

고성능 시리얼 버스를 기반으로 한 원거리 접속용 장치

송 정 호(宋 禎 鎬), 정 민 섭(鄭 珉 燮), 강 성 봉(姜 成 鳳)
삼성전자 중앙연구소

The System for Long Distance Connection based on High Performance Serial Bus

JungHo Song, MinSeob Jeong, SungBong Kang
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD, Corporate R&D Center
E-mail : mrsongjh@samsung.co.kr

Abstract

In this paper, we propose a system model and the associated control method for long distance connection using the High Performance Serial Bus, IEEE 1394. Though IEEE 1394-1995 Standard has connection distance limit of 4.5m, our proposed system can extend the limit further even without degrading network performance. And the current systems using IEEE 1394 don't have to make any change to use the proposed system.

I. 서론

가전기기의 디지털화 흐름 속에 이런 디지털 제품 군들 사이에서 네트워크가 주요한 관심 대상으로 떠오르면서 다양한 종류의 네트워킹 기법들과 인터페이스 방식들이 그 장점을 내세우며 경쟁을 벌이고 있다. 그 중에 고속의 시리얼 인터페이스 방식으로 고성능 시리얼 버스가 주목받고 있다. IEEE 1394로 흔하게 불리는 이 방식은 현재는 100, 200과 400Mbps의 전송 속도를 지원하고, 차후에는 800, 1600, 3200Mbps까지도 가능해질 것이다. 고화질의 대용량 비디오 데이터를 전송하는데 적합한 이 방식은 DTV를 중심으로 DVDP와 같은 디지털 비디오 데이터를 처리하는 가전기기에 널리 쓰이게 될 것으로 예상된다.

그러나 이것의 약점중의 하나가 접속 거리 제한이다. 현재는 4.5m가 최대이고 리피터를 이용하여 확장할 수는 있다. 하나의 IEEE 1394 버스는 최대 63개의 노드로 구성될 수 있으므로 독립된 노드로 인식되는 리피터 이용도 역시 한계가 있다.

IEEE 1394 표준에서의 전송 속도와 접속 거리의 한계를 뛰어 넘기 위해 지속적인 연구와 표준화 활동이 진행되고 있다. 본 논문에서 제안하는 장치의 모델과 제어방법은 현재 진행 중인 방식들과는 다른 구조를 가진다. 물리 계층에서의 단순한 리피팅 구조가 아니며, 완전한 브리지나 라우터 기능을 수행하는 것도 아니다. 이것은 링크와 트랜잭션 계층에서 데이터 전송이 이루어지며 이 장치와 장치 사이에는 원거리 전송을 지원하는 미디어를 이용하여 그 미디어에 적절한 거리에서 데이터 전송을 한다. 이 장치는 하나의 IEEE 1394 노드를 원거리 접속할 때 적용되는 것으로 양단의 노드들은 하나의 버스 ID를 가지고 거리와 무관하게 하나의 버스를 이루게 된다. 이를 위해 원거리 접속 장치에서는 가상 네트워크 기법을 이용한다. 원거리 접속 장치는 데이터 전송을 보장하고 응답 패킷을 자체 처리해 준다. 일반적인 원거리 접속용 리피터에서는 지연 보상을 위해 전체적인 네트워크 성능을 떨어뜨리는 기법을 쓰는데, 본 논문에서 제안하는 원거리 접속 장치는 앞에서 거론된 데이터 전송 보장 기법을 이용하여 전체 네트워크 성능 저하를 막을 수 있게 된다.

본 논문에서는 원거리 접속 장치의 모델과 이 장치 간의 제어방법을 정의하고 기존에 제안된 방식과의 장단점 비교를 통해 앞으로 나아갈 바를 비추고자 한다.

II. 고성능 시리얼 버스

고성능 시리얼 버스는 IEEE 1394로 더 널리 알려져 있다. 400Mbps의 고속 전송이 가능하여 대용량 디지털 비디오 데이터 전송에 적합하고, 시리얼 인터페이스 방식을 이용하므로 비교적 저가로 구현 가능하다. 63개까지의 노드로 IEEE 1394 버스 구성이 가능하

로 작은 오피스나 가정 내에서 사용하기에 적합하다.

64비트 어드레싱 방식을 사용하며 상위 16비트로 버스 ID와 노드 ID를 지정하게 된다. 프로토콜 스택은 3계층으로 정의되어 있는데 물리 계층, 링크 계층, 트랜잭션 계층으로 구분된다. 물리 계층은 직접적으로 물리적인 접속을 제어하는 곳으로 아날로그 처리부와 인코딩/디코딩 기능, 아비트레이션 기능등을 수행한다. 링크 계층에서는 패킷 송수신과 여러 확인 등을 하며, 트랜잭션 계층에서는 읽고, 쓰고, 잠금 동작 등을 처리하게 된다. 데이터 전송 방식은 비동기(asynchronous) 방식과 등시(isochronous) 방식이 있다. 전자는 전송 시간보다는 전송 자체를 보장하는 것으로써 패킷 전송 후 응답 패킷을 받아서 확인하여 패킷 전송의 정상 완료를 보장하게 되며, 후자의 경우는 전송 시간과 타이밍이 우선이므로 125 μ sec 주기로 일정하게 대역폭을 보장하여 준다.

버스 구성은 트리 구조를 가지며 버스 관리를 위해서 루트 노드가 존재하지만, 각각의 노드들은 버스를 이용한 데이터 송수신에 있어서 특정 노드에 접속되지 않고 독립적으로 기능을 수행한다. 이와 같은 장점으로 가진 기기들을 IEEE 1394로 인터페이스하여 버스를 구성할 경우 개인컴퓨터와 같은 관리 기능을 하는 노드없이도 가능하다. IEEE 1394는 앞에서 언급한 것과 같이 많은 장점을 가지고 있으며 원거리 접속과 외부망과의 접속 기법 등이 체계화 되면 보다 확고하게 홈 네트워크의 주인공 자리를 차지할 것이다.

III. 원거리 접속 장치 모델

하나 이상의 노드로 구성된 IEEE 1394 네트워크와 4.5m 이상의 원거리에 위치하는 하나의 IEEE 1394 노드와의 인터페이스를 위해 원거리 접속 장치를 이용하여 그림 1과 같이 구성한다. 원거리 접속 장치에 의해서 하나의 버스가 두 개의 그룹으로 구분된다. 그림 1에 표기된 노드 ID는 하나의 예이다. 초기화 상황에 따라 각 노드들의 ID는 바뀔 수 있다. 원거리 접속 장치는 초기화 과정에서 가상 네트워크 기법에서 의해서 기존 IEEE 1394 노드들이 원거리 접속을 전혀 고려하지 않고 모든 노드들이 근거리 접속된 것으로 인식하고 동작하도록 한다. 원거리 접속 장치는 물리적으로는 노드 ID를 가지지만 이것은 반대편 노드들의 ID를 가상으로 구성하기 위해 사용되는 것이고 각 노드들에게는 원거리 접속 장치는 보이지 않는다.

전체 노드들은 하나의 버스를 이루고 IRM

(Isochronous Resource Manager)과 BM (Bus Manager)은 전체 버스에서 하나씩만 존재한다. 단, 이것들은 그림 1에서 다수의 노드들이 접속된 그룹에 존재하여야 한다. 물리적으로는 양단에 루트노드가 하나씩 존재하지만 각 노드들은 하나의 루트노드만이 존재하는 것으로 인식한다. 이것은 다수의 노드로 구성된 그룹에서는 루트 노드가 반드시 원거리 접속 장치가 아닌 노드 중에 되어야 하고, 하나의 노드로 구성된 그룹에서는 루트 노드가 원거리 접속 장치 자신이 되어야 하는 조건과 가상 네트워크 기법에 의해서 구성될 수 있다.

원거리 접속 장치는 양단 노드들의 대리자 역할을 하며 데이터 전송을 보장하여 준다. 그림 2와 같이 원거리 접속 장치 모델을 표현할 수 있으며, 장치 사이에는 원거리 접속을 충분히 지원할 수 있는 미디어를 사용하고 이 미디어를 제어할 수 있도록 구성된다.

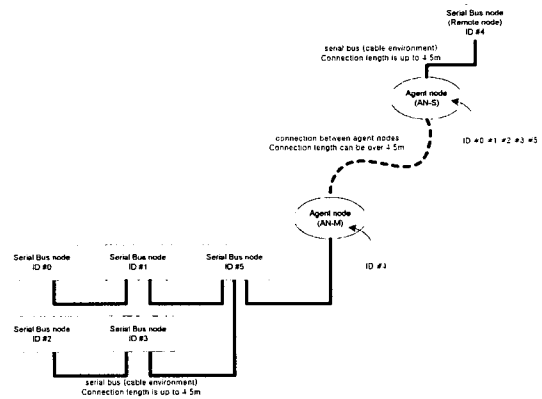


그림 1. 원거리 접속 장치를 이용한 버스 구성
Fig. 1. Physical topology using the system for long distance connection

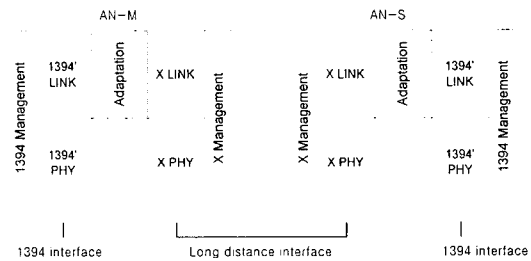


그림 2. 원거리 접속 장치의 모델
Fig. 2. The model of the system for long distance connection

그림 2에서 IEEE 1394 영역의 계층들은 표준에서 보여지는 계층도와는 의미가 좀 다르다. 물리 영역은 표준에서 정의된 기능에 가상 네트워크 기능이 추가되고, 링크 영역은 표준의 트랜잭션 계층 기능이 포함되고 원거리 접속용 계층들과 상호 동작을 위한 기능이 추가된다. IEEE 1394 영역의 링크 계층과 원거리 접속용 영역의 링크 계층(X Link)간의 접속을 위해 적응 영역(Adaptation)이 존재한다.

IV. 가상 네트워크

원거리 접속 장치에 의해서 초기화 과정에서 수행되는 가상 네트워크 기법은 IEEE 1394 표준에서 정의한 초기화 과정을 조금 변형하여 직접 연결되지 않은 노드들이 하나의 버스 안에 마치 직접 연결된 것처럼 인식되도록 한다.

IEEE 1394 표준에서 정의한 초기화 과정은 버스 초기화, 트리 동일화와 셀프 동일화 과정을 거친다. 버스 초기화는 노드가 최말단이나 아니냐를 결정하고, 트리 동일화는 노드들의 트리 구조 구성을 위해 각 포트의 위치를 결정하고 루트 노드를 결정한다. 그리고 셀프 동일화 과정에서는 각 노드들이 자신의 정보를 패킷에 실어 보내게 된다. 위의 과정에서 원거리 접속 장치는 트리 동일화 과정을 변형하여 다수 노드 그룹의 장치는 반드시 루트가 안되고, 반대로 하나의 노드 그룹에 속한 장치는 반드시 루트가 되도록 한다. 셀프 동일화 과정도 변형하여 반대편 그룹에 속한 노드들이 마치 자신의 그룹에 속한 것처럼 원거리 접속 장치가 셀프 패킷을 보내주게 된다. 물론 반대편 그룹에 속한 노드들의 셀프 패킷 정보를 기반으로 가상 셀프 패킷을 생성해야만 한다.

V. 장치간 통신

원거리 접속 장치간의 데이터 전송을 보장하기 위해서 사이클 타이밍 보정과 IEEE 1394 영역보다 충분히 빠른 장치간 전송, 에러 처리 등의 기능을 수행한다. 그림 1에서 보여지는 두개의 원거리 접속 장치들은 서로 상태 정보 전송과 제어를 위해 기본 IEEE 1394 패킷에 추가 정보를 실어 보낸다. 그림 3에서 보여지는 것이 원거리 접속 장치간에 사용되는 기본 패킷 구조이다. IEEE 1394 기본 패킷위에 32비트의 추가 정보와 CRC 32비트가 추가되었다. 이 추가 정보에는 초기화 정보, 상태 정보, 제어 정보 등이 있으며, 비동기 패킷

전송인 경우에는 응답 패킷도 서로간에 보내서 데이터 전송의 정상 완료를 보장한다. 장치간의 응답 패킷인 경우에는 부가 정보 영역만 전송하게 되고 일반 IEEE 1394 패킷을 전송하는 경우에는 항상 부가 정보 영역을 추가하여 보내게 된다.

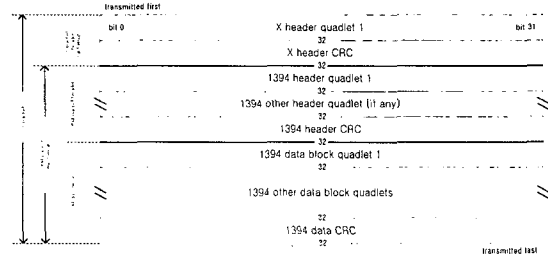


그림 3. 원거리 접속 장치간의 기본 패킷
Fig. 3. Primary packet between the systems for long distance connection

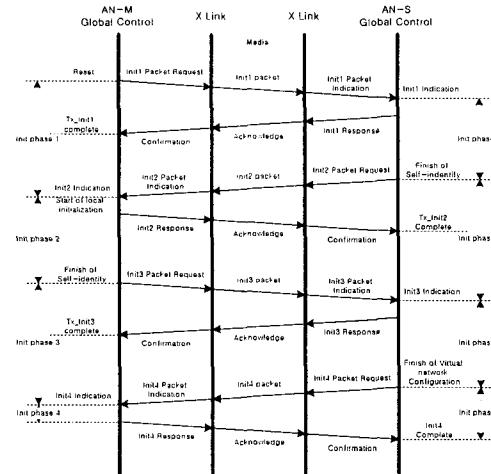


그림 4. 원거리 접속 장치간의 초기화 시나리오
Fig. 4. The initialization scenario between the systems for long distance connection

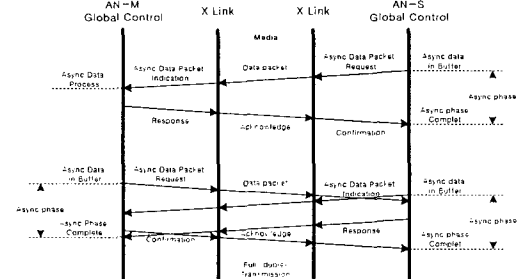


그림 5. 원거리 접속 장치간의 비동기 패킷 전송
Fig. 5. Scenario of asynchronous transmission between the systems

그림 4는 초기화 과정에서 가상 네트워크를 지원하기 위하여 양단의 정보를 서로 주고 받는 과정이다. 양 장치에서 4단계의 과정으로 이루어지는데, 첫번째 단계는 리셋 발생을 알리고 인지하는 과정, 두번째는 다수의 노드로 구성된 영역의 초기화와 가상 네트워크 구성, 세번째는 하나의 노드로 구성된 영역의 초기화와 가상 네트워크 구성, 마지막은 초기화 종료를 알리고 인지하는 과정이다.

그림 5는 정상 동작 중에 비동기 패킷을 원거리 접속 장치간에 주고 받는 과정이다. 장치간 미디어가 동시 양방향 전송을 지원하는 경우에는 IEEE 1394 표준과 무관하게 그림 5와 같이 양방향 동시 전송도 가능하다.

VI. 성능

원거리 접속 장치는 앞에서 설명한 것과 같이 링크 계층에서 데이터 전송이 이루어지며 가상 네트워크 기법을 이용하여 하나의 버스를 구성하며 데이터 전송을 보장한다. 표 1에서와 같이 기존의 원거리 접속을 위해 정의된 리피터와 원거리 접속이 목적은 아니지만 여러 버스를 접속할 수 있는 브리지와의 장단점을 정리해 본다.

원거리 접속용 리피터와 비교할 경우에는 본 장치가 원거리 접속에 의한 네트워크 성능 저하가 없다는 것이 장점이다. 리피터는 물리 계층에서 데이터 전송이 일어나며 단순히 데이터를 버퍼링해서 전송하는 기능에 불과하므로 원거리 접속에 의한 지연을 보상하기 위해서 전체 네트워크 성능을 떨어뜨린다. 표 1에서와 같이 리피터가 없을 때보다 양단에 리피터를 접속했을 때 4 hops이 추가되었을 때의 네트워크 성능으로 떨어진다. 그러나 본 논문의 원거리 접속 장치는 링크 계층에서 데이터 전송을 보장하여 응답 패킷도 자체 생성하여 처리하고 타이밍 보상을 수행하여 네트워크 성능 저하 없이 처리한다. 단점은 현재는 원거리 접속이 하나의 노드만이 가능하다는 것과 전체적인 장치의 기능적 복잡도가 높다는 것이다.

브릿지와 비교할 경우에는 기존 IEEE 1394 노드들의 수정이 필요없다는 것이 장점이다. 브릿지를 사용하는 경우에는 브릿지 반대편 노드들은 초기화 과정에서 보이지 않는다. 브릿지 반대편의 노드에게 정보를 주고 받으려면 이 브릿지를 지원하도록 기존의 노드들이 변형되어야 한다. 하드웨어, 소프트웨어적으로 많은 지원이 필요하므로 기존 노드들을 그대로 사용할 수는 없다. 그러나 원거리 접속 장치의 경우에는 기존 노드들이 원

거리 접속을 전혀 고려하지 않아도 되므로 유리하다. 그러나 접속 노드 수의 한계가 있고 장치의 추가 사용에 대한 방법이 아직 정의되지 않았다.

표 1. 원거리 접속 장치와 타장치간의 기능 비교

Table 1. The function comparison between the system for long distance connection and others

종류 비교기능	원거리 접속장치	리피터	브릿지
네트워크 성능저하	0 hop추가	4 hops추가	1 hop추가
기존 노드의 수정 필요	No	No	Yes
접속 노드수	Max 63	Max 59	Over 63
기능적 복잡도	High	Low	High
데이터 전송 계층	링크층	물리층	링크층

VII. 결론

본 논문에서 소개한 원거리 접속 장치는 리피터 보다는 좋은 성능을 가지며, 브릿지 보다는 현실적으로 구현과 적용 가능성이 높다. 전체적인 네트워크 성능 저하도 없으며 다수 대 다수의 노드를 접속하고, 하나의 버스에 다수의 원거리 접속 장치를 이용하는 방법으로 확장될 수도 있다.

IEEE 1394가 작은 오피스나 가정에서 네트워크의 중요한 자리를 매김하기 위해서는 원거리 접속과 같은 추가적인 요구 사항들이 충족되어야 할 것이다. 그리고 IEEE 1394 기능을 배가시키는 부가 기능과 외부망들과의 상호 접속 기법들도 정의되고 적용되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Michael D. Teener, "IEEE Standard for a High Performance Serial Bus", IEEE Standard, 1995
- [2] Peter Johansson, "P1394a Draft Standard for a High Performance Serial Bus", IEEE, 1997
- [3] Peter Johansson, "P1394.1 Draft Standard for a High Performance Serial Bus", IEEE, 1999
- [4] Radia Rerlman, "Interconnections - Bridges and Routers", ADDISON-WESLEY, 1992