

Contiki-NG 기반 IEEE 802.15.4 TSCH 처리량 분석

이솔비¹ · 김의직² · 임용석^{1*}

¹전자부품연구원 · ²한림대학교

Contiki-NG-based IEEE 802.15.4 TSCH Throughput Evaluation

Sol-Bee Lee¹ · Eui-Jik Kim² · Yongseok Lim^{1*}

¹Korea Electronics Technology Institute · ²Hallym University

E-mail : sblee@keti.re.kr / ejkim32@hallym.ac.kr / busytom@keti.re.kr

요 약

본 논문에서는 Contiki-NG 운영체제를 사용하여 IEEE 802.15.4 Time Slotted Channel Hopping (TSCH) 트리 네트워크의 처리량 분석을 수행한다. 가상의 시뮬레이션 환경을 구축하여 네트워크 노드 수 및 홉 수의 변화에 따른 다양한 IEEE 802.15.4 TSCH 네트워크의 처리량을 비교한다. 성능 분석을 통해 네트워크의 노드 수가 증가할수록 처리량이 증가하고, 네트워크의 홉 수가 증가할수록 처리량이 감소함을 확인할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we evaluate the throughput performance of IEEE 802.15.4 Time Slotted Channel Hopping (TSCH) tree network using Contiki-NG operating system. We build a virtual simulation environment to compare the throughput performance of various IEEE 802.15.4 TSCH networks according to the changes in the number of nodes and the hop counts. The simulation results show that the throughput increases as the number of nodes increase while it decreases as the hop counts increase.

키워드

Contiki-NG, IEEE 802.15.4, Internet of Things, Throughput Evaluation, Time Slotted Channel Hopping

1. 서 론

사물인터넷에서는 모니터링 및 자동화 등을 위해 수많은 센서 노드들이 배치되어 사용되고 있다. 특히, 산업용 사물인터넷에서는 센서 노드 간에 정확하고 적시적으로 패킷을 전송하는 것이 매우 중요하다. 무선 네트워크 상의 인접한 센서들은 패킷 송수신 과정에서 상호간 전파 간섭과 같은 통신 문제를 겪는다. 노드 수의 증가 또한 무선 네트워크 성능에 상당한 영향을 미친다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 IEEE 802.15.4 Working Group (WG)은 높은 신뢰성 및 예측 가능한 전송 지연을 보장하기 위하여 IEEE 802.15.4-2015 Amendment를 표준화했다 [1]. 이에 Timeslot Offset과 Channel Offset으로 구성되는 Slotframe 구조를 기반으로 동작하는 Time Slotted

Channel Hopping (TSCH) Medium Access Control (MAC) 프로토콜이 도입되었다. TSCH는 Time Slotted Access와 Multi-channel 기반의 Channel Hopping을 지원함으로써, 두 노드 간 통신을 위한 Slot을 동적으로 할당한다. 따라서 간섭으로 인한 패킷 충돌이 감소되어 높은 처리량을 달성할 수 있다 [2].

TSCH가 포함된 사물인터넷을 위한 오픈 소스 운영체제로 Contiki-NG가 있다. Contiki-NG는 IPv6 상에서 TSCH를 사용할 수 있도록 정의된 6TiSCH Operation Sublayer (6top)를 포함한다. Contiki-NG 운영체제의 TSCH는 TSCH 네트워크의 구성 및 동작을 정의하기 위해, IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks (RPL)과 6TiSCH Minimal Mode를 따른다.

본 논문에서는 Contiki-NG 운영체제를 사용하여 TSCH 네트워크의 처리량 분석을 수행한다. 가상의

* corresponding author

시뮬레이션 환경에서 네트워크 노드 수 및 홉 수의 변화에 따른 TSCH 네트워크 처리량을 비교한다. 시뮬레이션 결과는 네트워크의 노드 수가 증가할수록 처리량이 증가하고, 네트워크의 홉 수가 증가할수록 처리량이 감소함을 보여준다.

II. 본 론

본 논문에서는 노드 수 및 홉 수의 변화에 따른 TSCH 네트워크의 처리량 측정을 위해 다음과 같은 시뮬레이션 환경을 구성했다. Oracle Virtual Machine VirtualBox에 Ubuntu 18.04.1 Desktop 이미지를 사용하여 Linux 환경을 구축했다. 이후, Contiki-NG 운영체제를 Git hub로부터 받아 Contiki 네트워크 시뮬레이터인 Cooja 동작을 위한 환경 설정을 수행했다.

Cooja 시뮬레이터에서 노드 수와 홉 수를 달리 하여 다양한 TSCH 트리 네트워크를 구성했다. 다양한 네트워크 구성을 위해 홉 수와 노드 수를 각각 3가지, 5가지로 구분하여 시뮬레이션을 수행했다. 네트워크의 홉 수는 2, 3, 4로 구분되고, 노드의 수는 최소 5개부터 최대 25개까지 5개씩 증가한다.

그림 1은 4가지의 2홉 네트워크 토폴로지의 예시를 보여준다. 해당 네트워크 토폴로지들은 각각 5, 10, 15, 20개의 노드로 구성되어 있다. 각 네트워크 토폴로지의 1홉 노드 수는 4개로 일정하며, 증가하는 노드들은 1홉 노드의 자식 노드로 설정된다.



그림 1. 2홉 TSCH 트리 네트워크 토폴로지

III. 시뮬레이션 결과

그림 2는 노드 수와 홉 수 증가에 따른 TSCH 트리 네트워크의 처리량 분석 결과를 보여준다. TSCH 네트워크 처리량은 노드 수가 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 이와 달리, TSCH 네트워크 처리량은 홉 수가 증가함에 감소하는 것으로 나타났다.

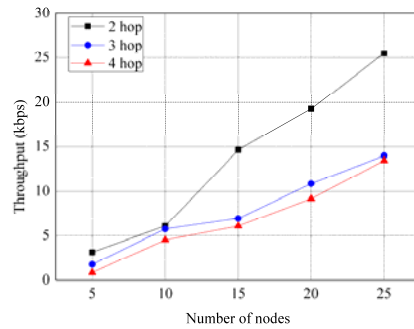


그림 2. 노드 수 및 홉 수에 따른 TSCH 네트워크 처리량 변화

IV. 결 론

본 논문에서는 IEEE 802.15.4 TSCH의 처리량 분석을 위해 Contiki-NG 운영체제 기반의 네트워크 시뮬레이션을 수행했다. 시뮬레이션 결과, 노드 수와 홉 수에 따라 TSCH 트리 네트워크 처리량의 증감을 확인할 수 있었다.

Acknowledgement

본 논문은 2018년도 정부 (산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 20001056, IoT/웨어러블 디바이스용 저전력 Massive MISO SWIPT 핵심 기술 개발).

References

- [1] IEEE Standard for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs), IEEE Std 802.15.4-2015 (Revision of IEEE Std 802.15.4-2011), April, 2016.
- [2] 김경태, 김해용, 박희웅, 김선태, “대규모 고신뢰 IoT 서비스를 위한 IEEE 802.15.4e TSCH 기반 MAC(Media Access Control) 프로토콜”, 한국통신학회 하계학술발표대회, 제주, pp. 56-57, 2017.