



동기식 이더넷 표준화 동향

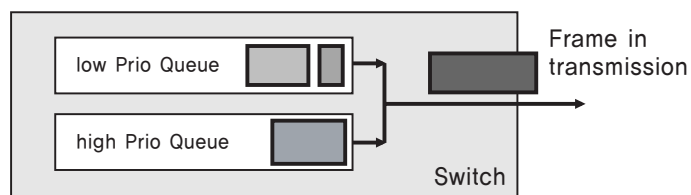
한국항공대학교 항공전자정보통신공학부 윤종호



기존의 비동기식 이더넷이 제공할 수 없는 엄격한 QoS 기능을 대신하여, 사이클 개념을 사용한 동기식 이더넷기술은 현재 Residential(Synchronous) Ethernet(RSE)라는 이름으로 IEEE802.3에서 표준화가 진행 중일 뿐만 아니라, ITU-T의 Next Generation Network Focus Group에서도 WAN에서의 이더넷 기술 활용측면에서 관심을 가지고 있는 새로운 기술이다.

현재 이더넷은 기존의 CSMA/CD 방식이 아닌, 점대점 연결로의 대표적인 전달수단을 간주되고 있기 때문에, 충돌에 따른 예측 가능하지 않은 지연시간 문제점은 발생하지 않는다. 따라서, IEEE802.1p 방식을 사용한 스위치를 활용하여, 실시간 전송이 필요한 트래픽에 대해서는 다른 데이터 트래픽에 비하여 우선적으로 처리될 수 있도록 함으로써, 어느 정도의 QoS를 제공할 수도 있을 것이다. 하지만, 이러한 802.1p 방식은 다음과 같은 문제점이 있다.

- <그림 1>처럼, 전송중인 하위 우선순위의 일반 패킷에 의해 실시간 패킷의 전송지연이 발생한다. 이것은 스위치에서의 non-preemptive 서비스 때문에 발생하며, 최악의 경우, 100Mb/s의 경우 122usec의 지연을 초래한다.
- 대역예약 기능이 없기 때문에, 과도하게 유입되는 실시간 패킷들간의 스케줄링에 의해 예측 가능하지 않은 지터가 발생한다.
- 다단 스위치로 연결되는 경우, 이러한 지터는 더욱 증가한다.



<그림 1> Non-preemptive 지연문제의 예

물론, 스위치를 사용하고, 각 포트별로 전이중통신 로가 개설되므로, 충돌에 의한 지연은 없다. 하지만, 스위치 내부 버퍼와 하위 우선순위 패킷의 전송에 의해 실시간 패킷간의 지터는 피할 수가 없다.

이러한 이더넷의 문제점을 해결하기 위하여, 그 동안 여러가지의 시도가 있었다. 예를 들면, 이더넷 상에서의 TDMA기능을 제공하는 RTnet, virtual token을 사용하여 전송순서와 전송시간을 예약해서 사용하는 VTnet, 그리고, 10여 년 전에 ISDN을 지원하기 위한 IsoEthernet 등의 기술이 있다. 또한, 최근, 100Mbps급 이더넷을 사용하여 실시간 장치들을 연결하는 MAGIC 기술이 발표되고, 이를 기반으로 한 새로운 동기식 이더넷(Sync-E)기술에 대한 표준화가 IEEE802.3에서 시도되고 있다.

이러한 실시간 전송을 위한 MAC 프로토콜은 대부분 고정된 싸이클과 슬롯을 사용하는 TDMA 방식으로서, 산업용 이더넷, 802.11 무선 LAN, 802.15 WPAN, IEEE1394 등에서 사용되고 있다.

산업용 이더넷은 크게 사무용 이더넷과 다음과 같이 다르다.

	사무용 이더넷	사무용 이더넷
토폴로지	스타	버스, 링, 스타
MTBF	medium	수십년
전송방식	acyclic	cyclic
실시간 전송기능	no	필수

지금까지 발표된 산업용 이더넷 프로토콜의 종류를 요약하면 <그림 2>와 같다.

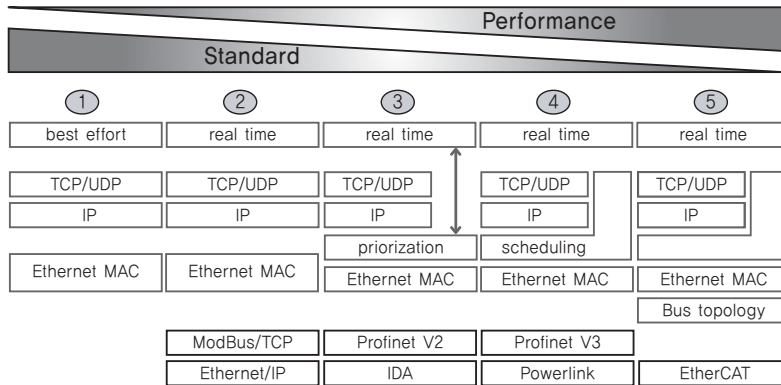
특히, PROFInet-IRT방식은 전이중 100Mbps이더넷상에서, 1ms 사이클, 1 μ s 지터를 보장하며, 이를 위한 전용 ASIC을 사용한다. 특히, <그림 2>와 같이, RT 트래픽과 non-RT 트래픽을 한 사이클내에 동시에 전송할 수 있다.

그리고, IsoEthernet은 National Semiconductor사에서 Narrowband ISDN 서비스와 asynchronous 이더넷 전송을 동시에 지원하기 위하여 여러 개의 슬롯으로 분할된 슈퍼프레임을 이용하는 방법으로써, 일반 이더넷 프레임의 전송을 지원하기 위한 P채널외에, ISDN 제어용 D채널, ISDN 동기트래픽용 C채널을 제공한다. 이외에 96Kbps의 채널관리용 제어채널인 M채널이 125usec의 하나의 프레임에 제공된다.

실시간 이더넷에서 특히 고려해야 할 사항은 time-of-date 동기설정이다. 즉, 비트동기 외에, 각 장치들이 house clock을 중심으로 동일한 time-of-date정보를 가져야 한다. 왜냐하면, 산재되어 있는 장치들간에 시간정보가 일치하지 않는 경우, 예를 들어, 동일한 시각에 발생한 이벤트들이 중앙의 제어장치에 보고될 때 서로 다른 시각에 발생한 것 처럼 보고될 경우, 이를 종합적으로 판단하여 제어하는 서버입장에서는 서로 다른 시각에 발생한 것으로 잘못 판단할 수 있다. 또한, A/V 장치가 산재되어 있는 경우, 동일한 시각정보가 제공되지 않는 경우, A/V장치간에 동기가 맞지 않을 수 있다.

동기식 이더넷은 1Gbps급 이더넷 상에서 125usec의 주기를 가지는 한 사이클 내에서 192개의 4바이트짜

리 슬롯들을 수납한 동기 프레임의 최대 16개 전송할 수 있다. 그리고 이러한 동기 프레임 전송이 사이클 내에서 완료되면, 남은 기간 동안에 비동기 프레임들을 전송할 수 있다. 이러한 동기 트래픽과 비동기 트래픽이 전송되는 하나의 사이클을 슈퍼프레임이라고 부른다. 이 슈퍼프레임의 시작은 첫 번째 동기 프레임의 동기 헤더에 있는 Sync 비트에 의해 알려지는데, 이 동기 헤더에는 이 사이클 내에 있는 동기 프레임의 개수, 여러 개의 동기



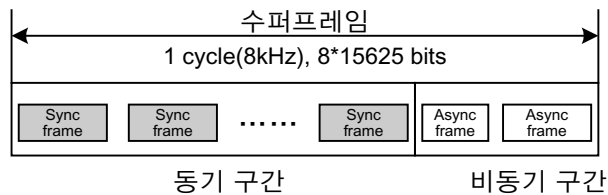
〈그림 2〉 산업용 이더넷의 종류

프레임에 걸쳐져 있는 동기 데이터 슬롯들의 유효성을 표시하는 비트열 등이 있다. 〈그림 3〉은 동기식 이더넷의 슈퍼프레임의 구성을 도시한 것이다.

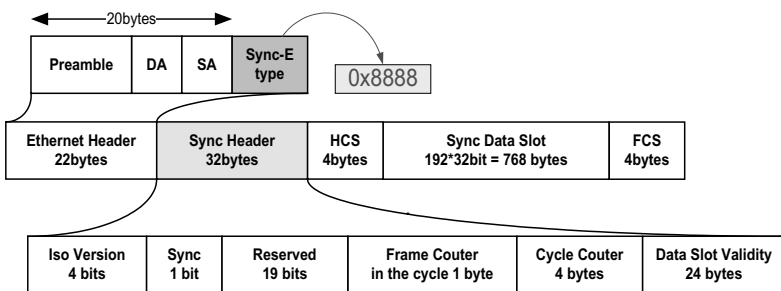
동기 프레임은 이더넷 헤더 22바이트, 동기 헤더 32바이트와 헤더 체크섬 4바이트, 4바이트의 동기 데이터 슬롯 192개, 프레임 체크섬으로 구성된다. 또한, 동기 헤더는 버전 정보 비트, Sync비트, 한 사이클 안의 동기 프레임 수를 나타내는 카운터, 사이클의 카운터, 데이터

슬롯의 유효성을 표시하는 비트와 예약 비트로 구성된다. 이더넷 헤더에는 동기 프레임을 나타내는 새로운 이더넷 타입이 사용될 것이다. 〈그림 4〉는 현재 고려되고 있는 동기 프레임의 구조를 도시한 것이다.

현재, 표준화가 진행중인 동기식 이더넷에는 다음과 같은 문제점도 있다. 하나의 슈퍼프레임의 비동기 구간에 비동기 프레임이 적어도 한 개 이상 전송될 수 있도록 하기 위해서 한 슈퍼프레임 내의 동기 프레임의 개수



〈그림 3〉 동기식 이더넷의 슈퍼프레임 구성



〈그림 4〉 동기 프레임의 구조

는 최대 16개로 제한된다. 이 경우, 비동기 구간 동안 최대 2153 바이트가 전송될 수 있다. 하지만, 비동기 구간에서 전송 중인 비동기 프레임에 의해 다음 슈퍼프레임의 시작이 지연될 수 있는 문제점이 있다. 최악의 경우, 사이클의 지연시간은 최대 1518바이트의 전송 시간동안 지연될 수도 있다. 특히 이렇게 지연되는 경우, 다음 슈퍼프레임의 동기 구간이 축소되는 문제도 발생할 수 있다.

현재, 이러한 동기식 이더넷에 대한 표준화는 IEEE802.3을 중심으로 PAR를 제출하기 위한 SG가 결성되어 내년 3월까지 정식 WG으로 등록된 후, 2년 내에 이에 대한 표준화를 완료하려고 하고 있다. 본 기술에 관심을 보이는 회사로는 삼성전자, 브로드콤, 노텔, 파이오니어 등이 있다. 