

# 3GPP에서의 Machine Type Communications 표준화 동향

신재승 ETRI 이동통신기술연구부 이동단말기술연구팀 책임연구원

박애순 ETRI 이동통신기술연구부 이동단말기술연구팀 팀장



## 1. 머리말

최근 들어 우리 주변의 모든 사물들을 네트워크를 통해 연결함으로써 언제, 어디서나 필요한 정보를 쉽게 획득하고 전달할 수 있으며, 이를 기반으로 다양한 서비스 제공과 이용을 가능하게 하는 M2M/IoT(Machine-to-Machine/Inter Of Things)가 차세대 통신 시장을 위한 주요 이슈로 부각되고 있다.

M2M은 주로 국소지역을 대상으로 하는 센서 및 RFID 네트워크에서 출발했으나, 점차 응용의 목적 및 특성이 다양해짐에 따라 각종 유/무선 네트워크가 이용될 수 있다. 최근에는 사물의 이동성, 도서, 산간, 해양 등을 포함하는 광범위한 서비스 지역, 네트워크의 운영 및 유지보수의 용이성, 신뢰도 높은 데이터 전송을 위한 보안, 그리고 서비스 품질 보장 등을 고려하여 이동통신 네트워크를 기반으로 하는 M2M에 대한 관심이 고조되고 있다.

이를 반영하듯 유럽의 대표적인 이동통신 표준화 단체인 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서도 2005년 M2M을 위한 타당성 연구를 시작으로, 2008년부터 MTC(Machine Type Communications)

라는 이름으로 본격적인 표준화 작업을 진행하고 있다. 본 고에서는 3GPP에서 현재 진행하고 있는 MTC의 표준화 동향에 대해 간략히 소개하고자 한다.

## 2. 개요

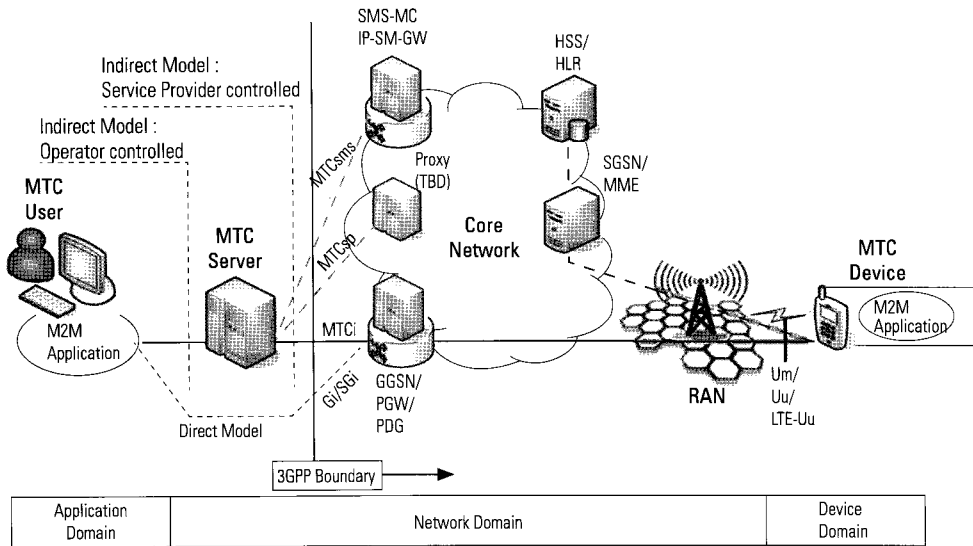
### 2.1 MTC 정의

3GPP 관점에서의 'machine'이란, 사람의 직접적인 조작이나 개입을 필요로 하지 않는 개체를 의미하며, MTC는 이러한 'machine' 하나 또는 그 이상 포함된 데이터 통신의 한 형태로 정의된다. 그러나 최근 들어 사용자의 위치 또는 상황에 따라 자동으로 네트워크와 통신을 할 수 있는 스마트폰 등의 등장으로 이들과 'machine'의 구분이 모호해지는 경향도 있다.

### 2.2 MTC Architecture

3GPP에서 정의하는 MTC는 [그림 1]에서와 같이 MTC device, RAN(Radio Access Network) & CN(Core Network), MTC server, MTC user 등과 같은 요소들로 구성된다.

MTC device는 MTC 기능을 가진 이동 단말이며,



※ 출처: TR 23.888 v.1.2.0[1] 참조

[그림 1] 3GPP의 MTC 구조

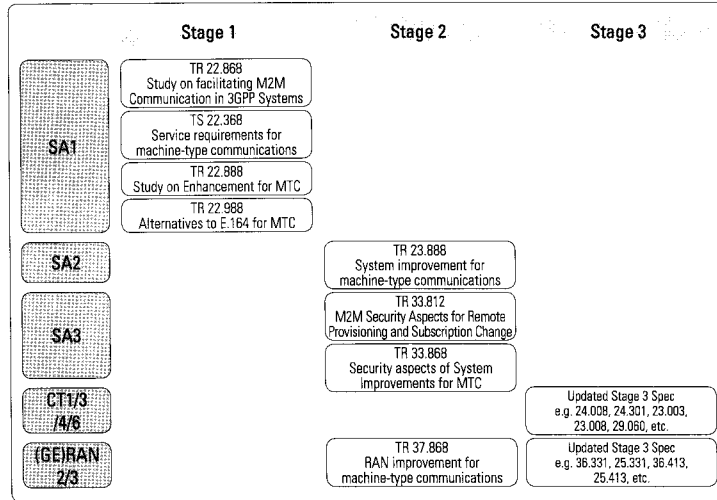
Um, Uu 등과 같은 기존의 셀룰러 인터페이스를 통해 네트워크에 접속한다. RAN 및 CN은 이동 네트워크의 액세스망과 핵심망을 의미한다. MTC server는 이동 네트워크 자체와 통신을 하거나 이동 네트워크를 통해 MTC device와 통신을 하는 서버로, MTC user에게 접근을 위한 인터페이스를 제공하며, MTC 서비스 플랫폼에 해당한다. MTC user는 MTC 응용 서버에 해당한다. MTC 서버와 이동 네트워크 간에는 기존 3GPP 베어러, IMS(IP Multimedia Subsystem)를 통한 연결 또는 단문메시지서비스(SMS: Short Message Service) 등을 통한 연결이 가능하다.

[그림 1]에서 볼 수 있듯이 3GPP의 표준화 범위에 이들 구성 요소들이 모두 포함되는 것은 아니며, MTC device에서부터 RAN 및 CN으로 구성된 이동 네트워크까지의 구간이 기본적인 표준화 범위에 포함된다. MTC server와 이동 네트워크 사이의 인터페이스는 MTC server가 제3의 운영자에 의해 운영될 경우 3GPP의 범위를 벗어나게 되지만, 3GPP 운영자 의해 운영되는 경우에는 내부 인터페이스로 고려될 수 있다.

### 2.3 3GPP MTC 규격 및 참여 그룹

MTC 표준화를 위해 [그림 2]와 같이 SA(Service & System Aspects), CT(Core Network & Terminals), RAN(Radio Access Network), GERAN(GSM EDGE RAN) 등의 TSG(Technical Specification Group) 내에 여러 WG(Working Group)들이 참여하고 있다.

TSG SA 내의 WG1(SA1)은 MTC를 위한 기본적인 요구사항 등을 정의하는 그룹으로, 2005년부터 2007년까지 M2M을 위한 타당성 연구를 통해 22.868[2] 문서를 작성했으며, 이후 2008년부터 MTC 서비스 요구사항 정의를 위해 22.368[3] 규격을 작성 중이다. SA2 그룹은 MTC를 위한 구조 모델을 정의하고, SA1 그룹에서 정의된 요구사항들을 만족하기 위해 MTC device와 CN이 제공할 수 있는 여러 가지 기능들을 기술한 23.888[1] 문서를 작성 중이다. 이 기능들 중 비교 평가를 거쳐 선정된 것은 구현을 위한 규격에 반영된다. SA3 그룹은 MTC를 위한 보안에 관련된 33.868[4] 문서를 작성 중이며, TSG CT 내의 여러 그룹들은 주로 SA2에서 선정된 기능들을 실제 UMTS(Universal Mobile



[그림 2] 3GPP의 MTC 관련 규격 및 참여 그룹

Name	Acronym	Release	Resource Names	Start Date	Finish Date	PC	Impacted TSS and TRs
System Improvements to Machine-Type Communications	SIMTC	Rel-11	S1,S2,S3	10-06-2010	15-03-2012	13%	-
Stage 1 for System Improvements to Machine-Type Communications	SIMTC	Rel-11	S1	10-06-2010	15-09-2011	20%	22.368
TR on Stage 2 for System Improvements to Machine-Type Communications	SIMTC	Rel-11	S2	10-06-2010	15-03-2012	15%	new TR 23.888
TR on Security aspects of System Improvements to Machine-Type Communications	SIMTC	Rel-11	S3	23-09-2010	15-12-2011	40%	new TR 33.8xx
Stage 2 on SA2 part for System Improvements to Machine-Type Communications	SIMTC	Rel-11	S2	10-06-2010	15-03-2012	0%	Depends on the outcome of the Stage 2 TR
Stage 2 on Security part for System Improvements to Machine-Type Communications	SIMTC	Rel-11	S3	10-06-2010	15-12-2011	0%	Depends on the outcome of the Stage 2 Security TR
Study on Alternatives to E.164 for Machine-Type Communications	FS_AMTC	Rel-11	S1	25-03-2010	16-09-2011	25%	22.988
Study on enhancements for Machine-Type Communications (MTC)	FS_MTCe	Rel-11	S1	10-06-2010	16-09-2011	30%	22.888
Study on GERAN improvements for Machine-Type Communications	FS_NIMTC_GERAN	Rel-11	G1,G2	24-05-2010	02-09-2011	20%	GERAN 43.868
Study on RAN improvements for Machine-Type Communications	FS_NIMTC_RAN	Rel-11	R2,R1,R3,R4	18-09-2009	03-06-2011	40%	UTRA, LTE 37.868
Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	S1,S2,C1,C4,C3,C6,G2,R2,R3	18-09-2008	03-06-2011	82%	-
Stage 1 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	S1	18-09-2008	25-03-2010	100%	22.011, new 22.368
Stage 2 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	S2	30-08-2010	23-09-2010	100%	23.050, 23.236, 23.401
CN part of Stage 3 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	C1,C4,C3,C6	04-06-2010	03-06-2011	65%	Stage 3
CT1 part of Stage 3 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	C1	04-06-2010	03-06-2011	85%	23.122, 24.008, 24.301, new 24.368
CT3 part of Stage 3 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	C3	04-06-2010	03-06-2011	30%	29.212, 29.213, 29.215
CT4 part of Stage 3 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	C4	04-06-2010	18-03-2011	100%	23.003, 23.008, 29.002, 29.060, 29.230, 29.272, 29.274, 29.275, 29.282
CT6 part of Stage 3 for Network Improvements for Machine-Type Communications	NIMTC	Rel-10	C6	18-03-2011	03-06-2011	0%	31.102
Charging for Network Improvements for Machine-Type Communication	NIMTC-CH	Rel-10	S5	21-03-2011	23-03-2011	100%	32.251, 32.298, 32.299
GERAN part of Network Improvements for Machine-Type Communications (Stage 3)	NIMTC	Rel-10	G2	03-09-2010	20-05-2011	50%	44.018, 44.060
RAN mechanisms to avoid CN overload due to Machine-Type Communications	NIMTC-RAN-overload	Rel-10	R2,R3	17-09-2010	18-03-2011	100%	UTRA, LTE 25.331, 25.413, 36.331, 36.413

[그림 3] 3GPP의 MTC관련 Work Plan

Telecom System), LTE(Long Term Evolution) 시스템 등의 구현에 반영하기 위한 규격 작업을 진행 중이다.

MTC device는 기본적으로 기존의 셀룰러 인터페

이스를 통해 네트워크에 접속함을 가정하므로, TSG RAN 내 무선 인터페이스의 물리계층을 다루는 RAN1 그룹의 활동은 없으며, RAN2 그룹은 MTC 요구사항들

을 만족하기 위해 RAN이 제공할 수 있는 여러 가지 기능들을 기술한 37.868[5] 문서를 작성하고 있다.

## 2.4 표준화 상황 및 일정

MTC를 위한 표준화는 [그림 3]에 나타난 바와 같이 크게 Release 10을 위한 NIMTC (Network Improvements for MTC)와 Release 11을 위한 SIMTC(System Improvements to MTC) Work Item으로 구분된다.

Release 10 NIMTC에서는 주로 MTC 요구사항의 정의와 구조 모델의 정의, 그리고 다수의 MTC device가 네트워크에 동시에 접속함으로써 인해 발생하는 RAN과 CN의 과부하 제어를 위한 표준화가 주된 내용이었다.

Release 11 SIMTC에서는 Release 10에서 다루지 못한 많은 요구사항들을 위한 기능 정의와 이를 위한 표준화를 진행하는 것이 주된 목표이며, 이와 별도로 Release 10의 범위에 있지 않았던 MTC device 간의 통신, gateway 형태의 MTC device, 다수의 MTC device 사용으로 인한 식별자 체계 변경 등을 다루는

MTCe(Enhancement for MTC) 및 AMTC(Alternative to E.164 for MTC) 등과 같은 Study Item에 대한 논의도 진행 중이다.

## 3. Release 10 NIMTC

### 3.1 MTC 요구사항 정의

3GPP에서 MTC를 위해 정의된 요구사항에 앞서, MTC가 기존의 3GPP 이동 네트워크 서비스와 다른 점에 대해 살펴볼 필요가 있다. 3GPP 22.368[3] 규격에 따르면, 그 차이점은 다음을 포함한다.

- Different market scenario
- Data communications
- lower costs and effort
- a potentially very large number of communicating terminals with
- to a large extent, little traffic per terminal

3GPP SA1 - 22.368 Service requirement		
Common Service Req.	MTC device triggering	MTC Server와의 통신 시작을 위한 MTC device의 트리거링
	Addressing	Public address 도메인의 MTC server와 Private address 도메인의 MTC device 간 통신을 위한 MTC device의 주소 획득
	Identifier	ME와 MTC subscription 식별
	Charging requirement	MTC device 또는 MTC device의 그룹 단위의 과금
	Security requirement	MTC communications을 위한 보안
	Remote MTC device management	원격에 설치된 MTC Device의 관리 (e.g. OMA DM)
Specific Service Req. < MTC Features >	Low mobility	고정되거나, 이동하는 빈도수가 낮거나, 한정된 지역만을 이동하는 MTC device 고려
	Time controlled	정해진 시간 동안에만 data를 송/수신하는 MTC application을 고려
	MTC monitoring	MTC Device와 관련된 event들의 모니터링
	Time tolerant	Data의 실시간 전송이 아닌, 지연 전송이 가능한 MTC Device 고려
	Packet Switched (PS) only	Packet switched service 만을 사용하는 MTC device 고려
	Small data transmission	적은 양의 data만을 전송하는 MTC Device 고려
	Mobile originated only	발신 전용 MTC device 고려
	Infrequent mobile terminated	수신이 별로 없이 주로 발신을 위한 MTC device 고려
	Priority alarm message	비상 상황에서 긴급 알람 메시지를 전송하는 MTC Device 고려
	Secure connection	MTC Device와 MTC Server 간에 보안된 연결 설정을 요구하는 MTC device 고려
	Location specific trigger	MTC application이 device의 위치를 파악하여 특정 지역에 위치한 MTC device를 트리거링
	Network provided destination for Uplink data	MTC device로부터 전송되는 모든 data가 network이 제공하는 특정 주소로 전달되는 형태의 MTC application 고려
	Infrequent transmission	Data 송/수신이 거의 없는 MTC Device 고려
Group based MTC feature	그룹을 형성한 MTC device 고려	

[그림 4] MTC를 위한 요구사항

따라서 소량의 데이터를 송/수신하는 무수히 많은 MTC device를 수용하기 위해 이동 네트워크는 기존과는 다른 식별자 및 주소 체계 등의 고려가 필요하며, 통신 방식 및 비용 측면을 고려한 새로운 메커니즘이 필요할 수 있다.

이를 위해 3GPP SA1 그룹은 22.368[3] 규격을 통해 MTC를 위한 요구사항을 정의하고 있으며, 이들은 [그림 4]와 같이 응용 특성과 관계없는 식별자, 주소 체계, 과금, 인증 등을 위한 공통 요구사항(common service requirement)과 응용의 특성 및 목적에 따라 MTC 특유의 device 또는 네트워크가 갖는 특성을 고려한 요구사항(Specific Service Requirement)로 구성된다.

### 3.2 NIMTC 주요 내용

초기에는 SA2와 RAN2 그룹을 중심으로 MTC 요구사항들 중 일부 선호 항목들을 위한 기능 정의 및 표준화가 목표였으나, 3GPP 회원사들 사이에 다수의 MTC device가 네트워크에 동시에 접속하기에 발생하는 RAN 및 CN의 장애 방지와 해결이 MTC를 위해 시급히 해결해야할 선결 과제로 부각되면서, 요구사항에 명시되어 있지는 않으나 RAN 및 CN의 과부하 제어가 NIMTC의 핵심 사항이 되었다.

#### 3.2.1 과부하 제어

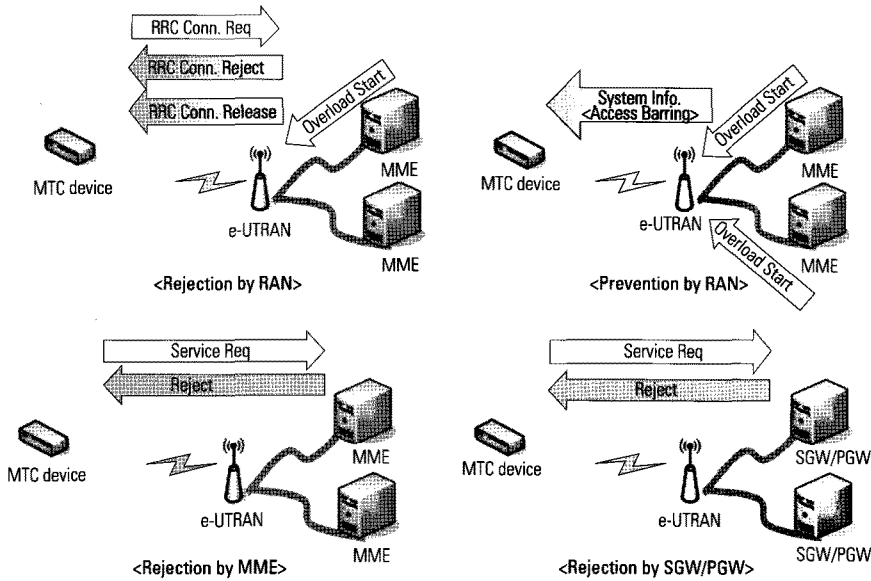
3GPP의 관점에서 대부분의 MTC device는 망에 미치는 영향을 줄이기 위해, 네트워크와의 통신 이외에는 접속을 종료한 상태를 유지한다. 따라서 다수의 MTC device로 인해 발생하는 네트워크의 과부하는 device로부터의 과도한 데이터 트래픽 보다는, 데이터 전송 이전에 선행되는 망 접속 및 연결 설정을 위한 신호 메시지의 수신 및 처리가 주된 원인이 된다.

따라서, SA2 그룹에서는 이러한 신호 메시지 수신 및 처리로 인해 발생할 수 있는 CN의 과부하 제어를 위해, [그림 5]와 같이 CN의 MME(Mobility Management

Entity), S-GW(Serving GW), 또는 PGW(PDN-GW) 등에서 연결 설정을 위한 신호 메시지를 거절하는 방법, CN의 과부하 상태를 기지국에 알려 기지국에서 연결 설정을 위한 신호 메시지를 거절하는 방법, 기지국 자체가 과부하이거나 CN의 모든 요소가 과부하인 경우 등을 위해 기지국에서 방송되는 정보를 이용하여 MTC device의 접속을 사전에 방지하는 방법 등을 고려하고 있다. 이 중 메시지 거절을 통한 과부하 제어 방법은 해당 신호 메시지가 MTC device로부터인지, MTC device로부터라 하더라도 응용 별, 지역 별, 형태 별로 차별적인 거절을 가능하게 하기 위한 구분자의 정의 및 사용이 중요 이슈가 되며, 거절 후에 해당 MTC device가 빠른 시간 내에 다시 연결을 시도하지 못하도록 거절 타이머의 연장도 고려 사항 중의 하나이다.

이상에서 언급된 방법 중, 기지국에 의한 거절 및 접속 방지 방법은 RAN2 그룹 내의 CN 과부하 방지를 위한 RAN의 메커니즘인 'NIMTC\_RAN\_OVERLOAD' work item의 주요 내용이기도 하다. 이 외에도, RAN2 그룹에서는 3GPP 37.868[5] 문서에 기지국 자체의 과부하 방지를 위해 다음과 같은 방법들을 정의하고 있다.

- Access Class Barring: 기지국에서 방송되는 정보를 통해 MTC 단말의 접속 방지
- Separate RACH resources for MTC: MTC device의 접속을 위해 사용되는 접속 자원을 구분
- Dynamic Allocation of RACH Resources: MTC device를 위한 접속 자원의 유동적인 할당
- MTC Specific Backoff: MTC device의 접속 실패로 인한 재 접속 시, backoff time의 연장
- Slotted Access: 사전에 정의된 접속 시점 및 주기에만 MTC device의 접속을 허용
- Pull Based Scheme: MTC device에 의한 임의의 접속이 아닌, MTC server의 트리거링에 의한 접속



[그림 5] CN의 과부하 제어

### 3.2.2 기타

과부하 제어 이외에 [그림 4]의 일부 MTC 요구사항 항목들을 위한 기능들이 제안되고 논의되었으나 규격 반영 단계까지는 진행되지 못했다. 그 중 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다.

- Addressing: 범용 IP 도메인에 위치한 MTC server가 사설 IP 도메인에 위치한 MTC device로 연결을 설정하고자 하는 경우, 주소 획득 및 데이터 전달을 위해 DNS 및 NAT(Network Address Translation)/NATTT(NAT Traversal through Tunnel)의 이용 등
- Low Mobility: 최소화된 범위의 MTC device 페이지 등
- MTC Monitoring: MME, P-GW, HSS(Home Subscriber Server)에서 MTC device의 접속 상태, 접속 위치 등의 이벤트 감지 및 보고 등
- Small Data transmission: SMS를 이용한 데이터 전송 등
- Time Controlled: MTC device의 접속 허용 시간,

금지 시간, 접속 기간 등에 대한 정보를 MME, HSS 등이 관리하며, 이를 이용해 device의 접속 시점 제어 등

Requirements for:	Priority
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handling large numbers of identifiers including, addressing inside a private IP space and no MSISDN</li> </ul>	TOP Priority
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Device triggering (excluding: Location Specific Trigger)</li> <li>• MTC Feature Small Data Transmissions</li> <li>• Efficiently maintain connectivity for a large number of MTC Devices</li> <li>• MTC Feature Packet Switched (PS) Only</li> </ul>	HIGH priority
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Common requirement on lower power consumption</li> <li>• Handling groups, group ID, group based charging</li> <li>• MTC Feature Secure Connection</li> <li>• MTC Feature MTC Monitoring</li> </ul>	MEDIUM priority
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTC Feature Low Mobility</li> <li>• MTC Feature Time Controlled</li> <li>• Group Based MTC Features</li> <li>• Operator policies and application requirements on MTC Device state when not communicating</li> <li>• Charging requirements (excluding group based charging)</li> <li>• MTC Feature Priority Alarm</li> </ul>	LOW priority
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTC Feature Network Provided Destination for Uplink Data</li> <li>• Restrict USIM to specific MEs/MTC Devices</li> <li>• MTC Feature Time Tolerant (excluding what has been implemented already in overload control)</li> <li>• MTC Feature Location Specific Trigger</li> </ul>	VERY LOW priority
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTC Feature Mobile Originated Only</li> <li>• MTC Feature Infrequent Transmission</li> <li>• MTC Feature Infrequent Mobile Terminated</li> </ul>	NEGLIGIBLE priority

[그림 6] SIMTC 우선 순위

## 4. Release 11 SIMTC

### 4.1 SIMTC Work Plan

Release 10 NIMTC에서는 과부하 제어가 주된 이슈가 되었으므로, MTC 요구 사항의 많은 부분이 Release 11 SIMTC에서 다루어질 예정이다. 그러나, 이들 항목들을 모두 다룰 수 없기 때문에 SA1과 SA2 그룹에서는 [그림 6]에서와 같이 향후 MTC를 위해 논의할 항목들을 재정리하고 우선순위를 부여 했으며, 상위 우선 순위 2개의 그룹이 SIMTC의 주요 이슈가 될 전망이다.

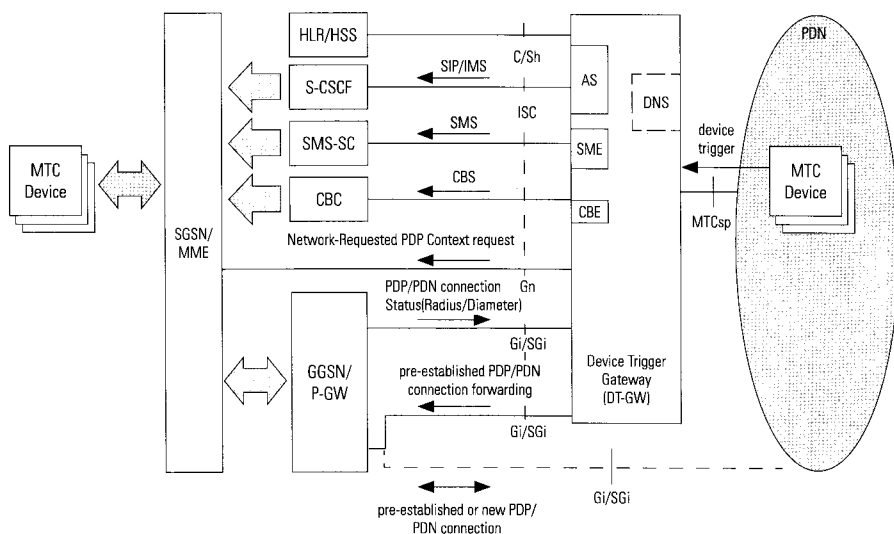
### 4.2 Alternatives to E.164(FS\_AMTC)

MTC device 수가 급속히 증가하다 보면, 현재 15 디지트인 MSISDN(Mobile Subscriber ISDN) 등과 같은 식별자의 표현 공간이 부족한 시점에 이를 수 있기 때문에, 궁극적으로는 MSISDN 등을 대체할 수 있는 새로운 식별자를 고려해야 한다. 하지만 MSISDN은 MTC device와 MTC server 간에 SMS를 이용한 통신 시 필수 식별자로 사용되기 때문에 대체를 위해 많은 부분을 고려해야 한다. SA1의 22.988[6] 문서에 의하

면 E.164 기반의 MSISDN 대체를 위한 궁극적인 방안은 IPv6 주소 체계를 사용하는 것이다. 하지만, 이것은 단시간 내에 성취되기 어렵기 때문에 기존의 MSISDN을 공유하거나, 분할하여 MTC 전용으로 사용하는 방법 등이 단기적인 방법이 될 수 있다. 또한 MSISDN을 사용하지 않는 SMS 전송 방법, MSISDN를 대신하여 UICC(Universal IC Card)에 저장된 20 디지트의 ICCID(IC Card ID)를 사용하는 방법, SMS 전송 시 다수의 MTC device들이 하나의 MSISDN을 공유하는 방법 등이 SA2 그룹에서 고려 중이다.

### 4.3 Enhancement for MTC(FS\_MTCe)

기존 MTC 요구 사항에 포함되지 않은 내용 중, MTC 향상에 필요한 항목들이 SA1 그룹을 중심으로 논의되고 있다. 3GPP 22.888[7] 문서에 따르면, 셀룰라 인터페이스가 없는 주변 장치(local access device)와 이동 네트워크 사이에 중계 역할 또는 주변 MTC device를 위한 프록시 역할을 수행하는 MTC Gateway device의 사용, 그리고 기존 MTC 통신 모델이 MTC device와 MTC server 간의 연결 만을 포함하던 것과는 달리



[그림 7] Device Triggering GW의 구조

이동 네트워크를 통한 MTC device들 간의 통신 등이 MTC 향상을 위한 항목에 포함된다.

#### 4.4 Device Triggering

SIMTC를 위해 현재 논의되고 있는 주요 이슈 중 하나는 MTC device와 MTC server 간의 통신이 MTC device가 아닌 MTC server로부터의 트리거링(Triggering)에 의해 시작되는 Device 트리거링이다. 이는 폴링(polling) 형태의 응용을 위한 것뿐만 아니라, MTC device의 통신에 대한 제어를 MTC server가 수행함으로써 다수의 통제되지 않은 device가 동시다발적으로 네트워크에 접속하므로 인해 발생하는 문제점을 해소할 수 있는 이점을 가진다. Device 트리거링을 위해서는 MTC server의 MTC device 주소 획득, MTC device로 트리거링 지시의 전달 방식, 비 접속 상태인 device의 위치 파악 등의 고려해야 할 사항들이 있으며, 이를 위한 하나의 해결책으로 [그림 7과 같이 MTC server와 기존 이동 네트워크 사이에 DT-GW(Device Triggering GW) 같은 새로운 노드의 사용도 고려하고 있다.

### 5. 맺음말

3GPP 표준화의 궁극적인 목표는 MTC를 위해 정의된 요구사항에 맞게, 일반 사용자에게 미치는 영향을 최소화하는 범위 내에서, 기존의 이동 네트워크를 개선하고 향상시켜 MTC를 위해 최적화된 이동 네트워크를 만들어 가는 것이다. 그러나 Release 10 NIMTC에서는 네트워크의 과부하 제어라는 선결 문제 때문에 다른 요구사항에 관해서는 별다른 진전이 없었다. 따라서 Release 11 SIMTC 부터는 다양한 요구사항 항목들에 관한 논의와 규격 작업이 보다 활발히 진행되어야 할 것이다.

#### [참고문헌]

- [1] 3GPP TR 23.888, System Improvements for MTC, v.1.2.0.
- [2] 3GPP TR 22.868, Study on Facilitating M2M Communication in 3GPP Systems, v.8.0.0.
- [3] 3GPP TS 22.368, Service Requirements for MTC, v.11.1.0.
- [4] 3GPP TR 33.868, Security Aspects of MTC, v.0.3.1.
- [5] 3GPP TR 37.868, Study on RAN Improvements for MTC, v.0.6.0.
- [6] 3GPP TR 22.988, Study on Alternatives to E.164 for MTC, v.0.4.0.
- [7] 3GPP TR 22.888, Study on Enhancements for MTC, v.0.4.0.

