통합 액세스망 운용관리 시스템 개발
Development of OAM System for Multi-service Access Integrated Network

심재찬, 문필주
한국전자통신연구원, 교환전송기술연구소, 광통신연구부, 광루프전송팀
{jcshim, pjmoon}@etri.re.kr

요 약

급속히 발전하는 전달 매체 처리 기술, 액세스망 구성 방식 기술, 기존의 전화망 인프라를 활용하는 고도의 DSL 기술들은 초고속 정보통신 서비스 제공을 위해서 다양한 형태로 실현중에 있으며, 이들 중에서 통합 액세스 망 시스템인 MAIN 은 FTTx 방식의 액세스 망 구성을 가지며 PSTN, ISDN 및 데이터 전용회선 서비스와 같은 기존의 협대역 통신 서비스와 주문형 비디오, 케이블 방송과 같은 광대역 통신 서비스를 제공할 수 있는 액세스망 시스템이다. 그러나 액세스망 시스템은 다수의 망 사업자나 서비스 사업자들이 다양한 새로운 요소 기술들을 활용하는 실정에 있는 망 영역이므로 효율적인 시스템 운용관리가 필요하다. 본 논문에서는 총괄적인 액세스망 운용관리 시스템에 대한 관리구조를 제안하고, 이를 기반으로 통합 액세스망 운용관리 및 유지 보수 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 이러한 운용관리 기능구조 모델은 어떠한 형태로 액세스망을 구축하더라도 효과적인 적용이 가능한 구조를 갖는다.

1. 서론

최근에 인터넷에 대한 관심이 증폭되면서 정보화 사회를 지향하는 다양한 사용자 요구에 부합하기 위한 정보통신 환경은 여러 부문에서 급속한 변화가 진행 중에 있다. 특히, 가입자에게 초고속 정보통신 서비스를 제공하기 위해서는 기존 전화망에서 xDSL 기술을 사용하는 방안, 광 선로기술을 기반으로 하는 FITL(Fiber In The Loop) 구축 방안, 무선기술의 RITL(Radio In The Loop) 구축방안, 위성을 이용하는 방안 등 다양한 망 구축 시나리오를 고려할 수 있다. FITL 기술에는 FTTH 를 비롯하여 FTTx(x = C: Cub, cab: Cabinet, O: Office), HFC(Hybrid Fiber Coaxial cable), HFR(Hybrid Fiber Radio)방식 등이 있으며, 이중 FTTx 방식의 수동 광소자 기술을 기반으로 하는 PON(Passive Optical Network) 기술이 경제성을 장점으로 주목 받고 있는 상황이다. 또한 기존 동선 전화선로를 이용하여 고속의 대량정보 송출이 가능한 DSL 기술로는 DS1E 급 데이터서비스를 위한 HDSL(High bit-rate DSL), SDSL(Single Line DSL) 기술과 함께 대량의 데이터 송수신이 가능한 ADSL(Asymmetric DSL), VDSL(Very high data rate DSL) 기술 등이 개발되고, 보편화되는 추세에 있다.

이와 같이 기존의 액세스망 기술과 새로운 기술이 통합되는 환경 하에서 액세스망 시스템은 사용자의 요구에 따라 기존의 서비스는 물론 새로운 광대역 서비스의 보편적 서비스 제공을 위하여 다양한 형태의 구성 방식으로 실현될 수 있다. 현재 유선 액세스 기술들은 국가별 또는 통신망 사업자별로 정보통신 서비스를 제공하기 위해 다양한 형태의 액세스망 시스템 개발이 진행되고 있다. 그러나 기존의 액세스망 시스템들은 특정 액세스망 구성 방식에 의존적인 구조적 특성을 가지므로 채용하는 액세스망 구성 방식에 따라 제공하는 광대역 멀티서비스 형태가 제한 되거나, 기술의 상용화와 망 사업자의 네트워크 조건에 의존적인 요소가 많으므로 현실적으로 서비스 실현에 여러 가지 한계성을 가지며 특히 시스템 운용관리에 어려움이 있다.

본 논문은 이러한 특정 액세스망 구성방식

에 의존적인 기술의 한계성을 극복하고 경제적인 망 구축 비용으로 서비스 가입자에게 초고속 정보통신 서비스를 제공하기 위하여, 단일 플랫폼 상에서 기존 네트워크 인프라를 최대한 수용하여 액세스망 구축이 가능한 통합 액세스망 플랫폼인 MAIN(Multi-service Access Integrated Network) 시스템을 구성하는 MAIN-AN(Access Node)과 MAIN-ONU(Optical Network Unit)의 시스템 구조와 운용관리에 대한 설계와 구현을 그 목적으로 한다.

2 장에서는 통합 액세스망의 이해를 위해 망 구조적 관점에서 통합 액세스 망의 참조 모델과 기능 모델을 살펴보고, 3 장에서는 통합 액세스 망 MAIN 을 구성하는 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 의 하드웨어 구조와 기능 블록과의 관계를 제안하고자 한다. 이러한 하드웨어 구조와 기능 구조를 바탕으로 통합 액세스 망 운용관리 시스템 설계에 필요한 고려사항을 4 장에서 언급하며, 5 장에서는 통합 액세스 망 운용관리 시스템에 대한 설계와 구현을 제시한다. 끝으로 본 연구의 결론을 6 장에서 기술한다.

2. 통합 액세스망: MAIN

액세스망은 PSTN, ISDN, B-ISDN 과 같은 공중망의 교환장치 또는 비디오 서버, 케이블 방송 Head-End 와 같은 장치로 구성되는 코아망(CN: Core Network)과 가입자 댁내망(CPN: Customer Premises Network) 사이에 위치하여 가입자에게 서비스 노드(SN: Service Node)에서 제공하는 다양한 통신 서비스를 제공한다. 따라서 액세스망은 통신망에서 접속점에 의해 구분되며 서비스 가입자들은 망 종단기능을 가지는 AU(Access Unit) 장치를 통하여 UNI(User Network Interface)로 접속되고, 액세스망은 SNI(Service Node Interface)를 통해서 서비스 노드에 접속하여 가입자의 접속 연결을 수행한다. 서비스 노드 장치에는 PSTN 로컬교환기, ISDN 교환기, ATM 교환기와 통신 서비스 제공자의 비디오 서버, 케이블 방송용 Head-End, 인터넷 서버등이 있으며, 이들 장치는 공중망을 통하거나 직접 액세스 망을 구성하는 액세스 노드에 접속될 수 있다. 이들 구성 장치간에는 기존에 정의된 표준 인터페이스에 더하여 국제 표준기관이나 관련 단체별로 독자적인 인터페이스를 사용하고 있는데, 예를 들어 GII 에서는 UNI 를 XNI 로, ATM-Forum 에서는 SHI 를 ANI 로 정의하고 있다[1, 2, 10]

2.1 통합 액세스망 참조 모델

MAIN 은 그림 1 과 같이 FTTx, FTTH-PON 시스템 기능을 단일 통합 액세스망 플랫폼에서 수용하며, PSTN, ISDN 및 데이터 전용회선 서비스와 같은 기존은 협대역 서비스와 주문형 비디오, 케이블 방송, B-ISDN 서비스와 같은 광대역 서비스를 동시에 또는 선택적으로 제공할 수 있는 액세스망 시스템이다.

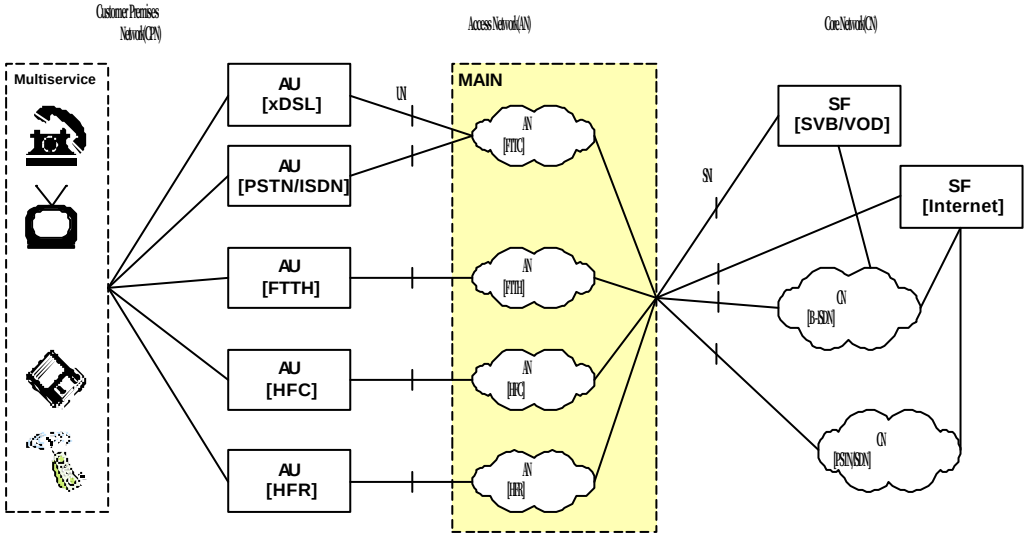

그림 1: MAIN 의 참조 모델

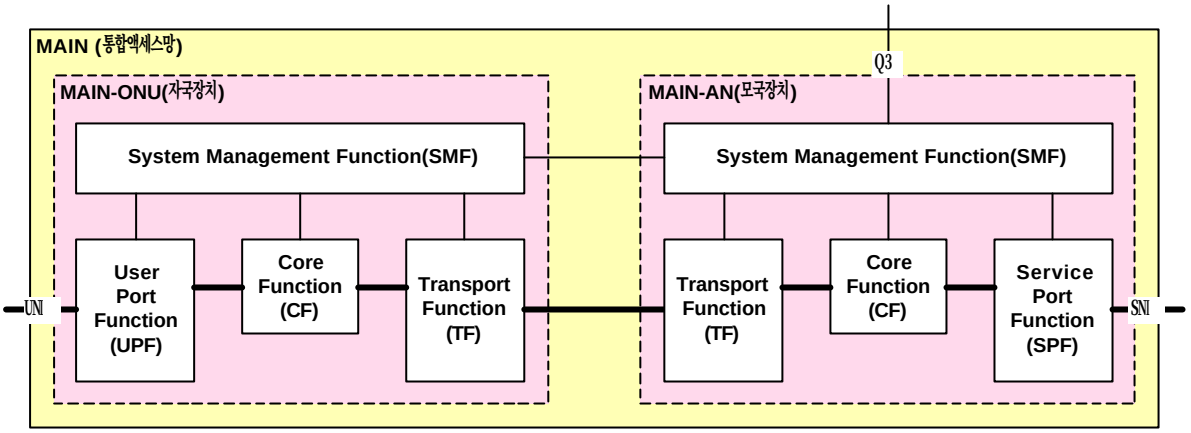

그림 2: MAIN 의 기능 모델

MAIN 은 다양한 통신 서비스 접속 능력을 제공하는 통합 액세스 노드인 모국 장치(MAIN-AN: MAIN Access Node)와 가입자측 광선로 종단 기능을 갖는 자국장치(MAIN-ONU: Optical Network Unit), 그리고 가입자 장치로 서비스 액세스를 위한 망 종단 기능을 수행하는 액세스 장치(AU: Access Unit)로 구성된다. 그런데 FTTH-PON 방식인 경우에는 별도의 자국장치를 두지 않고 가입자 장치가 광선로 종단 기능을 가질 수 있다.

2.2 통합 액세스 노드 기능 모델

MAIN 의 기능 구조는 원칙적으로 ITU-T 의 G.902 에 기반을 두며[3], 이에 따른 MAIN 기능은 그림 2 와 같이 크게 UPF, SPF, CF, TF 그리고 SMF 의 5 개 기능 그룹으로 분류할 수 있다.

액세스망은 다양한 베어러 요구사항과 정합기능을 제공해야 하기 때문에 상기 5 개의 기능 그룹은 각각 다음과 같은 기능을 제공해야 한다[3].

- UPF(User Port Function) 기능
  - UNI 라인 종단 기능,
  - 아날로그/디지털 변환 기능,
  - 시그널링 변환 기능,
  - UNI 활성화/비활성화 기능,
  - UNI 시험 기능,
  - UNI 베어러 채널 및 능력 처리 기능,
  - UNI 기능 그룹의 유지 보수 및 제어 관리 기능,
- SPF(Service Port Function) 기능
  - SNI 라인 종단 기능,
  - SNI 특정 프로토콜 정합 기능,
  - SNI 시험 기능,
  - SNI 기능 그룹의 유지 보수 및 제어 관리 기능,
- CF(Core Function) 기능
  - 베어러 채널 집선 기능,
  - 시그널링 및 패킷 정보 다중화,
  - 회선 에뮬레이션 기능,
  - CF 기능 그룹의 유지 보수 및 제어 관리 기능,
- TF(Transport Function) 기능
  - 다중화 기능,
  - 크로스 커넥팅 기능,
  - TF 기능 그룹의 유지 보수 및 제어 관리 기능
- SMF(Service Management Function) 기능
  - UPF, SPF, CF, TF 기능 그룹에 대한 데이터 프로비전 및 시스템차원의 운용관리 및 유지보수 기능을 통한 상호 조정 기능,
  - 서비스 노드 SN 과는 SHI 인터페이스를 통해서 그리고 가입자 방치와는 UNI 인터페이스를 통한 장치간 조정 기능,
  - 액세스망의 구성관리 및 제어 기능,
  - 액세스망 운용 정보 프로비저닝,
  - 장애 감지 및 보고 기능,
  - 사용 정보 및 성능 정보 수집 기능,

- 서비스 노드 정합 자원에 대한 실시간 운용관리 및 요구 처리 기능,
- 자원 관리 기능.

3. 통합 액세스 노드 하드웨어 구조 및 기능

MAIN 은 기능적으로 이미 2 장에서 언급한 바와 같이 SPF, UPF, CF, TF, SMF 기능 그룹으로 분류되며, 그림 3 과 같이 물리적인 장치인 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 로 구성된다. 따라서 본 장에서는 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 의 하드웨어 구조를 살펴보고, 기능그룹과의 관계를 설명하고자 한다.

3.1 통합 액세스 노드 MAIN-AN

MAIN-AN 은 전달 및 제어 서브시스템(TCS : Transport & Control Subsystem)과 서비스 제공 및 관리 서브시스템(Provisioning and Management Subsystem)으로 구분한다[8, 9].

본 절에서는 MAIN-AN 의 전달 및 제어 서브 시스템의 기능에 대해 살펴보고, 서비스 제공과 관리 서브 시스템은 5 장에서 설명할 예정이다.

3.1.1 서비스 노드 정합부

서비스 노드 정합부는 MAIN-AN 을 통해 가입자와 서비스 노드간 연결 및 자원 관리에 필요한 제반 물리적/논리적 프로토콜과 절차를 포함한다. 서비스 노드 정합을 위한 연동망의 종류로는 PSTN/N-ISDN, 디지털 방송 서비스망, 고속 인터네트 서비스와 동영상의 멀티미디어 서비스 정합을 위한 초고속정보통신망(B-ISDN)이 있다. 그러므로 서비스 노드 정합부는 B-ISDN 정합 블록(LIB), 디지털 방송 정합 블록(LIV), 전화망 및 전용선 정합 블록(LIL)들로 구성된다.

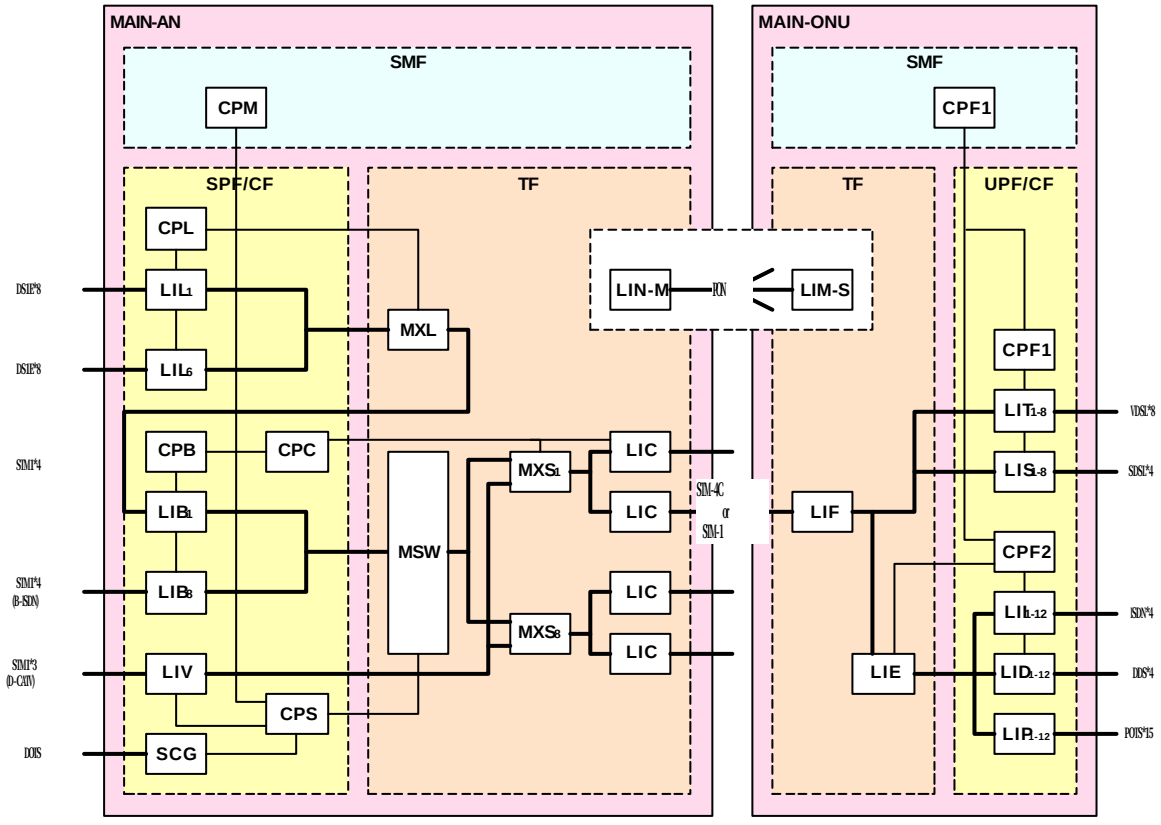

그림 3: MAIN-AN 및 MAIN-ONU 의 하드웨어 시스템 구조

3.1.2 가입자 선로 정합부

FTTC 가입자 정합부는 MAIN-AN 의 가입자측, 즉 ODN(Optical Distribution Network)측에 존재하여, ATM 기반의 서비스를 위한 정합 기능을 수행한다. FTTC 가입자 정합은 하향으로는 망측으로부터 제공되는 622 Mbps 급의 ATM 데이터와 방송 서비스 접속부로부터 제공되는 60 채널(360Mbps)의 MPEG-2 서비스를 다중화하여 STM-4c 기반으로 MAIN-ONU 와 접속되며, 광 종단 장치 이하로는 전화선(Twisted Pair Line)으로 가입자와 접속된다. 상향으로는 STM-1 기반의 ATM 서비스를 다중화하여 망측 또는 서비스 노드측으로 전송하는 기능을 수행한다.

FTTC 가입자 정합 기능은 디지털 방송 정합 블록(LIV)으로부터 방송 셀과 스위치 블록(MSW)로부터 루팅 셀을 다중화하는 다중화 블록 (MXS)와 광 종단 장치와 STM-4c 접속을 수행하는 가입자 정합 블록(LIC)으로 구성된다.

3.1.3 스위칭부

스위칭부는 망측의 서비스 노드 정합 기능부로부터 입력되는 셀에 대하여 그 연결 정보에 따라 원하는 가입자 측으로 셀 데이터를 스위칭하는 기능과 비디오 분배 기능 블록으로부터 입력되는 비디오 데이터 신호를 해당 가입자로 분배하는 기능을 수행한다. 또한 역으로 가입자측의 입력 셀을 스위칭하여 서비스 노드 정합부를 통하여 망측 혹은 서비스 노드로의 상방향 트래픽을 라우팅하는 기능을 수행한다. 그러므로 스위칭 및 분배기능 블록에서는 기본적으로 622Mbps 인터페이스를 갖는 16 x 16 의 멀티 채널 스위칭기능을 수행하며, 이와 관련된 부수적인 기능을 병행하여 시스템 성능을 극대화하도록 구성되어야 한다.

3.1.4 제어부

제어부는 MAIN-AN 시스템의 형상 전체를 관리하고 제어하는 부분으로, 각 정합 블록에 따라 B-ISDN 정합 블록에 대한 제어는 CPB(Control Processor for B-ISDN), FTTC 가입자 정합 블록에 대한 제어는 CPS(Control Processor for Subscriber), 공통부 기능 블록에 대한 제어는 CPC(Control Processor for Common Block), 전용선 서비스를 위한 기능 블록의 제어를 수행하는 CPL(Control Processor for Leased Line), 그리고 상위 레벨에서 시스템 관리를 위한 CPM(Control Processor for Main) 으로 구성된다.

시스템의 각 기능 블록은 고장 발생시 예비 블록으로 절체할 수 있는 구조를 갖고 있으며, 하드웨어적으로 자동 절체 방식과 운용자에 의한 수동 절체도 동일하게 수용된다. 운용 중인 기능 블록과 예비 기능 블록은 동일한 정보를 공유하므로 절체로 인한 관리 정보 및 연결 설정 정보의 손실 없이 바로 서비스를 연속시킨다.

3.1.5 망동기 클럭 분배부

망동기는 ATM 교환망에서 각 가입자 댁내까지의 가입자 접속망을 안정적으로 운용하기 위해서 액세스 노드 시스템의 동기 방안과 ATM 교환망과의 단절로 인한 독립 운용을 하는 비동기 운용 시의 내부 동기 클럭 선정 및 공급에 대한 것이다. 이를 위해서는 DOTS 로부터 2.048MHz 클럭 정보를 수신하거나 망측 서비스 노드 정합 블록으로 부터 8KHz 클럭을 수신하여 이것에 동기된 19.44MHz 라인 클러과 51.84MHz 시스템 클럭을 공급하여 통합 액세스 노드 시스템을 망에 동기 시킨다.

3.2 통합 액세스 노드 MAIN-ONU

MAIN-ONU 는 FTTC(Fiber-To-The Curb) 개념의 ONU 로서 음성 전화, 고속 인터네트 서비스, 주문형 비디오, 디지털 방송 서비스를 가입자에게 제공하기 위하여 MAIN-AN 과 가입자 STB 사이에 위치한다. MAIN-ONU 는 옥외에 설치되며, 기존 전화 선로상에 ETRI 에서 개발한 VDSL 칩세트를 사용하여 최대 300m 의 범위내에서 51.84Mbps 의 전송 속도를 보장하는 장치이다. MAIN-ONU 는 VDSL

link 상으로 64 가입자를 수용하고, 회선 에뮬레이션 기능을 사용하여 최대 180 일반 전화 가입자 수용 및 V5 프로토콜을 탑재하여 전화 가입자 집선 기능을 수행한다. ISDN 서비스는 84 2B+D 채널을 수용할 수 있으며 SDSL 기술을 사용하여 1 페어 이중 차폐 나선상에 전용선 가입자를 수용한다.

MAIN-ONU 하드웨어는 프로세서와 전원 공급부로 구성되는 제어 및 공통부, MAIN-AN 과 622Mbps 또는 155Mbps 로 접속하는 광선로 정합부, SDSL, VDSL 링크 기술로 가입자와 접속하고 전화 서비스, ISDN 서비스를 제공하는 가입자 서비스 정합부 및 서비스 셉톱으로 구성된다. 제어 및 공통부의 CPF1 은 MAIN-ONU 의 제어를 총괄하는 프로세서 보드로서 물리계층 및 ATM 계층의 계층 제어 기능, VDSL, SDSL 링크 제어 기능, 성능 수집 및 경보 처리 기능등을 수행한다. MAIN-ONU 의 연결 관리 정보 및 OA&M, 성능 정보는 INC(Internode communication) 셀을 사용하여 MAIN-AN 과 주고 받으며, 이러한 기능은 CFF1 에서 수행한다. CPF2 는 전화 및 ISDN 과 관련된 V5 프로토콜 처리를 주 기능으로 하고 PSTN 교환망과의 신호 송수신을 위하여 HDLC 를 사용한다. LIF 는 광 링크 정합 기능뿐만 아니라 각 보드로의 클럭 분배 기능, ATM 셀 송수신 기능을 수행하며, 그 중요도를 고려하여 1+1 양 방향 절체를 수용한다. LIF 로 입력된 ATM 셀은 가입자 서비스 정합부로 복사 전달되며 복사된 셀의 수신 여부는 가입자 정합부의 LIT, LIS, LIE 보드가 결정한다. LIT 는 VDSL 가입자를 수용하며 하향으로는 최대 전송 거리 300m 기준으로 51.84Mbps 링크를 제공하며 상향으로는 1.62Mbps 를 제공한다. 전용선 서비스는 LIS 보드에서 SDSL 로 제공된다. SDSL 은 CAP 변복조 방식을 사용하며 최대 4.3Km 의 전송거리를 보장한다. CU 보드는 전화 가입자 180 회선과 ISDN 84 U-인터페이스를 수용한다. ISDN 2B+D 및 64Kbps 데이터는 E1 슬롯으로 다중화 되고 LIE 에서 회선 에뮬레이션 기능을 사용하여 ATM 셀로 매핑한다. 광 선로 정합부와 가입자 서비스 정합부간 송수신 데이터는 ATM 셀이며 백플레인 상에 bus 로 구현하였다. 서비스 셉톱은 VDSL 셉톱, SDSL 셉톱, ISDN NT 및 POTS 로 구성된다. VDSL 셉톱은 ATMF-25M 인터페이스를 및 이더넷 인터페이스를 구비하여 댁내망의 LAN 구성을 지원하고 SDSL 셉톱은 V.35 인터페이스로 라우터와 직접 접속한다[12].

3.3 기능 블록과 하드웨어 블록과의 관계

- MAIN-AN 에서 망측 서비스 포트에서 실현되는 SPF 기능 블록
  - VB5 인터페이스 정합 – LIB,
  - 방송형 비디오 정합 – LIV,
  - DS1E V5 인터페이스 정합 – LIL.
- MAIN-ONU 에서 가입자측 서비스 포트에서 실현되는 UPF 기능 블록
  - VDSL 선로 정합 – LIT,
  - SDSL 선로 정합 – LIS,
  - POTS 전화 가입자 정합 – LIP,
  - ISDN 가입자 정합 – LII,
  - 64K * N 데이터 라인 정합 – LID.
- MAIN-AN 과 MAIN-ONU 에서 실현되는 TF 기능 블록
  - E1 선로 다중화 – MXS,
  - 스위칭 – MSW,
  - STM-1/STM-4c FTTC 광분배망 정합 – LIC,
  - ATM-PON 광분배망 정합 – LIN,
  - 광선로 정합 – LIF.
- MAIN-AN 과 MAIN-ONU 에서 실현되는 CF 기능 블록
  - 서비스 및 사용자 정합 블록에 대하여 제어 및 계층 관리 기능 – CPx(x=L, S, C, F2),
  - 시스템 클록 제어 – SCG,
  - DS1E 집선 – MXL,
  - 회선 에뮬레이션 및 집선 – LIE.
- SMF 기능 블록
  - MAIN-AN 및 MAIN-ONU 운용관리 및 유지 보수 – CPM, CPF1.

4. MAIN 운용관리 시스템 설계 고려사항

망측으로는 서비스 노드와 가입자측으로는 가입자 장치와 직접 접속되는 통합 액세스망

의 관리 구조는 사업자의 사업영역과 장치간 인터페이스 종류에 따라 많은 영향을 받게 된다. 특히 서비스 노드와 액세스망 장치간엔 각각 서로 다른 사업자의 관리 영역이 될 가능성이 많다. 따라서 통합 액세스망을 구성하는 통합 액세스 노드(MAN-AN, MAIN-ONU) 시스템의 운용관리기능을 설계하는데 다음 사항들을 고려 하여야 한다[11].

- **V5 표준 인터페이스** – 기존에 망 사업자들이 제공하던 POTS 서비스를 위한 V5 인터페이스 기반의 PSTN 정합 기능은 ITU-T 의 G.964 와 G.965 권고안을 중심으로 고려되어야 한다. V5.1 은 다중화를 기반으로 2048kbit/s 링크에 대한 운용과 제어 관리 기능을 제공하며, V5.2 인터페이스는 집선 기능을 가지며 다중 DS1E 를 관리하기 위한 링크제어 프로토콜, 베어러 채널 할당과 집선 기능을 위한 BCC(Bearer Channel Connection) 프로토콜, DS1E 에 장애 발생시 통신 채널 모호를 위한 보호 프로토콜 기능을 실시간으로 처리 할 수 있어야 한다.
- **VB5 표준 인터페이스** – B-ISDN 서비스를 위한 VB5 인터페이스 기반의 광대역 서비스 정합 기능은 ITU-T 의 G.964 와 G.965 권고안을 중심으로 고려되어야 한다. VB5.1 은 액세스망과 서비스 노드간 VB5.1 에서 사전에 설정된 가상 패스 및 가상채널 링크들의 실시간 제어 및 관리 방식에 대한 물리적, 절차적 프로토콜 정합 기능을 제공하며, VB5.2 는 이에 B-BCC(Broadband Bearer Connection Control) 프로토콜을 이용하여 서비스 노드와 MAIN-AN 간에 요구형 물리적 집선 기능이 가능한 가상 패스 링크 할당을 위해 실시간 처리 기능을 제공한다.
- **ODN(Optical Distribution Network) 분배망 관리** – ODN 은 MAIN-AN 에서 MAIN-ONU 로 상/하향 각각 155Mbps 와 622Mbps 의 양방향 비대칭성을 갖는 광선로 분배망으로 필요에 따라서 SDH 또는 PON 기반 ATM 전송 기능을 수행한다. 그리고 양 노드 사이는 원격으로 떨어져 있는 관계로 회선장애나 시스템 포트 장애에 관계 없이 모든 장애에 대해 신뢰성을 보장하여야 하며, 선로 역시 이중화되어야 한다.
- **다양한 가입자 포트 관리** – 통신 서비스 가입자들은 기존의 전화, ISDN, DS1E, VDSL, SDSL 등 다양한 가입자측 포트를 통하여 통합 액세스망 MAIN 에 접속하므로 이에 대한 다양한 제어 및 유지 보수 기능이 요구된다. MAIN-AN 은 원격지에서 MAIN-ONU 의 형상 관리 및 시험과 같은 운용기능을 수행할 수 있어야 한다.

5. MAIN 운용관리 시스템 설계 및 구현

MAIN 은 하나의 MAIN-AN 과 각기 분산된 위치에 존재하는 32 대의 MAIN-ONU 로 구성된다. 이처럼 분산되어 존재하는 장치들에 대해서 위에서 언급한 운용 관리 기능들을 효율적으로 수행할 수 있도록 MAIN 의 운용 관리 구조는 그림 4 와 같다.

MAIN 을 구성하는 각각의 MAIN-ONU 는 POTS 서비스 가입자 및 ISDN 가입자를 위한 V5 관련 하드웨어 장치를 가지며, V5 관련 하드웨어들은 V5 용 제어 소프트웨어를 통해 직접적으로 감시받고, 제어된다. 그 외에도 MAIN-ONU 는 VDSL 선로를 통한 B-ISDN 서비스 가입자와 SDSL 또는 DDS(Digital Data Service) 선로를 통한 전용선 가입자들을 위한 하드웨어 장치 및 이의 제어를 위한 소프트웨어를 갖는다. V5 관리 기능은 각 MAIN-ONU 에 접속된 POTS 서비스 및 ISDN 서비스 가입자들에 대한 베어러 채널의 할당 및 PSTN 교환기와의 프로토콜 정보의 전달을 위한 논리 C-채널의 할당 등에 관한 기능을 수행한다. MAIN-ONU 의 운용 관리 기능은 MAIN-ONU 전체의 형상 및 동작 상태를 감시하고, V5 제어 소프트웨어 및 제어 소프트웨어를 통해 보고된 정보들을 통합 관리하며, 운용자의 명령 또는 MAIN-AN 으로부터 전달된 운용명령에 따라 하드웨어 장치들을 제어

하도록 제어 소프트웨어에 명령을 전달할 수 있다. MAIN-ONU 에는 MMI(Man Machine Interface) 기능을 두어 MAIN-AN 에서 직접 MAIN-ONU 의 상태를 파악할 수 없거나, MAIN-ONU 에 제어 명령을 전달할 수 없을 경우에 망 운용자가 노트북과 같은 이동 단말기를 들고 가서 직접 MAIN-ONU 에 접속하여 MAIN-ONU 의 상태를 파악하거나, 명령을 가할 수 있도록 하였다.

한편 MAIN-AN 은 하드웨어 장치들을 직접 감시하고 제어하는 제어 소프트웨어, 운용 관리, 연결 제어, VB5 관리 및 TMN Agent 기능들로 구성된다. MAIN-AN 의 하드웨어 장치 및 제어 소프트웨어는 MAIN-AN 자체에 대해서만 관리한다. 하지만, MAIN-AN 의 운용 관리, 호 및 연결 제어, VB5 관리 및 TMN Agent 기능은 통합 액세스망인 MAIN 전체에 대한 운용정보를 관리하고 운용한다. 따라서 MAIN-ONU 의 운용 관리 기능에서는 MAIN-ONU 의 형상 정보 및 성능 정보 등 MAIN-ONU 의 관리를 위해서 필요한 정보들을 MAIN-AN 의 운용 관리 기능으로 전달한다. 이처럼 MAIN-ONU 의 관리 정보를 MAIN-AN 으로 전달하기 위해 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 는 시스템 정보 전달용 PVC 연결을 설정하고, 해당 PVC 연결을 통해 전달되는 정보를 SAAL(Signaling AAL)을 거쳐서 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 간에 제어명령 및 관리정보의 전달이 가능하도록 하였다. 반면에 V5 기능은 각 MAIN-ONU 에 별도로 위치하도록 하여 MAIN-AN 의 CPU 보드에 부하가 집중되는 것을 방지하였다.

MAIN-AN 에서도 MMI 기능을 두어 운용자가 Console 에서 직접 MAIN-AN 의 관리 정보뿐만 아니라, MAIN 내의 모든 MAIN-ONU 에 대해서도 관리 정보를 참조하고, 제어 명령을 줄 수 있도록 하였다. 그리고 MMI 기능은 Ethernet 을 통해 원격 운용 PC 에 연결되어 GUI(Graphic User Interface) 기능을 통해 MAIN 의 관리 정보를 표현하고, 운용자의 명령을 수신할 수 있도록 하였다.

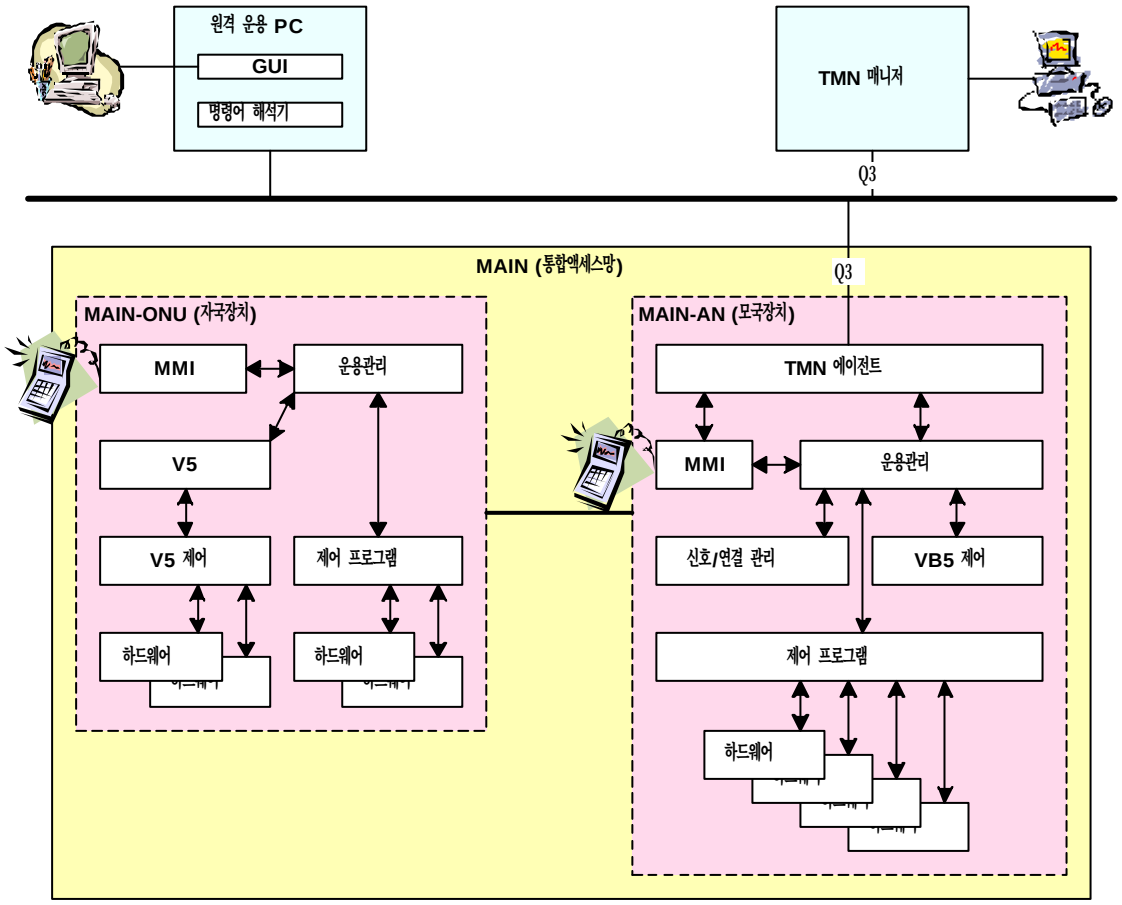

그림 4: MAIN 의 제어 및 운용관리 구조

5.1 통합 액세스망 운용관리

5.1.1 구성 관리

구성관리는 크게 형상관리 기능과 연결관리 기능으로 분류할 수 있다. 형상관리 기능은 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 의 물리적인 구성 요소들의 상태정보를 관리하게 되며, 연결관리는 MAIN 내에 설정된 VP 와 VC 연결에 대한 설정 및 정보를 관리하게 된다. 구성관리의 세부 기능은 다음과 같다.

- 물리적 구성요소 관리기능
  - 노드 추가/삭제 관리 기능
  - 보드관리 기능
  - 포트관리 기능
- 구성요소 운용상태 관리기능
  - 포트 운용 상태 관리 기능
  - PVC 연결 운용 상태 관리 기능
- 가입자 관리기능
- 연결관리 기능
  - PVC 정보 검색 기능
  - 연결 설정 및 해제 기능
  - Party 추가 및 삭제 기능

5.1.2 장애 관리

경보 및 장애에 대한 처리를 담당하는 장애관리는 시스템 운뇽시에 발생하는 장애 정보의 수집 및 관리와 더불어 시스템의 비정상적인 동작과 상태에 대한 처리, 그리고 운용중에 시스템의 상태를 점검하는 시험기능을 갖는다. 따라서 다음과 같은 세부 기능들로 구성된다.

- 경보 보고 기능
  - 포트 장애 보고 기능
  - 연결 장애 보고 기능
  - 보드 탈착 보고 기능
- 경보 기록 관리 기능
  - 경보 기록 기능
  - 경보 기록의 검색 기능
  - 경보 기록의 삭제 기능
  - 현재 경보 관리 기능
- 경보 등급 조절기능
- 시험 기능.
  - OAM cell 루프 백 시험
  - 연속성 검사

5.1.3 성능 관리

주기적으로 보고되는 성능정보는 설정된 기간(15 분, 1 일) 동안 수집된 것으로 운용자는 이 정보를 기초로 시스템의 운용 상황을 파악할 수 있다. 또한 운용자에게 성능 임계값을 관리할 수 있는 권한도 줌으로써 QoS 경보의 발생을 조절하게 된다. 성능관리의 세부 기능은 아래와 같다.

- 성능 데이터 수집 및 보고 기능
  - 포트 성능 정보 수집 기능
  - 인터페이스별 성능정보 수집 기능
  - 가상 경로별 성능 정보 수집 기능
- 성능 데이터 검색 기능
  - 현재 성능 데이터 검색 기능
  - 성능 이력 데이터 검색 기능
- 임계값 관리 기능
  - 임계값 설정 및 조회 기능.
  - 임계값 초과 보고 기능

5.2 연결 제어 및 트래픽 관리

5.2.1 연결 제어

MAIN 에서의 연결제어는 호처리 종단기능을 구현하여 서비스 노드와의 연결도 제공할 수 있다. 연결제어는 다음과 같은 세부 기능으로 구성된다

- 주소 번역 기능
- 루팅 설정 기능
- VPI/VCI 운용 기능

5.2.2 트래픽 관리

MAIN 시스템은 다양한 특성을 갖는 멀티미디어 트래픽을 효율적, 경제적으로 전

달할 수 있어야 할 뿐 아니라, 안정적으로 동작할 수 있어야 하는데 이를 위해 트래픽 제어 및 폭주 제어 기능이 요구된다. 트래픽 제어 및 폭주 제어 기능의 목적은 첫째, MAIN 시스템의 목표 성능을 유지하여 시스템과 사용자를 보호하면서 각 서비스에 협약된 서비스 품질을 보장하고, 둘째, MAIN 시스템 및 종단 시스템간의 복잡도를 최소화하면서 시스템 자원의 사용 효율을 최적화하는데 있다.

트래픽 제어 및 폭주 제어 기능이 이루어지기 위하여 사용자 트래픽의 특성을 엄밀하게 정의하고, 사용자와 MAIN 시스템간 또는 MAIN 시스템과 망간에 제공되는 서비스 품질 및 각 트래픽 특성과 요구된 서비스 품질에 적합한 ATM 트래픽 전달능력 등을 협약할 수 있어야 한다. 또한 트래픽 제어 및 폭주 제어 기능은 멀티미디어 트래픽 특성의 불확실성 및 협약위반 사용자나 시스템의 오작동 등으로 야기될 수 있는 폭주상태를 해소할 수 있어야 한다. 트래픽 관리는 다음의 세부 기능을 갖는다.

- 트래픽 협약
- 트래픽 제어
  - 망 자원 관리
  - 연결 수락 제어(CAC: Connection Admission Control).
  - 사용자/망 파라미터 제어 (UPC/NPC : User/Network Parameter Control)
  - 우선 순위 제어
  - 트래픽 쉐이핑
  - Fast Resource Management
  - 프레임 폐기 기능
  - 셀 스케쥴링
  - 선택적 셀 폐기 기능
  - 명시적 순방향 폭주

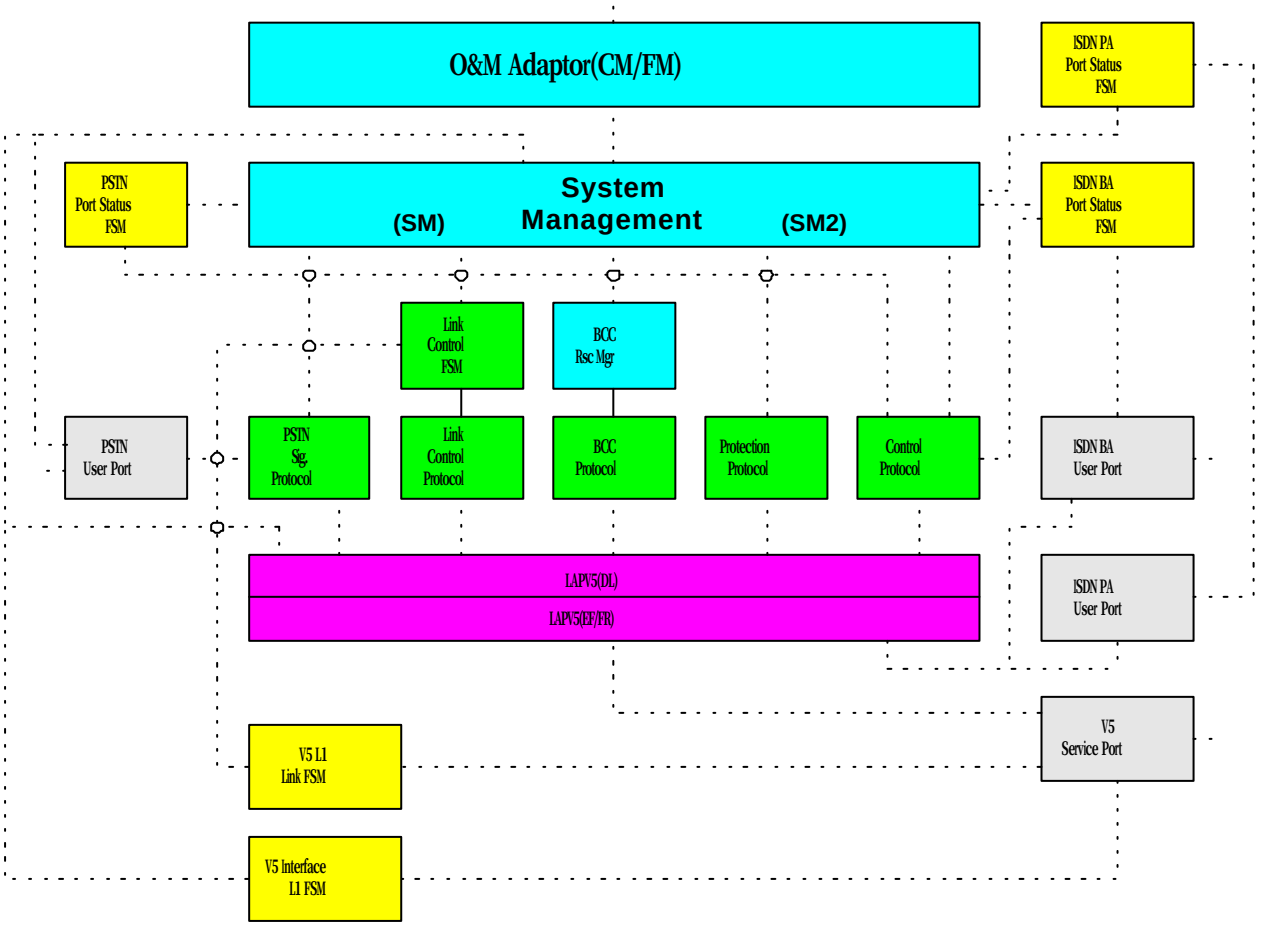

그림 5: V5 정합 기능 구조

5.3 V5 및 VB5 정합

5.3.1 V5 정합

V5 정합 기능은 통합 액세스 망의 PSTN 및 ISDN 가입자에게 공중망 접속 기능을 제공하기 위해 통합 액세스 망과 서비스노드(PSTN 및 ISDN 단국 교환기)간 전기적, 물리적, 절차적 요구사항과 프로토콜적인 기능을 제공한다. 그림 5 는 V5 정합 기능 구조를 나타내며, 다음과 같은 세부 기능을 갖고 있다 [4, 5].

- LAPV5-EF/FR 기능
- LAPV5-DL 기능
- PSTN 신호방식 프로토콜 기능
- 제어 프로토콜 기능
- BCC 프로토콜 기능
- BCC 자원관리
- 보호 프로토콜 기능
- 링크제어 프로토콜 기능

5.3.2 VB5 정합

VB5 정합 기능은 통합 액세스 망의 B-ISDN 가입자에게 공중망 접속 기능을 제공하기 위해 통합 액세스망과 서비스 노드(B-ISDN 단국 교환기)간 전기적, 물리적, 절차적 요구사항과 프로토콜적인 기능을 제공한다. 다음 (그림 6)은 VB5 정합 기능 구조를 나타낸다[6, 7].

VB5.2 인터페이스 정합 기능에서는 VB5.1 인터페이스 정합 기능을 그대로 포함하며, 추가적으로 B-BCC 프로토콜 기능을 포함하고 있다. 각각의 인터페이스 정합 기능은 다음과 같이 VB5.1 인터페이스를 위한 세부 기능과 VB5.2 인터페이스를 위한 세부 기능으로 구성된다.

- VB5.1 인터페이스 기능
  - VB5.1 인터페이스 생성/제거 기능
  - VPC 자원 생성/제거 기능
  - VB5.1 인터페이스 기동 기능
  - 자원 잠금/잠금해제 기능
  - VB5.1 LSP-ID 확인 기능
  - 자원 셧다운 기능
  - VPCI 의 일치성 검사 시작/종료 기능
  - VB5.1 인터페이스 리셋 기능
  - VB5.1 인터페이스 종료 기능.

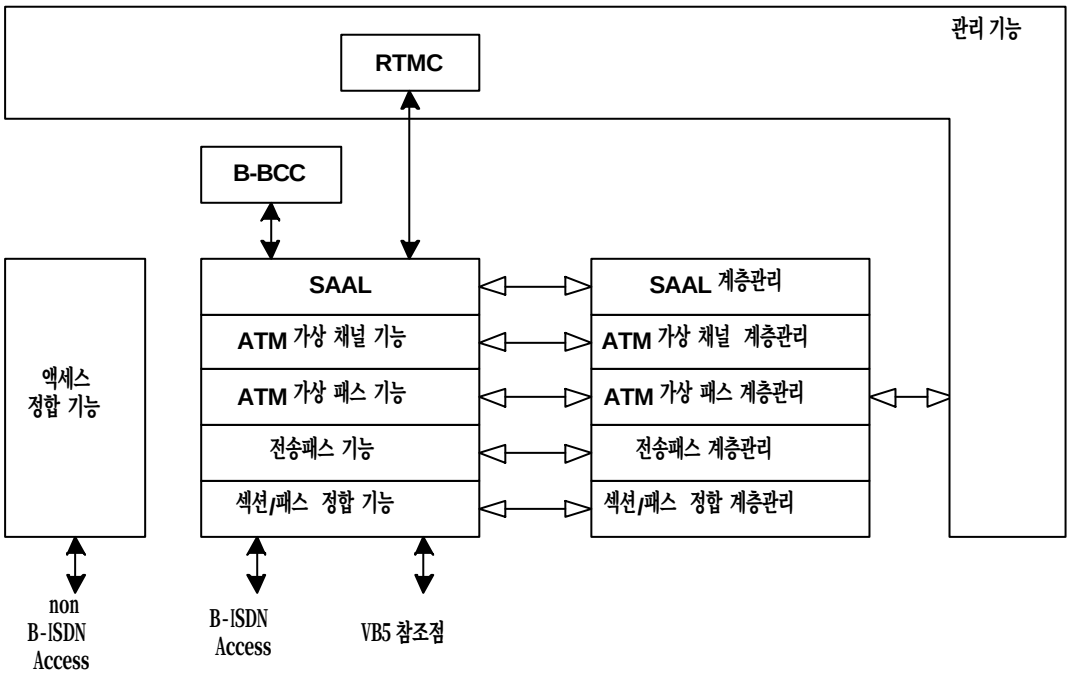

그림 6: VB5 정합 기능 구조

- VB5.2 인터페이스 기능
  - 트래픽 개시 기능
  - 트래픽 중단 기능
  - 전달채널 할당 기능
  - 전달채널 변경 기능
  - 트래픽 파라미터 변경 기능
  - 전달채널 해제 기능
  - 전달채널 감시 기능

5.4 운용관리 시스템 구현

통합 액세스 망 MAIN 시스템은 다양한 초고속 통신 서비스를 제공하기 위하여 하나의 MAIN-AN 시스템에 32 개의 MAIN-ONU 시스템이 연결되며, 하나의 MAIN-ONU 에는 180 POTS 서비스 가입자와 64 VDSL 서비스 가입자를 수용할 수 있도록 구현되었다. 또한 보드 교체만으로 SDSL, ISDN 가입자들의 수용과 서비스가 가능하며 시스템을 증설이 용이한 구조를 갖고 있다.

통합 액세스 노드 시스템의 물리계층과 ATM 계층의 OAM 처리를 위해서 자체 개발한 ASHA-P4 칩과 ASAH-L4 칩에 내장된 기능을 이용하고 있다.

통합 액세스 노드 시스템의 제어 및 계층관리 기능은 MPC860 RISC 프로세서, CPM 프로세서는 PPC603E RISC 프로세서와 내장형 실시간 OS 인 VRTX 를 사용하였다. CPx 프로세서 보드들간의 IPC 는 HDLC 버스를 이용하여 구현됐으며, RS-232C 포트 및 Ethernet 포트를 제공한다.

6. 결론

본 논문에서는 PSTN, ISDN 및 데이터 전용회선 서비스와 같은 기존의 협대역 서비스와 주문형 비디오, 케이블 방송, B-ISDN 서비스와 같은 광대역 서비스를 동시에 또는 선택적으로 수용하여 서비스 가입자들에게 제공할 수 있는 액세스망 시스템인 통합 액세스망 시스템의 기능을 ITU-T 의 G.902 규격에 기반하여 UPF, SPF, CF, TF 그리고 SMF 의 5 개 기능 그룹으로 분류하였으며, 이들 기능 블록들을 통합 액세스망 시스템을 구성하는 MAIN-AN 과 MAIN-ONU 의 하드웨어 블록과 연관지어 설계하였다.

이러한 기능 블록의 연관 관계를 바탕으로 통합 액세스망 노드 시스템의 신뢰성 있는 운용관리 및 유지보수 기능을 다시 구성관리 기능, 장애관리 기능, 성능관리 기능, 연결관리 및 트래픽관리 기능, V5 및 VB5 정합 기능등으로 분류하여 설계하였다. 그리고 이들은 구현을 통해 실제 통합 액세스망 운용에 활용되고 있다.

분 논문에서 TMN 기반의 망관리 에이전트 및 매니저 기능에 대한 언급을 하지 않았으나 실제 기능 차원에서 보면, 앞에서 살펴 본 시스템 운용관리 및 유지보수 기능이 TMN 망관리 기능에 자연스럽게 반영된다고 보고, 이러한 개념을 바탕으로 이미 개발되어 망운용에 활용되고 있다. 또한 인터넷의 웹 기술을 이용하여 원거리에서 서비스 가입자와 시스템 운용자들에게 일반 PC 환경에서 운용정보의 등록 및 검색과 원격 시스템 관리 수단을 제공하는 웹기반의 원격 망관리 기능과 원격 과금 관리 기능이 개발되었다.

본 논문에서 제시한 통합 액세스 망 운용관리 시스템의 설계 구조는 액세스망이 다양한 기반 기술을 바탕으로 여러 형태로 구성되고, 이에 따라 다양한 시스템이 개발된다 하더라도 응용이 가능한 구조이다. 이는 하드웨어 시스템 뿐 아니라 이를 운용하는 소프트웨어 시스템에도 적용할 수 있는 장점이 있다. 따라서 이미 전술한 운용관리와 관련된 기능 설계는 액세스망의 구성 방법중에 현재 가장 각광을 받고 있는 TDMA 기반의 ATM-PON 액세스망 시스템에 적용하여 개발 중이다.

[참고문헌]

[1] ITU-T, “Report of Working Party 1/15 (Network Access)”, COM15-R14, Sep, 1997.

[2] ATM-Forum, “Baseline Text for The Residential Broadband Working Group”, RBB95-1416R3, 1997.

[3] ITU-T, “Framework Recommendation for A Functional AN”, G.902, 1995.

[4] ITU-T, “V-Interfaces at The Digital Local

Exchange(LE) - V5.1 Interface (based on 2048kbit/s) for The Support of Access Network(AN)", G.964, 1994.

[5] ITU-T, "V-Interfaces at The Digital Local Exchange(LE) - V5.2 Interface (based on 2048kbit/s) for The Support of Access Network(AN)", G.965, 1995

[6] ITU-T, "V-Interface at The Service Node(SN) : VB5.1 Reference Point Specification", G.967.1, 1998.

[7] ITU-T, "V-Interface at The Service Node(SN) : VB5.2 Reference Point Specification", G.967.2, 1999.

[8] **김경수**, **고병도**, **김재근**, **최준균**, "Multi-service ATM Switching System for Building of Access Network", IEEE Workshop' 99, Feb 3, 1999.

[9] **김경수**, **고병도**, **김재근**, **최준균**, "Implementation of Multi-service ATM Switching System for Providing of Integrated Services in Access Network", IEICE Transactions on Communications, Sep 10, 1999.

[10] **노장래**, "**초고속 가입자 접속 기술**", **한국통신학회지**, Jun 7, 1997.

[11] **고병도**, **류재철**, **김재근**, "**멀티서비스 액세스망** OA&M **설계 및 구현**", **정보처리논문지**, Dec, 1999.

[12] **김종오**, **고병도**, **김재근**, "A Design of FTTC-based ONU for Multi-service Access Integrated Network", LAN/MAN' 99, Sep 18, 1999.

심 재 찬

1992 **충남대학교 전산학 학사**
1994 **충남대학교 전산학 석사**
1994–**현재 한국전자통신연구원 선임연구원**
<**관심분야**> **통신망관리**, Active Network, **분산처리환경**, CORBA, **광가입자망 기술**

문 필 주

1988 **숭실대학교 전산학 학사**
1991 **숭실대학교 전산학 석사**
1998 **숭실대학교 전산학 박사**
1998–**현재 한국전자통신연구원 광루프전송팀장**
<**관심분야**> **광가입자망 기술**, **통신망관리**, **통신망보안**, **통신시스템 운용관리**