

IEEE-1394 직렬 버스상에서 화상전화 시스템의 구현 *

이충훈[○] 강성일 편기현 이흥규
한국과학기술원 전산학과

Implementation of a Video Telephone System on IEEE-1394 Serial Bus

Choong-Hoon Lee Sung-Il Kang KiHyun Pyun Heung-Kyu Lee
Dept. of Computer Science, KAIST

요약

멀티미디어 통신이 원활히 이루어지기 위해서는 큰 대역폭과 일정한 전송능력을 보장해 줄 수 있는 통신 네트워크가 필요하다. 최근 표준화된 1394직렬버스는 일정 대역폭을 보장해주는 등시성 전송모드가 있어 멀티미디어 통신수단으로 각광받고 있다. 본 논문에서는 1394직렬 버스가 가지는 비동기 전송모드와, 등시성 전송모드, 그리고 주소 체계 등 몇가지 특성에 대하여 알아보고, 이와같은 특성을 활용하여 고성능 화상전화 시스템을 구현하고, 그 유용성을 살펴해보도록 한다.

1. 서론

최근 영상 압축 기술과 네트워크 기술의 발달로 네트워크를 이용한 멀티미디어 서비스를 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 일반적으로 멀티미디어 데이터는 그 양이 방대하고 또 실시간성을 요구하기 때문에, 네트워크는 큰 대역폭을 할당할 수 있어야 하고, 또한 그 대역폭을 일정하게 보장할 수 있어야 한다. 그런 측면에서 최근에 표준화된 IEEE-1394 버스는 멀티미디어 데이터를 송수신하기 위한 아주 적합한 구조를 가지고 있다. 가전기와 컴퓨터의 통합을 꾀하며 홈 네트워크에 적합하도록 설계된 IEEE-1394 버스는 현재 100Mbps, 200Mbps, 400Mbps라는 빠른 속도를 지원하고, 또한 등시성(Isochronous) 전송이라는 실시간 전송모드를 지원한다[1]. 높은 대역폭을 제공하기 때문에 양이 방대한 멀티미디어 데이터를 효율적으로 전송할 수 있고, 실시간성을 보장해 주므로 보다 나은 품질의 멀티미디어 서비스가 가능하게 된다. 본 논문에서는 IEEE-1394 버스상에서 화상전화 시스템을 구축함으로써, IEEE-1394 버스의 효용성을 검증해본다. 1394 버스 어댑터는 TI(Texas Instruments)사의 PCI Lynx 칩을 탑재한 카드를 사용하여 구현하였다. 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서 1394 버스가 가지는 구조와 전송모드 등 1394버스의 특징을 간략하게 살펴보고, 3절에서 1394버스상에서 구현한 화상전화 시스템을 설명한다. 4절에서 향후연구과제와 함께 결론을 맺는다.

2. IEEE-1394 직렬 버스

IEEE-1394 버스는 소규모 사무실이나 홈 네트워크(SOHO)를 구축할 때 I/O 디바이스를 손쉽게 연결하고, 또한 일반 가전 제품들과도 연결할 수 있도록 설계되었다. 즉 IEEE-

1394 직렬버스는 가전기와 컴퓨터 기기들을 통합할 수 있도록 설계된 버스이다[2].

2.1 1394버스의 형태(topology)와 주소체계

1394버스는 기본적으로 한개의 버스에 63개의 노드가 연결될 수 있다. 1394 버스는 노드와 노드를 직접 연결하는 일대일(peer-to-peer) 방식으로 버스가 구성되고, 루프만 형성되지 않으면 버스의 형태에는 제한을 두지 않는다. 1394버스는 항상 물리적인 버스형태를 해석하여 논리적인 트리 형태를 유지하고, 트리의 형태에 따라 각 노드의 주소가 지정된다. 1394 버스는 사용중에도 노드의 추가 삭제가 가능하다. 따라서 버스의 형태는 항상 동적으로 변화할 수 있고, 그때마다 버스는 형태를 재해석하여 트리를 재구성하게 된다. 노드의 주소는 트리의 형태에 따라 지정되므로 각노드의 주소는 항상 동일한 값을 가지지 않고 동적으로 변하게 된다. 그림 1은 1394 버스 연결 형태의 한 예를 보여준다.

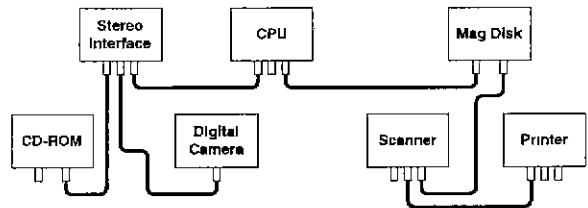


그림 1: 1394 버스형태의 예

2.2 1394 버스의 전송 모드

1394 버스는 기본적으로 비동기 전송모드와 등시성 전송모드의 두가지 전송모드를 가진다. 비동기 전송모드

* 이 연구는 삼성전자의 지원을 받아 수행되었음

는 빠른 전송을 보장하지는 않지만, 송신측에서 수신측으로 데이터가 정확히 전달되는것을 보장하는 전송모드이다. 이에반해, 동시성 전송모드는 데이터의 정확성을 보장하지는 못하지만, 일정한 시간안에 도착할 수 있도록 하는 전송모드이다. 비동기 전송모드에서는 상대방의 주소를 이용하여 전송을 하는데, 데이터를 전송할때 항상 확인(acknowledge) 패킷을 보내어 정확한 전송을 보장하게 된다. 비동기 모드에서의 통신은 트랜잭션 형태로 이루어지는데, 상대방으로부터 데이터를 읽어오는 읽기(read) 트랜잭션과, 상대방에게 데이터를 보내는 쓰기(write) 트랜잭션, 그리고 한 데이터에 대해 읽고 쓰는것을 단일 작업으로 수행할 수 있는 잠금(lock) 트랜잭션으로 구성된다. 이에 반해 실시간 전송을 보장하는 동시성 전송모드에서는 수신측의 주소를 이용하지 않고, 버스에 존재하는 64개의 기본 채널중 하나를 선택하여 그 채널로 데이터를 송신한다. 따라서 송신측에서는 수신측의 상태를 알 수 없으며, 수신측에서 데이터를 받았는지 확인하지 않고 계속해서 데이터를 전송한다. 이때 버스에 존재하는 모든 노드들은 송신측에서 사용하는 채널번호만 알고 있으면 그 데이터를 수신할 수 있다. 1394버스는 초당 8000번의 주기로 동작을 하게되는데, 각 주기의 80%는 동시성 전송을 위해 사용되고, 나머지 20%는 비동기 전송을 위해 사용된다. 동시성 전송을 위해 할당된 시간동안 동시성 전송이 일어나지 않으면 비동기 전송이 이루어질 수 있다.

3. 1394 버스에서 화상전화 시스템의 구현

본 절에서는 1394 버스상에서 화상전화 시스템의 구현시 고려해야하는 호 설정(Call Setup) 방법과 비퍼제어 기법등을 구체적으로 살펴본다.

3.1 개요

앞서 설명한바와 같이 1394 버스에는 비동기 전송모드와 동시성 전송모드 두가지 모드가 있다. 본 연구에서는 정확한 전송을 보장하는 비동기 전송보다 정확한 시간내에 전송을 보장하는 동시성 전송을 이용하여 오디오/비디오 데이터를 전송하는 방식을 택하였다. 그러나 1394버스의 동시성 전송모드에서는 기본적으로 제공하는 채널을 할당받아 그 채널을 통하여 데이터를 전달하게되므로, 두 노드간에 통신을 하기 위해서는 수신측이 송신측에서 할당받은 채널을 알고 있어야만 한다. 그리고 1394는 동적 주소 지정기법을 사용하기 때문에, 사용자가 통신을 원하는 상대방의 전화번호를 1394의 노드 ID에 매핑하는 과정이 필요하다. 그래서 두 노드간의 연결과 송 수신 채널의 협약을 비동기 전송 방식을 이용하여 수행하도록 하였다. 따라서 두 노드는 먼저 각각 사용할 채널을 IRM (Isochronous Resource Manager) 으로부터 할당받은후, 비동기 전송을 이용하여 상대방을 찾고, 서로의 송신 채널을 알린후, 동시성 전송 모드로 오디오/비디오 데이터를 전송하게 된다.

3.2 호 설정 과정과 주소체계

1394버스는 동적으로 변하는 주소체계를 가지고 있다. 따라서 1394에서 화상 전화 시스템을 구현하려면, 1394 노드 ID와 상관없이 항상 동일한 값을 유지하는 번호체계를 가지고 있어야만 한다. 그리고 그 전화번호를 이용하여 두 노드간에 통신을 하기 위해서는 1394 노드 ID로의 변환이 필요하게된다. 즉 지정된 전화번호를 가지는 노

드의 노드 ID를 알아내어야만 통신이 가능하다. 비동기 전송모드에서는 64(0-63)개의 주소중 63번 노드 ID를 브로드 캐스팅을 위한 주소로 이용한다. 따라서 한 노드가 63번으로 데이터를 보내게 되면, 모든 노드에서 그 데이터를 전달받을 수 있다. 이방법을 이용하면 전화번호를 이용하여 상대방의 노드 ID를 알아낼 수 있다. 그러나 TI LynxSoft API는 63번 노드 ID를 이용한 브로드 캐스팅을 지원하지 않고있다. 따라서 버스의 모든 노드에게 한번씩 전화번호에 대한 질의를 보내는 것으로 브로드 캐스팅을 에뮬레이션 하였다. 호 설정 과정을 설명하면 다음과 같다. 노드 A에서 B로 전화를 건다고 가정하자. 노드 A는 처음에 비동기 전송모드로 버스의 모든 노드에게 전화번호와 함께 CALL_REQUEST 신호를 보내고, 버스에 존재하는 모든 노드는 CALL_REQUEST 신호와 함께 전화번호를 받아 자신의 전화번호와 일치하는지를 확인한다. 그러면 노드 B는 수신된 전화번호와 자신의 전화번호가 일치하는것을 확인하고, IRM을 통하여 비디오와 오디오 동시성 전송을 위한 채널과 대역폭을 할당 받는다. 채널과 대역폭을 할당받게되면, 노드 B는 노드 A에게 비동기 전송모드를 이용하여 CALL_ACCEPT 신호와 함께 자신의 노드 ID를 보내고 할당받은 채널번호를 보내게 된다. 그러면 노드 A는 CALL_ACCEPT 신호를 받고 송신을 위한 채널과 대역폭을 할당받는다. 그리고 수신받은 노드 B의 ID를 이용하여 CALL_CONNECT 신호와 함께 자신이 할당받은 채널 번호를 보낸다. 그리고 할당받은 채널과 노드 B가 보내온 채널번호를 이용하여 동시성 모드의 송수신을 시작한다. 그리고 노드 B는 CALL_CONNECT 신호를 받으면 자신이 할당받은 채널과 역시 CALL_CONNECT 신호와 함께 수신된 채널 번호를 통하여 송수신을 시작하게된다. 이 과정을 간단히 도식화 하면 그림 2와 같다

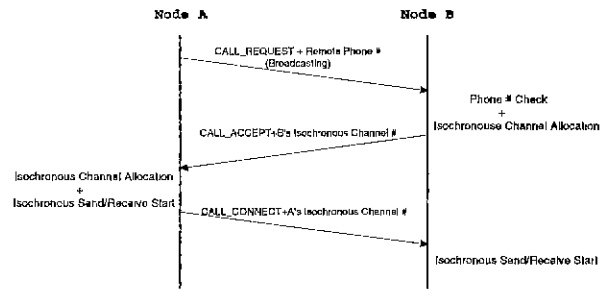


그림 2: 호 설정 과정

현재는 각 노드의 전화번호를 사용자가 직접 설정해주는 방식이지만, 차후에는 전화번호 관리자를 따로 두어 자동으로 전화번호를 할당해주는 방식으로 확장할 예정이다.

3.3 동시성 전송모드를 이용한 비디오/오디오 데이터의 전송

구현에 사용한 TI사의 PCILynx는 동시성과 비동기 모드를 통합하여 5개의 DMA 입출력 채널만을 사용할 수 있다[4]. 따라서 비디오와 오디오를 각각의 동시성 채널에 할당하여 사용하면 송수신 네개의 DMA 채널이 필요하게된다. 그리고 비동기 송수신을 위해 두개의 채널을 사용하므로 총 6개의 채널이 필요하게되어 구현이 불가능하다. 따라서 비디오와 오디오 채널은 따로 두지 않고 한개의 채널을 같이 사용하여 보내도록 구성하였다. 이때 각 데이터에 헤더를 두어 수신측에서 비디오/오디오 데이터를 구별할

수 있도록 하였다. TI LynxSoft API는 등시성 전송을 위해 리스트 형태의 버퍼를 할당하고 그 버퍼에 전송할 데이터를 저장한뒤 등시성 전송을 시작하는 함수를 호출하도록 설계되어 있다. 이때 버퍼를 환형(circular) 리스트 버퍼로 구성하면, 1394 드라이버는 이 버퍼의 리스트를 따라가면서 계속해서 데이터를 전송하게 된다. 따라서 응용프로그램은 1394 드라이버가 다음 버퍼를 읽기 전에 데이터를 제공해 주어야만 한다. 이 방법을 이용할 경우 1394 버스는 쉬지않고 데이터를 전송하므로 대역폭을 최대한 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 1394 드라이버가 버퍼를 계속해서 읽고 있기 때문에, 데이터가 준비되어 있지 않으면 잘못된 데이터(이전에 보낸 데이터)를 보낼 수 있다. 따라서 응용프로그램이 주어진 시간내에 보낼 데이터가 없을 때에는, 다음 버퍼에 의미없는(dummy) 데이터임을 표시해야 한다. 이 경우 1394 버스의 대역폭을 의미없는 데이터를 전송하는데 사용하고, 응용프로그램 역시 일정 시간마다 항상 데이터를 제공해야 하므로 큰 오버헤드가 된다[3]. 그래서 본 연구에서는 버퍼를 환형으로 구성하지 않고 단일 버퍼로 구성하여, 전송할 데이터가 있을때마다 전송 버퍼에 복사해 놓고 등시성 전송을 시작하도록 하였다. 1394버스는 버퍼의 내용을 모두 전송하고 나면 전송을 멈추게 되고, 응용프로그램은 다음 데이터가 준비되면 다시 등시성 전송을 시작시킨다. 이 방법을 이용하면 예약된 1394 버스 대역폭을 완전히 사용할 수는 없지만, 프로그램을 제어하기가 쉽고, 시스템 내부의 처리 성능에 동적으로 적용할 수 있는 장점이 있다.

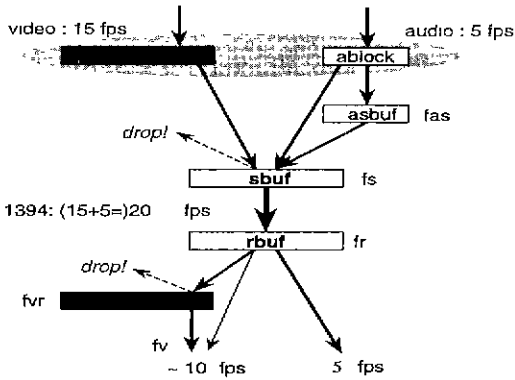


그림 3: 비디오/오디오 데이터의 전송

비디오 데이터는 프레임간에 시간중복성(temporal redundancy)이 있으므로, 적은 수의 프레임이 손실되어도 사용자는 그것을 잘 느끼지 못한다. 더우기 1394 버스가 가지는 등시성 전송 모드는 시간지연이 거의 없고 전송률이 항상 일정하다. 그래서 비디오 데이터를 위해서는 전송 버퍼이외에 따로 버퍼를 두지않고, 1394 버스가 버퍼의 내용을 모두 전달하기전에 새로운 비디오 프레임이 캡처되면 그 프레임을 전송하지 않고 버리는 방식을 택하였다. 그러나 오디오 데이터는 손실이 일어나게 되면, 사용자가 그것을 느낄 수 있으므로 한개의 버퍼를 더 두어 현재 1394가 전송중이면 여분의 버퍼에 데이터를 저장시켜 놓고, 1394가 버퍼의 내용을 다 전송한뒤 오디오 여분 버퍼를 검사하여 오디오 데이터가 있으면 우선적으로 전송한다. 그리고 수신측에서도 비디오 데이터가 수신되었을때, 이전 프레임을 디스플레이하는 중이라면 새로 받은 비디오 데이터를 버리고, 오디오는 손실없이 출력한다. 이 과

정을 그림으로 도식화해 보면, 그림 3과 같다.

3.4 성능 평가

본 연구에서는 1394 버스가 가지는 큰 대역폭과, 전송률 보장이라는 특징을 활용하기 위하여 비디오/오디오 데이터를 압축하지 않고 사용해 보았다. 화면은 상대방과 나의 모습을 모두 볼 수 있도록 두개의 화면을 출력하도록 하였다. 테스트는 두가지 화면 크기를 이용하여 이루어졌는데, CIF 와 QCIF 크기의 화면으로 테스트하였다. 테스트 결과 동영상을 압축하지 않았음에도 상당히 만족스러운 결과를 얻을 수 있었다. CIF를 이용하였을 경우 초당 12~13 프레임 전송하고 화면에 출력할 수 있었고, QCIF를 이용하였을 경우 초당 26~27 정도의 프레임을 전송하였다. CIF를 12~13프레임 밖에 전송하고 출력하지 못하는 이유는, 비디오 송수신을 하는 1394의 성능보다 비디오 입출력과 1394 버스에 데이터 제공을 담당하는 시스템의 성능에 영향을 받은것으로 분석되었다. 한 프레임이 전송될때 행해지는 몇 차례의 메모리 복사와 두개의 화면을 출력해주는 오버헤드가 상당히 크기 때문이다. 실제로 출력되는 화면의 크기를 줄였을때(입력되는 화면크기와 전송되는 크기는 불변) 전송률이 점점 높아짐을 확인할 수 있었다.

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 최근 주목받고있는 새로운 버스 표준안인 IEEE-1394 버스 환경에서 화상전화 시스템을 구축하여 그 성능을 평가하고 1394 버스의 효율성을 살펴보았다. 실험 결과 상당히 만족스러운 결과를 얻을 수 있었고, 1394 버스는 멀티미디어 통신에 적합한 구조를 가지고 있다고 평가할 수 있었다. 본 연구에서는 1394의 성능을 시험해 보기 위해 압축을 하지않은 데이터를 사용하였지만, 엄청난 대역폭을 사용하므로 동시에 쓸 수 있는 전화연결의 수를 제한하는 문제를 받게 되었다. 그러므로 영상이나 음성 압축이 필요하다. 1394 버스는 일반적으로 소규모 네트워크를 구축하기 위해 고안되어 원거리 통신에는 부적절 하기 때문에 향후에는 인터넷이나 ATM 등과 연계하여 원거리 통신도 가능하도록 확장해야 할 것이며, 1394버스와 인터넷을 연계한 화상전화시스템등 개발 중이 있다.

참고 문헌

- [1] IEEE 1394-1995, Standard for High Performance Serial Bus, 1995.
- [2] D. Anderson, FireWire System Architecture: IEEE 1394, Addison-Wesley, 1998.
- [3] 강성일, 편기현, 이충훈, 이홍규, "IEEE 1394 등시성 전송을 위한 선점적 우선순위를 이용한 버퍼제어 기법", 제 3회 통신 소프트웨어 학술대회, 1998년 7월, pp. 85-89.
- [4] PCILynx Functional Specification, TI, 1998.