

위성신호 Delay 추가를 통한 위성DMB 서비스 경계지역 품질 개선

민만기^{1*}

The improvement of the SDMB service in the border adding time delay to the satellite signal

Man-Gi Min^{1*}

요 약 위성DMB 서비스 시스템에서는 음영 지역을 커버하기 위한 중계기인 갭필러를 운용하고 있다. 하지만, 갭필러의 커버리지 영역에 한계가 있기 때문에 위성DMB 단말기가 갭필러의 커버리지 영역에서 벗어나면 위성으로부터 직접 신호를 수신한다. 여기서, 갭필러신호 서비스 커버리지와 위성신호 서비스 커버리지 사이에 경계지역이 발생하게 되며, 이러한 경계지역에서는 위성으로부터의 신호와 갭필러로부터의 신호간에 단말기의 복조창보다 차이가 큰 지연시간이 발생하므로 서비스 품질 저하가 발생하게 되는 문제점이 있다.

본 논문에서는 위성신호와 갭필러신호 사이에 발생하는 지연시간을 극복할 수 있도록 위성신호와 갭필러신호에 Delay를 추가하여 경계지역의 품질을 개선하는 방법을 제안한다. 갭필러시설이 전국적으로 확대되지 않은 서비스 초기단계에서 이 방법은 품질개선활동에 많은 도움이 되리라 사료된다.

Abstract Satellite Digital Multimedia Broadcasting(SDMB) needs Gap Fillers(GFs) to cover the non-service areas. However, SDMB mobile phones which are not located in GFs service area receive signals directly from the satellite because it is impossible to cover all SDMB service with GFs. Therefore, there is a border between the GFs service coverage and the satellite service coverage and it causes a time delay in signals which are from the GFs or the satellite. The time delay is the reason why SDMB service deteriorates.

In this paper, I show how to reduce the deterioration of SDMB service in the border area between the GFs and the satellite adding the time delay to the satellite signal and the GFs signal. I think that this method is helpful in reducing the deterioration, especially in the early stages of SDMB service, which the GFs are not spread all over the nation yet.

Key Words : Satellite DMB, Gap Filler, Delay

1. 서론

방송·통신 융합매체인 DMB는 미디어 산업에 새로운 기회를 부여함으로써 방송·통신 융합시장의 경쟁에서 큰 기회를 제공하고 있다. “미디어가 메시지이다”라는 말처럼 최근 DMB의 도입은 우리사회의 매체환경과 매체문화를 변화시킬 중요한 요인으로 작용하고 있다.[1]

위성DMB는 전용 방송위성에서 쏘는 방송신호를 단

말기에서 직접 또는 간접으로 수신하는 방식이다. 지상의 방송센터에서 각종 멀티미디어 콘텐츠를 위성주파수(Ku 밴드, 12~13GHz)를 통해 위성으로 쏘아 올리면 위성은 이를 DMB용으로 할당된 S밴드(2.630~2.655GHz)를 통해 지상의 휴대전화 또는 PDA 형태의 단말기에 뿌려주게 된다.[2]

위성DMB 서비스 시스템에서는 지상의 음영 지역을 커버하기 위해 중계기 역할을 수행하는 위성DMB용 중

¹충북대학교대학원 컴퓨터공학과

접수일 08년 08월 30일 수정일 08년 10월 13일

*교신저자 : 민만기(okmmk@nate.com)

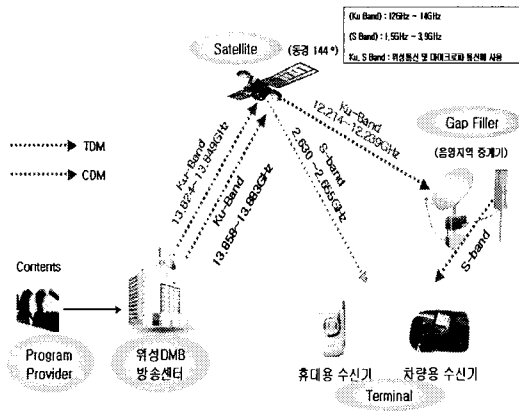
게재확정일 08년 10월 16일

계기, 즉 갭필러(Gap-filler)를 운용하고 있다. 갭필러는 위성으로부터 수신한 TDM(Time Division Multiplexing) 신호를 CDM(Code Division Multiplexing) 신호로 변환하여 RF(Radio Frequency)용 안테나를 통해 위성DMB 단말기에 전송하는데, 갭필러의 커버리지 영역도 일정한 한계가 있기 때문에, 위성DMB 단말기가 갭필러의 커버리지 영역에서 벗어나면 위성으로부터 전송된 CDM 신호를 직접 수신한다. 여기서, 갭필러 서비스 지역과 위성 서비스 지역 사이에 경계지역이 발생하게 되며, 이러한 경계지역에서는 위성으로부터 전송되는 CDM 신호와 갭필러로부터 전송되는 CDM 신호간의 지연시간이 발생하므로 CDM 신호 품질저하가 발생하게 되는 문제점이 있다.[3,4]

본 논문에서는 위성신호와 갭필러신호 사이에 발생하는 지연시간을 극복할 수 있도록 위성신호와 갭필러신호에 Delay를 보정하여 경계지역의 품질을 개선하는 방법을 제안한다.

2. 위성DMB 구성 및 품질개선 문제점

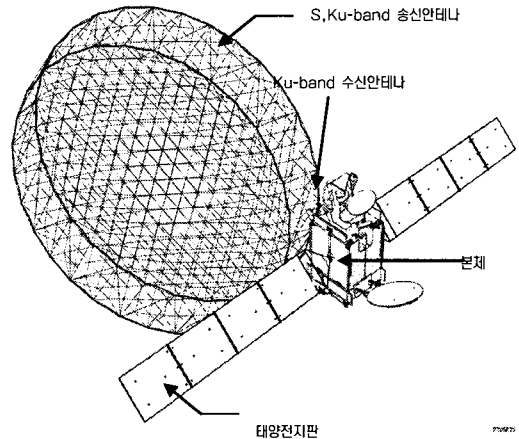
2.1 위성DMB 구성



[그림 1] 위성DMB 네트워크 구성도

위성DMB 네트워크는 [그림1]에서 보는 바와 같이 크게 위성DMB 방송센터, 위성(Satellite), 갭필러(Gap Filler), 수신단말기(Terminal)로 분류된다. 위성DMB 방송센터는 각 프로그램의 공급자(CP, Contents Provider)로부터 프로그램을 공급받아 Ku-Band를 통해 TDM 신호와 CDM신호를 동시에 위성으로 전송한다. 위성은 방송센터로부터의 Ku-Band 신호를 갭필러를 위한 Ku-Band 신호와 단말 직접 수신을 위한 S-Band로 변환하여 지상으로

재전송한다. 이때 위성은 S-Band를 통해 CDM 신호를, Ku-Band를 통해 TDM 신호를 전송하게 된다. 이후 S-Band를 통한 CDM 신호는 위성DMB용 단말기가 직접 수신하게 되고, Ku-Band를 통한 TDM 신호는 갭필러가 수신하게 되며 갭필러는 TDM신호를 CDM신호로 변환하여 위성DMB용 단말기에 전송한다.[5]

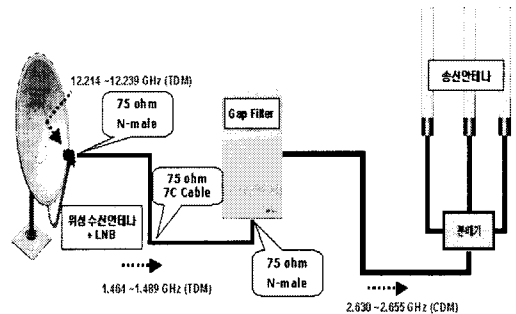


[그림 2] 위성(Satellite)의 개요

[그림2]에서와 같이 위성은 방송센터로부터 Ku-Band를 통해 TDM 신호와 CDM 신호를 전송 받는다.

이 신호들을 갭필러를 위한 TDM신호와 위성신호를 직접 수신하는 단말기를 위한 CDM 신호로 변환하여 각각 Ku-Band와 S-Band를 통해 지상으로 전송하는 기능을 한다.[6]

[그림3]에서와 같이 갭필러는 위성신호만으로는 서비스가 어려운 음영지역에 설치하여, 위성으로부터 TDM 신호를 수신하여 CDM신호로 변환한 후 위성DMB용 단말기에 전송하는 장치이다.[7]



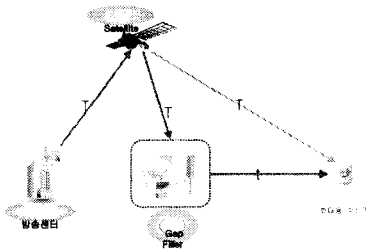
[그림 3] 갭필러(Gap Filler) 개요

갭필러는 위성으로부터 TDM신호를 수신하여 복조하는 TDM복조부, 다시 CDM으로 변조하는 CDM변조부, RF변조부등으로 구성되어 있다.

TDM복조부에서 복조된 신호는 De-multiplex되어 채널별로 나뉘어 지고 채널별로 나뉘어진 신호는 각각 I와 Q로 분리된다. I와 Q신호는 왈쉬코드에 의해 확산되고 다시 Long코드에 의해 확산된다. 채널별로 확산된 신호는 다시 다중화되어 필터를 통과하고 필터링된 신호는 DAC(Digital-to-Analog Converter)을 통해 아날로그 신호로 변환되어 RF변조부로 들어간다. CDM블록에서는 이 신호를 De-frame화 하여 16.384 Mbps의 serial신호를 생성한다. 이 신호가 직병렬 변환부에서 512kbps속도의 32개 채널로 역다중화 된다.[8,9]

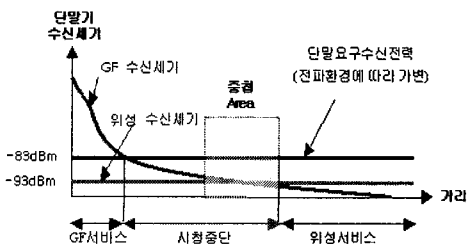
2.2 품질개선 문제점

이 시간차는 품질에 영향을 미친다.



[그림 4] 경계구간에서 단말기가 받는 신호의 Delay

[그림4]와 같이 방송센터로부터 Ku Band신호를 전송 받은 위성은 동시에 갭필러와 단말기에 TDM신호와 CDM신호를 전송하고 갭필러는 다시 위성으로부터 받은 TDM신호를 CDM신호로 변환하여 단말기에 전송한다. 위성CDM신호와 갭필러 CDM신호가 중첩되는 구간에서 단말기에 도착하는 신호는 갭필러와 단말기간의 거리로 인한 시간차(t)가 발생하게 되며 이 시간차는 품질에 영향을 미친다.



[그림 5] 경계지역에서 핸드오프 조건

[그림5]에서와 같이 단말기는 갭필러 CDM신호의 레벨이 일정수준 (수신레벨기준 -83dBm) 이상이면 갭필러CDM신호를, 일정수준 이하이면 위성CDM신호를 수신으로 인식하게 되고, 이때 위성CDM신호와 갭필러 CDM신호의 Delay차가 단말기의 복조창(Demodulation Window) 범위를 벗어날 경우 단말기는 기능을 멈추고 새로운 주 신호를 찾게 된다. 이 과정에서 화면정지 등 위성DMB 서비스 품질에 영향을 미치게 된다.

CDM의 Chip rate를 R, 전파속도를 C, 1chip당 전파거리 S, 복조창의 길이를 L이라고 하면 위성신호와 갭필러신호가 모두 단말기의 복조창 범위내에 들어오기 위해서는 식(5)에서와 같이 단말기가 최종 갭필러로부터 4.68km이내에 위치하여야 한다. 즉, 갭필러의 서비스 커버리지가 4.68km를 초과해서는 안된다.

$$\begin{aligned} \text{Chip rate (R)} &: 16.38\text{Mcps} & (1) \\ \text{Chip duration(D)} &: 1/R = 0.061\mu\text{s} & (2) \\ \text{전파의 속도(C)} &: 3 \times 10^8\text{m/s} & (3) \\ \text{1 chip 당 전파거리(S)} &: D \times C = 18.3\text{m} & (4) \\ \text{최종 갭필러의 최대 허용 coverage} & & \\ &= L/2 \times S & \\ &= 512/2 \times 18.3 \text{ m} & \\ &= 4684.8 \text{ m} & (5) \end{aligned}$$

그러나 실제로는 시외곽지역 개방된 환경에서 이보다 먼 거리까지 갭필러신호가 도달하는 경우가 있으므로 품질불량의 문제점이 발생하고 있다.

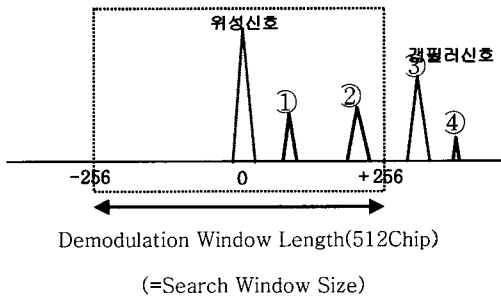
갭필러 신호가 4.68km이내 범위에 들도록 하기 위하여 많은 수량의 갭필러를 설치 하여야 하며, 갭필러 신호 중첩에 의한 품질불량을 고려해야 한다. 도심지 빌딩밀집 지역의 경우에는 갭필러 중첩에 따라 수신전력 레벨이 증가하고, BER이 감소하여 전반적인 서비스 품질이 향상되는 경우도 있지만 반대로 다중경로의 수가 증가하여 서비스 품질이 열화되는 경우가 있다. 실험결과 10W 갭필러의 경우 반경400m내에서95%이상 BER을 만족하지만, 400m이상 거리에서는 건물 환경에 따라 BER만족 여부가 달라지며, 대로면에서는 2.2km까지 BER을 만족하였다.[10]

3. 위성신호 Delay 추가를 통한 개선

위성신호 직접수신 지역과 갭필러신호 수신지역의 경계에서 발생하는 위성신호의 Time Delay를 보상해주기 위해 방송센터에서 신호송출 시 갭필러 수신용 신호

(TDM신호)대비 위성 직접 신호(CDM신호)에 Delay를 줌으로써 갭필러와 단말기 사이의 거리에 의한 Delay를 보상하여 Delay에 의한 품질불량을 개선하는 방안을 제안한다.

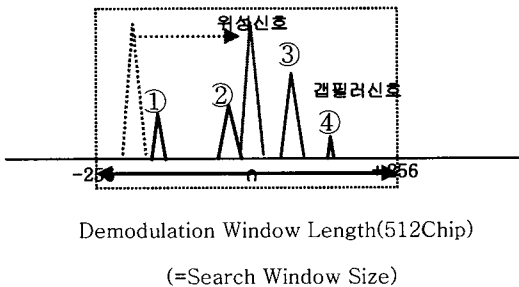
단말기가 최종 갭필러로부터 각각 2km, 3km, 5km, 7km의 거리에 위치하여 [그림6]에서와 같이 위성신호와 갭필러신호와의 Delay가 ①109chip, ②184chip, ③273chip, ④382chip이 있는 경우 ①,②는 복조창 범위내이므로 복조가 가능하나, ③,④는 복조창 범위를 벗어나므로 복조가 어렵다.



[그림 6] Delay 추가 전 단말기의 수신신호 복조

이 경우 위성신호에 200chip의 Delay를 추가하면 [그림6]①~④신호는 [그림7]에서와 같이 ①-91chip, ②-16chip, ③+73chip, ④+182chip이 되어 모두 복조창 범위내에 들어오게 되므로 ①~④신호 모두 복조가 가능하게 된다.

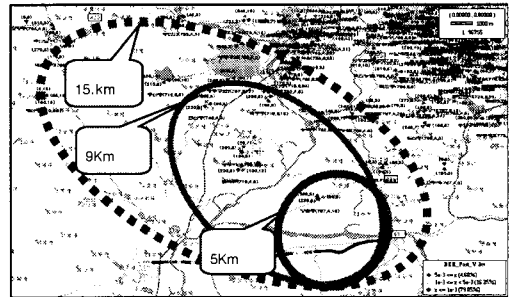
같은 원리로 갭필러간 신호중첩으로 인한 품질불량은 갭필러에 Delay를 추가하여 신호가 복조창 범위내에 위치하도록 함으로써 품질을 개선할 수 있다.



[그림 7] Delay추가 후 단말기의 수신신호 복조

4. 실험결과

위성신호 Delay실험을 위하여 TU미디어 방송센터에서 신호송출시 Delay조정을 시행하였고, 갭필러신호 Delay실험은 전남지역 1호국도 주변의 갭필러 10국소를 대상으로 실험을 시행하였다.



[그림 8] 거리에 따른 갭필러Delay추가

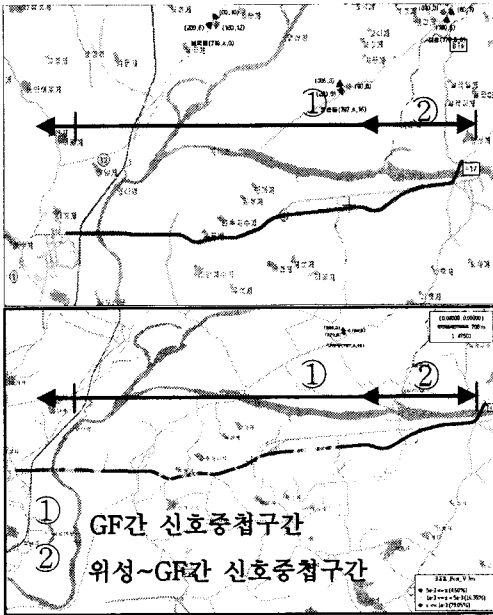
[그림8]에서와 같이 경계지역으로부터 5km 이내 2국소에 대하여는 200chip, 9km까지 2국소에 대하여는 100chip, 15km까지 6국소에 대하여는 0chip의 Delay를 각 갭필러에 적용하였으며, 위성신호에는 246chip의 Delay를 적용하였다. 위성신호분석기(SSA1602)를 이용 BER을 측정하여 실험 전후의 품질을 상호비교 하였다.

실험결과 [표1] 및 [그림9]에서와 같이 위성신호 Delay를 추가했을 경우 품질 양호지역 이 39.98%에서 58.96%로 18.98% 증가하였으며, 불량거리는 8.9km에서 6.1km로 2.8km가 감소하였다. 위성신호 Delay와 갭필러 Delay를 함께 시행하였을 경우에는 품질양호 지역이 39.07% 증가하였고, 불량거리는 5.2km감소하였다.

갭필러 서비스 지역이 전국으로 확산되지 않는 한 갭필러신호와 위성신호간 Delay가 발생하는 경계지역은 불가피하다. 경계지역의 품질개선을 위해서는 위성신호와 갭필러신호 모두에 대하여 Delay보정을 하여야 개선효과를 높일 수 있으며, 특히 갭필러신호에 대한 Delay보정은 갭필러 위치에 따라 적절한 Delay를 사용하여야 한다.

[표 1] Delay적용 전후 품질비교

구분	적용전	적용후	
		위성	위성+GF
품질양호율(%)	39.98	58.96	79.05
불량거리(Km)	8.9	6.1	3.7
품질양호율(BER<1E-3)			
적용전			
적용후			



[그림 9] 전파환경 측정결과

5. 결론

본 논문에서 제안한 위성신호와 갭필러신호에 Delay를 추가한 경계지역 품질개선 방법은, 위성신호 직접수신지역과 갭필러신호 수신지역의 경계에서 위성신호와 갭필러신호 간 Delay로 인해 발생할 수 있는 화면정지 등과 같은 서비스 품질 불량 문제를 해결하는데 효과적인 방법이다.

즉, 단말기가 최종 갭필러로부터 4.68km이상의 거리에 위치하게 되면 위성직접 신호와 갭필러신호를 동시에 수신하게 되어 품질 불량이 발생하게 되므로, 갭필러 커버리지가 4.68km이내가 되도록 갭필러시설을 증설하거나, 위성신호 및 갭필러에 Delay를 추가하여 Delay가 복조장 범위인 $\pm 256\text{chip}$ 이내가 되도록 하여 품질을 개선한다.

현재 주요 고속도로 및 시단위 지역 위주로 갭필러가 설치되어 있으며 이와 같이 갭필러시설이 전국적으로 확대되지 않아 갭필러 서비스 커버리지가 4.68km이상 되는 구간이 발생할 수 밖에 없는 상황에서, 본 논문이 제안한 방법이 품질개선활동에 많은 도움이 되리라 생각한다. 향후 갭필러시설이 전국적으로 확대되어 위성신호를 직접 수신할 필요가 없는 경우에는 갭필러간 Delay로 인한 품질불량 현상은 거의 무시해도 되므로 위성신호 Delay방식과 갭필러의 신호중첩을 줄이는 품질 개선활동이 필요

하다.

참고문헌

- [1] 장대석, 김정수, 김재균, "DMB와 DVB", 과학기술부, 한국과학기술정보연구원, pp5-10, 2006
- [2] 정두남, "DMB활성화 방안 연구", 한국방송광고공사, pp32-35, 2005,
- [3] 박현주, "위성DMB 기술", TU 미디어쿵, 2004,
- [4] 이기현, "유비쿼터스와 방송의 미래", 2004,
- [5] 서종수, "위성DMB 기술개발 및 상용화 현황" 한국통신학회지제21권 11호, pp46-57, 2004,
- [6] 이근섭, "위성DMB 서비스 및 시장전망", SK텔레콤, 2004
- [7] SK텔레콤, "위성DMB 서비스 소개 및 GAP FILLER 기술교육", pp1-11, 2004
- [8] 최성진, "위성 DMB 시스템 개요 및 비교", 한국방송공학회지 vol.8, pp46-57, 2003
- [9] 임중태, "위성 DAB(DMB) 시스템", 한국방송공학회지 vol.8, pp70-77, 2003
- [10] 이희택, "위성 DMB서비스에서 Gap Filler Engineering 기법에 관한 연구", 석사학위논문, 세종대 정보통신대학원, 2005

민 만 기 (Man-Gi Min)

[정회원]



- 2001년2월 : 충북대학교 산업대학원 전기전산공학과(석사)
- 2001년~현재 : 충북대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사과정)
- 1994년~현재 : SK텔레콤

<관심분야>

이동통신, 위성통신, 영상처리 등