

OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 방식 설계 및 평가

박 석 천[†] · 이 광 배^{††}

요 약

21세기 고도 정보화 사회에서의 위성통신은 현존 위성 시스템에서 주로 제공하는 국가간 장거리 전화, 방송 중계 서비스 등을 포함한 광범위한 대용량 디지털 멀티미디어 서비스 형태의 트래픽을 처리하여 재분배하는 고성능, 다기능 정보통신으로 발전하고 있다. 이에 따라 전세계적으로 위성 수의 증가에 따른 위성궤도 부족과 주파수 자원의 고갈 등의 문제점을 야기시키게 되었다. 이를 해결하기 위해서는 기존의 단순 중계기의 역할뿐만 아니라, 위성탑재 IF/RF 스위칭 기술, 기저대역 신호처리 기술, 다중 빔 안테나 기술 등을 포함한 OBP 탑재 위성 시스템이 필요하게 된다. 따라서 본 논문에서는 기본적으로 멀티미디어 서비스를 제공하고 주파수 재사용 기법을 적용한 다중 스폿 빔을 송수신하는 차세대 OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 접속 방식을 설계하고, 설계된 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 방식의 성능을 평가하였다.

Design and Performance Evaluation of OBP Satellite B-ISDN Transport Network Multiple Access Method

Seok-Cheon Park[†] · Kwang-Bae Lee^{††}

ABSTRACT

Satellite communication in the 21 century's high tech information world is developing rapidly, marked by high levels of applications and functions. For example, satellite communication can process and switch the speed of the service provided by a broad and vast digital multimedia system such as a long-distance call between nations or broadcasting transfer service, which is supplied by a contemporary satellite system. But it cause problems which lack of satellite orbit and gives out frequency resource by increment of satellite. To support this, an OBP satellite system is need, which includes an on-board IF/RF switch, baseband signal processing, multi-beam antenna technology, as well as a simple transponder system. In this paper, we designed and performance evaluated the performance of the next generation of satellite communication ; OBP satellite B-ISDN transport network multiple access method, which offers multimedia service and applies frequency reuse method for multi-spot beam.

키워드 : OBP(On-board Processing), 위성(Satellite), 광대역 종합정보통신망(B-ISDN), 중계망(Transport Network), 다중 접속(Multiple Access)

1. 서 론

주로 광파이버 케이블을 사용하는 ATM 기반의 B-ISDN은 초고속 정보 통신망 구축에 중요한 역할을 하며, 위성 또한 B-ISDN을 주축으로 하는 초고속 정보 통신망 구축에 개별망으로서 역할을 한다. 21세기 고도 정보화 사회에서 위성통신은 현존 위성 시스템에서 제공하고 있는 국가간 장거리 전화, 방송 중계 서비스 등을 포함한 대용량 디지털 멀티미디어 서비스 트래픽을 처리하여 재분배하는 고성능, 다기능 정보통신으로 발전하고 있다[1, 2].

OBP 기술이란 기존 위성통신 탑재 장치의 수동적 중계 기능 이외에 복조/변조, 부호/복호화 및 에러 정정, 중계기 및 빔 간 상호연결/절체 등의 새로운 기능이 부가되어 능동적 중계를 가능하게 함으로써, 통신 품질의 향상, 전송 효율의 개선, 전송 용량의 증대, 동적인 망 구성 및 유연한 라우팅 등 많은 장점을 갖는 중요한 차세대 위성중계망 기술이다. 따라서 향후 위성 B-ISDN 중계망과 지상망의 효율적인 연동을 위하여, 광범위한 매체에 사용되고 있는 SDH 전송 기술 뿐만 아니라 B-ISDN의 기본 전송방식인 ATM 기술을 수용할 수 있는 OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 방식을 설계하고, 이에 대한 성능을 평가하였다.

[†] 중신회원 : 경원대학교 전자계산학과 교수
^{††} 정 회 원 : 명지대학교 전자·정보통신공학부 교수
논문접수 : 2001년 2월 6일, 심사완료 : 2001년 4월 12일

2. OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 구조

SS-TDMA 시스템은 위성의 중계기에서 버스트스위칭 시스템이 설치된 것으로 각 송신 지구국에서 자국에 할당된 주파수로 송신한 트래픽 버스트를 이 스위칭 장치에 의해 각 수신 지구국을 담당하는 트랜스폰더에 연결시켜줌으로써 각 트랜스폰더에서 각 수신 지구국이 수신할 하나의 주파수로 트래픽 서비스를 송신하는 것이다[10].

다음 (그림 1)에서 3×3 매트릭스의 스위칭 연결 순서의 예를 보인다. 이 순서는 4개의 연결 상태를 가지고 있으며, 그림 밑부분에서 표현한 프레임의 길이 동안 사용된다. 각 프레임은 우선 동기화 필드(synchronization field)를 포함하고 있고, 다음에 통행 필드가 따라온다[4, 5].

지상국들로부터 온 버스트들은 이 통행 필드에서 이들의 목적지까지 연결된다. 통행 필드는 여러 개의 스위칭 모드를 순서대로 포함하고 있으며, 각 스위칭 모드가 위성의 스위칭 매트릭스가 만드는 연결 상태를 각각 표현한다. 하나의 업링크의 빔과 다운링크의 빔 간에 연결 지속 시간을 윈도우(window)라고 부른다. 한 윈도우는 여러 개의 스위칭 모드들의 길이를 합치는 만큼 연장될 수 있다[6].

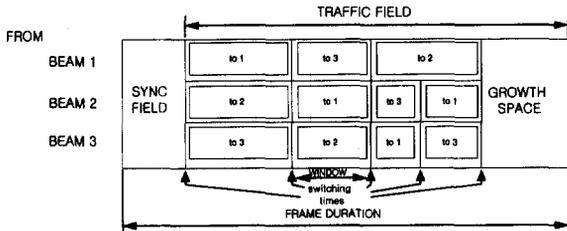
시간에 변화를 가져오게 된다. 여기에는 세 가지 종류의 버스트 시간 계획 변경이 있다[9].

- 스위칭 모드 할당 변경을 하지 않은 버스트 시간 계획 변경(burst time plan change without switching mode allocation change)
- 스위칭 모드 할당 변경을 하되, 스위치 상태 순서는 변경하지 않은 버스트 시간 계획 변경(burst time plan change accompanied with switching mode allocation change but not accompanied with switch state sequence change)
- 스위치 상태 순서까지 변경하는 버스트 시간 계획 변경(burst time plan change accompanied with switch state sequence change)

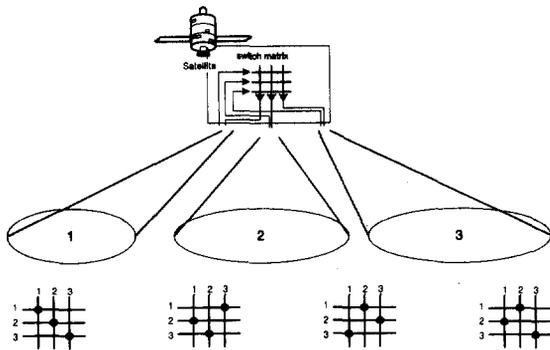
첫 번째의 경우에는, 오직 지상국들만이 고려가 되고, 다른 두 경우에는 새로운 스위치 상태나 스위칭 모드 할당에 관한 정보를 위성의 분산 제어기 DCU (Distribution Control Unit) 메모리 안에 전달하여야만 한다. 이때에는 이를 위한 특별한 통신 링크를 사용한다.(이러한 통신 링크가 원격 명령 링크가 될 수 있다.) 이 할당의 변경은 모든 지상국들과 위성 사이에 동기화를 보장하기 위해서 각 슈퍼-프레임의 시작 부분에서 발생한다.

네트워크 동기화에는 지상국들과의 동기화와 위성과 지상 부분의 동기화의 두 가지 고려사항이 있다. 지상국들의 동기화는 단일 빔 TDMA의 경우처럼 closed loop, 또는 open loop 방법을 사용하여 이를 수 있다. 만약 closed loop 방법을 사용한다면, 하나의 빔을 가진 지상국들이 자신들이 전송하여야 다른 빔으로 전달되는 버스트들을 수신할 수가 없기 때문에 자신들의 위치 에러를 결정할 수 없다는 문제가 따르게 된다. 이를 해결하기 위해서 공동 운영 피드백 closed loop 동기화(co-operative feedback closed loop synchronization) 방법이 제안되었는데, 이는 각 빔의 목적 지상국에서 위치 에러 계산을 대신하는 것이다. 이 방법은 프레임 처리 성능을 악화시키고, 따라서 빔들의 수가 적을 경우에만 적용가능하다. 따라서 많은 빔을 사용하는 네트워크의 경우, 프레임 처리 성능을 떨어뜨리지 않으려면 open loop 방법을 사용하는 것이 타당하다.

위성과 지상 부분의 동기화는 네트워크 클럭의 위치를 기준 지상국에 둘 것인지 아니면 위성 내부에 둘 것인지의 문제를 제기한다. 만약 이 클럭을 기준 지상국에 둔다면, 위성의 내부에 복조기와 유니크 워드 감지 회로를 설치하여야만 할 것이다. 반면, 이 클럭을 위성 내부에 설치한다면 위성이 이 클럭을 모든 빔을 통해 방송할 수 있도록 변조기를 위성 내부에 설치하여야 할 것이다. 이 두 경우 모두, 위성 내부에 추가적인 장비의 설치를 강요하고 있으며, 이는 위성의 고장을 일으킬 수 있는 중요한 문제가 될 수도 있다. 게다가 위성 내부에 이 클럭을 설치하는 경우, 이 위성의 클럭이 CCITT G.811 표준안에서 권장하는 것처럼



(a) FRAME ORGANISATION



(b) SWITCH STATE SEQUENCE

(그림 1) 3×3 매트릭스를 위한 연결순서와 이와 관련된 프레임 구조의 예

SS-TDMA 네트워크는 고정 할당 또는 요구 할당으로 운영될 수가 있다. 요구 할당을 이용하여 지상국에 할당되는 용량의 변화는 TDMA의 경우처럼, 할당되는 버스트의 길이를 변화시켜서 실현할 수 있다. 지상국 버스트 길이의 변화는 다른 지상국들의 버스트 위치를 함께 변화시켜야 하는 문제를 만들고, 따라서 결과적으로 다른 버스트들의 할당

네트워크들 사이에 안정성 10^{-11} 으로 유사 동기화를 실현하고 이를 유지할 것인가 하는 클럭의 안정성 문제 또한 중요한 쟁점이 된다. 이들의 한 가지 해결 방안은 분산 제어기(DCU)의 클럭을 네트워크의 클럭으로 이용하는 것이다.

기준 지상국은 이 클럭의 속도를 감지하고 기준 버스트 전송을 동기화한다. 이 기준 지상국이 기준 버스트를 전송하기 전에 측정 버스트(metering burst)라고 하는 또 다른 버스트를 전송한다. 지속적인 안정 상태로 동기화가 되었다면, 이 버스트는 위성에 처음 두 스위칭 모드에 걸쳐있는 프레임 동기화 필드 안에 도착한다. 첫 번째 모드는 기준 지상국 빔으로 응답 연결 채널을 만들고, 두 번째 모드는 입출력 사이에 아무런 상호연결도 만들지 않는다. 따라서 중간이 잘린채 기준 지상국으로 되돌아오는 측정 버스트를 보고, 기준 지상국은 일정한 잘림(constant truncation)을 유지하도록 제어하며, 측정 버스트로부터 일정한 지연 시간 뒤에 기준 버스트를 전송한다. 이는 동기화 필드의 세 번째 스위칭 모드로서 빔 1을 모든 다른 빔들로 연결하여, 이 기준 버스트가 위성 안에서 모든 다른 빔으로 분산된다. 여기서 제어기의 클럭 속도는 기준 지상국의 좀 더 정확한 클럭과 비교될 수 있고, 요구되는 안정도를 유지하기 위해서 원격 명령을 통해 필요한 경우 클럭 보정 명령을 위성에 전송한다[6, 7].

3. OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 프로토콜 설계

3.1 효율적인 다중 접속을 위한 고려사항들

다양한 사용자 터미널을 위한 트래픽의 멀티플렉싱은 위성에서 빔간에 동작한다. 이것은 패킷 스위치의 (다운링크) 출력 버퍼에서 동작한다. 위성에 탑재되어 있는 안테나는 버스트의 형태로 패킷을 전송함으로써 이런 버퍼를 제공한다.(다운링크 셀당 하나의 버퍼) 비용 측면에서 고려했을 경우 버퍼를 제공하는 안테나의 수는 버퍼의 수보다 더 작다. 그러나 동시에, 일반적인 로드 환경에서 이런 안테나들은 다양한 지상 셀들에 버스트될 때 버퍼를 사용하여 버퍼 오버플로우를 막는 전송율로 제공된다.

스케줄링 알고리즘은 혼잡 환경하에서 사용된다. 혼잡은 안테나 서비스율의 총량보다 더 큰 비율로 패킷 스위치의 출력에서 버퍼로 패킷이 흘러들어올 때 시스템에서 발생하는 것을 말한다. 이것은 패킷의 비율이 크게 유입될 경우나 제공되는 서비스 속도가 뒤쳐질 때 그리고 두 가지 모두가 나타날 때 발생하게 된다. 이런 혼잡한 환경에서 시스템 자원을 효과적인 방법으로 할당하는 것은 필수적이다. 무엇보다도 패킷 스위치의 출력에서 버퍼들에 생기는 크고 다양한 트래픽이 혼잡된 환경에서, 낮은 우선순위 패킷들이 만들 수 있는 트래픽을 큐에서 삭제되지 않게 서비스를 보장하여 높은 질의 서비스하는 것이 바람직하다. 이것은 위성

자원을 지상에서 만들어지는 패킷에 집단 우선순위를 할당할 수 있다는 것을 말한다.

다양한 오프라인 자원 할당 알고리즘의 구현은 OBNC(On Board Network Controller)에서 동작한다고 가정한다. OBNC는 안테나를 위한 전력 재할당 계획, 높고 낮은 트래픽 스폿빔 버스팅 파라미터 등을 위성에 지시하여 높은 우선 순위 제어 채널 액세스를 준다고 가정한다.

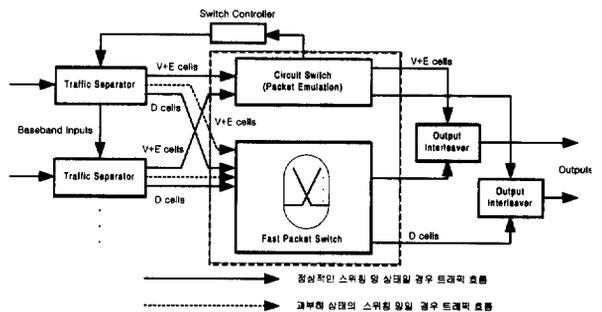
큐의 집합이 주어지고, 각각의 큐는 하향 셀을 위한 트래픽을 나타낸다. 그리고 서버 집합은 하향 안테나의 큐로부터 버스트하게 도착한다. 주어진 시간에 우선 순위에 맞게 패킷이 도착하는 최대수를 설정하고, 할당 정책이 공정성을 가질 수 있는 동안 하향 큐나 버퍼, 안테나를 할당한다. 패킷이 다양한 흐름을 갖는 동안 패킷은 고정된 수를 형성한다. 모든 큐가 다른 흐름으로부터 패킷을 동반하고, 각각의 흐름은 네 개중 다른 우선 순위를 갖으면, 스케줄러는 다양한 우선 순위나 가중치를 갖는 큐 사이에서의 공정성을 수행하게 된다.

FIFO라고 알려진 큐는 패킷으로 가득 찬다. 각각의 패킷은 우선 순위를 갖고, 패킷에 속해 있는 우선 순위대로 흘러가게 된다.

ATM 계층에서 여러 ATC(ATM Transfer Capabilities)들은 ITU-T에 의해 정의되었다. 서비스 범주들은 실시간과 비실시간으로 구분되었다. ATM 포럼의 정의에 따라, CBR(Constant-Bit Rate)과 RT-VBR(Real-Time Variable Bit Rate)은 실시간 트래픽에 속해있는 반면, NRT-VBR(Non Real-Time Variable Bit Rate), UBR(Unspecified Bit Rate) 그리고 ABR(Available Bit Rate)는 비실시간 범주에 속해 있다. 이 연구에서 위성 내 버퍼에서의 그들의 통합을 용이하게 하기 위해 실시간과 비실시간 데이터로 분류해 제한한다.

패킷들이 초당 적은 기가비트의 속도로 큐로 흘러들어가기 때문에, 스케줄러가 그 속도에서 각 패킷의 헤더를 볼 수 있고 우선 순위를 확인할 수 있고 집합체의 가중치를 계산할 수 있는 것을 가정한다.

3.2 OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 프로토콜 제안 및 설계



(그림 2) 회선 스위칭과 고속 패킷 스위칭을 통합한 OBP 스위치 구조

제안하는 중계망 구조는 '회선 스위칭과 고속 패킷 스위칭을 혼합한 스위칭망'으로 (그림 2)와 같은 구조이다.

이 위성탑재 기저대역 스위치의 기반이 되는 회선 스위치는 Time-Space-Time 구조이며, 이 구조는 지상 스위칭 시스템과 유사하다. 또한 고속 패킷 스위치로는 공간 분할 스위칭 망을 사용한다.

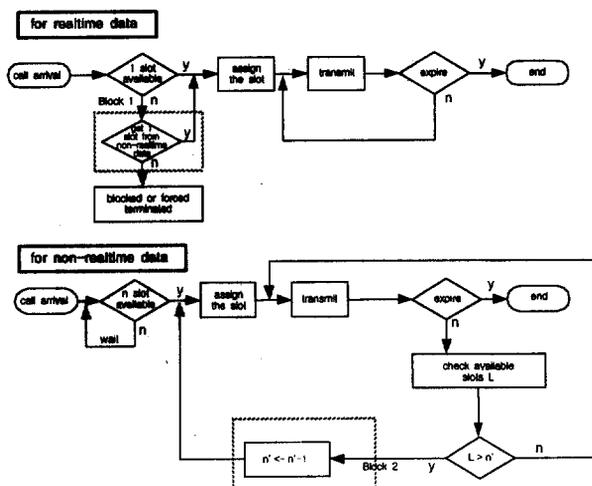
일반적으로 위성 시스템은 지상망보다 더 열악한 환경과 정정 기능의 부족으로 인하여 지상 장비들보다 더 높은 신뢰성을 필요로 하기 때문에 단일 공간 스위치 대신 다중 분리된 공간 스위치들로 이루어진 결합 허용 위성탑재 T-S-T 회선 스위치와 고속 패킷 스위치를 사용하여 실시간 서비스 트래픽과 비실시간 서비스 트래픽을 위성탑재 스위치 상에서 수행할 수 있도록 OBP 구조를 제안하고 설계했다. 현재 SS-TDMA 시스템은 주로 T-S-T 스위치로 구성되어 있으며, 시간 스위치(T switch)는 지구국에 위치하고, 공간 스위치(S switch)는 위성탑재 중계기에 위치한다.

앞서 제안한 스위칭 구조를 바탕으로 하여, 회선 스위치와 고속 패킷 스위치를 각각 실시간 데이터와 비실시간 데이터에 매핑시켜 다음과 같은 알고리즘을 제안한다.

실시간 데이터와 비실시간 데이터가 같이 공존하는 현재 네트워크 시스템에서, 이것을 효과적으로 할당하기 위해서는 동적 채널 할당을 주로 사용한다. 이런 동적 채널 할당을 위한 알고리즘에는 여러 가지가 있지만, 여기서는 두 가지 알고리즘이 쓰인다.

첫 번째는, partitioning 알고리즘으로서 실시간 데이터와 비실시간 데이터로 분리된 그룹으로 모든 채널을 나눈다. 두 번째는 sharing 알고리즘으로 불리는데, 모든 슬롯들이 실시간 데이터와 비실시간 데이터 사이에 공유되는 것을 말한다. sharing 알고리즘은 프레임당 슬롯의 수가 발생하는 다양한 정보를 고려한 멀티미디어 트래픽에는 적절하지 않다.

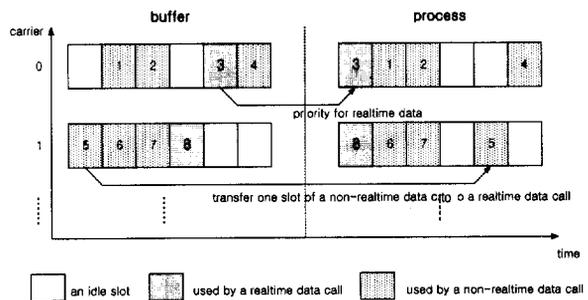
(그림 3)은 이 연구에서 제안하는 알고리즘으로 유연한 타임슬롯 관리를 위한 sharing 알고리즘에 기초를 두고 설계되



(그림 3) 제안한 알고리즘

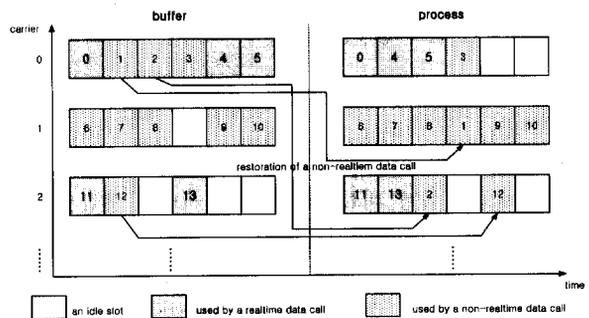
었다[8].

실시간 데이터와 비실시간 데이터를 통합한 시스템에서 제안한 프로토콜의 알고리즘은 (그림 3)에서 보여준다. 이 그림에서 n' 은 바로 그 순간에 사용된 슬롯의 개수를 나타낸다. 점선안의 것은 기존의 알고리즘과 달리 추가된 알고리즘 부분을 나타낸다. Block 1에서는 실시간 데이터 호가 사용 가능한 슬롯이 없을 때, 비실시간 데이터 호의 한 슬롯을 실시간 데이터 호에 양보하는 부분을 나타낸 것이다. Block 2는 전송되는 비실시간 데이터 호가 휴지 슬롯을 이용하여 전송할 수 있게 한다. 비실시간 데이터 호출은 실시간 데이터 호출에 의해서 할당되는 슬롯의 개수가 감소하게 되는데, 전송률도 마찬가지로 유사하게 감소하게 된다.



(그림 4) 제안한 알고리즘의 동작 예 1

(그림 4)에서 볼 수 있듯이, 실시간 데이터와 비실시간 데이터는 랜덤하게 버퍼에 들어올 수 있고, 이 때 앞서말한 알고리즘에 의해 실시간 데이터가 빈 슬롯을 찾아 점유하거나(carrier 0의 경우) 비실시간 데이터로부터 자리를 양보받거나(carrier 1의 경우) 된다. 하지만 자리를 양보한 비실시간 데이터가 빈 슬롯을 발견하지 못할 때는, 알고리즘에 의해 기다리다가 가용한 슬롯이 생기면 그 때 다시 전송되게 된다. 이것에 대한 설명은 (그림 5)에 나타내었다.



(그림 5) 제안한 알고리즘의 동작 예 2

4. OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 프로토콜 평가 및 분석

4.1 성능 평가

알고리즘의 성능을 평가하기 위해, 실시간 데이터 서비스

와 비실시간 데이터 서비스의 서비스 등급(GoS : Grade of Service)을 정의하고, 파라미터에 따라 그 성능을 평가해 본다. 실시간 데이터 서비스에서 요구사항인 블로킹 확률과 강제 종료 확률을 이용하여 실시간 데이터 서비스에 대한 서비스 등급을 구한다. 실시간 데이터 서비스에 대한 서비스 등급은 다음과 같이 정의한다.

$$GoS_{realtime} = \frac{Pd_{realtime} \times 0.4 + Pf_{realtime} \times 0.6}{Cs_{total}} \quad (7.1)$$

지연 확률 $Pd_{realtime}$ 의 계수와 강제 종료 확률 $Pf_{realtime}$ 의 계수는 각각 0.4와 0.6로 했다. 강제 종료 확률이 지연 확률보다 전체적인 성능에 확실히 많은 영향을 미치지만, 실시간 데이터 서비스에서는 지연 확률 또한 서비스 등급에 많은 영향을 미치기 때문이다. Cs_{total} 은 전체 슬롯 개수 지수이다. 지연 확률은 다음과 같이 정의한다.

$$Pd_{realtime} = Pb_{realtime} \times delaytime \quad (7.2)$$

$Pb_{realtime}$ 는 블로킹 확률로서 블로킹된 슬롯에 그 슬롯의 지연시간을 곱해서 지연 확률을 구한다.

반면에 비실시간 데이터와 같이 실시간의 요구가 필요하지 않은 데이터 호는 서비스 등급을 평가하기 위해서 실시간 데이터와 같은 파라미터를 사용하지만, 지연에 그다지 민감하지 않기 때문에 강제 종료 확률에 더 큰 비중을 두었다. 비실시간 데이터 서비스에 대한 서비스 등급은 다음과 같이 정의한다.

$$GoS_{nonrealtime} = \frac{Pd_{nonrealtime} \times 0.1 + Pf_{nonrealtime} \times 0.9}{Cs_{total}} \quad (7.3)$$

지연 확률 $Pd_{nonrealtime}$ 의 계수와 강제 종료 확률 $Pf_{nonrealtime}$ 의 계수는 각각 0.1와 0.9로 하였다. 비실시간 데이터 서비스에서는 그 도달성이 가장 큰 영향을 미치기 때문이다. 지연 확률은 다음과 같이 정의한다.

$$Pd_{nonrealtime} = Pb_{nonrealtime} \times delaytime \quad (7.4)$$

또한, 전체적인 서비스 등급을 평가하기 위해 실시간 데이터 서비스 등급과 비실시간 데이터 서비스 등급을 합한 전체 서비스 등급을 평가한다.

$$GoS_{total} = GoS_{realtime} + GoS_{nonrealtime} \quad (7.5)$$

제안한 알고리즘은 sharing 알고리즘에 기반을 두고 제안되었으며 같은 패킷 오류율, 전송 환경에서 동작할 때 같은 오류율과 손실률을 갖기 때문에 본 연구에서는 스위칭 환경에서 발생하는 지연과 손실을 제외하고 성능평가하여 비교한다. sharing 알고리즘은 스위칭시에는 어떠한 동작도 발생하지 않으므로, 성능을 평가하기 위해 제시한 서비스

등급에서 항상 기준값 0을 갖게 된다. 시간 지연·이득 측면과 서비스 등급은 성능이 좋아졌을 때 더 작은 음수의 값을 갖게 된다.

스위칭 시에 발생하는 소요시간은 너무 작아 측정이 힘들고 차이도 지극히 미세하기 때문에 차이가 분명치 않아, 그 성능의 차이를 정확히 보여주기 힘들다. 그렇기 때문에 시간 지연을 계산하기 위해, 한 캐리어 안의 슬롯간과 캐리어간의 처리 속도는 각각 0.01초와 0.1초로 가정하였다.

4.2 시뮬레이션 결과

본 연구에서는 성능을 평가하기 위해 다양한 환경에서 그 성능을 테스트해 본다. 하나의 캐리어가 전송할 수 있는 슬롯 수에 따라 그 성능이 큰 차이가 있는데 이를 측정해 보고, 또한 버퍼 크기의 변화에 따른 데이터 전송율이 달라지는 차이에 대해서도 평가해 본다.

특히 전체적인 성능에 가장 큰 영향을 미치는 것은 데이터의 양이라고 할 수 있다. 전체적인 데이터양, 실시간 데이터와 비실시간 데이터의 비율 등을 조율함으로써 전체적인 성능을 평가했다.

4.2.1 버퍼 크기에 따른 성능 평가

버퍼 크기에 따른 성능을 평가하기 위해, 캐리어 내의 휴기, 실시간, 비실시간의 슬롯 발생율을 각각 30%, 35%, 35%로 가정하였다. 또한 캐리어의 크기는 12로 가정하였고, 이에 따라 버퍼크기를 5부터 180까지 다양하게 평가하였다.

시뮬레이션 결과는 다음과 같다.

위의 (그림 6)과 (그림 7)은 버퍼 크기에 따른 실시간과 비실시간 데이터의 시간 이득과 지연에 대한 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 실시간 데이터는 시간 이득을, 비실시간 데이터는 시간 지연의 결과가 생겼음을 알 수 있다. 버퍼 크기의 증가에 따라 시간 이득과 지연 폭이 더 커진 것을 볼 수 있는데, 앞서 캐리어 크기 증가일때와 마찬가지로 전체 슬롯 수의 증가로 인한 결과이다. 역시 실시간 데이터의 시간 이득이 비실시간 데이터의 시간 지연보다 더 크기 때문에, 전체적인 성능의 향상이 있을 것이라고 예상할 수 있다.

(그림 8)은 실시간과 비실시간 데이터의 서비스 등급 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

(그림 8) 버퍼 크기에 따른 서비스 등급

실시간 서비스 같은 경우 버퍼 크기에 크게 상관없이 서비스 등급이 일정하다. 하지만 비실시간 같은 경우 서비스 등급의 폭이 큰데, 버퍼 크기 40이후로는 비교적 안정적으로 변하는 것을 확인할 수 있다. 하지만 어떤 경우에도 실시간 서비스의 등급이 좋아진 만큼 비실시간이 근접하지 못함을 보아, 전체적인 성능의 향상을 점칠 수 있다. 그 결과로 전체적인 서비스 등급을 (그림 9)에 보여준다.

(그림 9) 버퍼 크기에 따른 전체 서비스 등급

버퍼 크기가 20일 때를 제외하고는 전체적인 서비스 등

급은 안정적으로 향상됨을 볼 수 있다. 하지만 전체적으로, 모두 '-' 값을 가지고 있으므로 서비스 등급이 향상되었음을 알 수 있으므로, 제안한 알고리즘은 버퍼 당 캐리어 수가에 큰 상관없이 전체적으로 좋은 성능을 발휘하고, 기존의 알고리즘보다 성능이 향상되었음을 알 수 있다.

4.2.2. 휴기 슬롯의 비율에 따른 성능 평가

버퍼 크기를 40, 캐리어 크기를 12로 고정하고 실시간과 비실시간 데이터의 비율을 비슷하다고 가정한 후, 전체 슬롯 중 휴기 슬롯의 비율을 달리하면서 알고리즘의 성능을 평가해본다. 시간 이득에 관한 시뮬레이션 결과는 (그림 10)과 (그림 11)에 보여준다.

위의 (그림 10)과 (그림 11)은 전체 슬롯중 휴기 슬롯 증가에 따른 실시간과 비실시간 데이터의 시간 이득과 지연을 나타냈다. 휴기 슬롯의 증가에 따라 실시간 데이터의 시간 이득과 비실시간 데이터의 시간 지연 폭이 줄어들음을 볼 수 있다. 실시간 데이터가 시간 이득이 줄어드는 것은 전체 슬롯 중에 실시간 데이터의 발생 확률이 줄어들기 때문에 자연스럽게 생긴 결과라고 볼 수 있고, 비실시간 데이터의 시간 지연이 줄어드는 것은 전체 슬롯 중에 비실시간 데이터가 차지하는 확률이 줄어드는 것도 있지만, 이에 더하여 휴기 슬롯 발생 확률 증가로 인한 실시간 슬롯과 스위칭할 비실시간 데이터가 줄어들음을 말해준다. 이번 시뮬레이션

또한 비실시간 데이터의 시간 지연보다 실시간 데이터의 시간 이득이 더 많음을 볼 수 있다. 다음 (그림 12)는 휴기 슬롯 증가에 따른 서비스 등급을 나타낸다.

면서 성능평가 하였다.

(그림 12) 휴기슬롯 변화에 따른 서비스 등급

휴기 슬롯 확률이 10%일 때를 제외하고는 비실시간 데이터의 서비스 등급은 스위칭 이전의 것과 차이가 거의 없음을 볼 수 있다. 실시간 데이터 같은 경우는 거의 일정하게 서비스 등급을 유지하고 있으므로 전체 슬롯 중 20%이상일 때 효과적이며, 40%이상일 때는 스위칭의 영향을 거의 받지 않고 안정적으로 서비스 할 수 있음을 알 수 있다.

(그림 13)은 전체 슬롯 중 휴기 슬롯 발생 확률에 따른 전체적인 서비스 등급의 결과를 나타낸 것이다.

(그림 13) 휴기 슬롯 발생에 따른 전체 서비스 등급

비실시간 데이터가 영향을 많이 받는 휴기 슬롯 확률 10% 때를 제외하면 전체적으로 비슷한 서비스 향상을 볼 수 있다. 그러므로 제안한 알고리즘은 실시간과 비실시간 데이터가 엄청나게 폭주하지 않는 한 꾸준한 성능의 향상을 확인할 수 있다.

4.2.3 실시간과 비실시간 데이터 비율에 따른 성능 평가

실시간과 비실시간 데이터 비율에 따른 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해, 버퍼의 크기를 40, 캐리어의 크기를 12로 하고, 휴기 슬롯 발생 확률을 30% 정도로 가정하였다. 나머지 70%로 실시간과 비실시간 데이터의 비율을 변화시켜가

위의 (그림 14)와 (그림 15)는 실시간과 비실시간 데이터 비율에 따른 시간 이득과 지연에 관해 나타낸 것이다. 실시간 데이터의 시간 이득은 전체적으로 높지만, 특히 실시간 데이터의 비율이 30%이상일 때부터는 그 상승폭이 줄어드는 것으로 보아 스위칭이 어느 정도 비율에 달했을 때부터는 비슷하게 일어남을 알 수 있다. 비실시간 데이터의 시간 지연은 비실시간 데이터의 비율이 40%일 때 가장 크게 나타났으며, 비율이 아주 작거나 오히려 아주 클 때 지연이 줄어드는 결과를 나타냈다. 퍼센트가 작을 때는 스위칭 당하는 슬롯에 해당하는 수가 작기 때문에 지연이 작고, 클 때는 상대적으로 작은 실시간 데이터의 양 때문에 슬롯이 작게 발생함으로 인해 지연이 작아진 것이다.

다음 (그림 16)은 서비스 등급 평가 결과를 나타낸 것이다.

비실시간 데이터 서비스의 경우 비율이 아주 작을 때나 클 때를 제외하고는 서비스 등급이 전체적으로 0.2 정도로 유지되는 것을 볼 수 있고, 실시간 같은 경우 차지하는 비율이 많아 질수록 서비스 등급도 점차 좋아지지만 30%이상일 때는 거의 차이가 없음을 확인할 수 있다.

(그림 17)은 실시간과 비실시간 데이터 비율에 따른 전체적인 서비스 등급을 나타낸 것이다.

방식의 원리와 시스템 구조를 설명하고, 위성 환경에서 다중 접속시 고려사항들과 문제점들을 분석하여 다중 접속 프로토콜을 설계하였다. 제안한 다중 접속 프로토콜은 앞서 제안한바있는 중계망 구조를 효율적으로 이용하기 위해 트래픽의 종류에 상관없이 유연성 있게 동작하는 sharing 알고리즘을 기반으로 하였고, 최근 급증하고 있는 실시간 멀티미디어 트래픽에 효과적으로 대처하기 위해 데이터의 종류를 실시간과 비실시간으로 나누어 처리할 수 있도록 하여 설계하였다. 이러한 프로토콜의 효율성을 입증하기 위해 버퍼 크기에 따른 성능을 분석하였으며, 다양한 멀티미디어 트래픽에 적합하다는 것을 증명하기 위해 데이터 비율에 따른 성능을 평가하였다.

중계망 구조와 다중 접속 구조에 대한 성능 평가 결과로 제안한 중계망 구조가 위성에서 동작하기에 적합하다는 것을 증명하였으며, 제안한 다중 접속 구조는 기존의 구조에서 보다 효율적으로 동작함을 볼 수 있었다.

본 연구에서 도출된 OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 다중 접속 방식에 대한 기술분석 결과는 향후 무궁화 위성이나 차세대 OBP 시스템에 대한 기초기술을 제공할 것이며, 광대역 서비스 제공이 가능한 초고속 위성망 구축을 위한 기반자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

(그림 17)에서 보면 실시간 데이터의 비율이 높아질수록 서비스 등급이 향상되는 것을 볼 수 있는데, 이는 스위칭이 많이 일어나기 때문에 전체적으로 향상된 서비스를 제공할 수 있다는 것을 말해주고 있다. 또한 실시간과 비실시간 비율에 관계없이 제안된 알고리즘은 전체적으로 향상된 성능을 보여주기 때문에 기존의 알고리즘보다 향상된 성능을 갖고 있음을 증명한다.

5. 결 론

위성통신은 미래의 B-ISDN, 지능망 등에서 중요한 역할을 할 것이며, 지상망들과 통합된 위성 하부망들을 제공하는 미래의 자국 및 국제 통신망에서 중요한 역할을 할 것이다. 그러므로, 앞으로 도래할 멀티미디어 시대에 대비한 기간망 간의 통합은 지상국의 B-ISDN으로 진화 발전할 것이며, 이와 함께 중단 없는 정보 통신 서비스를 제공하기 위해서 지상 기간망인 B-ISDN과 위성망의 접속에 대한 연구는 매우 중요한 과제로 인식되고 있다.

본 연구에서는 이미 제안한 바 있는 중계망 구조에 다중 접속 방식을 연구하였다. 기존 다중 접속 방식의 구조와 장·단점을 분석한 후 여러 가지 다중 접속 프로토콜들을 비교한 내용을 바탕으로 적합한 중계망의 다중 접속 구조인 SS-TDMA

- [1] 최형진의 2인, "초고속 위성망을 위한 ATM 전송기술의 동향", 한국통신학회지, Vol.13, No.8, 1996.
- [2] 정선종의 27인, "위성통신 기술개발 총괄 보고서", 한국전자통신연구원, 1990.
- [3] ITU-T Recommendation. Q.2764, "B-ISDN User Part-Basic Call Procedures," 1995.
- [4] ITU-T Recommendation. Q.768, "Signalling Interface between ISC and ISDN Satellite Subnetwork," 1995.
- [5] 박석천외 1인, "위성 B-ISDN 중계망 구조 및 신호 프로토콜", 한국전자통신연구원, 1997.
- [6] 박석천외 10인, "B-ISDN과 PSPDN 연동방안연구", 한국통신망연구소, 1996.
- [7] 김덕진의 17인, "광대역 ISDN 신호방식의 ISCP에 관한 연구", 1994.
- [8] 박석천, "OBP 탑재 위성 B-ISDN 중계망 구조 설계 및 성능 평가", 2000.
- [9] A. K. Elhakeem, S. Bohm, M. Hachicha, T. Le-Ngoc, H. T. Mouftah, "Analysis of a New MultiAccess/Switching Technique for Multibeam Satellite in a Prioritized ISDN Environment," IEEE Journal of Selected Area in Communication, Vol.10, No.2, pp.379-390, 1992.
- [10] J. Dunlop, P. Cosimini and D. Robertson, "Optimisation of Packet Access Mechanism for Advanced Time Division Multiple Access(ATDMA)," Proc.44th IEEE Veh. Technol. Conf., Stockholm, June 1994, pp.1040-1044.

박 석 천

e-mail : spark@mail.kyungwon.ac.kr

1977년 고려대학교(공학사)

1982년 고려대학교 컴퓨터공학(공학석사)

1989년 고려대학교 컴퓨터공학(공학박사)

1979년~1985년 금성통신연구소

1991년~1992년 University of California, Irvine Post Doc.

1988년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야 : 위성 통신, B-ISDN 시그널링, 무선 ATM, 멀티미디어 통신, Mobile IP 등

이 광 배

e-mail : kblee@wh.myongji.ac.kr

1979년 고려대학교(공학사)

1981년 고려대학교(공학석사)

1986년 Univ.of Southern California

Computer Engineering(공학석사)

1991년 Arizona State Univ. Electrical Engineering(공학박사)

1981년~1982년 삼성반도체 연구소

1982년~1983년 금성연구소

1992년~현재 명지대학교 전자.정보통신공학부 조교수, 부교수

관심분야 : 멀티미디어 통신(영상 및 음성 신호처리), 정보보호 병렬처리 및 고속 컴퓨터, Communication System 등