

# CTIA OTAP 인증시험 개요 및 동향

**최두정** TTA 시험인증연구소 이동통신시험인증단 이동통신시험인증3팀 선임연구원

**강성훈** TTA 시험인증연구소 이동통신시험인증단 이동통신시험인증3팀 선임연구원

**김영화** TTA 시험인증연구소 이동통신시험인증단 이동통신시험인증3팀 팀장



## 1. 머리말

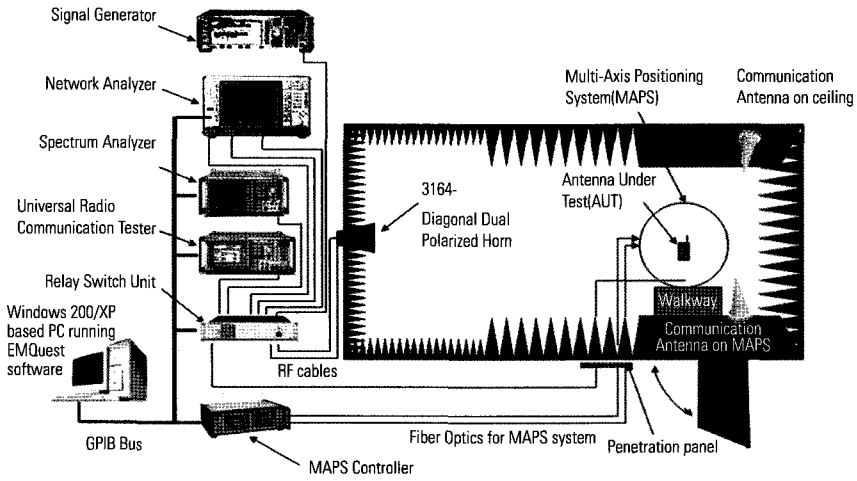
TTA는 2011년 9월 30일 휴대폰 방사성능시험(Over The Air Performance Testing)에 대해 북미 CTIA Cellular Telecommunication and Internet Association)로부터 국제공인시험소 자격을 획득하였다. CTIA는 북미 무선통신 및 인터넷 산업체를 대표하는 비영리 단체로서 회원사 이익 대변, 무선서비스 보급 확산, CTIA 인증프로그램 운영 등 다양한 활동을 펼치고 있다. CTIA 인증프로그램의 한 분야인 OTAP는 휴대폰의 방사성 송수신 특성을 시험하는 것으로, 휴대폰이 북미시장에 진입하기 위해서는 반드시 통과해야 하는 중요한 시험이다. 본 시험은 CTIA OTAP Test Plan v3.1 규격에 기반하며, v3.1은 과거 공식 버전이었던 v2.2.2 공표 이래 2년 만에 개정되어 마침내 2011년 1월에 공표되었다. v3.1 규격에는 Assisted GPS 수신감도 시험, Hand Phantom 시험조건, Notebook Form Factor 측정 방법, 북미 AWS(Advanced Wireless Services) 밴드(FDD IV 1.7GHz) 추가, 이렇게 네 분야가 신규로 포함되었다. 이에 따라 기존 v2.2.2 기반 CTIA 국제공인시험소들은 보유하고 있는 시험설비를

신규 v3.1규격에 따라 업그레이드하여 CTIA로부터 재인정 심사를 받아야 한다. TTA는 v3.1 시험설비를 신속히 구축하여 세계 최초로 CTIA로부터 인정심사를 받았으며, 마침내 지난 9월에 v3.1 국제공인시험소 자격을 획득하였다.

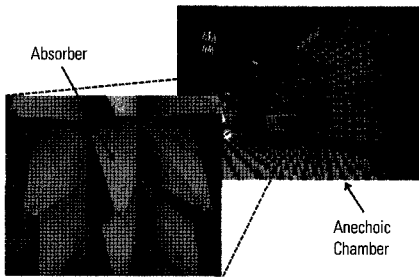
CTIA는 OTAP v2.2.2 규격이 v3.1 규격으로 원만하게 전환될 수 있도록 2011년 12월 15일까지 v2.2.2 규격과 v3.1 규격을 혼용할 수 있게 하였다. 단, 12월 16일부터는 반드시 v3.1 규격으로 OTAP 시험을 수행해야 한다. 이에 TTA는 국내 산업체에게 최신 규격정보를 제공하고자 본 고를 통해 CTIA OTAP Test Plan v3.1 인증시험 개요를 소개하고자 한다.

## 2. 시험 환경

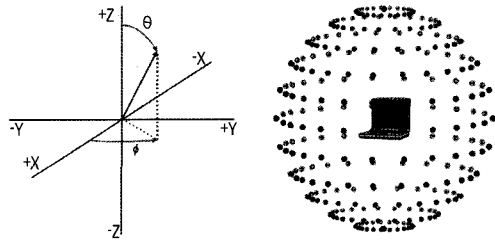
OTAP 시험환경은 [그림 1]과 같이 전자파 무반사실(Anechoic Chamber)과 측정장비로 구분된다. 전자파 무반사실 벽면에는 [그림 2]와 같이 전자파 흡수를 돕는 특수 재질의 흡수체(Absorber)가 부착되어 챔버 내의 반사와 영향을 최소화하여 DUT(Device Under Test) 고유의 송수신 특성을 측정할 수 있도록



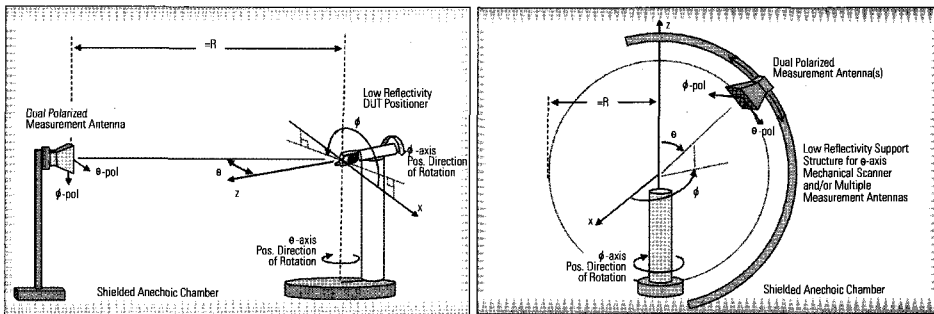
[그림 1] OTAP 시험환경



[그림 2] 전자파 무반사실 내부 및 흡수체(Absorber)



[그림 3] DUT 전 방향에 대한 3차원 구 좌표



[그림 4] Combined Axis System(왼쪽) 및 Distributed Axis System(오른쪽) 구성

둔는다. DUT와 측정안테나 사이의 거리는 Far Field를 보장할 수 있도록 충분히 떨어져 있어야 하며, 이 Far Field를 보장하기 위한 DUT와 측정안테나 사이의 거리에 따라 무반사실 챔버 크기가 결정된다. Far Field를 보장하는 휴대폰과 측정안테나 사이의 최소 거리를 Minimum Measurement Distance( $R$ )라 하며,  $R$ 은 측

정하고자 하는 주파수와 DUT의 최대 Dimension( $D$ )에 따라 결정된다. TTA에서 측정 가능한 주파수 범위는 700MHz~6GHz이며, DUT 최대 Dimension(Quiet Zone Diameter)은 60cm이다.

DUT 전 방향에 대한 송수신 특성 [그림 3]을 측정하기 위해서는 Combined Axis 방식과 Distributed

〈표 1〉 측정장비 구성 및 기능

구성	기능
Base Station Emulator	기지국 Emulation, Residual BER(GSM)/Block Error Rate(GPRS, EGPRS)/BER(UMTS) 측정
Signal Analyzer	DUT 송신 파워(EIRP) 측정
Network Analyzer	Range Reference (DUT와 측정장비 포트 사이의 Path Loss) 측정
Signal Generator	GPS 신호 송신
Relay Switch Unit	측정 경로 설정
MAPS Controller	DUT 거치대를 3차원 전 방위각으로 회전

Axis 방식이 있다[그림 4]. Combined Axis 방식은 DUT와 측정안테나 사이의 거리 R이 챔버 길이 (Length)에서만 보장되던 되지만, Distributed Axis 방식은 거리 R이 챔버 길이와 높이(Height) 모두에서 보장되어야 한다. 따라서, 대부분 Combined Axis 방식을 적용하여 OTAP 시스템을 구축한다. 측정장비 구성 과 그 기능은 〈표 1〉과 같다.

### 3. 시험 항목

CTIA OTAP Test Plan v3.1은 CDMA/GSM/GPRS/EGPRS/UMTS 기술에 대해 TRP(Total Radiated Power), TIS(Total Isotropic Sensitivity), ICS(Intermediate Channel Sensitivity) 시험을 요구한다. 만약, DUT에 Assisted GPS 기능이 탑재되면 DUT의 GPS 수

신감도 시험도 추가로 시험해야 한다. TRP, TIS, A-GPS 시험은 Pass/Fail 판정기준이 없으며, 측정된 값은 정보 로써만 제공된다. ICS 시험은 Pass/Fail 판정기준이 있다.

#### 3.1. TRP

DUT 안테나를 통해 방사되는 총 전력량을 TRP라 한다. TRP를 측정하기 위해서는 DUT를 둘러싼 3차원 구 좌표에서 방사되는 각각의 EIRP(Effective Isotropic Radiated Power)값을 Theta 15°, Phi 15° 간격으로 측정하고, 이 값들에 Sin-Theta Weighted Average 방식을 적용하여 TRP 값을 수식으로 계산한다. Dual Polarized 측정 안테나를 통해 각각의 방위각에 대해 측정된 EIRP Theta 값과 EIRP Phi 값을 이용해 TRP를 계산하는 방법은 다음과 같다. TRP에서는 N=12, M=24 이다.

$$TRP \cong \frac{\pi}{2NM} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} [E_i RP_{\theta}(\theta_i, \phi_j) + E_i RP_{\phi}(\theta_i, \phi_j)] \sin(\theta_i)$$

TRP 시험은 DUT가 지원하는 모든 무선기술에 대해 시험하여야 한다. DUT가 GSM, GPRS, EGPRS, UMTS 기술을 지원한다고 가정했을 때 각 기술에 대한 TRP 시험조건은 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 GSM, GPRS, EGPRS, UMTS TRP 시험 조건

측정 조건	GSM, GPRS, EGPRS	UMTS
채널	GSM 850 Band : 128, 190, 251 GSM 1900 Band : 512, 661, 810	Band V(UMTS 850) : 4132 <sub>rx</sub> /4357 <sub>rx</sub> , 4183/4408, 4233/4458 Band III(UMTS 1900) : 9262/9662, 9400/9800, 9538/9938 Band IV(UMTS 2100/1700) : 1312/1537, 1413/1638, 1513/1738
DUT 파워	Maximum at Device Power Class	
Phantom <sup>1)</sup>	FS/BHR/BHL/BHHR/HR (단, GPRS/EGPRS는 VoIP 지원 시에만 Head Phantom 조건 시험) 안테나 Extended/Retracted(if available)	
Theta, Phi 회전각 간격	Theta 15° (15°~165°), Phi 15° (0°~345°)	
측정 Point 수	264개 (11개(Theta) X 24개(Phi))	
측정 EIRP값 수	528개 (264개(Theta Polarization) + 264개(Phi Polarization))	

1) Phantom 조건에 대한 자세한 설명은 4절 참조

〈표 3〉 GSM, GPRS, EGPRS, UMTS TIS 시험 조건

측정 조건	GSM	GPRS	EGPRS	UMTS <sup>2)</sup>
DUT Target Error Rate	Class II Residual BER 2.44%	Block Error Rate 10%		Bit Error Rate 1.2%
채널	TRP 시험과 동일			
DUT 파워	TRP 시험과 동일			
Phantom	TRP 시험과 동일			
Theta, Phi 회전각 간격	Theta 30° (30°~150°), Phi 30° (0°~330°)			
측정 Point 수	60개 (57개(Theta) X 12개(Phi))			
측정 EIS값 수	120개 (60개(Theta Polarization) + 60개(Phi Polarization))			

CTIA는 DUT 방사 송신특성으로 TRP 값과 더불어 특정 Theta 각 범위 내의 총 전력량을 의미하는 NHPRP(Near-Horizon Partial Radiated Power) 값을 성적서에 기입할 것을 요구하고 있다. CTIA가 요구하는 특정 Theta 각 범위는 +/-45°(NHPRP<sub>+/-45</sub>)와 +/-30°(NHPRP<sub>+/-30</sub>)이다.

### 3.2. TIS

TIS는 DUT의 수신성능을 지표화한 값으로, DUT가 특정 BER(Bit Error Rate)을 만족하는 DUT의 최소 수신신호 레벨을 의미한다. DUT의 수신신호 레벨을 측정하기 위해 기지국은 충분히 높은 파워로 데이터를 전송하고 DUT로부터 피드백되는 Loop Back Data를 이용해 DUT에 도달하는 BER을 계산하게 된다. 만약, DUT에 도달하는 BER이 Target BER보다 우수할 경우, 기지국은 송신신호 세기를 낮춰가며 이러한 Loop Back Data BER 계산을 반복한다. 이러한 절차를 반복하여 마침내 Target BER에 도달하게 되면 이때의 DUT 수신신호 레벨을 해당 방위각에서의 EIS(Effective Isotropic Sensitivity) 값으로 기록하게 된다. TRP에서와 같이 TIS 값을 계산하기 위해서는 DUT를 둘러싼 3차원 구 좌표 방위각에서 EIS 값을 모두 측정해야 한다. 단, EIS는 Theta 30°, Phi 30° 간격으로 측정한다.

다. TIS 값은 이러한 간격으로 측정된 EIS 값들에 Sin-Theta Weighted Average 방식을 적용하여 수식으로 계산한다. Dual Polarized 측정 안테나를 통해 각각의 방위각에 대해 측정된 EIS Theta 값과 EIS Phi 값을 이용해 TIS를 계산하는 방법은 다음과 같다.

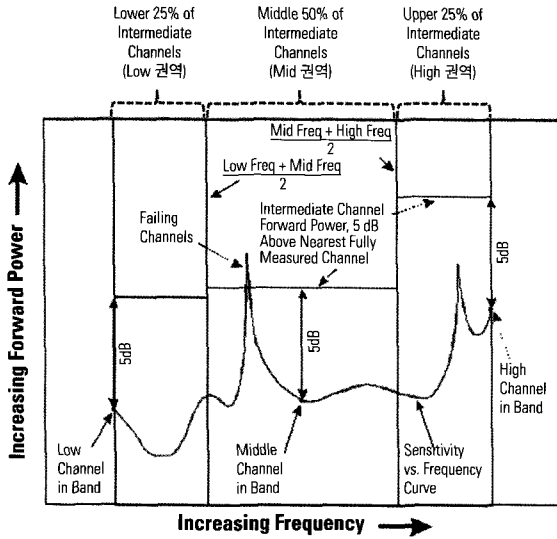
TIS에서는 N=6, M=12이다.

$$TIS \cong \frac{2NM}{\pi \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \left[ \frac{1}{EIS_{\theta}(\theta_i, \phi_j)} + \frac{1}{EIS_{\phi}(\theta_i, \phi_j)} \right]} \sin(\theta_i)$$

TIS 시험은 DUT가 지원하는 모든 무선기술에 대해 시험하여야 한다. DUT가 GSM, GPRS, EGPRS, UMTS 기술을 지원한다고 가정했을 때 각 기술에 대한 TIS 시험조건은 〈표 3〉과 같다.

CTIA는 DUT 방사성 수신성능으로 TIS 값과 더불어 특정 Theta 각 범위 내의 수신감도인 NHPIS(Near-Horizon Partial Isotropic Sensitivity) 값을 성적서에 기입할 것을 요구하고 있다. CTIA가 요구하는 특정 Theta 각 범위는 +/-45°(NHPIS<sub>+/-45</sub>)와 +/-30°(NHPIS<sub>+/-30</sub>)이다.

2) UMTS DUT가 Two-Branch Receive Diversity를 지원할 경우, Primary Receiver와 Secondary Receiver 각각에 대해 TIS, ICS 시험을 진행한다. 이 때, 시험 대상인 Receiver를 제외한 다른 Receiver는 Disable되어야 한다.



[그림 5] ICS 시험 개념도

### 3.3. ICS

ICS 시험은 DUT가 지원하는 모든 주파수에서 수신감도의 추이를 살펴보고 수신감도가 열화되는 주파수 범위를 알아보기 위해 실시하는 시험이다. 앞서 설명한 TIS 시험은 DUT가 지원하는 주파수 범위 중, Low, Mid, High 주파수 세 곳을 특정하여 시험한 반면, ICS 시험은 모든 주파수 범위에서 수신감도를 측정하는 것이 특징이다. ICS 시험은 아래 단계에 따라 실시한다.

- (Step 1) [그림 5]와 같이 주파수를 Low 권역(Lower 25% 주파수 대역), Mid 권역(Middle 50% 주파수 대역), High 권역(Upper 25% 주파수 대역)으로 분류한다.
- (Step 2) TIS 시험에서 얻어진 모든 방위각에 대한 Low 밴드 EIS Theta, EIS Phi 값들 중, EIS 값이 가장 좋은 방위각(Theta<sub>i</sub>, Phi<sub>i</sub>)과 Polarization을 정한다.
- (Step 3) 해당 방위각(Theta<sub>i</sub>, Phi<sub>i</sub>)에 DUT를 위치시키고, Low 권역 주파수에 대해 EIS 값을 측정한다. 측정안테나는 Step 2에서 정한 Polarization 방향의 안테나만 Enable하고 EIS 값을 측정한다.

- (Step 4) 이렇게 측정된 Low 권역 주파수에 대한 EIS 값들과 Low 밴드에서 측정된 EIS 값을 비교한다.
- (Step 5) Low 밴드에서 측정된 EIS 값 대비 5dB 이상 수신감도가 열화된 EIS 값이 있을 경우 해당 주파수에 성능열화가 있는 것으로 판단하고 Low 권역을 FAIL로 판정한다. 5dB 이상 성능 열화된 주파수 대역이 한군데도 없어야 해당 Low 권역을 PASS로 판정할 수 있다.
- (Step 6) Mid 권역, High 권역에 대해 Step 2~Step 5를 반복한다.

ICS 측정 채널 및 Phantom 시험 조건은 <표 4>와 같다.

<표 4> GSM, GPRS, EGPRS, UMTS ICS 시험 조건

측정 조건	GSM	GPRS	EGPRS	UMTS
채널	Mid를 중심으로 200KHz 간격으로 Low에서 High에 이르기까지 모두 측정			Downlink Mid를 중심으로 2.4MHz 간격으로 Low에서 High에 이르기까지 모두 측정
Phantom	TIS 시험과 동일			

### 3.4. A-GPS 수신감도 시험

A-GPS 수신감도 시험은 다음과 같이 네 가지로 구성된다.

- GPS 3차원 C/N<sub>0</sub> (Carrier to Noise Ratio) 측정
- RSS(Received Signal Strength) Linearization 측정
- GPS 수신감도(TIS, UHIS, PIGS) 측정
- GPS ICD(Intermediate Channel Degradation) 측정

#### 3.4.1. GPS 3차원 C/N<sub>0</sub> 측정

DUT의 GPS 수신기에 도달하는 GPS 신호 C/N<sub>0</sub> (Carrier to Noise Ratio)를 측정하는 시험이다. DUT를 중심으로 3차원 구 좌표에 대해 Theta 30°, Phi 30° 간격으로 측정한다. C/N<sub>0</sub> 값은 DUT가 계산한 값을 GSM/UMTS 통신채널을 통해 BSE(Base Station Emulator)가 전달 받아 기록한다. GPS 송신기 신호

는 위성 신호를 사용할 수 없으므로, GPS 송신신호를 에뮬레이션 할 수 있는 Signal Generator를 이용하여 GPS 송신신호를 발생한다. 본 시험은 GSM과 UMTS Mid 채널에 대해 각각 실시하며, GSM/UMTS DUT 파워세기는 배터리 소모를 최소화하기 위해 최대 파워보다 10dB 이상 낮은 값으로 설정한다. Free Space에서는 시험하지 않으며, Phantom은 BHHR, HR에 대해서만 실시한다.

### 3.4.2. RSS Linearization 측정

GPS 송신신호 레벨에 따른 DUT GPS 수신기에 도달하는 GPS 신호 C/N<sub>0</sub>를 측정하는 작업이다. 이렇게 측정된 자료는 3차원 구 좌표 전 방위각에 대한 GPS EIS 값을 계산하는데 활용된다. RSS Linearization 측정방법은 다음과 같다.

- (Step 1) Upper Hemisphere 범위 내에서 C/N<sub>0</sub> Theta, C/N<sub>0</sub> Phi 값들 중, C/N<sub>0</sub> 값이 가장 좋은 한 개의 방위각(Theta<sub>Max over UH</sub>, Phi<sub>Max over UH</sub>)과 Polarization을 정한다.
- (Step 2) 해당 방위각(Theta<sub>Max over UH</sub>, Phi<sub>Max over UH</sub>)에 DUT를 위치시킨다.
- (Step 3) Step 1에서 정한 Polarization 안테나를 통해 GPS 송신신호를 -130dBm으로 송출한다.
- (Step 4) DUT GPS 수신기에 도달하는 GPS 신호 C/N<sub>0</sub> 값을 기록한다.
- (Step 5) Step 3의 GPS 송신신호 레벨을 1dB씩 낮춰가며, Step 4를 반복한다. 만약 GPS 신호 C/N<sub>0</sub> 값이 0이면 Step 5를 종료한다.

### 3.4.3. GPS 수신감도(TIS, UHIS, PIGS) 측정

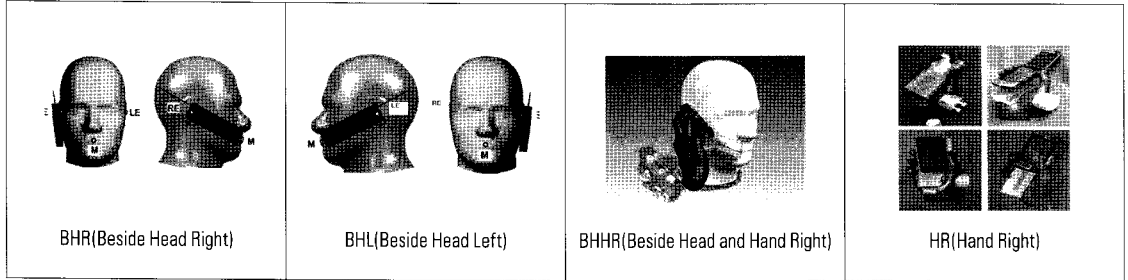
DUT GPS 수신기에 도달하는 GPS 수신감도를 측정하는 시험이다. 수신감도로 TIS, UHIS(Upper Hemisphere Isotropic Sensitivity), PIGS(Partial Isotropic GPS Sensitivity) 이렇게 세가지 값을 도출

한다. UHIS는 DUT의 Upper Hemisphere에 해당하는 Theta 0°~90° 범위의 수신감도를 의미하며, PIGS는 Theta 0°~120° 범위의 수신감도를 의미한다. 3.2절에 소개한 GSM/UMTS TIS 시험은 Theta 30°, Phi 30° 간격으로 3차원 구 좌표 전 방위각에 대해 EIS 값을 직접 측정한다. 반면, GPS TIS 시험은 Upper Hemisphere 범위 내에서 C/N<sub>0</sub> 값이 가장 좋은 한 개의 방위각(Theta<sub>Max over UH</sub>, Phi<sub>Max over UH</sub>)과 Polarization에 대해 EIS 값을 직접 측정하고, 나머지 방위각들에 대한 EIS 값은 수식을 통해 계산하는 것이 특징이다. RSS Linearization 측정(3.4.2절)과 GPS 3차원 C/N<sub>0</sub> 측정(3.4.1절)에서 얻어진 데이터 값, 그리고 (Theta<sub>Max over UH</sub>, Phi<sub>Max over UH</sub>) 방위각에서 직접 측정한 EIS 값이 3차원 전 방위각에 대한 EIS 값을 계산하는데 활용된다. 본 시험은 GSM과 UMTS Mid 채널에 대해 각각 실시하며, GSM/UMTS DUT 파워세기는 Device Power Class의 최대 값으로 설정한다. Free Space에서는 시험하지 않으며, Phantom은 BHHR, HR에 대해서만 실시한다.

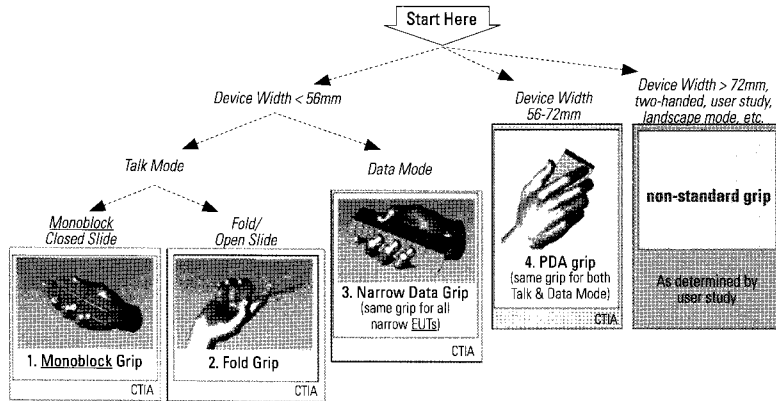
### 3.4.4. GPS ICD 측정

DUT의 GSM/UMTS 신호가 DUT GPS 수신기 성능에 미치는 영향을 판단하기 위해 실시하는 시험이다. Free Space에서는 시험하지 않으며, Phantom은 BHHR, HR에 대해서만 실시한다. 시험 방법과 시험 조건은 다음과 같다.

- (Step 1) Upper Hemisphere 범위 내에서 C/N<sub>0</sub> Theta, C/N<sub>0</sub> Phi 값들 중, C/N<sub>0</sub> 값이 가장 좋은 한 개의 방위각(Theta<sub>Max over UH</sub>, Phi<sub>Max over UH</sub>)과 Polarization을 정한다.
- (Step 2) 해당 방위각(Theta<sub>Max over UH</sub>, Phi<sub>Max over UH</sub>)에 DUT를 위치시킨다.
- (Step 3) GSM/UMTS 채널을 Mid로 설정하고 신호 세기를 Device Power Class의 최대 값으로 설정한다.
- (Step 4) DUT GPS 수신기에 도달하는 GPS 신호 C/



[그림 6] Phantom 조건



[그림 7] Hand Phantom Grip 선택 지침

- No 값을 기록한다. 이 때, GPS 송신신호는 Step 1에서 정한 Polarization Antenna를 통해서만 송출한다.
- (Step 5) Step 3의 GSM/UMTS 채널을 Mid에서 다른 값으로 변경해가며 Step 4를 반복한다. GSM 채널은 Mid를 중심으로 200KHz 간격으로 Low에서 High에 이르기까지 변경하고 UMTS 채널은 Mid를 중심으로 2.4MHz 간격으로 Low에서 High에 이르기까지 변경한다.
- (Step 6) Step 5를 마치면 GSM/UMTS 전 대역에 대한 GPS 수신 C/N<sub>0</sub> 값을 알 수 있으며, GSM/UMTS 어떤 채널에서 GPS 수신 C/N<sub>0</sub> 값이 가장 열화되는지 알 수 있다.
- (Step 7) GPS 수신 C/N<sub>0</sub> 값이 가장 열화되었을 때의 C/N<sub>0</sub> 값과 GSM/UMTS Mid 채널일 때의 C/N<sub>0</sub> 값의 차이(dB)를 시험성적서에 기록한다.

#### 4. Phantom 조건


CTIA는 실제적인 휴대폰 사용환경을 반영하기 위하여 DUT stand alone의 Free Space 시험조건은 물론 SAM(Specific Anthropomorphic Mannequin, 인체 특성을 모사한 마네킹) Head & Hand Phantom 조건에서 OTAP를 시험하도록 요구하고 있다. 규격에서 요구하는 Head & Hand Phantom 조건은 [그림 6]과 같다.

CTIA는 DUT 사이즈 및 사용 Mode(Talk Mode/Data Mode)에 따라 Hand Phantom Grip을 Monoblock Grip, Fold Grip, Narrow Data Grip, PDA Grip 4가지로 분류하였다. Hand Phantom 사용 시, 반드시 [그림 7]의 지침에 따라 Hand Phantom Grip을 선택해야 한다.

## 5. 맺음말

이상 CTIA OTAP Test Plan v3.1 규격에 대해 소개하였다. TTA는 현재 v3.1 규격에 준하는 OTAP 시험설비를 갖추고 공식 시험서비스 제공을 위해 준비 중에 있으며, 오는 12월 16일부터 본격적으로 시험서비스를 제공할 예정이다. 아울러, CTIA OTAP 워킹그룹 활동을 통해 CTIA 최신 규격동향을 파악하여 시험소 운영에 즉각 활용하여 국내 제조사가 원활히 OTAP 시험을 받을 수 있도록 지속적으로 노력할 계획이다.

### [참고문헌]

- [1] CTIA, 'Test Plan for Mobile Station Over The Air Performance v3.1,' Jan. 2011
- [2] 강성훈, 'WiMAX RPT 시험인증기술동향,' TTA 저널, 제 127호, pp.100-105, 2010년 1월 

### 정보통신 용어해설

## 시큐어 코딩

Secure Coding [컴퓨터]



소프트웨어를 개발할 때 보안 부분에 취약함이 있을 수 있는 부분을 보완해 개발한 프로그램.

시큐어 코딩은 개발하는 소프트웨어가 복잡해짐으로 인해 보안 상 취약점이 발생할 수 있는 부분을 보완하여 프로그래밍하는 것으로 안전한 소프트웨어를 개발하기 위해 지켜야 할 코딩 규칙과 소스 코드 취약 목록이 포함된다. 실제 미국은 지난 2002년 연방정보보안 관리법(FISMA)을 제정해 시큐어 코딩을 의무화했고, 마이크로소프트는 윈도 비스타를 개발할 때 시큐어 코딩을 도입했다.

