

SDH 기술에 기반한 위성 B-ISDN 중계망 구축 및 다중 접속 방식에 관한 연구

정희원 박효준*, 정노선*, 홍상기*, 안기석*, 강철신*

Satellite B-ISDN Transport Network and A Multiple Access Method Based on SDH Technology

Hyo-Jun Park*, No-Seon Jung*, Sang-Kee Hong*, Ki-Seok Ahn*
Cheoul-Shin Kang* *Regular Members*

* 본 논문은 한국학술진흥재단(1997-001-E00355)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

요 약

본 논문에서는 차세대 기간망을 대체하거나 기간망의 일부로서 사용될 수 있는 우리나라 실정에 적합한 위성 B-ISDN 중계망의 구조를 도출하였으며, 도출된 위성 B-ISDN 중계망에 적용할 수 있는 다중 접속 프로토콜을 제안하였다. 제안된 다중 접속 프로토콜은 실시간 데이터와 비실시간 데이터를 수용할 수 있으며, 지상망과의 연동이 가능하다. 본 논문에서는 지상망과의 연동을 위해 SDH 접속/관리, Satellite Section Overhead(SSOH) 처리 방안 등에 대하여 기술하였다. 그리고 제안된 위성 B-ISDN 중계망의 구조에서 다중 접속 프로토콜의 성능 특성을 분석하기 위하여 SLAM II 언어를 사용하여 시뮬레이터를 구성하였다. 시뮬레이션 연구는 한국 실정을 고려한 Population-Distance-Gross Group Products(PDG) 트래픽 모델에 의한 트래픽 예상값을 적용하여, 실시간 데이터와 비실시간 데이터가 혼합되어 있는 환경에서 수행하였다. 그리고 시뮬레이션 연구 결과를 이용하여 제안된 다중 접속 프로토콜의 성능 특성을 고찰하였다.

ABSTRACT

In this paper, an architecture of a satellite transport network which can be used as a part of terrestrial optical backbone network is presented. The architectural concepts and the basic functions of the network are presented. And a multiple access protocol is devised which can be used with the proposed satellite network architecture in Korean network environment using the KOREASAT-I.

In order to verify the performance characteristics of the proposed satellite transport network and the multiple access protocol, a simulator is designed. From the simulation results, it is observed that the proposed satellite transport network and the multiple access protocol shows a well balanced appropriate performance characteristics.

*한남대학교 전자공학과 통신망 연구실

論文番號: 98125-0312

接受日字: 1997年 3月 12日

I. 서론

초고속 정보통신망의 기반을 구축하기 위하여 초기에는 주로 지상 광케이블을 이용한 광통신망 구축에 대한 연구들이 활발히 이루어져 왔다. 그러나 지상 광케이블로 망을 구축하려면 많은 시간과 비용이 소요되며, 지역적인 특성에 따라 비경제적일 수도 있다. 인구 밀도가 낮은 지역이나 도서벽지의 경우 광통신망은 비경제적이며, 수요자의 요구에 따라 유동적으로 대처할 수 없기 때문이다. 이러한 광통신망의 문제점을 해결할 수 있는 방안은 위성통신망과 연계를 이루는 것이다. 그러한 이유로 미국, 일본, 유럽 등 선진 각국에서는 지상의 광통신망과 위성통신망과의 연동에 관한 연구를 활발히 추진하고 있다. 국내에서는 Ku 밴드의 무궁화 1, 2호 위성이 서비스를 시작하였고, Ka 밴드 무궁화 3호 위성의 계획을 추진하고 있는 상황으로 위성통신망에 대한 관심이 고조되고 있다.

광기술 기반의 차세대 전송 시스템인 Synchronous Digital Hierarchy(SDH)는 종래의 Plesiochronous Digital Hierarchy(PDH: ITU-T 권고안 G.702)의 많은 결점을 보완하였다[1,2]. ITU-T 권고안 G.708은 광섬유를 통한 SONET과 SDH의 전송뿐만 아니라, 위성과 무선 중계시스템과 같은 다른 전송매체에서도 적용되고 있다[3]. 따라서 차세대 위성 B-ISDN 중계망은 지상망과의 효율적인 연동을 위하여 SDH 전송 기술에 기초한 전송 방법이 활발히 연구되고 있다.

본 논문에서는 SDH 전송 기술에 기초한 위성 B-ISDN 중계망의 구조를 고찰하고, 우리나라 실정에 맞는 B-ISDN 위성 중계망 구축 방안을 도출하였다. 또한 도출된 B-ISDN 위성 중계망에 적용할 수 있는 다중 접속 프로토콜을 제안하였다. 제안된 프로토콜의 성능 특성 분석을 위하여 우리나라 환경에 맞는 트래픽 모델을 적용한 시뮬레이션 연구를 통하여 성능 특성을 고찰하였다.

II. 위성 B-ISDN 중계망의 구조

위성 중계망은 지상 중계 지구국들이 위성채널

로 위성중계기에 연결되어 있는 기간 통신망이다. 지상 중계 지구국은 그림 1과 같이 전국의 6대 광역 중심도시 노드들(서울, 대전, 대구, 부산, 광주, 춘천)을 연결하는 구조로 구성되어 있고, 제주도권은 현재 포설되어 있는 지상망과 마찬가지로 광주 지구국에 연결되어 있는 것으로 가정하였다.

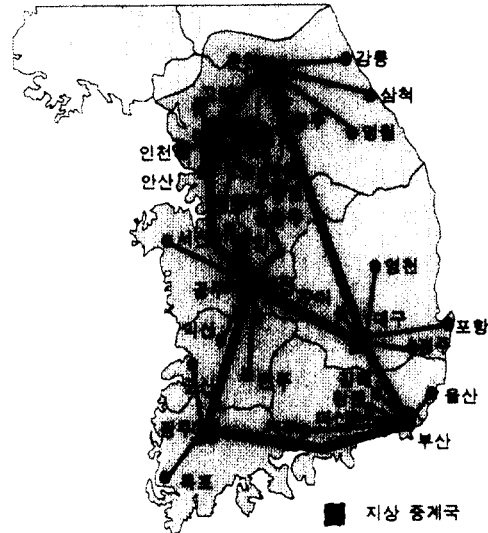


그림 1. 위성 B-ISDN 중계망의 지상 중계지구국 구성도
Fig 1. Configuration of satellite B-ISDN transport network

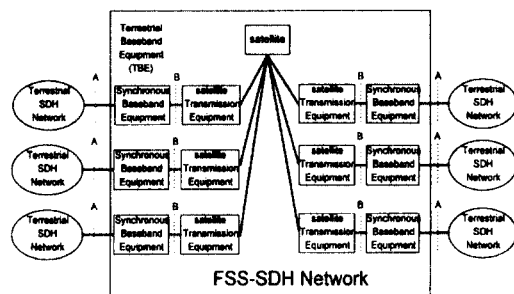


그림 2. SDH 접속 위성 중계망의 개념도
Fig 2. A concept for satellite transport network based on SONET/SDH technology

그림 2는 위성 중계망에 관한 개념도를 보여주고 있다. 현재 우리나라에서 운용중인 무궁화 위성의 사용 가능한 대역폭을 효과적으로 부호화(encoding) 할 경우, 무궁화 1,2호 위성에서는 SONET의 표준

속도인 51.84 Mbps로, 그리고 추후 무궁화 3호 위성에서는 155.52 Mbps로 동작될 수 있다.

위성 중계망의 지상망 접속 구조는 셀(ATM Cell) 기반, 혹은 SDH 기반으로 동작되도록 설계될 수 있다. 현재 지상 기간망에서는 SDH에 근거한 지상망 장비들이 폭 넓게 사용되고 있는 점을 고려하면, 위성 중계망도 SDH 기반의 구조를 가지는 것이 장비의 개방성, 지상망 시스템과의 호환성, 위성 자원 이용의 효율성 등의 시스템 운영 관점 및 기술적인 면에서 많은 장점을 갖게 된다.

ITU-T SDH 권고안들은 NNI(Network Node Interface)에서 155.52Mbps보다 낮은 전송속도를 허용하지 않는다. 그러므로 대역폭이 제한된 위성 중계망을 SDH 기반으로 동작하도록 하기 위해서는 Sub-STM으로 분해하여 기능적으로 SDH를 수용할 수 있어야 한다. 그림 3과 표 1은 지상 중계 지구국의 SDH 접속 및 ATM 처리 부분의 기능 블록 다이어그램 및 기능 요소이다. 기능 그룹은 SDH 일반 기능, NNI 접속 및 종단기능, Switched Virtual VP Switch 기능, 그리고 위성 전송 기능으로 구성된다.

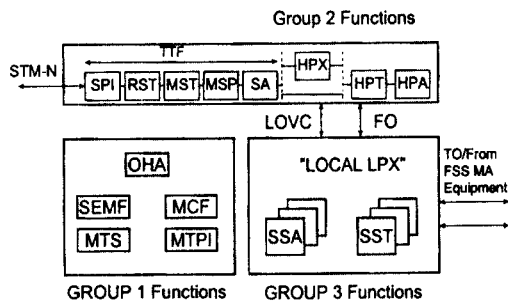


그림 3. 위성 중계 지구국의 SDH 및 ATM 처리 기능 블록

Fig. 3 A functional block diagram of the synchronous baseband equipment

지상 중계 지구국의 위성 전송 장비들(Satellite Transmission Equipment: STE)에서는 서로 다른 크기의 STUG(Multiplex groups)들이 사용되며, STM-1 SDH 다중화 신호의 전송속도 보다 낮은 속도의 구성은 그림 4의 다중화 트리를 따른다. Satellite Section

표 1. 중계 지구국의 SDH 접속 및 ATM 처리 주요 기능 요소

Table 1. The functional elements of SDH interface and ATM processing at base station

그림 1	OHA MTPI MTS SEMF MCF	Overhead Access Multiplexer Timing Physical Interface Multiplexer Timing Source Synchronous Equipment Management Function Message Communication Function
그림 2	SPI RST MST MSP SA HPX HPT HPA	SDH Physical Interface Regenerator Section Termination Multiplication Section Termination Multiplication Section Protection Section Adaptation Higher-Order Path Cross-Connect Higher-Order Path Termination Higher-Order Path Adaptation
그림 3	SSA SST	Satellite Section Adaptation Satellite Section Termination

Overhead(SSOH)는 Section Overhead(SOH)와 매핑이 필요하며, 각 TU(Tributary unit) 혹은 TUG(Tributary unit group)를 위성망으로 전송하기 위한 정보와 위성망 제어를 위한 운용 정보들을 포함한다.

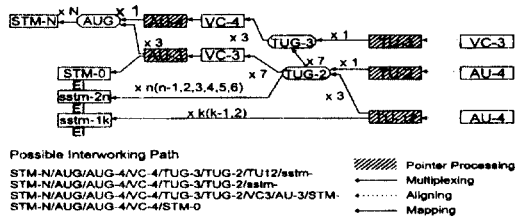


그림 4. 위성 전송에서 Sub-STM-1 다중화 신호의 구성을 위한 역다중화/재다중화 트리

Fig 4. Multiplexing/Demultiplexing tree for satellite transmission of Sub-STM-1 Signal

III. 다중 접속 프로토콜의 설계

각 위성 중계 지구국에서는 지상망을 통하여 수신된 데이터들 중에서 VC-12, VC-2의 페이로드에 들어 있는 ATM 셀의 VCI(혹은 VCI/VPI)를 읽어서 위성망으로 전달되어야 하는 데이터들을 트래픽의 종류에 따라 VC-2 혹은 VC-12에 매핑하여 전송하게 된다. 수신 위성 중계 지구국에서는 위성을 통하여 수신된 수신 버스트로부터 VC-12, VC-2의 페이로드에 들어 있는 ATM 셀의 VCI/VPI를 읽어서 지

상망에 연결되어 있는 각 지상 지구국에 해당하는 ATM 셀들을 다시 조합하여 지상망을 통하여 전송한다.

위성 구간의 Sub-STM-1 데이터는 STUG-1n과 SSOH로 구성된다. Sub-STM-1 구조에서는 매 125 msec마다 한 개의 STUG-1n 데이터(4 bytes x 9 rows)를 전송하게 되는데, 각 데이터 유니트에는 2 바이트의 SSOH가 추가된다. 그리고 16개의 데이터 유니트는 한 개의 슈퍼프레임(superframe)을 형성하게 되며, 슈퍼 프레임 내의 SSOH를 이용하여 위성 지구국간의 제어 메시지, 호설정, 신호 메시지 등을 전달하게 된다. 슈퍼 프레임을 형성하는 각 지구국의 STUG-1n 데이터의 페이로드에는 ATM 셀들이 매핑되어 전송된다.

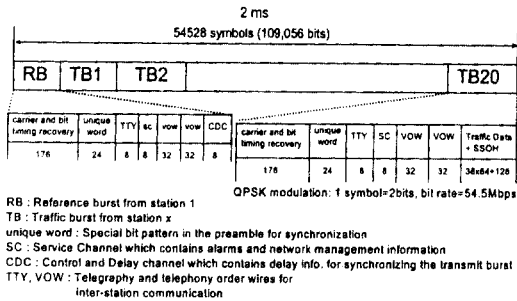


그림 5. 제안된 위성 B-ISDN 중계망에서의 프레임 구조
Fig 5. The frame structure in the satellite transport network

현재 무궁화 1, 2호 위성에서 사용 가능한 대역폭을 고려할 때, 그림 5와 같이 2ms의 주기를 갖는 프레임 내에 1개의 참조 버스트(reference burst)와 20개의 트래픽 버스트(traffic burst)를 갖도록 구성할 수 있다. 그림 5에서 설명된 바와 같이, 한 프레임 내에 있는 20개의 트래픽 버스트 중에서 15개의 트래픽 버스트는 15개의 지상 중계 지구국에 각 1개씩 할당하여, 각 중계 지구국에서는 2.304 Mbps의 STUG-1n 데이터를 송신하도록 한다. 나머지 5개의 트래픽 버스트는 15개의 중계 지구국들이 실시간 전송을 필요로 하지 않는 비실시간 랜덤(random) 데이터들의 전송을 위하여 Slotted-ALOHA 방식으로 공유한

다. 그러므로 각 중계 지구국은 안정적으로 고정 할당된 슬롯들을 통하여 2.304 Mbps의 데이터 전송(실제로 위성망 내에서는 오버헤드 및 SSOH를 포함하여 2.432 Mbps로 전송됨)을 보장받는다. 이외에도 비실시간 랜덤 데이터들은 Slotted-ALOHA 슬롯들을 통하여 경쟁 방식으로 전송될 수 있다.

각 지상 지구국에는 실시간 전송을 위한 회선교환 데이터들을 위한 송신 버퍼와 비실시간 텍스트 데이터들과 같이 시간의 제약을 받지 않는 랜덤 패킷교환 데이터들을 위한 송신 버퍼를 각각 가지고 있다. 제안된 프로토콜에서의 회선교환 데이터는 매 프레임마다 고정 할당된 슬롯을 이용하여 성공적인 데이터의 전송을 보장받는다. 반면에 비실시간 랜덤 데이터들은 슬롯 16~20까지의 5개 슬롯들을 이용하여 Slotted-ALOHA 방식으로 데이터를 전송한다.

실시간 회선교환 데이터들은 비실시간 랜덤 데이터들에 비하여 높은 우선 순위(priority)를 갖는다. 전송될 실시간 회선교환 데이터들이 없는 경우에는 비실시간 랜덤 데이터들이 고정 할당된 슬롯을 통하여 전송될 수 있다.

IV. 한국실정에 맞는 트래픽 모델링 및 위성 중계망의 최적구조 설계

본 논문에서는 한국 실정에 맞는 위성 B-ISDN의 중계망 모델을 설정하기 위하여 그림 1과 같이 전국을 인구분포 및 거리에 의해 6개의 광역 그룹으로 분류하고, 각 그룹에서 가장 인구가 많은 도시인 서울, 대전, 대구, 부산, 광주, 춘천을 위성 B-ISDN 중계 지구국의 위치로 가정하였다.

본 논문에서 적용한 Population-Distance-Gross group product(PDG) 트래픽 모델은 6개 광역 그룹의 인구와 광역 중계국간의 거리, 그리고 각 광역 그룹의 1인당 생산액을 상대 지수로 환산한 G-Factor를 적용한다[4]. PDG 트래픽 모델은 각 광역 그룹의 인구 수 및 광역 그룹간의 거리를 우선적으로 고려하고, 각 그룹의 1인당 생산액을 기준으로 각 노

드간의 트래픽에 가중치로 부여한 트래픽 모델링 기법이다.

PDG 트래픽은 각 광역 그룹의 인구수, 각 광역 그룹간의 거리, 그리고 G Factor를 다음의 식 (1)에 대입하여 트래픽 예측값을 산출한다.

$$T_{s,i} = k \frac{P_s P_i G_s G_i}{Dist_{s,i}} \quad (1)$$

표 2. 각 그룹간 PDG 트래픽
Table 2. PDG Traffic between regional centers

Source Node	Destination Node	Population	G Factor	Distance	Tst
서울	대전	4.505	0.898	141	0.490
	대구	5.223	0.862	233	0.324
	부산	7.814	1.012	326	0.358
	광주	5.089	1.028	292.6	0.291
대전	서울	20.445	1.000	141	0.097
	대구	5.223	0.862	117	0.074
	부산	7.814	1.012	199	0.054
	광주	5.089	1.028	151.8	0.061
대구	서울	20.445	1.000	233	0.071
	대전	4.505	0.898	117	0.082
	부산	7.814	1.012	95	0.136
	광주	5.089	1.028	189.2	0.058
부산	서울	20.445	1.000	326	0.138
	대전	4.505	0.898	199	0.106
	대구	5.223	1.117	95	0.279
	광주	5.089	0.772	212.3	0.098
광주	서울	20.445	1.000	292.6	0.074
	대전	4.505	0.893	151.8	0.078
	대구	5.223	0.862	189.2	0.067
	부산	7.814	1.012	212.3	0.078
춘천	서울	20.445	1.000	75	0.017
	대전	4.505	0.898	174	0.006
	대구	5.223	0.862	233	0.005
	부산	7.814	1.012	326	0.004
춘천	서울	20.445	1.000	75	0.017
	대전	4.505	0.898	174	0.006
	대구	5.223	0.862	233	0.005
	부산	7.814	1.012	326	0.004

상기의 식에서 $T_{s,i}$ 는 수신 중계국과 송신 중계국간의 트래픽 예측 값이다. P_s 와 P_i 는 송신 중계국 및 수신 중계국 각각의 인구수이며, G_s 와 G_i 는 송신 중계국 및 수신 중계국 각각의 그룹별 1인당 총 생산액을 상대지수로 환산한 G-Factor이다. $Dist_{s,i}$ 는 송수신 중계국간의 거리이다. 그리고 k 는 적절한 트래픽 상수이다. 다음의 표 2은 상기의 식 (1)에서 k 의 값을 1로 정규화하여 계산한 결과 값을 보여주고 있다.

표 3에서는 표 2에서 계산된 각 중계국 간의 예상 트래픽을 사용하여 각 지상 중계국에서 송신하는 트래픽 값들의 비율을 계산하여, 계산된 트래픽 비율에 맞게 트래픽 버스트를 할당하였다. 예를 들어서, 서울권에서는 우리나라 전체 트래픽의 약 45.83%가 송신되므로 7개의 트래픽 버스트(고정할당이 가능한 15개의 트래픽 버스트 중에서 7개를 할당하므로 위성 사용 대역폭의 약 46.67%에 해당됨)를 할당하였다.

표 3. PDG 트래픽에 의한 광역 그룹별 지구국 할당 개수

Table 3. The number of base stations for each regional centers based on PDG Traffic

	PDG 트래픽 비율(%)	그룹별 위성 중계지구국의 수	위성 중계지구국 할당 비율(%)
서울 권	45.83	7	46.67
대전 권	9.07	1	6.67
대구 권	10.51	2	13.33
부산 권	15.72	2	13.33
광주 권	10.24	2	13.33
춘천 권	3.08	1	6.67
계	100.00	15	100.00

V. 제안된 위성 중계망의 성능 분석을 위한 시뮬레이션

본 절에서는 우리나라 실정에 맞는 위성 B-ISDN 중계망의 구조에서 사용될 수 있는 제안된 다중접속 프로토콜의 성능 특성을 분석하였다. 위성 중계망 전체의 최대 처리율(throughput) 특성을 분석

하였으며, 각 광역 그룹의 성능 특성 분석을 위하여 SLAM II 언어를 이용하여 시뮬레이터를 구현하고, 성능 예측에 관한 시뮬레이션 연구를 수행하였다.

5.1 최대처리율 특성 분석

본 논문에서 제안된 프로토콜은 프레임 단위로 데이터를 전송한다. 프레임을 구성하는 20개의 트래픽 버스트 중에서 15개의 트래픽 버스트는 6개의 광역 그룹에 표 2와 같이 배치되어 있는 15개의 지상 중계 지구국에 각 1개씩 할당되어 고정할당 방식 TDMA로 데이터를 전송하고, 나머지 5개의 트래픽 버스트는 15개의 중계 지구국들이 실시간 전송을 필요로 하지않는 랜덤 텍스트 데이터들의 전송을 위하여 Slotted-ALOHA 방식으로 공유된다. 그러므로 통신망의 총 처리율의 상한 값(upper bound)은 고정할당 방식의 TDMA를 사용하여 전송되는 데이터들의 최대 처리율과 경쟁방식인 Slotted-ALOHA를 사용하여 전송되는 데이터들의 최대 처리율을 합하여 구해진다.

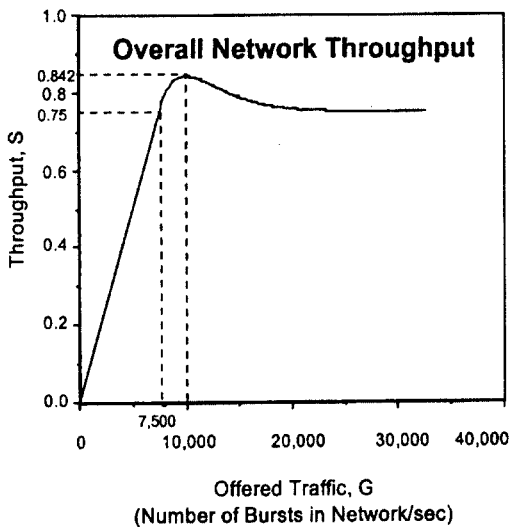


그림 6. 트래픽 변화에 따른 위성 B-ISDN 중계망의 최대 처리율

Fig 6. The maximum throughput of the satellite B-ISDN transport network

프레임 내의 20개 슬롯들 중에서 15개의 슬롯들이 각 중계지구국에 할당되기 때문에 TDMA를 사용하여 전송되는 데이터들의 최대 처리율은 위성을 통하여 사용 가능한 대역폭을 기준으로 하여 0.75이다. 한편, 20개의 슬롯 중에서 25%에 해당하는 5개의 슬롯들을 사용하는 Slotted-ALOHA 프로토콜의 최대 처리율은 약 0.368정도이다[5]. 그러므로 통신망 내에서 Slotted-ALOHA 슬롯들(5개의 버스트)을 사용하여 전송되는 데이터의 최대 처리율은 위성을 통하여 사용 가능한 대역폭을 기준으로 하여 0.092(0.25 x 0.368)이다. 따라서 제안된 위성 B-ISDN 중계망의 최대 처리율은 0.842로 계산된다. 그림 6은 트래픽의 변화에 따른 최대 처리율을 보여주고 있다.

5.2 광역 그룹의 성능 특성 분석을 위한 시뮬레이션

5.2.1 시뮬레이션 모델 및 가정

제안된 위성 B-ISDN 중계망의 구조에서 각 광역 그룹의 성능 특성을 분석하기 위하여 다음의 구체적인 사항들이 시뮬레이션을 위하여 설정되었다:

- (1) 각 지구국에서의 트래픽 발생은 포아송 프로세스(Poisson Process)를 따른다;
- (2) 위성 프레임의 시간은 2msec이며, 하나의 프레임에는 20개의 트래픽 버스트가 존재한다;
- (3)실시간 데이터와 비실시간 랜덤 데이터의 발생 비율은 3:1로 가정하였다;
- (4)전체적인 지연시간은 전파의 전달에 소요되는 전송 지연시간 270msec와 지구국 장치에서의 신호처리 지연시간 50msec를 합하여 320msec로 가정하였다.

위성 B-ISDN 중계망의 일차적인 관심사는 평균 전달 지연시간, 처리율, 그리고 Slotted-ALOHA 슬롯들에서의 충돌확률이다. 따라서 시뮬레이터에서는 중계망의 성능 특성을 살펴볼 수 있도록 다음의 출력값들이 결과로서 제공되도록 설계하였다.

- (1) 제안된 다중 접속 프로토콜을 사용하는 위성 B-ISDN 중계망에서의 평균 전달 지연시간;
- (2) 고정할당 TDMA 슬롯들과 Slotted-ALOHA 슬롯들의 평균 이용률;
- (3) Slotted-ALOHA 슬롯들을 사용하는 비실시간 랜덤 트래픽의 충돌(Collision) 확률.

5.2.2 시뮬레이션 결과 및 고찰

상기와 같은 조건에서 하나의 빔을 이용하는 위성 B-ISDN 중계망 내에 표 2와 같이 6개의 광역 그룹에 15개의 지상 중계지구국이 연결된 위성중계망을 구성하였으며, 2msec 동안에 20개의 트래픽 버스트를 송신할 수 있는 위성 채널을 가정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 대표적인 시뮬레이션 결과들을 그림 7~그림 13에 도시하였다. 그림 7은 각 광역 그룹에 설치되어 있는 지상 위성중계 지구국에서의 트래픽의 변화에 따른 평균 전달 지연 시간 특성을 보여주고 있다. 그림 8은 고정할당된 TDMA 슬롯들의 처리율을 보여주고 있다. 그림 9는 Slotted-ALOHA 슬롯들의 이용율을, 그리고 그림 10은 Slotted-ALOHA 슬롯들에서의 충돌 확률을 각각 보여준다. 그림 11과 그림 12는 각 광역 그룹에 설치되어 있는 지상 위성중계 지구국에서 트래픽의 변화에 따라 TDMA 고정 슬롯들을 통하여 전송된 비실시간 데이터의 수와 Slotted-ALOHA 슬롯들을 통하여 전송된 비실시간 데이터의 수를 각각 보여준다. 그리고, 그림 13은 서울 광역권에 설치되어 있는 7개의 지상 중계 지구국에서 데이터의 종류에 따른 전송량을 보여주고 있다. 상기의 시뮬레이션 결과들로부터 다음의 사항들이 관찰되었다.

- (1) 제안된 위성 B-ISDN 중계망에서 안정 상태에서는(트래픽이 적은 경우) 트래픽의 평균 전달 지연시간이 321~322msec정도(왕복 전파지연시간)이다
- (2) 트래픽이 증가할수록, 실시간 데이터를 전송하기 위한 고정할당(TDMA) 슬롯이 비어 있을 경우에 이 고정할당 슬롯들을 이용하여 전달

되던 비실시간 랜덤 데이터의 수가 그림 11에서 보여지는 바와 같이 포화점에 이르러 점점 감소하게 되고, 결국에는 고정할당 슬롯으로 비실시간 데이터를 전송할 수 없게 된다.

- (3) 트래픽이 증가할수록, 모든 비실시간 랜덤 데이터들을 경쟁 방식인 Slotted-ALOHA 슬롯들을 사용하여 전송해야 하기 때문에 트래픽이 증가할수록 그림 10에서 보여지는 바와 같이 충돌 확률이 증가하여 평균 전달 지연시간은 급격히 증가하게 된다. 실시간 데이터의 경우에도 트래픽이 증가하여 채널이 포화되면 평균 전달 지연시간은 급격히 증가하게 된다.
- (4) 그림 7에서 대전은 요구되는 트래픽 비율보다 적은 채널 용량을 할당 받았기 때문에(표 2 참조) 다른 지역보다 빨리 포화됨을 알 수 있고 추천은 요구되는 트래픽 비율보다 많은 채널 용량을 할당 받아서 아직 포화되지 않음을 볼 수 있다.
- (5) 고정할당(TDMA) 슬롯들의 경우 그림 8에서 보여지는 바와 같이 트래픽이 증가하게 되면 채널의 이용률이 증가하게 되며, 채널의 이용률이 80~90%를 상회할 때 그림 7과 같이 전달 지연 시간 특성이 포화됨을 알 수 있다
- (6) Slotted-ALOHA 슬롯들의 경우 그림 9에 보이는 바와 같이 트래픽이 증가할 경우 채널의 처리율이 증가하다가 오히려 감소하게 되는데, 이것은 이 슬롯들이 경쟁 방식으로 사용되기 때문이다. 제 5.1절에서 설명된 기존의 Slotted-ALOHA 프로토콜의 특성(처리율이 0.368)이 나타남을 볼 수 있다.
- (7) 트래픽이 증가할수록 Slotted-ALOHA 슬롯들의 충돌 확률이 그림 10과 같이 증가하게 되어 Slotted-ALOHA 슬롯들을 통하여 전송되는 데이터의 양은 증가하다가 점점 감소하게 된다. 그림 12에서 보여지는 바와 같이 대전의 경우에는 다른 광역 도시에 설치되어 있는 지구국들이 실시간(TDMA) 슬롯들을 사용하여 비실

시간 랜덤 데이터를 보내는 시점까지는 상대적으로 많은 양의 비실시간 랜덤 데이터들을 Slotted-ALOHA 슬롯을 사용하여 전송하게 된다. 이것은 표 2에서 보여지는 바와 같이 대전권에는 트래픽 예상 값에 비하여 상대적으로 적은 고정할당 대역폭(중계 지구국 1개)이 할당되어 있기 때문이다. 다른 광역권에 설치되어 있는 중계 지구국들에게 할당된 고정할당 슬롯들도 포화되기 시작하면, 모든 지상 중계 지구국의 비실시간 데이터들은 Slotted-ALOHA 슬롯들을 사용하여 경쟁방식으로 전송되기 때문에 대전권에서 Slotted-ALOHA 슬롯을 이용하여 성공적으로 전송되는 비실시간 데이터의 양은 상대적으로 많이 줄어들게 된다.

(8) 그림 13에서 서울권에 설치되어 있는 7개의 지구국들에서 트래픽이 증가함에 따른 전송 특성을 살펴보면, 비실시간 데이터가 실시간 데이터의 전송을 위한 고정할당 슬롯을 사용

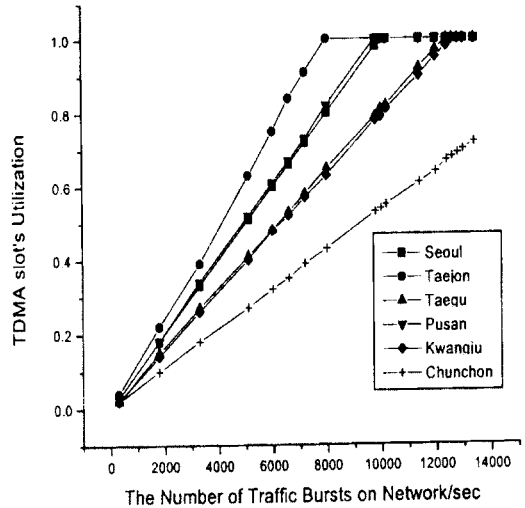


그림 8. 고정할당 슬롯들의 처리율
Fig. 8. The throughput of the fixed TDMA slots

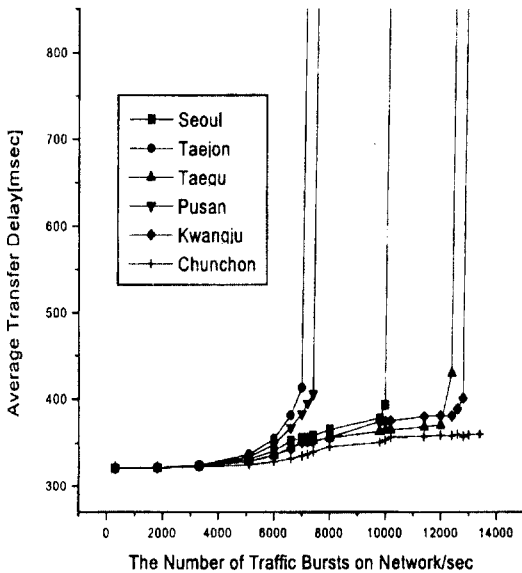


그림 7. 위성 중계망의 평균 전달 지연시간
Fig 7. The average transfer delay in the satellite transport network

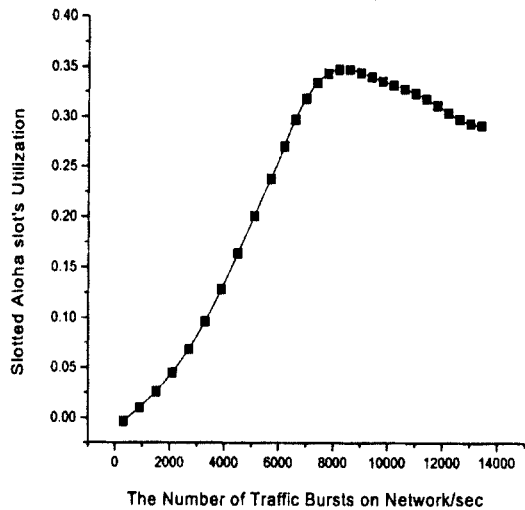


그림 9. Slotted-ALOHA 슬롯들의 이용률
Fig 9. The Slotted-ALOHA slot utilization

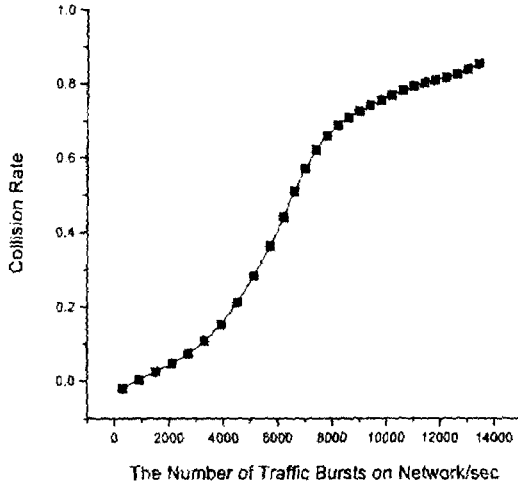


그림 10. Slotted-ALOHA 슬롯들의 충돌 확률
Fig 10. The Slotted-ALOHA slot collision rate

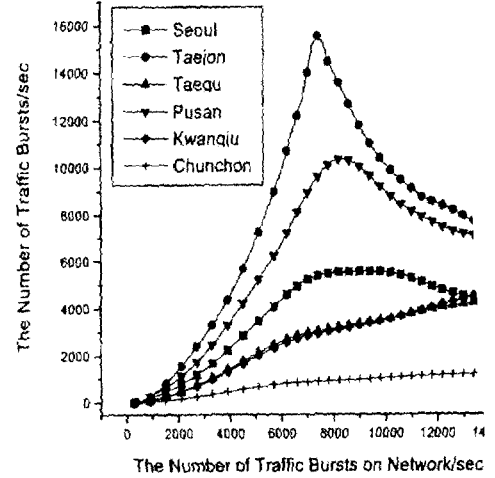


그림 12. Slotted-ALOHA 슬롯들을 통하여 전송된 실시간 데이터의 수
Fig 12. The number of non-realtime data transferred by Slotted-ALOHA slot

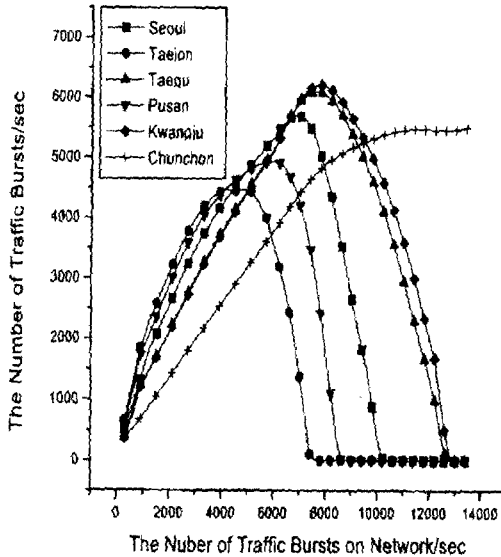


그림 11. 고정할당 TDMA 슬롯을 통하여 전달된 비실시간 데이터의 수
Fig 11. The number of non-realtime data transferred by the TDMA slots

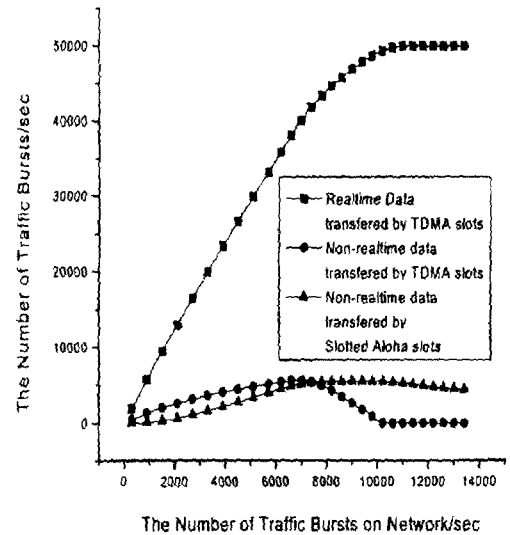


그림 13. 서울권 기지국들의 데이터 종류에 따른 전송량
Fig 13. The transferred data at the base stations in Seoul

하여 전송되는 데이터의 양은 증가하다가 고정할당 슬롯들이 포화되게 되면 더 이상 고정할당 슬롯을 사용하여 비실시간 데이터를 보낼 수 없게 된다. Slotted-ALOHA 슬롯으로 전송되는 데이터의 양은 일정 수준에서 포화되는 것을 알 수 있다. 고정할당 슬롯들을 사용하여 전송되는 데이터의 양이 Slotted-ALOHA 슬롯들을 사용하여 전송되는 데이터의 양보다 상대적으로 매우 많기 때문에 그림 7에서 보이는 바와 같이 고정할당 슬롯들을 사용하여 전송되는 데이터들의 평균 전달 지연시간이 전체 데이터들의 평균 전달 지연시간 특성의 주요 변수가 됨을 알 수 있다.

VI 결 론

본 논문에서는 차세대 기간망을 대체하거나, 기간망의 일부로써 연계되어 사용될 수 있는 한국 실정에 맞는 위성 B-ISDN 중계망의 구성 방안을 도출하였으며, 제안된 중계망에서 사용될 수 있는 다중 접속 프로토콜을 제안하였다. 지상망과의 연동을 위한 SDH 접속/관리, Satellite Section Overhead(SSOH) 처리 방안 등에 대하여 기술하였다. 또한, PDG 트래픽 모델로부터 도출된 트래픽 예상값을 기준으로 서울, 대전, 대구, 부산, 광주, 춘천 등 각 광역권에 적합한 수의 위성중계 지구국을 할당하는 우리나라 실정에 맞는 위성중계망 콘피규레이션 모델을 제안하였다. 제안된 위성중계망에서는 TDMA 방식과 Slotted-ALOHA 방식을 혼용하는 다중접속 프로토콜을 채택함으로써 실시간 회선교환 데이터 및 비실시간 패킷 데이터들을 효율적으로 전송할 수 있다.

제안된 다중 접속 프로토콜의 성능을 분석하기 위하여 SLAM II를 사용하여 시뮬레이터를 구성하였다. 시뮬레이션 연구는 한국 실정을 고려한 Population-Distance-Gross Group Products 트래픽 모델에 의한 트래픽 값을 적용하여, 실

시간 데이터와 비실시간 데이터가 혼합되어 있는 환경에서 수행하였다. 성능 특성 분석 연구 결과로부터 처리율 특성이 위성을 통하여 사용 가능한 대역폭을 기준으로 하여 약 80%까지 얻을 수 있음을 관찰하였으며, 각 광역권에서의 성능 특성도 비교적 균형이 잡혀 있음을 확인하였다. 본 연구에서 수행된 위성 중계망의 구성 방안과 다중접속 프로토콜은 추후 우리나라에서 무궁화 위성을 토대로 한 위성 B-ISDN 중계망구축시 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. R. Ballart and Y. C. Ching, "SONET: now it's the standard optical networks," IEEE Communications Magazine, March 1989, pp. 8-15.
2. Various Issues, Special Issue on SDH, IEEE Communications Magazine, August 1990.
3. ITU-T, G-708, General Aspects of Digital Transmission Systems, Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy, March 1993.
4. 송영남, 박효준, 강철신, 박일중, 채창준, 서완석, 이성은, "트래픽 모델링 및 전광 WDM 전달망의 설계", '97 광자기술학회 학술회의 논문집, Photonics Conference '97, 제주 pp. 361-362, 1997년 11월.
4. Joseph L. Hammond and Peter J. P. O'Reilly, Performance Analysis of Local Computer Networks, Addison-Wesley Publishing Co., 1986.
5. 통계청, "한국통계연감", 통계청, 1997.

저 자 약 력



박 효 준 (Hyo-Jun Park) 정회원
1997년 2월:한남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1997년 3월~현재:한남대학교 전자공학과 석사과정 재학중

※주요관심분야:위성통신및 광통신망의 설계및 성능분석



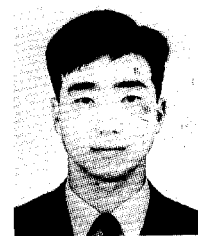
정 노 선 (No-Seon Jung) 정회원
1998년 2월:한남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1998년 3월~현재:한남대학교 전자공학과 석사과정 재학중

※주요관심분야:위성통신 및 광통신망의 설계및 성능분석



홍 상 기 (Sang-kee Hong) 정회원
1998년 2월:한남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1998년 3월~현재:한남대학교 전자공학과 석사과정 재학중

※주요관심분야:위성통신 및 광통신망의 설계및 성능분석



안 기 석 (Ki Seok Ahn) 정회원
1995년 2월:한남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1998년 3월~현재:한남대학교 전자공학과 석사과정 재학중

※주요관심분야:위성통신 및 광통신망의 설계 및 성능분석



강철신(Cheoul-Shin Kang) 종신회원
1953년 1월 17일생
1972년-1979년:한양대학교 전자공학과(공학사)
1882년-1984년: Oregon State University, 전기 및 컴퓨터공학과(공학석사)

1884년-1987년:Oregon State University, 전기 및 컴퓨터공학과(공학박사)

1978년-1982년:금성사(현LG전자) 중앙연구소, 연구원
1990년-1991년:미국 연방국방정보부(DIA), 초청교수
1987년-1992년:미국 American University, Washington, D.C.

전산정보학과 조교수

1991년-1992년:한국전자통신연구소 선임연구원
1992년-현재:한남대학교 전자공학과 부교수

IEEE, Phi Kappa Phi, Sigma Xi: 정회원

대한전자공학회, 한국통신학회, 한국정보과학회: 종신회원

※연구관심분야:광통신망의 설계 및 성능분석, 위성중계망