
위성 DMB GF Network의 설계 기초에 관한 연구

노 순 국*

A study on the Base of Design of GF Network for Satellite DMB

Sun-Kuk Noh*

이 논문은 2006년도 호남대학교 연구비를 지원받았음

요 약

위성 DMB는 비가시거리 지역인 위성신호의 전파음영지역이 존재하고, 이러한 지역에 서비스를 제공하기 위해 Gap Filler(GF)를 사용한다. GF는 중계기로써 위성 DMB System은 단말기의 이동수신을 보장하기 위해 GF Network을 반드시 구축해야 하며 GF의 커버리지는 Cell or Sector를 형성하게 되어 다수의 GF가 인접하여 설치되면 간섭 등의 문제가 발생할 수 있다. 그러므로, 본 논문에서는 위성 DMB 시스템과 GF에 대해 살펴보고, 이러한 문제를 경감할 수 있는 GF Network의 설계 기초 방안에 관해 검토하였다. 그 결과, GF와 단말기간의 거리가 4.6Km을 벗어나면 상호 간섭으로 작용하여 품질열화가 발생하여 서비스 제공이 어려워짐을 확인하였다.

ABSTRACT

Satellite DMB(Digital Multimedia Broadcasting) uses the Gap Filler(GF) that provides a service to the wave shade area of the satellite signal that is a non-line of sight area. The GF is the repeater and the Satellite DMB Systems certainly must construct the GF Network to guarantee the movement reception of the terminal. As the coverage of the GF is formed the Cell or Sector, when the multiple GF is established to be contiguous, the problem of the interference will be able to occur. This paper describes the Satellite DMB system and the GF, and it investigate the design fundamentals plan of the GF Network that it will be able to reduce this problem. As a result, in case of the distance that GF and terminal unit is above 4.6Km, service is not provided because of quality degradation according to mutual interference.

키워드

위성 DMB, 전파음영지역, Gap Filler, GF Network

I. 서 론

최근 이동통신 기술과 무선데이터 전송기술이 급속하게 발전하였고, 또한 디지털 기술의 발전으로 디지털 방송이 시작되어 방송과 통신의 융합이 화두가 되고 있

다. 더불어 유럽에서는 1990년대부터 DAB(Digital Audio Broadcasting)에 관한 연구가 활발하여 오디오와 데이터 서비스를 시작하였다.[1~4] 우리나라도 DAB에 대한 연구를 시작하였으나, 2000년 이후 이동성과 멀티미디어 서비스를 제공하는 방법에 대한 연구가 시작되

있고 정보통신부에서 기존의 DAB를 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)라 정하였다.[5]

DMB는 “CD 수준의 음질과 데이터 또는 영상 서비스 등이 가능하고 우수한 고정·이동 수신 품질을 제공하는 디지털 방식의 멀티미디어 방송”으로 정의하고[5] 위성 DMB와 지상파 DMB로 나누어지며 아직 세계적으로 서비스 초기단계로써 위성 DMB는 아시아, 아프리카 지역은 Worldspace가 1998년부터 서비스를 제공하고 있고, 미국은 XM이 2001년 9월부터, Sirius가 2002년 2월부터 서비스를 제공하고 있다.[6]

우리나라는 2003년 12월에 TU 미디어를 설립하고, 2004년 3월에 위성 DMB 전용 위성(한별)을 발사하였고, 2005년 1월에 시험방송하여 현재 상용화하여 위성 DMB 서비스를 가입자에게 제공하고 있다.

위성 DMB 서비스는 위성을 이용하므로 전국적인 서비스 커버리지를 가지지만 가시거리(LOS : Line of sight) 지역만 서비스가 제공되며, 비가시거리(NLOS : Non-Line of sight) 지역은 위성신호의 전파음영지역(Gap)이 되고, 이러한 지역에 서비스를 제공하기 위해 Gap Filler(GF)를 사용한다. GF는 위성 수신이 가능한 장소에서 위성신호전파를 수신한 후, 이를 증폭하여 전파음영지역에 위성신호를 제공하는 중계기로 위성 DMB System은 단말기의 이동수신을 보장하기 위해 GF Network을 반드시 구축해야 한다.

본 논문에서는 위성 DMB의 전파음영지역에서 수신 불능 문제를 해결하기 위해 GF Network을 구축시, GF의 커버리지가 하나의 Cell or Sector를 형성함으로써 다수의 GF가 인접하여 설치되면 간섭 등의 문제가 발생할 수 있으므로, 이러한 문제를 경감할 수 있는 GF Network의 설계 기초에 관해 검토 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 위성 DMB의 정의 및 System 구성에 대해 살펴보고 III장에서는 GF에 대해 기술한다. 그리고 IV장에서는 GF Network의 설계 기초 방안을 검토하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. 위성 DMB System

2.1. 위성 DMB

위성 DMB는 “개인 휴대용 수신기나 차량용수신기를 통하여 언제 어디서나 다채널 멀티미디어 방송을 시청할 수 있는 신 개념의 위성방송”으로 정의 할 수 있다. 개

인휴대형 또는 차량용 단말기를 통하여 공간적 제약 없이 이동성을 보장하는 편리한 접속이 가능하고 영상, 음성, 데이터 등 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 자유롭게 이용할 수 있으며, 이동전화, 무선인터넷 등의 이용이 가능하다.

2.2. 위성 DMB System

위성 DMB 시스템 방식으로는 A, B, DH, DS, E 등 다섯 가지 방식이 있으며 이중 정보통신부는 위성 DMB의 국가 기술표준으로 우리나라가 세계 최초로 상용화한 CDMA기술과 같은 코드분할다중화(CDM : Code Division Mutiple)방식을 이용하는 시스템 E를 선택했다.[7]

2.2.1 사용 주파수

위성 DMB 시스템의 사용주파수는 Feeder 링크 (Ku-band)로서 TDM일때 상향은 13.824~18.849GHz이고 하향은 12,214~12.239GHz이다. 그리고 CDM일때 상향은 13.858~13.883GHz이다. User 링크 (S-Band)일때 상향은 없고 하향은 2.630~2.655MHz이고 CDM 경우일때만 사용한다.

표 1. 위성DMB E 방식
Table. 1 E of Satellite DMB

국가명		한국, 일본
방식명		system E
음성부호화		MPEG-2 AAC
전송 기술	전송방식 (위성에서 수신기)	CDM
	전송방식 (GF에서 수신기)	CDM
	변복조	QPSK
	오류정정	RS+Convouional
	부호화율	~7.080Mbps
	음성포맷/부호화	MPEG-2 AAC
	화상포맷/부호화	MPEG-2 수송
시스템 사양	전송속도	9.44~16.52Mbps
	시스템 대역폭	25MHz(최대)
	다중화 방식	CDM
기술적 특성	위성HPA 필요량	82W/25MHz (29.1dBW)
	주파수 이용효율	0.4~0.7
	위성체등요구 Eo/No	2.6dB@1 OE~4
	품질/화질	200Km/h에서 OFDM과 유사한 특성
	전송로 간섭/혼신	품질 유지를위해 사용 채널수 제한

2.2.2 방송센터

위성 DMB 시스템의 방송센터는 콘텐츠를 프로그램 공급자에게서 받아 압축/다중화, 채널코딩, 변조하여 한별위성으로 송출(TDM/CDM 동시송출)한다. 방송센터에 쓰이는 시스템은 베이스밴드 시스템과 압축다중화 시스템, Up-Link 시스템, PMS/APC, PSI/SI가 있다.

2.2.3 한별위성

2004년 3월에 발사된 국내 위성 DMB 전용위성인 한별위성은 지상으로부터 36,000Km 적도 상공 정지궤도에 위치하며 방송센터에서 송신한 신호를 수신한 후 주파수를 바꾸어 증폭하고 다시 송신하는 주파수 변환 중계 기능을 수행한다. 표 2와 같이 한별 위성은 가입자 단말기가 위성으로부터 위성 방송신호를 직접 수신할 수 있는 고출력 신호를 발생하기 위하여 위성체내 고출력 증폭기와 직경 12m 크기의 대형 안테나를 사용하고 있으며, S대역 중계기와 Ku대역 중계기 각각 1개씩 탑재되어 총 2개의 중계기가 있다.

표 2. 한별위성
Table. 2 Satellite HanBeal

구성	사양
위성체	SS/L FS 1300
발사체	ATLAS IIIA
위성궤도/ 수명	동경 144도, 12년
위성출력	67dBW : S-band 54dBW : Ku-band
고출력 증폭기(TWTA)	Ku-band : 4기 S-band : 36기
위성 안테나	12m : S-band 1.2m : Ku-band, 한국 2.4m : Ku-band, 일본

S대역 중계기는 위성 직접 수신 링크를 위한 것으로 67dBW의 고출력 신호를 발생하며, Ku대역 중계기는 위성신호가 수신되지 못하는 전파음영지역에 설치된 GF 링크를 위한 것으로 54dBW의 출력신호를 발생한다.[8]

III. Gap Filler

GF는 위성으로부터 수신 가능한 장소에서 위성신호 전파를 수신한 후, 이를 증폭하여 직접 위성신호를 수신하기 어려운 전파음영지역에도 신호를 보내주는 중계기이다.

한별위성이 적도상공 36,000Km에 있으므로 우리나라에서는 지평선으로부터 42~43°의 각을 이루며 위성신호인 전파가 지상에 도달되는데, 이때 위성과 단말기 사이에 산이나 빌딩 등의 지형지물 차폐물이 있어 비가시거리(NLOS)가 되면 위성신호의 전파음영지역(Gap)이 되고, 그림 1과 같이 GF를 설치하여 위성신호를 단말기에서 수신하도록 해야 한다.

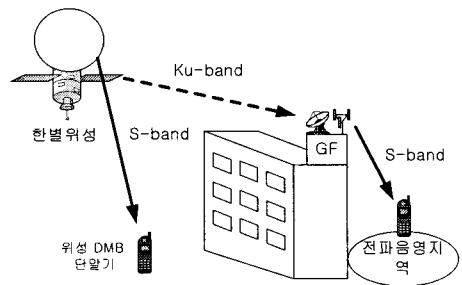


그림 1. 전파음영지역에서의 GF
Fig. 1. GF in Shadow area

GF 시스템의 구성은 그림 2와 같고 크게 Ku 대역 수신기, 주합체(신호처리부), S 대역 송신기로 구분하며, Ku 대역 수신기는 파라볼라 안테나, LNB(Low Noise Block), 하향 변환기(Down Converter)등으로 구성되며 LNB는 주합체 내부의 TDM 수신기로부터 전원과 제어를 받게된다. 주합체는 LNB 출력 IF신호를 하향 변환하여 QPSK 복조, TDM 복호, 프레임 재구성, CDM 변조, QPSK 변조 등을 담당하는 신호처리부, 그리고 주파수 변환기능의 상향 변환기, LPA(Linearized Power Amplifier) 등으로 구성되어 있으며, 이들 모듈에 전원을 공급하는 전원 모듈이 위치한다.[10]

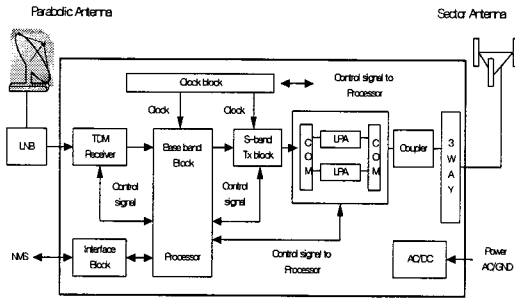


그림 2. 갭필러 시스템
Fig. 2. Gap Filler System

IV. GF Network의 설계 기초 및 평가

4.1. 위성DMB와 이동전화 비교

도심 등 위성 DMB의 전파영역에서 수신불능 문제를 해결하기 위해 GF 시스템을 구축시, GF의 커버리지가 이동전화와 유사한 Cell or Sector를 형성하게 된다. 그러므로 이동통신 셀 설계시 고려되는 방법[13~18]을 참고하여 표 3에서 위성 DMB와 이동전화를 비교하였다.

표 3. 위성 DMB와 이동전화 비교
Table. 3 Comparison of Satellite DMB with Mobile Phone

구분	위성 DMB	CDMA 1xEV-DO
무선서비스 중계국	위성 + GF + Repeater	BTS + Repeater
서비스 Link	Forward Link	Forward & Reverse Link
용량	∞	제한
Message	무의미	있음
Hand off	무의미	있음
Access	무의미	있음
음성	없음	있음
Finger 수	12	3
Neighbor List	무의미	있음
송신 Power	Full power	Variable
Window Size	단말기만 사용 (256 Chip)	단말기, 시스템 모두 사용
Call drop	무의미	있음
PN	무의미	있음

4.2. GF Network의 설계 순서

위성 DMB 서비스를 제공하기 위한 GF Network의 설계 순서는 그림 3과 같다.

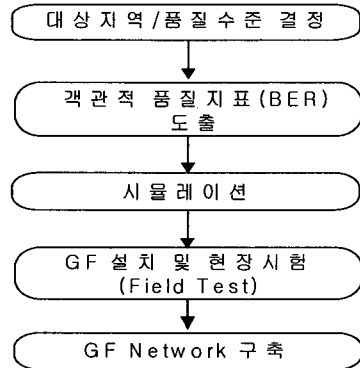


그림 3. GF 네트워크의 설계
Fig. 3. Design of GF Network

설계 과정은 서비스 대상지역 및 품질 수준을 결정하고 객관적 품질 지표(BER : Bit Error Rate)를 시험을 통해 도출한다. 그리고 객관적 품질 지표와 HATA 전파전파 모델 등[11~12]을 이용하여 시뮬레이션을 하게 되며, 이를 통해 GF의 종류와 설치위치, 안테나의 종류, 설치위치, 높이, 방향, Tilt각 등이 구해진다. 그 다음으로는 GF의 설치 및 현장측정(Field test)이 이루어진다.

4.3. 측정 BER

System E에서는 RS(Reed Solomon) 디코더 후단에서의 사에러프리(Quasi Error Free) 상태가 되려면 Viterbi 후단에서 측정 BER값이 2×10^{-4} 이어야 하지만, 실제 시험에서 Viterbi 복조기 출력 BER 1×10^{-3} 이하를 양호기준으로 사용한다.[9]

4.4. GF와 단말기간거리

시스템 E 방식의 CDM 신호는 칩율(R)이 16.384Mcps로 현재 이동통신에서 사용하고 있는 cdma2000 1x의 1.2288Mcps나 WCDMA의 3.84Mcps에 비하여 매우 높고, 1 칩의 지속시간(D)과 1칩당 전파거리(S)는 식 (1), (2)와 같다.

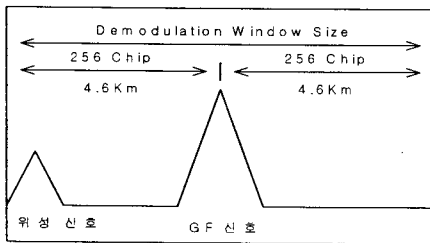
$$1 \text{ chip duration (D)} = 1/R = 0.061\text{ms} \quad (1)$$

$$1 \text{ chip propagation distance (D)} = D/C = 18.3\text{m}, \text{ 단 } C = 3 \times 10^8\text{m/s} \quad (2)$$

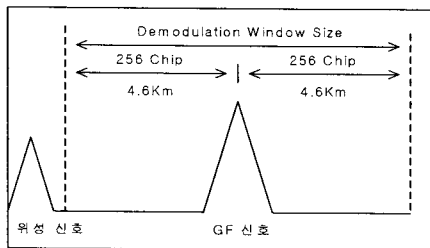
그러므로 256칩을 사용하는 단말기의 Window Size를 기준하면 칩 지연을 허용하는 최대 전파도달거리는 식 (3)과 같다.

$$18.3 \times 256 = 4.6 \text{ Km} \quad (3)$$

만일, 그림 4 (b)와 같이 GF간 신호지연 및 GF와 위성 신호간 지연이 256을 넘어 GF와 단말기간의 거리가 4.6Km을 벗어나면 상호 간섭으로 작용하여 품질열화가 발생하여 서비스 제공이 어려워진다.



(a) GF와 단말기간 거리 $\leq 4.6\text{Km}$



(b) GF와 단말기간 거리 $\geq 4.6\text{Km}$

그림 4. GF와 단말기의 Window size
Fig. 4. Window size of GF and Terminal Unit

V. 현장측정 및 결과

현장측정은 위성 및 GF 신호의 동시 수신지역에서 GF와 단말기간의 거리가 4.6Km을 벗어나는 경우, 상호 간섭으로 인하여 품질열화가 발생하여 수신신호의 QoS가 낮아지는 것을 파악하고자, 차량을 이용하여 이동하면서 수신신호의 BER을 광주광역시 교외지역에서 측정하였다. 이동 시험장비는 그림 5와 같이 위성 DMB 단말기 및 노트북 PC, Spectrum Analyzer로 구성된다.

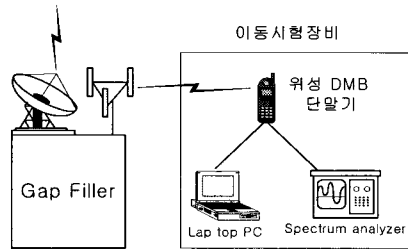


그림 5. 현장시험
Fig. 5. Field Test

그림 6은 BER 1×10^{-3} 을 기준으로 하여 측정결과 GF로부터 3.2Km 이상의 도로구간에서부터 형성되어 약 8.8Km정도의 중첩 지역이 발생되었고, 4.6Km 이상의 지역에서는 수신품질이 낮아졌음을 보여주고 있으며, 수신 단말기의 수신신호 품질상태는 화면이 일시 정지되는 현상을 반복적으로 나타내었다.

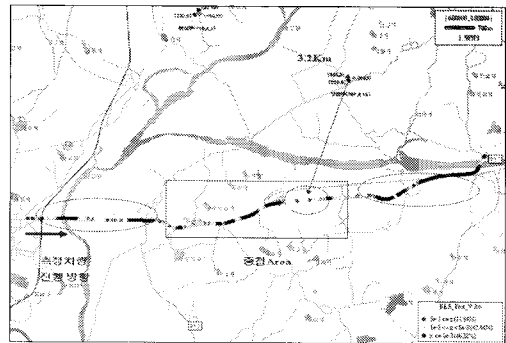


그림 6. 위성 및 GF신호의 경계구간
Fig. 6. Boundary Area of satellite and GF Signal

VI. 결론

위성 DMB 서비스는 위성을 이용하기에 비가시거리 지역인 위성신호의 전파음영지역이 존재하고, 이러한 지역에 서비스를 제공하기 위해 GF를 사용한다. GF는 중계기로서 위성 DMB System은 단말기의 이동수신을 보장하기 위해 GF Network을 반드시 구축해야 하며 GF의 커버리지는 Cell or Sector를 형성하게 되어 다수의 GF가 인접하여 설치되면 간섭 등의 문제가 발생할 수 있다. 그러므로, 본 논문에서는 이러한 문제를 경감하기 위해 위성 DMB와 이동전화를 비교, GF Network의 설계 기초

에 관해 검토하였고 이를 통해 GF간 신호지연 및 GF와 위성 신호간 지연이 256을 넘어 GF와 단말기간의 거리가 4.6Km을 벗어나면 상호 간섭으로 작용하여 품질 열화가 발생하여 서비스 제공이 어려워짐을 현장측정을 통해 확인하였다.

향후 최적의 위성 DMB Network를 구축하기 위해 도심 고층빌딩 밀집지역, 도심 고층아파트 지역, 교외지역, 국립 및 도립공원, 빌딩의 내부 및 지하 등의 여러 장소에서도 커버리지 외에 송신파워, 주위환경, GF Type, 안테나 종류, 설치위치, 높이, 방향, Tilt각등 여러 파라미터에 의한 영향을 종합적으로 고려한 현장시험이 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 호남대학교 연구지원과의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

[1] Rec. ITU-R BO. 1130-4, Systems for digital satellite broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the bands allocated to BBS(sound) in the frequency range 1400-2700MHz.

[2] ETSI ETS 300 401, "Radio broadcasting systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers", ETSI, May 1997, Second Edition

[3] V. Erkkila and M. Jokisalo, "DAB field trials in Finland," EBU Technical Review, pp.28-35, 8. 1994.

[4] Andreas Sieber and Chris Weck, "What's the difference between DVB-H and DAB - in the mobile environment?," EBU technical Review, July 2004.

[5] 위성 DMB 표준화 추진 위원회, 위성 DMB 표준화 회의록, 정보통신부, 2002.

[6] 조광휘, "DAB 정책방향", 방송공학회지, 8권 1호 pp.4-6, 3. 2003.

[7] 임종태, 정경수, "위성 DMB 시스템", 방송공학회지, 8권 1호 pp.70-77, 3. 2003.

[8] 최성진, "위성 DMB 시스템 개요 및 비교", 방송공학회지, 8권 1호 pp.46-57, 3. 2003.

[9] 나용수, "위성 DMB 네트워크 구축 및 운용", 방송공학회지, 9권 4호 pp.13-25, 12. 2004.

[10] 이재학, "위성 DMB 시스템에서의 캡필러", 방송공학회지, 8권 1호 pp.98-107, 3. 2003.

[11] Y. Okumura, E. Ohmori, T. Kawano, and K. Fukuda, "Field strength and its variability in VHF and UHF land-mobile radio service," Rev. Elec. Commun. Lab., vol. 16, pp. 825-873, Sept. 1968.

[12] M. Hata, "Empirical formula for propagation loss in land mobile radio service," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. VT-29, pp.317-325, Aug. 1980

[13] W.C.Y.Lee, "Mobile Communications Design Fundamentals, Wildy Interscience 1993.

[14] V.Erceg, S.Ghassemzadh, M.Taylor, D.Li, and D.L.Schilling, "Urban/suburban out-of-sight propagation modeling", IEEE Comm. Mag., pp.56-61, Jun,1992.

[15] M. C. Lawton and J. P. McGeehan, "The applications of a deterministic ray launching algorithm for the prediction of radio channel characteristics in small cell environments, IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 43, pp.955-969, Nov. 1994.

[16] A. Ahmad, "A CDMA Network Architecture Using Optimized Sectoring," IEEE Trans. Veh. Technol., vol.51, pp.404-410, May 2002.

[17] Sun-Kuk Noh, Dong-You Choi, "A Study on the Cell Sectorization Using the WBTC and NBTC in CDMA Mobile Communication Systems," Lecture Notes in Computer Science, ICN-05, vol. 3421, pp. 920-927, April. 2005

[18] Sun-Kuk Noh, Dong-You Choi, Chang-Kyun Park, "Propagation Path Analysis for Location Selection of Base-Station in the Microcell Mobile Communications," Lecture Notes in Computer Science, ICN-05, vol. 3421, pp. 904-911, April. 2005

저자소개

노순국 (Sun-Kuk Noh)

2004년~2008년 현재 호남대학교

전파이동통신공학과 조교수 (제9권 2호 참고)

※ 관심분야: 이동 및 무선통신, 전파전파