3GPP M2M 통신을 위한 기술 및 발전 방향

김동규 | 김형종 | 홍대식
연세대학교

요 약

M2M (Machine to Machine) 통신은 기존 사람 중심의 통신의 한계를 벗어나 새로운 융합 서비스의 영역을 만들어 내고 있다. 이러한 추세에 발맞춰 국제 표준화 기구에서도 M2M 통신에 적합하게 네트워크를 변경하는 노력을 하고 있으며, 특히 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE-A(Long Term Evolution Advanced) 시스템에서는 2009년부터 본격적으로 표준화 작업을 진행하고 있다.

본고에서는 3GPP LTE 시스템을 기반으로 소량의 데이터를 송/수신하는 M2M 기기가 무수히 많이 존재하는 상황에서 발생할 수 있는 문제점을 고찰하고 이를 해결하기 위한 표준화 기술들을 소개한다. 특히 CN(Core Networks)의 과부하 문제, 컨트롤 채널(Control Channel)의 부족 문제 그리고 저전력 M2M 통신을 위한 전력 제어 문제를 해결하기 위한 기술을 소개하고 이를 바탕으로 앞으로의 M2M 기술 발전 방향을 제시하고자 한다.

I. 서 론

사물에 부착된 정보 통신 장치들은 필요한 정보를 수집하고 사물 간의 통신을 통해 정보의 상호 공유를 가능하게 한다. 즉, 사물이 소형 통신 장치를 이용하여 네트워크를 구성하고 수집한 정보를 공유하는 개념 및 기술을 M2M 통신이라고 한다 [1]. 이와 같이 인간의 개입이 없는 상태에서 이루어 지는 M2M 통신은 주로 국소지역을 대상으로 하는 센서 및 RFID 네트워크에서 출발했으나, 점차 응용의 목적 및 특성이 다양해짐에 따라 각종 유/무선 네트워크가 M2M 통신에 이용될 수 있다 [2].

M2M 통신은 ZigBee, WLAN, Bluetooth와 같은 단거리 무선 기술을 이용하여 저비용, 저전력, 무선 단거리 데이터 전송이 가능하다. 또한, 3GPP LTE 와 같은 셀룰러 기반의 이동 통신 기술과 스마트폰을 활용하여 상황 인식, 위치정보 파악, 원격제어/모니터링이 가능한 스마트 융합 서비스가 가능하다 [3].

이러한 M2M 통신의 이점 때문에 매우 한정적이었던 M2M 시장이 지난 몇 년간 고속 성장을 거듭하여 세계적으로 큰 시장으로 성장하였다. 시장 조사 기관인 ABI 리서치는 '셀룰러 M2M 모듈 마켓' 이라는 보고서를 통해 세계 M2M 모듈 시장이 2012년까지 31% 가량 성장할 것으로 예측 하였고 [4], Beecham 리서치에서는 '전세계 셀룰러 M2M 예측' 이라는 보고서를 통해 특히 아시아 시장에서 셀룰러 M2M 시장이 2013년까지 35.5% 가량 성장할 것으로 예측하였다 [5].

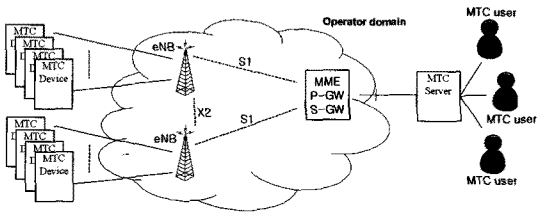
또한, 국제 표준화 기구인 ETSI와 IEEE에서도 2009년부터 M2M 과 관련된 표준화를 진행하고 있다 [6,7]. 특히 3GPP에서는 2005년부터 2007년까지 M2M을 위한 타당성 연구(SA1)를 시작으로, 2009년 말부터 MTC(Machine-Type Communications) 라는 이름으로 본격적인 표준화 작업을 진행해 오고 있으며, 최근 Release 10에서의 NIMTC (Network Improvement for MTC) 연구를 위한 표준화 회의를 마무리하고 Release 11을 대상으로 SIMTC(System Improvement for MTC) 진행을 계획하고 있다.

본고에서는 가장 활발하게 표준화가 이루어지고 있는 3GPP LTE 시스템에서의 M2M 통신에 대하여 다루고자 한다. M2M 통신을 위한 다양한 문제들 중 주로 MTC 기기의 요구사항 및 구조 모델의 정의를 시작으로 다수의 MTC 기기가 네트워크에 동시에 접속함으로 인하여 발생하는 CN(Core Networks)의 과부하 문제 및 컨트롤 채널(Control Channel)의 부족 문제 그리고 저전력 M2M 통신을 위한 전력 제어 문제를 해결하기 위한 기술을 정리 하고자 한다. 또한 기고문에서 제안하고 있는 기법들을 바탕으로 앞으로 3GPP LTE M2M의 적용을 위한 기술의 방향을 제시 하고자 한다.

II. M2M 통신 특징

1. 3GPP M2M 통신 시스템 구조

3GPP 에서 정의하는 M2M 통신은 다음과 같이 두 가지 시나리오를 지원한다 [8]. 첫 번째는 하나 혹은 그 이상의 서버를 이용한 통신이며, 두 번째는 서버의 개입 없이 MTC 기기간 통신이 이루어지는 시나리오이다.

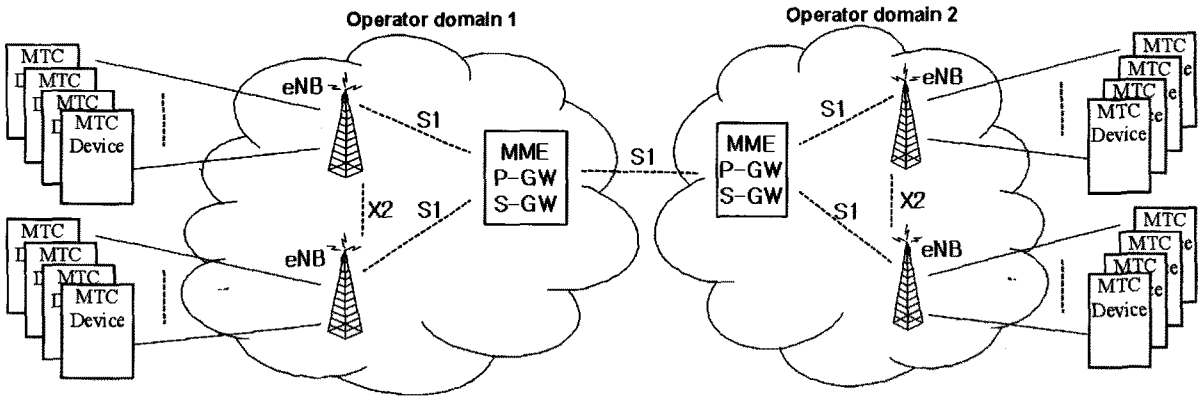


(그림 1) MTC 를 위한 3GPP 구조 (서버를 통한 통신)

- MTC 서버를 통한 M2M 통신 : (그림 1)을 참조하면 MTC 사용자는(예를 들면, 스마트 그리드(Smart Grid)에서는 발전소, ITS (Intelligent Transportation System)에서는 중앙센터) MTC 서버를 통하여 여러 MTC 기기와 통신이 가능하다. MTC 기기는 eNB 에 연결되어 있으며, LTE 네트워크에서 사용하는 인터페이스(S1 interface)를 이용하여LTE 망을 통해 MTC 서버와 연결 되어 있다. 그러므로, MTC 사용자는 MTC 서버를 통해 3GPP 네트워크에 연결되어 있는 MTC 기기를 제어 할 수 있다. 또한, MTC 서버는 상황에 따라서 네트워크의 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, API(application Program Interface)를 제공하여 MTC 사용자 접속이 용이해야 한다.

- MTC 서버의 중재 없는 M2M통신 : (그림 2)를 참조하면 MTC 기기는 MTC 서버를 통하지 않고 네트워크를 통하여 서로 통신이 가능하다. MTC 기기간 통신은 각 기기가 속해 있는 오퍼레이터에 관계 없이 네트워크를 통하여 통신이 가능하다.

(그림 1)과 (그림 2)에서 볼 수 있듯이, 현재까지 3GPP에서는 MTC 기기간 직접적인 통신은 지원하지 않고 있다. 이러한 특징은 센서 노드 간 직접적인 통신을 지원하는 기존의 센서 네트워크(Sensor Networks)와 구조적으로 다른 점이기도 하다.



(그림 2) MTC 를 위한 3GPP 구조 (서버의 중재 없는 통신)

2. M2M 통신을 위한 요구사항

M2M 통신을 사용한 어플리케이션은 다양하며, 각 적용 분야마다 요구하고 있는 서비스가 다를 수 있다. 그렇기 때문에 M2M 통신을 위해서는 다양한 요구 사항의 고려가 필요하다. 3GPP 에서는 〈표 1〉과 같이 M2M 통신을 위한 14가지 특성을 정의하고 있으며, 단말의 이동성, 보안 접속, 패킷 단위 스위치 등과 같이 기존의 H2H(Human to Human) 통신에서 다루던 공통된 특성과 기존의 통신과 확연하게 구별되는 M2M 통신만의 특성으로 다양하게 정의하고 있다 [9]. H2H 통신 대비 M2M 통신이 가지고 있는 특별한 특성들을 정리하면 다음과 같다.

〈표 1〉 M2M 통신을 위한 14가지 특성

MTC Feature in 3GPP LTE
Low Mobility
Time Tolerant
Small Data Transmissions
Infrequent Mobile Terminated
Priority Alarm
Location Specific Trigger
Infrequent Transmission
Time Controlled
Packet Switched (PS) Only
Mobile Originated Only
MTC Monitoring
Secure Connection
Network Provided Destination for Uplink Data
Group Based MTC Features : Policing, Addressing

- Infrequent Transmissions : 수신이 별로 없이 주로 발신을 위한 MTC 기기를 고려하며, MTC 기기들은 매우 낮은 주기로 (Low Duty Cycle) 데이터를 전송함.
- Small Data Transmissions : 매우 적은 양의 데이터 만을 전송하는 MTC 기기를 고려.
- Time Controlled : MTC 기기는 미리 정해진 시간 구간인 AGTI(Access Grant Time Interval)에 데이터를 전송 하며, 기지국은 FTI(Forbidden Time Interval) 구간에 들어온 MTC 기기의 접속을 제한 시킴.
- Time Tolerant : 데이터의 실시간 전송이 아닌, 지연 전송이 가능한 MTC 기기를 고려.
- Group-based MTC Feature : MTC 기기의 효율적인 자원 할당 및 관리를 위하여 복수개의 MTC 기기를 하나 또는 여러 개의 그룹 단위로 관리.

3. 기존의 M2M 통신과 3GPP M2M 통신과의 구별점

앞서 설명한 바와 같이 M2M 통신 시스템에 3GPP LTE 네트워크는 주요한 역할을 하고 있다. 일반적인 M2M 통신과는 다르게 3GPP 에서 요구하는 시스템 구조와 요구사항을 바탕으로 한 3GPP M2M 통신만의 특징들을 〈표 2〉에 정리하였다 [10]. 〈표 2〉를 참조하면 3GPP M2M의 경우에는 일반적인 M2M과는 다르게 3GPP LTE 네트워크를 이용하기 때문에 QoS(Quality of Service)의 고려와 자원의 효과적인 관리가 가능하다. 하지만, 3GPP LTE 네트워크는 대용량의 전송에 적합하게 디자인 되어 있기 때문에 소량의 데이터를 송/수신하는 무수히 많은 M2M 기기가 존재하는 M2M 통신을 적용시키기 위해서는 M2M 통신에 맞도록 시스템을 변경하는 것이 불가피하다. 다음 장에는 M2M 통신을 3GPP LTE 네트워크에 적용 시켰을 때 발생할 수 있는 문제점과 이를 해결하기 위한 기법에 대하여 다루고자 한다.

〈표 2〉 기존의 M2M 통신과 3GPP M2M 통신과의 구별점 [10]

	3GPP M2M	General M2M
MTC 의 수	무수히 많음	무수히 많음
네트워크	3GPP 기반	Heterogeneous MANET
접속 수단	3GPP 네트워크	유/무선 IP 네트워크
MTC 기기간 직접통신	현재 지원하지 않음	근거리 통신에서 가능
QoS 고려	사용가능	어려움
자원관리	3GPP 기지국이 관리	복잡한 방법 필요
표준화 진행	진행 중(Release 11)	아직 미정

4. 3GPP M2M 통신을 위해 해결해야 할 과제

현재까지의 3GPP LTE 표준화 진행 방향은 M2M 통신을 위한 RAN2, RAN3의 표준화 위주로 활발하게 이루어지고 있다. 또한, Release 11에서는 Release 10에서 다루지 못했던 문제를 해결하기 위한 기술을 계획하고 있다. 앞에서 다룬 MTC 통신을 위한 요구사항을 바탕으로 3GPP LTE 시스템 환경에서 M2M 통신을 위해 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- H2H에 비해서 M2M 네트워크에는 많은 수의 기기들이 접속할 수 있으며, 이로 인한 네트워크 충돌과 시스템의

과부하를 위한 시스템 최적화가 필요하다.

- M2M 기기의 트래픽 패턴이 H2H와는 다르다. 즉, M2M 기기는 소량의 데이터를 전송하기 위하여 주기적으로 네트워크에 접속하기 때문에 M2M의 트래픽 패턴에 적합한 시스템 최적화가 필요하다.
- 다양한 서비스 특징을 가지고 있는 M2M 기기들이 다양한 응용 서비스에 적용될 수 있기 때문에 모든 서비스 특징을 반영한 시스템 설계가 필요하다.
- 많은 M2M 기기가 저속의 이동성을 지원 하거나 또는 고정되어 있다. 그러므로 이를 반영한 자원 할당 기법이 필요하다.
- 많은 M2M 기기가 인간의 개입 없이 동작해야 하기 때문에 향상된 보안 및 안정성을 보장하기 위한 기법이 필요하다.
- 저 전력의 M2M 기기를 위하여 보다 향상된 전력 관리 기법이 필요하다.

III. M2M 통신을 위한 기술 및 발전 방향

본고에서는 위에서 언급한 3GPP M2M 통신을 위하여 해결해야 할 과제 중 M2M 통신의 적용 시 발생할 수 있는 문제점에 대하여 중점적으로 다루도록 하겠다. 특히, 앞에서 언급한 바와 같이 소량의 데이터를 송/수신하는 무수히 많은 M2M 기기가 존재하는 경우에 발생할 수 있는 과부하 문제, 컨트롤 채널의 부족 문제 그리고 저전력 통신을 위한 전력 제어 문제에 대하여 다루도록 하겠다. 또한 위의 문제점들을 해결하기 위해 3GPP 기고문 에서 제시된 다양한 기술들을 소개하고 이를 바탕으로 차후 연구해야 할 기술의 발전 방향을 살펴보도록 하겠다.

1. 랜덤 억세스(Random Access)로 인한 과부하 제어(Congestion Control)

1) 문제점

3GPP LTE 시스템에서는 단말의 전원이 켜지거나, 단말의 이동성으로 인하여 다른 기지국으로 핸드오프(Handoff)를 수행하거나, 상향링크의 시간 동기를 다시 설정해야 할 경우에 일반적으로 랜덤 억세스를 시도하게 된다. 랜덤 억세스 특성상 기지국이 가지고 있는 랜덤 억세스 채널(RACH)의 개수에 비례하여 감당할 만큼의 단말들이 동시 접속하는 경우에는 효율적으로 접속 가능하지만, 동시 접속하는 MTC 기기의 수가 시스템의 한계를 넘어가는 경우에는 접속 시 심각한 충돌이 발생하여 접속 성공 확률이 급격하게 떨어지게 되어 심각한 지연이 발생하게 된다.

일반적으로 M2M 통신은 H2H 단말의 수보다 훨씬 많은 수의 MTC 기기를 가정한다. 그렇기 때문에 MTC 기기의 랜덤 억세스 시 심각한 충돌은 필연적이며 기존의 H2H 단말의 접속 또한 보장해 줄 수 없다. 그러므로 수많은 MTC 기기의 랜덤 억세스 시 발생할 수 있는 과부하를 효과적으로 제어할 기술이 필수적이며, Release 10에서도 과부하 제어를 가장 우선시 해결해야 할 과제로 지정하였다 [11].

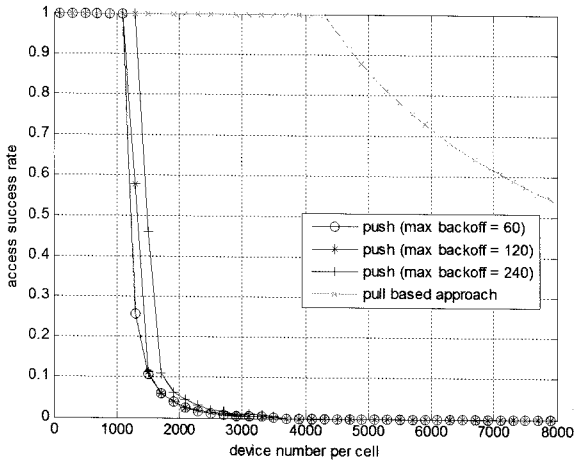
2) 해결 기술

3GPP LTE 에서는 과부하 문제를 해결하기 위한 기법으로 크게 push 기반의 기법(push based approach)과 pull 기반의 기법(pull based approach)을 제안하고 있다. 우선, push 기반의 과부하 제어 기술은 다음과 같이 정의하고 있다 [12].

- Access Class Barring: 기지국에서 방송되는 정보를 통해 MTC 기기의 접속을 우선순위로 나누어 방지.
- Separate RACH resources for MTC: MTC 기기의 접속을 위해 사용되는 접속 자원을 따로 할당해 줌으로써 H2H의 접속을 보호.
- Dynamic Allocation of RACH Resources: MTC 기기를 위한 접속 자원의 유동적인 할당.
- MTC Specific Backoff: MTC 기기의 접속 실패로 인한 재접속 시, Backoff 시간을 연장함으로써 과부하를 방지.
- Slotted Access: 사전에 정의된 접속 시점 및 주기에만 MTC 기기의 접속을 허용

하지만 push 기반의 과부하 제어 기법은 동시에 접속하는 MTC 기기가 접속 가능한 갯수를 넘어가는 경우 심각한 충돌이 발생하게 되어 랜덤 억세스 채널에서의 심각한 과부하가 발생하게 된다 [13].

이를 보완하기 위하여 MTC 기기에 의한 임의 접 속이 아닌, 기지국의 트리거링에 의해 MTC 기기의 접속이 이루어지도록 함으로써 현재의 네트워크 상황에 따라 유기적으로 과부하 제어가 가능한 Pull 기반의 과부하 제어 기술이 제안되었다 [14]. (그림 3)을 참조하면, Push 기반의 기법(확장된 backoff)을 사용했을 경우 MTC 기기가 1300개 이상으로 증가하게 되면 접속 성공 비율이 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있다. 하지만 Pull 기반의 기법을 사용하는 경우에는 MTC 기기의 숫자가 4400 개까지 증가하여도 접속 성공 비율이 1로 유지되는 것을 실험적으로 확인할 수 있다. 즉, Pull 기반의 기법이 Push 기반의 기법 대비 300% 더 많은 MTC기기의 동시접속을 지원할 수 있다 [15].



(그림 3) MTC 기기의 수에 따른 접속 성공 비율 (push & pull based approach) [15]

3) 발전 방향

수많은 기기가 동시 접속할 수 있는 M2M 통신에서는 네트워크의 상황에 따라서 기지국이 과부하 제어를 할 수 있는 Pull 기반의 과부하 제어 기법이 push 기반의 기법들 보다 효율적이라 할 수 있다. 지금까지는 기존의 LTE 시스템 변경을 최소화 하는 push 기반의 기법들이 주로 제안되어 왔지만, 최근에는 기지국의 페이징 메시지를 기반으로 하여 단말의 접속을 조절하는 pull 기반의 과부하 제어 기법에 대한 연구가 시작되고 있다. 그러므로, 보다 효과적으로 과부하 제어를 할 수 있도록 하는 Pull 기반의 기법에 대한 연구가 필요하다.

2. 컨트롤 채널(Control Channel)의 부족

1) 문제점

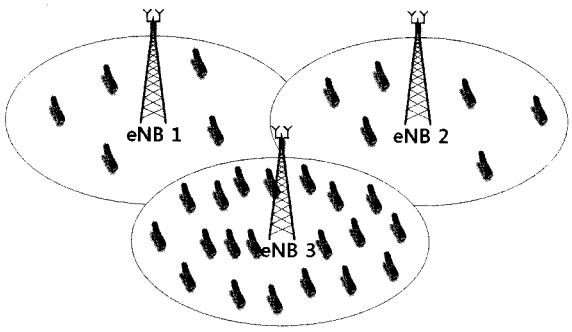
Pull 기반의 과부하 제어 기법은 기지국의 페이징 메시지에 의하여 구현 될 수 있다 [16]. 즉, 기지국의 제어 하에 접속이 가능한 MTC 기기에게 페이징 메시지를 전송함으로써 랜덤 억세스의 시기를 조절하여 동일한 시간에 동시에 접속하는 MTC 기기의 수를 조절할 수 있다. 하지만 많은 기기가 존재하는 M2M 통신 시스템 환경에서 개별적인 페이징은 무수한 제어 신호로 인한 시스템 오버헤드의 증가 및 컨트롤 채널의 부족으로 인한 심각한 지연 발생의 직접적 원인이 될 수 있다. 예를 들어, 하나의 프레임에 총 2개의 페이징을 위한 채널(Paging Occasion)이 있고, 하나의 페이징 메시지는 동시에 16개의 MTC 기기를 호출 할 수 있는 3GPP LTE 시스템의 경우, 총 35,670개의 MTC 기기가 접속하기 위해서는 적어도 2,230번의 페이징 메시지가 MTC 기기에게 전송되어야 하며 결론적으로 총 11.15 sec의 시간이 필요하다 [15]. 즉, M2M 시스템에서의 개별적인 페이징은 무수히 많은 컨트롤 메시지로 인한 심각한 지연을 발생시킨다.

2) 해결 기술

수많은 MTC 기기의 개별 페이징 시 발생할 수 있는 컨트롤 채널의 부족 및 심각한 지연 발생을 해결하기 위하여 그룹 기반의 페이징 기법이 제안되었다 [16]. 즉, MTC 기기를 미리 정해져 있는 전송 특성들에 따라서 그룹으로 나누고, 그룹 단위로 페이징 메시지를 전송함으로써 개별 페이징 전송으로 인한 컨트롤 채널의 부하를 현저하게 낮출 수 있다. 또한, 그룹 페이징 시 접속에 실패한 MTC 기기의 재 접속을 지원하기 위한 기법에 대하여 제안되었다 [17]. 접속에 실패한 MTC 기기의 재 접속을 지원하기 위하여 추가적인 그룹 페이징 신호를 전송할 경우, 기존의 그룹 페이징 메시지를 수신한 MTC 기기들에 미치는 영향을 최소화 하기 위하여 재전송 여부를 나타내는 인디케이터(Indicator)를 그룹 페이징 메시지에 추가하여 전송 한다.

3) 발전 방향

수많은 기기가 존재하는 M2M 통신 환경에서 그룹 페이징



(그림 4) 같은 그룹 ID 를 가지는 MTC 기기의 분포

을 이용함으로써 개별 페이징 기법을 사용할 때 보다 컨트롤 채널의 부하를 현저하게 줄일 수 있다. 하지만 동일한 그룹 아이디를 가지는 MTC 기기의 분포는 기지국마다 동일하지 않을 수 있다. (그림 4)를 참조하면, 기지국 1과 2와는 다르게 기지국 3에 동일한 그룹 아이디를 가지는 MTC 기기가 많이 분포하는 경우 그룹 페이징 시 동일한 그룹 아이디를 가지는 MTC 기기의 동시 접속으로 인하여 과부하가 발생할 수 있다. 즉, 그룹 페이징은 하나의 그룹 페이징 메시지로 같은 그룹의 기기를 호출 함으로써 제어 신호의 발생을 현저하게 줄일 수 있지만 동일 그룹 아이디를 가지는 기기를 동시에 호출하기 때문에 과부하가 발생할 수 있다. 그러므로, 셀마다 MTC 기기의 분포가 다른 경우를 고려한 그룹 페이징 기법의 연구가 필요하다.

3. 저전력 통신의 필요성

1) 문제점

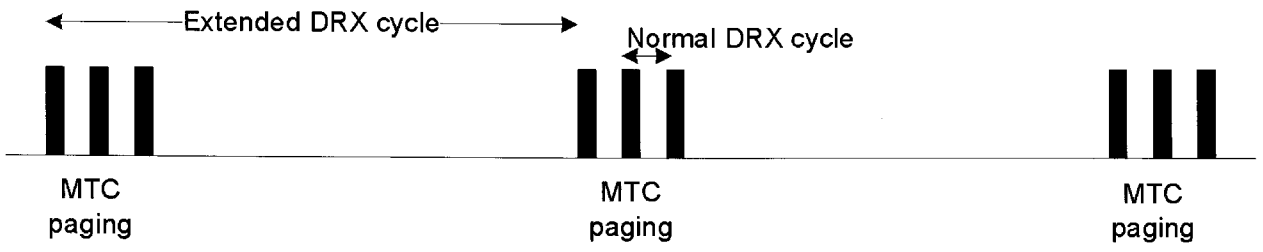
H2H 통신에서는 휴대폰과 같이 배터리를 손쉽게 교환하여 사용할 수 있다. 하지만 M2M 통신에서는 쉽게 접근하지 못하는 장소나 매우 위험한 장소에 설치될 수도 있을 뿐만 아니라 수많은 기기들이 존재하기 때문에 배터리를 교체한다는 것은 아주 어려운 일이 될 수 있다. 그러므로 MTC 기기에서는 전력 소모를 최소화 하여 배터리를 오랫동안 사용할 수 있는 저전력 기술이 매우 중요하다 [18].

3GPP LTE 시스템 에서는 단말의 전력 소모를 줄이고 가동 시간을 늘리기 위하여 DRX 기법을 사용한다 [19]. DRX 모드에서는 송수신할 데이터가 없을 경우 정해진 시간 동안 단말의 전원을 꺼놓게 되며, 주기적으로 계산된 페이징 프레임(Paging Frame)에 페이징 메시지(Paging Message)를 받기 위하여 하향 링크 컨트롤 채널(PDCCH)을 모니터링 한다.

2) 해결기술

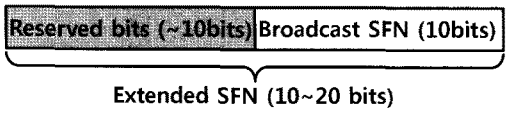
Release 10에서는 MTC 기기의 전력 소모를 줄이기 위하여 DRX 주기를 기존 3GPP LTE 단말이 사용하는 주기 보다 길게 늘리자는 것에 동의하였다 [20]. 이는 앞서 설명한 바와 같이 MTC 기기가 적은 데이터를 비정기적으로 전송하고, 지연에 민감하지 않다는 특성 때문에 가능하다. (그림 5)를 참조하면, 기존의 DRX 주기보다 확장된 DRX 주기를 사용함으로써 기존의 H2H 단말에 비하여 전원을 꺼놓는 시간이 길어지기 때문에 대기 시 소모되는 전력이 현저하게 줄어든다.

확장된 DRX 주기를 가지는 MTC 기기를 3GPP LTE 시스템에 적용하기 위해서는 확장된 DRX 주기 내에서 어느 프레임에 페이징 메시지의 수신을 위하여 하향 링크 컨트롤 채널을 모니터링 여부를 계산해야 한다. 이러한 페이징 프레임은 SFN(System Frame Number) 을 바탕으로 계산된다. 총 10 비트로 이루어져 있는 SFN 은 최대 2^{10}까지 표현이 가능하기 때문에 최대 10.24 sec까지(프레임의 길이는 1ms 이다)



(그림 5) MTC 기기의 전력 소모를 줄이기 위한 확장된 DRX 기법 [20]

PF의 계산이 가능하다. 그러므로 확장된 DRX 주기가 10.24 sec 를 초과하게 되면 기존의 SFN으로는 표현이 불가능한 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 MIB (Master Information Block)중 나중을 위해 비워두었던 비트 (reserved bits)중 최대 10비트를 확장된 SNF(Extended SFN)에 사용하는 기법이 제안되었다 [21]. (그림 6)을 참조하면 기존의 SFN 을 위하여 사용되던 10 비트에 확장을 위하여 추가된 10비트를 이용하여 확장된 SFN 을 구성하게 된다. 이는 기존에 10 비트로 구성된 SFN 로는 확장된 DRX 주기의 표현이 불가능했던 부분을 최대 10,240 sec까지 확장함으로써 저전력 기기를 위한 확장된 DRX 기법을 가능케 한다.



(그림 6) 확장된 DRX 기법을 위한 확장된 SFN의 구조 [21]

3) 발전방향

시스템의 추가 사용을 위한 비트의 사용은 다른 기법 또는 시스템의 확장을 위하여 남겨두는 자원이기 때문에 최대한 이용을 줄이는 것이 좋다. 또한 MIB 는 컨트롤 정보의 전송을 위하여 미리 정의되어 있는 구조여서 변경 시에 기존의 단말들에게 영향을 줄 수도 있다. 그러므로, SFN 의 확장을 위해 추가된 비트 없이 확장된 DRX 주기를 표현할 수 있는 기법에 대한 연구가 필요하다.

IV. 결 론

본고에서는 3GPP LTE 시스템을 기반으로 하는 M2M 통신의 문제점을 고찰하고 이를 해결하기 위한 표준화 기술들을 소개한다. 특히, 랜덤 접속의 과부하를 해결하기 위한 pull 기반의 과부하 제어 기법, 컨트롤 채널의 부족을 해결하기 위한 그룹 기반의 페이징 기법 그리고 저전력 M2M통신을 위한 확장된 DRX 주기를 이용한 전력 관리 기법의 기술을 소개하였다. 또한, 기고문에서 제안하고 있는 기법들을 바탕으로 앞으로 3GPP LTE 기반의 M2M통신의 적용을 위한 기술의 연구 방향을 제시 하였다.

참 고 문 헌

[1] Geng Wu, Talwar, S., Johnsson, K., Himayat, N., Johnson, K.D., "M2M: From mobile to embedded internet," Communications Magazine, IEEE , vol.49, no.4, pp.36-43, April 2011.

[2] Yan Zhang, Rong Yu, Shengli Xie, Wenqing Yao, Yang Xiao, Guizani, M., "Home M2M networks : Architectures, standards, and QoS improvement," Communications Magazine, IEEE , vol.49, no.4, pp.44-52, April 2011.

[3] Sallinen, M., "Applications of wireless M2M communication," Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2010 International Conference on , vol., no., pp.384-385, 17-19 Nov. 2010

[4] ABI Research, "The Cellular M2M Module Market" (Online : http://www.abiresearch.com/products/market_research/Cellular_Machine-to-Machine_(M2M)_Communications)

[5] Beecham Research, "Worldwide Cellular M2M Modules Forecast," (Online : http://www.beechamresearch.com/report.aspx?reportid=29)

[6] ETSI TS 102 689 v1.1.1, 'Machine-to-Machine Communications(M2M); M2M service requirements' , 2010.

[7] IEEE 802.16p, 'Machine to Machine(M2M) System Requirements Document(SRD)' , 2011.

[8] 3GPP TR 23.888 v.1.3.0, "System Improvements for MTC, ", 2011-06.

[9] 3GPP TS 22.368 v11.0.0, "Service requirements for Machine-Type Communications (MTC); Stage 1(Release 10)" , 2010-12.

[10] Shao-Yu Lien, Kwang-Cheng Chen, Yonghua Lin, "Toward ubiquitous massive accesses in 3GPP machine-to-machine communications," IEEE Comm.

Mag, vol.49, no.4, pp.66-74, April 2011.

[11] S. R. Yang and Y. B. Lin, "Modeling UMTS discontinuous reception mechanism," IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 4, no. 1, pp. 312-319, January 2005.

[12] 3GPP TR 37.868 v.0.6.0, "Study on RAN Improvements for MTC," 2010-12.

[13] R2-113198, "Further analysis of group paging for MTC," ITRI, 2011.

[14] R2-104004, "Group paging for MTC devices," LG Electronics Inc., 2010.

[15] R2-104870, "Pull based RAN overload control," Huawei, 2010.

[16] R2-104878, "Group paging for MTC devices," LG Electronics Inc., 2010.

[17] R2-105822, "Further considerations on group paging for MTC," Ericsson, ST-Ericsson, 2010.

[18] R2-111190, "Further Considerations for MTC," Ericsson, ST-Ericsson, 2011

[19] Shun-Ren Yang, Yi-Bing Lin, "Modeling UMTS discontinuous reception mechanism," Wireless Communications, IEEE Transactions on , vol.4, no.1, pp. 312- 319, Jan. 2005 .

[20] R2-102124, "Power Saving for MTC Devices," LG Electronics Inc., 2010.

[21] R2-104560, "Extension of paging cycle for MTC," LG Electronics Inc., Samsung, 2010.

약 력

김 동 규

2006년 건국대학교 전자공학부 공학사
2008년 연세대학교 전기전자공학부 공학석사
2008년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학부 박사과정
관심분야 : Cognitive Radio, Machine-to-Machine, LTE

김 형 종

2006년 연세대학교 전기전자공학부 공학사
2008년 연세대학교 전기전자공학부 공학석사
2008년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학부 박사과정
관심분야 : Cognitive Radio, Machine-to-Machine, LTE

홍 대 식

1983년 연세대학교 전자공학과 공학사
1985년 연세대학교 전자공학과 공학석사
1990년 Purdue University Electrical Engineering 박사
1990년 ~ 1991년 Purdue University 박사 후 과정 연구원
1991년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학과 교수
2000년 ~2001년 교환교수, N. C. State University, USA
2001년 ~2003년 연세대학교 정보 통신처 차장
2002년 ~2006년 연세대학교 대학원 전기전자 공학과 주임교수
2004년 ~ 2006년 연세대학교 신호처리 연구 센터(CSPR) 소장
2002년 ~ 현재 연세대학교 전자 정보 통신 연구소 소장
2007년 ~ 2008년 삼성 정보통신 총괄 교환교수(기술기획)
2008년 ~ 현재 연세대학교 전파통신 연구소 소장
2010년 ~ 현재 연세대학교 연구처 처장
2010년 ~ 현재 연세대학교 산학협력단 단장
2006년 ~ 현재 Senior Member, IEEE
2007년 ~ 현재 Division Editor, Journal of Communications and Networks(JCN)
2006년 ~ 현재 Editor, IEEE Transactions on Wireless Communications(TWC)
2006년 ~ 현재 대한 전자 공학회(IEEK) 이사, 기획이사, 학술이사
2007년 ~ 현재 한국 통신 학회(KICS) 이사, 편집이사
관심분야 : MIMO-OFDM Cellular System, Cognitive Radio, Femtocell Technology, Machine-to-Machine, LTE