긴급 데이터 서비스를 위한 Adaptive-Weighted 스케쥴링

정현석[O*], 김민우[*], 이병준[*], 김경태[*], 윤희용[**]
[O*]성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과
[**]성균관대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학과
e-mail: {daun8928, kimmw95, byungjun}@skku.edu[O*], kyungtaekim76@gmail.com[*], youn7147@skku.edu[**]

Adaptive-Weighted Scheduling for Emergency Data Service

Hyun-Seok Jeong[O*], Min-Woo Kim[*], Byung-Jun Lee[*], Kyoung-Tae Kim[*], Hee-Yong Youn[**]
[O*]Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University
[**]Dept. of Software, Sungkyunkwan University

● 요 약 ●

본 논문에서는 IIoT 환경에서 효율적인 긴급 데이터 패킷 처리를 위한 스케쥴링 방식을 제안한다. 이는 weighted round robin 스케쥴링에 기반하고, 비선점형 시스템에 적용하는 방식으로 처리한다. 긴급 데이터의 평균 큐 사이즈에 따라 적응형으로 중요도를 조절함으로써 최적화시킨다. 이는 적은 패킷 손실률과 작은 딜레이로 이어진다. 이 적응형 스케쥴링 방식은 갑작스런 처리량의 변화에 많은 패킷 손실률과 딜레이 증가량 없이 대처하는 것에 효율적인 해결책이 될 것으로 기대된다.

키워드: 패킷 스케쥴링(adaptive packet scheduling), 긴급 데이터(emergency data), 무선 센서 네트워크(wireless sensor network), 라운드 로빈(round robin)

I. Introduction

IIoT 환경에서는 어느 정도 예측 가능한 방식으로 발생하는 방대한 양의 정보를 공정하게 처리하는 것도 중요하지만, 컨트롤이나 긴급데이터 처리 등과 같은 예측하지 못하는 데이터의 처리 또한 중요하다. 특히나 공장의 경우 이 데이터의 처리가 늦어지거나 실패할 경우 막대한 경제적 손실이 발생될 수 있다. 기존의 연구들은 주로 비주기적인 태스크와 주기적인 태스크를 나누는 방식으로 컨트롤에 대한 처리를 하고 있다. 하지만 이는 대량으로 처리되어야 하는 긴급 데이터(Emergency Data)에 대한 해결책이 되지는 못한다. 혹은 긴급 데이터에 무조건적인 우선순위를 부여하여 긴급 데이터 간의 긴급 수준을 고려하지 않는 방식이다.

이는 환경에 적응하는 방식으로 합리적인 수준으로 긴급 데이터를 처리할 수 있는 것이 중요하며, 긴급 데이터의 특성상 안정성을 목표로 해야만 한다. 이에 기존 weighted round robin 방식에 기반한 새로운 긴급 데이터 처리 방식을 제안한다.

본 논문은 1장 소개를 다음으로, 2장에서는 관련연구, 3장에서는 제안하는 기법, 4장에서는 결론으로 구성하였다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 Round Robin 스케쥴링

기본적인 RR(Round Robin) 스케쥴링은 시분할 시스템의 선점형 스케쥴링이며, 우선순위 방식으로 다음 큐를 선택하는 방식이 아니라 Time Quantum 을 분배함으로써 CPU 자원을 사용하도록 하는 방식이다. 이는 Context 전환의 오버헤드가 많이 발생하지만 각 큐의 응답시간은 공정하게 분배되어 지연시간이 줄어드는 효과가 있다. 모든 큐가 각자 한 번씩 자신의 기회를 갖고 나면 다시 첫 번째 큐가 기회를 갖게 된다.

1.2 Weighted Round Robin 스케쥴링

Weighted RR 방식은 각 큐가 가중치(Weight)를 가지게 되는 방식이며, 기본적으로는 RR 방식과 같지만 가중치에 비례하여 더 많은 타임 토큰을 갖게 되는 방식이다.

III. The Proposed Scheme

본 논문에서 제안하는 모델은 긴급 데이터가 검출된 후에 먼저

긴급 데이터에 우선권을 부여하지만, 가중치가 학습 된 이후에는 가중치를 이용해 긴급 데이터를 서비스하는 방식을 사용한다. 가중치 학습에 있어서 긴급 데이터의 평균 큐 사이즈에 대해 예측하고, 가중치를 calibrate 한 뒤, 이를 비선점형 방식으로 적용하는 모델이다. 긴급 데이터가 저장되는 큐의 평균 큐 사이즈는 로우 패스 필터를 통해 계산된다. avg를 평균 큐 사이즈, q를 현재의 사이즈, 그리고 f_l을 로우 패스 필터라고 했을 때, 긴급 데이터 큐의 평균 큐 사이즈는 다음과 같이 예측된다.

$$avg(t+1) = (1-f_l)\cdot avg(t) + f_l \cdot q$$

적응형으로 가중치를 calibrate하기 위해 두 가지 threshold 를 설정한다. 각각 최솟값, 최대값을 나타낸다. 최솟값은 이상적인 지연시간을 나타내며, 최대값은 수용 가능한 지연시간을 나타낸다. 평균 큐 사이즈를 최대 threshold 아래로 유지하기 위해, 가중치는 평균 큐 사이즈가 최소 threshold를 넘을 경우 자신의 크기에 비례하여 소량 증가시킨다. 또한 이것이 최대값을 넘지 못하도록 한다.

다음으로, 평균 큐 사이즈와 긴급 데이터 큐의 가중치가 선형적인 비례가 되도록 가중치를 부여하는 함수를 만들고, 최댓값과 최솟값의 제한을 지키도록 한다. 가중치의 변동폭이 작아지면 이를 통해 스케쥴링하고, 변동폭이 늘어나는 경우 다시 우선순위를 통해 스케쥴링한다.

패킷 스케쥴링에 있어서 각 패킷들의 크기가 서로 비슷한 환경에서는 이를 비선점형으로 적용하는 방식이 가능하다. 한 패킷의 처리시간을 일종의 타임 슬롯의 단위로 두면, Time Quantum 을 weight 에 따라 분배하고, 각 큐마다 Usage Time 을 실제 사용한 만큼 계산한다. 또한 Usage Time 이 Time Quantum을 넘은 경우 사용을 금지시킨다. 매 타임 슬롯 마다 Usage Time 을 $1 / Time\ Quantum$ 만큼 감소시키면 비선점형으로 Fair Queuing 할 수 있다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 IIoT 환경에서 긴급 데이터가 발생했을 시 안정적이면서도 공정하게 패킷 스케쥴링 하는 방식에 대한 모델을 제안하였다. 긴급 데이터가 발생하는 큐에 무조건적인 우선순위를 부여함으로써 지나치게 불공정한 스케쥴링을 할 경우 자칫하면 피해가 누적될 수 있다. 그렇기 때문에 예측 가능한 선에서 가장 적합한 수준의 서비스를 제공하는 것을 목표로 하였다. 향후 연구로는 이를 강화학습 스케쥴링과 혼합하는 방식을 목표로한다.

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] H. Wang, C. Shen, and K. Shin, "Adaptive-Weighted Packet Scheduling for Premium Service," IEEE International Conference on Communications. Conference Record, Vol. 6, pp. 1846-1850, June 2001.

[2] A. Sayenko, T. Hamalainen, J. Joutsensalo, and P. Raatikainen, "Adaptive Scheduling Using the Revenue-Based Weighted Round Robin," IEEE 12th IEEE International Conference on Networks, Vol. 2, pp. 743-749, Nov. 2004.