

화상회의 시스템에서의 데이터 입출력 설계 및 평가[†]

(Design and Evaluation of Data Input/Output for Video Conference System)

김 현 기
(Hyun-ki, Kim)

요 약 본 논문에서는 화상회의 시스템의 구조 및 입출력 모델의 분석을 통하여 시스템 버스의 병목현상을 개선하기 위해서 멀티미디어 데이터가 네트워크 접속장치로부터 주 기억 장치 및 멀티미디어 처리장치에 동시에 전송될 수 있는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 화상회의 시스템에서 시스템 버스의 사용횟수, 버스 사이클, 데이터의 전송시간 및 비디오 데이터의 압축비를 줄일 수 있다. 본 논문에서 제안한 방법을 다자간 화상회의 시스템에 적용하여 기존의 방법과 성능을 비교하였다. 시뮬레이션 결과, 제안한 방법이 기존의 방법보다 멀티미디어 데이터의 전송 시간을 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

핵심주제어 : 화상회의, 멀티미디어, 입출력 모델

Abstract In this paper, we propose the method in which multimedia data simultaneously transfers to the main memory and the multimedia processor from the network interface card to improve bottleneck of system bus through analysis for architecture of video conference system and input/output model. The proposed method can reduce the number of system bus accesses, bus cycles, data transmission time and compression ratio of video data in the video conference system. We compared the performance between the proposed method and the conventional methods in the multi-party video conference systems. The simulation results showed that the proposed method was reduced the transmission time of multimedia data than the conventional method.

Key Words : Video conference, Multimedia, Input/Output Model

1. 서 론

정보통신 기술의 발전으로 대용량의 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송할 수 있는 컴퓨터와 정보통신망이 개발됨에 따라, 문자 중심의 단순 매체 정보 서비스에서 데이터, 음성 및 영상을 포함한 복합 매체 중심의 고급 정보통신 서비스 시대가 다가오고 있다. 이러한 멀티미디어 데이터의 처리 및 통신이 가능해

지면서부터 컴퓨터를 이용한 화상회의 시스템에 대한 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다[1,2]. 화상회의 시스템은 여러 개의 동영상을 동시에 출력할 수 있는 기능이 필수적이며, 음성, 영상, 문자 등의 여러 미디어를 동시에 처리할 수 있어야 한다. 따라서 화상회의 시스템은 멀티미디어 응용 프로그램을 동작시키기 위해서 멀티미디어 플랫폼(platform)에 네트워크 접속장치가 필수적으로 요구되며, 성능적인 측면에서는 화상회의 시스템간에 대용량의 멀티미디어 데이터가 실시간으로 송수신 가능해야 한다[3,4].

전 세계적으로 현재까지 발표된 시스템 버스 기반

[†] 이 논문은 2002학년도 안동대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

* 국립 안동대학교 전자정보산업학부 멀티미디어공학전공

구조를 가지는 웹 기반 탁상형(desktop) 컴퓨터 화상회의 시스템에서의 데이터 전송은 멀티미디어 데이터를 처리하는 여러 종류의 멀티미디어 처리장치(MP : Multimedia Processor)와 네트워크 접속장치(NIC : Network Interface Card)간에 시스템 버스 및 주 기억 장치를 통하여 이루어지게 된다. 따라서 CPU의 많은 시간이 멀티미디어 데이터 스트림 처리에 소요되므로, 멀티미디어 데이터 처리 관련 명령 수행시마다 부가적인 시간 손실이 발생하여 시스템의 성능이 전반적으로 저하되는 단점이 있다[5-8].

본 논문에서는 화상회의 시스템에서의 과도한 시스템 버스 및 주 기억 장치의 사용 문제를 개선하기 위하여, 멀티미디어 처리장치 및 네트워크 접속장치간에 멀티미디어 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 최적의 입출력 모델을 제안하고 이의 성능을 평가하였다. 성능 평가를 통해 본 논문에서 제안한 모델을 컴퓨터 화상회의 시스템에 적용하여 화상회의 참석자 수에 따른 시스템 버스의 사용횟수와 데이터의 전송시간을 기존의 방법과 비교 분석하였다.

2. 화상회의 시스템의 구조 및 모델링

화상회의 시스템은 멀티미디어 플랫폼의 일반적인 기능을 지원할 뿐만 아니라 화상회의와 같은 응용 서비스를 잘 지원할 수 있는 입출력 구조를 갖는 시스템이어야 한다. 따라서 완전 디지털화된 동영상 정보를 처리할 수 있는 수준의 멀티미디어 시스템이 요구된다.

화상회의 시스템은 컴퓨터 또는 워크스테이션과 네트워크를 이용하여 관련 하드웨어 및 소프트웨어를 추가함으로써 언제 어디서나 화상회의를 할 수 있는 시스템을 의미한다. 하드웨어 관점에서 볼 때 화상회의에서 요구되는 멀티미디어 데이터 처리 기능을 지원하기 위한 화상회의 시스템의 구조는 그림 1에서와 같다.

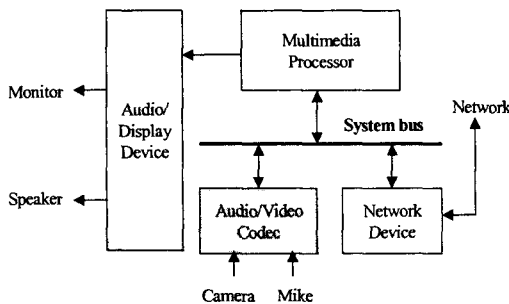


그림 1. 화상회의 시스템의 구조

2.1 화상회의 시스템의 입출력 대기 모델

화상회의 시스템이 가져야 할 기능 및 구조를 분석하기 위해 관련되는 주요 요소들을 중심으로 멀티미디어 데이터의 입출력 대기 모델을 그림 2에서와 같이 설정하였다. 그림 2에서 화상회의 시스템에 대한 대기모델은 네 개의 주요 모듈로 정의하여 시스템을 구성하였다. 이 모듈 외에도 CPU, 확장버스 및 시스템 운영체제 모듈 등이 있으나 이들은 시스템 구성에 있어서 가변적인 요소가 아니므로 본 모델링에서는 고려하지 않았다.

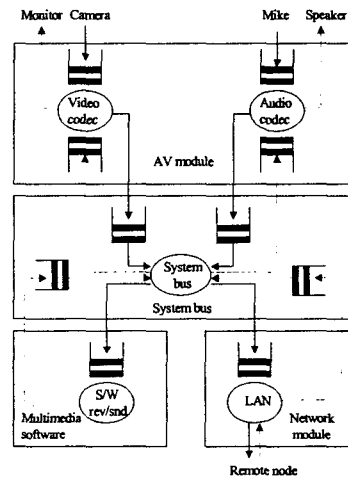


그림 2. 화상회의 시스템의 대기 모델

그림 2에서 AV 모듈은 오디오 및 비디오 데이터를 처리하기 위한 하드웨어 모듈로 화상회의 시스템의 핵심 부분이다. 특히 여기서 멀티미디어 데이터의 압축과 복원을 담당하는 코덱이 시스템의 성능을 좌우하기 때문에 주변 기능은 배제하였다.

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

멀티미디어 처리 소프트웨어 모듈은 데이터간의 동기, 흐름제어 기능 및 통신 프로토콜 등을 담당하고 관련 운영체제의 성능에 밀접히 연관되어 있다.

네트워크 모듈은 화상회의를 위한 데이터를 직접 전달하는 모듈로서 LAN 및 ISDN 등이 가능하나, 본 모델에서는 가장 보편화된 이더넷(ethernet)을 전송매체로 채택하였다.

그림 2의 대기 모델은 양방향, 즉 자신의 노드에서

데이터를 처리하여 원격지의 타 노드로 전달하는 흐름 (실선으로 표시)과 타 노드에서 전달된 데이터를 처리하는 흐름 (점선으로 표시)이 동시에 이루어지므로 화상회의에 관련된 성능을 분석하기에 적합하다. 특히 화상회의는 참석자의 수가 성능에 영향을 미치는 중요한 변수이기 때문이다.

2.2 화상회의 시스템의 입출력 구조분석

화상회의 시스템에 대한 대기모델을 SLAM (simulation language for alternative modeling)을 이용하여 모의 실험 하였다. 필요한 데이터는 다음과 같이 정의하였다.

- 비디오 프레임 크기 (V_i): 가로×세로×칼라수
640×480×24 비트 (full resolution)
- 오디오 프레임 크기 (A_i): 표본화률×해상도
44.1 KHz×16비트
- 이미지 압축률 (C_v): JPEG, MPEG, Px64
10:1~200:1
- 오디오 압축률 (C_a): ADPCM (4:1)
- 초당 전송 프레임 수 (n): 30 frames
- 화상회의시 참석자 수 (m): 2~5명
- 화상회의시 초당 전송해야 할 데이터 량 (I_{sec})

$$I_{sec} = \sum_{i=0}^n ((V_i/C_v + A_i/C_a) \times (m-1))$$

대기모델에서 큐의 길이는 무한대로 가정하며 각 서버의 종류와 처리시간은 표 1에서와 같다. 비디오 코덱은 IIT사의 VCP, 오디오 코덱은 Crystal사의 CS4231을 사용하는 것으로 가정하였다. 각 수치는 주변회로의 오버헤드를 제외시킨 것이며, 실제 처리시간과는 차이가 날 수 있다.

표 1에서 제시된 각 서버들 중 시스템 버스의 평균 이용률에 대한 모의실험 결과는 그림 3에서와 같다. 그림 3에서 비디오 프레임은 최대 크기인 640×480×24 비트, 화상회의의 참석자 수는 5명인 경우를 가정하였다.

표 1. 서버의 종류와 처리시간

Types of server	Processing time
Video codec processing time (P_v)	30 MB/sec
Audio codec processing time (P_a)	10 MB/sec
System bus bandwidth (P_b)	132 MB/sec
Multimedia processing time (P_s)	2 MB/sec
Ethernet transmission time (P_c)	1.25 MB/sec

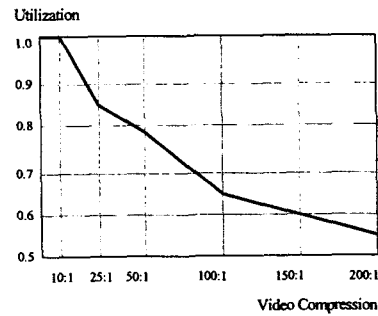


그림 3. 시스템 버스의 이용률

그림 3을 보면 화상회의시 시스템 버스의 이용률은 병목현상의 가능성을 확률적으로 제시하고 있다. 시스템 버스의 이용률이 1에 가까우면 병목현상의 원인이 되기 때문에 이를 해결하여야 하며, 그 방법은 다음과 같이 생각할 수 있다.

- 고성능의 시스템 버스로 대체한다.
- 처리되어야 할 입력 데이터 량을 줄인다.
- 데이터 흐름 제어기능을 첨가한다.
- 시스템 버스의 사용횟수를 줄일 수 있는 데이터 전송 방법을 모색한다.

시스템 버스는 시스템내의 데이터가 집중되는 통로이기 때문에 이용률이 높아서 대기하게 되면 다른 서버에 미치는 영향이 심각해지므로, 충분히 대처할 수 있는 전송능력이 있어야 한다.

3. 화상회의 시스템의 데이터 전송방법

3.1 기존의 멀티미디어 데이터 전송 방법

화상회의 시스템에서 기존의 멀티미디어 데이터 전

송 방법은 외부 통신망으로부터 수신된 데이터는 네트워크 접속장치를 통하여 시스템 버스로 전송되어 주기억장치에 저장되고, 다시 시스템 버스를 통하여 해당 멀티미디어 처리장치(오디오/비디오 코덱)로 전송되거나 보조기억장치 또는 모니터의 경로로 전송된다. 그리고 해당 멀티미디어 처리장치로부터 외부 통신망으로 보내지는 일련의 멀티미디어 스트림은 상기 경로의 역순이 된다. 화상회의 시스템에서 기존의 멀티미디어 데이터 전송방법의 구성도는 그림 4와 같다.

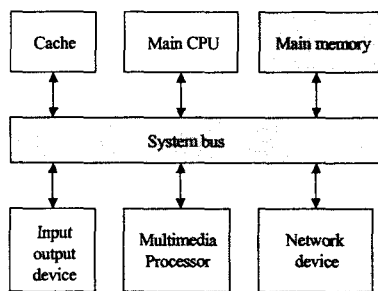


그림 4. 기존 멀티미디어 데이터 전송방법의 구성도

이러한 경로의 흐름에서 보는 바와 같이, 최종 목적지 또는 출발지는 멀티미디어 처리장치임을 알 수 있다. 멀티미디어 데이터 스트림도 어느 방향으로든지 단위 전송 데이터의 전달을 위해서는 버스를 두 번씩 사용하게 됨을 알 수 있다. 또한, 화상회의 시스템에서 두 종류의 입출력 장치간에 데이터를 전달하고자 할 때, 멀티미디어 데이터도 일반 데이터와 마찬가지로 데이터가 반드시 주기억장치를 거쳐야 한다.

3.2 제안한 멀티미디어 데이터 전송방법

화상회의 시스템에서 기존의 일반적인 데이터 전송 방법을 개선하기 위하여, 최근 개인용 컴퓨터 및 중형 컴퓨터 시스템에서 캐시와 주 기억 장치간에 데이터의 일관성을 유지하기 위한 버스 감시 방법에 착안하여, 멀티미디어 처리장치(MP)와 네트워크 접속장치(NIC)간에 데이터를 동시에 전송함으로써 입출력 시간을 단축시킬 수 있는 방법을 제안한다. 화상회의 시스템에서 멀티미디어 데이터의 입출력 흐름 개선을 위한 제안한 방법의 구성도는 그림 5에서와 같다. 이 방식에서 화상회의 시스템내의 멀티미디어 처리장치가 데이터를 수신(점선으로 표시)하는 경우에는 네트

워크 접속장치에서 주기억장치로 전송한 시스템 버스의 데이터를 멀티미디어 처리장치에서 동일 사이클 내에 수신하고, 주 CPU에서 주 기억 장치에 저장된 데이터를 판독 후 그 정보의 활용여부를 멀티미디어 처리장치의 직접 전송 제어기(DTC)에 전달하면 멀티미디어 처리장치는 자신에게 전송되는 데이터이면 저장하고 그렇지 않으면 저장하지 않는다. 반면에 멀티미디어 처리장치가 데이터를 네트워크 접속장치에 전송(굵은 실선으로 표시)하는 경우에는 멀티미디어 처리장치에서 시스템 버스로 데이터를 구동하게 되는데, 이 때 네트워크 접속장치에서도 마찬가지로 주 기억 장치와 동일하게 데이터를 수신하여 자신에게 전송되는 데이터이면 저장하고 그렇지 않으면 저장하지 않는다.

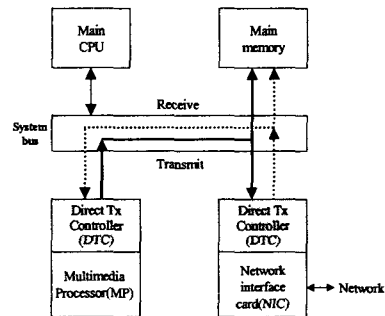


그림 5. 제안한 방법의 구성도

따라서 결과적으로는 멀티미디어 처리장치와 네트워크 접속장치간의 데이터 전송이, 별도의 데이터 전송로 없이 기존의 시스템 버스를 통하여 동시에 전송될 수 있도록 함으로써 시스템 버스의 부담을 경감하는 효과를 얻게 된다.

본 논문에서 제안한 방법은 네트워크 접속장치로부터 멀티미디어 데이터가 기존의 시스템 버스를 이용하여 주 기억 장치에 저장됨과 동시에 멀티미디어 처리장치의 버퍼에도 동일한 데이터가 전송될 수 있도록 하였다.

4. 성능 평가 및 고찰

다자간 컴퓨터 화상회의 시스템은 직접 전송 제어기(DTC)를 추가한 멀티미디어 처리장치, 네트워크 접속장치, 주 CPU 및 주 기억 장치로 구성되며, 이를

모델링한 블록도는 그림 6에서와 같다.

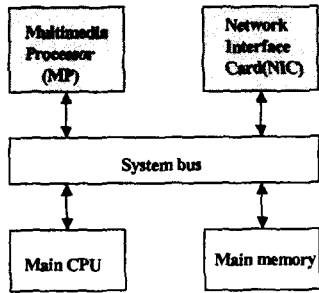


그림 6. 다자간 컴퓨터 화상회의 시스템의 블록도

($n-1$) 장소의 원격지로부터 전송되어온 상대방의 멀티미디어 데이터는 네트워크 접속장치에서 멀티미디어 처리장치로 전송되고, 멀티미디어 처리장치에서 오디오 데이터와 비디오 데이터를 분리한 후 각각 오디오 코덱과 비디오 코덱으로 전송되어 처리된다. 또한, 로컬에 있는 본인의 오디오와 비디오 데이터는 각각 오디오 및 비디오 코덱에서 압축되어 멀티미디어 처리장치로 보내지면 멀티미디어 처리장치에서 네트워크 접속장치로 전달되는 역과정을 거친다.

다자간 화상회의 응용에서 기존의 일반적인 방법과 제안한 방법의 성능 비교는 다음과 같다. 기존의 일반적인 방법은 한 명의 상대방으로부터의 데이터에 대해 네트워크 접속장치가 두 번 버스를 사용하여 멀티미디어 처리장치로 전송하므로 ($n-1$)명의 상대방으로부터 데이터를 전송받기 위해서는 시스템 버스를 2($n-1$)번 사용하게 된다. 또한, 멀티미디어 처리장치도 두 번 버스를 사용하여 네트워크 접속장치로 데이터를 전송한다. 따라서 기존의 일반적인 방법으로 n 명간의 화상회의를 수행하는 경우는 $2n$ 번 버스를 사용하고 $4n$ 번의 버스 사이클이 소요된다.

PCI 버스를 시스템 버스로 사용할 경우에 버스의 클럭 주파수를 33 MHz로 가정하면 한 개의 클럭에 소요되는 시간은 약 30 ns가 된다. 네트워크 접속장치에서 시스템 버스로 데이터를 전송하기 위해서는 최소한 세 개의 클럭이 소요되므로 전송시간은 90 ns가 소요된다.

네트워크 접속장치로부터 시스템 버스에 데이터를 전송하기 위해서는 적어도 한 번의 버스 사이클 (90 ns)이 소요되며, 시스템 버스로부터 주 기억 장치에

데이터를 저장하기 위해서는 내부 동작에 적어도 두 번의 버스 사이클 (180 ns) 이상이 소요된다. 또한 주 기억 장치에서 멀티미디어 처리장치로 데이터를 전송하기 위해서는 한번의 버스 사이클 (90 ns)이 소요되므로 업무 완료에 소요되는 전체 전송시간은 네 번의 버스 사이클 (360 ns)이 소요된다. 따라서 단일 미디어를 처리하는 경우에 기존의 일반적인 데이터 전송 방법은 두 번의 버스 사용과 네 번의 버스 사이클이 요구되어 전체 전송 시간은 360 ns가 소요될 것이다. 본 논문에서 제안한 동시 전송 방법의 경우 네트워크 접속장치와 멀티미디어 처리장치가 버스를 n 번만 사용하므로 n 번의 버스 사이클만이 소요된다.

네트워크 접속장치에서 시스템 버스로 데이터를 구동할 때 멀티미디어 처리장치의 직접 전송 제어기에 의해 동일 클럭 동안에 데이터를 수신하게 되므로 데이터 전송에 소요되는 시간은 약 90 ns가 소요될 것이다. 즉, 네트워크 접속장치가 한 번 버스를 사용하고, 한 번의 버스 사이클 (90 ns)만이 소요된다. 따라서 n 명간의 화상회의를 수행하는 경우, 본 논문에서 제안한 방법은 기존의 일반적인 방법보다 시스템 버스의 사용 횟수는 50%, 전송시간은 75% 감소되어 총 전송시간이 감소됨을 알 수 있다. 이에 대한 전송시간의 비교는 표 2에서와 같다. 여기서 BU는 버스 사용 횟수이고, BC는 버스 사이클 수를 의미한다.

표 2. n 명간의 화상회의시 전송시간 비교

Methods	Number of bus use (BU)	Number of bus cycles(BC)	Transmission time(ns)
General method	$2n$	$4n$	$360n$
Proposed method	n	n	$90n$

다자간의 화상회의를 수행하는 경우는 로컬에서 본인의 오디오 및 비디오 데이터가 멀티미디어 처리장치에서 네트워크 접속장치로 전송되고, 여러 장소의 원격지에 있는 상대방으로부터 전송되는 멀티미디어 데이터는 네트워크 접속장치에서 멀티미디어 처리장치로 전달된다. 따라서 화상회의의 참석자 수가 2명~5명인 경우, 본 논문에서 제안한 방법은 기존의 일반적인 방법보다 시스템 버스의 사용 횟수가 화상회의의 참

석자의 수에 관계없이 50% 감소됨을 알 수 있다. 표 2로부터 화상회의 참석자 수에 따른 버스 사용 횟수의 비교는 그림 7에서와 같다.

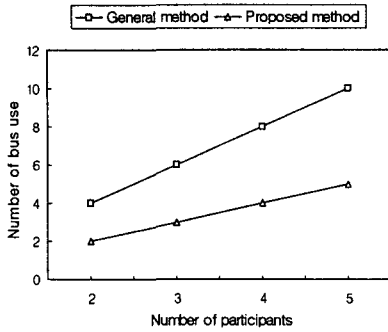


그림 7. 다자간 화상회의 수행시 버스 사용 횟수

또한, 화상회의에 2~5명이 참가할 경우의 전송시간을 비교해 보면, 본 논문에서 제안한 방법은 화상회의 참석자의 수에 관계없이 기존의 일반적인 방법보다 데이터의 전송시간이 75%씩 감소되어 총 업무 완료시간이 감소됨을 알 수 있다. 따라서 표 2로부터 화상회의 참석자 수에 따른 전송시간의 비교는 그림 8에서와 같다.

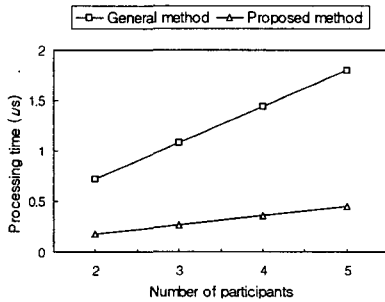


그림 8. 다자간 화상회의 수행시 전송시간

초당 30 프레임 정도의 비디오 데이터를 전송하고자 할 때 화상회의 참석자 수에 따른 비디오 코덱의 압축비는 그림 9에서와 같다. 그림 9에서 보는바와 같이 초당 30 프레임 정도의 영상을 전송하기 위해서는 화상회의 참석자의 수가 증가할 수록 비디오 코덱의 압축률은 증가되어야 함을 알 수 있다. 예를 들면, 3자간의 화상회의를 수행할 경우에 영상을 초당 30 프레임 정도 전송하기 위해서 기존의 일반적인 방법에서는 비디오 데이터를 22:1 이상으로 압축해야 하지만 제안한 방법

에서는 6:1 이상으로만 압축하면 가능함을 알 수 있다.

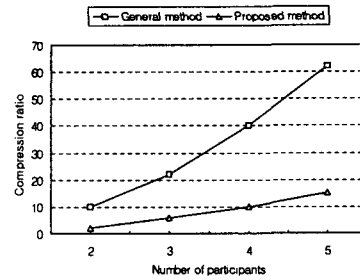


그림 9. 비디오 데이터의 소요 압축비

5. 결론

본 논문에서는 화상회의 시스템의 구조 및 입출력 모델의 분석을 통하여 멀티미디어 데이터가 시스템 버스를 통하여 멀티미디어 처리장치와 주기억장치에 동일한 데이터가 동시에 전송될 수 있도록 하는 방법을 제안하고, 성능을 비교 분석하였다. 제안한 방법은 멀티미디어 처리장치와 네트워크 접속장치간에 데이터를 동시에 전송하는 방법을 사용함으로써 화상회의 시스템에서 시스템 버스 내부의 데이터 흐름을 개선하고, 멀티미디어 데이터의 입출력 시간을 단축할 수 있다. 따라서 기존의 일반적인 데이터 전송 방법에서의 시스템 버스 및 주기억 장치의 과도한 사용 문제를 개선하였다. 또한, 제안한 방법은 다자간 화상회의 시스템에서 참석자 수에 따른 시스템 버스의 사용횟수, 버스 사이클, 데이터의 전송시간 및 비디오 데이터 압축비 등을 기존의 일반적인 전송방법과 비교 분석하였다. 다자간 화상회의 시스템의 경우에 제안한 방법은 기존의 일반적인 방법보다 화상회의 참석자의 수에 관계없이 전송시간이 감소됨을 알 수 있었다. 본 논문에서 제안한 방법은 화상회의 시스템의 하드웨어 구조 연구와 화상회의 시스템의 설계에 직접 활용할 수 있어 멀티미디어 및 화상회의 시스템 개발에 도움이 될 것이다.

참고 문헌

- [1] A Kantarci and T. Tunali, "A Video Streaming Application on the Internet", ADVIS 2000, LNCS 1909, pp.275-284, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000.

- [2] S. Zeadally, G. Gheorghiu, and A. F. J. Levi, "Improving end system performance for multimedia application over high bandwidth networks," *Multimedia Tools & Application*, vol. 5, no. 3, pp. 307-320, Nov. 1997.
- [3] 김현기, 오정환, "ATM 기반 컴퓨터 화상회의 시스템의 설계 및 구현", 한국통신학회 논문지, 제27권 제4호, 2002. 4
- [4] H. K. Kim, O. K. Shin, H. J. Chung, and J. Lee, "Integrated Multimedia Board Circuit for High Speed Local Bus," Japanese Patent no. 2983149. Sep. 1999.
- [5] Tom shanley and Don Anderson, *PCI System Architecture, Fourth Edition*, MindShare, Inc. 1999.
- [6] M. Morioka and K. Kurosawa, "Design and evaluation of the cache coherent mechanism for the distributed shared memory multi-processor," *Transactions of information processing society of Japan*, vol. 34, no. 4, pp. 1088-1097, Apr. 1998.
- [7] J. S. Park, S. H. Lee, S. C. Kim, J. Y. Lee, and S. B. Lee, "A conference system for real-time, multiparty, multimedia services," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 44, no. 3, pp. 857-864, Aug. 1998.
- [8] M. J. van Sinderen and L. Nieuwenhuis, "Protocols for Multimedia Systems", Springer-Verlag Berlin Hedelberg 2001.



김 현 기 (Hyun-Ki Kim)
 1986년 경북대학교 전자공학과
 (공학사)
 1988년 경북대학교 대학원
 전자공학과(공학석사)
 2000년 경북대학교 대학원 전자
 공학과(공학박사)

1988년~1995년 한국전자통신연구원 멀티미디어연구부
 선임연구원

1995년 9월~2002년 2월 경남정보대학 전자정보학부
 조교수

2002년 3월~현재 안동대학교 전자정보산업학부 멀티
 미디어공학전공 조교수

관심분야 : 멀티미디어 시스템, 원격교육, 멀티미디어응용 등