등장하고 있다.[1][2]

본 논문에서는 멀티미디어 하드웨어 플랫폼의 기본적인 구조를 제시하고 대표적인 멀티미디어 응용분야인 영상회의를 위한 최적의 멀티미디어 입출력을 지원하기 위해 요구되는 최소한의 성능과 데이터의 흐름을 모의실험으로 분석하였다. 또 제안된 구조를 따르는 멀티미디어 하드웨어를 설계하고 구현하여 멀티미디어 데이터의 처리성능을 시험하고 분석결과를 고찰하였다.

제2장에서 멀티미디어 시스템에 대한 일반적 요구사항을 살펴보며, 이를 지원하기 위한 하드웨어 입출력 구조를 정의한다. 3장에서는 분석을 위한 모델링과 모의실험한 결과에 대해 분석 기술하며, 4장에서는 분석결과를 시험하기 위한 멀티미디어 하드웨어 플랫폼을 실제로 구현한 내용을 기술하고, 5장에서는 구현한 멀티미디어 하드웨어 시스템을 기반으로 한 응용 프로그램인 영상회의를 시연한 결과를 논하고, 마지막으로 결론을 맺는다.

2. 멀티미디어 하드웨어 플랫폼 구조

본 장에서는 멀티미디어 하드웨어 시스템이 가지는 시스템의 기본적인 요구사항을 설정하고, 제안하는 I/O 시스템의 모델을 정의 하고자 한다. 본고에서 영상회의와 같은 멀티미디어 응용을 서비스하는 것을 전제로 하여, 카메라, 마이크 등의 입력장치로부터 입력되어 본 시스템에서 처리 표현되어야 할 멀티미디어 데이터의 수준을 다음과 같다.

- 동영상 : 초당 30 프레임, 자연색상 (24 비트 RGB), 프레임당 640 픽셀 x 480 라인
- 오디오 : CD 수준의 스트레오 (44.1KHz, 16비트 샘플링)

멀티미디어 시장의 초기에는 PC 형의 멀티미디어 플랫폼이나 워크스테이션급 플랫폼은 주로 소프트웨어로 멀티미디어 데이터 처리 기능을 제공하도록 만들어져, 앞에서 언급한 수준의 멀티미디어 데이터를 만족스럽게 처리할 수 없었으나, 최근에는 고속 대용량 처리를 위해서 많은 기능들이 하드웨어화하고 있으며, 처리하는 데이터 수준이 더욱 상향되고 있다.

2.1 멀티미디어 시스템의 제안

하드웨어 관점에서 볼때 멀티미디어 하드웨어 플랫폼에는 일반적으로 그림1에서와 같은 기능들이 지원되어야 한다. 음향이나 동영상 데이터는 크기가 매우 크므로, 동영상 데이터를 저장할 디스크 또는 메모리 공간이 많이 필요하고, 데이터 처리와 전송에 많은 부하가 발생한다. 따라서 카메라, 마이크와 같은 입력장치를 통해 입력된 데이터가 각각의 코덱(Codec)을 통해 압축되며, 압축된 데이터는 동기(sync)나 혼합(interleaving)등의 멀티미디어 데이터 처리 과정을 거친 후, 모니터나 스피커로 출력하거나 하드디스크 등에 저장하게 된다. 그리고 네트워크를 통해 타 시스템으로 전송되기도 한다. 또 반대 과정으로 네트워크를 통해 수신된 압축 데이터를 복원하여 출력장치에서 소모되거나 저장소에 저장하게 된다.[3]

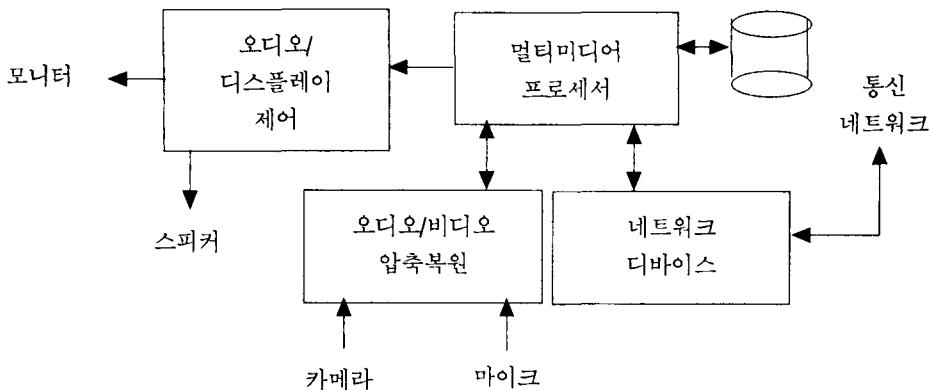


그림 1. 멀티미디어 하드웨어 플랫폼의 기능적 구조

Fig. 1. Functional structure of multimedia HW platform

제안된 멀티미디어 하드웨어는 이와 같은 일반적 기능을 지원할 뿐아니라 다양한 멀티미디어 응용분야를 잘 지원할 수 있는 입출력 구조를 갖는 시스템이어야 한다. 따라서 완전 디지털화 된 동영상과 음성 정보를 처리할 수 있는 수준의 범용성 멀티미디어 시스템이어야 한다. 주요한 멀티미디어 시스템의 일반적인 요구사항은 다음과 같다.

- 멀티미디어 입력정보를 쉽고, 편리하게 그리고 실시간으로 전송, 저장, 출력처리할 수 있어야 하며, 각 미디어 별로 효율적으로 압축, 저장하는 방법과 미디어간 동기화 하는 방법이 제공되어야한다.
- 멀티미디어 워크스테이션에 실시간으로 데이터의 전송이 가능하도록 서비스 품질(QoS)를 보장받아야 한다.(영상회의, CSCW 등의 서비스를 지원하기 위함)
- 시스템내에서 멀티미디어를 효과적으로 지원하기 위해서는 실시간 프로세스를 스케줄할 수 있는 운영체제의 지원도 필요하다.[4]

멀티미디어 플랫폼이 이와 같은 요구사항들을 잘 지원하기 위해서는 멀티미디어 데이터를 시스템 내부에서 어떻게 신속히 처리할 것인지를 생각하여 멀티미디어 하드웨어 구조의 설계에 임해야 한다. 이를 효과적으로 지원하기 위해 시스템이 가져야 할 기능 및 구조와 이를 검증하기 위한 절차가 멀티미디어 플랫폼 설계 초기단계에서 반드시

필요하다. 본고에서는 멀티미디어 플랫폼의 설계시 고려해야 할 시스템의 입출력 구조에 대해서만 제한적으로 기술한다.

본 고에서는 시스템 내부 버스를 데이터량의 대역폭에 따라 그림2에 나타난 것처럼 계층구조 버스로 나누고, 각 버스에 적합한 하드웨어 기능을 접속하도록 입출력 시스템 구조를 정의하였다.

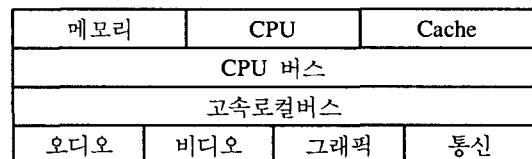


그림 2. 멀티미디어 하드웨어 계층 구조

Fig. 2. Hierarchical architecture of multimedia hardware

3. 입출력 시스템의 모델링 및 모의시험

본 절에서는 앞에서 기술한 입출력 시스템을 분석하기 위해 큐잉 모델화 하고자 한다. 멀티미디어 하드웨어의 데이터흐름과 성능을 효과적으로 분석하기 위해서는 하드웨어의 성능과 밀접하게 연관된 하나의 응용분야를 정하여 그것에 초점을 맞추어 모델링할 필요가 있다. 따라서 본 고에서는 대표적인 고급 멀티미디어 응용인 다자간 영상회

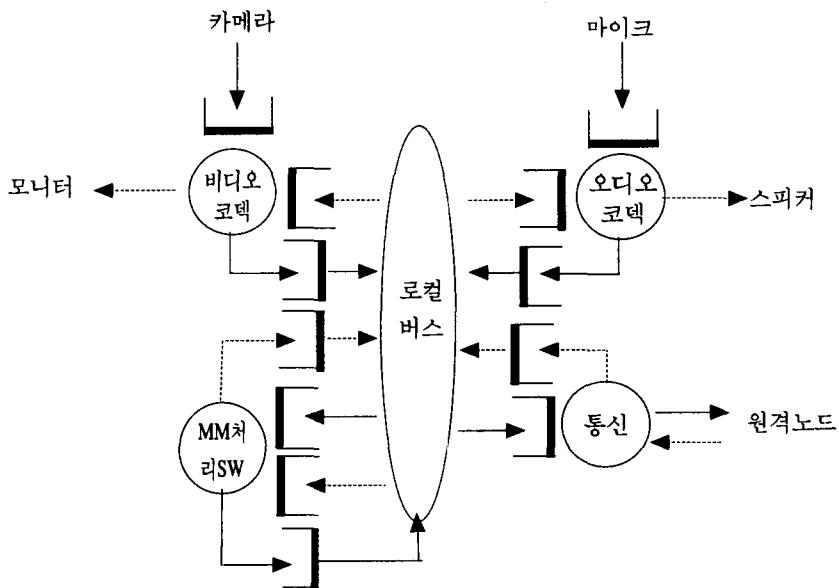


그림 3. 입출력 시스템의 대기 모델
Fig. 3. Queuing model of I/O system

의를 주 응용 프로그램으로 하여, 그 기능을 처리하기 위해 관련되는 주요 요소들 중심으로 모델을 설정하였다.[5,7]

그림3처럼 5개의 서버로 정의하여 시스템을 구성하였으며, 그림에 포함된 기능 이외에도 CPU, 확장버스 및 시스템 운영체제 등의 여러 중요 요인이 있으나 이들은 시스템 구성에 있어서 반드시 있어야 하는 요소이지, 가변적인 요소가 아니므로 본 모델에서는 고려하지 않았다. 오디오와 비디오 코덱 서버는 오디오, 비디오의 압축과 복원을 처리하기 위한 것으로 하드웨어 모듈에서 처리되며, 멀티미디어 플랫폼 하드웨어의 핵심부분이다. 특히 이들은 시스템의 성능을 좌우하는 중요 요인이기 때문에, 주변의 기타 기능은 포함하지 않았다. 그리고 실시간 성능을 요구하는 멀티미디어 정보는 주로 비디오와 오디오 정보이기 때문에, 이들에 대해서만 언급하며 그래픽 정보는 고려하지 않았다.

오디오와 비디오 코덱 서버는 각각 하나의 프로세서로 구성되어 동시에 양방향으로 압축과 복원이 이루어 지도록 구성하였다. 그러나 만약 시스템 전반의 성능을 분석한 결과, 압축과 복원 프로세서

에서 병목현상이 발생한다면 압축과 복원을 각각의 프로세서로 나누어 설계할 수도 있다.

로컬버스는 시스템 내의 모든 멀티미디어 데이터가 집중되는 버스 형태의 통로이므로 고속, 대량의 전송능력을 필요로 한다.

멀티미디어 처리 소프트웨어는 데이터 간의 동기, 흐름제어 기능, 통신 프로토콜 등을 담당하고 관련 운영체제의 성능에 밀접히 연관되어 있다. 이들에 대한 정확한 파라미터는 추출하기가 어려울 뿐아니라 본 논문의 관심 내용이 아니므로 이들에 대한 주요 변수는 가정하여 사용하였다.

통신은 영상회의를 위한 데이터를 직접 전달하는 모듈로서 LAN, ISDN 등이 가능하나, 본 모델에서는 가장 보편화된 이더넷(Ethernet)을 전송매체로 선택하였다. 그림에서 실선 화살표는 카메라와 마이크로 입력된 정보의 흐름을 나타내고, 점선 화살표는 통신을 통해 원격 노드에서 수신된 데이터가 흘러 다니다가 모니터와 스피커에서 소멸됨을 나타낸다.

그림3에 설정한 큐잉 모델은 자신의 노드에서 데이터를 처리하여 타노드로 전달하는 흐름과 타

표 1. 큐 및 서버의 처리시간 가정치

구 분	가 정	심 볼	비고
큐의 크기	무한대		
비디오 코덱 처리시간	30MB/초	Sv	
오디오 코덱 처리시간	10MB/초	Sa	
로컬버스 전송량	132MB/초	Sb	PCI 기준
멀티미디어 처리량	2MB/초	Ss	
이더넷 전송량	1.25MB/초	Sc	전송효율20%

노드에서 전달된 데이터를 처리하는 흐름이 동시에 처리 가능한 양방향 데이터 흐름을 지원하므로, 영상회의와 같이 참가자의 수가 성능에 중요한 변수로 작용하는 응용의 성능을 분석하기에 적합하다. 본 모델은 VCR 혹은 캠코드에서 입력되는 오디오 및 비디오의 복합정보와 이더넷에서 입력되는 타 노드의 오디오, 비디오 정보만을 입력 자료로 한정하여 모니터, 스피커, 이더넷에서 소멸되는 개방형 모델이다. 모의 실험을 위해 시뮬레이션 언어인 SLAM를 이용하였으며, 이때 큐잉 모델의 큐의 크기 및 각 서버의 처리시간은 표 1과 같이 가정하였다.

각 값의 크기는 주변회로의 지연 및 오버헤드와 여러 상위 소프트웨어적인 지연요소을 고려하지 않은 것이어서, 실제로 각 서버의 처리 시간과는 차이가 날 수 있다. 또 모의실험을 위한 입력 자료로 필요한 데이터는 실현 가능성을 고려하여 다음과 같이 정의하였다.

- 비디오 프레임 크기 Vi (가로 x 세로 x 칼라수)
CIF 크기 수준 320 x 240 24 비트 칼라
QCIF 크기 수준 160 x 120 24 비트 칼라

Vi는 다자간 영상회의를 위해 회의 참여자 각각에게 할당될수 있는 비디오 프레임의 크기이다. 예를 들면, 3자간 영상회의이면 모든 회의 참여자의 모니터에는 CIF, 혹은 QCIF 크기의 동영상 창 3개가 동시에 처리 됨을 의미한다. 물론 이때 사용되는 시스템의 총체적 동영상 처리 수준은 앞장에서 언급한 640 x 480 이다.

- 오디오 프레임 크기 Ai (샘플링비) x 해상도)
44.1 KHz x 16 비트

- 이미지 압축율 Cv
10:1 - 200:1
- 오디오 압축율 Ca (ADPCM 4:1)
- 초당 전송 프레임수 n : 10 - 30 프레임
- 영상회의시 화자수 m : 2인 이상
- 영상회의시 각 노드에서 초당 전송해야 할 데 이터 양의 계산은 다음 식으로 표현된다.

$$I_{sec} = \sum_{i=0}^{n-1} ((Vi/Cv + Ai/Ca)x(m-1))$$

앞의 큐잉 모델에서 입력 비디오 프레임이 LAN을 통해 타 노드의 모니터에 디스플레이되기 까지의 비디오 프레임이 처리되는데 걸리는 총시간은 다음과 같이 계산된다.

$$Ti = ((Vi/Vp + Fcv/Sv + 2x(Fcv/Ss) + 4x(Fcv/Sb) + Fcv/Sc) + \delta)$$

Fcv : 압축된 비디오 프레임의 크기

δ : 각 서버의 큐 대기 시간의 합

여기서 응용의 실시간성을 보장하기 위해서는 비디오 프레임의 총 처리시간이 적어도 허용 프레임의 처리시간인 1/n보다 작아야 한다. 즉 $Ti < 1/n$ 을 만족해야 함을 알 수 있다.

그림4는 모의 실험의 결과를 나타낸 것으로, 앞에서 제시된 각 서버들의 처리 능력을 기준으로 할 때 각 서버의 평균 이용율을 나타내는 그래프이다. 이용율은 프레임 처리 대기시간과 밀접히 비례하므로 병목현상의 가능성을 예측할 수 있다. 모의실험을 통하여 분석하는 목적은 시스템 내의 각 서버 차원들의 사용 효율을 극대화하기 위한 것으로, 이용율이 떨어지는 요소는 차원에 낭비가 있으므로 저가의 낮은 성능의 요소로 바꾸든지, 아니면 해당 서버의 요소에 적합한 이용율의 효과를

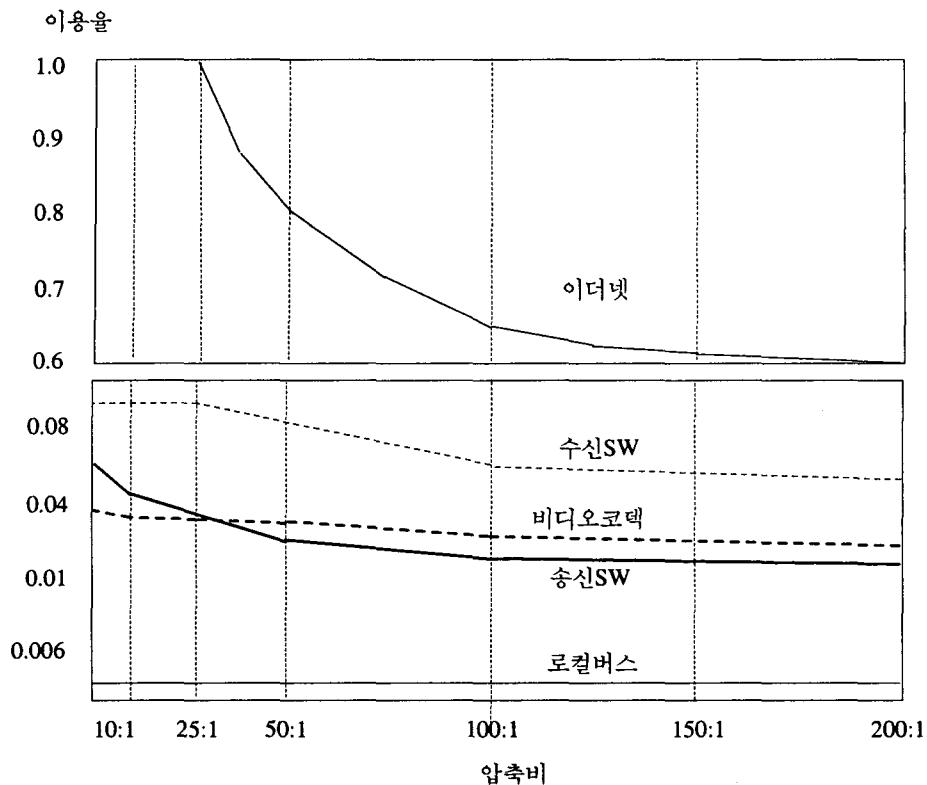


그림 4. 서버의 이용율
Fig. 4. Utilization rate of servers

보이는 응용프로그램을 적용하든지 할 필요가 있다. 반대로 이용율이 1에 가까우면 이는 병목현상의 원인이 되기 때문에 문제를 해결하여야 한다. 먼저 소프트웨어가 원인 제공자이면 이를 하드웨어로 대체하도록 하고, 하드웨어가 원인다면 처리 프로세서의 수를 늘리거나 고성능의 요소로 대체하여 이용율을 낮추도록 한다. 아니면 각 서버가 처리하여야 할 입력 데이터량을 줄이거나 데이터 흐름 제어 기능을 부가하는 방법도 있다.

각 서버의 이용율을 보면 앞에서 정한 데이터 처리 수준의 영상회의에서 전송효율을 1.25Mbps로 가정한 이더넷에서 병목현상이 발생함을 알 수 있다. 또 모의 실험은 로컬버스의 처리 능력에 비해 이미지 데이터가 대량으로 발생되는 경우는 고려하지 않았기 때문에 로컬버스의 이용율이 매우 낮

게 나타난다. 그리고 로컬버스는 시스템 내의 데이터가 집중되는 통로이기 때문에 이용율이 높아서 대기하게 되는 일이 생기게 되면, 다른 서버에 미치는 영향이 심각해 지므로 최악의 데이터가 집중되는 경우에서 조차도 충분히 대처할 수 있는 전송능력이 보장되어야 한다.

그림5는 초당 처리 비디오 프레임수를 15로 고정하고, 비디오 프레임의 크기, 비디오 프레임 압축비, 참가자수를 변수로 한 대기 시간을 나타내고 있다. 특정값에서는 특정서버(통신 서버)에서 자연이 발생하기 때문에 그래프 특성이 지수함수적으로 보인다. 초당 15 프레임을 처리하기 위해서는 1개의 프레임이 1/15초 이내에 프레임 처리가 완료되어야 하기 때문에 자연히 대기시간은 1/15초 이하이어야 한다. 그러므로 영상회의가 가능한 경

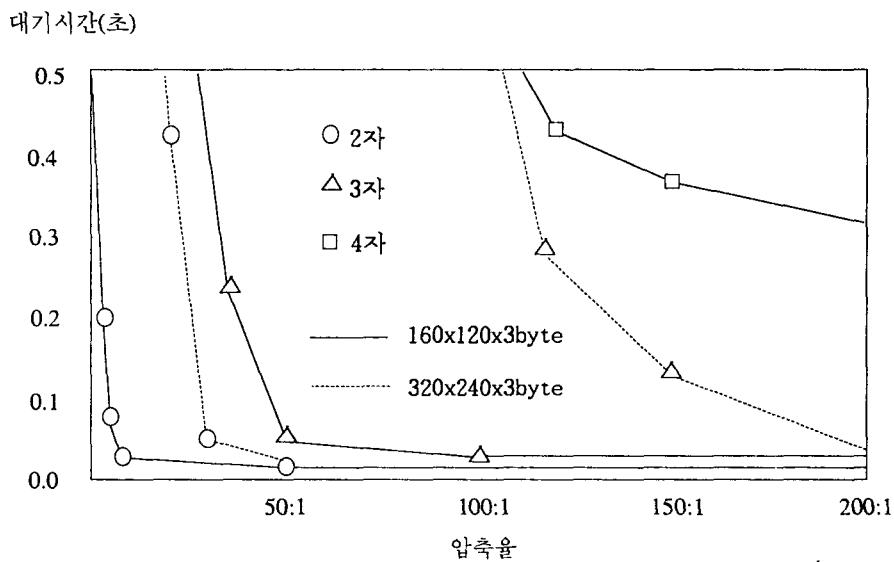


그림 5. 비디오 크기별 압축비에 대한 대기시간

Fig. 5. Waiting time according to size and compression ratio of video data

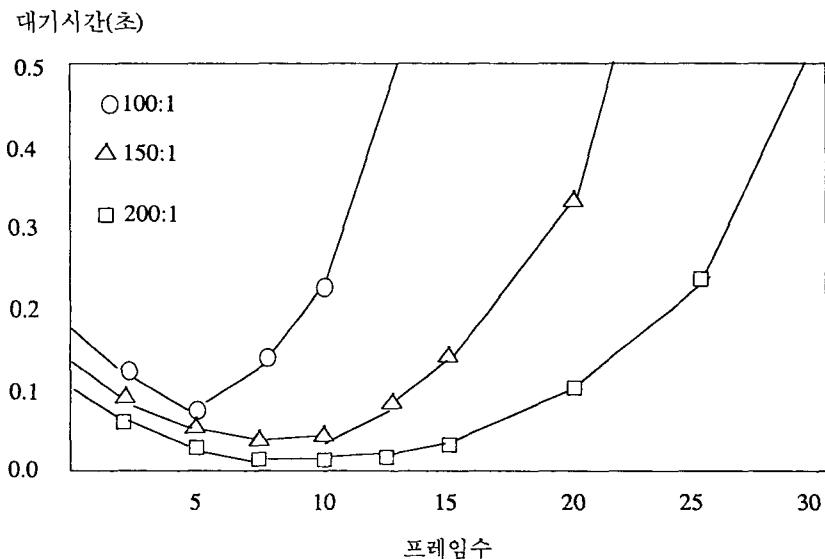


그림 6. 비디오 프레임수와 대기시간

Fig. 6. Video frames and waiting time

우는 $160 \times 120 \times 3$ 바이트 크기의 3자 이내 통화나, $320 \times 240 \times 3$ 바이트 크기의 2자 통화가 가능함을 알 수 있다. 그리고 4자 이상의 경우는 압축율이

$100:1$ 이내에서는 영상회의가 불가능 함을 알 수 있다. 실시간 데이터 전송이 요구되는 응용에서는 전송 패킷의 버퍼링을 전혀 고려하지 않으므로 지

연의 원인을 근본적으로 제거해야 한다.

그림6은 프레임 크기를 320x240x3 바이트로 가정했을 때, 프레임 수와 압축비 변화에 대한 프레임 대기시간을 나타낸 그래프이다. 프레임 수 및 압축비는 비디오의 질을 나타내는 가장 중요한 척도이다. 모의실험 결과가 나타내는 의미를 살펴보면, 연속적인 동작 이미지를 15 프레임 정도로 유지하기 위해서는 200:1 이상의 압축이 필요하고, 10 프레임 정도의 영상회의는 150:1 이상의 압축이 요구되며, 초당 5 프레임 수준의 영상회의는 100:1 이상의 압축이 되어야 가능함을 알 수 있다.

그림5와 마찬가지로 대기시간은 거의 상대적인 저속의 통신 때문에 발생한다. 또한 그래프에서 초당 프레임 수가 적을수록 대기시간이 줄어들다가 다시 대기시간이 커지는 현상이 나타나는데, 이는 압축된 비디오 프레임의 크기보다 오디오 프레임이 클 때, 오디오에 의한 지연이 원인인 것으로 추정된다.

4. 멀티미디어 입출력 시스템 구성(4,8,9,10,11)

앞 장에서 분석한 내용을 확인하기 위해, 그림2에서 정의한 멀티미디어 하드웨어 계층구조에 따라 하드웨어를 구성하였다. 특히 그림2의 오디오와 비디오부는 시스템 차원에서 볼 때 멀티미디어 처리 하드웨어로 H.261, MPEG을 지원하도록 설계하고 구성하였다. 즉, 모의 실험하기 위해 모델링한 구조와 그 요구기능이 반영된 하드웨어를 구현하였다. 제안된 구조를 하드웨어로 구현하는 방법은 여러가지가 있을 수 있겠으나, 제안된 구조에 가장 근접한 하드웨어를 실현하기 위해서, 그리고 앞에서 언급된 멀티미디어 데이터 흐름을 잘 지원하기 위해서, 멀티미디어 처리 하드웨어는 다음의 구조를 가지도록 설계했다. 첫째, 멀티미디어 처리 하드웨어부에서 미디어 데이터 간의 동기를 지원한다. 둘째, 전체 시스템에서 기능별 유니트 간의 데이터 패스에 병목을 최소화한다. 셋째, 멀티미디어 데이터를 처리하는 전용 프로세서를 둠으로서 메인 프로세서의 부담을 최소화 한다. 그리고 하드웨어 콤포넌트의 수를 줄이며 여러 표준화된 압축과 복원 방법을 지원한다. 이와 같은 메카니즘을 실현

하기 위해 하드웨어는 마더보드와 멀티미디어 보드로 구분하여 구성하였다.

4.1 시험 시스템 구조

2장에서 제안된 구조에서 실제 설계한 마더보드는 인텔의 펜티엄 프로세서에 로컬버스인 PCI (Peripheral Component Interconnect), 확장버스인 EISA 버스의 계층구조이다. 멀티미디어 처리 하드웨어 보드와 그래픽스는 PCI 버스에 접속하였다. 오디오 및 비디오에 관련된 모든 기능(캡처, 인코딩, 디코딩과 재생)은 하나의 PCI 보드로 구현하였다. 이 보드는 또 AV처리부와 AV코덱부가 분리되었을 때, 발생될 수 있는 PCI 버스를 통해 왕래하는 양자간의 데이터 트래픽을 최소화할 수 있게 하기 위함이다. 그리고 그의 데이터의 획득, 압축과 복원, 혼합과 분리와 같은 멀티미디어 데이터 처리 과정들이 멀티미디어 보드에 함께 지역화되게 하였다. 이와 같은 방법으로 마더보드의 메인 프로세서는 멀티미디어 인코딩과 디코딩으로부터 거의 독립적이라 하였다. 마더보드의 호스트는 다만 멀티미디어 처리 하드웨어를 초기화하고, 멀티미디어 처리 하드웨어로부터 압축된 데이터를 주고 받을 때만 연동한다.

4.2 멀티미디어 처리 하드웨어

이는 단일 PCI 인터페이스를 가지며, 그림2의 계층구조에 대비해 볼때 오디오와 비디어부에 해당되는데, 크게는 AV처리부와 AV코덱부로 구성되어 있다. 그림7은 구현한 멀티미디어 하드웨어의 대략적인 구조를 보이고 있다. 주요 데이터 트래픽은 오디오-비디오 혼합 MPEG 혹은 H.261 포맷의 오디오-비디오 데이터이다.

AV처리부는 입력 디바이스로부터 오디오-비디오 데이터를 획득하여 재생하기 위해서 그 데이터를 마더보드나 AV코덱부로 전달하도록 설계하였다. 비디오 오버레이는 하나의 그래픽스 입력 채널 뿐 아니라 두개의 비디오 입력 채널을 가진 비디오-그래픽스 혼합기를 가지고 있다. 하나는 비디오 카메라 입력에 연결되고 다른 하나는 비디오 디코더 출력에 연결된다. 따라서 하나의 스크린에 여러 개

의 비디오 원도우를 보일 수 있게 한다. 이는 비디오 영상회의 응용을 위해서는 반드시 필요한 기본적인 요구사항이다. 비디오는 정지영상이나 동영상의 아날로그 비디오 신호를 입력할 수 있으며, 비디오 프로세서는 비디오 디코더와 외부 입력된 아날로그 비디오 신호의 2개의 비디오 소스를 동시에 입력하여 처리하고 외부 프레임 버퍼에 저장한다. 또 비디오 오버레이는 비디오 스트림을 믹싱하고 관리하며 커서, 줌, 그래픽스 오버레이 기능을 가진다. 오디오 처리 부분에서는 입력 채널이 마이크, 라인-인과 FM-신세사이저 그리고 CD-ROM에 연결되어 있다. 이들을 통해 입력되는 아날로그 오디오 신호를 A/D 변환기를 이용하여 디지털 데이터로 변환한 후 압축 및 복원을 하여 그 결과를 D/A 변환기를 통하여 스피커로 출력한다. 오디오 합성은 스트레오, FM 방식으로 제공되며 특정한 악기의 음원을 생성할 수도 있다. 반면에 출력은 스피커와 라인-아웃에 공급된다. 이외에도 AV코덱부와는シリ얼 인터페이스를 가지고 있다.

AV코덱부는 범용 DSP와 비디오 코덱 관련 DSP로 구성되어 있다. AV코덱부는 시스템의 메인 프로세서와는 독립적으로 기능을 수행하도록 설계하였다. 이와 같은 접근방법은 버스 접근을 통한 메인 프로세서의 간섭을 최소화하기 위함이다. AV

코덱부의 중요한 기능은 다음과 같다.

- MPEG 시스템 수준의 데이터 인코딩과 디코딩, 혼합과 분리
- 실시간 영상회의를 위한 H.261와 G.728의 콘 캐런트 인코딩과 디코딩 수행

상기의 멀티미디어 하드웨어 기능을 통하여 데이터가 엔코딩되는 순서는 다음과 같다. 오디오나 비디오 데이터가 AV 처리부로 부터 AV코덱부에 전달되면 먼저 압축된다. 그리고 압축된 오디오와 비디오 데이터는 코덱제어기 (제어 DSP)로 보내져서 데이터가 상호 혼합된다. 그리고 혼합된 데이터는 메인 메모리로 보내진다. 메인 프로세서는 데이터를 디스크에 저장하거나 그것을 네트워크로 전송한다. 또 디코딩의 순서는 다음과 같다. 호스트로부터 혼합된 데이터가 도달하면 제어 유니트에서 분리되고 별개의 오디오, 비디오 스트림이 만들어 진다. 분리된 오디오나 비디오의 압축 스트림은 오디오와 비디오 디코더로 각각 전해져서 복원되고 복원된 스트림은 다시 재생되기 위해서 AV처리부로 공급된다. 한편 오디오와 비디오 코덱은 메인 프로세서나 코덱제어기에 의해 제어될 수 있다. 정상 동작모드에서는 대부분 코덱제어기가 AV코덱부를 제어한다. 그러나 메인 프로세서는 고장진 단의 경우에 직접 코덱을 제어할 수 있다.

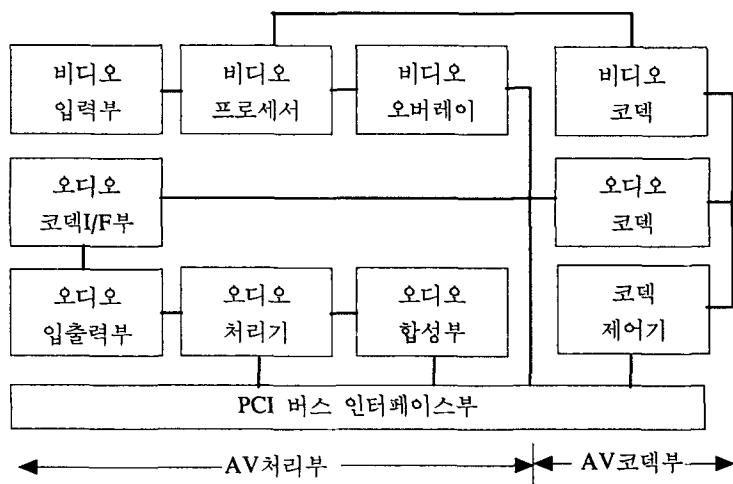


그림 7. 멀티미디어 처리 하드웨어 기능 블록

Fig. 7. Functional blocks of multimedia processing hardware

5. 응용 프로그램 시험

영상회의 시험을 위한 3대의 시스템을 이더넷과 FDDI 제어기로 접속하고 TCP/IP 통신 프로토콜을 탑재하여 최상위 응용계층에서 영상회의를 실현해 보았다. 본 시험에서는 비디오 영상회의를 위한 표준화 방식인 H.261을 이용한 영상회의 응용 프로그램을 구동하였다.

앞에서 언급했듯이 본 논문은 멀티미디어 하드웨어 입출력 시스템 중심의 분석이다. 따라서 멀티미디어 응용을 지원하기 위한 시스템 소프트웨어, 멀티미디어 하드웨어를 지원하는 시스템 소프트웨어인 오디오와 비디오 디바이스 드라이버, 멀티미디어 데이터간의 동기 및 흐름제어, 멀티미디어 데이터 프리젠테이션, 그리고 네트워크 프로토콜 등에 대한 소프트웨어적 요소에 대해서는 고려하지 않고 있다. 또 모의실험에서는 여러 주요 변수들이 가정하여 이루어졌기 때문에 실제 값과는 차이가 있다. 그러므로 여러 가지 하드웨어와 소프트웨어적 오버헤드를 무시하고 설정한 큐잉모델의 경우와, 모든 지역요소가 실제로 내포된 시험 시스템을 통한 실험결과에는 차이가 있게 마련이다. 더욱 기본 하드웨어 시스템이 큐잉모델과 일치하는 기능을 하는 하드웨어가 아닌 점을 생각하면, 하드웨어가 성능면에서 개선될수록 모의시험의 결과에 근접해질 것으로 예상된다.

본 연구에서 구성한 시험 시스템으로 실험한 결과, 영상회의에 참여하는 참가자가 거부감 없이 실제 시간 회의로 느낄수 있는 실험적 최적 상태는 아래와 같은 경우라 할 수 있다.

- 영상회의 화자수 : 3
- 비디오 프레임 크기: 320x240x3Byte (CIF 크기)
- 비디오 데이터 압축율 : 150:1 H.261
- 오디오 샘플링: 11.025KHz PCM, 8bit 모노
- 초당 전송 프레임수 : 15 프레임/sec
- 네트워크 전송속도 : 100Mbps

오디오의 경우 표준화된 압축과 복원 방식으로 시험하지 않은 이유는 아래에 표시된 오디오 샘플링율과 오디오 데이터의 크기로는 전송 프레임에 미치는 영향이 미미할 뿐아니라, 오디오 코덱부에서 수행해야 하는 압축과 복원 과정의 오버헤드를

줄일 수 있다는 점이 감안되었기 때문이다.

6. 결 론

본 논문에서는 영상회의를 위한 멀티미디어 하드웨어 플랫폼의 하드웨어 구조를 입출력 시스템 중심으로 제안하고, 그 구조를 대기모델로 표현하여 입출력 시스템의 동작을 분석하였으며, 영상회의 시스템의 구현을 통해 분석결과를 고찰하였다. 영상회의시에 발생되는 멀티미디어 데이터의 병목 현상과 비디오 데이터의 크기, 프레임 수, 화자의 수 및 압축율의 변화에 따른 프레임의 대기 시간을 모의실험하여 실현 가능한 영상회의 수준과 문제점을 분석하였다. 또 분석된 내용의 요구를 근사적으로 반영하는 입출력 시스템을 구현하고 시험하여 멀티미디어 시스템 입출력 설계시에 고려해야 할 사항들을 기술하였다.

100bps 이상의 전송능력을 갖는 로컬버스를 가정하고, 영상회의를 주요 응용 프로그램으로 하여 분석한 결과 시스템 내부의 서버 모듈에서는 병목현상이 나타나지 않았다. 그러나 저속 LAN에서의 병목현상은 모의실험을 통해서도 알 수 있었다. 프레임수, 압축율, 참가자수, 프레임 크기 등을 변수로 하여 각 프레임이 대기하는 시간을 예측 분석함을 통해, 해당 응용 서비스의 적절한 지원이 가능한 입출력 구조인지를 분석하였다. 10Mbps 이더넷으로는 초당 15 프레임의 QCIF 크기로 3자회의가 가능한 정도였으며, 저압축율이며 고화질인 CIF 크기의 영상으로 3자회의를 하려면 최소한 100Mbps 이상 전송 능력의 전송매체가 필요함을 알 수 있다.

이를 실제로 시험하기 위해서 정의한 멀티미디어 하드웨어 입출력 계층구조의 내용을 최대 수용한 실제 하드웨어를 구현하였다. 실 시스템의 시험에서도 오디오-비디오 데이터의 압축과 복원 방식, 오디오-비디오 디바이스 드라이버, 네트워크 프로토콜 소프트웨어, 시스템 소프트웨어 등 소프트웨어적 요소가 응용프로그램의 성능에 미치는 영향이 많겠으나, 영상회의와 같은 실시간 멀티미디어 정보의 처리가 요구되는 응용에서는 먼저 하드웨어적으로 대용량의 전송능력의 고속 통신 기능이 필수적으로 요구됨이 확인되었으며, 호스트 시스템

의 부담을 최대로 덜어주기 위한 오디오, 비디오 데이터의 처리가 지역화 될 필요도 있음을 알 수 있었다. 또 하드웨어의 기능 모듈간에는 고속로컬 버스를 통한 실시간 처리가 전제되어야 하며, 데이터 베파킹을 최소화 하는 것도 고려되어야 하겠다.

참고문현

- [1] 이영석, 최양희, “멀티미디어 통신 기술 개요”, 정보통신기술 제1권 제2호, pp1-24, 1997년 11월
- [2] Chwan-Hwa Wu and J. David Irwin, “Multimedia and Multimedia Communication,” IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.45, No.1, Feb. 1998
- [3] 정하재, 이전우, 허준영, 멀티미디어 데이터 처리기의 효율적인 데이터 전달을 지원하는 구조 연구, 한국전자통신연구소 기초연구보고서, 1996년 12월
- [4] Dong Ho Song, Ok Keun Shin, Byung Eui Min, Young Hwan Lim, “Combistation:A Platform and Frameworks for Multimedia CSCW,” First Joint Workshop on Multimedia Communications '94, pp.54-64, 1994.
- [5] Peter Pruschel, Mark Abbott, “Analysis of I/O subsystem design for multimedia workstation,” 3th Int. Workshop on Network and Operating System Supported for Digital Audio and Video, pp.251-263, Nov. 1992.
- [6] Woobin Lee and Yongmin Kim, “MediaStation 5000:Integating Video and Audio,” IEEE Multimedia, pp.50-61, 1994.
- [7] A. Alan b. Pritsker, Claude Dennis Pegden, ‘Introduction to simulation and SLAM,’ John Wiley & Sons, Indiana., New York, 1979.
- [8] ‘PCI local bus Specification Revision 2.0’, PCI Special Interest Group, pp.1-19, Apr. 1993.
- [9] Hajae Chung, Dongwon Han and Baewook Park, ” A Direct Transmission Method of Multimedia Data,” Hong Kong, ICMTM'96, 12.10 '96
- [10] 정하재, 한동원, 박배욱, “영상회의를 지원하는 통합 멀티미디어 데이터 처리기의 구조 및 설계”, 정보처리학회 추계 학술대회논문집 제3권 제2호, 96.10.11
- [11] 정하재, “ 계층버스 구조를 갖는 멀티미디어 데이터 처리기의 구조 설계”, 한국통신학회 추계학술발표대회 논문집 제15권 제2호, 96. 11월9일



정 하 재(鄭夏宰)

1981년 2월 경북대학교 공과대학
전자공학과 (공학사)
1983년 2월 경북대학교 대학원
전자공학과 (공학석사)
1993년 7월 공업계측제어기술사
(전자분야)

1983년 3월 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야 : 분산멀티미디어 시스템, 멀티미디어 통신,
모빌 컴퓨팅, 차세대 인터넷 기술



김 재 훈(金載勳)

1983년 2월 숭전대학교 전자
계산학과(학사)
1993년 2월 한남대학교 전자
계산기공학과(석사)
1990년 12월 정보처리기술사
(전자계산기조작응용)

취득

1992년 9월 ~ 1994년 12월 미국 Lockheed Martin
및 영국 Matra Marconi Space, 무궁화 1,
2호 위성 현장기술전수(OJT) 연구원
1983년 3월 ~ 현재 한국전자통신연구원 무선 · 방송
기술연구소 위성관제시험팀(선임연구원)
* 관심분야 : 위성 관제 시스템, 멀티미디어 시스템,
차세대 인터넷

손 승 원(孫承源)

1983년 경북대학교 전자공학과(학사)
1994년 연세대학교 산업대학원(석사)
1999년 충북대학교 컴퓨터공학과(박사)
1991년~현재 한국전자통신연구원 인터넷구조팀장
* 관심분야 : 차세대 인터넷기술, 고성능 네트워킹
기술, QoS 라우팅, IP/ATM 연동기술



오 창 석(吳昌錫)

1978년 연세대학교 전자공학과
(공학사)
1980년 연세대학교 대학원 전자
공학과 (공학석사)
1988년 연세대학교 대학원 전자
공학과 (공학박사)
1985년~현재 충북대학교 컴퓨터공학과 교수
1982년~1984년 한국전자통신연구원 연구원
1990년 미국 스텐포드 대학교 객원교수
* 관심분야 : 멀티미디어 통신, ATM 네트워크, 차
세대 인터넷 기술, 신경 네트워크