

# IEEE-1394 버스에서의 파일 전송 기법에 관한 연구

편기현\* 강성일 이홍규

한국과학기술원 전산학과

## A Study on File Transfer Methods on IEEE-1394 Serial Bus

Kihyun Pyun Sung-Il Kang Heung-Kyu Lee

Dept. of Computer Science, KAIST

E-mail) {nature.sikang,hklee}@rtlab.kaist.ac.kr

### 요약

IEEE-1394 버스(이하 1394 버스)는 가정용 가전기와 컴퓨터를 서로 연결할 수 있는 버스로 100 Mbps, 200 Mbps, 400 Mbps의 광대역폭을 제공하고 데이터를 전달하는 방법으로 비동기(asynchronous) 전송뿐만 아니라 동시성(isochronous) 전송도 제공한다. 비동기 전송은 시간의 제약이 없고 정확한 전달이 필요한 데이터에 적합한 반면 동시성 전송은 실시간을 요구하고 정확한 전달이 필요 없는 데이터에 적합한 특성을 가진다. 1394 버스는 멀티미디어 데이터를 생성하고 편집하는 장치들을 서로 연결시키고 기존의 LAN이 갖는 대역폭의 부족과 프로토콜상의 실시간 전송 방법의 부재 때문에 진정한 의미의 실시간 구현이 어려웠던 화상 전화기, 화상회의 시스템, 비디오 편집 시스템을 가능하게 한다. 이러한 멀티미디어 응용 시스템은 1) 대용량의 멀티미디어 파일 전송을 필요로 하고 화상 전화기 혹은 화상 회의 시스템은 2) 고속의 파일 전송을 요구하게 된다. 또 두 사람이 화상 전화기를 통해 통신을 하면서 여러 가지 문서를 교환하는 경우 최대한 빠르게 파일 전송이 완료될 필요가 있다 현재 1394 버스에서 IP를 올리는 일이 진행 중이므로 기존의 FTP는 사용할 수 없다. 게다가 1394 버스에 IP가 올라가더라도 1394 버스 내에서 대용량의 파일을 더 빠르고 정확하게 전달하기 위해서는 IP 오버헤드가 없고 1394 버스의 특성을 직접 이용한 새로운 파일 전송 기법이 필요하다.

1394 버스 내에서 대용량의 파일을 빠르고 정확하게 전송하는 기법을 찾기 위해서는 비동기 전송과 동시성 전송의 특성을 잘 이해해야 하고 각 전송 방법으로 파일을 전송할 때 생기는 장단점들을 파악해야 한다. 본 논문에서는 비동기 전송과 동시성 전송을 이용한 파일 전송 기법을 각각 제시하고 실험을 통해 이들의 특성을 비교분석하였다.

### 1. 서론

IEEE-1394 버스(이하 1394 버스)[1,2]는 카메라(camera), 캠코더(Camcorder)와 같은 가정용 가전기와 컴퓨터를 서로 연결할 수 있는 버스로 100 Mbps, 200 Mbps, 400 Mbps의 광대역폭을 제공한다. 1394 버스는 나무형태로 연결되고 전원이 켜진 상태에서도 1394 버스를 빼고 끼울 수 있으며 SCSI와 달리 별도의 터미네이터(terminator)가 필요 없으므로 설치가 편리하다.

1394 버스에서 데이터를 전달하는 방법은 크게 비동기(asynchronous) 전송과 동시성(isochronous) 전송의 두가지로 나누어진다. 비동기 전송은 시간의 제약이 없고 정확한 전달이 필요한 데이터에 적합한 반면 동시성 전송은 실시간을 요구하고 정확한 전달이 필요 없는 데이터에 적합한 특성을 가진다. 이 두 전송 방법에 대해서는 2장에서 자세히 기술한다.

1394 버스는 카메라, 비디오와 같은 멀티미디어 데이터를 생성하고 편집하는 장치들을 서로 연결하므로 기존의 LAN에서는 실현이 어려웠던 여러 가지 응용을 가능하게 한다. 예를 들면, 화상 전화기, 화상회의 시스템, 비디오 편집 시스템은 기존의 LAN이 갖는 대역폭의 부족과 프로토콜상의 실시간 전송 방법의 부재 때문에 진정한 의미의 실시간 구현이 어려웠다. 이러한 멀티미디어 응용 시스템은 1) 대용량의 멀티미디어 파일 전송을 필요로 하고 화상 전화기 혹은 화상 회의 시스템은 2) 고속의 파일 전송을 요구한다. 카메라를 컴퓨터에 연결하면 대용량 비디오 이미지를 하드 디스크에 저장하는 일이 빈번해지고 이 이미지를 다른 컴퓨터의 하드 디스크에 저장하는 일도 많아진다. 영화 한 편을 하드디스크에 저장하는 경우 압축을 사용하더라도 수백 MB 이상의 대용량의 파일이 생긴다. 또 두 사람이 화상 전화기를 통해 통신을 하면서 여러 가지 문서를 교환하는 경우 최대한 빠르게 파일 전송이 완료될 필요가 있다.

현재 1394 버스에서 IP를 올리는 일이 진행 중이므로 기존의 FTP는 사용할 수 없다. 게다가 1394 버스에 IP가 올라가더라도

도 1394 버스 내에서 대용량의 파일을 더 빠르고 정확하게 전달하기 위해서는 IP 오버헤드가 없고 1394 버스의 특성을 직접 이용한 새로운 파일 전송 기법이 필요하다. 또한 화상 전화기, 화상회의 같은 프로그램에서 파일을 전송할 필요가 있는 경우 자신의 프로토콜로 파일을 전송하는 것이 더 빠르고 1394 버스에 대한 부하도 적게 준다. 따라서 1394 버스에서 대용량의 멀티미디어 파일을 빠르게 전송할 수 있는 기법에 대한 연구가 필요하다.

1394 버스에서 대용량의 멀티미디어 파일을 빠르고 정확하게 전달하기 위해서는 1394 버스의 특성을 잘 이해해야 한다. 동시성 전송은 보증된 시간내에 전달되는 특성을 가지는 반면 송신측이 정확한 전달을 알기위한 별도의 방법이 필요하고 비동기 전송은 정확한 전달이 보장되는 특성이 있는 반면 시간의 보증이 없다.

본 연구에서는 1394 버스에서 대용량의 멀티미디어 파일을 빠르고 정확하게 전달하는 기법을 찾기 위하여 비동기 전송과 동시성 전송을 이용한 파일 전송 기법을 각각 제시하고 실험을 통해 이들의 장단점을 분석한다.

이 논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서 1394 버스가 제공하는 기본 전송 방식인 비동기 전송과 동시성 전송에 대해서 살펴본다. 3장에서 비동기 전송을 이용한 파일 전송 기법을 제시하고 4장에서 동시성 전송을 이용한 파일 전송 기법을 제시한 후 5장에서 실험을 통해 이 두 전송 기법들의 특성을 분석한다. 6장에서 결론을 맺고 향후 과제에 대해 설명한다.

### 2. IEEE-1394 버스에서 데이터 전송

1394 버스는 물리 계층(physical layer), 링크 계층(link layer), 트랜잭션 계층(transaction layer)의 3개의 계층으로 나누어져 있다. 물리 계층은 중재(arbitration), 데이터 코딩(coding)/디코딩(decoding), 물리 인터페이스(physical interface)를 담당하

고. 링크 계층은 비동기 전송과 등시성 전송을 담당한다. 트랜잭션 계층은 읽기, 쓰기, 집금의 3 종류가 있는데 이 3 종류를 링크 계층의 비동기 전송을 통해 트랜잭션을 만든다. 디바이스 드라이버와 같은 상위 프로그램은 트랜잭션 계층을 통해서 비동기 전송을 하고, 링크 계층을 통해서 등시성 전송을 수행한다.

비동기 전송과 등시성 전송은 1394 버스의 대역폭을 공유한다. 125 us 주기마다 등시성 전송을 수행하는 1394 노드들이 먼저 전송을 하고 남은 대역폭을 비동기 전송을 수행하는 1394 노드들이 이용한다. IEEE-1394 표준안은 비동기 전송의 기근(starvation)을 막기 위해서 등시성 전송이 전체 대역폭의 80%까지만 예약할 수 있게 한다. 만일 등시성 전송이 존재하지 않으면 전체 대역폭을 비동기 전송이 사용한다.

1394 버스 상에서 파일 데이터를 전송하는 방법은 크게 비동기 전송을 이용한 방법과 등시성 전송을 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 각 전송 방법을 이용한 파일 전송 기법을 알아보기 전에 비동기 전송과 등시성 전송이 데이터를 전송하는 데 어떤 특성을 갖는 지를 먼저 살펴보자.

### 2.1 비동기 전송

실제 디바이스 드라이버와 같은 프로그램들이 비동기 전송을 수행할 때는 트랜잭션 계층을 통하게 된다. 트랜잭션 방식은 단일화된 트랜잭션(unified transaction), 분리 트랜잭션(split transaction), 서브액션 결합(subaction concatenation)의 3 가지가 있다. 단일화된 트랜잭션은 쓰기 트랜잭션에서 사용될 수 있는데 수신측이 송신측의 에크날리지를 트랜잭션이 종료했음을 보내는 것으로 전체 트랜잭션이 한 번의 비동기 전송으로 끝이 난다. 분리 트랜잭션은 읽기와 집금 트랜잭션, 혹은 느린 1394 노드에 쓰기 트랜잭션을 수행하는 경우에 사용될 수 있으며 수신측이 송신측의 에크날리지를 펜딩(pending)을 알리고 나중에 그 처리가 끝난 후에 끝이났음을 알리는 패킷을 송신측에 보낸다. 분리 트랜잭션의 경우 두 번의 비동기 전송이 필요하지만 그 두 비동기 전송 사이에 다른 트랜잭션들이 수행될 수 있다. 서브액션 결합은 상대 1394 노드가 빠른 경우에 읽거나 집금 트랜잭션의 경우 분리 트랜잭션에서 필요했던 두 번의 비동기 전송이 접합되는 경우를 말한다.

비동기 전송은 에크날리지를 통해서 송신측이 수신측에서 데이터를 제대로 받았는지를 알 수 있으므로 정확한 데이터 전달에 적당하지만 에크날리지가 없는 등시성 전송에 비해서 1394 버스의 활용도(utilization)가 떨어진다. 에크날리지를 위한 오버헤드를 비롯한 다른 1394 버스 파라미터들은 1394 버스 컨피규레이션(configuration)에 따라서 달라진다. 이 컨피규레이션은 1394 버스의 노드의 개수에 따라서 달라지는데 이 논문에서는 초기 컨피규레이션<sup>1)</sup>을 개성한다.

만일 비동기 전송만 존재하고 하나의 1394 노드만 비동기 전송을 하는 경우에 그 노드가 1394 버스에서 가질 수 있는 최대 전송율을 알아 보자. 1394 노드가 쓰기 트랜잭션을 수행하고 그 트랜잭션을 단일화된 트랜잭션으로 수행된다고 가정하면 한 번의 쓰기 트랜잭션을 필요한 시간은 각 속도에서 최대 크기의 패킷을 보내는 경우 약 45 us 가 걸리게 된다. 다음 쓰기 트랜잭션을 수행하기 위해서는 다음 공평주기를 위한 21 us 의 버스 휴식 시간이 필요하므로 한 패킷을 보낸 후 다음 패킷을 보내기까지의 시간은 총 66 us 가 된다 [1,2]. 1394 버스의 전송율이 100 Mbps, 200 Mbps 400 Mbps 의 경우 최대 패킷 크기는 각각 512, 1024, 2048 바이트이므로 한 1394 노드의 전송율은 최대 약 59 Mbps, 118Mbps, 236Mbps 로 전체 1394 버스 대역폭의 약 59 % 밖에 점유하지 못한다.

실제 구현된 1394 노드가 제공하는 최대 패킷 크기는 IEEE-1394 표준안의 최대 패킷 크기보다 작을 수 있고 1394 디바이스 드라이버가 에크날리지를 해석하는 시간, 다음 비동기 패킷을 준비하는 시간 등이 커지고 분리 트랜잭션이 일어나면 실제로 한 1394 노드에서의 비동기 전송을 이용한 데이터 전송율은 훨씬 떨어질 수 있다. 이 연구에서 사용된 Texas Instruments 의 PCILynx 보드는 비동기 전송 패킷의 최대 크기가 256 바이트이고 실험<sup>2)</sup>은 통해 측정된 바로는 한 패킷을 보낸 후 다음 패킷을 보내기까지의 시간은 약 300 us 가 소요된다. 따라서 이 PCILynx 보드를 사용하는 1394 노드가 비동기 전송을 이용하여 데이터를 전송할 경우 최대 전송율이 약 6 Mbps 밖에 안된다.

### 2.2 등시성 전송

등시성 전송은 비동기 전송과 달리 에크날리지가 없고, 다음 등시성 전송을 위한 갭(isochronous gap)이 비동기 전송의 경우보다 더 짧다. 수신측에 등시성 패킷을 전달하기 위해서 1394 주소 대신 채널을 사용하므로 여러 1394 노드들에게 동시에 등시성 패킷을 전달할 수 있다.

등시성 전송을 위해 대역폭과 채널을 할당 받은 1394 노드에서는 약 125 us 마다 계속해서 하나의 등시성 패킷을 전송할 수 있으므로 실시간 내에 데이터 전송을 전달할 수 있지만 에크날리지를 받지 않기 때문에 데이터의 정확성을 보장하기 어렵다. 이 전송 방식은 오디오나 비디오 데이터와 같이 오류가 생겨도 별 차이가 없고 실시간이 요구되는 데이터 전송에 적합하다. 만일 데이터 전송시 오류가 잘 발생하지 않고 데이터의 오류를 효율적으로 처리할 수 있다면 빠르고 정확하게 데이터를 전송할 수 있다.

1394 노드가 등시성 전송을 사용하는 경우 그 노드가 1394 버스에서 가질 수 있는 최대 전송율을 살펴 보자. 100 Mbps, 200 Mbps, 400 Mbps 에서 등시성 패킷에 대한 최대 크기는 각각 1024, 2048, 4096 바이트이므로 그 노드가 1394 버스에서 가질 수 있는 최대 전송율은 각각 약 62.5 Mbps, 125Mbps, 250 Mbps 가 된다 즉, 한 1394 노드는 1394 버스 대역폭의 62.5%까지 점유할 수 있다.

실제 구현된 1394 노드가 제공하는 최대 패킷 크기는 비동기 전송의 경우와 마찬가지로 IEEE-1394 표준안의 최대 패킷 크기보다 작을 수 있지만 125 us 마다 한 패킷을 전송할 수 있어야 한다. 따라서 한 1394 노드가 등시성 전송을 이용하여 파일 데이터를 전송할 경우 가질 수 있는 전송율은 비동기 전송의 전송율에 비해서 훨씬 높을 수 있다. 이 연구에서 사용된 Texas Instruments 의 PCILynx 보드는 등시성 전송 패킷의 최대 크기가 100 Mbps, 200 Mbps 에서 각각 512, 1024 바이트이고 한 등시성 패킷을 보낸 후 다음 패킷을 보내기까지의 시간은 IEEE-1394 표준안에 명시된바와 같이 약 125 us 가 소요된다. 따라서 이 PCILynx 보드를 사용하는 1394 노드가 등시성 전송을 이용하여 데이터를 전송할 경우 최대 전송율은 100 Mbps, 200 Mbps 에서 각각 약 30 Mbps, 60 Mbps 로 전체 1394 버스 대역폭의 약 30 % 를 점유할 수 있다.

### 3. 비동기 전송을 이용한 파일 전송 기법

비동기 전송을 파일 전송에 이용하는 경우 장점은 다음과 같다.

- 구현의 용이성
- 채널과 대역폭의 예약이 불필요
- 등시성 전송이 없는 경우 전체 1394 버스 대역폭에 걸쳐서 활용 가능
- 다른 1394 노드들과의 버스 사용의 공평성
- 파일 전송에 비동기 전송을 사용하는 경우 단점은 다음과 같다.
  - 다른 1394 노드들의 비동기 전송에 의한 지연
  - 큰 패킷 크기는 등시성 전송에 지연을 유발

비동기 전송은 사용하는 버퍼의 개수에 따라서 단일 버퍼 기법과 다중 버퍼 기법으로 나눌 수 있고 에크 처리 방식에 따라서 에크-순차 기법과 에크-요구 기법으로 나눌 수 있다. 단일 버퍼 기법은 파일 데이터 저장에 위한 버퍼를 한 개만 사용하는 방식으로 파일 읽기와 전송이 순차적으로 일어나지만 시스템 혹은 1394 버스의 부하가 변해도 적절히 적응하는 장점을 갖고 있다. 다중 버퍼 기법은 여러 개의 버퍼를 파일 데이터 저장에 사용하는 기법으로 파일 읽기와 전송이 병렬적으로 일어 날 수 있다. 에크-순차 기법은 수신된 모든 데이터에 대해서 저장한 후 그 결과를 송신측에 모두 차례로 전달하는 방식이고 에크-요구는 수신측에 데이터 저장에 문제가 생기는 경우에만 송신측에 그 사실을 전달하는 방식이다. 이 기법들을 조합하면 다음과 같다.

- 비동기 단일 버퍼 에크-순차 기법
- 비동기 단일 버퍼 에크-요구 기법
- 비동기 다중 버퍼 에크-순차 기법
- 비동기 다중 버퍼 에크-요구 기법

### 4. 등시성 전송을 이용한 파일 전송 기법

등시성 전송을 이용한 파일 전송의 장점은 일정한 비율로 파일 전송이 가능하다는 점이지만 다음과 같은 단점이 있다.

- 채널과 대역폭의 낭비
- 1394 버스 대역폭의 80 %내에서 활용 가능

<sup>1</sup> 갭 카운트(gap count)가 63 인 경우이다.

<sup>2</sup> 여기서는 한 1394 노드만 비동기 전송을 수행한다고 가정하므로 이 노드의 전송율과 1394 버스의 활용도는 서로 같다

<sup>3</sup> 이 실험은 32 KB 의 버퍼를 한 번에 256 바이트씩 비동기 전송을 이용하여 전송하는 것을 1000 번 반복한 후 그 평균치를 얻은 것이 다.

<sup>4</sup> 1394 버스는 64 개의 채널을 지원한다.

- 구현시 제어의 어려움
- 별도의 CRC 검사와 에크 방식 필요

동시성 전송을 이용한 파일 전송 기법도 비동기의 경우와 마찬가지로 단일 버퍼 기법과 다중 버퍼 기법, 에크-순차 기법과 에크-요구 기법으로 나눌 수 있다. 또, DMA 버퍼 제어 기법에 따라서 마지막 버퍼를 동시성 전송을 한 후 DMA가 자동으로 다시 처음 버퍼를 전송하는 원형 기법과 마지막 버퍼의 전송 후 다시 DMA를 재시작하는 정지-재시작 기법으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 다음의 경우에 대해서 구현하였다

- 동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법
- 동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-요구 기법
- 동시성 다중 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법
- 동시성 다중 버퍼 원형 에크-요구 기법

**동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법**

이 기법은 송신측과 수신측에 각각 한 개의 버퍼를 사용하는 방식이다. 송신측은 버퍼에 파일 데이터, CRC, 그리고 순차 번호를 포함해서 동시성으로 전송하고 수신측은 이들의 처리결과(이하 에크)를 동시성으로 송신측에 전달하는 방식이다. 송신측은 파일 데이터를 읽은 후 정지-재시작 기법으로 파일 데이터를 전송하는 방식이고 수신측은 원형 기법으로 데이터를 받는다. 송신측은 에크를 원형 기법으로 받고 수신측은 에크를 정지-재시작 기법으로 보낸다. 송신측은 에크를 받지 않으면 다음 데이터를 전송하지 않으므로 수신측의 데이터는 덮어쓰기가 일어나지 않는다. 수신측은 일정 시간이 지나도 다음 데이터가 수신되지 않으면 에크를 재전송한다. 이 기법은 수신측의 에크 전송에 의해서 전체 흐름이 제어되는 방식이다

**동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-요구 기법**

이 기법은 개념적으로 동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법과 같고 에크를 에크-순차 기법으로 처리하지 않는 점이 다르다. 즉, 송신측은 이전 데이터의 에크를 받지 않고 다음 데이터를 전송한다. 수신측은 문제가 생길때만 송신측에 에크를 주어 송신측이 처리하게 한다.

**동시성 다중 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법**

이 기법은 기본적으로 동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-순차 방식과 유사하며 송신측과 수신측에 각각 다중 버퍼를 사용하는 점이 다르다. 즉, 송신측은 각 버퍼에 파일 데이터, CRC, 그리고 순차 번호를 포함해서 동시성으로 전송하고 수신측은 각각의 에크를 동시성으로 송신측에 전달하는 방식이다. 송신측은 데이터에 대해서 정지-재시작 기법으로 전송하고 에크는 원형 기법으로 수신한다. 수신측은 원형 기법으로 데이터를 수신하고 에크는 정지-재시작 기법으로 전달한다. 송신측은 에크를 통해 원하는 순차 번호를 갖는 데이터가 잘 처리되었음을 알게 되면 해당되는 버퍼에 다음 데이터를 준비하고 전송한 버퍼 중 하나라도 오류가 생겼음을 알게 되면 전체 전송 버퍼의 데이터를 재전송한다. 또 마지막 버퍼에 데이터가 준비되면 다시 전체 버퍼를 전송한다. 수신측의 데이터는 덮어쓰기가 일어날 수 있지만 파일에 쓰는 도중에는 일어나지 않는다. 수신측은 일정 시간이 지나도 데이터가 수신되지 않으면 이전 에크를 재전송한다. 이 기법은 수신측의 에크 전송에 의해서 전체 흐름이 제어되는 방식이다.

**동시성 다중 버퍼 원형 에크-요구 기법**

이 기법은 송신측이 데이터에 대해서 원형 기법으로 전송하고 에크도 원형 기법으로 수신한다. 수신측은 원형 기법으로 데이터를 수신하고 에크는 정지-재시작 기법으로 전달한다. 송신측은 각 전송 버퍼의 데이터를 에크없이 계속해서 수신측에 전달하고 수신측은 문제가 생길때만 송신측에 에크를 주어 송신측이 처리하게 한다. 송신측의 전송 버퍼의 데이터는 시간이 되면 수신측에 전달되므로 송신측의 파일 데이터가 전송 버퍼에 완전히 준비되지 않은 경우 수신측은 CRC 오류로 인식한다. 이 기법은 수신측의 부하가 송신측의 부하보다 적게 걸리면 최적의 상태로 동작한다. 송신측의 부하가 더 걸리는 경우 재전송에 의한 지연과 대역폭 낭비가 발생하는 단점이 있다

**5. 실험 및 결과**

본 연구에서는 여러 파일 전송 기법의 실험을 위해서

PCILynx 보드를 장착한 PC 2대를 사용하였다. 한 PC는 펜티엄-II 266 MHz, 64 MB 메모리, 10 MB/s의 디스크 입출력을 가졌고 다른 PC는 펜티엄 200 MHz, 32 MB 메모리, 5 MB/s의 디스크 입출력을 가졌으며 두 PC 모두 Windows 95를 운영체제로 사용하였다.

본 연구에서는 비동기 다중 버퍼 에크-순차 기법과 비동기 다중 버퍼 에크-요구 기법을 제외한 6가지 기법에 대해서 구현하고 실험하였다. 비동기 전송 이용한 경우 버퍼 크기를 4 KB, 비동기 패킷의 크기를 256 바이트로 하였고 동시성 전송을 이용한 경우 버퍼 크기를 64 KB, 동시성 패킷의 크기는 128 바이트, 버퍼는 3개를 사용하였다. 그림 1은 50 MB 크기의 파일을 각 파일 전송 기법을 사용하여 전송한 결과를 나타내었다. ASS, ASD, ISLS, ISLD, IMLS, IMCD는 각각 비동기 단일 버퍼 에크-순차 기법, 비동기 단일 버퍼 에크-요구 기법, 동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법, 동시성 단일 버퍼 정지-재시작 에크-요구 기법, 동시성 다중 버퍼 정지-재시작 에크-순차 기법, 동시성 다중 버퍼 원형 에크-요구 기법을 나타낸다.

이 실험 결과로 볼 때 동시성 다중 버퍼 원형 에크-요구 기법을 사용할 때 최적인 1MB에 근접함을 알 수 있다. 그러나 패킷 크기, 버퍼 크기, 버퍼 개수, 시스템의 부하 등의 파라미터에 따라 다른 성능 차이를 보일 수 있다 따라서 이 파라미터의 변화에 따른 연구가 필요하다.

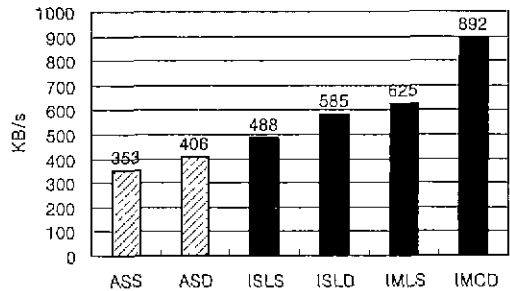


그림 1. 실험 결과

**6. 결론 및 향후 과제**

본 논문에서는 1394 버스에서 대용량의 파일을 빠르고 정확하게 전송하는 기법을 찾기 위한 전단계로 비동기 전송을 이용한 파일 전송 기법과 동시성 전송을 이용한 파일 전송 기법을 제시하고 구현을 통한 실험을 하였다. 동시성 다중 버퍼 원형 에크-요구 기법은 경우에 따라 최적의 성능에 근접할 수 있음을 보였다.

향후 버퍼 개수, 버퍼 크기, 패킷 크기 등의 파라미터가 변화함에 따라 각 전송 기법들이 어떻게 작용하는 지를 분석하여 1394 버스에서 대용량의 파일을 빠르고 정확하게 전송하는 기법을 찾고자 한다. 또한 1394 표준안의 보충안인 P1394a에서 정의된 비동기 스트림 전송 방식을 포함한 새로운 파일 전송 기법도 같이 비교분석할 계획이다.

**참고 문헌**

- [1] P1394 Draft 8.0v4, November 21, 1995
- [2] FireWire System Architecture IEEE 1394, Don Anderson, MINDSHARE, Inc., 1998
- [3] Digital Interface for Consumer Electronic Audio/Video Equipment. Draft Version 2.1, Philips Electronics N.V., Matsushita Electric Ind. CO., LTD, THOMSON multimedia, SONY Corporation, October, 1995

<sup>5</sup> 이 보드는 Texas Instruments에서 제작하였고 최대 200 Mbps를 지원하며 비동기 패킷의 최대 크기는 256 바이트이다

<sup>6</sup> PCILynx 보드의 디바이스 드라이버인 LynxSoft version 2.2는 비동기 전송의 경우 전송 버퍼 크기가 너무 크거나 동시성 전송의 경우 전송 버퍼의 크기가 너무 작으면 제대로 동작하지 않는 것으로 보인다