

# 링형 토폴로지를 갖는 맥내 ATM 망의 설계

이재욱\*, 고윤섭\*, 전영애\*\*, 박용진\*  
\*한양대학교 전자공학과, \*\*한국전자통신연구원 표준화연구센터

## Design of HAN/RT(Home ATM Network with Ring Topology)

Jaeook Lee\*, Yunseob Ko\*, Youngae Jeon\*\*, Yongjin Park\*  
\*Dept. of Electronic Engineering, Hanyang University, \*\*KETRI PEC

### 요약

초고속 정보통신망의 등장과 다양한 서비스 및 통신기능을 갖춘 정보가전의 개발로 인하여 맥내통신망 개발의 중요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 맥내의 정보 가전들간에 경제적으로 ATM 기반의 고속 통신 기술을 제공하는 HAN/RT(Home ATM Network with Ring Topology) 프로토콜을 제안한다. HAN/RT는 저가이며 단순한 기능만을 가진 스위치로 셀 스위칭을 수행하며, 스위치의 복잡한 기능은 제어기에 적재하여 효율적인 망구조를 설계한다 또한 HAN/RT에서의 셀 교환 시나리오에 대하여 기술한다

### 1. 서론

통신분야의 주요 현인은 광대역 멀티미디어 통신을 지원하기 위한 전송 망의 구축과, 이를 통한 응용 서비스의 연구개발에 노력을 기울이고 있다. 최근에는 이들 초고속 환경의 가입자측 연장선으로서 맥내 통신망에 대한 연구가 활발해지고 있다. 맥내 통신망이란 맥내의 가전기기들이 점차 디지털화 되고 통신 기능을 갖추므로써 등장한 개념이다 [1].

향후 ATM 기반의 초고속 정보통신망이 구축되는 경우 ATM 방식을 사용하지 않는 프로토콜의 경우 변환 기술이 필요해지므로 ATM Forum 표준화 기구에서는 순수 ATM 방식에 기반을 둔 맥내 통신망 기술에 표준화의 초점을 맞추고 있다[2] 지금까지 개발된 맥내 ATM 통신망 기술에는 메쉬형 토폴로지를 갖는 ATM Warren[3]과 트리형 토폴로지를 갖는 CHANCE[4] 프로토콜이 있다.

본 논문에서는 맥내 통신망의 기본 요구사항을 만족하고 ATM Warren 과 CHANCE 프로토콜에 비하여 낮은 비용으로 맥내 ATM 망의 구현이 가능한 개념적 모델인 HAN/RT(Home ATM Network with Ring Topology)를 제안한다. HAN/RT는 릴레이(relay) 방식의 단순한 스위칭 기능을 가지므로 프로세서와 외부 메모리가 없는 논리회로로 구현이 가능하며, 스위치의 복잡한 기능은 제어기에 적재함으로써 HAN/RT의 목적을 달성한다

본 논문의 2장에서 기존 맥내 ATM 망 프로토콜이 갖는 문제점들을 살펴보고, 3장에서는 HAN/RT의 기본 구조 및 기능, 셀 형태, 동작 원리를 기술한다. 4장에서는 셀 교환 시나리오에 대하여 기술하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

### 2. 기존 맥내 ATM 망 프로토콜의 문제점

캠브리지 대학에서 개발된 ATM Warren이 메쉬형 토폴로지를 가짐으로 인해 링크 고장에 대비하거나 트래픽 분산의 기능을 수행할 수 있는 장점에 비해 제어기의 기능이 복잡해지고 우회경로를 위하여 고가의 스위치 포트를

낭비하게 된다. 또한 제어 셀의 스위칭을 위한 소스라우팅은 스위칭 요소의 기능을 복잡하게 한다 이러한 ATM Warren의 문제점은 트리 토폴로지를 갖는 CHANCE 프로토콜에 의하여 해결할 수 있었다. 그러나 CHANCE 프로토콜은 스위치에 스위칭을 위한 관리정보를 가져야 함으로 외부 메모리를 필요로 하고, 각 장비간에 유일한 경로만이 존재하므로 신뢰성 및 상위 스위치에 병목현상이 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다.

일반적으로 맥내 통신망은 프로토콜이 간단하면서도 경제적으로 구성할 수 있는 측면이 우선적으로 고려되어야 할 것이다. 이러한 이유로, 맥내 ATM망에서 복잡한 제어기능을 갖는 제어요소는 망 내에 유일하고, 망 규모의 확장과 장치의 연결을 위하여 스위칭 요소가 증가하는 구조로 구성되어야 한다. 망을 확장할 경우, 맥내 ATM의 설치비용은 제어요소의 가격에 비하여 스위칭 요소의 가격에 많은 영향을 받는다. 그러므로 스위칭 요소의 기능 단순화로 가격을 낮추는 설계방안이 필수적이다.

### 3. HAN/RT의 구조 및 기능

맥내 ATM 망의 효율성은 셀의 스위칭을 위하여 제어기에 독립적으로 스위치가 자체적으로 스위칭 기능을 수행할 수 있으며, 스위치 내에 스위칭을 위한 최소의 관리정보를 갖음에 의해 향상 될 수 있다. HAN/RT는 링형 토폴로지가 갖는 특성을 이용하여 스위치에 스위칭을 위한 관리정보 없이 간단한 릴레이(relay) 형식을 갖는 스위칭 기능만을 수행함으로써 단순화 된 스위치의 구조 및 기능을 제공한다.

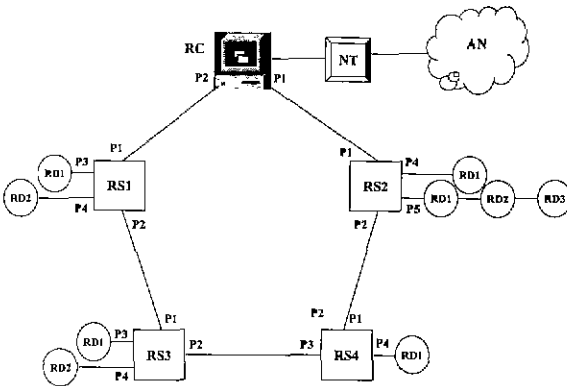
다음에는 HAN/RT의 구조와 기능, 셀의 형태, 그리고 GFC 필드로 구분되는 셀의 종류와 용도 및 동작원리를 설명한다

#### 3.1. 기본구조 및 기능

HAN/RT의 물리적인 기본 토폴로지는 평범한 점대점

ATM25 링코로 구성된 링형 구조를 갖는다. HAN/RT 프로토콜은 ATM 셀의 헤더 필드만을 이용하여 플러그앤플레이(Plug and Play) 기능을 제공한다 또한 기존의 매쉬 토폴로지를 갖는 ATM Warren 프로토콜이 소스 라우팅 기법을 이용하여 제어기에서 각 디바이스로 제어 정보를 전달하는 방식과는 달리, HAN/RT 프로토콜은 스위칭을 위한 정보를 스위치에 가지지 않고 ATM 헤더의 스위치 및 디바이스 식별자만을 이용하므로 스위칭 기능을 단순화 하고 디바이스간에도 제어 정보를 교환할 수 있는 특징을 갖는다.

HAN/RT의 구조는 소규모이며 저렴한 가격으로 망을 구축하기 위하여 단순히 릴레이 기능만을 가진 스위치와 복잡한 제어 기능을 가진 제어기로 이루어진 이원화 구조를 가진다 특히, 맥내 ATM 망에서 복잡한 제어 기능을 수행하는 제어기는 망 내에 하나만이 존재하고, 망 규모의 확장과 장치의 연결을 위하여 스위치가 증가하는 구조를 갖는다. 망을 확장할 경우, 맥내 ATM의 설치비용은 제어요소의 가격에 비하여 스위치의 가격에 많은 영향을 받는다. 그러므로 스위치의 기능 단순화로 가격을 낮추는 설계방안이 필수적이다 이러한 이유로 스위치의 기능에는 스위칭을 위한 최소한의 기능과 제어기의 제어 명령에 대한 기본적인 응답 기능 만을 포함하는 스위치의 설계 방안이 전체적인 맥내 ATM 망의 기능 단순화를 가져온다.



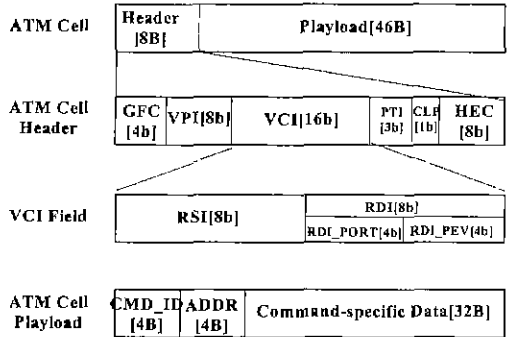
<그림 1> HAN/RT 기본 토폴로지의 예

<그림 1>은 HAN/RT의 기본적인 망 구성의 예이다. RC는 HAN/RT의 토폴로지에 대한 구성 정보를 자동으로 인식하기 위한 기능을 포함한다 또한 망 내 모든 장비의 상태를 관리하기 위한 망 관리 기능(NMF: Network Management Function), 망 내 트래픽의 사용량을 관리하기 위하여 트래픽 관리 기능(Traffic Management Function) 등의 지능적이고 복잡한 기능을 수행한다. NT는 외부 액세스망과의 연결을 위한 장비로써 외부 망과 내부 망으로의 물리적 인터페이스 기능을 제공한다. 그리고 RS는 다수의 25Mbps ATM 포트를 제공하며, 각 스위치는 포트별로 직접 연결된 장비들의 ID(Identifier)를 관리하는 PLUT(Port LookUp Table) 만을 관리한다. RD는 사용자의 가전 기기를 말하며 RS의 한 포트에 연결된다. RS와 RD간의 연결은 단일 단말전용의 스위치 포트를 갖는 성(Star)형을 기본으로 한다 맥내에서

모든 장비들의 연결은 PoF(Plastic Optical Fiber)를 사용하며, 커넥터는 PoF-Jack 타입을 이용한다

3.2. 셀 형식

HAN/RT 프로토콜은 맥내에서 주고 받는 모든 제어용 ATM 셀과 데이터용 ATM 셀에 대해 적용된다 <그림 2>는 HAN/RT에서 사용되는 제어용 ATM 셀의 구조를 보인다 <그림 2>에서 VPI(Virtual Path Identifier)는 목적 RS의 식별자인 RSI를 나타내며, VCI(Virtual Connection Identifier) 필드는 목적 RD의 식별자인 RDI를 나타내는데 사용된다 VCI 16비트 중 상위 8비트는 RS의 식별자인 RSI(Ring Switch Identifier)를 나타내는 용도로 사용된다. 하위 8비트는 RD의 식별자인 RDI(Ring Device Identifier)를 나타내기 위해 사용된다. RDI는 다시 RS의 한 포트를 나타내는 RDI\_PORT에 4비트를 사용하며 RDI의 나머지 4비트는 포트에 연결된 RD의 주소를 나타내는 RDI\_DEV에 사용된다.



<그림 2> HAN/RT의 제어용 ATM 셀 구조

3.3. 셀의 종류 및 용도

제어용 셀과 데이터용 셀의 구분은 ATM 셀의 헤더 필드 중에서 GFC (Generic Flow Control) 필드의 값을 이용해서 이루어진다. <표 1>은 GFC 필드 값에 따른 맥내에서의 ATM 셀 기능을 보여주고 있다. GFC 필드 값이 "0000"을 갖는 NORMAL DATA CELL은 일반적인 데이터 셀을 나타내고, 나머지 값을 갖는 셀들은 제어를 위한 셀을 나타낸다

<표 1> GFC 필드 값에 따른 기능

GFC	기능	GFC	기능
0000	NORMAL DATA CELL	1000	RS PROBE REQUEST
0001	RS BEACON	1001	RS HELLO
0010	RD BEACON	1010	RD HELLO
0011	AU ALIVE	1011	IM ALIVE
0100	COMMAND	1100	COMMAND ACK
0101	INTER_CALL REQUEST	1101	INTER_CALL ACK
0110	INTRA_CALL REQUEST	1110	INTRA_CALL ACK
0111	RS PORT CHANGE	1111	RESET

GFC값이 '1111'인 경우에는 RC에서 RS 혹은 RD의 상태를 초기화 하는 RESET 제어셀을 나타낸다 그 밖의 GFC 필드의 기능에서 RS BEACON과 RD BEACON은 RS나 RD의 등록 시에 사용되며, RS HELLO 및 RD HELLO는 이에 대한 응답으로 이용된다 AUALIVE는 RS나 RD의 동작 여부를 관리하기 위해 RC가 생성하는 제어 셀이며, 이에 대한 응답으로 RS나 RD가 생성하는 IMALIVE가 있다. 또한 RC에서는 RS나 RD의 상태를 제어하기 위해 별도의 제어 데이터를 갖는 다양한 제어 명령을 보낼 수가 있는데 이러한 제어 명령들은 COMMAND 제어 셀을 통해 전달되며, 이에 대한 응답은 COMMAND ACK가 된다.

INTER\_CALL REQUEST 제어 셀의 경우에는 RD가 RC로 하여금 외부 액세스망으로의 연결 설정을 요청하는 제어 셀이며, 이를 받은 RC는 외부 액세스망을 통해 연결을 설정한다 다음 INTER\_CALL ACK 응답 셀을 해당 RD로 전달한다. INTRA\_CALL REQUEST 제어 셀은 HAN/RT내의 RD와 통신을 원할 경우에 사용된다 INTRA\_CALL REQUEST 제어 셀을 수신한 RC는 ICMT(Internal Configuration Management Table)을 검색하여 루트상에 존재하는 RS들의 상태와 대역 사용량을 검사하여 가용 대역이 확보되면 송신 RD에게 INTRA\_CALL ACK 제어 셀을 전송하면 RD간에 데이터 셀의 교환이 이루어진다.

RS\_PROBE REQUEST 제어 셀은 루프검출에 사용되거나 스위치의 추가시에 사용되며, RS\_PORT CHANGE는 스위치나 링크의 고장시 전체 망 구성을 재인식하지 않고 포트의 특성을 변화함으로써 망의 신뢰도를 높이는 데 사용된다

<그림 2>에서 제어용 ATM 셀의 페이로드 부분은 제어용 데이터의 전달 시에 이용되며, 페이로드의 첫 부분인 4바이트의 Command ID 필드는 제어 명령의 종류를 나타내고, Address 필드 4바이트는 디바이스의 메모리 주소를 나타내며, Command-Specific Data 필드는 Command ID에 따른 데이터가 담기는 부분이다.

#### 4. 데이터 교환 시나리오

HAN/RT에서 RD간 주고 받는 데이터 셀은 GFC 필드가 '0000'인 ATM 셀이며, VPI 필드에는 수신측 RD가 직접 연결된 RS의 RSI를 담고, VCI 필드에는 수신측 RD의 RDI를 담아 전달하게 된다 HAN/RT에서 데이터 셀의 RSI와 RDI는 일반적인 ATM 셀의 VPI와 VCI의 기능과 같다.

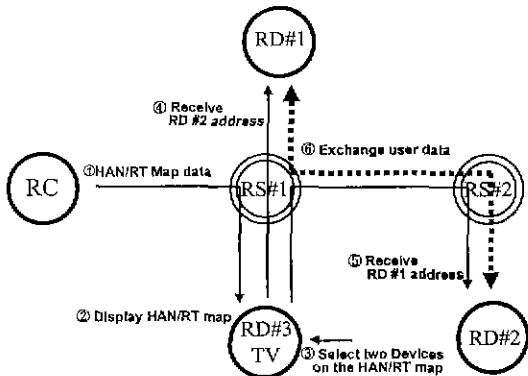


그림 3. HAN/RT 셀 교환 시나리오

HAN/RT에서 두 RD간에 데이터 교환 시나리오를 <그림 3>에 나타내었다. RC에서 보내주는 HAN/RT 구성 정보가 사용자의 TV 화면에 디스플레이 되면 사용자가 데이터를 주고받을 두 RD를 선택하게 된다. 다음으로 TV에서 두 RD에게 서로 상대방의 RSI 및 RDI를 전달함으로써 이를 수신한 두 RD간에 데이터 교환이 가능하게 된다 <그림 3>에서는 TV가 RC로부터 HAN/RT 구성에 대한 주소 정보를 받았다는 전제하에서 이루어지는 시나리오를 예로 든 것이며, 모든 주소 정보가 RC에만 유지되고 있는 경우에는 사용자의 선택 정보가 TV에서 RC로 보내지고 RC에서 두 RD에게 상대방의 주소를 전달하는 방법으로 시나리오가 전개된다.

이러한 방식은 시그널링을 통해 연결을 설정하여 데이터 교환이 이루어지는 ATM 프로토콜의 연결형(Connection-Oriented) 서비스를 HAN/RT에서 애플리케이션 해주는 것으로서 별도의 시그널링 프로토콜이 필요 없이 사용자의 디바이스 선택만으로 연결이 설정되는 방식이다

수신측 RSI 및 RDI 주소를 얻게 된 두 RD가 생성하는 데이터 셀은 경로내의 RS들을 거쳐 상대방에 전달되는데, 이때 각각의 RS는 자신이 관리하고 있는 PLUT 관리정보만을 이용하여 셀의 스위칭 기능을 제공한다. 즉, 도착한 셀의 VPI 필드내의 RSI가 자신의 RSI 값과 일치하는 경우에는 자신의 DOWN 포트에 직접 연결된 RD에게 보내져 오는 셀이므로 PLUT을 조사하여 수신 셀의 RDI 값과 일치하는 DOWN 포트에 수신한 셀을 전달한다. 만약 VPI 값이 자신의 RSI 값과 일치하지 않으면서 자신의 PLUT를 검색하여 다음 RS로의 포트에 전송한다. 즉 HAN/RT에서의 스위칭 기능은 수신 포트에서 송신포트로의 단순한 릴레이(relay) 기능만으로 수행된다

#### 5. 결론 및 향후과제

HAN/RT는 저가이며 소규모인 맥내 ATM 망에 적합한 제어기 및 스위치의 기능 복잡도가 매우 단순한 모델이다 HAN/RT 프로토콜은 기존의 ATM Warren 프로토콜이 소스 라우팅 기법을 이용하여 제어기에서 각 디바이스로 제어 정보를 전달하는 방식인 소스라우팅 방식을 사용하지 않으며, CHANCE에서와 같이 스위칭을 위한 정보를 스위치에 가지지 않고 ATM 헤더의 스위치 및 디바이스 식별자만을 이용하므로 스위치의 구보 및 기능을 단순화 하였다.

현재 HAN/RT 프로토콜은 기본 방안 제시에 그치고 있으나 향후 연구과제로 실제 구현단계에 적합한 더욱 자세한 설계를 통하여 성능 향상 방안이 요구 된다

#### 참고문헌

- [ 1 ] 황민태, "맥내 통신망 기술 표준 동향," 제1회 정보통신 표준화 심포지움, pp. 179~190, June 1998.
- [ 2 ] ATM Forum RBB WG Baseline Text, *Residential Broadband Architectural Framework*, April 1998.
- [ 3 ] D. J. Greaves and R. J. Bradbury, "Warren: A Low-Cost ATM Home Area Network," *IEEE Network*, pp. 44~56, Jan/Feb, 1998
- [ 4 ] 황민태, "ATM 기반 맥내 통신을 위한 CHANCE 프로토콜의 설계," *정보과학회*, submitted, 1998