

ATM 신호 기술 및 스위치 네트워크 구성

李 聖 昌, 韓 致 文

韓國電子通信研究所 ATM 시스템研究室

I. 머리말

음성, 데이터, 화상 및 대용량 데이터등의 여러가지 트래픽 특성을 갖는 정보를 종합적으로 취급하고, 불확실한 미래 수요에 유연성을 갖는 통신망을 구축하는 것이 차세대 통신망의 중요한 목표이다. 이러한 통신망을 구축하기 위해 현재 B-ISDN의 연구와 표준화가 활발히 진행되고 있으며, 그 기반 기술로서는 비동기 전달 모드(ATM: asynchronous transfer mode)가 CCITT 및 Committee T1에서 채택되어 이의 기본개념 확인 단계를 지나 실용화 및 보다 구체화를 위한 연구들이 진행되고 있다^{1,2,3)}. 다양작색의 모든 통신정보들을 일괄적으로 통일된 통신망에 의해 서비스하는 이러한 B-ISDN의 구축을 위해서는 크게 신호방식, 교환방식 및 전송방식등의 고도화 필수적이다.

ATM 기술은 다양한 속도, 속성을 가지는 통신정보들을 통합적으로 셀 단위에 의해 통계적 다중화를 하여, 호 설정시에 노드간의 링크에 할당된 논리채널 번호를 근거로 가상회선에 의해 망내를 고속으로 전달/교환하는 방식으로서 155Mb/s 이상의 회선속도로 동작하기 때문에, 시스템 구성은 다양한 통신 요구 조건을 만족하면서 구조 및 제어가 간단하도록 설계하는 것이 바람직스럽다.

본 고에서는, 이상의 관점에서 ATM 스위칭 시스템의 구성에서 동작원리에 대해 간단히 언급한 다음, 신호 및 호 처리부의 구성 방법, 그리고 B-ISDN 신호방식에서 일반적인 요구 사항과 신호망 개념을 서술하고, ATM 스위치 구성법으로 단위 스위치 자체 구성은 이미 여러번 특징으로 소개되었기 때문에 단위 스위치를 기본으로하여 실제 스위칭 시스템에 적용할 때 사용되

는 스위치 네트워크 구성법을 중심으로 서술한다.

II. ATM 스위칭 시스템

1. ATM 스위칭 시스템 구성

B-ISDN의 프로토콜 모델과 구현의 관점에서 본 각 layer 및 sublayer들과 각 기능별 실체들과의 대응관계를 그림 1에 나타냈다⁴⁾. 그림 2에는 그림 1에 보인 각 기능별 실체들을 단위로 한 ATM 스위칭 시스템의 기본구조를 나타내고 있다. ATM 스위칭 시스템에서 신호 및 호 처리 기능을 배치하는 방법은 다양하게 설계될 수 있으며, 그림 2에서는 집중화한 경우의 구조를 보였다.

ATM 스위칭 시스템은 대체로 입출력회선대응부(line interface), 신호처리부(signalling processor) 및 호처리부(call processor)를 포함하는 제어부 및 자기루팅 스위치 네트워크로 구성된다. 입출력회선대응부(line interface)의 기능은 전송 및 ATM 종단기능, 루팅 변

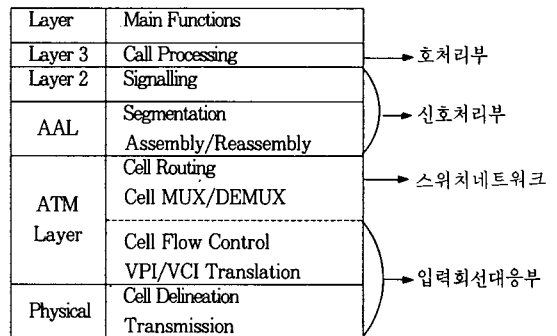


그림 1. B-ISDN 프로토콜과 그 구현

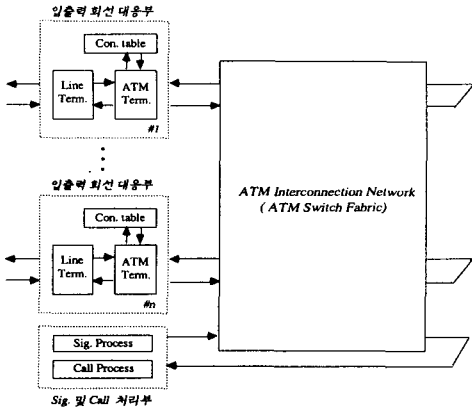


그림 2. ATM 스위칭 시스템 블럭도

환기능을 갖는다. 가입자 선로로부터 입력되는 SDH (synchronous digital hierarchy) 형태의 셀은 입출력 회선대응단에서 전송 종단 기능(physical layer), 셀 동기, 셀 흐름제어 및 루팅 변환 기능(ATM layer 기능 일부)을 수행한다. 이때 입력된 셀은 호 설정시에 설정된 출력 주소로 루팅되기 위해 헤더 및 루팅 정보가 루팅 변환 테이블에 의해 변환된다.

우선, 그림 1과 그림 2를 중심으로 ATM 스위칭 시스템의 동작원리를 설명하기로 한다. 그림 2에서 신호 셀(signalling cell)은 스위치 네트워크를 통해 제어부에 전달된다. 제어부에서는 AAL(adaptation ATM layer) 및 레이어 2, 3에 해당하는 기능 즉 호 접속 제어기능을 수행한다. 자기 루팅 스위치부는 각 셀의 헤더앞에 부착된 루팅정보에 의해, 셀을 스위치 출력단으로 루팅하는 기능을 갖는다. 셀이 스위치 네트워크내

서 교환되어질 때는 기존의 STM(synchronous transfer mode) 교환기처럼 프로세서가 개입하여 교환하는 것이 아니고, 헤더 앞의 루팅 정보에 의해 하드웨어로 고속 교환되는 자기 루팅 원리를 이용한다. 이때 스위치 네트워크내에서 셀의 순서는 보존되어야 한다.

ATM 스위칭 시스템의 구현에는, ATM 스위치의 구조 연구, 입출력대응부에 대한 연구, 제어부에 대한 연구뿐만 아니라 B-ISDN 프로토콜의 연구와 이의 스위칭 시스템에의 구현등, B-ISDN 전반에 걸친 연구가 종합되어야 한다. 지금까지 2.1절에서는 먼저 전체적인 스위칭 시스템의 구성을 살펴보고, 2.2절에서는 신호 처리부 및 호처리부를 포함하는 제어부에 대해 서술한다.

2. ATM 스위칭 시스템의 제어부 구현

본 절에서는 2장에서 소개되었던 스위칭 시스템의 구성에서 신호처리부 및 호처리부를 포함하는 제어부에 대해 서술한다. 우선, ATM 스위칭 시스템에서 신호 및 호 처리부의 구성을 배치 위치에 따라 분류하고, 개략적인 그의 특성을 언급하기로 한다.

호 제어 신호 처리를 수행하는 신호 처리부는 계층 구조상의 AAL 및 layer 2 기능을 수행하며, ATM 스위치 네트워크내의 설치 위치에 따라 다음의 3가지 방안으로 분류 할 수 있다^[5].

- 방안 1 : 스위치의 전단에 위치시키며 각 회선마다 신호 처리부를 배치
 - 방안 2 : 스위치의 전단에 위치시키고 전 회선에 대해 하나의 공동 신호 처리부를 배치
 - 방안 3 : 스위치의 후단에 위치시키며 전 회선에 대해 하나의 공동 신호 처리부를 배치
- 이들 각 방식별 구성과 특징을 요약하면 표 1과 같다.

표 1. 신호 및 호 처리부의 구성 방법 비교

비교항목	방안 1	방안 2	방안 3
구성			
H/W 양	대	중	소
시스템 구성 밀집도	중	중	소
스위치의 영향	무	무	있음
평가	보통	보통	양호

□ 셀 분리/삽입

▨ 신호 처리부

▤ 호 처리부

방안 1은 각 회선으로부터 신호 셀만을 분리 또는 신호 셀 삽입을 위한 셀 분리/삽입회로와 AAL 처리기능이 회선 수 만큼 필요하다. 방안 2와 방안 3은 모든 회선에 대해 공통으로 AAL 기능을 두는 방법이나 방안 2는 AAL 처리 기능을 ATM 스위치 전단에 배치함으로써 매 회선마다 신호 셀 분리/삽입회로, 그리고 다중/역 다중 회로가 필요하다. 한편, 방안 3은 155Mbps로 고속 처리되는 ATM내의 고정 할당된 링크를 이용함으로써 ATM 스위치에서 신호 전용의 포트가 필요하지만, 방안 1, 2에서 요구되는 신호 셀 분리/삽입 회로나 다중/역다중 회로를 줄일 수 있고, 라인 처리용 프로세서와 신호 처리부 및 호 제어 프로세서간 내부 제어 정보 통신에도 적용 가능함으로 별도의 프로세서간 통신 네트워크에 요구되는 하드웨어를 경감할 수 있고, 인터페이스의 통일성을 기할 수 있는 잇점이 있다. 또 향후 신호 처리 기능의 증가에 따라 유연하게 기능 확장이 가능하고 신뢰성을 고려한 이중화등의 구성이 간단해지는 특징을 갖는다. 각 방식은 스위치 규모에 따라 상기의 방식을 혼합해서 구성하는 방법을 생각할 수 있다. 이는 ATM 망에서 요구되는 신호 및 제어 정보의 량을 유추해서 보다 정량적인 평가가 요구된다고 할 수 있다. 또한, 이 경우 신호처리부의 능력 문제에 대해서는 복수의 처리모듈을 병렬화하여 부하를 분산하므로써 해결할 수 있다. 그림 3에 신호 처리부의 병렬 구성 예를 보였다.

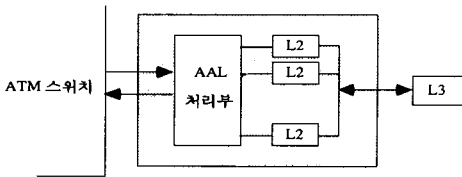


그림 3. 신호처리부의 병렬화

III. B-ISDN 신호(Signalling) 기술

제 3장에서는 B-ISDN 신호(signalling)의 전반에 대해 서술한다. B-ISDN은, asynchronous transfer mode (ATM)기술을 기반으로 하여, 모든 형태의 통신정보를 셀단위로 한 통계적 다중화에 의해 전송하는 종합통신망이다. 따라서, B-ISDN의 다양한 통신 서비스들을 1

개의 망에 의해 종합적으로 제공하기 위해서는, 호 제어(call control) 및 연결제어(connection control)등을 포함한 신호방식(signalling)의 역할이 특히 중요해진다. 즉, 전송방식, 교환방식의 발전 및 서비스의 고도화에 병행하여 신호방식의 발전도 더욱 중요한 요소로서 요구된다. 현재, B-ISDN 표준화의 일환으로서 신호방식에 대한 표준화도 활발하게 진전되고 있으나 아직 많은 부분이 검토사항으로 남아 있다.

1. B-ISDN 신호방식의 요구조건

B-ISDN 신호방식의 요구조건은 크게 두가지 측면으로 나누어 생각할 수 있다. 즉, 서비스 측면에서의 요구조건과 망과 시스템 구축의 측면으로부터의 요구조건을 고려할 수 있다. CCITT 권고안에 열거되어 있는 B-ISDN signalling에 필요한 기능들은 주로 아래의 서비스 측면에서의 요구조건들의 반영으로 볼 수 있다.

1) 서비스 측면에서의 요구 조건

- ① 협대역에서 광대역까지, 고정속도와 가변속도등의 다양한 정보형태의 통신의 연결, 연결변경, 해제, 특성의 교섭, 모니터링 및 재교섭
- ② 다양한 정보전송의 결합-일대일(point-to-point) 연결, 일대다(multicast) 혹은 방송(broadcast), 다자간(multi-party) 통신, 다중연결(multi-connection), 대칭, 비대칭등 다양한 형태들의 결합된 형태의 통신을 제어
- ③ 유연성-임의의 시점에서 VP/VC 설정, 변경 및 해제
- ④ 호설정. 변경, 해제, 서비스, 통신정보 선택등을 고속으로 처리하는 즉시성
- ⑤ 부가 서비스

2) 망.시스템 구축 측면에서의 요구 조건

- ① 사용자(user)-망간, 망내 교환기간, 망간에 통일된 방식을 사용
- ② 처리의 단순화 및 모듈화
- ③ 다양한 서비스 요구와 미래의 새로운 서비스들에 대응할 수 있는 유연성 및 확장성
- ④ 신뢰성-전송로 및 단일 교환기 장애의 영향을 최소화
- ⑤ 공중 전화망, 데이터망 및 협대역망과의 유사한 기술 계승

광대역 신호방식의 표준화는, Release 1, 2, 3으로 나뉘어 진행될 예정인 CCITT의 권고안 계획에 따라 연구될 예정이며, 각 Release에서 구현될 서비스 및 망기능의 범위가 계획되어 있다.

2. 신호 가상 채널(Signalling Virtual Channel (SVC))

다양하고 복잡한 맥내망의 구성에 대응하여, B-ISDN에서는 사용자-망간의 신호용의 VC로서 3종류의 SVC가 ATM layer에 정의되어 있다. 즉, 점대점(point-to-point)형 SVC, 선택적 방송형 SVC 및 일반 방송형 SVC가 그것이다. Point-to-point형 SVC는 가장 단순한 형태로서, 각 signalling entity에 대해 1개의 양방향 VC를 할당해 주는 것이다. 선택적 방송형 SVC는 인터페이스에 접속되어 있는 다수의 단말중에서, 특정의 서비스 profile이 있는 단말군에 대해서만 망측으로부터 선택적인 신호를 전송하기 위한 채널로서, 서비스 profile에 대응하여 망으로부터 사용자측으로의 다방향 VC가 할당된다. 또한 일반 방송형 SVC는 망으로부터 사용자측으로 신호정보를 일제히 방송하기 위한 채널로서, 국제표준으로 정해져 있는 VPI/VCI 값이 사용된다.

3. 메타신호(Meta-signalling)

점대점형 SVC 및 선택적 방송형 SVC를 설정하기 위해서는 메타신호 절차가 필요하다. 메타신호의 주요 기능으로서, 첫째, SVC의 용량 할당을 관리한다. 둘째, SVC의 설정, 해제 및 SVC의 상태를 점검한다. 셋째, 서비스 profile의 설정요구에 응한다.

메타신호 정보는, 메타신호 VC라 불리는, 특정 VPI/VCI 값을 갖는 영구적 고정접속의 VC를 통해 이루어진다. 메타신호 protocol은 ATM layer의 management entity 기능에 의해 중단되며 그 절차는 검토가 진행중이다.

4. 사용자 액세스로부터의 VPC/VCC의 제어 및 관리

VC와 VP는 신호절차(즉, control plane communication) 혹은 OAM 절차(즉, mangement plane communication)에 의해 설정된다. 사용자 평면 정보(user plane information)의 전달을 위한 VPC/VCC의 제어 및 관리(control and management)를 위해 사용되는 통신(communication)의 종류로서는 CCITT 권고안에 5가지 유형으로 분류되어 있다^[6].

1) 관리평면 통신 유형 1(management plane communication type-1)

다음의 두가지 통신경로(communication path)를 통해 일어나는 CEQ(customer equipment)와 NMC(network mangement center) 사이에 통신을 말한다.

① 사용자 평면 정보가 전달되는 인터페이스 외의 다른 인터페이스를 통한 통신경로

② 미리 지정된, 사용자 평면 정보의 전달과 같은 인터페이스를 사용한 TE와 NMC 사이의 VPC 혹은 VCC

2) 관리평면 통신 유형 2

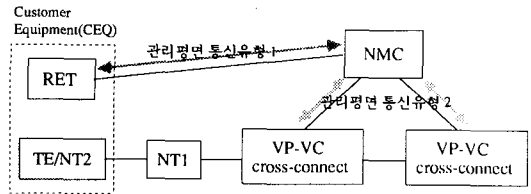
이 유형의 통신 entity는 NMC와 VP-XC(cross-connect) 혹은 VC-XC이며, ARM-based 혹은 non ATM-based 통신이 이용될 수 있다.

3) 제어평면 통신(엑세스)(control plane communication(access))

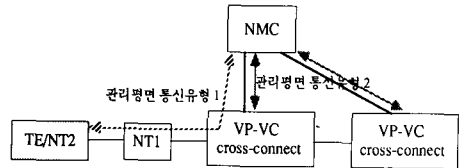
사용자가 VC 스위치에서 중단되는 SVCC(signalling VCC)를 통해 제어평면 메시지를 보냄으로써 VPC/VCC의 설정을 관리한다.

4) 관리평면 통신 유형 3

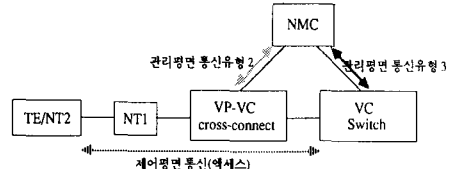
이 유형은 제어평면 통신에 의해 VP,VC의 설정 요구를 전달받은 VC 스위치가 이것을 NMC에게로 관리평면 메시지를 보냄으로써 전달해 주기 위한 통신이다.



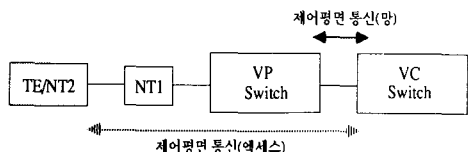
(a) 시나리오-1



(b) 시나리오-2



(c) 시나리오-3



(d) 시나리오-4

그림 4. 사용자 액세스망 구성과 정보통신 시나리오

5) 제어평면 통신(망)(control plane communication (network))

이들은 사용자 평면 정보를 전달하는 VPC/VCC의 제어 및 관리를 위해 CEQ(customer equipment)와 NMC(network management center) 사이의 정보 교환의 수단을 제공한다. 이러한 통신 유형들(types of communications)에 의한 가능한 통신 시나리오(communication scenario)들은 대체로 4가지로 생각할 수 있다. 그림 4에 이 4가지의 통신 시나리오를 보였다. 시나리오-1의 경우는 B-ISDN 초기 도입 단계에서 망 신호 기능이 없는 경우를 염두에 두고 생각할 수 있다. 즉, 사용자가, 사용자 평면 정보가 전달되는 인터페이스 외의 다른 인터페이스를 통해서 NMC에 연결된 RET(remote entry terminal)를 이용해-관리평면 통신유형 "1 가"를 이용하여 - VC 혹은 VP의 설정을 요구한다. 시나리오-2는 시나리오-1의 경우와 유사하나 TE/NT2와 NMC 사이의 통신이 관리평면 통신 유형 "1 나"에 의해 일어난다. 이렇게 VPC 혹은 VCC의 설정요구가 NMC에 전달되면 NMC는 관리평면 통신 유형 2에 의해 VP-XC 혹은 VC-XC에 VP, VC의 설정을 한다. 이와 같은 시나리오-1 및 시나리오-2는 고정적 혹은 반고정적인 VPC/VCC 설정의 경우로 생각할 수 있다.

한편, on-demand로 설정되는 경로로서 시나리오-3과 시나리오-4를 생각할 수 있다. 시나리오-3에서는 사용자가 메타신호를 이용해 SVC를 설정하고, 이 SVC를 통해 제어평면 메시지를 보냄으로써 VPC/VCC를 설정/해제한다. 이때, MSVCC(meta-SVCC)와 SVCC를 중단하는 VC스위치는 관리평면 통신 유형 3을 이용해 NMC와 통신한다. 또한 NMC는 관리평면 통신 유형 2를 이용해 VP-XC를 제어한다. 시나리오-4도 on-demand VPC/VCC의 설정으로서, MSVCC와 SVCC를 중단하는 VC 스위치가 제어평면통신(망)에 의해 VP 스위치와 통신하므로써(그림에서, 제어평면통신(액세스)와 역방향으로 되돌아 가는), VPC/VCC의 제어가 이루어 진다.

5. B-ISDN의 신호망

B-ISDN의 초기 도입 단계에서는 기존 망에서 사용되고 있는, 신호정보 및 서비스 제어정보의 통신을 위한 NO.7 공동선 신호망이나 OAM 정보의 통신을 위한 X.25 패킷망등의 이용을 고려할 수 있다. 그러나, 미래의 서비스 제어 및 OAM 기능의 고도화를 위해 제어/OAM 정보를 위한 고속 통합 전송망의 구축이 바람직

하다. 이러한 제어/OAM 정보 전송망 구축에 있어서의 요구조건으로서는 다음의 사항들을 생각할 수 있다.

첫째, 제어/OAM 정보량의 증대에 대비한 대용량 망이 요구된다.

둘째, 각종 전달 노드와 서비스 제어노드 및 망관리 노드등의 고기능 노드들로부터의 제어/OAM 정보 전송을 위한 인터페이스들의 통일이 바람직하다.

그림 5에 ATM을 이용한 제어/OAM 정보망 구조의 예를 보였다. 그림에서 보는 바와 같이 노드간의 사용자 정보를 전달하는 VP/VC와는 논리적으로 분리된 제어/OAM 정보 전달용의 VP/VC가 고정적으로 설정되어 있다.

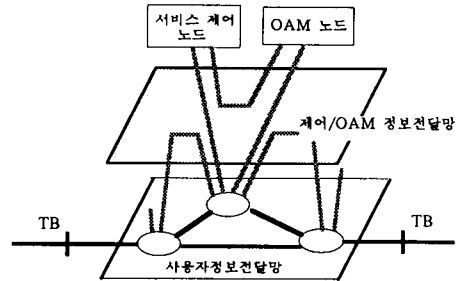


그림 5. B-ISDN 신호망의 구조

위에서 언급된 사항들 이외에도, 망의 layering이나 VCC 및 VPC의 응용, 신호의 기능(signalling capabilities), 신호형태(signalling configuration)가 포함되는 신호전달기능(signalling transport functions)등의 신호방식의 일반적 사항들이 있으나 본고에서는 생략한다.

또한, B-ISDN의 다양한 미래 서비스들에 효율적인 대처를 위해, 호제어와 연결제어의 분리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다^{[7],[9]}. 호제어와 연결제어의 분리는, intelligent networking, multi-media 서비스, multi-party call 및 mobile 서비스등 B-ISDN의 미래 서비스들을 효율적으로 지원하기 위해 필수적이다. CCITT 권고안에서는 3단계의 전화를 통한 호 제어 및 연결제어의 분리가 계획되어 있다. 즉, 1단계에서는 분리하지 않고, 2단계에서는 부분적으로 분리하며, 마지막 3단계에서는 완전한 분리를 하도록 계획되어 있다. 다음 장에서는 ATM 스위치 네트워크 구성 기술에 대해 간단히 언급한다.

IV. ATM 스위치 네트워크 구성 기술

ATM 스위치 시스템은, 통계적 다중화 환경하에서 동적 트래픽 특성 변경때문에 대기행렬(queueing) 지연과 buffer overflow에 의한 셀손실을 동반한다. 그러므로 ATM 스위치 시스템 구성시 각 서비스에 대해 충족 조건이 다르지만, 셀 지연은 노드당 평균 1 msec 이하이고, 셀 손실은 CBR(continuous bit rate) 서비스에 대해 노드당 10^{-9} 이하, VER(variable bit rate) 서비스에 대해 노드당 10^{-7} 이하를 요구한다^[9]. 이 값은 기존의 회선 교환망과 패킷 교환망에 근거를 둔 것이며, ATM 교환 시스템은 다중 다양한 멀티미디어 서비스를 수용하기 때문에, 기존의 스위치 망에서 필요하지 않은 트래픽 제어가 요구된다. 그러므로 스위치 시스템 구성시에는 트래픽 제어 방법을 고려한 구조제시가 필요할 것으로 생각된다.

ATM 스위치 네트워크 구성시에는 여러가지 요인을 고려해서 구성하지만, 비동기 전송 교환이라는 특수성을 감안하면 다음과 같이 생각할 수 있다. 즉 ATM 교환에서 호 접속제어는 호가 발생시 요구한 대역 및 품질(손실율, 지연시간)을 기본으로해서 호 연결 제어를 수행하기 때문에, 접속중인 호원의 정보(사용대역, 품질, 트래픽 데이터등)를 측정해야 하고, 셀 품질의 저하가 발생할 때 스위치 네트워크내에서 셀 품질에 따라 제어하는 우선제어 기능이 요구된다. 그러므로, 트래픽 데이터의 측정방법, 측정장소를 고려한 스위치 구조가 필수적이며, 될 수 있는 한 트래픽 데이터 측정장소를 한 곳에 집중시켜 간단화 하는 방법이 스위치 네트워크 구성시 선결 조건이 된다.

일반적으로 트래픽의 열화는 스위치 네트워크내에서 셀의 다중 분리하는 장소에 발생하기 때문에, 단위 스위치를 이용한 다단 접속방법으로 스위치 네트워크를 구성할 때, 트래픽 열화지점은 여러 곳에서 발생하므로, 효율적으로 관리하기란 대단히 어렵다. 이처럼 다단 접속 스위치 네트워크 구성시 네트워크내에서 트래픽이 열화되는 점을 가능한 다른 곳으로 집중시킬 수 있도록 하는 구조가 제어의 복잡성 및 하드웨어소요 관점에서 요구된다.

스위치 네트워크 구조를 단위 스위치를 이용하여 다단 접속할 경우, 입출력간의 복수의 경로가 존재한다. 입출력간에 호를 접속시킬 때 어떠한 경로를 선택할 것인가 하는 스위치 네트워크 내부 라우팅 문제가 제기된다. 스위치 회로망 내부 라우팅 문제만 고려할 때는 입

출력간에 유일한 경로를 갖는 구조가 되도록 구성하면 제어면에서 간단하다. 그러나 단일 경로에 의해 스위치 네트워크의 효율의 저하를 동반한다.

특히, B-ISDN 환경에서 미래 트래픽의 예측이 불가능하기 때문에 다중 다양한 트래픽에 대한 유연성 구조를 갖는 것이 바람직스럽다. 스위치 네트워크 구성은 가능한 모든 제어 기능을 분산시키고, 각 모듈 개념을 적용하여 확장성, 모듈성, 신뢰성을 도모하는 방향으로 구성하는 것이 바람직스럽다.

1. ATM 스위치 네트워크 기술

ATM 스위치 회로망은 회선속도가 최저 155Mbit/s를 기본으로 하고, 셀프 라우팅 기능을 갖는 고속 스위치이며, 이러한 스위치 네트워크는 높은 효율을 얻기 위한 방법으로 버퍼 위치 혹은 토폴로지(topology) 관점에서 여러 방식들이 제안되었고 정리된 바 있다^[10].

입력 버퍼 및 셀 전송제어(scheduling) 회로를 갖는 ATM 교환방식은 셀 전송제어 알고리즘의 복잡성에 비례해서 높은 효율을 얻을 수 있고, 회선 규모가 증가하면 현실적으로 불가능하다. 그러나 버퍼 소요량이 적고, 스위치 네트워크 내부의 속도를 입출력 회선과 동일한 속도로 동작하는 특징을 갖는다. 출력 버퍼형 및 공통 버퍼형 ATM 스위치 구조는 블로킹을 방지하기 위해 내부 스위칭 속도를 입력선의 N배로 증가하거나 많은 복수의 경로를 제공해야 하므로 대규모 스위치 네트워크 구성에는 제한이 있다. 그러나 스위치 네트워크의 효율이 높으며, 공통 버퍼형 구조에서는 메모리 량이 가장 적게 소요되는 장점을 가진다. 스위치 교차점에 버퍼를 둔 스위치 구조는 분산제어가 용이한 반면, 버퍼 소요량이 큰 단점이 있다. 다음에는 흔히 이용되고 있는 ATM 스위치 네트워크 기술에 대해 언급한다.

1) Clos형 다단 접속 구성 방식

스위치 네트워크 구성방법으로 주로 이용되며, 그림 6과 같이 3단 형태로 구성하는 방식이다. 각 단에서 구성되는 스위치는 입력, 출력, 공통 버퍼형등의 어떠한 단위 스위치로도 구성할 수 있고, 중간단 스위치의 규모 및 수에 따라 시스템 특성이 결정된다.

한 예로, 3단 clos 망을 이용하여 구성할 경우, 호 설정시에 최대 효율(throughput)을 얻기 위해 스위치 네트워크 내의 최적 라우팅이 필요하다. 내부 버퍼가 있는 단위 스위치를 3단 clos망 형태로 구성한 경우, 내부 링크 속도는 입력 속도의 2배, 중간 스위치의 수는 1차 스위치 수의 2배, 즉 2차 스위치를 시간적 공간적으로 2배 확대하면 넌블록킹이 된다^[11]. 이는 어디까지나 호

설정시의 가상 호(virtual call) 개념을 근거로한 회선 교환 이론을 적용한 것이다.

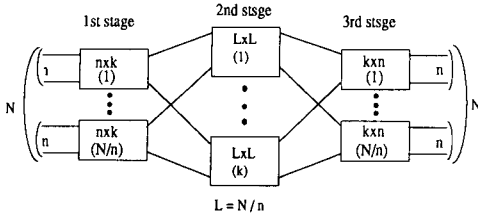


그림 6. 3단 접속 ATM 스위치 네트워크

그러나, 모듈성이 좋고, 대용량화 방법에 가장 많이 이용되는 구조이지만, 입출력 사이에 다수의 경로가 존재하므로 신뢰성이 높은 반면, 매 호마다 내부 라우팅 기능이 요구된다. 또 셀 레벨에서 트래픽이 열화되는 지점은 각단에서 발생하므로, 셀 레벨의 트래픽 제어는 각 단에서 수행해야 하는 제어의 오버 헤드가 동반된다. 또 스위치 네트워크의 셀 손실 및 지연 특성은, 대략 각 단에서 발생하는 셀 손실 및 지연 특성의 합으로 주어지므로 증가하는 특성을 갖는다.

2) 입출력 버퍼형 ATM 스위치를 이용한 2단 접속 구성 방식

그림 7과 같이 첫번째단은 입력 버퍼형 단위 스위치, 둘째단은 출력 버퍼형 단위 스위치를 이용한 2단 접속 형태의 스위치 네트워크 구성 형태이다.

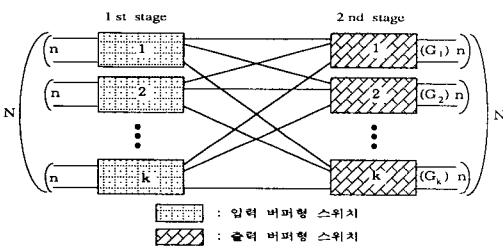


그림 7. 2단 접속 ATM 스위치 네트워크

그림 7의 특징은, 첫째단과 둘째단 사이의 링크에서 발생하는 블로킹 현상을 방지할 수 있고, 입출력간에는 유일한 경로가 제공되므로 내부 링크 라우팅 알고리즘이 필요없다. 이 구조에서는 스위치 네트워크의 효율을 높이기 위해, 첫째단은 각 단위 스위치의 HOL 문제를 완화하기 위해 셀 전송제어 기능을 갖는 입력 버퍼형

ATM 스위치를 이용해서, 출력 그룹단위(G_i)로 스케줄링한다. 각 그룹을 관장하는 2단 스위치인 출력 버퍼형 ATM 스위치에서는 각 입력 그룹에서 입력되는 셀들의 출력 블로킹 현상을 해결한다. 그러므로, 이 구조는 입력 버퍼 및 출력 버퍼를 갖는 단위 스위치 구조와 등가인 셈이다. 그러므로, 실용 스위치 네트워크를 위해 요구되는 모듈성을 가지며, 스위치 내부 라우팅을 위한 기능이 필요없으며, 스위치 내부 효율이 높은 특징을 갖고 있다. 반면, 트래픽 열화가 발생하는 지점은 입력 및 출력측의 버퍼에서 발생하므로, 셀 레벨의 품질제어는 입력 및 출력측에서 수행하여야 하는 부담을 가지며, 주로 입력 버퍼형 스위치 특성에 의해 시스템의 효율이 결정된다.

3) 스위치 네트워크의 내부 루팅 기술

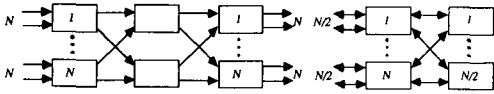
앞 절에서 설명한 2가지 형태의 스위치 네트워크에서 그림 6은 한 특정 입출력사이에 복수경로가 존재한다. 그러나 그림 7은 특정 입출력 간에 단일 경로밖에 존재하지 않는다. 일반적으로 다단 접속구조의 스위치 네트워크에서 단일 경로형 구조보다 복수 경로형 구조가 신뢰성 면에서 바람직스러운 구조라고 말할 수 있다. 본 절에서는 복수 경로가 존재하는 ATM 스위치 네트워크 내에서 특정 입출력 단자사이에 최적 경로를 찾는 내부 루팅 기술에 대해 언급한다. 내부 루팅 알고리즘은 현재 STM 중계 교환기에서 이용되고 있는 방식을 ATM 스위치 네트워크 내부 루팅 방법에 적용할 수 있으므로 다음과 같이 3가지 방식을 생각할 수 있다^[12].

- 고정 루팅(fixed routing) : 미리 루팅 경로가 설정되어 있는 방식
- 동적 루팅(dynamic routing) : 루팅 경로가 시간(월/일/시간)에 따라 변경하는 방식
- 상태 의존 루팅(state dependent routing) : 호 설정시 특정 입출력 사이에 각 경로의 트래픽 상태를 조사하여 최적 경로를 선택하는 방식

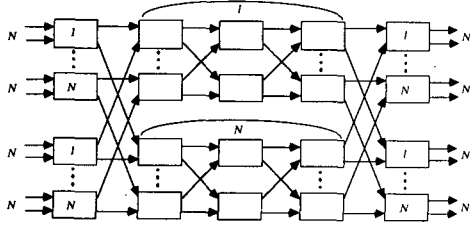
상태 의존 루팅 방식은 스위치 네트워크내의 각 경로에 대한 트래픽 상태에 대한 정보 데이터를 수집해서 스위치 내의 어느 일정 장소에 보관해야 한다. 그러면 호 설정시 수집된 정보를 기반으로 해서 최적 경로를 결정한다. 이때, 트래픽 상태에 대한 데이터 수집 장소가 적도록 네트워크를 구성하고, 최소 시간내에 최적 경로 탐색 알고리즘의 동작이 완료되도록 해야 한다. 이에 대한 연구 검토가 요망된다.

2. ATM 스위치 네트워크 구성법

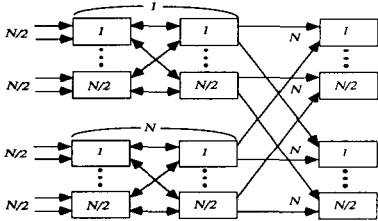
일반적으로 실용 스위치 네트워크 구성시 스위치 모



(a) 2-stage unfolded 구성 (b) 2-stage folded 구성



(c) 3-stage unfolded 구성



(d) 3-stage folded 구성

그림 8. ATM 스위치 네트워크 구성 방법의 일례

들의 조합 방법에 따라 그림 8과 같이 펼쳐진 형태의 unfold 네트워크와 겹쳐진 형태의 folded 네트워크로 구성된다^[13].

Unfolded 네트워크에서는 네트워크의 한 측면에 입력이, 반대 측면에 출력이 존재하고, 네트워크의 내부 링크는 단방향으로 동작되며 모든 셀 정보는 항상 동일한 수의 스위치 모듈을 통과하게 된다. 이에 반해 folded 네트워크에서는 모든 입력과 출력이 네트워크의 동일 측면에 존재하고, 네트워크의 내부 링크는 양 방향으로 동작된다. 따라서 입력선과 출력선이 동일한 스위치 모듈에 연결될 경우 셀 정보가 마지막단(reflection stage)까지 통과될 필요없이 해당 스위치 모듈내에서 종단되어 되돌아오므로 short path를 이용할 수 있는 이점이 있다. 즉 연결이 설정된 후 셀이 통과해야 하는 스위치 모듈의 수는 입출력선의 위치에 따라 다를 수 있다. 또한 그림 8(d)와 같이 $N \times N$ 스위치 모듈로 구

성되는 3단 folded 네트워크에 소요되는 단자 수는 $(N/2) \times (N/2) \times N$ 이 된다.

현실적으로 가능한 스위치 모듈의 규모가 16×16 , 32×32 인 경우에 대하여 2단 및 3단 folded 네트워크와 unfolded 네트워크로 구성한 경우 소요되는 단자 수와 스위치 모듈의 수를 표 2에 나타낸 것이다.

표 2. 다단접속 ATM 스위치 구성 방법에 따른 비교

구성법	항목	Bidirectional Ports	Switch module 수
	Unfolded 2-stage	SM16	256
SM32		1024	96
Unfolded 3-stage	SM16	4096	1280
	SM32	32768	5120
Unfolded 2-stage	SM16	128	24
	SM32	512	48
Unfolded 3-stage	SM16	1024	272
	SM32	8192	1056


V. 맺음말

B-ISDN 구축에 중추가 되는 ATM 스위칭 시스템 기술에서 전체적으로 스위칭 시스템이 어떻게 동작하고, 어떻게 구성되는 가를 개괄적으로 나타냈고, 스위칭 시스템내에서 필요한 신호 및 제어 정보의 전달은 별도의 네트워크 구성없이 가능하다는 것을 조명한 다음, B-ISDN 교환망에서 신경이라고 할 수 있는 신호망에 대해 기본 요구 조건과 구성 기술에 대해 개념적으로 언급하였다. 신호 방식중 기존 신호방식과 큰 차이는 B-ISDN의 특성인 다양한 접속을 통합해서 제공하기 위해 호 제어 및 연결 제어를 분리하여 구성하는 것이라고 할 수 있다. 이는 B-ISDN의 IN 기능을 고려해서 신호의 고도화 추세의 일환으로 검토된 것이다. 또 ATM 교환망에서 호 설정시 사용자가 가상 대역 및 채널을 제어 및 관리할 수 있는 기능을 갖는다. 이러한 기능은 기본적으로 신호망에서 이루어 지는 것임을 설명하였다.

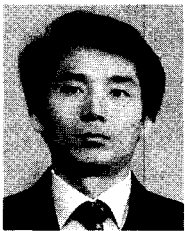
ATM 스위치 네트워크는 이미 발간된 특집에서 여러 번 취급하였으므로, 본 고에서는 단위 스위치 구성 기술은 생략하고, 단위 스위치를 이용해서 실제로 교환시스템내에 이용되는 스위치 네트워크의 구성을 스위치 제어 관점에서 구성 기술을 조명하였고, 실제로 구현시

구성법 관점에서 그의 방안과 내부 루팅 관련 문제를 언급하였다.

參 考 文 獻

- [1] T.Aramaki, et al., "High-speed Line Processing Scheme for ATM Output Modular Switch", IEICE, 1991 Spring Nat'l Conf. Rec., B-457, 1991.
- [2] T.Arai, et al., "Study of an Indirect Liquid Cooling Technology for Switching Systems", IEICE, SSE 89-158, 1990.
- [3] Y.Inoue and I.Tokizawa, "Transport network evolution toward ATMized B-ISDN", *IEICE Trans.*, vol. E74, no. 4, April 1991.
- [4] M.Miyagi, et al., "The Line Interface for ATM Switching Systems", IEICE, SSE91-35, 1991.
- [5] M.Kunimoto, et al., "A Study of Implementation for ATM Protocol", IEICE SSE88-166, 1988.
- [6] CCITT Draft Rec. I.311 B-ISDN General Network Aspects, June 1992.
- [7] CCITT WP X1/4-Draft Proposal of the Baseline Text for Target Signalling Requirements, Editor M.Testa, Geneva, Sept. 1991.
- [8] P.Blankers and K.Keskin, "The Separation Between Call Control and Connection Control", Proc. IFIP, Estori, Portugal, Jan. 1992.
- [9] T.Takeuchi, H.Suzuki and T.Aramaki, "Switching architecture and technologies for asynchronous transfer mode", *IEICE Trans.*, vol. E74, no. 4, April 1991.
- [10] 한치문, "ATM 스위치 네트워크 기술", 텔레콤, 제 7권 제 2호, 1991.
- [11] Y.Sakurai, S.Gohara and K.Ohtsuki, "A Study on the Non-blocking Condition for the Multi-stage ATM Networks", IEICE, National Autumn Conference, B-318, 1988.
- [12] Shirou Tanabe et al., "A New Distributed Switching System Architecture for B-ISDN", International Conference on Integrated Broadband Service and Networks, IEE 329, 1990.
- [13] A.L. Fox et al., "RACE BLNT : A Technology Solution for the Broadband Local Network", International Conference on Integrated Broadband Services and Networks, IEE 329, 1990. 

筆 者 紹 介



李 聖 昌

1958年 5月 26日生
 1983年 2月 경북대 전자공학과 (학사)
 1985年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)
 1991年 12月 Texas A&M Univ., Dept. of Electrical Eng.(박사)

1985年 3月 ~ 1987年 6月 한국과학기술원 시스템공학 센터

1992年 3月 ~ 현재 한국전자통신연구소 교환기술연구단 ATM기술연구부, 선임연구원



韓 致 文

1951年 5月 19日生
 1977年 2月 경북대 전자공학과 (학사)
 1983年 8月 연세대 대학원 전자공학과(석사)
 1990年 9月 일본 동경대학 대학원 공학계연구과 전기공학(박사)

1977年 2月 ~ 1983年 3月 한국과학기술연구원(KIST) 연구원

1983年 4月 ~ 현재 한국전자통신연구소 교환기술연구단 ATM System연구실장, 책임연구원