

# LTE 시스템에서 그룹 기반 M2M 단말 이동성 관리

노희태\*, 이장원°

## Mobility Management of M2M Devices with Grouping in the LTE System

Hee-Tae Roh\*, Jang-Won Lee°

### 요 약

최근 이동통신의 새로운 미래 사업으로 주목받고 있는 M2M 통신의 특성 중 하나는 기존의 통신에 비해 단말의 수가 상대적으로 많다는 점이다. 따라서 다수의 단말로부터 발생하는 제어 신호가 네트워크에 혼잡을 발생시킬 수 있기 때문에 3GPP 표준화단체에서는 이를 해결하고자 여러 단말을 하나의 그룹으로 관리하여 불필요한 시그널링 오버헤드를 줄이는 방법에 대해 표준화를 진행 중에 있다. 본 논문에서는 이동성이 같은 다수의 M2M 단말들을 하나의 그룹으로 관리하는 그룹 기반 이동성 관리 방법에 대해 제안한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 이동성이 같은 다수의 M2M 단말을 Mobility Management Entity (MME)가 동적으로 그룹핑하고, 그룹을 대표할 그룹 헤더를 선출하여 그룹 헤더가 그룹을 대표하여 Tracking Area Update (TAU)를 수행하게 함으로써 M2M 단말이 개별적으로 TAU를 수행할 때 발생하는 시그널링 오버헤드를 줄이는 것이다. 제안하는 방법이 기존의 개별적으로 TAU를 수행했을 때보다 최대 80% 정도의 시그널링 오버헤드 감소효과를 보인다.

**Key Words** : group based optimization, Machine-to-Machine communications, Mobility management, 3GPP LTE

### ABSTRACT

The one of features of M2M communications, which are recently attracted attention as a future business of mobile communications, is that there is a large number of devices compared with traditional communication services. Hence, the control signal that are generated by the M2M devices may cause a significant congestion in the network and in order to solve this problem, a standardization is progressing for reducing the redundant signaling by managing M2M devices as a group in 3GPP standardization. In this paper, we propose a method of group based mobility management by managing M2M devices that have the same mobility as a group. In the proposed method, M2M devices that have the same mobility are grouped by the Mobility Management Entity (MME) and the MME elects a group header among the M2M devices in the group. Then, the group header performs the Tracking Area Update (TAU) on behalf of the group members to reduce the signaling overhead of mobility management. With the proposed method, we can achieve 80% decrease of the signaling overhead of mobility management compared with the case where each M2M device individually performs its TAU procedure.

\* 본 논문은 2008년도 서울시 산학연 협력사업 세계유수연구소 유치 지원사업 - Bell Labs 서울 유치 / 광대역 컨버전트 네트워크 기반기술 및 응용서비스 연구 (WR080951)의 지원과 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2010-0021677).

• 주저자 : 연세대학교 전기전자공학부 통신망 연구실, heetae-roh@yonsei.ac.kr, 준회원

° 교신저자 : 연세대학교 전기전자공학부 통신망 연구실, jangwon@yonsei.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2012-11-520, 접수일자 : 2012년 11월 2일, 최종논문접수일자 : 2012년 12월 3일

## I. 서 론

Machine-to-Machine (M2M) 통신 서비스는 사물이 주변의 정보를 수집하여 네트워크를 통해 서로 공유하거나 M2M 서버로 정보가 수집되어 사용자에게 정보를 제공하는 서비스를 말한다<sup>[1-3]</sup>. M2M 통신은 최근 이동통신의 새로운 미래 사업으로 주목을 받고 있는데, 3GPP와 ETSI와 같은 표준화단체를 중심으로 표준화가 진행되고 있으며, 세계 각국에서 M2M 서비스를 위한 연구를 진행하고 있다<sup>[4-6]</sup>. 3GPP에서는 M2M 통신을 Machine-type Communication (MTC) 통신이라고도 하는데, 3GPP에서 정의하고 있는 M2M 통신의 주요 특징 중 하나는 M2M 단말의 수가 기존의 사람 간 통신의 그것과 비교하여 많다는 것이고, 이러한 특징으로 인해 발생하는 문제를 해결하는 것이 주요 이슈 중의 하나이다<sup>[7,8]</sup>. 특히 다수의 M2M 단말로부터 발생하는 제어 신호는 네트워크에 혼잡을 유발시키는데, 이는 M2M 통신을 구현함에 있어서 주요 이슈 중에 하나이며, 3GPP에서는 이를 해결하고자 여러 M2M 단말을 하나의 그룹으로 관리하여 불필요한 제어 신호를 줄이는 방법에 대해 표준화를 진행 중에 있다<sup>[9,10]</sup>.

M2M 통신 서비스는 차량의 도난 방지 및 건물 침입 감지 등의 안전 관련 분야, 차량 또는 사람 및 물류의 이동 경로 추적하는 서비스, 그리고 환자의 상태를 모니터링하는 의료분야 등 그 응용이 다양하다<sup>[7][11][12]</sup>. 본 논문에서는 이러한 M2M 통신 서비스 중에서 M2M 단말이 부착된 다수의 화물이 하나의 트럭에 실려 있는 경우 해당 화물의 이동 경로를 추적하거나 차량 또는 사람에 부착된 다양한 종류의 M2M 단말들과 같이 다수의 M2M 단말들이 서로 이동성이 있을 수 있는 경우를 고려하고 있다. Long Term Evolution (LTE) 시스템에서는 idle 상태의 M2M 단말이 네트워크와 데이터를 원활하게 송수신하기 위해서는 네트워크가 단말의 위치를 파악해야만 하며, 이를 위해서 단말은 자신의 위치를 네트워크에게 알려주는 절차인 Tracking Area Update (TAU)를 수행해야 한다. 그런데 다수의 M2M 단말들이 이동성이 같아서 Tracking Area (TA) 외 지역으로 동시에 진입할 경우, 혹은 TAU 수행 주기가 같은 경우에는 다수의 M2M 단말들이 동시에 TAU를 수행하게 된다. 이러한 경우에는 네트워크에 순간적으로 다수의 제어 신호를 발생시키게 되어 혼잡이 유발될 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고자 이동성이 같은 여러 M2M 단말을 하나의 그룹으로 관리하고, 그룹

단위로 TAU를 수행함으로써 불필요한 제어 신호를 줄이는 방법을 제안하고자 한다.

## II. 그룹 기반 M2M 단말 이동성 관리

본 논문에서 제안하는 방법은 이동성이 같은 M2M 단말들을 하나의 그룹으로 관리하고, TAU 수행 시 M2M 단말과 MME 간의 시그널링 수를 줄이기 위한 방법으로 그룹을 대표하여 그룹 헤더만이 TAU request message를 전송하며 MME는 해당 그룹에 속한 모든 M2M 단말에 대해 TAU를 수행한다. 이후 같은 그룹에 속한 나머지 M2M 단말들인 그룹 멤버들은 TAU accept message만을 수신하여 TAU 수행을 위한 제어 신호의 오버헤드를 줄임으로써 네트워크의 혼잡을 방지하는 것이다. 이를 위해서는 이동성이 같은 M2M 단말들을 그룹핑하고 같은 그룹에 속한 M2M 단말들이 서로 동기화가 되어 TAU accept message를 수신할 수 있어야 한다. 따라서 본 논문에서는 M2M 단말들을 그룹핑하고 서로 동기를 맞추는 방법과 그룹에 속한 M2M 단말들이 TAU accept message를 수신하는 방법에 대해 제안하고자 한다.

### 2.1. Tracking Area Update in LTE

본 절에서는 LTE 시스템에서 idle 상태인 단말의 위치를 파악하기 위한 절차인 TAU에 대해 3GPP의 표준에서 정의된 내용을 바탕으로 설명하고자 한다<sup>[13]</sup>. 그림 1과 같이 LTE 시스템에서는 여러 이웃한 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 Tracking Area (TA) 단위로 관리하고 있다<sup>[14]</sup>. Idle 상태인 단말이 자신의 위치를 MME에게 알려주기 위해 TAU를 수행하게 되면, 단말의 이동성을 관리하는 Mobility Management Entity (MME)는 단말이 현재 위치한 TA와 단말의 이동성을 고려하여 앞으로 단말이 위치하게 될 것으로 간주되는 TA들로 구성된 TA list (TAL)을 만들고 이를 단말의 위치 정보로 저장한다. 즉, MME는 idle 상태인 단말의 위치를 여러 TA들로 이루어진 TA list (TAL) 단위로 파악을 하고 있다. 이후 MME는 TAL을 해당 단말에게 알려주며, 단말 또한 수신된 TAL을 저장한다.

TAU는 크게 두 가지로 분류할 수 있는데, 하나는 비주기적 TAU이며 다른 하나는 주기적 TAU이다. 비주기적 TAU는 단말이 자신이 저장한 TAL 영역 밖에 위치하게 되면, MME에게 자신의 위치를 알려주기 위해 수행하는 것으로, 이는 MME가 단말이 위치할 것으로 간주하고 있는 영역밖에 존재하게 되는 경우

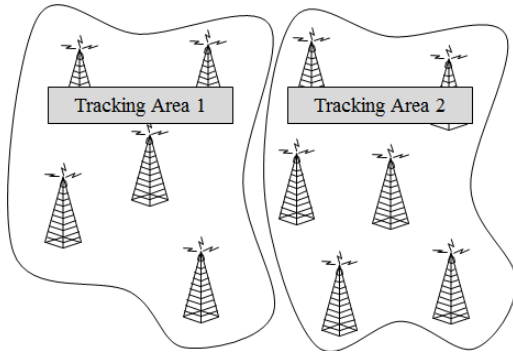


그림 1. Tracking Area<sup>[14]</sup>  
Fig. 1. Tracking Area<sup>[14]</sup>

를 방지하기 위함이다. 주기적 TAU는 단말이 자신이 저장한 TAL 영역 내에 위치하더라도 일정한 시간 간격으로 주기적으로 MME에게 자신의 위치 정보를 업데이트하기 위해 수행한다.

그림 2는 3GPP에서 정의하고 있는 TAU 절차를 보여주고 있다<sup>[13]</sup>. 그림 2에서 Step 1은 단말이 비주기적 혹은 주기적 TAU 수행에 관한 event 발생으로 TAU를 triggering하는 과정을 나타내고 있으며, Step 2-3은 단말이 TAU event 발생으로 MME에게 TAU request message를 전송함으로써 TAU 수행 요청을 하는 과정이다. Step 4-14는 Evolved Packet Core (EPC) subcomponent (MME, S-GW, PDN-GW, HSS) 간의 제어 신호 전송과정으로서, Step 4-5는 TAU 수행 과정에서 MME 변경 시 이전 MME로부터 단말의 context를 이전시키는 과정이며, Step 6-10은 MME 변경으로 인해 단말의 데이터 전송을 위한 bearer 정보 변경 시 이를 처리해주는 과정이다. 그리고 Step 11-14는 MME 변경 시 이를 HSS에게 알려 주어 HSS로 하여금 단말이 위치한 MME에 대한 정보를 파악할 수 있게 하는 과정이다. 마지막으로 Step 15-16은 MME가 단말에게 TAU accept message를 전송함으로써 TAU 수행 결과를 알려주는 과정이다. 따라서 TAU 수행 시의 제어 신호의 수는 MME가 변경될 경우에는 15회가 되며, MME가 변경되지 않을 경우에는 Step 2-3과 Step 15-16만을 수행하게 되어 4회가 된다.

Idle 상태의 M2M 단말이 TAU를 수행하기 위해서 TAU request message를 전송하기 위해서는 먼저 random access 프로시저<sup>[15]</sup>와 RRC connection establishment 프로시저<sup>[16]</sup>를 거쳐 네트워크와 연결을 맺어야 하는데, 각각의 제어 신호의 수는 표 1과 같다. 따라서 idle 상태인  $n$ 개의 M2M 단말들이 개별적으로

TAU를 수행할 경우의 제어 신호의 수  $N$ 은 식(1)과 같다.

$$N = \begin{cases} 22n, & \text{MME 변경 시} \\ 11n, & \text{MME 미 변경 시} \end{cases} \quad (1)$$

본 논문에서 제안하는 방법에서는 TAU 수행 시 그룹 헤더만이 TAU request message를 전송하고, 같은 그룹에 속한 나머지 M2M 단말들인 그룹 멤버들은 TAU accept message만을 수신한다. 즉, 그룹 헤더만이 그림 2에서 Step 2-3에 해당하는 TAU request message 전송 과정을 수행하고, Step 4-16에 해당하는 과정은 해당 그룹에 속한 모든 M2M 단말들 (즉, 그룹 헤더 및 그룹 멤버)에 대해 개별적으로 수행된다. 따라서 그룹 헤더의 경우에는 기존의 경우와 마찬가지로 TAU 수행 시의 제어 신호의 수는 MME가 변경될 경우에는 22회, MME가 변경되지 않을 경우에는 11회가 되며, 그룹 멤버의 경우에는 TAU request message 전송을 하지 않을 뿐만 아니라 random access 프로시저와 RRC connection establishment 프로시저를 수행하지 않으므로 MME가 변경될 경우에는 13회, MME가 변경되지 않을 경우에는 2회가 된다. 따라서 제안하는 방법에서 idle 상태인  $n$ 개의 M2M 단말들로 구성된 그룹이 TAU를 수행할 경우의 제어 신호의 수  $N_{group}$ 은 식(2)와 같다.

$$N_{group} = \begin{cases} 22 + 13(n-1), & \text{MME 변경 시} \\ 11 + 2(n-1), & \text{MME 미 변경 시} \end{cases} \quad (2)$$

표 1. 각 프로시저에서의 제어 신호 수

Table 1. The number of signaling in procedures

Procedure	Number of signaling
Random access	4
RRC connection establishment	3

본 논문에서 제안하는 그룹 기반 이동성 관리에서는 하나의 그룹에 속한 M2M 단말들이 주기적 TAU 수행 시에만 그룹 단위로 TAU를 수행한다. 그룹에 속한 M2M 단말이 비주기적 TAU 수행 시에는 그룹 단위로 TAU를 수행하지 않으며, 해당 M2M 단말을 그룹에서 제외시키고 개별적으로 TAU를 수행하도록 하는데, 그 이유는 다음과 같다. 그룹에 속한 M2M 단말들이 비주기적 TAU를 수행하는 경우에도 그룹 단위로 TAU를 수행하게 될 경우에는 그룹 헤더가 TAU

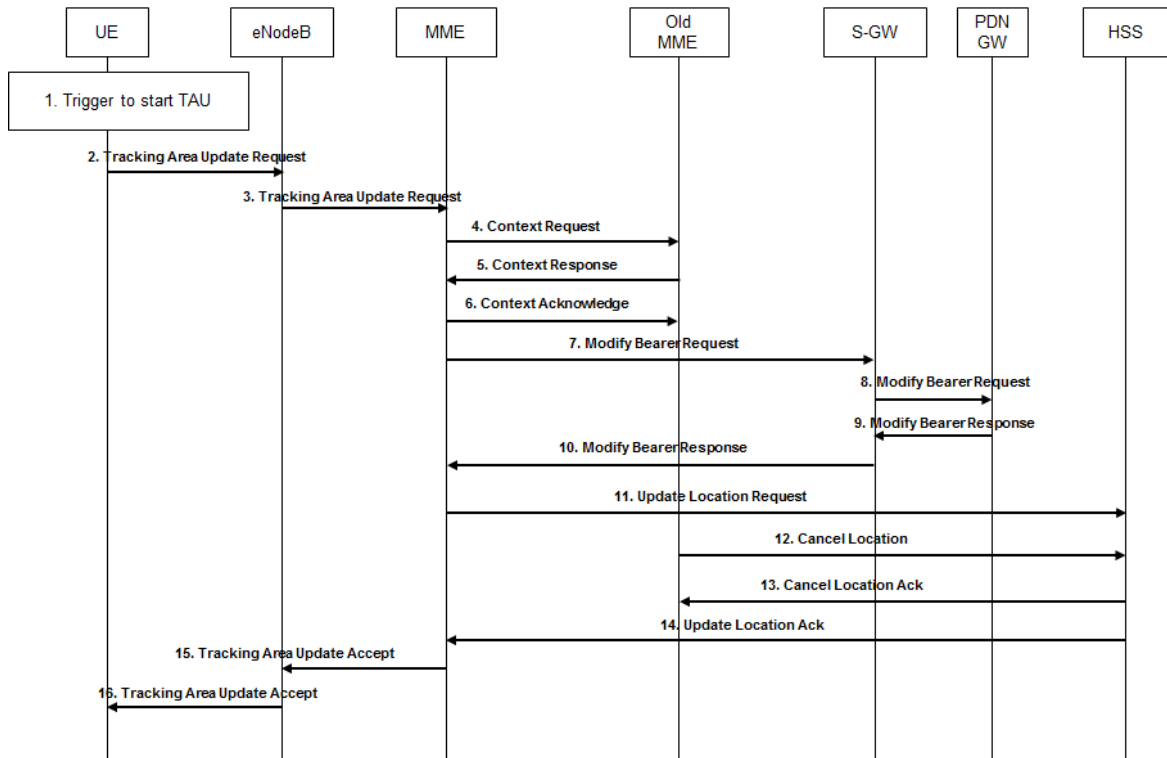


그림 2. TAU 프로시저<sup>[13]</sup>  
Fig. 2. TAU procedure<sup>[13]</sup>

triggering event 발생으로 비주기적 TAU를 수행했을 때 그룹 헤더의 MME가 변경되어 그룹 멤버의 MME와 다른 경우에 문제가 발생한다. 이 경우에는 그룹 헤더가 TAU 수행 시 모든 그룹 멤버의 context가 새로운 MME로 옮겨지기 때문에 이후에 그룹 멤버가 TAU를 수행하더라도 자신의 유효한 context를 가져올 수 없게 된다. 따라서 이때에는 attach 프로시저를 수행하게 되므로 추가적인 시그널링이 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서 제안하는 방법에서는 그룹핑된 M2M 단말이 비주기적 TAU 수행 시에는 개별적으로 TAU를 수행하게 하며, 해당 M2M 단말을 그룹에서 제외시킨다.

### 2.2. 그룹핑 및 동기화

본 절에서는 이동성이 같은 M2M 단말들을 그룹핑하고 서로 동기를 맞추기 위해 본 논문에서 제안하는 방법에 대해 설명하고자 한다. 이동성이 같은 M2M 단말을 하나의 그룹으로 관리하기 위해서는 우선 그룹핑을 수행하는 개체가 필요하다. 본 논문에서는 이동성이 같은 M2M 단말들을 MME가 동적으로 그룹핑을 한다. 즉, MME는 각 단말들의 이동성을 파악하고 이동성이 같은 M2M 단말들을 하나의 그룹으로 관리하고, 이후 그룹에 속한 M2M 단말 중에서 이동성

이 달라진 M2M 단말은 해당 그룹에서 제외하는 동적 그룹핑을 수행한다. 본 논문에서는 차량에 부착된 M2M 단말이나 사람이 휴대하는 M2M 단말처럼 한 사용자에게 속한 M2M 단말들 중에서 이동성이 같은 M2M 단말들을 하나의 그룹으로 관리한다. 따라서 그룹핑 대상이 되는 M2M 단말들은 사전에 결정되어 있으며, Home Subscription Server (HSS)에 해당 단말의 subscription data로 저장된다. 그러면 각 M2M 단말이 attach 프로시저를 수행할 때 MME에게 해당 정보가 전달된다. 이후 MME는 그룹핑 대상이 되는 M2M 단말들이 위치한 셀 정보를 바탕으로 같은 셀에 위치한 M2M 단말들은 이동성이 같다고 판단하여 그룹핑을 수행한다. 그리고 MME는 해당 그룹을 대표하는 그룹 헤더를 선출하여 그룹 헤더가 TAU request message를 전송하게 한다. 또한 MME는 같은 그룹에 속한 모든 M2M 단말들이 동시에 TAU accept message를 수신할 수 있도록 동기화를 수행한다.

본 논문에서 제안하는 방법에서는 이동성이 같은 M2M 단말들의 그룹핑과 그룹 헤더 선출 및 동기화는 함께 수행되는데 그 방법은 다음과 같다. 그림 3은 그룹에 속하지 않았던 M2M 단말들이 그룹핑되는 과정과 TAU accept message를 동시에 수신하기 위해 서로 동기화되는 과정을 보여주고 있다. 우선 M2M 단

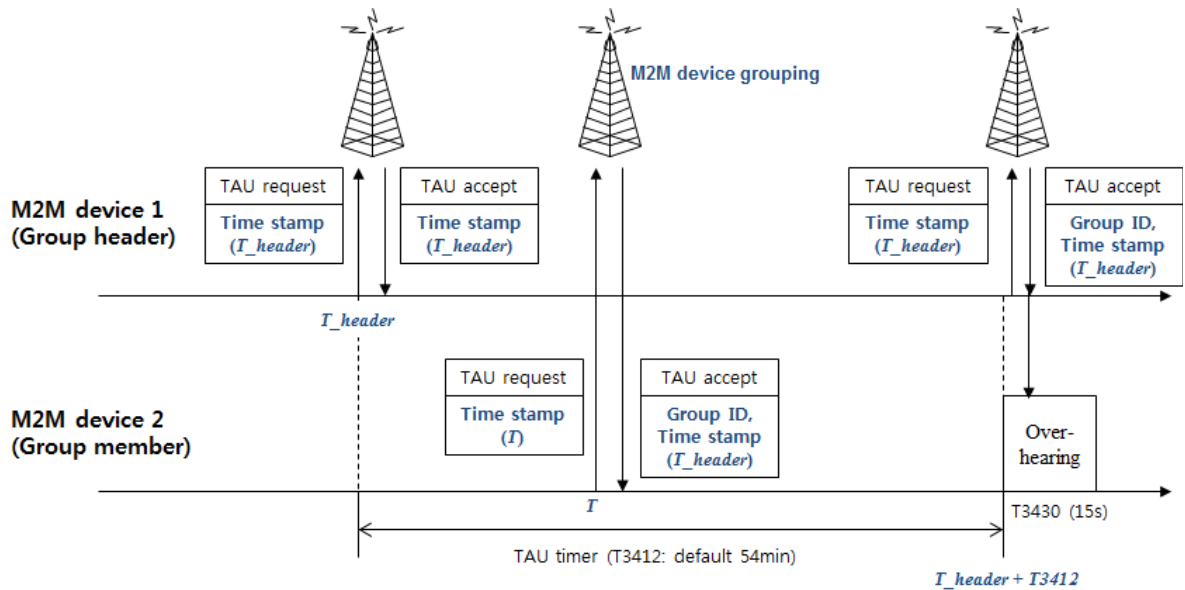


그림 3. 그룹핑 및 동기화  
Fig. 3. Grouping and synchronization

말인 M2M device 1이 TAU를 수행하기 위해 TAU request message를 전송할 때 해당 message를 전송한 시점을 알려주는 time stamp 정보도 함께 e-NodeB에게 알려준다. 그러면 e-NodeB는 해당 M2M 단말이 속할 그룹이 있는지를 확인하는데, 만약 M2M 단말이 속할 그룹이 존재하지 않는다면 해당 M2M 단말을 그룹 헤더로 선출하고 해당 M2M 단말이 전송한 time stamp 정보를 저장한 후 TAU accept message를 M2M 단말에게 전송한다. 이후 같은 그룹핑 대상의 다른 M2M 단말인 M2M device 2가 같은 셀에서 TAU를 수행하게 되면 MME는 M2M device 1과 M2M device 2를 그룹핑한다. 그러면 M2M device 2는 그룹 멤버가 되며, 이후부터는 TAU 수행 시에 TAU request message를 전송하지 않고 TAU accept message를 수신만 하게 된다. 따라서 그룹 헤더인 M2M device 1과 그룹 멤버인 M2M device 2 간에 TAU accept message 수신을 위해 동기화가 되어야 하는데, 이를 위해서 e-NodeB는 M2M device 2를 위한 TAU accept message에 그룹 헤더인 M2M device 1가 이전에 TAU request message를 전송한 시점의 time stamp 정보를 담아 M2M device 2에게 알려준다. 이때 M2M device 2에게 자신이 속한 그룹의 그룹 헤더의 ID도 함께 알려준다. 그러면 이를 수신한 M2M device 2는 자신이 그룹 멤버임을 인지하게 되며, 수신한 그룹 헤더의 time stamp에 주기적 TAU 수행을 위한 타이머 값 (즉, T3412<sup>[17]</sup>)을 더해 그룹 헤

더의 주기적인 TAU 수행 시점을 파악한다. 그리고 이후부터는 M2M device 2는 해당 시점에 TAU accept message만을 수신할 수 있게 된다.

### 2.3. TAU accept message 수신

그룹 멤버가 TAU accept message를 수신하기 위해서는 해당 message가 전송되는 resource block (RB)를 파악해야만 한다. 그런데 이러한 정보는 e-NodeB가 각 단말에게 할당한 ID인 Cell Radio Network Temporary Identifier (C-RNTI)를 통해 해당 정보가 전달되므로, idle 상태에 있는 그룹 멤버는 e-NodeB로부터 C-RNTI를 할당받아야만 한다. 본 절에서는 그룹 단위로 그룹 멤버가 그룹 헤더의 C-RNTI를 파악하는 방법과 TAU accept message를 수신하는 방법에 대해 설명하고자 한다.

우선 그룹 단위로 정보를 전송하기 위해 e-NodeB가 고정적으로 할당하는 ID인 Group-RNTI를 정의하자. Group-RNTI는 모든 그룹이 공유하게 되며, 해당 정보는 각 M2M 단말에 미리 설정되어 있거나 e-NodeB의 시스템 정보를 통해 얻게 된다. 그림 4는 Group-RNTI를 사용하여 그룹 멤버가 C-RNTI를 파악하는 과정을 나타내고 있다. e-NodeB는 TAU accept message를 보내기에 앞서 먼저 n번째 subframe에서 Physical Downlink Control Channel (PDCCH)를 통해 그룹 멤버의 ID와 해당 멤버에게 할당한 C-RNTI 정보를 보낼 RB의 위치를 Group-RNTI를 indicator로 사용하여 알려준다. 그러



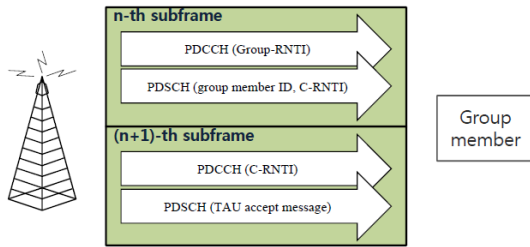


그림 4. TAU accept message 수신 절차  
Fig. 4. The procedure for TAU accept message reception

면 Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)을 통해 각 그룹 멤버들은 자신의 ID를 통해 해당 C-RNTI 정보를 파악하게 된다. 이후 (n+1)번째 subframe에서 e-NodeB는 그룹 헤더와 각 그룹 멤버에게 PDCCH를 통해 TAU accept message를 전송하고자 하는 RB의 위치를 각각의 C-RNTI를 indicator로 사용하여 알려주고, 해당 M2M 단말은 PDSCH를 통해 자신의 TAU accept message를 수신할 수 있게 된다.

#### 2.4. 요구 사항

본 논문에서 제안한 그룹 기반 이동성 관리를 구현하기 위해서는 LTE 시스템을 구성하는 몇몇 노드들은 다음과 같은 기능이 추가되어야 한다.

##### 2.4.1. M2M 단말

- 1) 그룹 헤더 및 그룹 멤버
  - (1) Group-RNTI 정보가 사전에 입력되어 있지 않으며 e-NodeB로부터 시스템 정보를 통해 해당 정보를 수신한다.
  - (2) 기존 TAU request message 안에 TAU request message를 전송한 시간 정보인 time stamp를 추가한다.
- 2) 그룹 멤버
  - (1) e-NodeB로부터 수신한 그룹 헤더의 ID 및 time stamp 정보를 저장한다.
  - (2) TAU timer 주기에 맞춰 TAU accept message를 수신한다. TAU accept message를 수신하기 전에는 e-NodeB로부터 할당받은 C-RNTI를 파악한다.

##### 2.4.2. MME

- 1) M2M 단말이 attach 프로시저를 수행할 때 HSS로부터 그룹핑 대상이 되는 M2M 단말들의 정보를 수신하고 이를 해당 M2M 단말의

context로 저장한다.

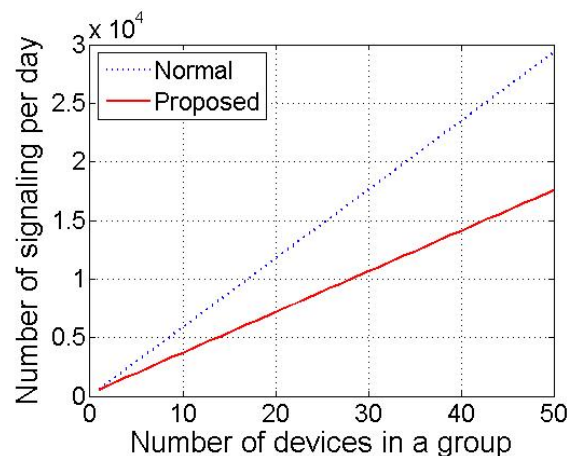
- 2) TAU request message에 포함된 time stamp 및 셀 정보를 해당 M2M 단말의 context로 저장한다.
- 3) M2M 단말의 셀 정보를 바탕으로 같은 셀에 속한 M2M 단말들에 대해 그룹핑을 수행한다. 그룹핑을 수행한 후에는 TAU accept message에 그룹 헤더의 ID와 time stamp 정보를 담아 보낸다.
- 4) 그룹에 속한 M2M 단말이 비주기적 TAU 수행 시 해당 M2M 단말을 그룹에서 제외시킨다.

##### 2.4.3. HSS

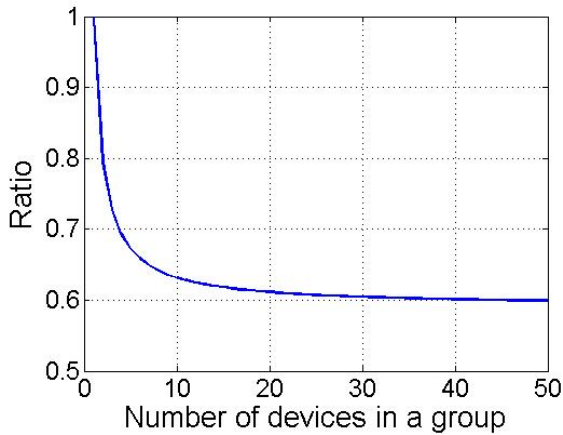
- 1) 그룹핑 대상이 되는 M2M 단말들의 정보를 각 M2M 단말의 context로 저장하며, attach 프로시저 수행 시 해당 정보를 MME에게 알려준다.

##### 2.4.4. e-NodeB

- 1) Group-RNTI 정보를 시스템 정보를 통해 M2M 단말에게 알려준다.
- 2) TAU accept message를 전송하기 전에 TAU accept message를 수신하고자 하는 각 그룹 멤버를 위해 C-RNTI를 할당하고, Group-RNTI를 통해 할당된 C-RNTI 정보를 알려준다. 그 이후에 각 M2M 단말을 위한 TAU accept message를 전송한다.



(a) 제안한 방법과 기존 방법에서의 제어 신호 수  
(a) The number of signaling in proposed method and traditional method



(b) 제안한 방법과 기존 방법에서의 제어 신호 수의 비율  
(b) The ratio of signaling in proposed method to that in traditional method

그림 5. TAU 수행 시 MME가 변경될 경우  
Fig. 5. TAU with MME change

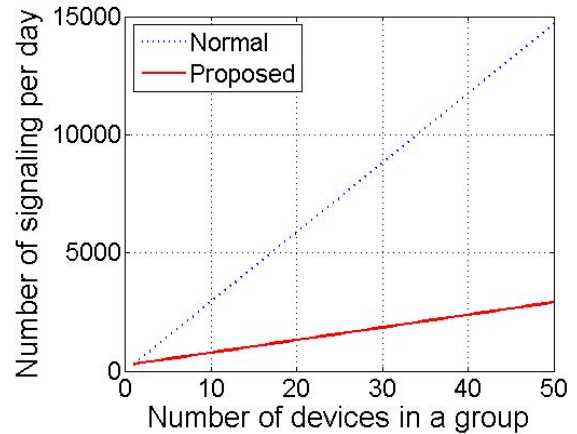
### III. 성능 분석

본 절에서는 제안한 그룹 이동성 관리 방법의 효율성을 알아보기 위해 기존의 방법인 개별적인 이동성 관리 방법과의 시그널링 오버헤드를 그룹에 속한 M2M 단말의 수를 변화시키면서 비교하고자 한다. 그룹 헤더 및 그룹 멤버를 포함한 모든 M2M 단말은 idle 상태라고 가정하였으며, 주기적 TAU의 주기는 3GPP LTE에서의 기본값인 54분으로 설정하였다<sup>[17]</sup>. 기존의 개별적인 이동성 관리 방법과 제안한 방법의 제어 신호의 수는 각각 식(1)과 식(2)를 사용하였다.

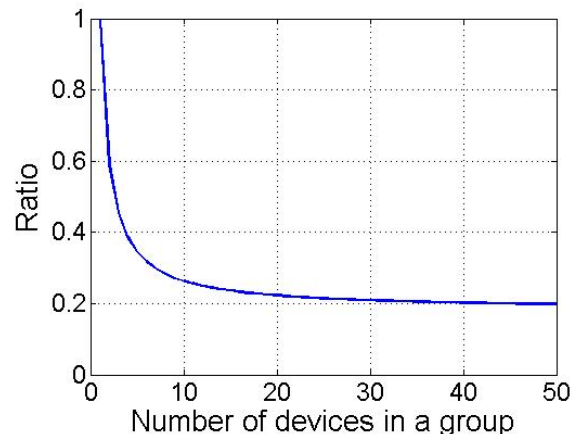
그림 5는 TAU 수행 시 M2M 단말 그룹의 이동성을 관리하는 MME가 변경될 경우 제안한 방법과 기존의 방법의 하루동안 발생하는 시그널링 오버헤드를 비교한 결과를 보여주고 있다. 그림 5(a)에서 알 수 있듯이 그룹에 속한 M2M 단말의 수가 증가할수록 제안하는 방법과 기존의 방법에서 발생하는 시그널링 수는 선형적으로 증가하기 때문에 그림 5(b)와 같이 그 비율은 M2M 단말의 수가 증가할수록 감소하여 제안하는 방법이 기존의 방법과 비교했을 때 최대 40% 정도의 시그널링 오버헤드 감소효과를 보여주고 있다.

그림 6은 TAU 수행 시 M2M 단말 그룹의 이동성을 관리하는 MME가 변경되지 않을 경우 제안한 방법과 기존의 방법의 하루동안 발생하는 시그널링 오버헤드를 비교한 결과를 보여주고 있다. 그림 5와 마찬가지로 제안하는 방법을 기존의 방법과 비교했을 때 시그널링 오버헤드가 감소하여 최대 80%의 감소효과를 보여주고 있다. 그림 5와 그림 6을 비교했을

때 시그널링 오버헤드의 정도가 MME가 변경되지 않을 경우가 MME가 변경될 경우보다 제안하는 방법의 성능이 보다 향상됨을 알 수 있다. 하나의 MME가 관리하는 네트워크 영역이 넓으므로 TAU 수행 시 MME가 변경되지 않은 경우가 자주 발생하므로 일반적인 경우 제안하는 방법을 통해 최대 80% 정도의 시그널링 오버헤드 감소효과를 볼 수 있을 것으로 기대된다.



(a) 제안한 방법과 기존 방법에서의 제어 신호 수  
(a) The number of signaling in proposed method and traditional method



(b) 제안한 방법과 기존 방법에서의 제어 신호 수의 비율  
(b) The ratio of signaling in proposed method to that in traditional method

그림 6. TAU 수행 시 MME가 변경되지 않을 경우  
Fig. 6. TAU without MME change

### IV. 결론

본 논문에서는 이동성이 같은 다수의 M2M 단말을 하나의 그룹으로 관리하여 TAU 수행 시 발생하는 시그널링 오버헤드를 감소하기 위한 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법에서는 그룹핑

대상이 되는 M2M 단말들 중에서 이동성이 같은 M2M 단말들을 MME가 동적으로 그룹핑을 수행하고, 이 그룹을 대표할 그룹 헤더를 선출한다. 그룹 헤더는 그룹을 대표하여 TAU request message를 전송하고 그룹 멤버는 TAU accept message만을 수신함으로써 시그널링 오버헤드를 감소시킬 수 있다. 제안한 방법이 기존의 M2M 단말이 개별적으로 TAU를 수행하는 방법에 비교하여 최대 80% 정도의 시그널링 오버헤드 감소효과를 보였다.

### References

- [1] L. Tan and N. Wang, "Future internet: the internet of things," in *Proc. Int. Conf. Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, pp. 376-380, Chengdu, China, Aug. 2010.
- [2] G. Wu, S. Talwar, K. Johnsson, N. Himayat, and K. D. Johnson, "M2M: from mobile to embedded internet," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 49, no. 4, pp. 36-43, Apr. 2011.
- [3] C. Lee and H.-K. Hong, "A study of the message protocols technologies in M2M platforms," *J-KICS*, vol. 35, no. 1, pp. 53-61, Jan. 2010. (이창열, 홍한국, "사물통신에서 메시지 프로토콜 기술 연구," *한국통신학회 논문지*, 제 35권 1호, pp.53-61, 2010년 1월.)
- [4] Y. Hwang, "The status of M2M business at KT," *J-KICS*, vol. 27, no. 7, pp. 10-15, Jun. 2010. (황영현, "KT의 M2M 추진현황," *한국통신학회지 (정보와 통신)*, 제 27권 제 7호, pp.10-15, 2010년 6월.)
- [5] D. Nahm, "The growth and future service model of M2M communications," *J-KICS*, vol. 27, no. 7, pp. 3-9, Jun. 2010. (남동규, "사물지능통신의 발전과 미래 서비스 모델," *한국통신학회지 (정보와 통신)*, 제 27권 제 7호, pp.3-9, 2010년 6월.)
- [6] S.-K. Yoo, Y.-G. Hong, and H.-J. Kim, "Smart mobile services - M2M technology and its standardization trends," *Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 26, no. 2, pp. 50-60, Apr. 2011. (유상근, 홍용근, 김형준, "스마트모바일 서비스 - M2M 기술 및 표준 동향," *전자통신동향분석*, 제 26권 제 2호, pp.50-60, 2011년 4월.)
- [7] 3GPP TR 22.368 V12.0.0, *Service requirements for Machine-Type Communications*, Sep. 2012.
- [8] K. Zheng, F. Hu, W. Wang, W. Xiang, and M. Dohler, "Radio resource allocation in LTE-Advance cellular networks with M2M communications," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 50, no. 7, pp. 184-192, Jul. 2012.
- [9] 3GPP TR 23.888 V11.0.0, *System improvements for Machine-Type Communications*, Sep. 2012.
- [10] D. Kim, H. Kim, and D. Hong, "The issues and solutions in 3GPP M2M communications," *J-KICS*, vol. 28, no. 9, pp. 21-28, Aug. 2011. (김동규, 김형중, 홍대식, "3GPP M2M 통신을 위한 기술 및 발전 방향," *한국통신학회지 (정보와 통신)*, 제 28권 제 9호, pp.21-28, 2011년 8월.)
- [11] IEEE C80216-10\_0002r7, "Machine to Machine (M2M) communication study report," *IEEE802.16 Contribution*, May 2010.
- [12] R. Kaleelazhichathu, "Machine-to-Machine applications over mobile networks," in *Proc. Research Seminar on Telecommunications Business*, pp. 40-44, 2005.
- [13] 3GPP TS 23.401 V11.3.0, *General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access*, Sep. 2012.
- [14] H. Holma and A. Toskala, *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*, John Wiley & Sons, 2009.
- [15] 3GPP TS 36.300 V11.3.0, *Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*, Sep. 2012.
- [16] 3GPP TS 25.331 V11.3.0, *Radio Resource Control (RRC)*, Sep. 2012.
- [17] 3GPP TS 24.301 V11.4.0, *Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS)*, Sep. 2012.



노 희 태 (Hee-Tae Roh)



2005년 2월 연세대학교 전기전  
자공학부 학사

2012년 2월 연세대학교 전기전  
자공학부 박사

2012년 2월~현재 연세대학교  
전기전자공학부 박사후과정  
<관심분야> 통신망 자원 할당,

통신망 최적화

이 장 원 (Jang-Won Lee)



1994년 2월 연세대학교 전자공  
학과 학사

1996년 2월 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 석사

2004년 8월 Dept. of ECE  
Purdue University 박사

2004년 9월~2005년 8월

Dept. of EE Princeton University 박사 후 연구  
원

2005년 9월~2010년 8월 연세대학교 전기전자공학  
부 조교수

2010년 9월~현재 연세대학교 전기전자공학부 부교  
수

<관심분야> 통신망 자원 할당, 통신망 최적화, 통신  
망 성능 분석