

# 택내 ATM망의 프로토콜 설계 및 분석

## : Warren Protocol 및 IEEE1394의 특성 비교

\* 김민경 \*\* 장종욱  
\* 동의대 정보통신공학과  
\*\* 동의대 컴퓨터공학과

### Design and Analysis of Home ATM Protocol

#### : Comparison Warren Protocol with IEEE1394

\* Min-kyung Kim, \*\* Jong-wook Jang  
\* Dept. of Inform& communications, Dong-eui Univ  
\*\* Dept. of Computer Engineering, Dong-eui Univ  
\* E-mail : mkkim@hyomin.dongeu.ac.kr  
\*\* E-mail : jwjang@hyomin.dongeu.ac.kr

### 요약

초고속 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 액세스 망의 초고속 통신망 구축과 함께 택내망까지 멀티미디어 서비스의 제공이 필수적으로 요구되고 있다. 이러한 멀티미디어 서비스의 택내망 수용을 위한 대표적인 방안으로 제시되고 있는 것이 'Warren Protocol'과 'IEEE1394'이다.

Warren은 택내에 ATM 스위치와 가입자 단말이 상호 연결되어 있는 메쉬형 네트워크로 Warren Controller(WC)라는 하드웨어를 따로 두어 ATM 스위치와 가입자 단말을 제어하므로 저비용으로 택내에서 ATM 망 구현이 가능한 형태이다. 반면에, IEEE1394는 컴퓨터와 주변기기간에 디지털 정보를 고속으로 전송하기 위한 직렬 버스 인터페이스로 가정 내에 non-ATM 망을 구축하는 대표적인 인터페이스이다.

본고에서는 택내망에 가장 적합한 새로운 프로토콜의 개발을 하기 위해 먼저 Warren과 IEEE1394 인터페이스의 장·단점을 비교 분석하고자 한다.

본고의 내용을 살펴보면, 처음에는 두 인터페이스의 기본 개념을 제시하고, 이 인터페이스가 적용된 택내망 구조 및 프로토콜에 대해 살펴본 후, 장·단점을 알아본 다음 끝을 맺도록 하겠다.

### I. 서론

현대에는 정보통신의 발달로 각 가정에 비디오를 비롯한 다양한 멀티미디어 서비스 제공에 대한 요구가 증대되고 있다. 따라서, IEEE에서는 이러한 택내의 멀티미디어 서비스의 수용을 위해 대표적인 차세대 기술로 IEEE1394 인터페이스를 제안하였다. 이 기술은 컴퓨터와 주변기기간에 디지털 정보를 고속으로 전송하기 위한 직렬 버스 인터페이스로

현재 IEEE1394 TA라는 WG이 표준화활동을 하고 있다. 그리고, 98년 2월 ATM forum RBB WG의 애너하임 회의에서 발표된 ATM 기반의 Warren 프로토콜이 홈 네트워킹을 위한 기술로 새롭게 주목되고 있다. Warren 프로토콜은 택내에 ATM 스위치와 가정기기가 상호 연결되어 있는 메쉬 형태의 망으로 Warren Controller(WC)라는 하드웨어를 따로 두어 ATM 스위치와 각 단말기들을 제어하도록 되어 있다.

본고에서는 이러한 ATM 기반의 Warren 프로토

콜과 non-ATM인 IEEE1394를 상호 비교 분석하여  
 태내망에 적합한 프로토콜의 개발을 위한 기반으로  
 삼을 것이다. 먼저, 각 프로토콜의 기본 개념을 알  
 아보고, 태내망에 적용되는 네트워크 구조와 제어  
 프로토콜을 비교 분석한 후 장·단점을 제시하고  
 끝을 맺도록 하겠다.

## II. 네트워크 구조

### 2.1 물리계층

각 프로토콜의 물리계층을 살펴보면, Warren에서  
 는 기본 전송매체로써 powerline, PoF, CATV cable  
 뿐만 아니라 저비용화(low-cost)를 위해 가정 내에  
 기존의 전화선로인 twisted pair을 사용한다. 각 전  
 송매체는 평균 25.6Mbps로 동작하고  
 'plug-and-play' 기능을 적용하여 다른 디바이스의  
 동작에 영향을 주지 않고도 주변 장치의 연결이나  
 분리가 가능하다.[1] IEEE1394는 twisted pair,  
 PoF, single-mode fiber등을 사용하도록 하고, 주변  
 기기 사이의 케이블의 길이는 최대 4.5m이다.  
 IEEE1394의 케이블에는 6가닥의 구리선이 들어 있  
 는데 이중 2개는 +, - 전원 공급용이고, 다른 4개는  
 신호선으로써 데이터와 제어정보를 전달하기 위한  
 것이다. IEEE1394는 쌍방향 통신이 가능하며,  
 Warren과 마찬가지로 plug-and-play 기능을 제공한  
 다. 또한 100Mbps, 200Mbps, 400Mbps의 빠른 속  
 도를 낼 수 있다.[2]

Warren에서는 ATM25를 기본 스위치로 한다. 이  
 스위치는 일반 표준 ATM 스위치와 동일하게 동작  
 하는데, Warren Control Protocol(WCP)의 단일 셀  
 매체지를 사용하여 외부적으로 더 쉽게 모니터링하고  
 제어할 수 있는 심플한 구조를 가지고 있다.  
 Warren에서는 저비용화를 위해 스위치 및 각 단말  
 기에 제어를 위한 소프트웨어를 두지 않고  
 WC(Warren Controller)에서 제어하도록 하고 있다.  
 그 외, 커넥터의 규격은 RJ45를 사용하도록 하고,  
 스위치당 노드 수는 5개를 기본으로 한다.  
 IEEE1394는 가정 내의 각 디바이스들이 IEEE1394  
 커넥터를 통해 1394 bus 인터페이스에 연결되도록  
 되어 있다. 또한, 각 디바이스는 전송 매체 안에 전  
 원 공급선이 있기 때문에 따로 전원장치를 가질 필  
 요가 없고, 데이터 체인 형태를 통해 2개의 포트를  
 가지고 있다. IEEE1394는 태내뿐만 아니라 외부와  
 의 연결을 위해 'home gateway'라는 것을 두고 있  
 다.

### 2.2 토폴로지

Warren은 다양한 토폴로지 형태를 허용한다. 그  
 림 1에서는 스위치들이 버스와 링 형태로 연결되어

있다. 이러한 형태는 스위치 포트의 수를 적절하게  
 사용하여 저비용화를 실현할 수 있도록 한다. 또한,  
 Warren은 WC(Warren Controller)에서 스위치와 각  
 단말장치들을 제어하므로 WC는 '자동 토폴로지 파  
 악 알고리즘(a dynamic topology determination  
 algorithm)을 사용하여 태내의 토폴로지를 파악하고  
 있어야 한다. 이 알고리즘은 WC를 루트(root)로 한  
 트리(tree) 형태의 토폴로지를 구현하게 되는데 이  
 러한 트리 형태를 취함으로써 WC는 스위치를 거쳐  
 각 디바이스까지 최적의 경로를 파악하는 것이 가  
 능하다.

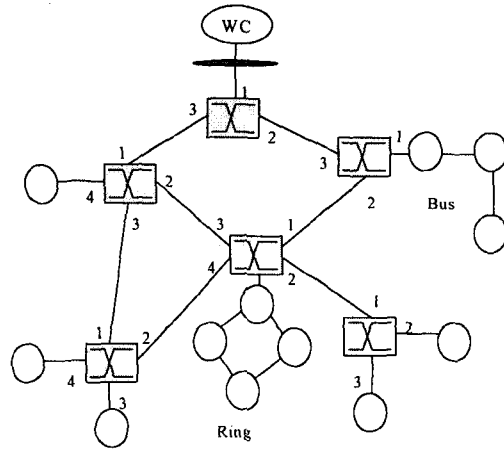


그림 1. Warren Network 토폴로지

그 외, Warren은 ATM25 스위치와 각 디바이스  
 를 데이터 체인 형태나 버스형태로 연결하여 사용  
 할 수도 있다. 보통 태내에는 스위치를 8개까지 두  
 는 것을 원칙으로 하고 스위치당 다운로드 수는 5  
 개로 한다.[1]

IEEE1394를 살펴보면, IEEE1394는 태내 디바이스  
 들 간에 데이터 체인 형태를 취한다. 그림 2는 PC  
 모니터에 DVD 이미지를 보여주기 위해서 DVD로  
 부터의 트래픽이 두 대의 다른 디바이스 즉, 프린터  
 와 디지털 오디오를 통해 전달되는 데이터 체인 형  
 태의 토폴로지를 보여주고 있다. 이러한 연결설정은  
 루트 노드에 의해 이루어지는데 이 루트 노드는 태  
 내망에서 일어나는 전체적인 작업들을 보여줄 수  
 있는 구조를 필요로 한다. 또한, 한 가정 내에서 여  
 러 개의 데이터 체인이 구성될 수 있다. 그림 2에  
 'Home Gateway'에서 다른 데이터 체인 형태로 TV  
 가 구성되어 있는 것을 볼 수 있다. 하지만, 이러한  
 구성은 모두 단일 버스를 통해서이다.[3] IEEE1394  
 는 트랜잭션 기반의 패킷 기술을 이용한 적절 통신

인터페이스 방식이므로 각 노드의 디바이스들은 마치 어떤 메모리 영역에 걸쳐 각 블록마다 배치되어 있는 것처럼 보이며, 각 노드는 재생기(repeater)의 역할을 하게 된다. 이러한 IEEE1394 프로토콜을 적용한 시스템의 전체 거리는 72m로 제한되어 있는데 이는 전송라인을 통해 신호가 전달되면서 생기는 신호감쇄현상 때문이다.

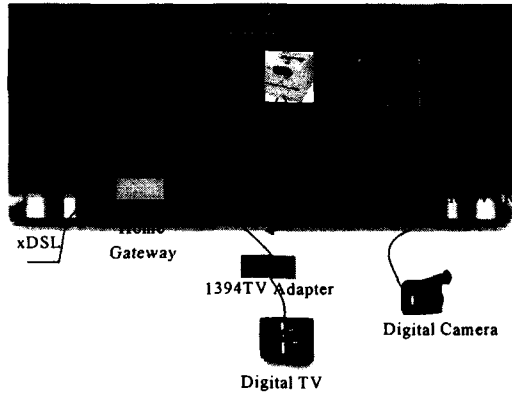


그림 2. IEEE1394 Network 토폴로지

그 외, 데이터 체인뿐만 아니라 스타 토폴로지 형태로도 구성 가능하다.

### 3. 스위칭

그림 3은 태내의 wiring 형태를 보여주고 있다.[4]

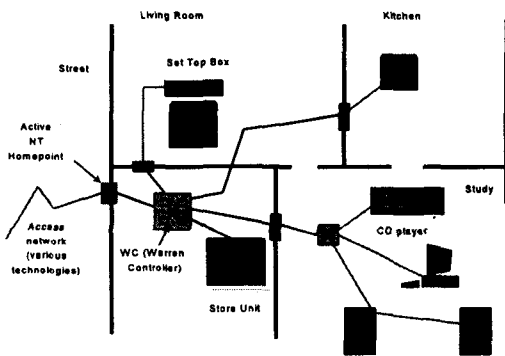


그림 3. Warren 망의 태내 배선형태

'Home Point'는 외부와 태내를 연결시켜주는 NT 역할을 한다. WC에 있는 'proxy'와 같은 소프트웨어가 Warren내의 모든 디바이스의 시그널링과 외부 시그널링을 제어하고 연결해준다. 이러한 proxy는 각 링크상에서의 VCI 및 스위치와 디바이스의 주소(address)간의 라우팅(routing) 테이블과 매핑(mapping) 테이블을 유지관리하고, Warren과 외부와의 연결을 위한 지속적인 프로세스를 실행한다. 이러한 WC에서는 2가지 형태의 스위칭 동작이 일어나는데, 한가지는 앞에서 설명한 '자동 토폴로지 파악 알고리즘'을 실행하여 WC에서 각 디바이스까지 토폴로지 내의 상태를 파악하기 위한 것이고, 다른 한가지는 'Warren Control' 동작의 실행을 위한 스위칭이 있다. 이 두가지 모두 연결이 설정된 상태에서는 셀의 흐름을 방해받지 않고 셀 스위칭 기능의 수행이 가능하다. 또한, Warren 프로토콜은 상향 트래픽(Upstream)을 위해 각 스위치가 외부로 나가는 상향 포트(Up port)를 가지고 있다. 하지만 어떤 상향 포트가 외부로 나갈것지를 결정하는 것은 해당 스위치에 미리 설정(hardware)되어 있지 않고, WC(Warren Controller)에서 power-on시에 '자동 토폴로지 파악 알고리즘'을 실행하여 상향 포트를 선택한다. 그 외, Warren은 저비용화를 위해 각 디바이스에 'a through ATM port'라는 것을 사용한다. 이것은 디바이스의 단방향 출력이 다른 디바이스의 단방향 입력 포트에 연결 가능한 것이다. 이것은 스위치 포트의 분산된 형태에 따라 디바이스간에 데이터 체인을 가능하게 한다.[1]

반면, 그림 4는 IEEE1394-'Home Gateway'의 구조를 보여주고 있다.

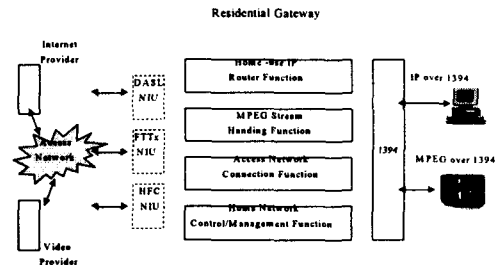


그림 4. IEEE1394-'Home Gateway'의 구조

IEEE1394 프로토콜을 사용한 태내망에서는 루트 노드에서 가정 내의 모든 트래픽의 흐름을 파악할 수 있어야 하는데, 원칙적으로는 데이터 체인에 연결되어 있는 어떤 디바이스라도 가능하다. 하지만, 대체로 외부와의 연결을 위한 'Home Gateway'가

이러한 기능을 수행하는 논리적인 장치이다. 이 장치의 기능을 구체적으로 살펴보면, 'home-use IP router function'은 IEEE1394 인터페이스에 IP 주소를 설정해준다. 'MPEG-2 stream-handling function'은 IEEE1394와 MPEG간의 상호동작에 관계하며 실제로, 이 기능은 IEEE1394 채널에 MPEG 프로그램을 배치한다. 'Access network connection function'은 액세스 망과의 상호동작을 위한 것이고 'control/management function'은 관리시스템과의 연결동작에 관계한다.[2]

### III. 제어 프로토콜

#### 3.1 제어 포맷

Warren 제어 프로토콜은 단일 셀 메시지로 Warren 명령어를 구성한다. 이러한 명령어는 고정된 VCI값을 가지는 전송매체 상에서 전송된다. Warren은 가능한 한 많은 ATM 장비들을 가정에서 사용할 수 있도록 경제적인 방안을 고려하여 Warren 스위치에서 VIP 필드는 무시하고 단지 VCI 스위칭만 수행하도록 하였다. 따라서, VPI 필드는 항상 zero로 리셋(reset)되어 있고, VCIs는 명령어를 번역, 전달, 생성하는 프로토콜과 함께 모든 Warren 스위치에 미리 연결되어 있다.

IEEE1394의 직렬 버스 패킷 포맷은 quadlets(4bytes)의 배열로 구성되어 있다. 각 필드들은 그들의 위치와 폭의 연결을 표시하고 가장 왼쪽 비트부터 전송된다. 그림 5는 IEEE1394 Packet의 format을 보여주고 있다.[5]

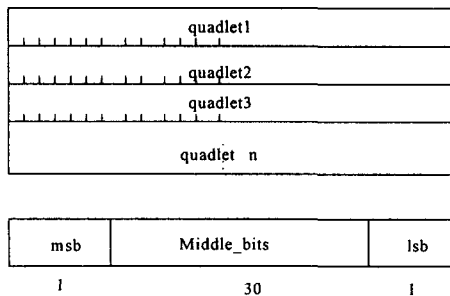


그림 5. IEEE1394 패킷 포맷

#### 3.2 시그널링

Warren 내의 각 디바이스들은 그들의 특정 식별인자를 가지고 있지 않다. 대신 WC(Warren Controller)까지 상호 연결되어 있는 토폴로지 상에

서 'source routing scheme'를 이용하여 WC로부터의 명령어가 목적 디바이스까지 스위칭 된다. 이러한 소스 라우터(source route)는 8개의 라우팅 요소를 가지고 있는데, 이것들은 각각 8bit로 인코딩되어 있다. 이 명령어는 셀 페이로드(cell payload)에서 라우팅 필드 뒤에 따라온다. 그림 6에서 Warren 셀 포맷형태를 보여주고 있다.[1]

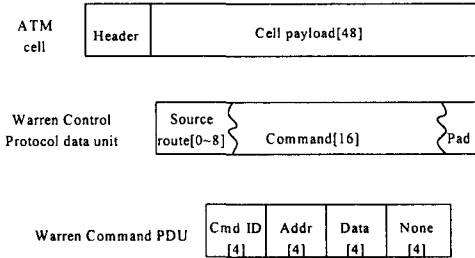


그림 6. Warren 명령어를 나타내는 ATM 셀

명령어 식별자(Cmd ID)는 4octet의 길이이고, 소스 라우터와 명령어 필드간의 경계를 나타내며 스위칭을 시작한다. 이러한 WCP(Warren Control Protocol) 셀을 수신한 스위치는 페이로드의 첫 번째 바이트를 체크한다. 만약, 이것이 명령어면 스위치는 그 명령어를 실행하고, 그렇지 않으면 그 첫 번째 바이트에 인지되어 있는 포트에 그 셀을 전달한다. WCP 셀이 원하는 곳에 전달되면, 페이로드의 첫 번째 라우팅 요소는 폐기되고 페이로드 끝부분에 생성된 공간은 널 패딩(null padding)으로 채워지는 이동이 일어난다.

IEEE1394의 디바이스는 각각 ROM을 내장하고 있다. 이 ROM에는 MAC 주소라든가 그 디바이스의 속도, 그리고 비동기(asynchronous)모드로 동작할 것인가 동시성(isochronous)모드로 동작할 것인가에 관한 정보 등이 기록되어 있다. 이 IEEE1394 직렬버스는 이미 표준화되어 있는 IEEE1212 CSR(Command and Status Register) 구조를 따른다.[6] 이것은 IEEE1394 디바이스에 전원이 들어 올 때 'bus reset'이라든가 'power reset'같은 이벤트(event)를 발생시켜주고, 'bus reset'상에서 각 ROM의 내용이 전달되면 루트 노드는 모든 트래픽의 내용을 듣고 토폴로지를 구성하게 된다. 이러한 'bus reset'후 루트 노드는 네트워크에 접속된 전체적인 구성을 파악하게 된다. 또한, 64bit의 고정된 어드레싱(addressing) 방식을 사용하여 메모리 버스와 같은 논리적 구조를 가지고 있다. 여기서 IEEE1394 프로토콜은 비동기 전송과 동시 전송의

두가지 형태의 데이터 전송 방식을 제공한다. 비동기 전송에서는 데이터와 계층정보가 명시된 주소로 전송하고 그에 비해, 동시성 모드에서는 데이터를 보낼 때 주소를 사용하지 않고 채널 번호를 포함시켜서 전송한다. 동시성 전송에서는 타이밍이 중요시 되고 재전송은 일어나지 않는다. 이런 동시성 전송은 동화상이나 음성정보처럼 시간적인 제약이 많은 멀티미디어 정보를 전송할때 사용된다. 반면, 비동기성 모드는 데이터 전달이 주가 되고, 데이터를 잃어버렸을 때는 재전송이 가능하다. 주로 프린터나 스캐너처럼 실시간으로 동작하지 않아도 되는 정보를 전송할 때 이용한다.

거론되고 있는 ATM 기반의 Warren 프로토콜과 non-ATM 기반의 IEEE1394 프로토콜에 관해 전반적으로 비교 분석해 보았다. 실제, IEEE1394 프로토콜 기반의 제품들은 이미 개발되어 있는 상태고, Warren을 적용한 제품들도 현재 활발히 개발되고 있는 중이다. 앞에서 살펴보았듯이, 두 프로토콜의 우위를 가리기는 쉽지가 않다. 단지, 접속되는 가입자 단말의 수와 토폴로지, 그리고, 외부망과의 ATM 서비스 등을 고려할 때에 달라지기도 한다.

앞으로는 두 프로토콜의 장점을 기반으로 한 새로운 대내망 ATM 프로토콜을 제안하고 설계, 구현하고자 한다.

#### IV. Warren 과 IEEE1394 프로토콜의 장·단점 비교

Warren은 값비싼 ATM 망을 저비용화로 대내에 적용 가능한 프로토콜이다. 이미 개발된 IEEE1394가 각 디바이스에 ROM이 장착된 트랜잭션 기반의 프로토콜인데 비하여 Warren은 WC(Warren Controller)에서 모든 제어 및 시그널링을 처리해 준다. 한편으로, 이것은 WC가 down 되었을 때 대내망 전체에 영향이 미치는 단점도 가지고 있다.

IEEE1394는 원래 컴퓨터와 주변장치간의 상호연결을 위한 RS-232, SCSI 버스 와 같은 인터페이스들을 대체하기 위해 개발된 것이다. 이것은 400Mbps 까지의 속도로 양방향 통신이 가능하고 기존의 병렬방식에 비해 커넥터 및 케이블의 굵기가 가늘어서 사용에 간편하다. 하지만, 신호감쇄 현상을 줄이기 위해 각 링크간 길이가 4.5m로 제한되어 있어 집이나 작은 사무실 환경에서만 적합하다. 또한, IEEE1394 프로토콜은 데이터 체인 방식을 취하게 됨으로써 넓은 대역폭을 모든 노드가 공유하게 되어 MAC 프로토콜 문제까지 생각해야 한다. 이것은 ATM 망에서 적용되는 Warren 프로토콜과 비교해 보았을 때 Warren이 비록 더 작은 대역폭을 사용할지언정 WC(Warren Controller)를 통해 더 고품질의 대역폭을 제공받게 되고 multimedia upstream은 압축된 포맷형태로 전송되므로 IEEE1394에서의 큰 대역폭을 요구하지 않는다.[7] 하지만, 바꾸어 생각하면, IEEE1394는 압축되지 않은 형태로 데이터가 전송되기 때문에 링크를 통해 전달되는 데이터로부터 압축을 푸는 기술이 적용되지 않는 이점도 가지고 있다.

#### <참고문헌>

- [1] David. J Greaves & Richard J. Bradbury, "Warren : A low cost ATM Home Area Network", IEEE Network January/February, P44~54, 1998
- [2] <http://Sunspark.ccpark.or.kr/~media/nm/etc/list3.htm>
- [3] George Abe, Residential Broadband, Macmillan Technical Publishing, P412~419, 1998
- [4]<http://www.cl.cam.ac.uk/Research/SRG/HAN/Warren/docs>, "Summer98 Powerpoint Presentation" by David Greaves
- [5] IEEE1394b Draft v.0.13 P19~21, Sep.1998
- [6] <http://fireflyinc.com/Sum9806.pdf>
- [7]<http://www.cl.cam.ac.uk/Research/SRG/HAN/Warren/docs>, "Control architectures for home area network"

#### V. 결론

본고에서는 최근 대내망 구축을 위해 대표적으로