

WSN 환경을 위한 자체 조직 지도 기법 기반 클러스터링

김민우[○], 이태호^{*}, 이병준^{*}, 김경태^{**}, 윤희용^{*}
성균관대학교, 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과[○]
성균관대학교, 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과^{*}
성균관대학교, 소프트웨어대학 소프트웨어학과^{**}

e-mail: {kimmw95, leetaeho, byungjun}@skku.edu[○], kyungtaekim76@gmail.com^{**}, youn7147@skku.edu^{*}

Self Organized Map based Clustering for WSN Environment

Min-Woo Kim[○], Tae-Ho Lee^{*}, Byung-Jun Lee^{*}, Kyung-Tae Kim^{**}, Hee-Yong Youn^{*}
Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University[○]
Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University^{*}
Dept. of Software, Sungkyunkwan University^{**}

● 요약 ●

다수의 센서 노드로 구성된 IoT 환경에서는 네트워크 수명, 센서 노드의 통신 범위 제한과 같은 제약 사항들이 있다. 이러한 한계점을 해결하기 위해 밀집된 센서 노드 간의 협력이 필요하다. 이때, 밀집된 센서 노드들은 에너지 낭비 및 전송 데이터의 정확도를 저하시킨다. 본 연구에서는 데이터 집중으로 인해 발생하는 네트워크의 에너지 낭비 및 전송 데이터의 정확도 문제를 해결하기 위해 자체조직지도(Self Organized Map, SOM)를 기반으로 한 클러스터링 기법을 제안한다. 결과적으로 제안된 기법을 통하여 클러스터링 된 노드들은 다른 클러스터링 기법과 비교했을 때 밀도 기반의 정확한 예측 값을 얻을 수 있다.

키워드: IoT(Internet of Things), WSN(Wireless Sensor Network), 클러스터링(Clustering), 코사인 유사도 함수(Cosine Similarity Function), SOM(Self Organized Map)

I. Introduction

현재 IoT(Internet of Things) 기술들의 기반이 되는 WSN(Wireless Sensor Network) 환경에서는 조밀하게 밀집된 센서 노드들의 협력을 통한 데이터 수집 및 전송이 이루어진다. 일반적으로 IoT는 일상생활 및 산업 환경의 주변에서 다양한 데이터를 효과적으로 수집하는데 널리 사용되고 있으며 이때, IoT 노드로부터의 데이터를 관련된 스위치에 효율적으로 전달하는 것이 주요 이슈로 떠오르고 있다. IoT 환경에서의 엣지 노드(Edge Node)들은 다양한 목적과 우선순위를 지니게 되며, 각 노드는 목적에 따라 데이터를 수신하므로 이를 위한 Computing 노드들의 성능이 중요시 된다. 하지만 협력을 통한 계산 효율성을 높이기 위해 조밀하게 모여 있는 센서 노드들의 데이터의 전송 시 집중으로 인하여 발생하는 병목현상은 해결해야 하는 주요 문제이다. 각 센서 노드들은 비슷한 환경 및 수집된 데이터를 기반으로 클러스터링되며 우선순위를 두어 효율적인 데이터 전송이 가능하도록 하여야 한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 위해 SOM(Self Organized Map) 기반의 클러스터링 기법을 제안한다. 제안된 SOM은 밀도와 유사성을 기반으로 센서 노드를 클러스터링 하는 기계학습 기법으로 CH(Cluster Head)에서 데이터를 필터링하여 데이터를 수집함[1].

II. Preliminaries

1. Related works

현재 제안된 클러스터링 방법에는 여러 기준을 가지고 있다[2]. 대부분의 클러스터링 기법은 각 클러스터를 통해 집합을 정의하고 거리 d 를 기준으로 가장 가까운 중심 집합을 사용한다. 또한 밀도를 기반으로 저밀도 영역을 분리하는 방법이 있으며, 이는 노드가 센서 필드에 조밀하게 배치되고 위치가 결정되지 않아 통신 인프라가 없으므로 분포의 크기와 모양에 제한이 없어 자체 네트워크 토폴로지를 구성해야 한다.

III. The Proposed Scheme

본 연구에서는 데이터가 집중되어 발생하는 네트워크 정체 문제를 해결하기 위해 클러스터 기반 데이터 집계 기법을 이용함. 이는 밀도와 유사성을 기반으로 센서 노드를 클러스터링 하여 데이터를 집계하고 간섭받지 않는 기계 학습 기술로, 클러스터 헤드(CH)에서 데이터를 필터링함. 데이터 필터링을 위하여 코사인 유사도 함수를 사용하였으며 유사한 센서 노드의 클러스터를 데이터로 구성한다. 제안된 기법의 IoT 토폴로지는 무방향 그래프인 $G = (S, E)$ 에 의해 모델링 된다.

다음의 Fig. 1은 제안된 기법을 적용한 센서 노드의 클러스터링을 나타낸 것으로, 클러스터 기반의 데이터 집계를 사용하면 각 CH는 구성원 노드에서 전송된 데이터를 통합하여 아래의 그림과 같이 한 개의 홉 또는 다중 홉으로 전달한다. 이를 통하여 본 연구의 결과로 IoT의 통신 성능이 상승되며 데이터 감소율, 네트워크 수명 및 에너지의 효율성을 높일 수 있다.

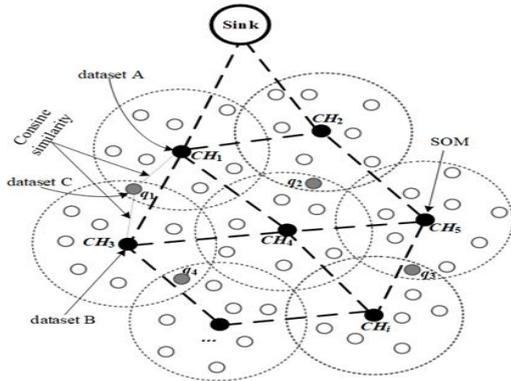


Fig. 1. 센서노드 클러스터링

이때, 센서 노드에 n 개의 인접 노드(s_1, s_2, \dots, s_n)가 있다고 가정했을 때, s_0 의 데이터 객체는 D_0 이며 인접 노드의 데이터 객체는 D_1, D_2, \dots, D_n 이 된다. n 개의 데이터 객체 중에서 D 까지의 거리가 ϵ 보다 작은 $N (\leq n)$ 개의 데이터 객체가 있으면 데이터 객체가 D 의 ϵ -근사치인 CH에 대한 s_0 의 데이터 밀도 상관정도는 아래 식과 같이 정의됨.

$$(s) = \begin{cases} 0, & N < \min Pts \\ a_1 \left(1 - \frac{1}{\exp(N - \min Pts)} \right) + a_2 \left(1 - \frac{d\Delta}{\epsilon} \right) + a_3 \end{cases}$$

여기서 $\min Pts$ 는 이웃 노드 수의 임계값이고 ϵ 은 데이터 임계값이며, $d\Delta$ 는 D 와 ϵ -근사치에 있는 데이터 객체 중심 사이의 거리이다. d 는 N 데이터 개체 및 s_0, a_1, a_2, a_3 은 가중치이며, $a_1 + a_2 + a_3 = 1$ 이다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 SOM 기법을 기반으로 효율적인 데이터 전송을 위해 밀집된 노드들을 클러스터링 하는 기법을 제안한다. 제안된 클러스터링 기법은 기계 학습 기술을 사용하여 밀도 기반의 높은 클러스터링 정확도를 목표로 한다. 향후 본 연구 결과를 검증하기 위하여 시뮬레이션을 수행할 예정이며, 최종 목표로는 센서 노드의 에너지 소비, 각 라운드의 실시간 노드, 네트워크 수명, 클러스터링 및 데이터 유사성 정확도 등 다양한 데이터 통합 기법의 성능의 평가를 기반으로 효율적인 데이터 통합을 달성하는 것이다.

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, 2019R111A1A01058780, 머신러닝 기술을 사용한 SDN기반 무선센서네트워크의 효율적 관리), BK21PLUS 사업의 일환으로 수행되었음.

REFERENCES

- [1] U. Ihsan, H. Y. Youn, "Statistical multiath queue-wise preemption routing for zigbee-based WSN", Wireless Personal Communication, pp-1537-1551, 2018
- [2] Rokach. L, Maimon. O, Clustering methods. In Data Mining and Knowledge Discovery Handbook, Springer, pp. 321-352, 2005