

NB-IoT 기반 원격 감시 장치의 배터리 효율화 동작 알고리즘

주 용 원*, 김 화 성^o

Battery-Efficient Operation Algorithm of Remote Monitoring Device Based on NB-IoT

Joo Yong Won*, Kim Hwa Sung^o

요 약

원격감시용 IoT 단말은 서비스 특성상 저전력, 소량의 데이터를 전송하는데 최적화된 NB-IoT(Narrow Band IoT)통신 방식으로 전환하고 있는 추세이다. NB-IoT에서는 저전력 통신을 위한 eDRX(Extended DRX), PSM(Power Save Mode)등의 기능이 지원되나, 단말이 네트워크에 정상적으로 접속시에 동작하도록 되어 있다. 지속 증가 추세에 있는 원격감시 장치의 안정적인 서비스 제공을 위해서는 네트워크 비정상 상태에서 발생하는 소모전력을 절감하여 배터리 사용시간을 연장하는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 NMWS(Network Maintenance Work Schedule) 정보 연동을 통해 명시된 네트워크 유지보수 작업 시간대에서 단말이 데이터 전송을 보류하여 네트워크 비정상 상태에서 발생하는 소모전력을 절감시킬수 있는 방안을 제안하였다.

Key Words : NB-IoT, Remote Monitoring, Battery Efficiency, IoT Platform

ABSTRACT

IoT terminal for remote monitoring is changing to the NB-IoT communication method which is optimized for transmitting low power and small amount of data due to the service characteristics. NB-IoT supports features such as eDRX and PSM for low power communication, but operates when the

terminal is normally connected to the network. In order to provide reliable service of the remote monitoring device which is continuously increasing, it is necessary to extend the battery usage time by reducing power consumption generated in a network abnormal state. In the network maintenance work time through NMWS interworking has been proposed to reduce the power consumption caused by the network abnormal state by suspending transmission.

I. 서 론

원격 검침을 위해 사용되는 IoT 단말은 상시 전원 공급이 어려운 환경에 설치되는 경우가 많아 배터리로 구동하고 있으며^[1], 소량의 검침 데이터를 일정한 시간에 전송한다. 이러한 서비스 특성으로 인해 기존의 3G 및 LTE를 사용하고 있던 통신 방식을 NB-IoT로 전환하여 사용하고 있는 추세이다. NB-IoT에서는 저전력 기술인 PSM, eDRX 등을 사용하여 배터리 사용시간을 연장할 수 있으나, 이러한 기술은 단말이 네트워크에 정상적으로 접속시에 동작하는 기술이며, 네트워크의 비정상 상태로 인해 단말이 네트워크에 접속 불가시에는 동작하지 못하게 된다. IoT 시장에서 가장 큰 성장세를^[2] 나타내고 있는 원격검침 IoT 단말의 안정적인 서비스 제공을 위해서는 네트워크 상태가 비정상적인 경우도 고려하여 전력소모를 절감하는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 네트워크 비정상 상태를 고려하는 배터리 효율화 동작 알고리즘을 제안하고자 한다.

II. NB-IoT 네트워크에서 배터리로 동작하는 원격 검침 단말 수용시의 문제점

국내에서 서비스 중인 NB-IoT 방식의 배터리로 구동하는 대표적인 원격검침 장치는 LP가스검침, 수도검침 등이 있다. 검침 데이터 전송 주기는 1일 3~4회, 데이터 크기는 350Byte 수준이다. 이처럼 간헐적 전송을 하며 데이터 크기도 비교적 작기 때문에 RRC(Radio Resource Control) Connected 상태가 지속 유지시에 전력 소모에 효과가 있는 CDRX(Connected DRX)를 적용하기에는 적절하지 못하다. 또한 검침 데이터 전송 완료 후 전력소모를 줄이기 위

* First Author : KT, soph7392@gmail, 정희원

^o Corresponding Author : KwangWoon University Electronics and Communications Engineering, hwkim@kw.ac.kr, 종신회원
논문번호 : 201910-252-D-LUR1, Received October 23, 2019; Revised November 18, 2019; Accepted November 19, 2019

해서 즉시 Power Off 하도록 구현하므로 RRC Idle 상태에서 Paging 메시지 모니터링시 전력소모를 감소하기 위한 eDRX 기능은 크게 의미가 없다. 서버의 요구에 의해 검침을 수행하는 IoT 기기는 네트워크의 Paging 메시지를 수신하기 위한 eDRX 상태로 동작하여 소모전류를 절감할 수 있으나, 이러한 서비스 유형의 IoT 기기는 상시 전원을 사용하도록 권고하고 있다. 원격감시 단말이 네트워크의 비정상 상태를 미리 예상할 수 있다면, 비정상 상태가 예측되는 시간에 전송을 보류하여 네트워크 비정상 상태로 인한 배터리 소모를 최소화하는 하는 방법이 최선일 수 있다. 발생 가능한 모든 비정상 상태를 예측하는 것은 불가능하지만, 통신 사업자의 네트워크 유지보수 작업이 제한시에 빈번하게 발생하는 상황에 주목할 만하다. 이러한 유지보수 작업은 통상 유지보수 작업 시행일 최소 3일전에 수립되므로, “네트워크 유지보수 작업 스케줄” 정보를 IoT 플랫폼과의 연동을 통해 IoT 단말이 수신하면 정보를 참조하여 검침 데이터 전송 시간 조정을 통해 네트워크 유지보수 작업에 의한 재시도, 재전송에 의한 전력소모를 절감할 수 있다. 네트워크 유지보수 스케줄 정보를 원격감시 장치가 수신하기 위해서는 III장에서 기술하는 몇가지 추가적인 사항이 필요하다.

III. 유지보수 작업 정보 수신을 위한 연동 방안

통신 사업자의 OSS(Operations Support System)는 네트워크를 구성하고 있는 전체 장비에 대한 시설 정보, 위치 정보 등의 상세 정보가 총망라되어 있으며, 장애 및 유지보수 작업 계획 등에 대한 정보도 관리되고 있다. 그림 1과 같이 OSS와 IoT 플랫폼의 연동을 통해 네트워크 유지보수 작업 계획이 IoT 플랫폼에 등재되도록 하고 IoT 플랫폼은 NMWS 정보를 생성해서 IoT 단말이 플랫폼 접속시에 전송할 수 있도록 한다. NMWS 정보를 구성하기 위해서는 기본적으로 표 1과 같은 필드가 필요하다. Tag ID는 NMWS 임을 판단하기 위한 필드이며, Start Time, End Time은 작업의 시작 및 종료 시간을 명시하여 전송 보류 후 전송 시간을 판단하도록 한다. Network Entity는 유지보수 작업을 수행하는 장비명에 해당된다. Network Entity는 기지국, MME(Mobility Management Entity), GateWay, IoT 플랫폼, 서비스 서버의 5개의 범주로 구분하고 그 밖의 장비는 ETC 등으로 표기한다.

Entity ID는 유지보수 작업 대상 장비의 ID로서 기지국은 Cell ID, MME는 MMEI, GW 및 IoT 플랫폼,

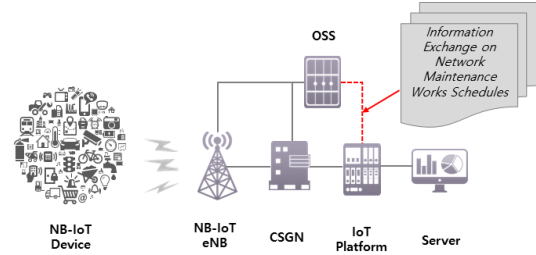


그림 1. NMWS 연동을 위한 네트워크 구성도
Fig. 1. Network Diagram for NMWS Interoperability

표 1. 네트워크 유지보수 작업 스케줄 정보의 구성
Table 1. Components of NMWS

Field	Description
Tag ID	ID to Recognize NMWS Information
Start Time	Start Time for NMW
End Time	End Time for NMW
Network Entity	Network Entity Name for NMW
Entity ID	Network Entity ID for NMWS

서비스 서버는 IP 주소를 사용한다. Entity ID의 용도는 원격감시 장치가 접속하는 장비를 판단하는데 사용된다. 원격감시 단말은 이동성이 없는 고정형 장치로서, 대부분 동일한 기지국의 신호를 수신하게 된다. NB-IoT 기지국은 SIB1을 통해 주기적으로 Cell ID를 방송하므로, 단말은 수신한 NMWS의 Entity ID와 SIB1의 Cell ID를 비교하면 기지국의 작업 여부를 판단할 수 있다. MME의 경우는 MMEI를 명시하면 접속하고자 하는 장비의 작업 여부를 판단할 수 있다. NB-IoT 단말의 위치등록 과정에서 수신하는 GUTI(Globally Unique Temporary Identifier)를 통해 MMEI를 알 수 있으며, 접속하려는 CSGN(Cellular IoT Serving Gateway Node)의 유지보수 작업 여부를 판단할 수 있게 된다. GW, IoT 플랫폼 및 서버 등은 IP 주소를 Entity ID로 사용한다. 그러나 IoT 플랫폼 및 서버는 지역별로 분산되어 운영되는 것이 아니라 대부분 중앙에 위치하여 전체 NB-IoT 기기를 대상으로 서비스 하고 있으므로 이러한 장비의 유지보수 작업 시에는 대부분의 NB-IoT 기기들의 서비스에 영향을 받으므로 Entity ID를 판단해서 작업 유무를 판단하는 것은 크게 의미가 없을 수도 있다. 즉, Entity ID의 효용성은 NB-IoT 단말의 위치에 해당되는 기지국, MME의 유지보수 작업 유무를 판단하는데 유용하게 사용될 수 있다. 원격감시 단말은 IoT 플랫폼으로부터 수신한 NMWS를 통해 네트워크 유지보수 작업 대상 장비의 Entity ID를 식별하기 위해서는 Cell ID와 마

지막 위치등록 과정에서 수신한 MMEI 및 GW, IoT 플랫폼, 서버의 IP주소를 비휘발성 메모리 영역 등에 저장하며, 값이 변경되면 업데이트가 가능하도록 구현이 필요하다.

IV. 배터리 효율화 동작 알고리즘

NMWS 정보 연동을 통한 원격감시 장치의 전체적인 동작 알고리즘은 그림 2와 같다. 원격감시 단말이 데이터 전송을 위해 전원 인가시 NMWS 수신이력을 확인하고 미수신인 경우는 데이터 전송 절차를 수행하고 수신 이력이 있는 경우는 NMWS의 Entity ID와 단말의 비휘발성 메모리에 저장되어 있는 Cell ID, MMEI, IP 주소 등을 비교하고 현재 시간이 NMWS의 유지보수 작업 시간대인지를 확인하여 네트워크 접속 및 데이터 전송 여부를 결정한다. NMWS의 Entity ID와 일치되는 경우는 전송을 보류하고 전원 Off 또는 PSM 상태로 진입후, NMWS 작업 종료 시간 이후에 전송하도록 하며 이때는 검침 데이터와 함께 지연 검침 사유를 명시하여 전송함으로써 서버에서 전송 지연의 사유를 알 수 있도록 한다.

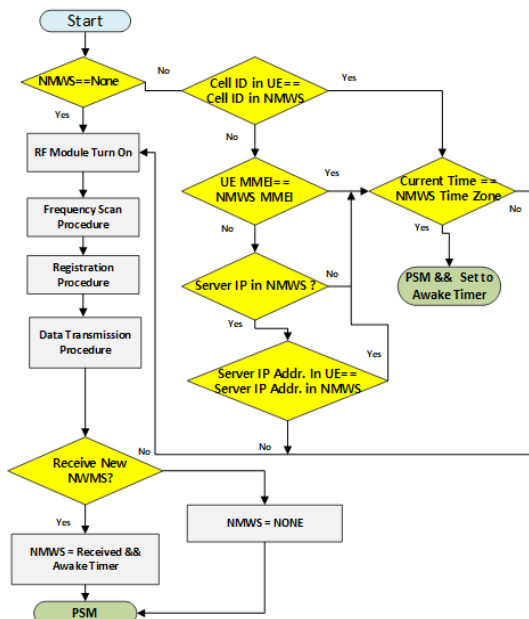


그림 2. 제안한 동작 알고리즘의 순서도
Fig. 2. Flowchart of Proposed Algorithm

V. 시뮬레이션 결과

다양한 네트워크 유지보수 작업 중 기지국 작업 시 발생하는 “No Service” 현상에 대한 단말의 Initial Cell Search 과정에서 발생하는 소모 전력을 측정하였다. 소모 전력 측정을 위해 LP가스 및 수도 검침에 사용되는 L사 NB-IoT 모듈을 사용하였으며, 입력전압은 4.2V를 사용하였다. 그림 3와 같이 Initial Cell Search가 24시간(86,400초) 동안 지속되었을 시 총 전력 소모는 554.03mWh로 측정되었다. 실험결과를 기반으로 기지국 작업으로 인한 Outage를 주 1회 빈도로 2~5분 경험하고, NMWS 연동을 통해 사전 작업 일정을 수신하였다고 가정하였을 때 Initial Cell Search에 의한 전력소모를 6.68~16.71mWh를 절감할 수 있으며, 3GPP TR45.820에서 Energy Consumption 시뮬레이션 시 적용하는 5Wh의 배터리를 사용시에^[3] 연간 6.9~17.4%의 전력소모를 절감할 수 있다.

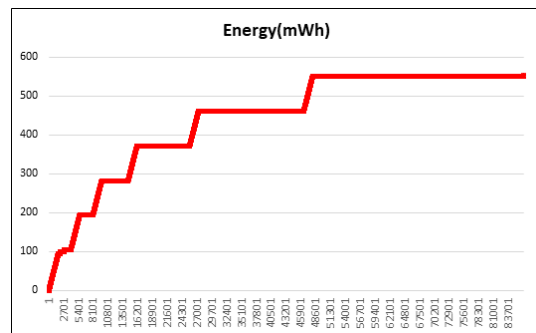


그림 3. Initial Cell Search 전력 소모량
Fig. 3. Energy Consumption for Initial Cell Search

VI. 결 론

NB-IoT는 저전력, 소량의 데이터에 전송에 최적화된 통신방식이고, eDRX, PSM등의 저전력 기능을 지원하고 있으나, 네트워크 비정상 상태에서는 동작하지 못한다. 본 논문에서는 예측이 가능한 네트워크 유지보수 작업시에 발생할 수 있는 불필요한 전력 소모를 절감함으로써 배터리 사용 시간을 연장하는 방안을 제안하였다. 원격감시 장치의 안정적인 서비스 제공을 위해서는 통신 사업자, 단말 개발사, 서비스 제공자 간의 협업을 통해 현장에서 발생하는 사소한 문제점이라도 세심한 분석을 통해 개선방안을 도출하여 서비스 시나리오를 지속해서 고도화시켜야 할 것이다.

References

- [1] Y. W. Joo and H. S. Kim, "The solution for manhole surveillance based on 3GPP NB-IoT," *J. KICS*, vol. 44, no. 10, pp. 1939-1948, Oct. 2019.
- [2] "IoT Endpoint Market by Segment," Gartner Report, Aug. 2019.
- [3] 3GPP TR 45.820 V13.1.0, "Cellular System Support for Ultra Low Complexity and Low Throughput Internet of Things," Aug. 2015.