

큐잉 모델을 이용한 Emergency node 우선 순위 제어 모델 연구

김세준[○], 임환희^{*}, 이병준^{*}, 김경태^{*}, 윤희용^{**}

[○]성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과

^{**}성균관대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학과

e-mail: {ksj105,lhh423,byungjun}@skku.edu[○], kyungtaekim76@gmail.com^{*}, youn7147@skku.edu^{**}

A Study on Priority Control Model of Emergency Node

Se-Jun Kim[○], Hwan-Hee Lim^{*}, Byung-Jun Lee^{*}, Kyung-Tae Kim^{*}, Hee-Yong Youn^{**}

[○]Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

^{**}Dept. of Software, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

자동차 부품산업은 자동차산업의 후방산업으로 완성차 메이커 제조산업의 조립용인 중간재 산업으로 부품의 품질에 따라 완성차의 성능이 좌우된다. 자동차 산업구조상 완성차에 종속적인 사업구조로 부품사의 독자 성장이 어렵고 수익성이 완성차업체에 종속 된다. 자동차부품사의 대형화 및 생산공정 자동화 변화로 기존의 수직계열화된 부품 공급 관계에도 변화가 예상되며, 완성차업체는 통합적인 시스템 부품을 생산할 수 있는 글로벌 대형 부품업체에 의존하는 상황이 전개될 수도 있다. 이와 같은 위기 와 변화를 극복하기 위해 본 연구에서는 산업구조분석을 자동차 부품산업에 적용하여 자동차부품산업의 경쟁력제고 전략을 도출하고자 한다.

키워드: 큐잉이론(Queueing Theory), IoT(Internet of Things), 패킷 스케줄링(Packet Scheduling)

I. Introduction

IIoT는 스마트 그리드, 스마트 팜, 스마트 팩토리 등 산업환경에 IoT를 접목하는 분야로써, 생산 설비에 주로 센서로 이루어진 IoT 노드들이 배치됨으로써 설비의 동작을 모니터링하고 지역적, 전역적으로 제어하는 것을 목표로 한다. IIoT는 효율적인 자원 분배, 생산 분석, 미래 예측을 위하여 데이터를 수집하기도 하지만 최우선적인 목표는 설비의 이상 유무를 판단하는데 있다. 설비에 이상이 있을 경우, 설비 내 배치되어있는 센서노드는 평소와 다른 이상 데이터를 전송하게 되고 이를 관리자는 분석하여 적절한 대응을 하게 된다. 그러나 이상 데이터를 전송하는 긴급한 상황이 발생했을 경우, 센서의 손상, 소실, 기능 정지 등이 발생할 수 있어 상황 분석을 위하여 신속하게 Emergency node의 데이터를 수집할 필요가 있다. 기존에는 IIoT 환경 내에서 발생하는 센싱 데이터를 중앙 관리자가 모두 분석하여 대응했기 때문에 그만큼 대응 시간에 지연이 생겼다[1]. 이러한 대응 시간을 단축시키기 위해서 본 논문에서는 게이트웨이 내에서 Emergency node의 패킷 처리 우선순위를 상승시킴으로써 지역적으로 우선 이상 데이터를 신속하게 처리할 수 있도록 하는 모델을 제안한다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 Queueing network

Queueing network는 State가 무한한 Markov 모델 중 하나이며, Queue 모델을 수학적으로 나타내고 적용하는데 이용된다. 본 논문에서 사용하는 M/M/1 queue 는 이러한 Queueing network 중 하나이다. 여기서 Packet은 Markovian distribution의 값에 따라 확률적인 간격을 두고 Queue에 삽입되며 마찬가지로 Markovian distribution의 μ 값에 따라 확률적인 간격을 두고 처리된다.

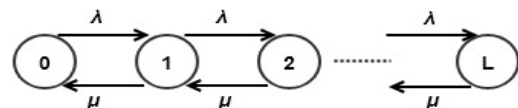


Fig. 1. M/M/1 queue의 Markov chain 구조

위 그림에서 Queue에 삽입되어 있는 Packet의 수가 State에 나타나 있다. M/M/1 queue에서 Steady state N 은 아래와 같이 나타난다.

$$N = \sum_{k=0}^{\infty} k\pi_k = (1-\rho) \sum_{k=0}^{\infty} k\rho^k = \frac{\rho}{1-\rho}$$

위 식에서 π_k 는 현재 State가 k 일 확률을 나타낸다. 그리고 ρ 는 Service utilization, 즉 Service되는 평균적인 Packet의 수를 나타내며 λ/μ 로 나타낼 수 있다. 여기서 Queue에 대기 중인 Packet의 평균 개수 N_Q 는 아래와 같이 나타낸다.

$$N_Q = N - \rho = \frac{\rho}{1-\rho} - \rho$$

따라서 Queue의 평균 대기시간 T_Q 는 아래와 같이 나타낸다.

$$T_Q = \frac{N}{\lambda}$$

III. The Proposed Scheme

본 논문에서 제안하는 모델은 게이트웨이 내 다중 Queue를 기반으로 한다. 각 Queue는 게이트웨이에 연결되어있는 센서로부터 센싱 데이터를 수신하여 처리 대기를 하는 역할을 한다. 다중 Queue의 처리 순서는 Queue sequence에 저장되어 순서에 맞는 Queue의 패킷을 처리한다. Emergency node가 발생하면, 해당 Queue의 패킷 처리 순서를 Queue sequence에 추가하고, 이에 따른 타 노드들의 평균 대기 지연시간을 큐잉 이론을 기반으로 예측한다. 이 과정을 반복하여 타 노드들의 허용 가능한 최대 대기 지연시간을 보장하면서도 Emergency node의 패킷을 최대한 신속하게 처리할 수 있도록 한다.

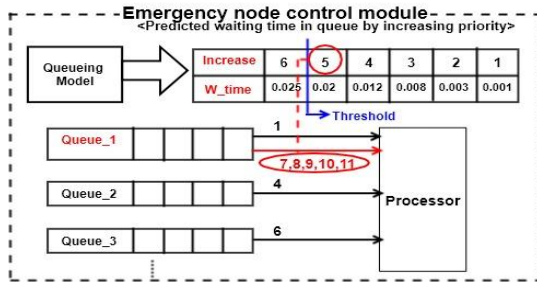


Fig. 2. 제안하는 Emergency node 의 패킷 처리 우선순위 제어 모델

IV. Conclusions

본 논문에서는 IIoT 환경에서 발생하는 Emergency node의 패킷 처리 우선순위를 제어하는 모델을 제안하였다. 해당 모델은 게이트웨이 내 다중 큐를 이용하여 노드의 패킷처리 우선순위를 구분하고, 큐잉 이론을 기반으로 대기 지연 시간을 평가 후 Emergency node의 우선순위를 상승시킨다. 이를 통하여 이상데이터를 우선적으로 신속하게 수집할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 연구로는 제안하는 모델을 실제로 구현하여 네트워크 환경에서 성능을 평가한다.

ACKNOWLEDGEMENT

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] K. R. et al., "Pre-channel scheduling and Priority-based reservation in medium access control for industrial wireless sensor network applications", Computers and Electrical Engineering, Vol. 64, pp. 322-336, 2017