2014년 8월 전자공학회 논문지 제 51권 제 8 호
Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers Vol. 51, NO. 8, August 2014 http://dx.doi.org/10.5573/ieie.2014.51.8.058

논문 2014-51-8-7

분산 결정 방식 기반 사물인터넷(IoT)에서 요청 메시지 빈도에 기반한 서비스 신뢰성 확보 방안

(Service Reliability Assurance Mechanism based on the frequency of Request Messages in the Distributed Decision making IoT networks)

김 승 천*, 노 광 현**, 황 호 영***

(Seungcheon Kim, Kwanghyun Rho, and Hoyoung Hwang©)

요 약

최근 이슈가 되고 있는 사물인터넷(Internet of Things)에서는 모든 사물들이 정보를 주고 받고 또한 이에 반응하는 형태의 서비스를 기반으로 한다. 이러한 사물 인터넷 서비스들은 가장 기본적으로 정보 노드로부터의 정보를 받아서 이에 대한 반응을 하는 것이 주가 되는데, 이러한 이벤트에 기반한 서비스를 수행하는데 있어서 정보노드들이 주는 정보들을 어떻게 처리하는가는 사물인터넷에서의 서비스 신뢰도에 중요한 요인이 된다. 이에 본 논문에서는 분산 결정 방식의 사물인터넷 구조에서 센싱 정보등을 전달하는 정보노드로부터 정보를 받아서 서비스를 수행하는 액츄에이터등의 수행노드들의 서비스 신뢰성 확보와 에너지 효율성 증대를 위한 방법을 제안토록 한다.

Abstract

A recent issued Internet of Things (IoT) is based on the service that everything around us is exchanging the information and reacting upon these information. These IoT services are mainly dealing with the information that was generated by the information nodes of IoT networks such as sensors, where the way how the information from information nodes should be dealt with is very important in terms of service reliability in IoT networks. This paper introduces a new scheme for service reliability and energy efficiency that is reducing the energy consumption of actuator node reacting upon the request messages from the information nodes in IoT networks.

Keywords : 사물인터넷, 서비스 신뢰도, 분산 결정 방식, 수행노드, 정보노드.

Ⅰ. 서 론

사물인터넷(IoT)은 존재하고 진화하는, 상호작용 가능한 정보와 통신기술에 기반한, 물리적이고 가상적인 상호접속 대상물(things)에 의해 고도화된 서비스가 가능한, 정보사회를 위한 글로벌 인프라로 정의가 될수 있다[1]. 그러므로 IoT는 정보수집, 처리와 통신 능력, 확인 등을 통해 모든 종류의 애플리케이션에 필요한 프라이버시를 유지한 채 서비스를 제공하는 대상물을 이용하게 할 수 있다.

* 정회원, 한성대학교 정보통신공학과
(Dept. of Information & Comm. Eng., Hansung University)
** 정회원, 한성대학교 산업경영공학과
(Dept. of Industrial & Mgmt. Eng., Hansung University)
*** 정회원, 한성대학교 멀티미디어공학과
(Dept. of Multimedia Eng. Hansung University)
© Corresponding Author(E-mail: hyhwang@hansung.ac.kr)
※ 본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원과제임.
접수일자: 2014년06월30일, 수정일자: 2014년07월10일
수정완료: 2014년08월04일

이러한 사물인터넷에 대한 전망으로는 IBM에서 2012년 현재 20억의 인구가 스마트폰 및 스마트디바이스를 통해 IoP(Internet of People)로 연결되어 있으나, 2020년에는 사물까지 포함된 500억의 Thing들이 연결되는 거대 네트워킹이 만들어 질것이라는 예측을 한바 있을 정도로의 어느 정도 인터넷의 진화로 볼 수 있을 것이다.

하지만 이러한 IoT의 디바이스들은 사실 사람과의 일대일 소통을 담당하기 보다는 사람들에게 필요한 정보를 주기적 혹은 이벤트에 기반해서 전달하게 되거나 또는 사람들로부터 정보를 수집해 가는 다소 단순한 일들을 하게 될 것으로 믿어진다.

IoT 기술을 통한 다양한 응용분야는 아래와 같이 나열할수 있을 것이다[1].

-트래킹(Tracking) : 공간 및 시간에 따른 인간과 사물의 행위 감시 가능

-상황 인식(Situational Awareness) : 상황에 따른 자연 환경의 변화의 실시간 인식 가능

-센서 기반 분석(Sensor Driven Analytics) : 구체적 분석 및 데이터 시각화를 통한 인간의 의사결정 지원 가능

-프로세스 최적화(Process Optimization) : 공장 등 특정 환경에서의 자동 제어 가능

-최적화된 자원소비 (Optimized Resource Consumption) : 전력소비 등에 대한 스마트계량 및 에너지 최적화 가능

-복합 자율 시스템(Complex Autonomous Systems) : 자동차 주행 등 높은 불확실성을 가진 환경에서의 자동 제어 가능

이러한 서비스들 중에서 상황인지 및 센서 기반 분석 서비스 등은 기존의 무선 센서 네트워크를 기반한 서비스가 이뤄져야 한다. 이러한 무선 센서 네트워크는 기존의 USN 또는 WSN으로 표현되어지던 기술로써 하부 인프라의 구성과 운용에 필요한 모든 기술 표준이 완성되어 있는 상황이라고 할 수 있겠다[2~3].

하지만, 기존의 USN이 할 수 있는 단순한 센싱 정보의 전달은 현재 이를 바탕으로 좀 더 능동적인 행동이 가능한 WSAN(Wireless Sensor Actuator Network)으로 진화하고 있다. 이런 WSAN에서 액츄에이터는 기존의 여러 가지 장치나 혹은 스마트폰이 될 수 있는데, 이런 상황이 되었을 때 기존에 USN에서 사용하던 에너지 소비 감소를 위한 방법 등은 다른 상황을 맞이하게 된다.

이때 중요하게 생각되는 것이 바로 신뢰성이 되는데, 이러한 신뢰성은 크게 네트워크 신뢰성, 전송 신뢰성, 서비스 신뢰성으로 나뉘게 된다[4]. 그중 본 논문에서 다루고자 하는 서비스 신뢰성은 액츄에이터 노드에서 상황을 인지하고 서비스를 실시하기 위해서 얼마만큼 서비스를 확신하는가에 대한 정도를 나타낸다고 할 수 있다. 다시 말해서 많은 정보를 전달해주는 센서 노드로부터 정보를 전달받고 이를 기반해서 서비스를 실행하는데 있어서 전달된 정보들을 기반으로 해서 서비스 실행을 위한 확신이 어느 정도가 되는가 하는 것에 대한 기준이 된다.

기본적으로 앞서 말했듯이 IoT 서비스들은 크게 대다수 정보를 제공하는 정보 노드들과 이에 기반해서 반응하는 실행노드들에 의해서 실행된다.

따라서 IoT 실행 노드들이 수많은 정보 노드들로부터의 정보에 반응하여 서비스를 실행하게 된다면 실제로는 제한적 자원인 배터리 등의 소모를 증가시키게 될 것이다. 이는 결국은 서비스 주체가 되는 실행노드의 수명과 연관되어질 것이고 이후 전체 IoT서비스의 수명으로도 이어질 가능성이 높다. 따라서 본 논문에서는 정보 노드로 표현되어지는 센서 노드들로부터 정보를 받아서 서비스를 진행하는 실행 노드인 액츄에이터 노드의 반응은 결국 서비스 요청을 하는 센서 노드들로부터의 요청 메시지에 의해서 결정되어진다는 사실에 근거해서, 좀 더 서비스를 확실하게 제공하기 위해서는 요청 메시지를 얼만큼 받았을 때 이를 원하는 이벤트로 확신하는 게 에너지 절감 측면에서 확실한 것인가를 판단하고 이를 기반해서 실행 노드에서의 에너지 절감을 위한 방안을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 본 론

1. M2M/IoT 동향

M2M/IoT 분야에 대해서는 전 세계적으로 다양한 정책과 표준화를 추진하고 있다. 대표적으로 유럽의 ETSI나 3GPP 및 3GPP2에서는 M2M을 정의하고 표준화 추진에 앞장서고 있다. 3GPP와 3GPP2는 이동통신 사업자를 중심으로 이동통신망 기반의 기술 및 표준개발을 진행하고 있다. 유럽연합은 2008년 FP7 프로젝트

를 통해 IoT가 보급됨으로써 발생할 수 있는 개인의 프라이버시 문제를 인지하고 이에 대한 준비를 하기위해 예산을 투자하고 연구를 진행하고 있다[3, 5].

CASAGRAS(Coordination And Support Action for Global RFID-related Actiovites and Standrardisation) 프로젝트에서는 'Internet of Things'에 대하여 관련 연구를 2008년부터 진행하였으며, 그 후 CASAGRASII 프로제트를 추진하고 있다. CERP-IoT(Cluster of European Research Projects)를 통해 IoT를 실현하기 위한 비전과 위험요소를 분석하였다.

미국은 국가정보위원회(NIC)를 통해 2025년까지 다양한 분야에서 미국의 국가 경쟁력에 영향을 미칠 잠재력을 가진 6대 기술에 'Internet of Things'를 선정하여 기술개발 및 표준을 추진 중이다.

일본은 연구개발 및 프로젝트 수행을 위해 산학연으로 구성된 uID 센터를 기반으로 RFID 및 IoT 관련연구와 표준화, 실제 비즈니스로의 확대를 진행하고 있다. 또한 2009년에 METI(Ministry of Economy, Trade and Industry)가 유럽 집행위원회의 DG INFSO(Information Society and Media Directorates-General)와 MoU를 체결하고 RFID, 무선 센서 네트워크 및 IoT의 분야의 협력을 진행하고 있다.

이밖에도 각국의 정부와 민간에서는 M2M/IoT분야에 대한 표준화를 위한 다양한 노력과 연구를 추진 중에 있다.

2. M2M/IoT 신뢰성

신뢰성(Reliability)는 네트워크의 서비스 품질(Quality of Service: QoS)의 중요한 기준이 된다. 이러한 신뢰성은 크게 네트워크 신뢰성, 데이터 전송 신뢰성 그리고 서비스 신뢰성으로 나눌 수 있다.

이중 IoT 네트워크 신뢰성은 네트워크 자체의 안정성을 의미한다고 볼 수 있다. 실제로 M2M/IoT의 경우 사람이 직접적으로 상관하는 디바이스를 중심으로 연결되기 보다는 많은 경우에 있어서 기기 중심으로 네트워크가 형성된다. 이때 네트워크의 구성은 기기중심으로 변경이 가능한데, 이럴 때 네트워크의 안정성이 확보되지 않는다고 하면 전체 네트워크 서비스가 안정적으로 이뤄지기 어렵게 된다.

다음으로 전송 신뢰성은 말 그대로 M2M/IoT에서 모든 정보 노드 및 실행 노드들간의 정보 전달의 안정성을 의미한다. 기본적으로 이런 안정성 확보를 위해서는 노드간의 정보의 전달 방식을 다시금 생각해 볼 필요가 있다. 즉, 정보노드간 정보 전송이 정보노드와 실행노드와의 정보 전송에서는 다른 형식을 띨 수도 있게 된다. 또한 전송 신뢰성은 전송 시 에러를 검출하고 이를 수정하는 기능까지도 포함한다.

마지막으로 서비스 신뢰성 또는 이벤트 신뢰성은 앞서 설명한 데이터 신뢰성이나 네트워크 신뢰성과는 완전히 다르다. 실제로 M2M/IoT의 많은 서비스들은 특정 이벤트와 연관되어 있다. 그리고 이런 이벤트들은 특정 행위 또는 반응과 연관되어 있다. 따라서 서비스 신뢰성 또는 이벤트 신뢰성은 기본적으로 서비스를 제공하게 되는 실행 노드가 정보 노드로부터 얼마나 정확한 서비스 요청 메시지를 받았는가 하는데서 출발하게 된다. 다시 말해서 정보노드 하나로부터 서비스 요청을 받아서 서비스를 실행하는 것보다는 두 개의 서비스 요청을 받은 뒤에 서비스를 제공하는 것이 훨씬 서비스 신뢰성이 높다고 볼수 있다. 만일 주변의 두 개 이상의 정보노드가 같은 이벤트를 알려주고 이를 실행노드에서 모두 받아서 특정 이벤트를 확신하게 되면 당연히 서비스를 수행하게 될 것이고 이런 경우는 하나의 정보 노드로부터 서비스 요청을 받은 뒤 실행하는 경우 보다는 서비스 신뢰도가 높다고 할 수 있게 된다.

3. M2M/IoT 아키텍처

M2M/IoT의 경우 어떤 서비스를 생각하는가에 따라서 다양한 네트워크 아키텍처를 가질 수 있다. 그중에서도 센서 및 센서 액츄에이터로 구성되는 WSAN (Wireless Sensor Actuator Network)과의 연동 서비스

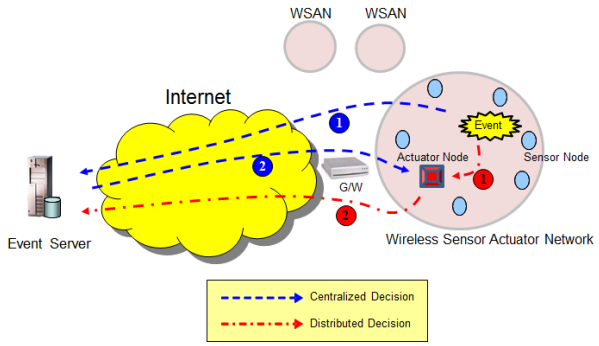

그림. 1. WSAN연동 M2M/IoT 네트워크 아키텍처
Fig. 1. M2M/IoT Network Architecture connecting WSAN.

를 생각할 때 위의 그림 1과 같은 구성을 가지게 될 것으로 예상되어진다.[6~7]

이러한 구성에서 보듯이 각각의 WSAN들은 하나의 실행노드 즉 액츄에이터가 설치가 될 수도 있고 다수의 실행 노드가 설치될 수도 있다. 이는 해당 WSAN이 어떤 목적으로 설치되는가에 따라서 달라지게 되는데, 일반적으로 우리는 수행 임무를 크게 다음과 같이 두 가지로 나눌 수 있다.

1. 단일 수행 임무 vs 다중 수행 임무

단일 수행 임무란 일반적으로 하나의 WSAN이 하나의 수행노드에 의해서 운영되는 경우를 말한다. 즉 센서 노드들로부터 취합되는 정보에 바탕을 두고 들어오는 많은 정보들에 근거해서 특정 서비스를 제공하는 액츄에이터, 즉 수행노드 하나가 할당되는 경우가 된다. 이에 반해서 다중 수행 임무란 좀 더 복잡한 서비스 수행을 위해서 하나의 WSAN내에 다수의 수행노드가 배치되어 좀 더 복잡하고 유기적인 서비스를 수행할 수 있도록 하는 경우를 말한다.

이와 관련하여서 서비스 수행을 위해서 임무 수행 결정의 과정도 다르게 진행되어질 수 있다.

2. 중앙결정 방식 vs 분산결정 방식

그림1에서 보는 바와 같이 이벤트 발생 시 이를 해결하기 위해서 이벤트 정보가 WSAN의 게이트웨이를 통해서 인터넷에 연결되어 있는 이벤트서버로 전달되고 이후 서비스 실행을 수행노드를 통해서 지시하는 방식이 중앙결정 방식이 된다. 이는 좀더 신중한 서비스 결정이 가능하여 서비스 신뢰도는 높일 수 있지만, 신속하지 못한 결정이 될 가능성이 높아서 비교적 빠른 판단이 필요한 서비스에는 적합하지 못하다. 반면 분산결정방식은 그림1에서 보는 바와 같이 이벤트에 대한 정보를 센서노드로부터 받아서 수행노드가 직접 서비스를 제공하고 이후 이에 대한 보고를 서버에게 하는 방식이다. 이 방법은 좀 더 신속하게 서비스를 제공할 수 있는 장점은 있으나 신중하지 못할 수 있어 소위 서비스 신뢰도가 낮아질 수 있는 문제점이 있다.

본 논문에서는 이러한 분산결정방식 구조를 갖는 WSAN 연동 기반의 M2M/IoT에서의 에너지 효율을 높이면서 서비스 신뢰도를 보장할 수 있는 방법에 대해서 제안하고자 한다.

Ⅲ. 에너지 소비 효율과 서비스 신뢰도

WSAN에서는 이벤트 발생시 발생되는 서비스 요청 메시지의 개수가 수행노드의 에너지 소모와 연관성이 있게 된다. 다시 말해서 소위 정보노드가 10개 있고 이들 10개의 정보노드가 하나의 이벤트에 모두 반응하게 된다면 10개의 서비스 요청 메시지가 전송되게 될 것이고 이는 수행노드에게 10번의 서비스를 하도록 하는 결과를 낳게 된다. 따라서 한번만 수행해도 될 서비스를 10번 수행하는 오류가 발생될 것이며 이는 수행노드에서의 에너지 소모로 이어질 수 있게 된다.

이러한 서비스 요청 메시지의 개수와 수행노드에서의 에너지 소모와의 연관성을 좀 더 분석하여 보면 다음과 같다.

ⅰ. Actuator Node 가 τ 동안 n개의 정보노드들로부터 k개의 이벤트 알림을 전달받을 확률

만일 IoT에 연결된 WSAN에서 모든 센서를 가지고 있는 정보노드들이 이벤트를 검침하고 하나의 서비스요청 메시지만을 전송한다고 하면 하나의 수행노드가 n개의 정보노드들로부터 k개의 요청 메시지를 받을 확률은 아래와 같이 나타난다.

$$P_e(k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \tag{1}$$

여기서 p는 이벤트를 감지할 확률이라고 하고, 만일 여기서 이벤트의 평균 발생율을 λ 라고 하고 이벤트간의 발생 시간의 연관성이 없는 상황이라고 하면 이벤트 발생간의 시간에 대한 확률분포는 익스포넨셜로 가정하는 것이 가능하다. 따라서 특정 시간 τ 동안 이벤트가 발생할 확률은 다음과 같이 구해진다.

$$p_\tau = \int_0^\tau \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda \tau} \tag{2}$$

따라서 수행노드에서 τ 동안 n개의 정보노드로부터 k개의 이벤트 요청 메시지를 받을 확률은 아래와 같이 정리된다.

$$P_e(k) = \binom{n}{k} p_\tau^k (1-p_\tau)^{n-k},\ p_\tau = 1 - e^{-\lambda \tau} \tag{3}$$

ii. 수행노드의 에너지 소모

서비스 수행을 위한 수행노드에서의 에너지 소모는 크게 직접적 행위에 의한 에너지 소모와 통신을 위한 에너지 소모로 구분되어진다.

$$E_{av} = E_{act} + E_c$$

여기서 수행노드는 소위 정보노드로부터 k 번 이벤트 알림을 받고 응답하는데 필요한 통신에너지를 사용한다고 가정하였다. 일반적으로 수행에너지 소모는 통신 에너지에 비해서 상당히 큰 값으로 생각할 수 있고 거의 10~30배 정도의 차이를 보인다고 가정하여도 무방하다. 다만, 수행 노드의 경우 일정한 개수 이상으로 이벤트 알림정보가 들어와야 액션을 취한다고 생각할 때 그 기준을 T라고 한다면 소모되는 에너지는 다음과 같이 구분되어지고 표현되어진다.

i) k<T

수행노드 에너지 소모, $E_C = k*E_C$

ii) k≥T

수행노드 에너지 소모, $E_T = E_{Act} + E_C$

수행노드의 평균 에너지 소모량

$$E_{av} = Prob[k<T]\times E_C + Prob[k\geq T]\times E_T$$
$$= Prob[k<T]\times E_C + Prob[k\geq T]\times\{E_C + E_{Act}\}$$
$$= \sum_{i=1}^{T-1} p_e(i)\times E_c + \sum_{i=T}^{n} p_e(i)\times(E_c + E_{act}) \quad (4)$$

이 결과는 그림 2에 나타나 있다. 그림 2에서는 기본적으로 센싱 정보를 전달해 주는 정보 노드는 80개로 가정하였으며 이때 평균 이벤트 발생율은 초당 0.01번으로 가정하였다. 그리고 기본적으로 통신 시 사용되는 에너지와 수행노드에서 한번 수행시 사용되는 에너지의 비율을 1:10으로 가정하여 얻은 결과이다. 위의 그림에서 알 수 있듯이 기본적으로 임계치를 12~13으로 정하였을 때 에너지 소모를 최저로 할 수 있음을 알 수 있다. 이는 결국 하나의 이벤트에 대해서 주변의 많은 정보 노드들이 메시지를 줄 것이고 이를 받는 대로 반응하는 것은 서비스의 신뢰도를 낮출 뿐만 아니라 결국은 에너지의 소모도 증가시키는 결과를 초래한다는 것을 나타낸다. 또한 너무 많은 메시지를 기다렸다가 반응하는 경우에는 신속한 서비스 수행이 이뤄지지 않기 때문에 서비스의 신뢰도가 낮아지고 더불어서 에너지의 소모도 증가되는 결과가 초래되는 것을 알 수가 있었다.

이러한 현상을 이용하여 본 논문에서는 수행노드에서의 에너지 소모를 최소화하면서 서비스신뢰도를 보장할 수 있는 서비스 요청메시지 기반 서비스 신뢰도 보장 방법을 제안하고자 한다.

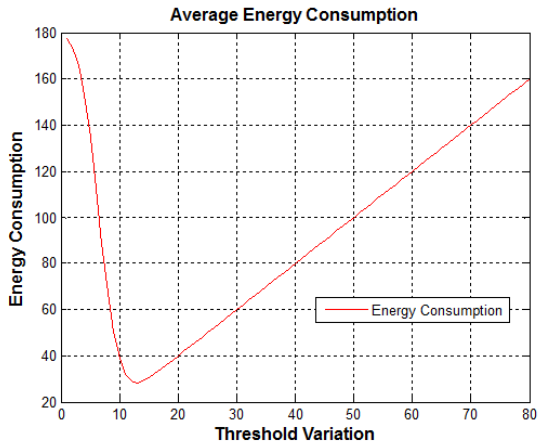

그림 2. 임계치 변화에 따른 에너지 소모 변화
Fig. 2. Energy consumption variation.

Ⅳ. 제안 방법

앞서 살펴본 바와 같이 정보노드들로부터 도착하는 서비스 요청 메시지의 개수에 기반하여 액션을 취하는 수행노드의 경우에 있어서는 이벤트 확정의 근거가 되

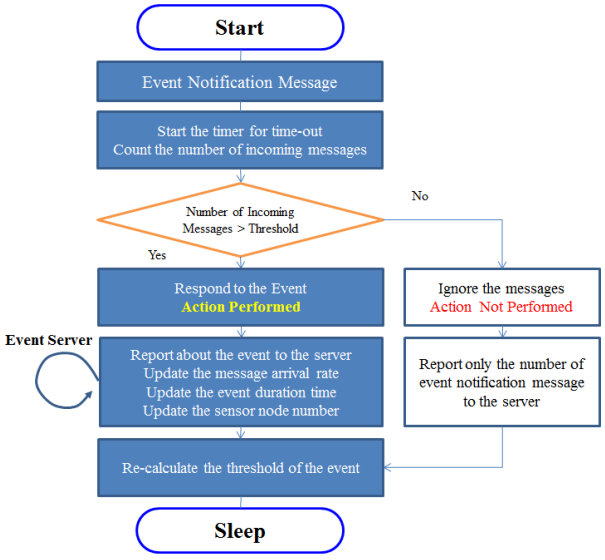

그림 3. 제안 방법의 흐름도
Fig. 3. Flow diagram of proposed scheme.

는 서비스요청 메시지에 대한 임계치 설정이 근본적으로 서비스 신뢰성과도 연관이 있고 더불어서 수행노드의 에너지 소모와도 연관이 있음을 알 수 있다. 이러한 분석을 토대로 다음과 같이 에너지 효율성을 보장하면서 동시에 서비스 신뢰성을 보장할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

1. 수행노드에서는 이벤트 알림 및 서비스 요청 메시지를 받으면 타이머를 실행하여 일정 시간동안을 진행한다.
2. 일정 시간동안 도착한 이벤트 알림 메시지 혹은 서비스 요청 메시지의 개수가 임계치 이상이 되면 수행노드에 정의된 액션을 실시한다.
3. 그렇지 않는 경우 수행노드에 정의된 서비스 액션은 수행되지 않으며 이전에 도착한 서비스 요청 메시지들은 무시된다.
4. 정상적으로 서비스 액션이 실시되고 난 뒤에는 서비스에 대한 리포트를 서버에 하고 이후 메시지 도착율, 측정 시간, 전체 정보노드들의 개수를 서버를 통해서 업데이트 한다.
5. 이후 새로워진 데이터들을 기반으로 다시 서비스 요청 메시지의 임계치를 계산하고 이후 서비스 수행을 위한 요청 메시지를 기다린다.

Ⅴ. 시뮬레이션 결과 분석

제안 방법에 대한 성능적 분석은 앞서 계산된 계산식 (4)에 근거하여 MATLAB을 활용하여 다음과 같이 실시하였다.

기본적으로 제안 방법은 전송되는 서비스 요청 메시지의 빈도에 근거해서 임계치를 변경하는 방식이므로 이에 따라서 에너지 소모의 변화는 명백하게 나타나 질 것이다. 따라서 실험을 통해서는 서비스 전송 메시지의 전송율에 따른 임계치를 다르게 한 경우의 소모 에너지를 비교해 봄으로써 다른 임계치별 소모 에너지의 변화가 어떤 식으로 나타나는지를 살펴보도록 하였다.

일단 임계치를 1로 하는 경우는 서비스 요청 메시지를 하나 받을 때마다 서비스를 실행하는 경우이므로 당연히 서비스 수행 시 발생되는 에너지는 서비스 요청 메시지 발생 빈도에 비례해서 증가하게 될 것이다. 따라서 이를 제외한 임계치가 2인 경우와 3인 경우 그리고 4인 경우에 대해서 소모되는 평균 에너지를 비교하였다.

표 1. 실험 변수
Table 1. Parameters for experiment.

통신 소모 에너지(E_c)	1 mW
수행노드 서비스 에너지(E_{act})	20 mW
정보노드의 이벤트 발생빈도(λ)	0.04 ~ 0.08 #/sec 0.08 ~ 0.2 #/sec
정보노드 개수(N)	30
요청메시지 수락 기간(τ)	5 sec

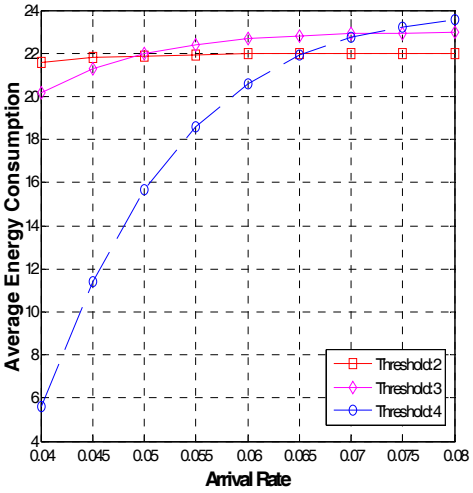

그림 4. 요청메시지 도착율에 따른 에너지 소모 - 1
Fig. 4. Energy consumption according to the arrival rate of request message.

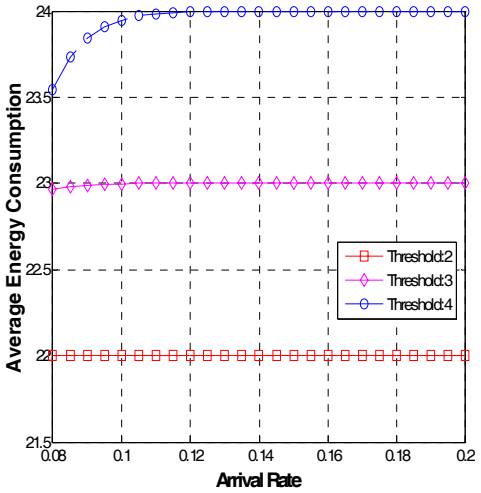

그림 5. 요청메시지 도착율에 따른 에너지 소모 - 2
Fig. 5. Energy consumption according to the arrival rate of request message.

그림 4에서 보는 바와 같이 우선적으로 임계치를 4로 한 경우에 있어서 훨씬 더 적은 에너지 소모를 나타내는 것으로 나타났다. 즉 이벤트 메시지의 도착율이 적은 경우는 비교적 임계치가 크게 하는 경우가 에너지의 소모가 적었으며 도착율이 커지는 경우에 있어서는 에너지 소모가 점차적으로 커지는 현상을 예상할 수 있었다. 여기서 사용된 변수값으로 통신 1회에 1mW의 전력이 소모된다고 가정하였으며 수행노드의 서비스 수행시 20mW의 전력만이 소모된다고 가정하였다. 이는 비교적 적은 값으로 가정하여 실험한 것으로 상황에 따라서는 좀 더 큰 차이를 두고서 실험이 진행될 필요성이 있다고 판단되어진다. 따라서 이런 변수값이 적용되면 임계치에 따른 평균 에너지 소모량은 큰 변화를 보일 것으로 예상되어진다.

더불어서 이벤트 요청 메시지 발생빈도를 좀 더 크게 만들어서 실험한 결과로는 그림 5에서와 같은 결과를 얻었다. 결과에서 보는 바와 같이 이벤트 발생빈도가 커지는 경우는 평균 에너지 소모량이 오히려 임계치가 커질 때 더 커지는 것으로 나타났다. 그리고 이는 또한 일정한 값으로 수렴되는 형태를 보였는데, 이것은 기본적으로 정보 노드의 개수를 30개로 충분히 많이 하였기 때문에 나타나는 현상으로 풀이된다. 즉, 어느 정도 이상의 이벤트 발생 빈도가 넘어가게 되면 이후 모든 센싱이 가능한 정보노드가 일정한 비율로 이벤트 알림 메시지를 보내오고 이는 수행노드에게는 서비스 요청 메시지가 되기 때문에 일정한 주기로 서비스를 수행하도록 하여 일정한 에너지 소모를 보이게 되는 것으로 풀이될수 있다.

다만, 제안 방법은 중간 중간에 정해진 임계치를 사용하는 것이 아니고 임계치를 변경하여서 에너지 소모를 최소화하고 동시에 서비스 신뢰성을 확보하는 방법이므로 하나의 임계치를 사용하는 방법에 비해서는 비교적 에너지 효율적이면서 동시에 서비스 신뢰성을 보장할 수 있을 것으로 판단된다.

Ⅵ. 결 론

M2M/IoT는 구성상 여러 형태로 구성된 많은 네트워크들이 포함될 것이다. 그중 하나가 수행 노드가 포함된 WSAN이 되는데, 이러한 무선 센서액츄에이터 네트워크에서는 수행노드인 액츄에이터의 에너지 소모에 신경을 쓰지 않을 수 없게 된다.

또한 기본적으로 액츄에이터의 서비스 수행을 위해서는 이벤트에 기반하여 센서를 포함하는 정보노드들이 이벤트 발생에 대한 서비스 요청을 해오게 될 것이고 이러한 서비스 요청 메시지에 일일이 대응하게 될시 잘못된 요청에도 응하게 되어서 전반적으로 WSAN의 수명이 짧아지는 효과가 나타나게 될수 있다.

이에 본 논문에서는 서비스요청 메시지의 발생 빈도에 근거한 변화되는 임계치를 활용하여 서비스 신뢰성을 보장하는 동시에 수행노드에서의 에너지 소모를 최소화 할 수 있는 방안에 대해서 소개하였다. 제안 방법은 서비스 요청 메시지 발생 빈도와 전체 정보노드의 개수 변화 등을 고려하여 그때 그때 다른 임계치를 활용하기 때문에 비교적 적은 에너지 소모를 하면서 수행노드로 하여금 서비스 신뢰성을 잃지 않으면서 서비스를 수행하도록 할 수 있다.

다만, 제안 방법이 여러 형태의 서비스에 적용되기 위해서는 각각의 WSAN이 갖게 되는 서비스 정책과의 연관성도 함께 생각하여야 할 것으로 보인다. 이를 고려하면 다른 형태로 임계치를 만들어서 적용하는 것도 가능할 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] Mansoo Kang, “Technology Trend of Open IoT Platform”, PD ISSUE REPORT NOVEMBER 2012 VOL 12-10.

[2] 1. I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci.:A Survey on Sensor networks, IEEE Communications Magazine , August 2002.

[3] Junggil Ko, et al, “Trend of Converging Smart Devices with IoT Technology”, Electronics and Telecommunications Trend, ETRI, Vol28, No 4. August 2013

[4] I.F. Akyildiz., Kasimoglu, “Wireless sensor and actor networks: research challenges”, Ad Hoc Networks. 2004, 2 (4), 351-367.

[5] Jennifer Yick, Biswanath Mukherjee, Dipak Ghosal, “Wireless sensor network survey”, Computer Networks, Volume 52, Issue 12, 22 August 2008, Pages 2292-2330

[6] Feng Xi, “QoS Challenges and Opportunities in Wireless Sensor/Actuator Networks”, Sensors 2008, 8, pp1099-1110

[7] Feng Xia, Yu-Chu Tian, Yanjun Li and Youxian

Sun, “Wireless Sensor/Actuator Network Design for Mobile Control Applications”, Sensors 2007, 7, pp2157-2173

[8] A.S.M. Sanwar Hosen, et al, “An Energy Aware Network Construction and Routing Method for Wireless Sensor Network”, Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol 49, No. 9, Sept. 2012.

저 자 소 개

김 승 천(정회원)

1994년 연세대학교 전자공학과 공학사.
1996년 연세대학교 전자공학과 공학석사.
1999년 연세대학교 전기컴퓨터 공학과 공학박사.
2000년～2001년 Univ. of Sydney, Post Doc.
2001년～2003년 LG전자 DTV 연구소 선임연구원
2003년～현재 한성대학교 정보통신공학과 교수.
<주관심분야 : 차량통신기술, 통신망, 유비쿼터스 센서네트워크 등>

황 호 영(정회원)

1993년 서울대학교 컴퓨터공학과 공학사
1995년 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사
2003년 서울대학교 전기컴퓨터 공학부 공학박사
2003년～2007년 안양대학교 디지털미디어학부 조교수
2007년～현재 한성대학교 멀티미디어공학과 부교수
<주관심분야 : 정보통신, 무선 및 이동통신망, 센서네트워크, 멀티미디어시스템>

노 광 현(정회원)

1995년 고려대학교 산업공학과 공학사
1997년 고려대학교 산업공학과 공학석사
2001년 고려대학교 산업공학과 공학박사
2002년 Ecole des Mines de Paris, Post-Doc.
2003년～2006년 한국전자통신연구원 연구원
2006년～2007년 한국항공우주연구원 선임연구원
2007년～현재 한성대학교 산업경영공학과 부교수
<주관심분야: 차세대이동통신, ITS, RFID/USN>