
SS/TDMA 위성 시스템의 중계기 설계

고성찬* · 신천식** · 유문희** · 최경수** · 이준원*

A Study on The Design of Satellite Transponder for SS/TDMA systems

Sung-Chan Ko* · Cheon-Sig Shin** · Moon-Hee You** · Kyung-Soo Choi** · Joon-Won Lee*

이 논문은 2002년도 ETRI 무선방송연구소 연구비를 지원받았음

요 약

현재 국내에서는 기저대역 처리에 소요되는 기술적 난이도와 개발에 수반되는 경제적 비용을 감안하여 MSM 스위치로 빔간의 상호연결뿐만 아니라 Ku 대역과 Ka 대역간의 상호연결을 통해 위성 interactive 멀티미디어 서비스를 제공하는 SS/TDMA 위성 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 이를 위한 SS/TDMA 위성시스템의 중계기 구조를 도출하고 분석한다.

ABSTRACT

Design issues of multi-beam satellite transponders have been actively studied. Multi-beam satellite transponders can be used in the first SS/TDMA system for satellite interactive multi-media services in Korea. To be used in SS/TDMA systems, a satellite transponder must have either base-band OBP(On-board Processor) or MSM(Microwave Switching Matrix) on-board switch those are capable to provide inter-connections to many earth stations in different beam coverages or different frequencies, i.e., Ka and Ku band. The use of MSM is considered proper due to a substantial developing cost and the required high techniques in base-band OBP. In this paper, we present a designed scheme of transponder being optimally suitable to the targeted SS/TDMA satellite systems, also analysis the performance.

키워드

위성 중계기 설계, SS/TDMA, OBP, MSM

I. 서 론

위성궤도 자원과 주파수 자원이 고갈되고 있는 상황에서 위성용량을 증대시킬 수 있는 대안으로 위성탑재 신호처리 기술(OBP : On-Board Processing)이 각광을 받고 있다. 현재 위성 선진국에서는 OBP 기술을 적용하여 초고속 위성 전송망을 구축하거나 위성 interactive 멀티미디어 서비스를 제공하고 있다. INTELSAT VI는 4

개의 spot 빔과 2개의 global 빔을 상호연결하기 위하여 SS/TDMA를 적용하는 대표적인 위성 시스템이고 미국의 ACTS를 이용한 GSN(Gigabit Satellite Network), 일본의 ETS-VIII, GigaSatellite, 유럽 ESA의 EuroSkyWay 등이 최첨단 OBP 기술을 적용한 위성 시스템이다 [2]-[10].

*안동대학교 전자정보산업학부

**한국전자통신연구원 무선방송연구소

현재 국내에서는 기저대역 처리에 소요되는 기술적 난이도와 개발에 수반되는 경제적 비용을 감안하여 IF-level에서 MSM (Microwave Switching Matrix) 스위치로 빔간의 상호연결뿐만 아니라 Ku 대역과 Ka 대역간의 상호연결을 통해 위성 interactive 멀티미디어 서비스를 제공하는 SS/TDMA 위성 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 논문에서는 기저대역에서의 신호처리에 의해 각 빔의 지구국간을 상호연결하는 OBP 형태의 위성중계기가 아닌 MSM에 의한 상호연결을 처리하는 OBS(On-Board Switching) 형태의 위성중계기에 대한 설계방안을 제시하고 성능을 분석하도록 한다. 2장에서는 SS/TDMA 프레임 구성에 대하여 언급하였고, 3장에서는 성능평가 척도가 되는 throughput 및 채널용량에 대해서 언급하였고, 4장에서는 최적이라 사료되는 OBS 위성 중계기 구조를 도출하였으며, 5장에서 결론을 맺었다.

II. SS/TDMA 프레임 구성

위성 TDMA 시스템에서는 reference burst, traffic burst, guard time으로 프레임이 구성되나 [1], SS/TDMA 시스템에서는 그림(1)에서와 같이 총 7개의 영역으로 프레임이 구성된다 [11][12].

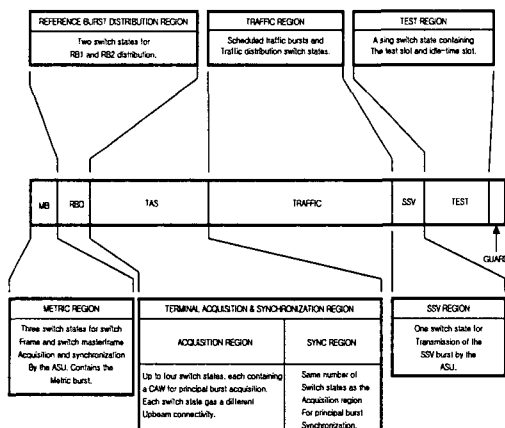


그림 1. SS/TDMA 프레임 구조
Fig. 1 frame structure of SS/TDMA systems

MB 영역은 기준국이 TDMA 프레임과 MSM 스위치 프레임과의 동기확립을 위하여 기준국에서 metric burst를 전송하는 영역이다. 위성에 탑재된 DCU(distribution control unit)는 스위치 상태 메모리의 내용을 읽어 MSM을 제어하게 되는데, MB 영역동안 스위치 상태 메모리의 내용은 일정 시간동안은 metric burst를 송출한 기준국으로 metric burst를 재 전송하여 송신 기준국이 재 수신할 수 있도록 loop-back 상태로 되어 있고 나머지 일정 시간동안은 NC(no connection) 상태로 되어 있다. 따라서 loop-back된 metric burst를 검사하여 TDMA 프레임과 MSM 스위치 프레임과의 동기를 확립하게 된다.

RBD 영역은 1차, 2차 기준국의 burst 즉 RB1 및 RB2가 기준국으로부터 송출되는 영역이다. RBD 영역동안 스위치 상태 메모리의 내용은 RB1, RB2가 TAS group의 빔영역에 송출되도록 하는 스위치 연결 상태를 갖는다.

TAS 영역은 TAS group내의 traffic terminal들이 프레임 동기를 획득하고 추적할 수 있도록 하기 위해 할당된 영역이다. SS/TDMA 시스템은 다중빔 시스템이므로 traffic terminal들의 프레임 동기획득에 개루프획득(open loop acquisition)방식이 적용된다. 따라서 기준국에서 각 traffic terminal들의 burst 송출시간에 대한 제어정보를 reference burst내의 CDC(command & delay channel) 채널로 통해 송출하면, 프레임 동기 획득전까지는 traffic terminal은 TAS 영역에 principal burst를 송출한다. 기준국에서는 reference burst와 principal burst의 도착시간을 기초로해서 traffic terminal의 동기획득 및 추적 과정을 제어하게 된다.

Traffic 영역은 traffic burst들이 송출되어 빔간에 상호연결되는 영역이다. traffic 영역동안의 스위치 상태 메모리 내용은 BTP(burst time plan)에 의해 결정된다.

SSV 영역은 기준국이 BTP change시 기준국에 의해 사용되는 영역이다. 새로운 BTP는 망운용센터에서 기준국에 배포되고 SCC(satellite control center)의 command에 의해 TTC로 위성의 off-line 스위치 상태 메모리에 loading된다.

이후 최종 BTP change전에 SSV 영역을 NC 상태가 되게하는 스위치 상태 메모리를 적용하여 기준국에서 BTP change 대기 상태임을 알 수 있도록 한다. 최종 BTP change command가 전달되면 다시 SSV 영역에 전송된 burst가 loop-back되므로 BTP change가 성공적으로 수행되었음을 알 수 있다.

test 영역은 back ground 잡음의 측정등의 resource 테스트용으로 확보된 영역이고, 프레임 간에 guard time을 확보하기 위해 guard 영역을 둔다.

III. 성능평가 척도

TDMA 전송에서의 throughput은 단일 반송파 운용시의 채널용량과 다중액세스시의 동일 채널에 대한 용량의 비(ratio)로 규정할 수 있다. 상기 두 경우에 있어서 전체 대역을 다 사용한다고 가정했을 경우, 전송용량은 $R = BF$ 가 된다. 여기서 B는 채널대역폭(Hz)을, F 는 변조에 따른 대역사용효율(bit/s Hz)이다. 다중액세스의 경우 채널용량은 $R(1 - \sum t_i / T_F)$ 로 주어진다. 여기서 T_F 는 프레임 주기를 의미하고, $\sum t_i$ 는 데이터 전송과 관련되지 않은 시간들의 합을 의미한다. 따라서 효율(throughput)은 $(1 - \sum t_i / T_F)$ 이 된다. TDMA 한 프레임내에 P개의 burst가 존재하고, 각 burst의 preamble 비트수가 p이고, burst간 guard time에 해당하는 비트수가 g라고 가정하고, reference burst가 2개 사용된다고 가정하면 효율은 식(1)과 같다.

$$\eta = 1 - (P+2)(p+g)/RT_F \quad (1)$$

여기서 R은 프레임내에서의 비트전송률을 의미한다.

2장에서 언급한 SS/TDMA 프레임 구조를 적용하여 효율을 계산하면 식(2)와 같다.

$$\eta = 1 - 5888/120832 - P(p+g)/RT_F \quad (2)$$

여기서 120832는 T_F 동안 전송될 수 있는 총 심볼 수이고, 5888은 T_F 동안 redundancy 심볼수이다.

INTELSAT/EUTELSAT 규격(p=560, g=128, R=120.832Mbps, $T_F=2ms$)을 적용해보면 효율은 그림(2)와 같다.

엑세스 수가 50일 때 TDMA 액세스일 경우 효율이 85.2%인데 반해 SS/TDMA 액세스일 경우 효율이 80.9%가 된다. SS/TDMA 액세스로 TDMA 액세스와 동일한 효율을 얻기 위해서는 액세스 수를 35로 제한하여야 한다.

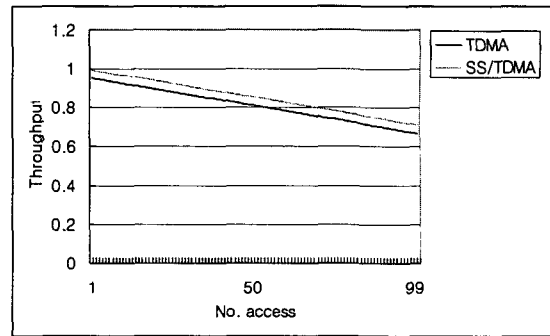


그림 2. TDMA와 SS/TDMA 시스템의 효율
Fig. 2 throughput of TDMA & SS/TDMA

IV. 최적 중계기 구조 도출

본 논문에서 고려하는 위성시스템의 요구사항은 다음과 같으며, 이 요구사항을 최적으로 만족하는 위성 중계기의 구조를 도출한다.

- (1) 단순 Bent Pipe 서비스 수용할 수 있어야 한다.
- (2) Ka 대역 서비스는 남북한 각각 1개 빔, 일본 1개, 중국 1개 총 4개의 빔영역을 가지고, Ku 대역은 한반도를 커버하는 단일 빔으로 한다.
- (3) 각 대역에 할당된 중계기의 개수는 Ka 대역에 3개, Ku 대역에 4개로 한다.
- (4) 하나의 중계기는 직접 위성방송 수신방식인 DTH(Direct To Home) 서비스에 전용된다.
- (5) Ka 대역과 Ku 대역은 혼용 가능하여야 한다.

이러한 요구조건을 도식화하여 그림(3)에 나타

내었다. 먼저 최적의 구조도출에 있어서 중계기 설계 요구사항에 대한 주요 제한점을 살펴보면; ① DTH 방송형 서비스가 포함되어 있다. ② Ka 대역의 한 주파수 빔에 대해서는 두 영역이 동시에 동일 중계기를 사용할 수 없다. ③ Ku, Ka 대역 연동시에 각 대역의 중계기 대역폭이 동일하지 않다.

4-1) 제한점 1에 대한 분석

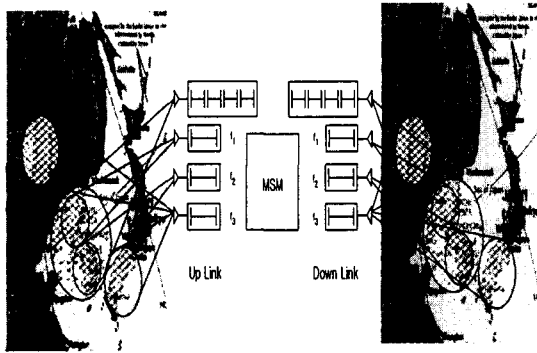


그림 3. 위성 빔 커버리지 및 위성 중계기 구조
Fig. 3 beam coverage & transponder structure

DTH 방송형 서비스는 DTH Hub에서 수신단 말로 전송 되는 forward channel과 각 단말로부터 DTH Hub로 전송되는 return channel로 구성된다. 물론 return channel은 지상망을 통해서 구현할 수도 있으나 return channel을 위성 채널로 제공하게되면 interactive 위성 멀티미디어 서비스 구현이 가능하다. 방송형 서비스를 SS/TDMA 방식으로 제공할 경우는 그림(4)의 아래에서와 같이 DTH Hub신호를 고속화하여 burst로 송출하여야 한다. 그림에서는 2배로 고속화한 경우 즉 rating을 2로한 경우를 나타내었다. t_1, t_3, t_5, \dots 동안은 방송신호를 송출해야 하므로 시간 t_2, t_4, t_6, \dots 동안만 Ka 4개의 빔영역에 있는 지구국들이 traffic burst를 송출할 수 있고 이 traffic burst들은 위성 MSM에 의해 스위칭될 수 있다. rating율이 클 경우에는 효율이 크게 저하되지 않으므로 방송형 서비스를 SS/TDMA 방식에 수용할 수 있겠으나 rating율이 작을 경우에는 중계기 대역의 일부를 고정적으로 할당하

여 방송하는 것이 보다 효율적이다.

4-2) 제한점 2에 대한 분석

3개의 중계기로 4개의 빔을 커버하기 위해서는 어쩔 수 없이 발생하는 제한점이다. 두 영역이 동시에 동일 중계기를 사용하기 위해서는 Ka 대역의 세번째 중계기 T_3 의 대역을 분할하여 각각의 영역에 할당할 수 밖에 없다. 그러나 이 경우 T_3 을 사용하는 영역에서의 신호 대역은 다른 중계기 T_1, T_2 에 비해 대역폭이 반으로 제한되기 때문에 T_3 을 사용하는 영역에서의 traffic이 다른 빔으로 중계될 경우 대역폭의 절반이 낭비되는 결과를 초래하게 된다. 따라서 위성 중계기의 사용 효율을 극대화하기 위해서는 T_3 을 사용하는 두 영역에서의 traffic 전송을 교번화(alternation)시킬 수 밖에 없다.

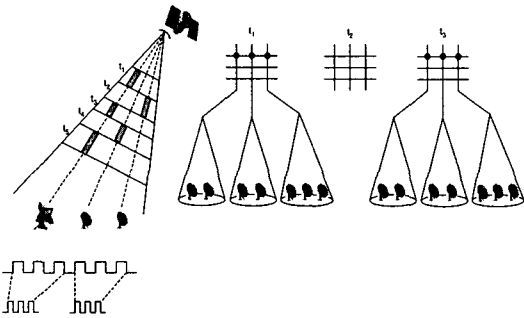


그림 4. 방송형 서비스를 SS/TDMA 방식으로 제공하는 예
Fig. 4 example of broadcasting service in SS/TDMA

4-3) 제한점 3에 대한 분석

그림(5)는 SS/TDMA을 적용할 때의 전형적인 위성중계기 구조를 나타낸 것이다.

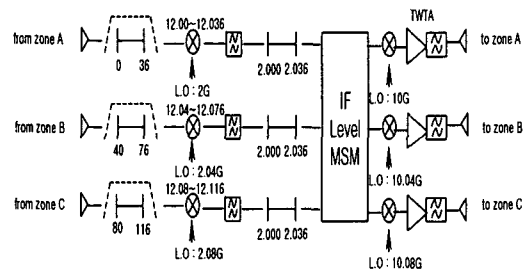


그림 5. SS/TDMA 방식에서의 전형적인 위성중계기 구조
Fig. 5 typical transponder structure in SS/TDMA

IF level에서 switching하여 빔간의 연결을 수행하기 위해서는 MSM에 입/출력되는 IF level에서의 신호 대역폭이 동일해야 한다. Ku, Ka 대역에서의 중계기 대역을 각각 36MHz, 108MHz로 가정할때, Ku 대역과 Ka 대역이 SS/TDMA로 연동되면 Ku 대역과 상호 연결되는 Ka 대역의 중계기 대역은 연결되는 시간 구간동안에 Ka 대역중 36MHz를 제외한 부분은 낭비되는 문제점이 발생한다. 따라서 Ka 대역 중계기의 대역폭 낭비를 최소화하면서 두 대역간의 빔영역을 상호 연동할 수 있도록 최적 구조를 도출하여야 한다.

4-4) 최적방안 도출 및 성능평가

설계가능한 총 3개의 방안을 제시하고 각 방안들에 대한 장단점을 언급하도록 한다. 방안①은 Ku/Ka 대역을 혼용하여 DTH 서비스를 수용하면서 SS/TDMA로 Ka 빔들을 상호연결할 수 있는 방안으로서 그 구조는 그림(6)과 같다.

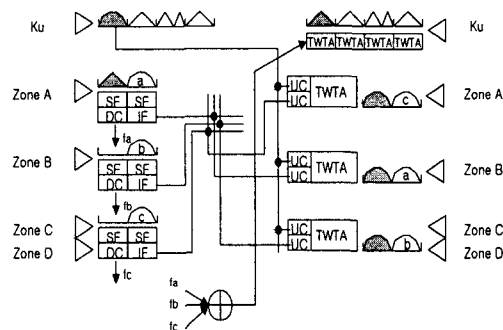


그림 6. 방안①에 대한 위성 중계기 구조
Fig. 6 the first design scheme for SS/TDMA satellite transponder

DTH Hub는 Ku 대역의 빔영역에 두고 feeder link로 Ku 대역을 사용하고 수신단말은 Ka 대역을 사용한다. Ku 대역 4개의 중계기중 하나를 DTH Hub신호 송출용으로 할당한다. 이는 frequency up-conversion(UC)후, 3개의 Ka 대역 중계기의 TWTA(travelling wave tube amplifier)에 입력된다. Ka 대역 상향링크에서 36MHz를 제외한 나머지 대역은 SAW filter(SF)

로 분할하여 SS/TDMA 신호중계용으로 할당한다. 그림에서 a,b,c로 표기된 신호들이 SS/TDMA 중계신호이다. 이들은 IF level로 변환되어 MSM에 의해 스위칭된다. 그림에서는 zone A에서 zone B로, zone B에서 zone C로, zone C에서 zone A로 빔간 연결이 수행된다. Ka 대역 상향링크중 36MHz 대역은 DTH return channel 신호를 받아 frequency down-conversion(DC)후, Ku 대역 중계기의 TWTA에 입력된다. Ku 대역 3개의 중계기는 Bent Pipe 서비스를 수용한다.

전체 전송용량은 $R = BF$ 이므로 $(36\text{MHz} \times 4 \text{대(Ku 대역)} + 108\text{MHz} \times 3 \text{대(Ka 대역)}) \times 2\text{bits/Hz}$ (QPSK 변조방식) = 936Mbps이다. 방안①에서는 Ku 대역을 full로 사용하고 있고, Ka 대역은 108MHz에서 36MHz를 제외한 72MHz대역은 중계기 3대에 대해서 full로 사용하고 있으며 Ka 대역 중계기 1대에서 36MHz가 return channel 전송에 사용되고 있으므로 SS/TDMA 방식에서의 효율 0.809를 고려하면, 방안①의 전송용량은 $(36\text{MHz} \times 4 + 72\text{MHz} \times 3 + 36\text{MHz}) \times 2\text{bit/Hz} \times 0.809 = 640.728\text{Mbps}$ 이다. 따라서 방안①의 전송용량은 전체 전송용량의 68.5%로써 다소 효율은 낮으나, DTH return channel을 위성으로 수용할 수 있고 Ku 대역과 Ka 대역의 연동이 보장된다는 장점이 있다. 방안②는 Ka 대역만을 이용하여 DTH 서비스를 수용하는 방안으로서 그 구조는 그림(7)과 같다.

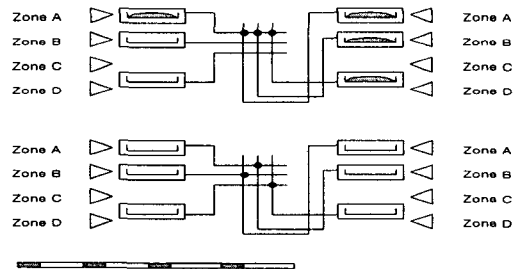


그림 7. 방안②에 대한 위성 중계기 구조
Fig. 7 the second design scheme for SS/TDMA satellite transponder

DTH Hub는 Ka 대역의 빔영역에 두고 feeder link와 수신단말은 모두 Ka 대역을 사용한다. 이는 방송형 서비스를 SS/TDMA로 수용하는 형태로서 4-1)절에서 언급한바와 같이 rating 을이 높을 때 효과적이다. 그림에서 검게 표시된 부분이 DTH Hub신호가 송출되는 시간이다. DTH Hub 신호가 송출되는 시간동안에는 다른 신호가 액세스할 수 없다.(그림7의 상단부 참조) DTH Hub 신호를 송출하지 않는 시간동안에는 빔 영역간에 traffic burst의 상호연결이 가능하다.(그림7의 하단부 참조) 현재 MPEG stream 전송규격은 54Mbps이고 36MHz 대역의 증계기에 대해서는 FEC를 추가해도 MPEG stream을 QPSK로 전송할 수 있다. rating을을 2로 할 경우, 전송율이 2배 증가되기 때문에 동일한 coding 및 변/복조 방식을 적용했을 경우, MPEG stream을 구성하는 채널의 수를 절반으로 감소하지 않으면 36MHz 대역의 증계기로 Hub 신호를 전송할 수 없게된다. Ka 대역의 증계기 대역이 108MHz일 경우 MPEG stream 전송에 대한 동일규격으로 1/3 duration의 burst 전송이 가능하다(즉 rating을 = 3). 변조의 대역효율을 위하여 QPSK 전송 대신 8PSK로 전송할 경우 1/4.5 duration의 burst 전송이 가능하다.

방안②에서 Ku 대역은 Bent Pipe형태로 full로 사용하고, Ka 대역은 DTH Hub 신호가 송출되지 않는 동안은 108MHz full로 사용되며, DTH Hub 신호가 송출되는 동안은 2 빔영역의 상향링크는 액세스 할 수 없게되므로 rating율이 3인 경우, 방안②의 전송용량은 $(36\text{MHz} \times 4 + 108\text{MHz} \times 1/3 + 108\text{MHz} \times 3 \times 2/3) \times 2\text{bit}/\text{Hz} \times 0.809 = 640.728\text{Mbps}$ 이다. 따라서 방안②의 전송용량은 전체 전송용량의 68.5%이다. 8PSK 전송하면 rating 율을 4.5로 높일 수 있으나 BER 성능이 크게 열화된다. BER 성능 열화를 평가하기 위하여 shale의 TWTA 모델링 방식을 적용하여 위성채널에서 시뮬레이션한 결과를 그림(8)에 나타내었다.

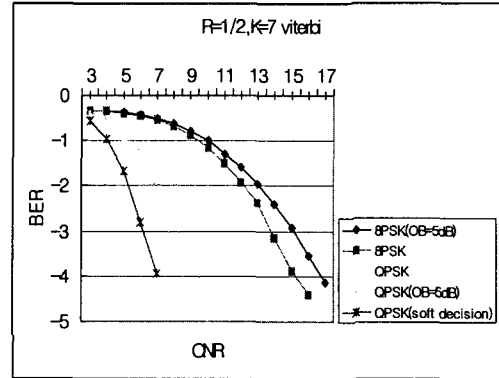


그림 8. 8PSK 방식의 BER 성능
Fig. 8 BER performance for 8PSK transmission

rating을을 증가시키기 위하여는 8PSK 적용이 바람직하나 그림에서 알 수 있듯이 BER 성능 열화 때문에 8PSK 적용은 더 이상 언급하지 않도록 한다. 방안②는 전송용량 측면에서는 방안①과 동일한 68.5%의 효율을 보이는 반면, DTH return channel을 위성으로 수용할 수 없고 Ku 대역과 Ka 대역이 연동되지 않는 단점이 있다. 방안③은 방안①과 마찬가지로 Ku/Ka 대역을 혼용하여 DTH 서비스를 수용하되 편파분리를 이용하여 증계기 사용효율을 극대화하는 방안으로서 그 구조는 그림(9)와 같다.

DTH Hub는 Ku 대역의 빔영역에 두고 feeder link로 Ku 대역을 사용하고 수신단말은 Ka 대역을 사용한다. Ku 대역 4개의 증계기중 하나를 DTH Hub신호 송출용으로 할당한다. 이는 UC후 TWTA를 거쳐, 3개의 Ka 대역 하향링크 위성안테나 혼(horn)에 다른 편파로 입력된다. Ka 대역 빔영역에서 36MHz 대역폭을 가지는 return channel을 송출하는 경우, MSM에 의해서 Ku 하향링크로 스위칭되며, 그렇지 않을 경우에는 108MHz 대역을 full로 사용하여 SS/TDMA 액세스를 한다. Ka 대역 하향링크상에서 DTH Hub 신호와 다른 traffic burst 신호가 겹치게 되지만 편파특성이 다르므로 쉽게 분리하여 수신할 수 있다. 방안③에서 return channel의 시간 점유율을 1/3로 가정하고 효율을 계산해보면 $(36\text{MHz} \times 4 + 108\text{MHz} \times 2 + 108\text{MHz} \times 2/3 +$

36MHz*1/3)*2bit/Hz*0.809 = 718.392Mbps이다. 따라서 방안③의 전송용량은 전체 전송용량의 76.8%이다. 방안③은 각 빔영역에 편파특성이 서로 다른 안테나 혼이 하나씩 더 소요되는 단점이 있으나 방안①에서와는 달리 SAW filter가 필요없다. 방안③도 방안①에서와 같이 DTH return channel을 위성으로 수용할 수 있고 Ku 대역과 Ka 대역의 연동이 보장된다는 장점이 있다.

해서는 방안①과 방안③으로 위성 중계기를 설계할 수 있다. 효율면에서는 방안③이 최적이라 판단되지만 각 빔영역에 편파특성이 서로 다른 안테나 혼이 하나씩 더 소요되는 단점이 있다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 한국전자통신연구원 무선방송연구소의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참고문헌

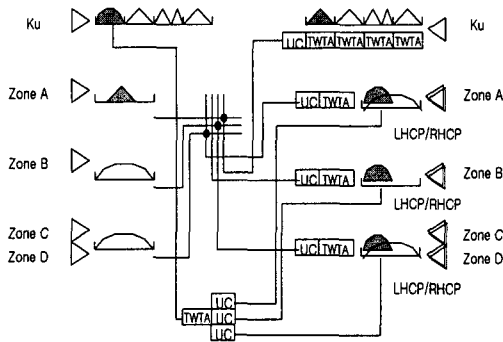


그림 9. 방안③에 대한 위성 중계기 구조
Fig. 9 the second design scheme for SS/TDMA satellite transponder

V. 결 론

본 논문에서는 MSM 스위치로 빔간의 상호연결뿐만 아니라 Ku 대역과 Ka 대역간의 상호연결을 통해 위성 interactive 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 SS/TDMA 위성시스템의 중계기 구조를 도출하고 분석하였다. 성능평가를 위해 SS/TDMA 프레임 구조를 기초로하여 효율을 도출하였고, 주어진 요구사항에 대해 설계 가능한 3가지의 위성 중계기 구조를 보였으며 각 방안별 효율을 도출하여 비교하였다. DTH 서비스는 기저대역에서 on-board processing하는 경우에는 SS/TDMA로 수용할 수 있겠으나, IF level MSM 스위칭하는 경우에는 SS/TDMA로 수용하기 어렵다(방안②의 성능 참조). Ku/Ka 대역을 혼용하면서, DTH 서비스를 수용하기 위

- [1] G.Maral and M.Bousquet, SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS, John Wiley & Sons Ltd, 1993
- [2] Y. Kawakami, et. al., "S-Band Mobile Satellite Communications and Multimedia Broadcasting Onboard Equipment for ETS-VIII", IEICE Trans. Commun., 10, 1999
- [3] M. Wittig, "Satellite Onboard Processing for Multimedia Applications," IEEE Communication Magazine, 6, 2000
- [4] DVB-RCS standard, ETSI EN 301 790 V1.2.2
- [5] D. Hoder and M. Bergamo, "Gigabit Satellite Network for NASA's Advanced Communication Technology Satellite(ACTS)," International Journal of Satellite Comm. 1996
- [6] C.K. Toh and Victor O.K.Li, "Satellite ATM Network Architecture: An Overview," IEEE Network, 9/10, 1998
- [7] O. Takeda, et.al., "On-Board Processing Equipment for Mobile Satellite Communications," NEC Res. & Develop., 4, 2001
- [8] F. Takahata, "Key Aspects and Technologies of Satellite Communications toward Multimedia Era," IEICE Trans. Comm. 1, 1997
- [9] M.Iguchi, et.al., "Study on the Mission System of the ETS-VIII for Satellite Mobile Communications and Broadcasting," Technical Report of IEICE, 6, 2000
- [10] H. Shinonaga and Y. Ito, "SS/FDMA Router for

Flexible Satellite Communications Networks,"
IEEE Journal on Selected Areas in Comm. 2,
1992

[11] R.Bedford, et.al., "The Intelsat SS/TDMA System
Design,"

[12] J. Lunsford, et.al., "Network configuration and
Control Selection in Intelsat Satellite Switched
TDMA System,"

저자소개



고성찬(Sung-Chan Ko)

1987년 2월 성균관대학교 전자공
학 학사

1989년 2월 성균관대학교 통신공
학 석사

1993년 2월 성균관대학교 통신공

학 박사

1993. 3~1996. 2 한국전자통신연구소 선임연구원

1997. 3~1998.12 한국전자통신연구원 초빙연구원

1996. 3~ 현재 안동대학교 정보통신학과 부교수

※관심분야: 위성통신, 이동통신, 변.복조기술, 채널코
딩, FPGA 기술 등

신천식(Cheon-Sig Shin)

1990년 2월 한양대학교 전자공학 학사

2000년 2월 충남대학교 전자공학 석사

1990년 2월~현재 한국전자통신연구원 전파방송연구소
선임연구원

※관심분야: 위성통신, 궤도 및 주파수, 변.복조기술 등

유문희(Moon-Hee You)

1988년 2월 한양대학교 전자통신공과 학사

1990년 8월 한양대학교 전자통신공과 석사

1990년 7월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원

※관심분야: 위성망 설계, 위성통신시스템 등

최경수(Kyung-Soo Choi)

1980년 2월 : 경북대학교 전자공학 학사

1984년 2월 : 연세대학교 전자공학 석사

2000년 2월 : 충북대학교 정보통신 박사

1980년 2월~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

※관심분야 : 위성통신, 이동통신시스템 등



이준원(Joon-Won Lee)

1976년 2월 서울대학교 전자공학
학사

1992년 2월 충북대학교 전산학 석
사

1997년 2월 충북대학교 전산학 박

사

1977년~1979 삼성전기 기술개발실 연구원

1980년~1998년 2월 한국전자통신연구원 초고속망연구
실 실장

1983. 7~1983.11 스웨덴 L.M.Ericson사 교육연수

1987. 1~1983.11 미국 AT&T Bell연구소 방문연구원

1998. 3~ 현재 안동대학교 정보통신학과 조교수

2001. 2~ 현재 솔루넷(주) 대표이사

※관심분야: 초고속정보통신망, 정보통신 표준화 등