

## IoT 환경에서의 적응적 패킷 스케줄링 알고리즘

김동현<sup>0</sup>, 임환희<sup>\*</sup>, 이병준<sup>\*</sup>, 김경태<sup>\*</sup>, 윤희용<sup>\*\*</sup>

<sup>0</sup>성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과

<sup>\*\*</sup>성균관대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학과

e-mail: {kdh7263<sup>0</sup>, lhh423<sup>\*</sup>, byungjun<sup>\*</sup>}@skku.edu, kyungtaekim76@gmail.com<sup>\*</sup>, youn7147@skku.edu<sup>\*\*</sup>

## Adaptive Packet Scheduling Algorithm in IoT environment

Dong-Hyun Kim<sup>0</sup>, Hwan-Hee Lim<sup>\*</sup>, Byung-Jun Lee<sup>\*</sup>, Kyung-Tae Kim<sup>\*</sup>, Hee-Yong Youn<sup>\*\*</sup>

<sup>0</sup>Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>\*\*</sup>Dept. of Software, Sungkyunkwan University

### ● 요약 ●

본 논문에서는 다수의 센서 노드로 구성된 Internet of Things (IoT) 환경에서 새로운 환경에 대해 적응하는데 걸리는 시간을 줄이기 위한 새로운 스케줄링 기법을 제안한다. IoT 환경에서는 데이터 수집 및 전송 패턴이 사전에 정의되어 있지 않기 때문에 기존 정적인 Packet scheduling 기법으로는 한계가 있다. Q-learning은 네트워크 환경에 대한 사전지식 없이도 반복적 학습을 통해 Scheduling policy를 확립할 수 있다. 본 논문에서는 기존 Q-learning 스케줄링 기법을 기반으로 각 큐의 패킷 도착률에 대한 bound 값을 이용해 Q-table과 Reward table을 초기화 하는 새로운 Q-learning 스케줄링 기법을 제안한다. 시뮬레이션 결과 기존 기법에 비해 변화하는 패킷 도착률 및 서비스 요구조건에 적응하는데 걸리는 시간이 감소하였다.

**키워드:** 사물인터넷(internet of things), 패킷스케줄링(packet scheduling), 큐러닝(q-learning)

## I. Introduction

최근 인터넷 기술의 발달로 다수의 센서 노드와 Gateway로 구성된 IoT 환경이 증가함에 따라 방대한 양의 데이터가 생성되고 있다. 각 센서 노드에서 수집된 데이터 패킷은 종류에 따라 각기 다른 서비스 요구조건 및 도착률을 가지고 있다. 데이터 패킷의 서비스 요구조건이란 각 데이터 패킷의 신뢰성과 Quality를 보장하기 위한 것으로, IoT 환경에서는 노드 상태 및 링크 상태가 동적으로 변화하기 때문에, Gateway의 Processor는 각 Time-slot에서 각 데이터 패킷의 서비스 요구조건을 만족시킬 수 있는 최적의 스케줄링 순서를 결정해야 한다.

## II. Preliminaries

### 1. Related works

#### 1.1 Q-learning

기존 패킷 스케줄링 기법으로 First Come First Service (FCFS), Earliest Deadline First (EDF), 그리고 Weighted Fair Queuing (WFQ)가 있다. 하지만 이러한 기존 정적 스케줄링 기법은 낮은 우선순위를 가진 데이터 패킷이 서비스되지 못해 Packet loss가 발생

할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Stochastic Learning Automaton (SLA)를 기반으로 Q-learning scheduling 기법이 제안되었다[1]. 제안된 기법은 기존 SLA를 MDP에 적용하여 Scheduling policy가 확립하는 데 걸리는 시간인 Convergence time을 크게 감소시켰지만, 변화하는 환경에 대해 적응하는데 걸리는 시간이 오래 걸리는 한계가 있다.

## III. The Proposed Scheme

본 연구에서는 각 데이터 패킷의 도착률과 서비스 요구 조건을 다르게 설정하고, 하나의 Best-effort queue를 포함하는 네트워크를 설계하였다. 시뮬레이션은 15,000 Time-slot 이후 변화하는 환경에 적응하는데 걸리는 시간을 비교하였다. 아래 표 1은 제안하는 알고리즘이다.

Table 1. The sequence of the proposed algorithm

No	Description
1	$p$ 개의 데이터 패킷에 대한 도착률 측정 및 경계 값 설정
2	새로운 데이터 패킷 $p$ 개에 대한 도착률 측정
3	2단계의 데이터 도착률이 1단계의 경계 값을 벗어날 경우 Q-table 및 Reward table 초기화 및 새로운 경계값 설정
3-1	2단계의 데이터 패킷 도착률이 1단계의 경계 값을 벗어나지 않을 경우 계속 학습

아래 그림 1은 기존 Q-learning scheduling 기법 [1]의 실험결과로, 변화한 환경에 적응하는데 4,000 Time-slot이 소요되었다.

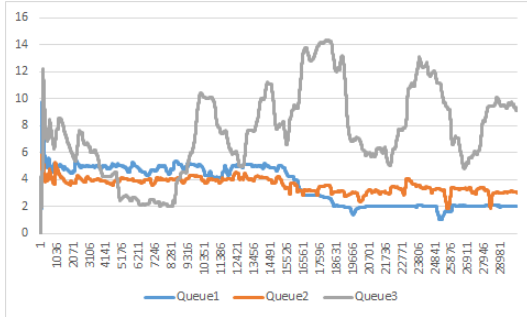


Fig. 1. Simulation results based on existing Q-learning

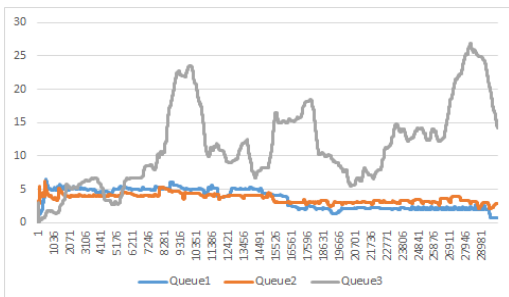


Fig. 2. Simulation results based on proposed Q-learning

위 그림 2는 제안하는 알고리즘을 이용한 시뮬레이션 결과로 1000~2000 Time-slot이 소요되었다.

#### IV. Conclusions

본 연구에서는 데이터 패킷의 도착률에 대해 Upper 및 Lower 경계값을 설정하고 해당 경계값을 벗어날 경우 Q table 및 reward table을 초기화 하는 새로운 방식을 제안하였다. 제안하는 기법은 기존 기법에 비해 새로운 환경에 적응하는데 걸리는 시간을 크게 감소시켰다. 향후 연구 계획으로 Industrial IoT 환경에서의 패킷 스케줄링 기법에 대해 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

#### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신-방송연구 개발 사업(No. 2016-0-00133, 초연결 IoT 노드의 군집 지능화를 통한 Edge Computing 핵심 기술 연구), SW중심대학지원사업(2015-0-00914), 한국연구재단 기초연구사업(No.2016R1A6A3A11931385, 실시간 공공안전 서비스를 위한

소프트웨어 정의 무선 센서 네트워크 핵심기술 연구, 2017R1A2B2009095, 실시간 스트림 데이터 처리 및 Multi-connectivity를 지원하는 SDN 기반 WSN 핵심 기술 연구), 삼성전자, BK21PLUS 사업의 일환으로 수행되었음.

#### REFERENCES

- [1] J. Hall, P. Mars, "Satisfying QoS with a Learning Based Scheduling Algorithm," In 6th International Work shop on Quality of Service, pp.171-173,1998