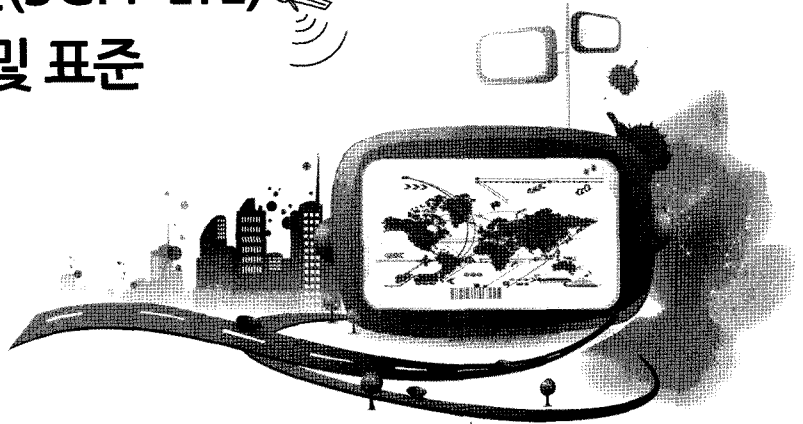


# 차세대 이동통신(3GPP LTE) 재난 통신 기술 및 표준



김기영 | LG전자 이동통신기술연구소  
정성훈 | LG전자 이동통신기술연구소

## 1. 머리말

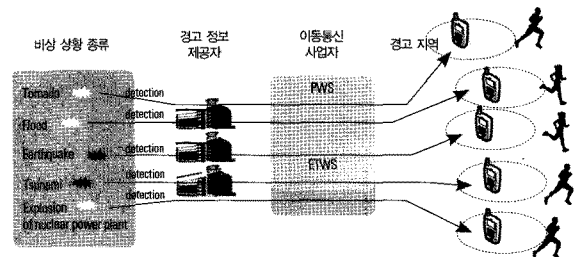
최근 지구 온난화로 인한 기후 변화로 지진, 쓰나미, 허리케인 등 대규모 재해 발생이 증가하고 있다. 또한 일부 지역에서는 대형 화재가 발생해 인명 및 재산에 큰 피해를 초래했다. 이러한 대규모 재해가 발생했을 때, 관련 피해 예상 지역에 머물고 있는 사람들에게 신속하게 재해 상황을 전달하고 대처 정보를 전달하는 것만이 인명과 재산 손실을 최소화하는 유일한 방법이다.

기존에는 사이렌, 라디오, TV 등을 통해 비상 상황을 전달했지만, 정보 전달이 신속하지 못하거나 재난 대처 방안을 효과적으로 전달하지 못하는 단점이 있었다. 이에 각국에서는 이미 국토 전 영역에 설치되어 있는 상업용 이동통신 인프라 구조를 활용하여 재난 상황을 사용자에게 신속하게 알리는 이른바 Public Warning System(PWS)에 지대한 관심을 가져왔다.

PWS는 재난/경고 상황을 감지하여 사업자에게 경고를 제공하는 경고 정보 제공자 및 경고 정보를 단말에게 직접 전달하는 이동통신 사업자에 의해 제공되는 일반적 경고 메시지 통지(Warning Notification) 시스템이다. 일본 정부는 2006년 이동통신 기술을 활용한 지

진 조기 경고 시스템에 대한 연구에 착수해 일련의 요구 조건들을 도출해 냈다. 2006년 10월, 미국 정부는 무선 이동통신 시스템을 활용한 비상 경고 시스템의 요구사항 및 제반 규제사항을 정의하기 위한 Warning Alert and Response Network법을 통과시켰다. FCC는 2007년 10월, 텍스트 기반의 미국용 PWS인 Commercial Mobile Alert Service(CMAS)에 대한 규제/요구사항 도출을 완료하였다. 3GPP는 비상 경고 시스템에 대한 일본과 미국의 요구사항이 완성된 직후 이를 3GPP 표준 규격에 반영하는 작업을 최근까지 진행해 왔다. [그림 1]은 PWS와 ETWS의 관계를 나타내고 있다.

본 고에서는 3GPP 규격에 포함된 PWS 요구사항을 소개하고, 3GPP 차세대 이동통신 시스템(LTE)에서 PWS 관련 표준 기술을 살펴본다.



[그림 1] PWS와 ETWS의 관계

## 2. 3GPP LTE의 PWS

일본의 지진 조기경보 시스템에 대한 일련의 요구사항들을 바탕으로, 3GPP는 ETWS(Earthquake Tsunami Warning System)의 요구사항 및 고려항목들을 도출해내는 작업을 시작했다. 이러한 작업은 3GPP TR 22.968[1]을 거쳐, ETWS의 요구조건이 공식화된 3GPP TS 22.168[2]을 규격화 하는데 이르렀다. 2008년 3월 3GPP SA plenary#39 회의 때 ETWS의 요구사항을 담은 3GPP TS22.168(Rel-8) 명세서가 처음 승인되었다.

또한 3GPP는 미 FCC에서 도출한 CMAS에 대한 요구조건을 바탕으로, 3GPP 명세서의 규격화를 진행하였다. 그 결과 2008년 12월 3GPP SA plenary#42회의에서, ETWS 요구사항을 정의한 TS 22.168에 CMAS에 관한 요구사항을 추가한 TS 22.268(Rel-9)[3]이 승인되었다.

### 2.1 3GPP 표준의 PWS 요구사항

이 절에서는 PWS의 요구사항에 대해 살펴본다. PWS 경고 메시지는 다음과 같은 내용으로 구성된다.

- 경고 내용(이벤트)
- 경고 영향을 받는 지역
- 경고 대처 관련 정보(예: 도피 장소 정보)
- 경고 유효성의 만료 시간
- 경고 기관
- 기타 규제 당국의 요구사항과 관련된 추가 정보

#### 2.1.1 경고 메시지 통지에 대한 일반적 요구 사항

PWS 경고 메시지를 단말에게 통지하는 것과 관련한 일반적인 요구사항은 다음과 같다.

- PWS는 다수의 사용자에게 비승인 메시지 형태(unacknowledged)로 전달될 수 있어야 한다.
- PWS는 여러 경고 메시지의 동시(concurrent) 전송을 지원해야 한다. 현재 이 요구사항은 CMAS 지원 단말

에게만 해당된다.

- 경고 메시지는 경고 통지 제공자(Warning Notification Provider)가 정하는 지리적 정보에 기반한 통지 영역(Notification Area)에 방송되어야 한다.
- PWS를 지원하는 단말은 휴지(idle) 모드에서 경고 메시지를 수신할 수 있어야 한다.
- 경고 메시지는 규제 당국이 정하는 언어의 형태로 전달될 수 있어야 한다.
- 경고 메시지의 통지는 현재 진행 중인 음성 또는 데이터 세션을 차단해서는 안된다.
- 경고 메시지 통지는 사용자들의 즉각적인 행동이 필요한 매우 위험한 상황에서만 이루어져야 한다.

#### 2.1.2 PWS 지원 단말의 일반적 요구사항

PWS를 지원하는 단말은 다음과 같은 요구 사항을 만족시켜야 한다.

- 화면 표시(Display): 경고 메시지는 사용자의 개입 없이 화면에 표시되어야 한다.
- 경고 표시(Alerting indication): 단말의 다른 경고와는 구별되는 경고 표시(특별한 소리와 진동)를 지원해야 하며, 경고 표시는 사용자의 개입 때까지 계속되어야 한다.
- 중복 수신 메시지 제거(Automatic suppress duplicate notifications): 중복된 경고 메시지는 단말이 검출하여 무시할 수 있어야 한다.
- 경고 통지 기능의 활성화/비활성(Enabling/disabling of Warning Notification): 사용자가 사용자 인터페이스(UI)를 통해 일부 또는 전체 경고 통지를 비활성시킬 수 있어야 한다.
- 로밍(Roaming): Home PLMN에서 경고 메시지를 수신할 수 있는 단말은, 방문한 PLMN(VPLMN)에 로밍 중에도 경고 메시지를 수신할 수 있어야 한다.
- 보안(Security): 인증된 소스로부터 수집한 PWS 경고

메시지만 통지해야 한다. 경고 통지 메시지의 무결성(integrity)는 보호되어야 한다.

- 규제(Regulatory): 일반적으로 PWS는 지역적 규제 당국의 지배를 받으며 서로 다른 PLMN이 제공하는 PWS, 또는 같은 PLMN 내 서로 다른 지역이 제공하는 PWS는 다를 수 있다.

### 2.1.3 ETWS 추가 요구사항

PWS 지원 단말의 일반적 요구사항 외에 <표 1>에 ETWS 고유의 요구사항은 다음과 같다[2].

<표 1> ETWS 요구사항

분류	요구사항
메시지 전달 소요 시간	· Primary Notification은 PLMN 내에서 congestion 상황에서도 4초 이내 전송
메시지 내용 및 크기	· 지진, 쓰나미 이벤트를 지원 · 비상 상황을 알리는 작은 크기의 Primary Notification과 기타 정보를 담은 큰 크기의 Secondary Notification로 구성 · 경고 알림 방법(팝업, 소리, 진동)을 지시 가능
메시지 우선순위	· Primary Notification은 Secondary Notification보다 높은 우선 순위를 가지고 전송됨

### 2.1.4 CMAS 추가 요구사항

CMAS 고유의 요구사항은 다음과 같다[3].

- 경고 메시지의 타입으로 3가지를 지원해야 함: 'Presidential', 'Imminent Threat', 'Child Abduction Emergency'
- CMAS 지원 단말은 사용자가 'Imminent Threat', 'Child Abduction Emergency' 를 경고 알림 대상에서 제외 가능해야 함. 'Presidential' 경고가 방송될 때에는 반드시 표시되어야 한다.
- 경고 메시지는 영문자 90개까지 포함할 수 있다.

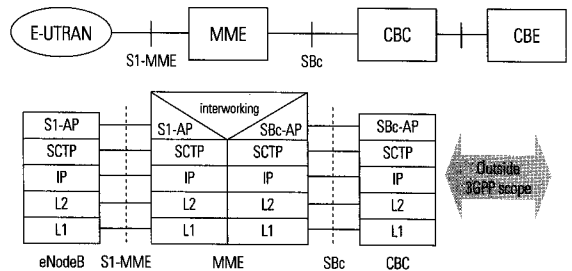
### 2.1.5 단말의 PWS 지원

단말이 PWS를 지원하는지 여부는 통신 사업자의

정책 또는 관련 규제 당국의 요구사항에 달려 있다. 3GPP 표준 관점에서 PWS 지원 여부는 의무사항이 아니다. 3GPP E-UTRA 단말의 경우, ETWS는 Rel-8 단말부터 지원 가능하며, CMAS는 Rel-9 단말부터 지원할 수 있다. 일반적으로 ETWS와 CMAS는 서로 다른 규제 당국에 의해 요구사항을 반영하는 것이므로, 단말의 CMAS의 지원과 ETWS의 지원은 독립적이다.

## 2.2 PWS의 3GPP망 액세스를 위한 아키텍처

PWS 경고 메시지는 3GPP TS 23.041[4]에 정의된 Cell Broadcast Service 메커니즘을 통해 단말에게 전달된다. Cell Broadcast Service는 영역 내의 단말들에게 답신이 필요 없는(unacknowledged) 메시지를 방송한다. [그림 2]는 PWS를 위한 3GPP 아키텍처 alc 프로토콜 계층도이다. CBS 메시지는 Cell Broadcast Entity(CBE)들로부터 나오며, CBE들은 해당 Cell Broadcast Centre(CBC)에 연결된다. MME는 warning 메시지 전달을 위해 CBC와 SBc 인터페이스로 연결된다. CBS 메시지는 통지 영역에 포함된 셀들로 방송되고, 단말은 이 CBS 메시지를 수신한다.



[그림 2] PWS 위한 3GPP 아키텍처 및 프로토콜 계층도

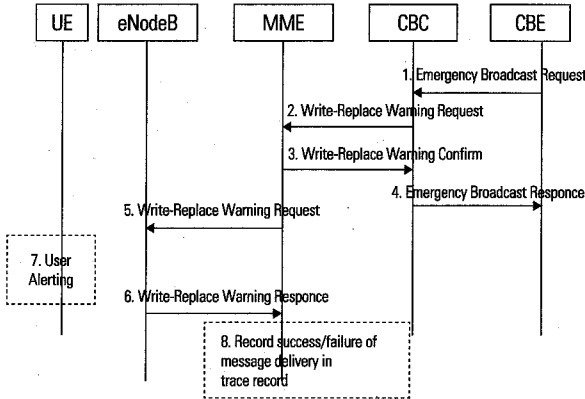
## 2.3 3GPP LTE에서의 PWS 메시지 전달

### 2.3.1 PWS 경고 메시지 전달 절차

본 단락에서는 3GPP E-UTRAN에서 PWS 경고 메시지가 CBE로부터 단말에게 전달되는 과정을 3GPP

TS23.401[5]의 내용을 바탕으로 간략히 서술한다.

PWS 경고 메시지는 MME를 거쳐 eNB들로 방송이 된다. eNB는 수신한 PWS 경고 메시지를 Cell broadcast를 통해 단말에게 전달하기 위해 PWS 경고 메시지를 방송 정보에 스케줄링을 하고 이를 단말에게 알린다.



[그림 3] PWS 경고 메시지의 전달 절차

1. CBE는 PWS 비상 정보를 수집해 CBC에게 비상 상황 정보를 전달한다. CBE은 정부 또는 사설 기관일 수 있다. 비상 정보는 경고의 종류와 내용 그리고 경고 대상 지역, 경고 발생/지속 시간 등을 포함할 수 있다.
2. CBC는 PWS 경고 메시지 및 메시지의 속성을 담은 Write-Replace Warning Request 메시지를 MME에게 전달한다. CBC는 CBE로부터 수신한 경고 대상 지역 정보로부터 PWS 경고 메시지를 보낼 MME를 선택한다.
3. MME는 CBC에게 Write-Replace Warning Request에 대한 응답으로 Write-Replace Warning Confirm을 보낸다.
4. CBC가 Write-Replace Confirm을 수신하면, 경고 메시지가 PLMN으로 전달되기 시작했다는 것을 CBE에게 전달한다.
5. MME는 경고 대상 지역에 속한 eNB들에게 Write-Replace Warning Request를 전달한다.
6. eNB는 수신한 경고 메시지의 속성에 따라 경고 메시지를 셀들에 방송하고, MME에게 경고 메시지 방송 사실을 확인 시킨다.

7. 단말이 경고 메시지를 수신하면 경고 메시지의 타입(예: 지진, 쓰나미 등) 및 메시지 내용을 즉시 사용자에게 알린다. 단말은 메시지의 중복 수신시 발생할 경우 이를 검출(duplicate detection)한다. ETWS 경고 메시지에 대해, 단말은 primary notification와 secondary notification에 대해 독립적으로 중복으로 수신시 되었는 지를 확인한다.

8. MME가 수신한 Write-Replace Warning Response로부터 경고 메시지 방송/실패 여부를 확인한 후 이를 trace record에 기록하여 O&M시스템이 이를 참조할 수 있도록 한다.

Rel-8과 비교해 볼 때, Rel-9에 새롭게 추가된 CMAS를 지원하기 위해 3GPP TS 36.413[6]의 SIAP Write-Replace Warning 절차가 향상되었다. CMAS 경고 메시지의 갱신 및 취소를 지원하기 위해 SIAP Kill 절차 역시 [6]에서 새롭게 정의되었다.

## 2.4 3GPP 무선 인터페이스에서 경고 전달

본 절에서는 3GPP 무선 인터페이스에서 경고 메시지를 방송 메커니즘을 통해 전달하는 방법을 설명한다. 초기 ETWS에 대한 논의 과정에서 무선 구간에서 ETWS 통지 메시지 전달을 위한 방송 메커니즘으로, MBMS 절차를 통한 전달, 페이징(Paging) 메시지를 통한 전달 그리고 시스템 정보(System Information) 전달 절차를 통한 전달 기법이 고려되었다. 3GPP LTE Rel-8에서 MBMS를 지원하지 않기로 결정하면서, MBMS는 ETWS 경고 통지 메시지 전달 기법에서 제외되었다. 페이징 메시지 내에 ETWS 경고 통지 메시지를 넣는 방법은 페이징 메시지의 크기의 제한으로 인해 제외되었다. 2008년 5월 3GPP RAN2 WG#62회의 때 시스템 정보 전달 절차를 ETWS 경고 통지 메커니즘으로 사용하기로 결정하였고 이를 바탕으로 논의를 계속해 나갔다. 이후 LTE Rel-9의 CMAS 역시 ETWS의 메커니즘을 기반으로 하였다. 다음에서 3GPP TS 36.331[7]을 바탕

으로, 3GPP LTE의 시스템 정보 전달 절차를 살펴본다.

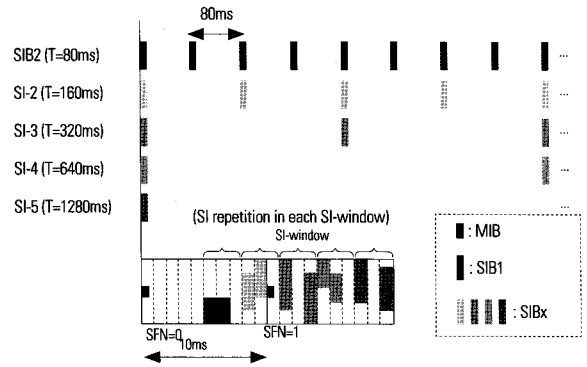
#### 24.1 3GPP LTE 무선 인터페이스에서 경고 전달

LTE 셀은 휴지 모드 단말 및 연결 모드 단말의 동작에 필요한 기본적인 파라미터들을 여러 개의 정보 블록(Information Block)들로 나누어 방송한다. 정보 블록의 예로, Master Information Block(MIB)과 System Information Block1(SIB1), SIB2 및 기타 System Information Block(SIBn)이 있다.

MIB는 단말이 셀에 접속하는데 필요한 가장 기본적인 파라미터를 포함한다. MIB 메시지는 40ms의 주기로 논리 channel(BCH)를 통해 방송되며, 40ms 주기 내 모든 라디오 프레임에서 MIB 전송이 반복된다.

MIB로부터 수신한 파라미터를 사용하여 단말은 SIB1 메시지를 수신한다. SIB1은 셀 접속에 관련된 정보들을 포함하며, 특히 SIB1을 제외한 다른 SIB들(SIB2~SIBn)의 스케줄링 정보를 포함한다. SIB1을 제외한 다른 SIB들 중 같은 전송 주기를 가진 SIB들은 동일한 시스템 정보(SI) 메시지에 포함되어 전달된다. 따라서 스케줄링 정보는 각 SIB와 SI 메시지의 매핑 관계를 포함한다. SI 메시지는 시간 영역의 윈도우(SI-window) 내에서 전송되고, 각 SI 메시지는 한 개의 SI-window와 연관된다. 서로 다른 SI의 SI-window는 겹치지 않으므로 임의의 SI-window내에는 한 개의 SI 메시지만이 전송된다. 따라서 스케줄링 정보는 SI-window의 길이와 SI 전송 주기를 포함한다. SI 메시지가 전송되는 시간/주파수는 기지국의 동적 스케줄링에 정해진다. SIB1은 80ms의 주기로 하향 공통 채널(DL-SCH)을 통해 방송되며, 80ms 주기 내에서 SFN mod 2인 라디오 프레임에서 SIB1 전송이 반복된다. [그림 4]는 MIB, SIB1 및 기타 SIB들이 전송되는 예를 나타내고 있다.

시스템 정보는 셀 내 접속한 모든 단말에게 공통적으로 적용되며, 단말은 올바른 동작을 위해 항상 최신



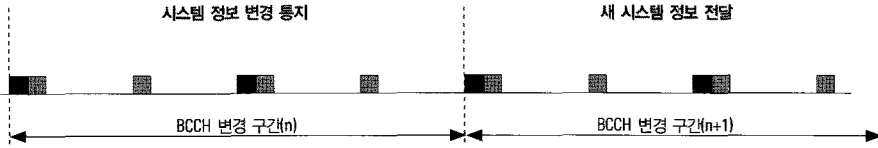
[그림 4] 시스템 정보 전송의 예

의 시스템 정보를 유지하여야 한다. 시스템 정보가 바뀌는 경우, 기지국이 새로운 시스템 정보를 전송하는 시점을 단말들이 미리 알고 있어야 한다. 기지국과 단말이 새로운 시스템 정보가 전송될 수 있는 라디오 프레임 구간을 상호 인식하기 위해 TS 36.331[7]은 BCCH 변경 구간(modification period)라는 개념을 도입했다. [그림 5]에서 표현된 것과 같이, 만약 n+1번째 변경 구간 때 시스템 정보를 갱신하려는 기지국은 n번째 변경 구간 동안 단말들에게 시스템 정보의 갱신을 미리 통지한다. n번째 변경 구간 구간에서 시스템 정보의 갱신을 통지 받은 단말은 n+1번째 변경 구간이 시작되자마자 새 시스템 정보를 수신해 적용한다.

시스템 정보의 갱신이 예정된 경우 기지국은 페이징 메시지에 시스템 정보 수정 지시자를 포함시킨다. 일반적으로 페이징 메시지는 휴지 모드 단말이 수신하는 메시지이지만, 시스템 정보의 갱신을 페이징 메시지를 통해 통지하므로, 연결 모드 단말 역시 페이징 메시지를 때때로 수신해 시스템 정보의 갱신 여부를 확인해야 한다.

#### 24.2 PWS broadcast in 3GPP LTE radio

2008년 3월 3GPP RAN2 WG은 ETWS를 LTE 무선 인터페이스에서 지원하기 위한 논의를 시작했다. ETWS



[그림 5] 시스템 정보의 갱신

primary notification 및 secondary notification은 각각 SIB10, SIB11을 통해 전송된다. 기지국은 ETWS가 발생했을 때에만 SIB10, SIB11을 방송한다. 기지국은 시스템 정보 내 SIB10, SIB11 존재 여부를 단말들에게 알리기 위해 페이징 메시지를 사용한다. ETWS나 CMAS를 지원하는 단말은 적어도 기본 페이징 사이클마다 한 번 이상 페이징 메시지를 수신하여 ETWS 또는 CMAS 경고 통지 여부를 확인해야 한다. 기본 페이징 사이클은 (32, 64, 128, 256) 라디오 프레임 중 한 가지 값이 설정되므로, 기지국이 경고 상황이 통지하기 시작한 후 최대 2.56s 내에 페이징 메시지를 수신하게 된다.

CMAS를 LTE Rel-9 무선 인터페이스에서 지원하기 위한 논의는 2009년 6월 3GPP RAN2 WG #66bis 회의 부터 시작되었다. CMAS notification 은 SIB12를 통해 전송된다. 무선 구간에서 CMAS 경고 상황을 알리는 방법은 ETWS 경고 상황을 알리는 방법과 동일하다. 즉, 기지국은 CMAS 경고 상황이 발생했을 때에만 SIB12를 방송하고, SIB12의 방송 여부를 페이징 메시지를 통해 알린다. 페이징 메시지에서부터 CMAS 발생을 인지한 단말은, SIB1을 통해 CMAS 정보가 포함된 SIB12의 스케줄링 정보를 확인하고 이에 따라 SIB12를 수신해 CMAS 경고 상황을 확인한다. 수신한 CMAS 경고 정보는 사용자에게 즉시 전달된다.

기지국은 PWS 경고 발생 여부를 페이징 메시지 내에 지시자를 포함시켜 단말에게 알린다. ETWS 경고 발생 통지는 ETWS Indication을 통해 이루어지며, CMAS 경고 발생 통지는 CMAS Indication을 통해 이루어진다.

[그림 6]은 TS 36.331[7]이 기술하는 페이징 메시지 구조를 간략하게 나타낸다. 단말이 ETWS Indication이 포함된 페이징 메시지를 수신하면 SIB1을 추가로 수신하여 SIB1에 포함된 SIB10, SIB11의 스케줄링 정보에 따라 ETWS notification 메시지를 수신한다. 단말은 ETWS Indication이 포함된 페이징 메시지를 수신하면 다음 변경 구간까지 기다리지 않고 즉시 ETWS notification 메시지 수신을 시작한다. 수신한 ETWS notification은 즉시 사용자에게 표현된다. 마찬가지로 단말이 CMAS Indication이 포함된 페이징 메시지를 수신하면 단말은 신속하게 SIB12에 실려 있는 CMAS notification을 수신한 후 사용자에게 이를 즉시 전달한다.

Paging message Information Elements	
Rel-8 IEs	- Paging Record List - System Info, Modification Indication(optional) - ETWS Indication(optional)
Rel-9 IEs	- CMAS Indication(optional)

[그림 6] LTE Paging message의 메시지 구조

<표 2>는 SIB10의 필드를 설명한다. SIB10의 필드 구조는 TS 23.041[4]에서 정의하는 ETWS primary notification의 필드 구조와 동일하다.

ETWS secondary notification 또는 CMAS notification은 한 개의 CBS 메시지(CB data IE[4])에 대응되며, CBS 메시지는 한 개 이상의 CBS 페이지로 구성된다. 한 개의 CBS 메시지를 구성하는 각 CBS 페이지의 메시지 ID와 메시지 식별자는 모두 동일하므로, 단말은 중복 수

〈표 2〉 ETWS Primary Notification 정보

필드	설명
Serial Number	· CBS 메시지의 소스와 타입을 나타냄 · PWS 용으로 4352-6399범위의 값이 사용됨
Message Identifier	· 같은 소스 및 타입의 CBS메시지들을 구분하는데 사용됨
Warning Type	· Warning type, emergency user alert, popup 필드로 구성되어 있음. 이 필드들은 각각 단말이 ETWS primary notification을 수신했을 때, 어떤 재해가 발생했는지(지진, 쓰나미, 지진 및 쓰나미 등), 단말이 이 사실을 사용자에게 알릴지 또는 알리지 않을지, 알린다면 화면에 팝업으로 나타낼지 말지를 결정
Warning Security Information	· 이 파라미터는 ETWS primary notification에 대해 security를 보장해줄 때에만 전송

신한 CBS 메시지를 무시할 수 있다. ETWS secondary notification 정보의 양이 큰 경우 여러 개의 SIB11로 분할되어 전송될 수 있다. 마찬가지로 CMAS notification도 여러 개의 SIB12로 분할되어 전송될 수 있다.

### 3. 맺음말

전 세계적으로 이동통신 서비스 영역이 점점 확대되고 있고, 이동통신 사용 인구 역시 계속 증가 추세에 있다. 언제 발생할 지 모르는 재난이나 재해 및 기타 비상 상황 시에, 긴급 상황 발생 통지를 신속하게 적절한 사용자에게 전달하는 방법으로 이동통신망을 활용하는 것은 매우 적절하며 효과적인 방법이라고 할 수 있다.

지구 온난화로 인한 기상 이변 증대는 PWS에 대한 관심을 확대시켜 왔다. 국내 역시, 폭우나 폭설, 기타 기상 이변의 급증으로 인해 피해 규모가 커지고 있는 실정이다. 현재 문자메시지 등을 통해 비상 상황에 대한 경고가 일부 이루어지고는 있지만, 여러 가지 제약 사항이 많다. 현재 국내 이동통신망의 서비스 영역은 이미 거의 전 국토에 걸쳐 있고, 국내 이동통신 3사 모두 향후 2~3년 내 LTE망을 구축할 예정으로 알려져 있

다. 따라서 우리나라 이동통신 환경은 향후 이동통신망에 기반한 재난/재해/비상상황 경고 서비스에 매우 유리하다고 할 수 있다. 만약 국내 상황에 특화된 PWS 요구사항을 도출한다면, 향후 PWS 진화와 관련하여 국내 산업계의 의미 있는 표준화 행보를 기대할 수 있을 것이다.

한편, 최근 학계, 산업체 및 3GPP를 포함한 표준화 기구에서는 사용자의 개입 없이 단말이 자율적으로 통신하는 Machine Type Communication(MTC)에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. MTC가 고려하는 시나리오 중에는, 특정 또는 넓은 지역에 대량의 센서가 설치해두고, 이 센서가 특정 이벤트를 감지했을 때 이를 보고하는 것이 포함되어 있다. 만약 센서가 지진이나 쓰나미와 같은 대형 자연 재해나 특정 긴급 상황 등의 비상 상황을 감지하여 MTC를 통해 비상/재난 정보를 수집하는 관련 기관으로 즉각적으로 통지한다면, PWS 시스템은 이 재난 정보 및 대처 방안 등을 사용자에게 신속하게 전달하여 대규모의 인명 및 재산 피해를 줄이는데 크게 기여할 것이다.

### [참고문헌]

- [1] 3GPP TR 22.968 v9.0.0
- [2] 3GPP TS 22.168 v8.1.0
- [3] 3GPP TS 22.268 v9.2.1
- [4] 3GPP TS 23.041 v9.4.0
- [5] 3GPP TS 23.401 v9.5.0
- [6] 3GPP TS 36.413 v9.0.0
- [7] 3GPP TS 36.331 v9.3.0 TTA