

3GPP GERAN CIoT 환경에서 디바이스 Triggering 기반 Reporting 절차 간소화 방안

Simplification of Device-Triggered Reporting Procedure on 3GPP GERAN Cellular IoT Communications

김 준 석 · 신 정 완 · 정 민 영

Jun Suk Kim · Jung Wan Shin · Min Young Chung

요 약

본 논문에서는 네트워크로 데이터를 주기적으로 전송하는 CIoT(Cellular IoT) 디바이스의 에너지 소모를 줄이고, 디바이스의 수명을 증대하기 위한 간소화된 상향링크 전송절차를 제안한다. 제안 방법에서 CIoT 디바이스는 네트워크에 자신의 서비스 및 트래픽 특성을 등록하고, 네트워크는 디바이스가 데이터 전송을 시도할 때마다 고정적으로 무선자원을 할당한다. 본 논문에서는 GSM(Global System for Mobile Communications) 표준의 상향링크 전송절차를 기반으로 한 구체적인 절차를 제안하고, 제안 절차에서 수행되는 네트워크 및 디바이스의 동작을 정의한다. 이를 통해 본 연구는 GSM 네트워크에서 높은 에너지 소모 요구사항을 가지는 CIoT 서비스를 지원하는 것에 대한 가능성을 보인다.

Abstract

In this paper, a simplified uplink transmission procedure is proposed for reducing energy consumption and improving lifetime of CIoT devices. In the proposed procedure, the CIoT devices register information on their service and traffic to the networks, and the networks statically allocate pre-defined amounts of radio resources when the CIoT devices have requested permission for their uplink transmissions. This paper provides details of the proposed procedure comparing with those of the current GSM procedure, and defines detailed operations of the devices and the networks for the proposed one. This shows that the proposed scheme can effectively support CIoT services on GSM networks.

Key words: Machine-Type Communications, Cellular IoT, Energy Consumption, Power Saving

I. 서 론

3GPP(3rd Generation Partnership Project) GERAN(GSM EDGE Radio Access Network) 표준화 그룹에서는 GSM 네트워크를 기반으로 IoT(Internet of Things) 통신 환경을 실

현하기 위해 CIoT 표준화 작업을 진행하고 있다^[1]. 기존에 3GPP Rel-13 표준문서에서 정의되었던 5가지 MTC(Machine-Type Communication) 서비스 사용예시를 바탕으로^[2], 최근 62차 GERAN 표준화 회의에서는 GERAN 기반 CIoT 환경에서 지원되는 여러 서비스 시나리오와 그에

「이 연구는 삼성전자 DMC 연구소 차세대 통신팀과 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행됨(2014R1A5A-1011478).」

성균관대학교 정보통신대학(College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University)

· Manuscript received September 23, 2015 ; Revised October 23, 2015 ; Accepted October 26, 2015. (ID No. 20150923-06S)

· Corresponding Author: Min Young Chung (e-mail: mychung@skku.edu)

따른 IoT 서비스의 사용예시들이 정의되었다^[3]. 그러나 GSM 시스템은 이동통신 환경 및 단말기를 기준으로 설계되었기 때문에 상이한 특성을 가지는 IoT 통신환경 및 디바이스를 수용하기에 비효율적일 수 있다. 이에 따라 GSM 시스템에서 ClOT 서비스 사용예시들을 지원할 수 있도록 IoT 서비스에 적합한 GSM 통신 절차가 정의되어야 한다.

II. 관련 연구

3GPP Rel-13 표준문서에서는 MTC 디바이스의 상향링크 전송 시나리오에 따라 다음의 5가지 서비스 사용예시를 정의하였다^[2].

- ① Addressing from A Centralized Entity
- ② Theft/Vandalism Vulnerable MTC Application
- ③ Time Controlled MTC Application
- ④ Extra Low Power Consumption
- ⑤ Extra Low Power Consumption with Time Controlled MTC Devices

①은 미터링 디바이스(센서)가 네트워크 내부 또는 외부의 중앙 통제 개체의 제어에 따라 측정된 데이터를 보고하는 시나리오로서 스마트 미터링 서비스가 여기에 해당한다. ②는 도난 및 파손과 같이 디바이스가 특정 조건을 탐지했을 때 자율적으로 이벤트를 보고하는 서비스이다. ③은 디바이스가 사전에 정의된 특정 시간구간에서 자율적인 판단에 의해 데이터를 보고하는 시나리오로서, 트래픽 발생이 적은 시간구간에서 낮은 전송비용의 MTC 서비스를 지원할 수 있다. ④는 디바이스가 높은 에너지 효율을 요구하는 서비스에 대한 시나리오이며, 주로 물류 추적 및 노약자 추적 등과 같이 디바이스에 전원을 지속적으로 공급하기 어려운 환경에서 동작하는 서비스들을 포함한다. 마지막으로 ⑤는 ③과 ④의 복합 시나리오로서 특정 시간구간 이외에서 긴급 메시지의 수신을 지원해야 한다.

최근 GERAN 표준화 회의에서는 ClOT 기술의 효율적인 표준화를 위하여 MTC 사용예시들을 IoT 서비스 특성에 따라 분류하였다^[3]. GERAN 표준화 그룹은 네트워크

의 개입 여부에 따라 IoT 서비스 사용예시를 네트워크 트리거링 기반 Reporting과 디바이스 트리거링 기반 Reporting으로 분류하고 있다. 또한, 디바이스 트리거링 기반 Reporting은 디바이스가 네트워크에 데이터를 전송하는 구간에 따라 정해진 구간에서 주기적으로 수행하는 것과 네트워크로부터 구간을 동적으로 할당받아 수행되는 것으로 구분된다. 최근 표준화 회의에서는 주로 네트워크 트리거링 기반 Reporting이 고려되고 있으나^{[4]~[6]}, 향후 ClOT 표준화가 점차 진행됨에 따라 전체 IoT 서비스 사용예시 중 많은 부분을 차지하는 디바이스 트리거링 기반 Reporting 서비스에 대한 표준화가 진행될 것으로 예상된다.

IoT 통신이 기존 이동통신과 차별화되는 주요 요구사항 중 하나는 디바이스의 배터리 수명을 향상시키기 위해 디바이스의 대기 및 동작과정에서 에너지 소모가 매우 낮아야 한다는 점이다^{[7][8]}. GERAN 표준화 그룹은 IoT 디바이스가 외부의 전원공급 없이 최대 10년간 동작하는 것을 목표로 표준화를 진행하고 있다. 앞서 제시된 많은 IoT 서비스들은 주로 디바이스가 데이터를 네트워크에 보고하는 상향링크 전송 시나리오를 고려한다. 이러한 시나리오에서는 디바이스가 데이터를 전송하기 위해 네트워크에 접속한 상태(RRC Connected)에서 매우 많은 에너지를 소모한다^[9]. 따라서 IoT 디바이스의 에너지 소비를 감소시키기 위해, RRC Connected 상태에서 상향링크 데이터를 전송하기 위해 송수신해야 하는 제어 메시지 및 대기시간을 줄이는 것이 고려되어야 한다.

III. 제안 기법

GERAN 표준화 회의에서 Ericsson 및 Nokia社は Network의 트리거링에 따라 ClOT 디바이스가 데이터를 보고하기 위해 상향링크 전송을 수행하는 서비스 시나리오를 고려하고 있다^{[4]~[6]}. 그러나 GERAN 표준에서 정의된 5가지 IoT 서비스 사용예시 중 나머지 4가지 시나리오에서는 ClOT 디바이스가 자율적으로 상향링크 전송을 수행해야 한다^[3]. 따라서 ClOT 디바이스가 사전에 정의된 특정 시간구간에서 자율적으로 데이터를 보고하기 위해 상향링크 전송을 수행하는 시나리오에서 IoT 디바이스의 에

너지 소모를 최소화하기 위하여, 기존 GERAN 상향링크 전송절차를 간소화하여 CIoT 서비스 시나리오에 적합한 Reporting 절차가 설계되어야 한다.

그림 1은 디바이스 트리거링 기반 상향링크 데이터 전송을 위해 GSM 표준에서 정의된 메시지 절차를 나타낸다. 기존 GSM 표준에서 CIoT 디바이스는 보고할 데이터 패킷을 전송(5번 절차)하기 위한 PDCH(Packet Data Channel) 무선자원을 할당 받기 위해, 그림 1과 같이 BSS(Base Station Subsystem)와 4단계의 메시지 교환절차를 따라야 한다. 1단계로 디바이스는 네트워크에 접속하기 위해 RACH(Random Access Channel)을 통해 패킷 전송을 위한 접속요청을 수행한다. 2단계에서 BSS가 AGCH(Access Grant Channel)을 통해 디바이스의 접속을 허가하면, 디바이스는 3단계 메시지 전송을 통해 데이터를 전송하기 위해 필요한 무선자원을 요청한다. 이때 디바이스는 BSS가 디바이스에 무선자원을 할당하기 위해 필요한 패킷 크기 및 발생주기 등에 대한 정보를 전송한다. 이에 따라 BSS는 적절한 양의 무선자원을 PACCH(Packet Associated Control Channel)를 통해 할당하며, 무선자원을 할당받은 디바이스는 5단계 절차에서 상향링크 데이터를 전송하며, 6단계에서 이에 대한 응답(PAUN, Packet Uplink ACK/NA-CK)을 수신한다.

스마트 미터링과 같은 CIoT 서비스 환경에서는 디바이스가 소량의 트래픽을 주기적으로 전송하는 시나리오가 일반적으로 고려된다. 특히 CIoT 디바이스가 전송하는

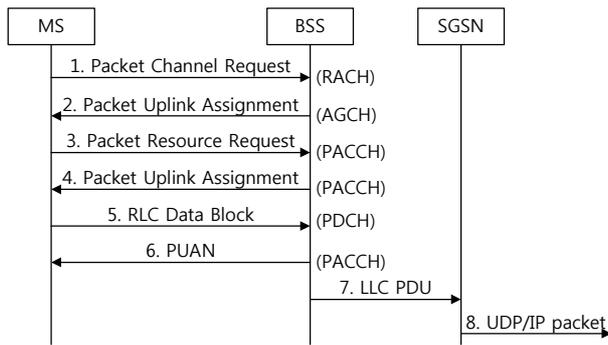


그림 1. 디바이스 트리거링 기반 GSM 상향링크 데이터 전송 절차

Fig. 1. Device triggered GSM uplink data transmission procedure.

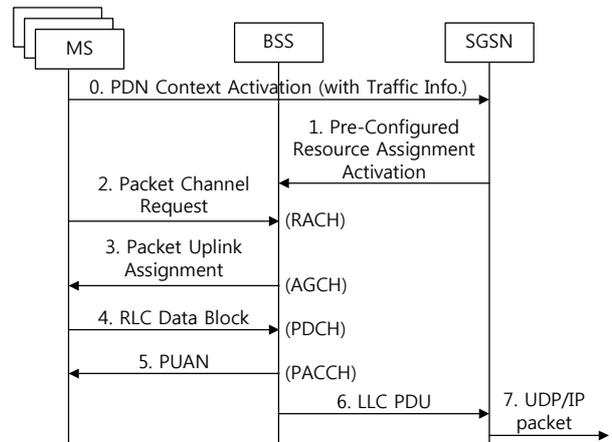


그림 2. CIoT 디바이스의 트래픽 특성의 사전 제공에 기반한 BSS의 무선자원 사전할당 및 간소화된 디바이스 트리거링 기반 상향링크 데이터 전송 절차

Fig. 2. Resource allocation for BSS based on the pre-registered traffic information of CIoT device and simplified device triggered uplink data transmission procedures.

패킷의 트래픽 특성을 고려하였을 때 네트워크에 요구되는 무선자원의 양과 요구빈도가 고정적인 시나리오가 다수 발생할 것으로 예상된다. 이러한 환경에서는 CIoT 디바이스들이 상향링크 데이터를 전송할 때마다 각자 트래픽 특성을 BSS에 알리고, 매번 BSS가 각 디바이스의 요청에 대해 상향링크에 할당되는 무선자원의 양을 결정하는 것이 불필요할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 CIoT 디바이스가 자신의 에너지 소모를 줄이고, 네트워크의 부담을 완화할 수 있도록, 기존의 절차에서 BSS로 전송되는 트래픽 특성 보고 메시지 절차가 생략된 간소화된 상향링크 데이터 전송절차를 제안한다.

그림 2는 본 논문의 제안 방법으로써 사전에 네트워크에 등록된 CIoT 트래픽 특성을 바탕으로 BSS가 무선자원을 고정적으로 할당하고, 각 디바이스들은 트래픽 특성 정보의 제공 없이 사전에 정의된 만큼의 무선자원을 할당받는 간소화된 상향링크 데이터 전송 절차를 나타낸다. 제안 기법의 동작을 위해 CIoT 디바이스는 자신에 적용된 서비스에서 발생하는 상향링크 트래픽 정보를 BSS에 사전에 제공하는 것이 필요하다. 이를 위해 CIoT 디바이스는 접속하기 이전에 네트워크에 연결되는 과정에서 수

행되는 PDN(Packet Data Network) Context Activation 절차에서 코어네트워크인 SGSN(Serving GPRS Support Node)에 자신의 서비스 특성과 그에 따라 발생하는 트래픽 패턴정보를 등록한다(0 단계). CIoT 디바이스가 전송하는 트래픽 패턴정보는 서비스 종류와 패킷 크기 및 전송빈도 등과 같은 트래픽 특성정보, 무선자원 할당에 필요한 요구사항(전송 모드 및 최대허용지연 등) 정보 등을 포함한다.

SGSN은 등록된 트래픽 정보에 따라 CIoT 디바이스가 데이터를 전송할 시점을 추측한 후 해당 구간에 맞추어 BSS에 고정적인 무선자원 할당 구간을 설정하도록 한다(1단계). 이때 SGSN은 제안기법을 적용받은 서비스 종류 또는 특정 디바이스 그룹의 식별자를 자원할당 요구사항 정보와 함께 BSS에 전송한다. BSS는 수신한 정보에 기반하여 고정적 무선자원 할당구간의 Timer를 설정한다. 고정적 무선자원 할당구간에서 BSS는 해당 서비스가 적용된 디바이스가 네트워크에 접속을 요청할 때(2단계), SGSN으로부터 받은 정보에 기반하여 사전에 정의된 만큼의 무선자원을 할당한다(3단계). 이를 통해 제안 방법은 그림 1의 GSM 표준의 상향링크 전송 절차에서 디바이스가 BSS에 요구자원 Description을 전달하는 절차와 BSS가 할당된 무선자원 정보를 디바이스에 전달하는 절차를 생략할 수 있다. CIoT 디바이스는 할당받은 무선자원을 사용하여 상향링크 자신의 데이터 전송을 수행할 수 있다(4단계).

IV. 결 론

본 논문에서는 상향링크 데이터를 주기적으로 전송하는 CIoT 디바이스의 에너지 소모를 줄이고, 디바이스의 수명을 증대하기 위해서 사전에 등록된 정보를 기반으로 네트워크가 특정 구간에서 고정적으로 무선자원을 할당하는 방법을 제안하였다. 제안 절차에서 CIoT 디바이스는 PDN Connection을 설정하는 과정에서 자신의 서비스

및 트래픽 특성을 네트워크에 등록하며, 네트워크는 이를 바탕으로 디바이스가 데이터 전송을 시도할 때마다 기존의 트래픽 특성의 보고절차 없이 고정적으로 무선자원을 할당함으로써 디바이스의 상향링크 및 하향링크 메시지 절차를 1회씩 줄인다. 이를 통해 본 연구는 GSM 네트워크에서 높은 에너지 소모 요구사항을 가지는 CIoT 서비스를 지원하는 것에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] 3GPP TR 45.820 V1.2.1, "Cellular system support for ultra low complexity and low throughput internet of things(release 13)", May 2015.
- [2] 3GPP TS 22.368 v13.1.0, "Technical specification group services and system aspects; Service requirements for Machine-Type Communications(MTC): Stage 1(Relase 13)", Dec. 2014.
- [3] 3GPP TSG-GERAN #62, GP-140364, "Use cases for the mtc power saving study", May 2014.
- [4] 3GPP TSG-GERAN #62, GP-140896, "Optimized trigger delivery for uPoD", May 2014.
- [5] 3GPP TSG-GERAN #62, GP-140894, "Supporting extended DRX for uPoD", May 2014.
- [6] 3GPP TSG-GERAN #62, GP-140910, "MS energy consumption evaluation, PSM vs. eDRX", May 2014.
- [7] 3GPP TSG-GERAN #65, GP-150134, "EC-GSM - battery lifetime estimation", Mar. 2015.
- [8] 3GPP TSG-GERAN #66, GP-150461, "Narrowband OFDMA - Energy consumption analysis", May 2015.
- [9] S. C. Jha, A. T. Koc, M. Gupta, and R. Vannithamby, "Power saving mechanisms for M2M communication over LTE networks", in *Proc. First International Black Sea Conference on Communications and Networking(BlackSeaCom) 2013*, pp. 102-106, Jul. 2013.