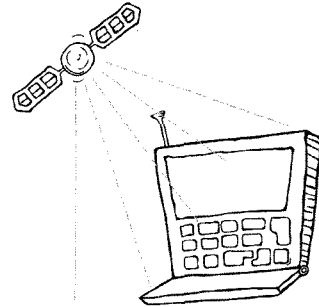


WiMAX RPT 시험인증 기술동향

강성훈 | TTA 이동통신시험팀 전임연구원
김영화 | TTA 이동통신시험팀 실장



1. 머리말

WiMAX RPT(Radiated Performance Test) 시험은 WiMAX 단말기의 송·수신 방사성능을 확인하는 시험으로서 2009년 1월부터 단말기의 WiMAX Forum 인증을 획득하기 위한 필수 시험분야로 지정되었다. 이동통신환경에서 단말기의 전파 방사성능은 실제 기지국 셀 커버리지 및 통화품질에 직접적인 영향을 미치게 되어 이동통신 사업자 입장에서 필수적으로 확인하고 넘어가야 할 단말기의 중요 성능이라 하겠다. 실제로 WiMAX RPT 시험은 북미 WiMAX 사업자인 Clearwire사 주도하에 WiMAX Forum TWG(기술워킹그룹, Technical Working Group)에서 2008년 시험규격을 완성하고 2009년부터 CWG(인증워킹그룹, Certification Working Group)의 결정 하에 단말기 WiMAX Forum 인증 획득을 위한 필수 시험분야로 지정되었다.

현재 TTA를 포함한 전 세계 6개의 WFDCL(WiMAX 국제공인시험소, WiMAX Forum Designated Certification Laboratory)에 해당 시험을 위한 시험환경이 구축되어 WiMAX 단말기 제조사를 대상으로 시험인증서비스가 제공되고 있다. 본 고에서는 WiMAX RPT 시험을 위한 시험환경에 대해 간략히 살펴본 후 구체적인 시험항목과 관련한 시험규격을 설명하

고 최근의 WiMAX RPT 시험 동향을 살펴보고자 한다.

2. WiMAX RPT 시험 환경

[그림 1]은 WiMAX RPT 시험환경의 구성도이다. 시험환경은 크게 전자파 무반사실과 계측기 시스템 부분으로 나누어볼 수 있다. 전자파 무반사실은 반사체가 없는 자유공간에서의 전파 방사 특성을 제한된 시험실 공간에서 측정하기 위해 반드시 필요한 시설로 DUT(Device Under Test) 크기와 시험 주파수의 파장을 고려한 Far field distance 조건을 만족할 수 있는 크기로 설계되어야 한다. WiMAX RPT 시험규격에서 정의한 Far field distance 조건은 다음과 같다.

$$L > \frac{2D^2}{\lambda}$$

L : Far field distance
D : maximum dimension of the DUT or DUT and phantom
λ : the shortest wavelength

통상적으로 전자파 무반사실이 구축되면 그 크기에 따라 Far field distance가 고정되기에 상기 수식을 통

해 구축된 전자파 무반사실에서 시험 가능한 DUT의 크기와 시험가능 주파수 범위가 결정된다. 현재 TTA에 구축된 시설은 700MHz~6GHz의 시험주파수와 Maximum DUT Size 60cm를 지원한다.

전자파 무반사실의 내부 벽면은 반사파의 영향을 최소화하기 위해 전자파 흡수체가 부착되어 있으며 흡수체의 성능에 따라 측정된 방사패턴의 Peak and Null의 오차가 줄어들게 된다. 또한 무반사실 내부는 측정을 위한 측정용 안테나, WiMAX Call 형성을 위한 Communication 안테나 및 DUT를 위치시키고 3차원 방사패턴을 측정하기 위한 Turn Table로 구성되어 있다.

측정기 시스템은 WiMAX Base Station Emulator, Spectrum Analyzer, Dynamic Range Extender, RF Relay Switch Unit, Control PC 등으로 구성되어 있다. WiMAX Base Station Emulator는 DUT와 WiMAX Call을 형성하기 위해 반드시 필요한 장비이며 DUT 수신감도를 측정하기 위해 Ping PER 및 HARQ(Hybrid Automatic Retransmit request) PER 측정을 지원해야 한다. Spectrum Analyzer는 DUT의 송신 전력을 측정하기 위

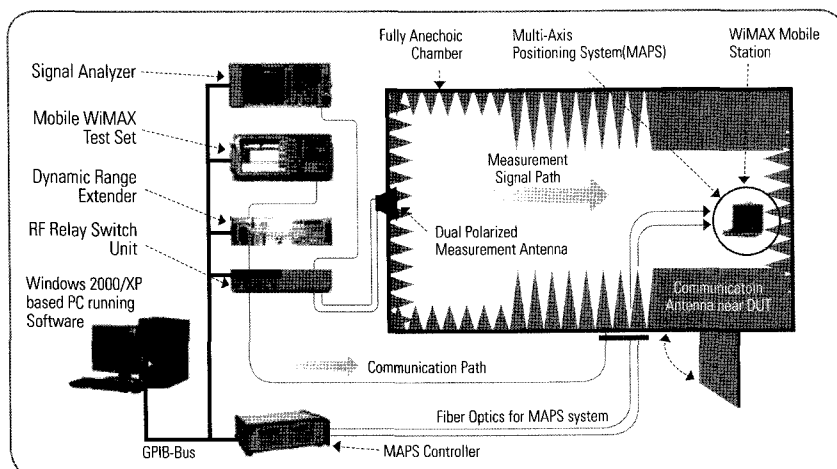
해 필요하고 Dynamic Range Extender는 Base Station Emulator장비와 DUT 간의 원활한 Link 유지를 위한 pre-amplifier 역할을 담당하게 된다.

WiMAX Forum은 WiMAX 국제공인시험소에서 구축 운영되고 있는 RPT 시험환경에 대해서 ISO 17025 품질 시스템 승인과 함께 자체 Site Validation 절차에 따라 시험환경의 유지관리와 시험결과의 정확성을 엄격히 관리하고 있다

3. WiMAX RPT 시험항목

3.1 TRP

TRP(Total Radiated Power) 시험은 단말기의 안테나를 통해 방사되는 총 전력을 측정할 때 단말기 안테나의 송신 방사 효율을 평가할 수 있다. 이론적으로 안테나로부터 방사되는 총 전력을 계산하기 위해서는 송신안테나를 둘러싸는 3차원 구의 미소 입체각을 통해 방사되는 전력밀도를 전체 입체각에 대해 적분하면 구할 수 있다.



[그림 1] WiMAX RPT 시험환경 구성도

$$TRP = \int U(\theta, \phi) d\Omega$$

$U(\theta, \phi)$: radiation intensity at each angle in Watts/steradian
 Ω : steradian

그러나 실제 TRP 값을 측정을 통해 얻기 위해서는 구 좌표 상의 Theta, Phi를 일정한 크기로 등분하여 얻어진 구 표면의 포인트들에서 EIRP(Effective Isotropic Radiated Power) 데이터를 측정하고 이를 통해 TRP 값은 수학적 계산을 통해 얻어진다. [그림 2]는 구 좌표계와 Theta, Phi 축을 15° 단위로 등분했을 때 얻어지는 EIRP 측정 포인트들을 보여주고 있다. 결국 이와 같은 이유로 TRP 계산 적분 수식은 아래와 같은 Summation 수식으로 변형되게 된다.

$$TRP = \frac{\pi}{2NM} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} K(\theta_i, \phi_j) \sin(\theta_i)$$

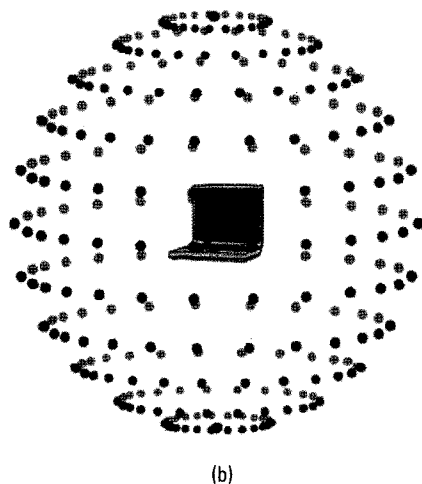
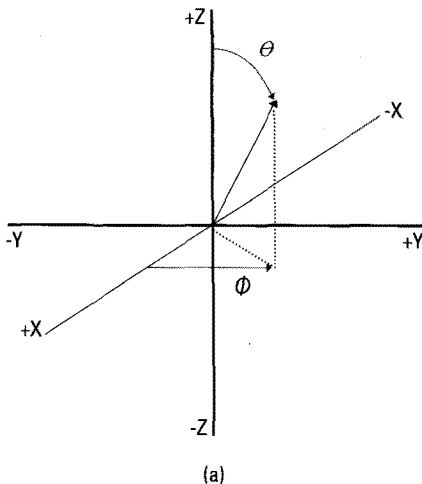
$$K(\theta_i, \phi_j) = EIRP \text{ at a given point}$$

N : number of angular intervals in the Theta range from 0 to π
 M : number of angular intervals in the Phi range from 0 to 2π

유한한 EIRP 데이터들을 통해 TRP 값을 얻고자 할 때 얼마나 촘촘히 구 표면을 등분할 것인가 하는 문제가 남아있으며 당연히 샘플 데이터 포인트를 많이 가져갈수록 좀 더 정확한 3차원 방사 패턴을 구할 수 있다. 하지만 이에 따른 시험시간의 상승을 고려해야 하기에 WiMAX Forum은 DUT의 크기와 시험주파수의 파장에 따라 수식으로 계산되도록 시험규격에 반영했다.

3.2 TIS

TIS(Total Isotropic Sensitivity) 시험은 단말기의 평균 수신감도를 수치화한 값으로써 실제 약전계 필드 상황에서 단말기의 통화 품질을 결정짓는 중요한 성능지표로 활용되고 있다. TIS 값도 TRP와 마찬가지로 구좌표 상의 Theta, Phi 샘플 포인트에서 측정된 EIS(Effective Isotropic Sensitivity) 값들을 통해 수학적 계산을 통해 얻어진다. 각각의 포인트에서 EIS 값을 측정하기 위해서 단말기와 시험장비 간에 PER(Packet Error Rate) 측정을 위한 Loop back이 형성되어야 하는데 현재 WiMAX Forum RPT 시험규격에서는 Ping 메시지를 이용하거나 HARQ ACK/NACK 방식을



[그림 2] Spherical coordinate system(a) and data points taken every 15° in θ and ϕ

통해 시험하도록 규정되어 있다.

Loop back 채널을 형성한 후 Base Station Emulator는 DL 신호 세기를 단계적으로 낮추어 가면서 PER 측정을 시도하는데 1,000 frames 동안 10% PER limit을 기준으로 Sensitivity 레벨이 결정된다. 이와 같은 과정이 전체 샘플 포인트에서 동일하게 이루어지기에 TIS 시험은 TRP 시험에 비해 상당히 많은 시험시간이 소요된다. 이러한 이유로 인하여 최근 WiMAX Forum CWG에서는 TIS 시험에 한해서 DUT 사이즈에 따라 달리 적용하던 Theta, Phi angle step size를 15°로 동일하게 사용하자는 CCR^(Certification Change Request)을 승인했다.

3.3 ICS

TRP, TIS 시험은 단말기가 지원하는 WiMAX RF Profile의 Low, Middle, High 주파수에서 시험하도록 되어 있는데 반하여 ICS^(Intermediate Channel Sensitivity) 시험은 좀 더 세밀

한 시험주파수에서 시험하도록 규정되어 있다. <표 1>은 현재 WiMAX Forum에서 정의된 모든 RF Profile에 대한 TRP, TIS, ICS 시험주파수를 보여준다. 통상적으로 단말기의 수신 감도는 단말기 자체의 노이즈 성분으로 인해 특정 주파수에서 성능 열화가 발생할 확률이 높는데 ICS 시험은 이러한 부분을 확인하기 위해 좀 더 세밀한 시험 주파수에서 시험을 진행하도록 규정되어 있는 것이다.

ICS 시험은 Normalized TIS라는 개념을 사용하는데 전체 TIS 측정에 많은 시간이 소요되는 단점을 보완하기 위한 개념으로 ICS 시험주파수의 특정 한 포인트에서 EIS를 측정 후 동일 지점에서 Reference 채널(Low, Middle, High 채널)의 EIS 값과의 상관관계를 통해 해당 ICS 시험주파수의 TIS 값을 도출하는 방식이다.

ICS 시험 결과는 단말이 지원하는 RF Profile 전 대역에 걸친 단말기 수신감도의 변화추이를 살펴볼 수 있는 지표로 활용된다.

<표 1> WIMAX RPT Test Frequency Lists

WIMAX RF Profile	TRP/TIS Test Frequencies(MHz)	Additional Frequencies for Intermediate Channel Test(MHz)
1A(M2300T-01)	2304.50, 2345.00, 2385.50	2311.00, 2319.50, 2328.00, 2336.50, 2353.50, 2362.00, 2370.50, 2379.00
1B-5(M2300T-02)	2302.50, 2350.00, 2397.50	2307.25, 2312.00, 2316.75, 2321.50, 2326.25, 2331.00, 2335.75, 2340.50, 2345.25, 2354.75, 2359.50, 2364.25, 2369.00, 2373.75, 2378.50, 2383.25, 2388.00, 2392.75
1B-10(M2300T-02)	2305.00, 2350.00, 2395.00	2311.00, 2320.75, 2330.50, 2340.25, 2359.75, 2369.50, 2379.25, 2389.00
2A(M2300T-03)	2306.75, 2358.25	2309.25, 2312.50, 2315.75, 2318.25, 2346.75, 2349.25, 2352.50, 2355.75
2B(M2300T-04)	2307.50, 2357.50	2310.75, 2314.25, 2317.50, 2347.50, 2350.75, 2354.25
2C(M2300T-05)	2310.00, 2355.00	2315.00, 2350.00
3A-5(M2500T-01)	2498.50, 2593.00, 2687.50	2502.75, 2507.50, 2512.25, 2517.00, 2521.75, 2526.50, 2531.25, 2536.00, 2540.75, 2545.50, 2550.25, 2555.00, 2559.75, 2564.50, 2569.25, 2574.00, 2578.75, 2583.50, 2588.25, 2597.75, 2602.50, 2607.25, 2612.00, 2616.75, 2621.50, 2626.25, 2631.00, 2635.75, 2640.50, 2645.25, 2650.00, 2654.75, 2659.50, 2664.25, 2669.00, 2673.75, 2678.50, 2683.25
3A-10(M2500T-01)	2501.00, 2593.00, 2685.00	2505.25, 2515.00, 2524.75, 2534.50, 2544.25, 2554.00, 2563.75, 2573.50, 2583.25, 2602.75, 2612.50, 2622.25, 2632.00, 2641.75, 2651.50, 2661.25, 2671.00, 2680.75
4A(M3300T-01)	3302.50, 3350.00, 3397.50	3307.25, 3312.00, 3316.75, 3321.50, 3326.25, 3331.00, 3335.75, 3340.50, 3345.25, 3354.75, 3359.50, 3364.25, 3369.00, 3373.75, 3378.50, 3383.25, 3388.00, 3392.75
4B(M3300T-02)	3303.50, 3350.00, 3396.50	3309.50, 3316.25, 3323.00, 3329.75, 3336.50, 3343.25, 3356.75, 3363.50, 3370.25, 3377.00, 3383.75, 3390.50

WiMAX RF Profile	TRP/TIS Test Frequencies(MHz)	Additional Frequencies for Intermediate Channel Test(MHz)
4C(M3300T-03)	3305.00, 3350.00, 3395.00	3311.00, 3320.75, 3330.50, 3340.25, 3359.75, 3369.50, 3379.25, 3389.00
5A(M3500T-01)	3402.50, 3600.00, 3797.50	3405.25, 3410.00, 3414.75, 3419.50, 3424.25, 3429.00, 3433.75, 3438.50, 3443.25, 3448.00, 3452.75, 3457.50, 3462.25, 3467.00, 3471.75, 3476.50, 3481.25, 3486.00, 3490.75, 3495.50, 3500.25, 3505.00, 3509.75, 3514.50, 3519.25, 3524.00, 3528.75, 3533.50, 3538.25, 3543.00, 3547.75, 3552.50, 3557.25, 3562.00, 3566.75, 3571.50, 3576.25, 3581.00, 3585.75, 3590.50, 3595.25, 3604.75, 3609.50, 3614.25, 3619.00, 3623.75, 3628.50, 3633.25, 3638.00, 3642.75, 3647.50, 3652.25, 3657.00, 3661.75, 3666.50, 3671.25, 3676.00, 3680.75, 3685.50, 3690.25, 3695.00, 3699.75, 3704.50, 3709.25, 3714.00, 3718.75, 3723.50, 3728.25, 3733.00, 3737.75, 3742.50, 3747.25, 3752.00, 3756.75, 3761.50, 3766.25, 3771.00, 3775.75, 3780.50, 3785.25, 3790.00, 3794.75
5.AH(M3700T-01)	3602.50, 3700.00, 3797.50	3605.00, 3609.75, 3614.50, 3619.25, 3624.00, 3628.75, 3633.50, 3638.25, 3643.00, 3647.75, 3652.50, 3657.25, 3662.00, 3666.75, 3671.50, 3676.25, 3681.00, 3685.75, 3690.50, 3695.25, 3704.75, 3709.50, 3714.25, 3719.00, 3723.75, 3728.50, 3733.25, 3738.00, 3742.75, 3747.50, 3752.25, 3757.00, 3761.75, 3766.50, 3771.25, 3776.00, 3780.75, 3785.50, 3790.25, 3795.00
5.AL(M3500T-02)	3402.50, 3500.00, 3597.50	3405.00, 3409.75, 3414.50, 3419.25, 3424.00, 3428.75, 3433.50, 3438.25, 3443.00, 3447.75, 3452.50, 3457.25, 3462.00, 3466.75, 3471.50, 3476.25, 3481.00, 3485.75, 3490.50, 3495.25, 3504.75, 3509.50, 3514.25, 3519.00, 3523.75, 3528.50, 3533.25, 3538.00, 3542.75, 3547.50, 3552.25, 3557.00, 3561.75, 3566.50, 3571.25, 3576.00, 3580.75, 3585.50, 3590.25, 3595.00
5B(M3700T-02)	3403.50, 3600.00, 3796.50	3404.25, 3411.00, 3417.75, 3424.50, 3431.25, 3438.00, 3444.75, 3451.50, 3458.25, 3465.00, 3471.75, 3478.50, 3485.25, 3492.00, 3498.75, 3505.50, 3512.25, 3519.00, 3525.75, 3532.50, 3539.25, 3546.00, 3552.75, 3559.50, 3566.25, 3573.00, 3579.75, 3586.50, 3593.25, 3600.75, 3613.50, 3620.25, 3627.00, 3633.75, 3640.50, 3647.25, 3654.00, 3660.75, 3667.50, 3674.25, 3681.00, 3687.75, 3694.50, 3701.25, 3708.00, 3714.75, 3721.50, 3728.25, 3735.00, 3741.75, 3748.50, 3755.25, 3762.00, 3768.75, 3775.50, 3782.25, 3789.00, 3795.75
5.BH(M3700T-03)	3603.50, 3700.00, 3796.50	3605.50, 3612.25, 3619.00, 3625.75, 3632.50, 3639.25, 3646.00, 3652.75, 3659.50, 3666.25, 3673.00, 3679.75, 3686.50, 3693.25, 3700.75, 3713.50, 3720.25, 3727.00, 3733.75, 3740.50, 3747.25, 3754.00, 3760.75, 3767.50, 3774.25, 3781.00, 3787.75, 3794.50
5.BL(M3500T-03)	3403.50, 3500.00, 3596.50	3405.50, 3412.25, 3419.00, 3425.75, 3432.50, 3439.25, 3446.00, 3452.75, 3459.50, 3466.25, 3473.00, 3479.75, 3486.50, 3493.25, 3500.75, 3513.50, 3520.25, 3527.00, 3533.75, 3540.50, 3547.25, 3554.00, 3560.75, 3567.50, 3574.25, 3581.00, 3587.75, 3594.50
5C(M3500T-04)	3405.00, 3600.00, 3795.00	3414.75, 3424.50, 3434.25, 3444.00, 3453.75, 3463.50, 3473.25, 3483.00, 3492.75, 3502.50, 3512.25, 3522.00, 3531.75, 3541.50, 3551.25, 3561.00, 3570.75, 3580.50, 3590.25, 3609.75, 3619.50, 3629.25, 3639.00, 3648.75, 3658.50, 3668.25, 3678.00, 3687.75, 3697.50, 3707.25, 3717.00, 3726.75, 3736.50, 3746.25, 3756.00, 3765.75, 3775.50, 3785.25
5.CH(M3700T-04)	3605.00, 3700.00, 3795.00	3612.25, 3622.00, 3631.75, 3641.50, 3651.25, 3661.00, 3670.75, 3680.50, 3690.25, 3709.75, 3719.50, 3729.25, 3739.00, 3748.75, 3758.50, 3768.25, 3778.00, 3787.75
5.CL(M3500T-05)	3405.00, 3500.00, 3595.00	3412.25, 3422.00, 3431.75, 3441.50, 3451.25, 3461.00, 3470.75, 3480.50, 3490.25, 3509.75, 3519.50, 3529.25, 3539.00, 3548.75, 3558.50, 3568.25, 3578.00, 3587.75

4. 맺음말

지금까지 WiMAX RPT 시험환경과 시험규격에 대해서 살펴보았다. 현재 WiMAX RPT 시험은 Free-space

환경에서만 진행되고 있다. 하지만 근시일 안에 단말기의 실제 사용환경을 고려한 phantom 조건 시험이 시작될 예정이다. 지금까지 대부분의 WiMAX 단말은 노트북이나 노트북에 연결해서 사용하는 USB Dongle,

Express 카드 타입이었으나 향후에는 VoIP 음성통화까지 지원되는 스마트폰 형태를 가질 것으로 예상되기에 phantom 환경시험의 중요성은 더욱 증대될 것으로 판단된다.

그리고 아직까지 WiMAX RPT 시험은 시험결과에 대한 Pass, Fail 기준이 없다. 이는 WiMAX 기술이 기존의 이동통신 기술과 많은 차이를 가진 새로운 기술로서 Reference 데이터를 얻기 힘들었기 때문인데, 최근 WiMAX Forum은 지난 1년 동안 시험된 단말기들의 시험 데이터를 취합해 합리적인 Pass, Fail 기준 마련을 위한 연구작업을 진행하고 있으며 곧 결과를 발표할 예정이다.

TTA 시험인증연구소는 국내에서 유일하게 WiMAX RPT 시험환경을 구축 운영하고 있으며 향후에도 지속적으로 WiMAX Forum 시험규격 변화에 대응해가면서 국내 WiMAX 산업 발전을 위한 노력을 계속해 나갈 것이다.

[참고문헌]

- [1] WiMAX Forum, WiMAX Forum Radiated Performance Tests(RPT) for Subscriber and Mobile Stations v.1.0.0
- [2] CTIA, Test Plan for Mobile Station Over the Air Performance v.3.0 **TTA**

정보통신용어해설

8B10B

8B10B [기초]

라인코딩방식의 일종으로 8비트 심볼을 10비트로 변환하는 코딩방식.

DC Balance와 비트 동기를 용이하게 하기위해 되도록이면 1과 0이 자주 교대로 변화될 수 있게 한다. 하위 5비트는 6비트 그룹으로 상위 3비트는 4비트 그룹으로 나누어 코딩하되 전송은 두 그룹을 연결하여 10비트로 전송한다. 기가비트 이더넷, USB 3.0, VLC 등에서 사용된다.

