Diversity기법을 활용한 Blocking영향 보상

이희규*

Blocking Effect Compensation using Diversity Technique

Huikyu Lee*

요 약

이동형 위성단말의 운용 환경에서는 장애물로 수신 성능이 감소한다. 하나의 방법으로 Diversity를 적용하여 수신 성능을 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 Diversity방법 중 Equal Gain Combining(EGC)방식과 Selective Combining(SC)방식을 적용하여 성능을 분석한다. 분석을 위해 이동형 위성단말로 측정한 결과를 활용한다. 분석결과 SC방식을 사용 시 성능향상을 확인할 수 있었다. 하지만 EGC방식은 rural지역에선 성능향상을 보이지만, urban지역에서는 성능이 나빠지는 결과를 확인할 수 있었다.

Key Words : On-The-Move terminal, Diversity, EGC, SC, PER

ABSTRACT

Reception performance in land mobile satellite is decreased by obstacle. It is compensated with Diversity technique. In this paper, performances are analyzed with two type of method Equal Gain Combining(EGC) and Selcetive Combining(SC). To analyze, measured data using On-The-Move(OTM) terminal are used. In conclusion, SC method can increase performance. However, EGC method can improve perforamance only in rural region, but performance are decreased in urban region.

Ⅰ. 서 론

이동형 위성통신장비는 건물이나 나무와 같은 장애물의 영향으로 blocking현상이 발생한다[1]. 수신기에선 blocking 현상으로 수신신호의 Signal to Noise Ratio(SNR)는 감소하고, 오류확률이 증가한다[2, 3]. 장소, 이동방향 등 운용자의 의지에 따라 변할 수 있기에 예측이 어렵다. 따라서 채널추정 후, 등화기로 보상하는 방법은 효과적이지 않다. 추정 없이 동일한 신호를 다수 전송해 성능을 향상시키는 Diversity 방법이 필요하다.

Diversity방법에는 3가지 방식이 있다. 첫 번째는 Maximum Ratio Combining(MRC)방식이다. 이동통신에서 사용하는 Rayleigh 채널 모델에선 3가지 방식 중 가장 성능이 좋다. 하지만 채널을 추정하여 보상 후 수신된 모든 신호를 결합하기 때문에 blocking영향을 받은 수신신호에는 적용하기 어렵다. 두 번째로 Equal Gain Combining(EGC)방식이다. MRC방식에서 채널 추정 및 보상 부분을 제외한 방식이다. 마지막으로 Selective Combining(SC)는 수신신호 중 세기가 강한 하나만을 선택하는 방식이다.

본 논문에서는 동일한 신호를 2번 반복전송 후 수신 성능을 확인한다. 적용 방식은 EGC와 SC이다. 기존에 한반도 지형에서 측정한 값을 활용하여 분석한다.

Ⅱ. 본론

1. 측정신호

무궁화 5호의 Ka대역 비콘 신호를 이동형 위성단말에서 측정한 값이다. 20개의 측정값은 장소에 따라 urban지역과 rural지역으로 분류한다. 측정값은 파라미터의 K값을 고려하여 약 -0.8dB이상을 LOS로, 이하를 NLOS로 구분한다. 표1은 측정된 20개 수치의 LOS와 NLOS 비율을 산출한 결과다.

2. Diversity 적용

동일한 두 개의 신호를 반복전송 후, EGC와 SC기법으로 성능을 분석한다. 두 기법을 적용하기 전에 두 신호간의 간

*국방과학연구소 2본부 위성통신체계단 (heeq@add.re.kr)
접수일자 : 2017년 4월 28일, 수정완료일자 : 2017년 6월 15일, 최종게재확정일자 : 2017년 6월 16일

표 1. LOS와 NLOS 비율

구분		파라미터	비율[%]	
		Rice K[dB]	LOS(Rice)	NLOS
u	1	24.77	69.59	30.41
r	2	23.01	85.64	14.36
r	3	26.53	42.44	57.56
u	4	26.02	93.90	6.1
u	5	26.53	67.31	32.69
u	6	33.22	93.38	6.62
u	7	27.78	91.48	6.52
r	8	23.01	87.00	13.00
r	9	24.77	89.97	10.03
r	10	24.62	91.10	8.90
u	11	28.45	91.96	8.04
u	12	31.76	49.00	51.00
r	13	24.77	84.99	15.01
r	14	24.77	85.73	14.27
u	15	24.77	99.59	0.41
r	16	23.01	86.02	13.98
r	17	24.77	83.51	16.49
u	18	26.02	91.48	8.52
u	19	26.53	97.14	8.86
u	20	34.84	96.95	3.05

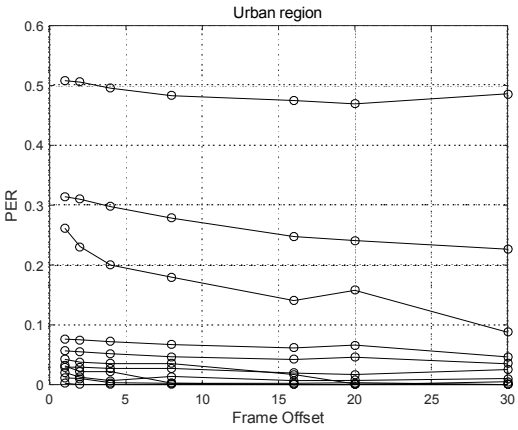

그림 1. 두 프레임의 수신 시간차에 따른 PER성능(Urban지역)

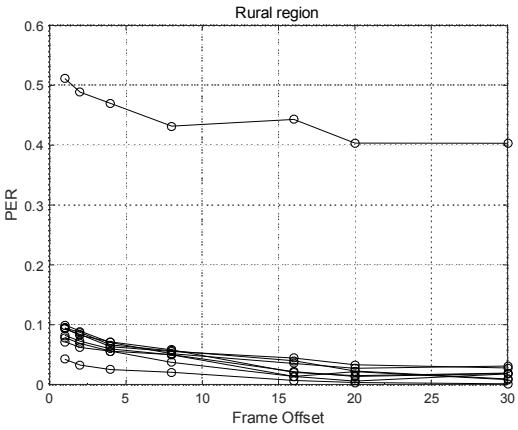

그림 2. 두 프레임의 수신 시간차에 따른 PER성능(Rural지역)

격을 고정 파라미터로 설정하기 위해 사전분석을 시행한다.

그림 1과 2은 SC기법을 적용하여 두 프레임간의 간격 변화량 대비 PER을 분석한 결과이다. 각각의 결과는 LOS의 비율이 다르므로, PER성능이 상이하다. 하지만 프레임 간 간격이 증가하면서 Diversity효율이 증가한다. 측정된 결과에서 16프레임 이상 간격을 떨어뜨리면, diversity이득을 증가시킬 수 있다. 따라서 위 결과를 바탕으로 20프레임 이상 간격을 두고 모의실험을 수행한다.

3. 모의실험

3.1 파라미터

변조방식 및 FEC는 DVB-S2의 QPSK, LDPC 1/2을 적용한다. 요구 SNR은 DVB-S2에 따라 1dB로 이며, 시스템 마진은 2dB를 설정한다. Ka대역 위성의 비콘 신호를 측정한 주파수 대역을 고려한다.

표 2. 파라미터

Item	Value
Frequency	Ka
Modulation	QPSK
FEC	LDPC, 1/2
Required SNR	1 dB
SNR	2.9 dB
Frame offset	20 frame

3.2 결과

Diversity 미적용 시 결과를 성능을 확인하면 그림 3와 같다. 그림 3에서 점은 blocking영향 대비 PER을 보여준다. 선은 점들을 선형회귀 방식으로 예측한 결과이다. 그림 3의 결과를 확인하면 rural 지역에서는 프레임 대비 약 2.5%, urban 지역에서는 약 1.5% 이상의 blocking영향이 발생하면 오류가 발생한다.

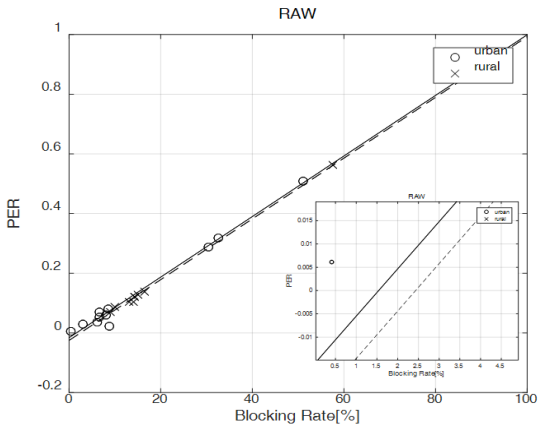

그림 3. 측정신호성능 및 선회회귀 전용결과

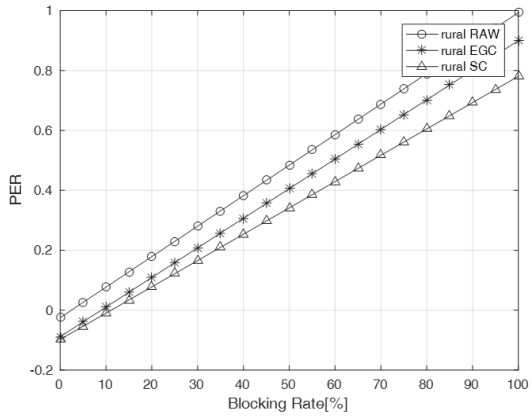

그림 4. Rural 지역 PER 성능 비교

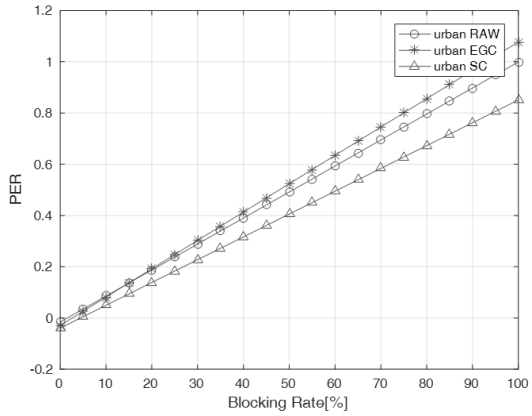

그림 5. Urban지역 PER 성능 비교

같은 방식으로 Diveristy방법을 적용한 모의 실험한 결과는 그림 4와 5에서 확인할 수 있다.

그림 4와 5의 결과를 보면 3가지의 결과를 확인할 수 있다. 첫째는 Diversity적용시 urban지역의 성능향상 정도가 rural지역보다 작다. 둘째는 SC방식이 EGC방식보다 성능이 더 좋다. 셋째는 urban지역에서 EGC를 사용 시 성능이 더 나빠진다.

먼저 그림 4를 보면, rural지역에선 Diversity적용 시 약 10%의 blocking영향을 극복할 수 있다. 그림 5의 urban지역에서 SC를 적용 시 약 4%의 blocking영향을 극복할 수 있다. urban지역에서 Diversity방식 적용 시 성능향상 증가율이 차이를 보인 이유는, urban지역의 blocking영향 지속시간이 길기 때문이다. 충분하게 frame offset을 설정하였지만, 프레임 길이보다 더 긴 blocking영향이 발생하는 경우가 많다.

두 번째는 urban지역에서 EGC를 적용 시 PER성능은 Diversity를 적용하지 않은 경우보다 나쁘다. 동일한 두 신호 S1과 S2는 coherent하여 결합 시 신호세기가 6dB 향상된다. N1과 N2는 non-coherent하여 결합 시 신호세기가 3dB 증가한다. 만약 S1과 S2가 blocking영향으로 신호세기가 3dB이상 향상되지 않으면 Diversity효과는 없다. urban지역에서는 이런 경우가 빈번히 발생하여 EGC의 성능이 나쁘다.

마지막으로 SC의 성능이 좋은 이유는 그림6로 알 수 있다. 위성통신시스템에서 blocking영향이 발생 시 신호세기의 분포는 최대신호(0dB) 및 최저 신호(-43dB)에 집중된다.

그림 6를 표 3및 4와 비교하면 성능차이의 이유를 확인할 수 있다. EGC방식 사용 시 Diversity효과를 얻기 위해선 음영된 부분에 그림 6의 신호들이 분포하여야 한다.

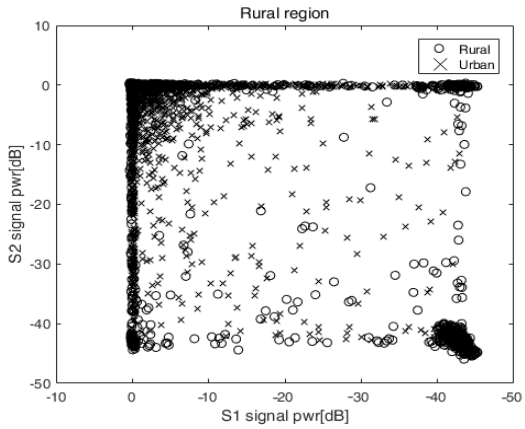

그림 6. 측정신호세기의 분포

표 3. EGC기법 성능향상 범위

S2 \ S1	2.90	1.98	0.96	-0.20	-1.54	-3.12
2.90	5.91	5.46	5.00	4.50	3.97	3.41
1.98	5.46	5.00	4.50	3.97	3.41	2.81
0.96	5.00	4.50	3.97	3.41	2.81	2.17
-0.20	4.50	3.97	3.41	2.81	2.17	1.47
-1.54	3.97	3.41	2.81	2.17	1.47	0.72
-3.12	3.41	2.81	2.17	1.47	0.72	-0.11

표 4. SC기법 성능향상 범위

S2 \ S1	2.90	1.98	0.96	-0.20	-1.54	-3.12
2.90	5.91	5.46	5.00	4.50	3.97	3.41
1.98	5.46	5.00	4.50	3.97	3.41	2.81
0.96	5.00	4.50	3.97	3.41	2.81	2.17
-0.20	4.50	3.97	3.41	2.81	2.17	1.47
-1.54	3.97	3.41	2.81	2.17	1.47	0.72
-3.12	3.41	2.81	2.17	1.47	0.72	-0.11

반면, SC방식의 음영부분은 그림 4의 신호분포 위치와 많이 겹친다.

측정신호의 분포가 Gaussian 분포처럼 특정 위치를 중심으로 퍼져있지 않다. 신호가 존재하는 부분과 존재하지 않는

부분을 이분법적으로 나누는 On/Off특성과 유사하다. 따라서 SC방식이 EGC방식보다 성능이 좋다. 또한 urban지역은 두 신호가 동시에 존재할 확률이 rural지역보다 낮다. blocking영향의 지속시간이 긴 경우이다. 이런 경우 frame offset을 증가시키거나 다른 방식을 적용이 필요하다.

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 이동형 위성단말을 운용하는 환경에서 Diversity방법을 이용 시 성능향상정도를 분석하였다. Ka대역에서 실 측정된 신호세기를 이용하여, EGC방식과 SC방식을 적용하였다. 측정 채널의 특성상 신호가 최대(0dB)와 최저(-43dB)에 대부분 분포하였다. 따라서 EGC방식보단 SC방식이 성능 좋다. 측정환경에 비교할 경우 Diversity 적용은 urban보단 rural지역에서는 성능이 좋았다. urban지역에선 반복 전송하는 신호 총 주기보다 긴 blocking영향이 발생하기 때문에, Diversity보단 다른 방식을 적용하는 것이 더 효과적일 것이다. 하지만 SC방식을 적용함으로써 오류의 감소를 확인했다. 또한, 반복 전송횟수를 증가시킨다면 일정 수치 이하의 blocking영향에서 단말 운용이 가능할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 권건섭, 허종완, 황기민, 임철민, 유흥균, , “이동형 우성단말을 위한 20GHz 대역 채널 특성 분석”, 한국전자파학회논문지, 25(2), pp. 223-234, 2014.

[2] J. B. Schodorf, "EHF satellite communications on the move:Baseband considerations", MIT Lincoln Lab. TechnicalReport TR-1055, Feb. 2000.

[3] E. Lutz., "Land mobile satellite channel - recording and modeling", Proceedings of the 4th International Conferenceon Satellite Systems for Mobile Communicationsand Navigation, London, pp. 15-19, Oct. 1988.

저자

이 희 규(Huikyu Lee)

· 2010년 2월 : 충북대학교 전자공학과 학사졸업
· 2012년 2월 : 충북대학교 전자공학과 석사졸업
· 2012년 4월~현재 : 국방과학연구소

<관심분야> : 위성통신