

< 主 題 >

위성 B-ISDN/ATM 전송을 위한 표준화기술 동향

김내수, 최동준, 채종석

(한국전자통신연구원 위성통신기술연구단)

□ 차 례 □

I. 서 론

II. 위성 B-ISDN/ATM 연구개발 동향

III. 위성 B-ISDN/ATM 표준화 활동분야

IV. 위성 B-ISDN/ATM 전송 표준화 기술 동향

V. 맺음말

I. 서 론

21세기는 통신과 방송의 융합, 광대역화, 고속화, 개인화가 요구되는 초고속 정보화 시대가 될 것이며, B-ISDN은 이러한 요구를 충족할 수 있는 기반 망이 될 것으로 예측된다. B-ISDN의 전송기반은 53 byte의 셀이라 불리는 고정된 크기의 데이터 단위를 사용하는 비동기 전송 모드(ATM: Asynchronous Transfer Mode)로써 광케이블을 기반으로 설계되었다. B-ISDN은 광케이블 기반의 지상망을 포함하여 위성망 등 다양한 기존의 망 등과 이음새 없이 하나로 통합되어 운용되어야 하며, 통합된 하나의 B-ISDN망을 구축하기 위해서는 망간의 연동을 포함하여 ATM 셀을 오류 없이 적절히 전송할 수 있어야 한다.

위성은 동보성, 광역성, 회선설치의 유연성, 내재해성 등 위성 고유의 특성으로 인해 초고속 정보통신 기반에서 중요한 역할을 수행할 것으로 기대된다. 반면에 위성은 정지궤도의 경우 긴 위성 전송지연, 위성채널 특성에 따른 버스트 오류의 특성, 제한된 대역폭 등으로 인해 초고속 정보통신망의 기반인 B-ISDN/ATM 서비스를 제공하기에는 해결해야 할 많은 문제점들이 존재한다.

위성을 통한 ATM 전송은 1990년 초반부터 유럽 및 미국을 중심으로 그 중요성이 인식되기 시작하면서 IN-

TELSAT, 미국의 NASA 및 COMSAT, 유럽의 EU-TELSAT, 일본의 CRL 등의 기관에서 연구하기 시작하였다. 이들은 현재 위성을 통한 ATM 셀의 기본적인 전송 실험을 마쳤으며, 그 기술에 대한 가능성 및 효용성을 입증하였다. 또한 실험 결과들은 ITU 등의 표준화 기구 등에 계속 기고 반영되고 있다. 위성을 통한 ATM 전송에 대한 표준은 ITU-R SG4B 및 ITU 내 ICG-SAT, 그리고 ATM Forum 내에서 활발히 진행 중이다. 그리고 기타 연구 그룹에서도 위성 ATM 전송을 위한 새로운 기준 설정 작업을 수행하고 있다.

본 고에서는 B-ISDN/ATM과 위성의 역할, 그리고 위성시스템에 B-ISDN/ATM 적용시 발생될 수 있는 제반 문제점 및 이를 해결하기 위한 각국의 연구개발 프로젝트를 간략하게 살펴보고, 위성 B-ISDN/ATM 전송에 대한 표준화 그룹들의 활동 및 연구분야를 살펴본다. 끝으로 위성 ATM 전송에 대한 표준화를 위한 기술 동향을 위성 시스템의 참조 모델, 성능, 응용 서비스에 대한 QoS, 그리고 가용도 등에 대해 ITU-R Working Party 4B의 내용을 중심으로 기술하고자 한다.

II. 위성 B-ISDN/ATM 연구개발 동향

1. B-ISDN/ATM과 위성의 역할

초기 광케이블 기반의 B-ISDN/ATM 망이 점차 위성망과의 혼합형태로 구축 방향을 선회하고 있다. 이와 같은 이유는 근본적으로 위성에 의한 망 구축은 광케이블보다 비용면에서 효율적이며, 또한 초기 수요를 위성으로 충분히 충족할 수 있고 위성에 의한 동보성, 광역성 및 이동성, 그리고 지진 및 긴급상황에서 위성통신망이 유리하다는 판단에서이다. 특히, GII (Global Information Infrastructure)의 궁극적인 목표인 4 Any 서비스, 즉, 위성을 이용함으로써 언제(Anytime), 어디서(Anywhere), 누구와(Anyone), 어떤 종류(Any kind)의 서비스를 가능하게 할 수 있기 때문이다.

위성은 초고속정보통신망 구축에 있어서 중요한 역할을 수행할 것으로 예측되며, 지상망과 상호보완 관계를 유지할 것으로 기대된다. 그러나 B-ISDN/ATM 기반에서 위성이 그 역할을 충분히 수행하기 위해서는 위성 B-ISDN/ATM 망 구축과 더불어 사용 주파수 대역, 상호운용, 표준화, 프로토콜, 핵심기술, 국제간의 협력 등 제반 기술적 요구사항들에 대한 대책이 마련되어야 한다. 특히 타 망과의 상호 연동 등을 위해서는 다음과 같은 대책들이 요구된다.

- 위성의 긴 전송지연에 따른 프로토콜 처리
- ATM 전송을 위한 서비스 품질에 대한 대책
- 트래픽 관리 및 트래픽 폭주에 대한 연구
- GII를 위한 전세계 표준화
- 망과 사용자들간의 상호연동 및 비용
- 시스템 인터페이스의 구현

2. 위성 B-ISDN/ATM 전송시 문제점

기본적으로 ATM은 광케이블을 기반으로 하여 설계되었기 때문에 위성링크에 적용할 경우 많은 문제점을 내포하고 있다. 위성시스템에 ATM 기술을 적용할 때 ATM 전송 성능에 영향을 미칠 수 있는 요인으로는 크게 연접오류 특성과 약 250ms의 긴 전송지연, 그리고 제한된 대역폭이다. 따라서 위성을 통한 ATM 서비스를 최적으로 제공하기 위해서는 이러한 문제점들에 대한 정확한 분석이 요구된다.

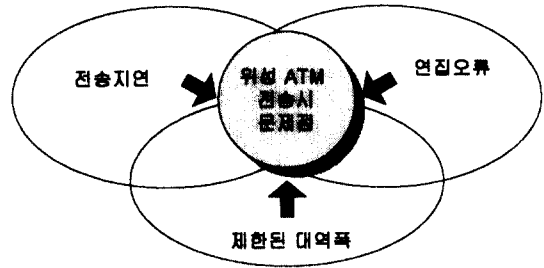


그림 1. 위성 ATM 전송시 문제

● 연접오류의 영향

우주공간을 매체로 하는 위성링크에서 고려할 수 있는 오류로는 위성 채널의 부호화와 복호화에 따른 오류와 위성환경에 기인한 오류, 그리고 물리 계층상에서 프레임밍 오류에 의한 셀 동기화 실패로 발생하는 오류 등을 생각할 수 있다.

위성 시스템은 제한된 전력에서 신뢰할 수 있는 신호 전송을 보장하기 위해 오류 정정 기법을 사용하게 되며, 이러한 과정에서 위성 채널은 연접오류의 특성을 갖게 된다. ATM은 산발 잡음 비트 오류에 강하도록 설계되었기 때문에 연접오류에 대해서는 심각한 성능 저하를 야기하게 된다. 특히 ATM HEC은 단일 비트 오류만을 정정할 수 있기 때문에, 연접 오류에 의한 ATM 헤더의 셀 오류는 정정될 수 없다. 그러므로, ATM 셀 폐기 확률(CLP)의 심각한 증가가 야기된다. 이러한 위성 링크에서의 연접 오류는 ATM과 AAL 프로토콜, 그리고 PDH/SDH 프레임 전송 모두의 동작에 영향을 미친다. 일반적으로 물리계층에서 발생하는 비트 오류는 B-ISDN/ATM 전 계층에 영향을 미치게 된다.

● 전송지연의 영향

위성망에서 전송지연은 크게 두 가지 요인에 의해 발생되는데 그중 하나는 36,000km상공에 떠있는 정지위성과의 전파지연과 각 지구국과 중간 노드의 처리과정에서 발생하는 지연, 그리고 망 내의 혼잡에 의한 지연 등이다.

긴 전송지연은 위성 ATM 망에서 여러 가지의 영향을 미치게 되는데 첫째로 상호 대화형 서비스, 실시간 음성 및 비디오 서비스, 고속의 데이터 서비스와 같은

지연에 민감한 서비스들에 심각한 영향을 미친다. 또한 ATM 호 접속 등에 신호 프로토콜과 위성 ATM 망에서 QoS를 유지하는 데 필요한 트래픽 관리, 즉 트래픽과 혼잡제어에도 영향을 미치게 된다. 따라서 위성 ATM 망을 위해서는 좀 더 효율적이며 빠른 트래픽 및 혼잡제어 절차가 요구되며, 현재 많은 기법들이 분석되고 제안되어지고 있다.

● 제한된 대역폭의 영향

위성은 광케이블에 비해 상대적으로 낮은 대역폭을 제공함으로써 높은 대역폭을 요구하는 응용 서비스들에 하나의 제약가 가한다. 따라서 위성 ATM 망에서 제한된 대역폭에 대한 낭비를 최소화 하고 다양한 트래픽 제공, 그리고 위성 자원 사용에 따른 비용의 최소화 등을 위한 효율적 대역폭 관리는 매우 중요하다.

3. 위성 B-ISDN/ATM 연구개발 동향

B-ISDN/ATM을 위성에 적용하기 위해서는 앞에서 언급한 제반 문제들에 대한 대책이 요구된다. 미국, 일본, 유럽 등의 선진국에서는 B-ISDN/ATM을 위성망에 적용하기 위한 다양한 연구 등을 수행하고 있다. 미국의 경우 NASA의 주도하에 ACTS (Advanced Communications Technology Satellite) 위성을 이용한 155 Mb/s, 622Mb/s의 지상/위성 시험망을 포함하여 T1 급 위성 ATM 링크 구축 등을 통하여 다양한 실험을 수행하고 있다. ACTS User Program에는 39개 산업체, 30개 대학, 27개 정부기관 등이 참여하고 있다. 총 46 개 지구국들이 이동, 고정 및 방송서비스를 위해 사용되고 있으며, 11개의 beacon 수신지구국이 전파특성 측정을 위해 사용되고 있다.

일본의 우정성은 2001년 10m 위성탑재 안테나를 이용한 이동 위성서비스를 비롯하여 1~2Gbps 전송속도를 가지는 위성시스템 개발을 통해 지상망 회선의 혼잡 완화, 산간벽지등에 초고속 정보서비스 제공과 함께 광케이블에 편중되기 쉬운 산업 및 금융계의 전략전환을 유도하고 있다. 일본에서의 위성 ATM 전송실험은 주로 우정성 산하 연구소인 CRL (Communication Research Lab.)에서 주도하고 있으며, 2005년 운용을 목표로 1.2Gb/s의 차세대기가비트 위성통신 시스템을 개발 중에 있다.

위성 ATM 전송과 관련하여 가장 활발하게 연구활동을 수행하고 있는 유럽은 주로 유럽공동체(EU)의 RACE와 ACTS(Advanced Communications Technologies and Services) 프로그램, 그리고 ESA (European Space Agency)와 EUTELSAT 등에 의해 주도되고 있으며, 많은 산업체들이 참여하고 있다. RACE는 ISDN의 진화와 국가적 도입 전략, 1995년까지의 광역 공동체 서비스를 향한 발전 등을 고려한 IBC(Integrated Broadband Communication)의 도입을 목표로 1987년부터 1995년까지 수행된 연구개발 프로그램으로 RACE I과 RACE II의 두 단계로 진행되었으며 RACE Catalyst, UNOM 등을 포함한 다양한 위성 ATM 실험을 수행하였다. ACTS 프로그램은 RACE 프로그램의 후속으로 1994~1998년까지 통신분야에서 시험환경에 경쟁적 연구 및 기술개발을 지원하기 위한 유럽공동체의 주요 노력으로 ISIS, DIGISAT, CINENET, VANTAGE, SECOMS, NICE등 위성관련 프로젝트를 비롯하여 총 120개 프로젝트들이 수행되고 있다. 1996년 7월 1일에서 3일까지 파리에서는 EUTELSAT 주관하에 ATM Workshop을 통해 유럽에서 수행하고 있는 각종 위성 ATM 프로젝트 소개 및 연구내용 등을 발표하기도 하였다.

또한 국가간의 위성 ATM 전송 실험도 활발하게 진행되고 있는데, 미국의 AT&T, 일본의 KDD, 호주의 Telstra 3개 기관은 DS-3 IDR 위성 ATM 망(그림 3)을 구축하여 물리 계층, ATM 계층, 응용 계층에서의 ATM 성능 파라미터의 영향을 평가하고 광케이블과 위성망을 포함한 국제 ATM 망에 대한 기존 및 최근의 서비스 지원을 위한 가능성을 시연하였다. 현장시험은 1995년 4월부터 12월까지 수행되었다.

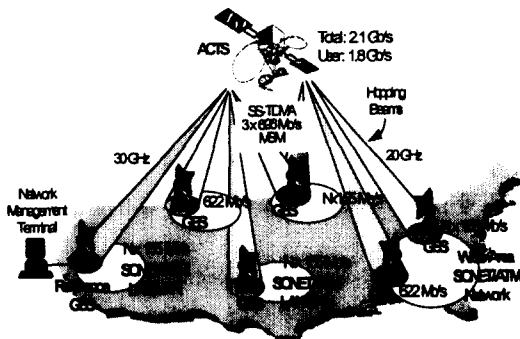


그림 2. ACTS 기가비트 위성 망

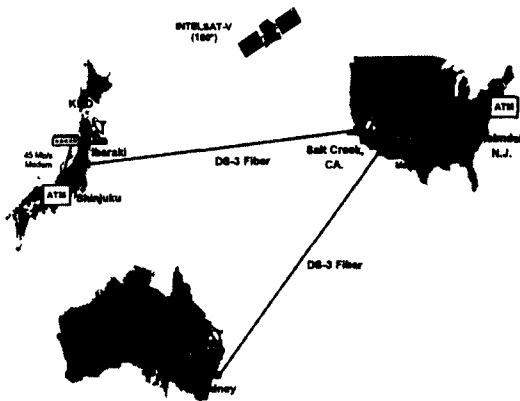


그림 3. AKT ATM 시험망 구성

또한 미국의 JPL과 일본의 CRL은 G7 프로젝트 GIBN (Global Interoperability for Broadband Network)의 일환으로 국가간의 위성 ATM 전송에 따른 BER, 오류제어, 신호지연 문제 등에 관한 Trans-Pacific HDR (High Data Rate) 위성통신 실험을 추진하고 있다.

〈표 1〉은 국외의 위성 ATM 전송과 관련한 주요 프로젝트들을 요약한 것이다.

III. 위성 B-ISDN/ATM 표준화 활동 분야

현재 ITU를 중심으로 ATM 포럼 등에서 B-ISDN/ATM과 관련하여 표준화를 계속 추진하고 있다. 특히 이종망과의 연동, GII 구축에 따른 표준화 과정에서 위성과 관련한 많은 연구과제(Question)들이 제기 되었으며, 이를 해결하기 위해 여러 연구 그룹들이 활동 중에 있다. 현재 위성과 관련한 B-ISDN/ATM 관련 표준화 활동은 크게 ITU-R WG 4B를 비롯하여 ITU-T SG13, ITU-T SG 11, ITU-T SG15 등에서 부분적으로 이루어지고 있다. 그리고 ITU 내의 위성 전송관련 부분을 종합적으로 관장하는 ICG-SAT(Intersector Coordination Group on Satellite Matter)이 있다. 이 밖에도 ATM Forum내의 WATM WG와 TIA/SCD/CIS-WATM Group 등에서도 위성 ATM 에 대한 연구를 진행하고 있다.

본 장에서는 위성 B-ISDN/ATM과 관련한 주요 표

준화 그룹의 활동 및 연구분야를 간략하게 발제 요약하고자 한다.

1. ITU ICG-SAT

1993년 설립된 ITU 내의 ICG-SAT은 ITU-R 및 ITU-T의 관련 연구 그룹과 함께 공중망에 있어서 위성 전송에 관한 표준을 관장하고 있다. 현재 ICG-SAT와 관련되어 있는 연구 그룹은 ITU-T SG 1, 2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15와 ITU-R SG 4, 8, 10, 11 등이 있다.

현재 이들 활동 및 회의는 ICG-SAT의 관장 아래 ITU-T SG 13이 Lead Study Group으로 지정되어 있으며, WP1에서 위성과 관련된 연구를 책임지고 있다. ICG-SAT내의 Technological Aspect 연구 그룹에서 검토 중인 위성 관련 논제는 크게 두 가지로 나누어진다. 첫 번째는 위성통신에서만 관련된 분야이고 두 번째는 위성통신뿐 아니라 일반적인 통신 시스템에도 적용될 수 있는 분야이다. 위성통신에만 관련된 분야로는 OBP(On-Board Processing), VSAT, BOD(Bandwidth on Demand), 비정지궤도 위성시스템(Non-Geostationary Satellite System)등이 있고, 일반 통신에서도 적용될 수 있는 분야로는 ATM, SDH, Frame Relay 및 데이터 통신 등이 있다. ICG-SAT은 1997년에서 2000년까지의 연구기간에서 위성 문제에 관한 첫 번째 회의를 1997년 7월 9일에서 11일까지 파리에서 개최하였다.

2. ITU-T SG13

ITU-T SG13은 일반적인 망 관점과 GII, B-ISDN 분야에 대한 연구를 수행하는 그룹으로 크게 4개의 WP (Working Parties)로 나누어져 있다.

- WP 1 : GII 및 일반적인 네트워크 연구
- WP 2 : Network capability 및 Interworking
- WP 3 : Layer 1 Access/Transport Architecture, ATM 계층 및 OAM
- WP 4 : 성능(Performance)

ITU-T SG13 연구 과제로 1996년에 새로이 지정된 Q.22/13에서는 공중망(Public Network)에서의 위성

〈표 1〉 국외 위성 ATM 전송 기술개발 기관 및 프로젝트의 요약

프로젝트명	참여기관	연구 목적 및 내용	사용위성 및 대역
NASA ACTS	Univ. of Maryland, NASA, ARPA, etc. (미국)	○ ACTS 위성을 이용한 Gigabit 망 구성 SONET 기반의 OC-3와 OC-12 서비스 제공 ○ 현재 ATM 트래픽 관리와 폭주제어 등에 대한 연구가 진행 중	- ACTS 위성 - Ka 대역 - T1, 155Mb/s, 622Mb/s
GTE ATM Experiment	GTE GSC, NRAd (미국)	○ 위성링크상에서 ATM 트래픽을 위한 프로토콜 성능에 대한 위성지연의 영향 검증 ○ TCP, XTP 프로토콜의 시험 및 분석	- GSTAR-II - Ku 대역 - DS-3
XVSAT	ESTEC, SAIT, NERA, A/S, Telenor, MPR TelTech (유럽)	○ ATM LAN의 상호접속 ○ IP-based LAN 상호접속 제공 ○ 직접 ATM UNI 접속 제공 ○ ATM-기반 IWU 개발 및 시험	- INTELSAT VII - Ku 대역 - nx64kb/s ~ 3Mb/s
ACTS VANTAGE	Alcatel Bell, Bradford Univ., BT Lab, Salford Univ., etc. (유럽)	○ ATM과 위성의 연결 이점의 시연 ○ 원격지 VSAT에서 코어 네트워크의 ATM 접속 시연 ○ 망 관리의 통합	- 일반 위성 - 256kb/s ~ 34Mb/s
ICAROS	Telefonica, Swiss PTT, Telia Research AB, EUTELSAT (유럽)	○ 위성링크에 기초한 ATM 망의 가능성 시연 ○ ATM 위성망에 의해 지원된 멀티미디어 서비스에 대한 위성특성에 따른 실제 영향 조사 ○ 미래 멀티미디어 응용 방안을 개발하기 위한 연구실간의 ATM 실험 증진	- Eutelsat II/ HISPASAT - 34Mb/s(Eutelsat) - 2Mb/s(HISPASAT)
RACE II CATALYST R2074	Alcatel, EUTELSAT, Salford Univ., Surrey Univ., etc. (유럽)	○ BISDN 구현을 위한 위성 ATM 전송 및 광대역 망의 상호접속 시연과 성능 측정	- Eutelsat II - Ku 대역 - 12Mb/s
HDTV Transmission Experiment	CRL(일본)	○ N-star를 이용한 ATM/SDH링크의 HDTV 전송 실험 및 ATM/SDH 성능실험, 지상망과의 연동, ATM 응용 실험	- N-star 위성 - Ka 대역 - 45Mb/s, 155Mb/s
AKT ATM Tech. Trial	AT&T(미국), KDD(일본), Telstra(호주)	○ ATM 망 성능 파라미터에 대한 DS-3 IDR 위성 링크의 영향 평가와 ATM 성능 개선을 위한 기법 및 기술 검토 ○ 지상/위성의 국제 ATM 망에 대한 기존 또는 현재 서비스 지원의 사전 조사를 위한 시연	- INTELSAT V - Ku 대역 - 45Mb/s
Trans-Pacific HDR Experiment	CRL(일본), JPL(미국)	○ 미-일간 Trans-Pacific 155Mbps ATM/SDH 위성링크를 통한 BER, 오류제어, 신호지연문제 등을 실험 ○ 하와이에 Gateway 설치	- Intelsat/ACTS - Ka 대역 - 45Mb/s, 155Mb/s

채널의 사용에 관한 연구를 수행하고 있다. 최근의 회의(1997. 2 서울)에서는 특별한 문서의 제출은 없었으며, 수행 연구 항목을 합의하였다. 합의된 수행 연구 항목은 다음과 같다.

- 기존의 이동위성망과 지상 이동통신망과의 연동
- 반향제어, Bandwidth on demand, 채널할당 등의 자원관리에 대한 신호채널 인터페이스 요구사항
- Point-to-point, Point-to-multipoint 접속을 포

합한 ATM 액세스 망 요구사항

- STM-0(51.84Mbps) 이하의 전송율(Tributary transmission rate)을 포함하는 SDH 망 액세스
- 이동성을 위한 관리지원 요구사항
- 양방향 비디오 서비스 등 멀티미디어 망의 인터넷, 비디오 회상회의 등에 대한 접속 요구사항

위성을 이용하여 ATM 셀을 전송할 때, 현재 제기되고 있는 쟁점 및 규격화 작업에 있는 것으로 트래픽 및 폭주(Congestion) 제어와 음성/비디오 통신을 위한 가변 비트율(VBR), ATM 적용 계층(AAL) 등이 있다. ATM 셀의 위성 전송시 트래픽 및 폭주 제어 메커니즘으로 고려할 수 있는 EFCI(Explicit Forward Congestion Indication)와 EBCN(Explicit Backward Congestion Notification)의 두 가지의 제안에 대해 ITU-T SG13에서 검토 중에 있다.

3. ITU-R WP 4B

위성 B-ISDN/ATM 관련 표준화 활동은 주로 ITU-R SG4의 4개의 Working Party들 중의 하나인 WP 4B를 중심으로 이루어지고 있다. WP 4B는 시스템, 성능, 가용도 및 유지보수 등에 대한 연구를 수행하고 있는데, 1997년 1월 15일에서 21일 기간 동안 스위스 체네바의 ITU 본부에서 제 8차 회의가 개최되었다. 이 회의에는 19개 정부, EUTELSAT, INTELSAT으로부터 61개 대표가 참석하여 위성 디지털 성능 및 HRDP(Hypothetical reference digital path)에 관련한 문제 등을 다루었다. 이 회의에서는 ITU-R 연구 그룹 4에 제출할 ITU-R 권고안 S.251과 S.579 개정을 완료하였으며, 아울러 ATM과 SDH에 관한 초기 권고 초안 S.atm과 XY/4를 각각 개정하였다. 본 회의에서는 디지털 성능, HRDP, 기타 문제에 대해 3개 Drafting Group(DG)을 구성 운영하였다. WP 4B는 ATM 시스템에 대한 위성 성능 요구사항과 15GHz 이상의 주파수에서 위성 성능을 완성하는데 집중하기로 하였으며, 다음 회의는 1998년 3월경에 개최하기로 잠정 결정하였다.

4. ATM Forum WATM

ATM Forum 내의 WATM에서는 다양한 범위의 사

설 및 공중 무선 통신망 액세스에 대하여 ATM기술 사용을 촉진하기 위한 관련 규격을 작성하고 있다. 원래 이 그룹에서는 이동 환경에 대한 ATM의 접속을 목적으로 하였으나, 차츰 그 범위를 전파 환경에 대한 접속으로 확대해 감에 따라 위성 채널에 대한 연구도 시작되고 있다.

현재 WATM WG에 위성과 관련된 연구 문서 일부가 제안되었으며, 주로 위성을 이용한 서비스 및 연구 주제에 관련된 사항이다. 이 중 위성 ATM과 관련되어 4개의 표준 모델이 제안되었다. 여기서는 주로 정지 궤도 위성을 이용하여 기존의 망(지상파망)을 서로 연동시키는 구성과 가입자가 직접 위성을 이용하여 다른 ATM 망으로 접속하는 경우를 고려하고 있으며, 또한 각각에 대하여 위성이 단순 Relay 기능을 하는 것과 스위치를 포함한 것 두 가지를 고려하고 있다.

한편 TIA/SCD/CIS-WATM Group은 고정과 이동 위성망에서 ATM 액세스와 ATM 망 상호접속을 촉진하는 상호연동 규격을 개발하기 위해 구성된 조직으로, 위성에 적합한 참조 모델의 개발을 위해 ATM Forum WATM Group과 협력하고, 다양한 시나리오를 위한 위성 ATM 망에 대한 무선 액세스 계층 규격을 개발하고 있다.

5. 위성 ATM 관련 연구분야 및 내용

지금까지 위성 B-ISDN/ATM관련 표준화 동향 및 연구분야를 설명하였다. 이 중 현재 진행되고 있는 위성 B-ISDN/ATM 표준화에 대한 내용을 연구 분야에 따라 요약하면 <표 2>와 같다.

IV. 위성 ATM 전송 표준화 기술동향

위성에 의한 B-ISDN/ATM 서비스를 제공하기 위해서는 앞에서 설명한 제반 문제점들을 해결해야 하며, 아울러 그에 대한 대책이 요구된다. 특히 지상망과 위성망이 연동될 경우에는 End-to-end의 전체 전송 성능을 만족하기 위해서는 위성망에 대한 전송 성능, 가용도, 서비스 품질 등에 대한 목표치가 적절히 할당되어야 한다.

본 장에서는 위성 B-ISDN/ATM 전송에 대한 표준

〈표 2〉 위성B-ISDN/ATM 표준화 연구분야 요약

연구분야	연구내용	주 연구 그룹
SDH 기반 전송	- 망간 연동시 SDH 기반 전송에 대한 규격 작성 - ITU-T Rec. G.831, G.Rsint 작성 중 - ITU-R Rec.XX/4, XY/4 작성 중	ITU-R SG 4B (Q 201-1/4) ITU-T SG 13
ATM 위성 전송 성능	- 위성 채널 특성(전송 지연, 에러)에 적합한 ATM 전송 성능 파라미터를 위하여 기존의 권고 파라미터 고찰 및 새로운 파라미터에 대한 규격 작성 - 위성 시스템 참조모델 및 가용도 설정 - 현재 유럽, 미국 등에서 실시한 위성 전송 결과를 I.356 및 G.826에 따라 분석 - ITU-R Rec. G.satm 작성 중	ITU-R SG 4B ATM Forum
OBP (On-board Processing)	- 스위칭 시스템을 탑재한 위성 시스템을 이용하여 지상망과 연동을 위한 규격	ITU-T SG 13
ATM Protocol	- 위성 채널 특성에 맞는 새로운 프로토콜의 정의 - 위성 전송을 위한 트래픽 및 폭주 제어 알고리즘 - 위성을 이용한 음성/비디오 전송을 위한 VBR AAL	ITU-T SG 13
데이터 통신	- 위성 채널에 맞는 데이터 통신 프로토콜 정의 - X.25, X.75 LAPB개선 - Q.2110 SSCOP	ITU-T SG 7
WATM, FPLMTS	- 무선 통신에서 ATM 전송을 위한 규격의 일부로 위성 전송 규격 작성 - 이동 위성망 전송 규격 - 무선ATM 지상파 망과 연동규격	ITU-T SG 13 ITU-R SG 9 ATM Forum

화를 위해 수행되고 있는 기술적 내용들을 ITU-R WP 4B의 활동과 기타 연구 그룹들의 내용을 중심으로 기술한다.

1. 위성 시스템의 참조 모델

위성 ATM 전송 성능 및 목표치를 제시하기 위해서는 먼저 위성 ATM 전송 시스템에 대한 참조 모델(Reference Model)을 제시해야만 한다. 이러한 참조 모델은 다른 ITU 권고안에서 다루지 않은 위성 고유의 ATM 접속에 대한 모델로써 ATM 특정 모델을 커버하도록 확장된 ITU-R S.521-4 개정판에서 주어진 HRDP에 기초된다. 고정 위성 ATM 시스템에 대한 참조 모델을 제시하는데 고려해야 할 사항은 크게 다음과 같다.

- 위성링크의 도약(hop)
 - 단일도약(single hop)

- 다중도약(multiple hop)
 - 정지체도와 비정지 체도
- OBP(On-Board Processing) 시스템
 - 단일 위성(Single Satellite) OBP 시스템
 - 위성간 링크(Inter-satellite link)의 다중 위성 시스템(Multiple Satellite System)
 - 정지 체도와 비정지 체도
- 위성 ATM 시스템에 채용된 디지털 전송 계위
 - SDH
 - PDH
 - Cell-based 시스템

위성의 도약은 대부분 전송 지연과 관련이 되며 전송 지연은 CTD(cell transfer delay), CDV(cell delay variation) 등의 성능과 밀접한 관계를 지닌다. OBP 시스템은 중계기에 지상의 지구국 등에서 수행되는 셀 라우팅 뿐만 아니라 빔 스위칭, 그리고 위성간 통신 등

을 수행함으로써 호 처리에 대한 전송 지연을 획기적으로 줄일 수 있으며, 아울러 높은 호 처리 성능을 제공할 수 있어 CTD, CDV개선 효과를 가져올 수 있다. 또한 중계기에서 신호를 증폭 또는 재처리함으로써 위성 신호의 높은 품질을 제공할 수 있어 Bent-pipe 위성에 비해 상대적으로 더 나은 CLP, CER(cell error ratio)을 얻을 수 있어 추후 위성 시스템에서 중요한 역할을 수행할 것으로 기대된다.

마지막으로, ATM 셀 전송 방법이 SDH/PDH 기반 혹은 셀 기반이냐에 따라 위성 ATM 전송 성능에 영향을 미치게 된다. 즉, SDH/PDH의 프레임 기반인 경우 프레임 동기 및 타이밍 문제에 직접 관련이 있으며, 이는 물리 계층의 파라미터 ESR(errored second ratio), SESR(severely errored second ratio), BBER(Background block errors ratio) 등에 영향을 미치게 된다.

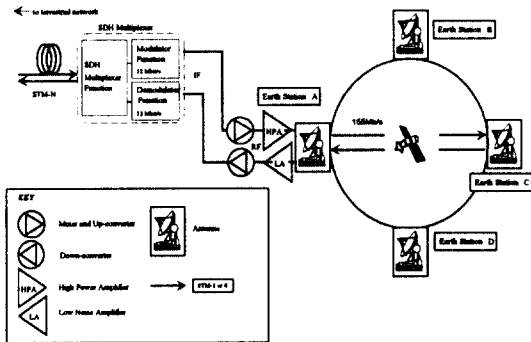


그림 4. FSS SDH 시나리오 1

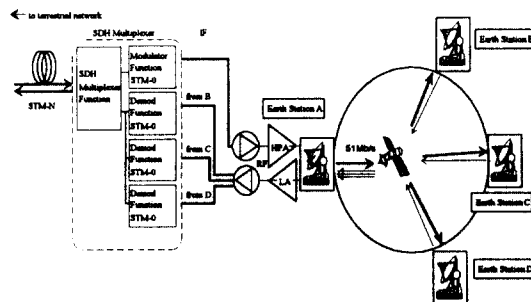


그림 5. FSS SDH 시나리오 2

SDH를 기반으로 한 고정 위성 서비스(FSS : Fixed Satellite Service)에서의 전송 성능 표준화를 위해 ITU-R WP 4B의 권고초안 XY/4에서는 ITU-R 권고안 S.1149에 기술한 다음 세 가지 시나리오를 모델로 하고 있다. 시나리오에 대한 자세한 내용 등이 추후 추가될 계획이다.

- 시나리오 1 (SDH digital section): 고정된 두 지점간의 통신을 위성 SDH망을 통하여 연결(155.52Mb/s 또는 51.84Mb/s)
- 시나리오 2 (Wide Area Single-rate cross-connect): 다지점간 연결을 내부적으로 동일한 비트율(51.84Mb/s)로서 교차 연결을 제공
- 시나리오 3 (Wide Area Multi-rate cross-connect): 다지점간의 연결을 내부적으로 가변적인 비트율(<51.84Mb/s)로서 교차 연결을 제공

한편 1997년 3월 26일 미국 Ohio 주립 대학에서 열린 TIA/SCD/CIS의 위성 ATM에 대한 WATM Working Group에서는 위성 ATM(SATATM) 망에 대한 4가지의 참조 모델을 제안하고 있다. TIA/SCD/CIS-WATM Group에서 제안하고 있는 참조 모델은 다음과 같다.

- Type 1 : Fixed ATM Direct Access
- Type 2 : Fixed ATM Network Interconnect
- Type 3 : Mobile ATM Direct Access
- Type 4 : Mobile ATM Network Interconnect

SATATM/1은 위성을 통해 고정된 망 액세스를 가지며, 많은 저가의 작은 사용자 단말기와 소수의 관문국으로 구성된다. 사용자 단말은 ATM UNI에 접속되며, 관문 지구국은 ATM UNI/NNI에 접속된다. 무선 인터페이스에서의 전송속도는 64kbit/s에서 $n \times E1$ 이며, 서비스 인터페이스에서의 전송속도는 2.4kbit/s에서 $n \times E1$ 을 제공한다. 한편 이 참조 모델에서는 이동성은 지원되지 않는다.

SATATM/2는 고정된 ATM 망에서 고속의 상호접속

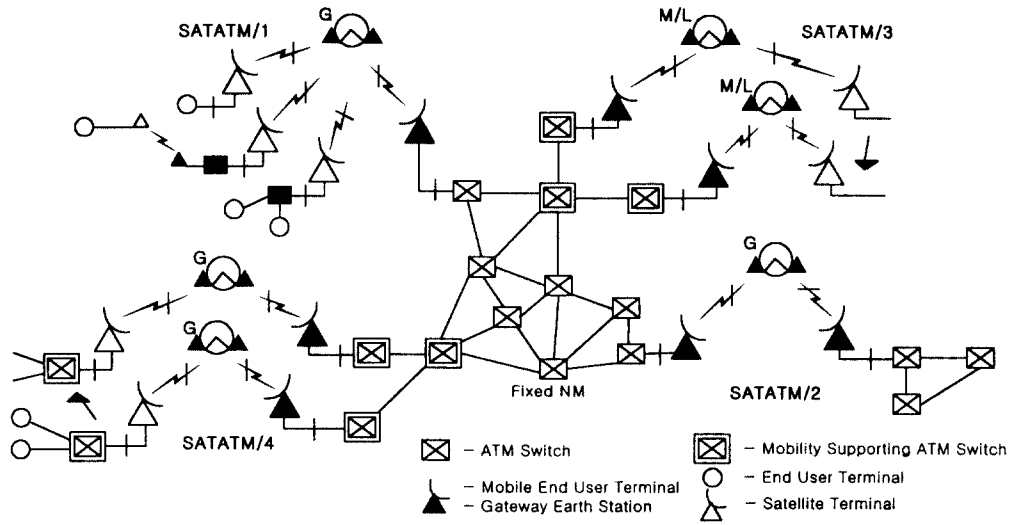


그림 6. SATATM Reference Model

을 제공하며, 지구국과 ATM망 사이는 PNNI, B-ICI 또는 Public UNI로 접속된다. 무선 인터페이스에서의 전송속도는 T1에서 1.2Gbit/s까지의 전송속도를 제공하며 이동성은 지원하지 않는다.

SATATM/3는 이동 단말기에 의한 ATM 망 액세스가 가능하며, 사용자 단말기, 관문 지구국, 교환기에서 이동 지원 기능을 제공한다. 사용자 단말에 이동성이 강화된 UNI를, 관문 지구국과 ATM 망사이의 이동성이 강화된 NNI를 제공한다. 무선 인터페이스에서의 전송속도는 이동에 대해서는 64kbit/s에서 E1, 탑재 단말기에 대해서는 64kbit/s에서 $n \times E1$ 을 지원하며, 서비스 인터페이스에서의 전송속도는 이동에 대해서는 75 bit/s에서 E1, 탑재 단말기에 대해서는 75bit/s에서 $n \times E1$ 을 제공한다.

SATATM/4는 이동 및 고정 망 또는 두 이동망 사이의 고속 상호접속을 지원하며, 지구국과 망 사이의 이동성이 강화된 NNI를 제공한다. 이 참조 모델은 선박, 항공기, 기차 등의 이동 플랫폼에서 사용자에게 망 접속 응용 서비스를 제공할 수 있다. 무선 인터페이스에서의 전송속도는 육상에서처럼 빠른 이동성에 대해서는 $n \times E1$ 이하를, 항공기 내에서도 같은 느린 이동성에 대해서는 622Mbit/s 이하를 지원하게 된다.

위성 B-ISDN/ATM 망을 어떻게 구성하느냐에 따라 ATM 전송 성능 목표치가 달라질 수 있으며, 아울러 제

공되는 응용 서비스 및 지구국의 구조가 달라지므로 먼저 위성 ATM 망의 참조모델을 정확히 설정하는 것이 중요하다. 위성 시스템에 대한 참조 모델에 대한 구체적 내용은 현재 WP 4B에서 연구진행 중에 있다.

2. 위성링크에 대한 ATM 성능 목표

위성링크에서의 구체적 ATM 성능 목표치를 할당하기 위해서는 위성링크의 특성 즉, Eb/No, BER, 연집 오류 특성과 같은 물리계층 파라미터들과 ATM 계층 QoS 파라미터들 사이의 상호연관 관계에 대한 면밀한 분석이 요구된다. 이들 상호관계는 시스템에서 사용된 액세스 방법과 디지털 신호처리에 따라 변한다.

위성을 통하여 데이터를 전송할 때, FEC의 잘못된 에러 복원으로 인하여 발생한 연집 오류의 경우 그 분포나 형태는 사용된 FEC의 구조, 스크램블링 방법, 인터리빙 방법 등에 따라서 달라지게 된다.

<그림 7>은 평균 버스트 길이 = 29, 버스트 당 평균 오류비트 수 = 11.5인 환경에서의 BER에 따른 CLR의 변화를 나타내었다. 여기에서 보면 랜덤 오류보다는 연집 오류가 CLR의 성능에 더 많은 영향을 준다는 사실을 알 수 있다. 따라서 위성을 통하여 ATM 셀을 전송하고자 할 때는 랜덤 오류보다는 연집 오류에 대한 대책이 필요하다.

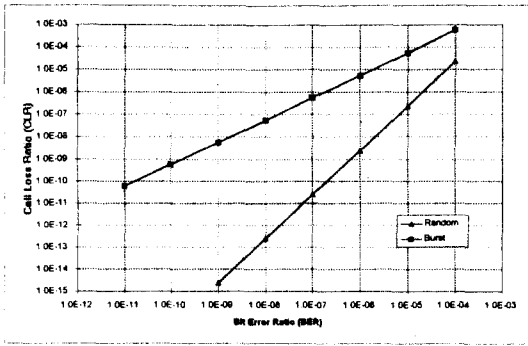


그림 7. CLR vs. BER

ITU-T I.356에서는 end-to-end에 대한 ATM 셀의 전송 성능에 대한 목표치와 각 부분에 대한 성능 목표치에 대한 할당이 권고되어 있다. 여기서는 또한 단일 정지 레도 위성링크를 포함하는 국내 및 국제 구간에 대한 목표치의 할당을 명세화하고 있다. 그렇지만, I.356은 위성 시스템에 명백한 성능할당을 주지 않고 있으며, 다만 부가적인 지상 거리와 ATM 노드를 포함할지도 모르는 위성링크를 포함한 전체 구간에 대해 할당하고 있다. I.356에서 위성링크가 존재하는 접속구간과 없는 접속구간에 대해 성능 목표치를 할당하고 있는 데, 정지 레도 위성 부분이 전체 연결에 있어서 상당한 부분을 차지하고 있다. <표 3>은 end-to-end 연결 설정이 위성을 포함한 경우 위성에 할당되는 ATM 성능 목표치를 보이고 있다.

<표 3> 위성링크를 가진 접속구간의 I.356 목표치의 할당

	SECBR과 CER	QoS class 1 CLR	QoS class 2/3 CLR
National	42%	35%	34.5%
IIP(0)	35%	25%	1%
ITP	36%	30%	9%
IIP(1)	38%	30%	11%
IIP(2)	42%	33%	21%
IIP(3)	48%	42%	31%

주1) IIP(x) (x = 0, 1, 2 ...) (International Inter-Operator Portions) : 서로 다른 나라의 MPI(International Measurement Point)를 말한다. 여기서 x의 값은 중간에 거치게 되는 나라의 수를 말한다.

주2) ITP (International Transit Portions) : 한 나라 내에서 두 MPI 사이의 연결을 말함

ITU-T 권고안 G.826에서는 물리 계층 성능 파라미터와 목표치가, ITU-T 권고안 I.356에서는 ATM 계층 성능 파라미터와 목표치가 정의되어 있다. 여기서는 전송에 따른 전송 목표치가 달라지지만, G.826은 고정 위성이 포함된 경우 각 위성링크에 이들 목표치의 35%를 할당하고 있다. 가장 엄격한 QoS 클래스 1에 대해, 정지레도 위성링크와 ATM 스위치와 교차연결을 포함하지 않는 국제 내부-운용자 구간(International Inter-operator Portion: IIP)은 CER 목표치의 35%, CLR 목표치의 25%가 할당된다. <표 4>는 물리계층과 ATM 계층 위성 성능 목표치를 보이고 있다.

<표 4> 물리계층과 ATM 계층 위성 성능 목표치

	G.826 (2.048 Mbit/s)		I.356 IIP(0) Class 1	
	ESR	BBER	CLR	CER
End-to-end 성능 목표치	4.00 E-2	3.00 E-4	3.00 E-7	4.00 E-6
위성링크 성능 목표치	1.40 E-2	1.05 E-4	0.75 E-7	1.40 E-6

한편 정지레도의 경우 약 275msec의 전송지연은 위성 ATM 망에서 서비스 품질에 영향을 주는 중요한 요인이 되며, 오류 복구를 위한 셀 재전송 및 망 내의 트래픽 폭주에 따른 혼잡 제어 등에도 영향을 미치게 된다. 현재 ATM Forum에서 채택한 최대 end-to-end 전송 지연 maxCTD(Cell Transfer Delay)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$MaxCTD = F + CDV$$

여기서, F는 전달 지연에 기인한 고정 지연을 의미하며, CDV는 각 노드 등에서 버퍼링과 스케줄링 등을 위해 요구되는 시간이다. 즉, 정지위성에서 end-to-end 간의 최대 전송지연은 위성 고유의 전파지연과 각 지구 국과 중간 노드 등에서 셀 전송 처리를 위해 발생하는 지연, 망 내의 혼잡에 의해 발생하는 지연의 합으로 나타낼 수 있다. 실제적으로 전송지연과 밀접한 관계가 있는 CTD와 CDV는 OBP를 이용하여 셀 라우팅이나 혼잡제어 기능 등을 수행할 경우에는 상당 부분 줄일 수 있다.

Hughes Research Lab.에서 ACTS OBP 위성을 이용한 T1급 ATM 계층 QoS 측정결과에 따르면 대체로 CDV에 커다란 영향을 보이지 않고 있으나, in-band ATM signalling 셀은 peak-to-peak CDV가 약 20msec로 주목할만한 CDV를 보이고 있다.

현재 위성링크 구간에서 CDV나 CTD에 대한 구체적인 목표치가 주어지지 않고 있으며, ITU-R WP 4B에서 지구국에서의 셀 처리와 CDV, OBP에서의 셀 처리와 CDV 등에 대해 연구를 진행하고 있다. ITU-T I.356에서는 하나의 접속구간이 하나의 위성링크를 포함한다면, 이 구간은 고정된 CTD로 할당하며, 정지궤도 위성을 포함하는 모든 구간은 지구국의 낮은 가시각(viewing angle)과 저속의 TDMA 시스템에 대해 320msec CTD가 할당된다. 그러나, 대부분의 경우에 있어서 각 접속구간이 그것의 할당을 따를 때 end-to-end CTD는 400msec이하로 기대된다.

3. 위성 시스템에서 ATM 성능 파라미터 측정

위성 ATM 전송 성능평가 등을 위해 AKT, EUTELSAT, INTELSAT 등 여러 기관들이 실험을 수행하였으며, 그 결과들이 표준화 그룹에 계속 기고되고 있다.

AT&T, KDD, Telstra의 AKT 위성 ATM 실험에서는 위성 링크에서의 물리 및 ATM 계층에서의 성능을 측정하였다. 세 지구국은 모두 INTELSAT 규정보다 나은 G/T 등의 성능으로 시험하였으며 링크는 BER이 10^{-10} 으로 조정되었다. 시험은 KDD-AT&T 와 AT&T-Telstra 간에 이루어졌으나 KDD-AT&T간의 시험이 더 긴 기간 동안 이루어졌으며, 특히 강우 감쇄에 대한 측정이 보다 정확하게 이루어진 것으로 알려져 있다. 이 실험은 매우 비정상적인 경우를 제외하고 물리 계층에

서는 S.1062 및 G.826에 권고된 파라미터를, ATM 계층에서는 ITU-T Rec. I.356에 권고된 파라미터를 위주로 측정하였다. <표 5>에서는 이 실험에서 이루어진 실험 값과 권고된 전송 성능 목표치를 나타내었다.

이 실험의 결과를 살펴볼 때, S.1062와 G.826의 목표치는 대체로 만족시키고 있음을 알 수 있다. 그렇지만, 이 수준의 성능은 I.356에서 권고한 클래스 1 서비스의 상한 목표치는 10^{-9} 근처의 BER 문턱값(threshold)을 요구하기 때문에 ATM에 대해서는 충분하지 못하다. 따라서 ATM 요구사항을 좀 더 만족시킬 수 있는 Reed-Solomon outer coding과 인터리빙과 같은 링크 향상을 위한 방법 등이 고려되어야 한다.

EUTELSAT에서는 120Mb/s와 인터페이스를 갖는 2.048Mb/s TDMA 시스템과 34.468Mb/s IDR 위성을 이용하여 ATM 및 물리 계층 전송 시험을 하였다. 여기서는 FEC가 있는 경우와 FEC가 없는 경우에 대하여 BER과 Eb/No의 변화에 따른 파라미터를 측정하였으며, 7/8 BCH FEC 코드가 사용되었다. <그림 8>과 <그림 9>는 EUTELSAT 120 Mb/s TDMA 시스템의 2.048Mb/s 지상망 인터페이스를 위한 복조기 출력에서의 G.826과 I.356 성능 파라미터 및 목표치 대 BER의 관계를 각각 보인 것이다.

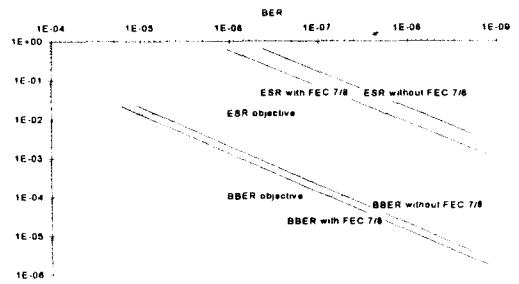


그림 8. G.826 성능 파라미터 및 목표치 vs. BER

<표 5> AT&T-KDD간 45Mb/s IDR 링크에서 물리/ATM 계층 전송 성능 측정 결과

Parameters	Physical Layer					ATM Layer	
	%ES (G.826)	%SES (G.826)	BBER (G.826)	Avg. BER	Threshold BER (0.2% of Time) (S.1062)	CLR I.356 (Class-1)	CER I.356 (Class-1)
ITU Objectives	2.62	0.07	7 E-5	-	4.0 E-6	7.5 E-8	1.4 E-6
KDD to AT&T	0.014	0.008	1.5 E-8	4.8 E-10	4.5 E-9	1.9 E-10	5.4 E-10
AT&T to KDD	0.0056	0.0027	7.6 E-9	2.6 E-10	3.0 E-9	3.9 E-10	8.8 E-10

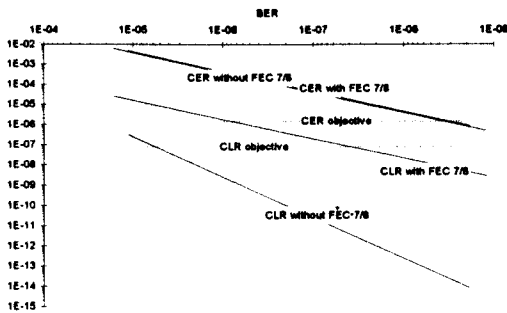


그림 9. I.356 성능 파라미터 및 목표치 vs. BER

4. ATM 응용 시나리오와 물리계층 파라미터

위성링크에 의한 실질적인 ATM 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 서비스 및 응용들에 의해 제기된 요구 사항과 물리적 위성 매체, 그리고 ATM 계위의 다양한 계층에서의 비트 오류에 대한 영향과 상호관계를 면밀히 고찰하여야 한다.

AKT 프로젝트는 미국의 AT&T와 호주의 Telstra사의 45Mbps IDR 위성 링크를 이용하여 BER 및 ITU-T I.356에 정의된 CLR의 변화에 따라 응용 프로그램이 어떠한 영향을 받게 되는가를 관찰하였다. 이 시험에서는 EMMI(A Motion JPEG video), Communique(a desktop video-conference system), PCM 음성 및 G3 팩스 등의 4가지 응용 서비스가 사용되었다. 이들 응용에 대한 특성과 망 구성을 <표 6>과 <그림 10>에 각각 나타내었다.

<표 6> 시험한 응용 서비스 특성

응용	특성
EMMI	- Motion-JPEG video - Quality level of 50 - VBR signal from about 10 to 20 Mbps.
Communique	- Desktop video-conferencing system (15 frames per second) - VBR signal from 0.5 to 1.5 Mbps.
Voice	- 64 kbps PCM voice channel - linked by a DS1 CBR trunk.
Facsimile	- G3 facsimile connected to a voice channel - linked by a DS1 CBR trunk.

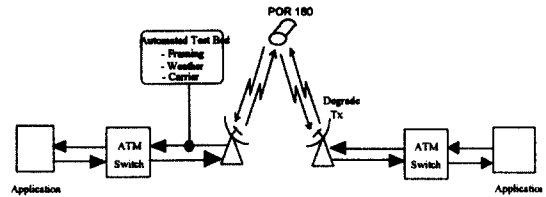


그림 10. 전송 시험망 구성

이 실험은 Clear-Sky 조건과 정상 동작상태에서 송신측에서 전송 출력을 1dB 씩 낮추어 가면서 수신되는 전력 및 파라미터 값을 측정하고 각 응용 서비스에 대한 품질을 측정한 것이다. 각 응용 서비스의 품질은 각 서비스에 대한 경험있는 전문가들이 주관적이 평가를 기술한 것으로 <표 7>에 그 결과를 나타내었다. 이 실험에서 I.356에서 제안한 end-to-end 목표치는 약간의 마진에 의해 만족됨을 볼 수 있지만 더 이상의 성능 감소는 수용할 수 없음을 보이고 있다. 이러한 감소는 end user에게 수용될 수 없으며, I.356에서 제안한 것보다 더 엄격한 목표치를 요구하는 응용 서비스에 대해서는 좀 더 검토가 요구된다.

다른 시스템이나 망에서 커버할 수 없고 위성 시스템에서 구현하는 것이 더 적절한 응용 서비스를 제공하기 위해서는 실제 ATM 성능 파라미터들 사이의 상호관계와 아래에 보인 ITU-T I.356에서 정의된 ATM QoS 등급에 대한 위성 시스템에서의 요구 사항들을 명확히 정의하고 고려할 필요가 있다.

- Class 1: stringent
- Class 2: Tolerant
- Class 3: Bi-level
- Class 4: Unbounded

ITU-R WP 4B에서는 ATM 응용 시나리오 요구사항과 물리계층 성능과의 관계를 계속 연구할 것이며, 현재 고려하고 있는 응용 서비스는 다음과 같다.

- 음성과 음성-대역 데이터 응용:
 - 압축과 비압축(64kbit/s)
- 비디오 응용:
 - Unidirectional Broadcast/Multi-cast
 - Motion JPEG, MPEG

〈표 7〉 QoS 측정 결과

시험 시간(분)	E _s /N ₀	BER	CLR	EMMI	Communique	Voice	Fax
3	10.3	5.0E-11	0	매우 좋음	비디오 오디오 상대 좋음	매우 좋음	매우 좋음
14	9.4	5.7E-10	0	변화 없음	변화 없음	변화 없음	변화 없음
8	8.7	6.0E-9	0	조금의 깜박거림이 있지만 여전히 좋은 화질을 보임	변화 없음	변화 없음	변화 없음
7	8.2	5.0E-8	0	조금의 회미한 빛이 보이지만 좋은 화질을 보임	약간 흐려짐	변화 없음	작은 글꼴은 읽기 힘들
5	7	5.0E-7	2.8E-7	약간 회미하지만 불만 수준임.	좋음	변화 없음	
14	6.5	4.2E-6	7.7E-6	움직임이 멀리고 화면이 약간 회미하게 보임.	검은 줄이 생기고, 흐려짐, 하얀 줄이 생김	잡음이 있은후 호가 끊어짐. 호재설정 후 후 음질은 양호. 2, 3초 동안 매끄럽지 못한 소리가 들린 후 호가 끊어짐	세 번째 페이지가 완전히 전달되지 않아 재전송됨. 다소 섬세하지 못함
5	5.4	7.5E-5	8.2E-5	움직임이 조금씩 멀리고 화면이 회미하게 보임. 잡음이 들리는 듯함. 양호한 화질 보임.	화면에 줄이 생기고 흐려짐. 하얀 줄이 생김. 화질이 불만 수준임.	소리가 끊어지고 잡음 발생. 호가 끊어짐. 양호한 화질 보임.	수신이 정지되고 송신이 불만 수준임.
3	4.5	2.9E-3	1.2E-2	화면이 회미하고 움직임이 멀림. 소리가 들림.	화면에 줄이 생기고 흐려짐. 하얀 줄이 생김. 화질이 불만 수준임.	소리가 끊어지고 잡음 발생. 호가 끊어짐. 양호한 화질 보임.	수신이 정지되고 송신이 불만 수준임.

- 데이터 응용 : 대칭과 비대칭
- 상호 대화형 멀티미디어 응용 :
 - Centralized
 - Distributed
 - Synchronized, Non-Synchronized

5. 위성 ATM 시스템의 가용도

일반적으로 위성시스템에서 시스템 가용도는 송신지구국으로부터 위성 중계기를 통해 수신지구국으로의 링크가용도로 정의된다. 즉, 시스템 가용도는

$A_{Total} = A_{Link} * A_{Earth Station} * A_{Spacecraft}$ 으로 나타낸다. 여기서 AEarth Station 은 송신지구국과 수신지구국의 가용도를 포함한 것이다. ATotal은 일

반적으로 연간 백분율로 표시된다. 그러나 위성 ATM 시스템에서의 가용도는 다음의 식에서 보이는 것과 같이 망의 혼잡상태(congestion)를 고려하여야 한다.

$$A_{Total} = A_{Link} * A_{Earth Station} * A_{Spacecraft} * A_{Congestion}$$

즉, 망의 혼잡상태는 시스템의 QoS를 최악의 상태로 감소시켜 더 이상의 서비스를 제공할 수 없는 상태로 만들 수 있어 결과적으로 위성 ATM 시스템의 전체 가용도에 영향을 미치기 때문이다.

고정 위성 시스템 서비스에서 B-ISDN/ATM 전송 시, 가상 기준 디지털 경로(HRDP)에서 가용도(availability)에 대한 목표치 설정을 위한 표준 작업이 이루어지고 있다. 이 표준화 작업에서는 ITU-R S.521-3

의 권고안을 기반으로 하여 새롭게 권고되는 목적치의 측정 방법 등을 개발하고 있다. 현재 표준화 작업이 진행중인 항목은 다음과 같다.

- B-ISDN ATM 가용도의 정의
- 가용도 상태에서 비가용도 상태의 구분 조건
- ATM 가용도 파라미터 및 목표치
- ATM 서비스 클래스에 구분에 따른 링크 가용도 구분 조건

I.356의 서비스에 따른 QoS 목표치는 품질의 저하없이 보장할 수 있을 정도의 목표치를 말하고 있지만, 가용도의 목표치는 품질이 급격히 저하되어 받아들일 수 없는 상태의 문턱값(threshold)을 말하고 있다. 이것은 디지털 통신 시스템에서 약간의 링크 성능 저하가 어느 한계치를 넘어서면 급격히 품질이 저하되는 현상을 측정하는 것이라고 말할 수 있다. <그림 11>에서 AKT ATM IDR 위성에서의 실험을 바탕으로 한 파라미터 에러율(BER, CLR, CER)과 가용 시간을 간의 관계를 나타내었다.

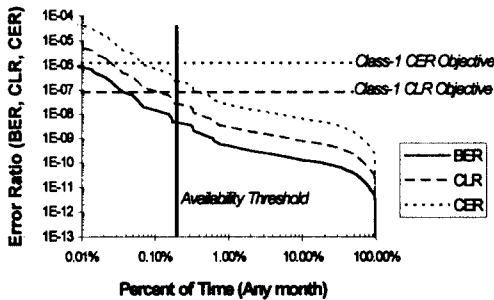


그림 11. 오류율(BER, CLR, CER) 대 시간백분율

위성 시스템은 위성링크가 가용한 동안 I.356의 목표치(CLR, CER, SECBR, CMR, CTD, CDV)를 만족하도록 보장되어야 한다. 특히, ATM 목표치는 연결기간 동안 만족되어야 할 필요가 있기 때문에 위성링크는 그 기간동안 가용할 수 있어야 한다.

현재 ITU-R WG 4B 내에서는 15GHz 대역 이하에서 동작하는 위성 ATM 링크에서 한달에 약 99.8%, 연간 99.96%의 가용도 목적치를 만족하여야 한다고 제안하

고 있다. 더 높은 주파수 대역에서의 가용도 요구사항은 추후 계속 연구될 예정이다.

또한 위성 ATM 시스템의 가용도에 대한 구체적인 목표치는 다양한 위성 ATM 지구국에서의 가용도와 On-board 처리와 스위칭을 탑재한 위성의 가용도에 대한 추가적인 연구를 통해 추후 설정될 것이다.

VI. 맺음말

지금까지 위성 B-ISDN/ATM 전송에 대한 기술개발 동향 및 표준화 활동, 그리고 표준화에 관련된 기술들을 살펴보았다. 초고속 정보통신 기반 구축과 함께 B-ISDN/ATM의 위성 전송에 대한 관심이 점차 높아지고 있다 이것은 비단 위성을 이용한 국가간의 통신뿐 아니라 위성 채널이 타 채널에 대하여 가지는 장점 등으로 새로운 서비스에 대한 가능성이 높아지고 있기 때문이다.

위성링크를 통해 ATM 서비스를 제공하기 위해서는 각 ATM 서비스가 요구하는 QoS를 충분히 만족해 주어야 하며, 이에 대한 해결책 또한 요구된다. 위성 ATM 전송 성능에 영향을 미치는 가장 직접적인 요인으로는 위에서 언급한 긴 전송지연과 위성채널의 버스트 오류 특성, 그리고 제한된 대역폭이다. 그러나 이밖에도 강우에 의한 신호 감쇄, 위성 ATM 프레임 변환에 따른 지연, 그리고 망간 연동에 따른 클럭 동기화 등도 위성 ATM 전송 성능에 영향을 미친다. 따라서 선진국들은 위성 ATM 전송을 위한 성능 개선 방안 및 서비스 제공 방안에 대한 다양한 연구와 실험을 추진하고 있으며, 그 결과들이 표준화 기구에 계속 반영되고 있다.

위성 ATM 전송에 대한 표준화 활동은 ITU ICG-SAT의 관장하에 ITU-T SG13 및 ITU-R SG 4B를 중심으로 이루어지고 있다. 현재는 위성 전송의 특성인 전송 오류와 지연에 대한 광범위한 연구가 진행되고 있으며, 이에 맞는 프로토콜의 개발 및 기존 표준의 보완 작업이 이루어지고 있다. 따라서 금번 연구 회기(1997-2000)에 위성 ATM 전송과 관련된 표준화가 상당히 진척될 것으로 예상된다.

국내의 경우 위성 ATM 전송에 대한 기술개발 및 표준화에 대한 연구 활동이 대단히 미약한 실정이다. 다행

히 정보통신부에서는 초고속 선도시험망 구축 사업과 관련하여 '97년 하반기부터 저속의 위성 ATM 전송실험 계획을 추진하고 있어 추후 위성 ATM 전송의 기술개발 및 표준화에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T COM 13-1-E, Questions Allocated to Study Group 13 (General Network Aspects), Nov 1996
- [2] ITU-T ICG-SAT-R 1-E, Report on the 1st Meeting of the Intersector Coordination Group on Satellite Matters, Jul. 9-11, 1997
- [3] ITU-T COM 13-R 10-E, Report on the 2nd meeting of the intersector coordination group on satellite matters, Jan. 1994
- [4] Draft 6R Rev. ITU-T Rec. I.356, B-ISDN ATM Layer Cell Transfer Performance, May. 1995
- [5] ITU-R 4B/33-E, Report of the seventh meeting of WP 8B, Nov. 1996
- [6] ITU-R 4B/43-E, Report of the Eighth Meeting of WP 4B, Apr. 10, 1997
- [7] TIA/SCD/CIS ATM over Satellite Meeting, Mar. 26, 1997
- [8] EUTELSAT, Presentation of the ATM Workshop, Jul. 1-3, 1996
- [9] ATM Forum 96-1109 Work Items for Wireless ATM access over Geosynchronous Satellite Links
- [10] ATM Forum 96-1452 Satellite Access Service Descriptions
- [11] Proceeding of Ka Band Utilization Conference, Oct. 10-12, 1995



김 내 수

채 종 석

- 1985년 2월 : 한남대학교 수학과(학사)
- 1989년 2월 : 한남대학교 대학원 수학과(석사)
- 1997년 현재 : 한남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
- 1976년 2월~1990년 1월 : 국방과학연구소 근무
- 1991년 6월~1993년 7월 : DAMA-SCPC 위성지구국 국제공동개발 이태리 파견
- 1995년 12월 : DAMA-SCPC 후속개발 과제책임자
- 1990년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 위성통신기술연구단 선임연구원

- 1977년 2월 : 한국항공대학교 전자공학과(학사)
- 1979년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1989년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과(박사)
- 1979년 3월~1983년 2월 : 국방과학연구소 근무
- 1983년 3월~1984년 3월 : LG 정밀연구소 근무
- 1985년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 위성통신서비스연구실 실장, 책임연구원

최 동 준

- 1991년 2월 : 포항공과대학 전자전기공학과(학사)
- 1993년 2월 : 포항공과대학 대학원 전자전기공학과(석사)
- 1993년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 위성통신기술연구단 연구원