

센서 네트워크 클러스터링 기법의 에너지 효율적인 다중 데이터 지원 방법 연구

최동민*, 정일용*¹⁾
*조선대학교 컴퓨터공학과
e-mail:cdm1225@gmail.com

A Study of an Energy Efficient Method of Clustering Scheme for Supporting Multiple Data in Sensor Networks

Dongmin Choi*, Ilyong Chung*
*Dept. of Computer Engineering, Chosun University

요 약

센서 네트워크 클러스터링 기법은 네트워크의 수명연장에 효율적인 방법이다. 이에 많은 연구에서 효율적인 클러스터링 기법을 제안해 왔으며 지금도 진행 중에 있다. 그러나 기존에 제시된 연구 결과는 센서 노드가 수집하는 데이터가 단일 데이터가 아닌 다중 데이터일 경우, 즉 센서 노드에 여러 개의 센서가 장착되어 있을 경우 데이터 수집 및 전송에 있어 단일 데이터에 비해 비효율적으로 동작 할 수 있다. 이에 본 논문은 다중 센서로부터 수집되는 데이터의 효율적인 전송을 지원하는 클러스터링 기법 개발을 위해 고려해야 할 사항에 대해 연구하였다. 연구 결과, 우리는 센서가 수집하는 데이터의 관심도, 데이터 변화량, 데이터의 내부적인 처리방법, 센서 노드의 배치 밀도 및 데이터 수집 장치의 감지범위가 다중 데이터 센서 네트워크의 클러스터링 기법 설계에 고려되어야 함을 보였다.

1. 서론

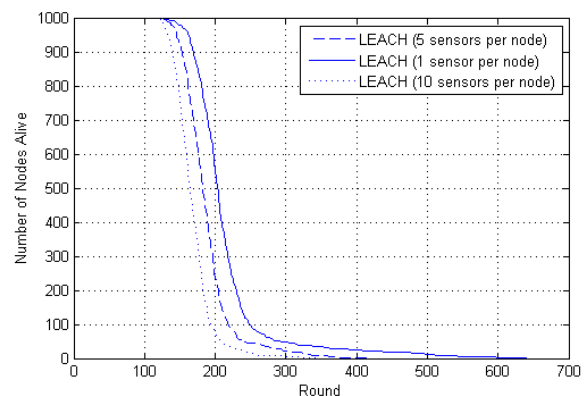
자원 제한적인 센서 네트워크[1]에서 효율적인 데이터 수집을 위한 클러스터링 기법[2]은 에너지 효율적인 방법으로서 지금까지 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 이전의 연구에 의하면 센서 네트워크를 구성하는 센서는 다수의 감지 모듈의 사용이 가능함에도 불구하고 1개의 센서를 적용한 실험결과를 토대로 성능을 평가하고 있다.[2-5]

이에 본 연구는 다수의 센서를 노드에 부착하였을 경우를 가정하고 기존의 클러스터링 기법[2-5]의 실험 결과를 토대로 클러스터링 기법에서 가장 고려하여야 할 사항이 무엇인지 조사하여 이후에 제안할 다중 센서를 지원하는 에너지 효율적인 클러스터링 기법 설계에 활용하고자 한다.

2. 본론

다중 데이터를 취급하는 센서 네트워크는 클러스터링 기법을 적용할 경우 데이터 집성과 중복 데이터 처리를 위해 기존의 센서 네트워크에 비해 센서 내부의 처리량이 증가한다. 그림 1에서 보이는 것처럼 여러 종류의 데이터를 취급하는 네트워크 즉, 센서 노드가 취급하는 데이터가

증가할수록 네트워크의 수명이 감소하는 현상은 더욱 두드러지게 나타난다. 그러나 이는 센서노드의 외부 전송에 소비되는 에너지에 비해 크게 적은 양이므로[6,7] 노드 전송비율을 최소화하고 내부 처리량을 증가시키는 것이 오히려 에너지 효율적인 네트워크 운영에 도움이 된다.

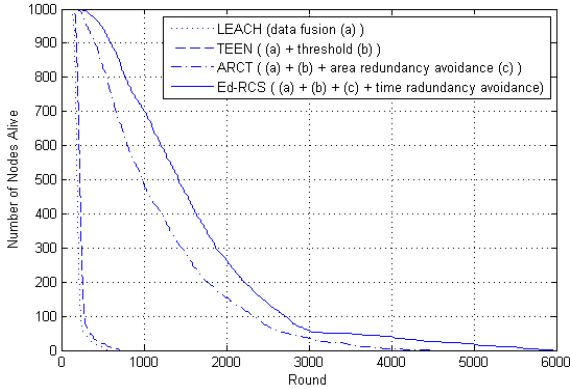


(그림 1) 노드의 센서 개수와 네트워크 수명 비교

지금까지 제안되고 있는 센서 네트워크 기반 클러스터링 기법들은 내부적인 처리가 증가하는 추세에 있으며, 이에 따라 네트워크 수명 및 성능이 향상되는 결과를 보이고 있다[2-5]. 이는 곧 센서 자체적인 데이터 처리횟수의 증가와 데이터 전송 횟수 및 시간의 감소가 네트워크 성

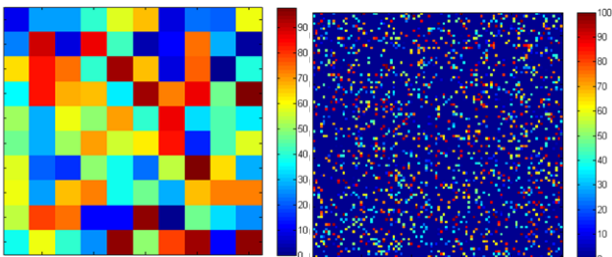
1) Ilyong Chung is with the Dept. of Computer Engineering, Chosun University (Corresponding Author, e-mail: iyc@chosun.ac.kr)

능에 영향을 미침을 의미한다. 그림 2의 클러스터링 기법들은 multi-hop LEACH의 클러스터링 알고리즘을 기반으로 제안되었으며 각각 클러스터링 알고리즘의 보완을 통해 센서 노드의 자체적인 데이터 처리 효율을 높인 것이다. 이와 같이 센서 노드 알고리즘의 개선은 전체 네트워크의 수명 연장에 도움이 된다.

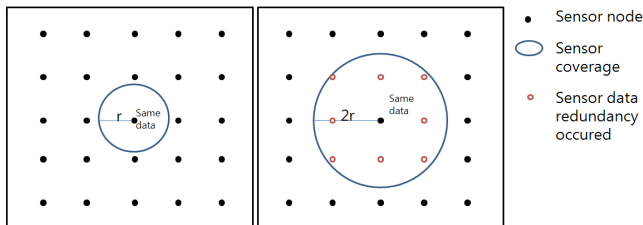


(그림 2) 노드의 데이터 처리 알고리즘의 적용 정도에 따른 네트워크 수명 변화

수집 데이터의 발생 밀도 및 중요도는 데이터의 요구 해상도 또는 정확도와 밀접한 관련을 가지며 이는 센서 노드가 얼마나 자주 해당 데이터를 수집하여 전송해야 하는지, 그리고 얼마나 많은 노드가 데이터를 수집해야 하는지를 결정하는 직접적인 요인이 된다. 다음의 그림 3(a),(b)는 각각 센서값이 발생하는 영역의 크기가 다를 경우, 즉 센서의 감지거리가 다를 경우의 데이터 발생영역과 센서 감지범위의 영역 차이를 보여준다.



(a) 10m×10m 과 1m×1m 크기의 센서값 발생영역 비교



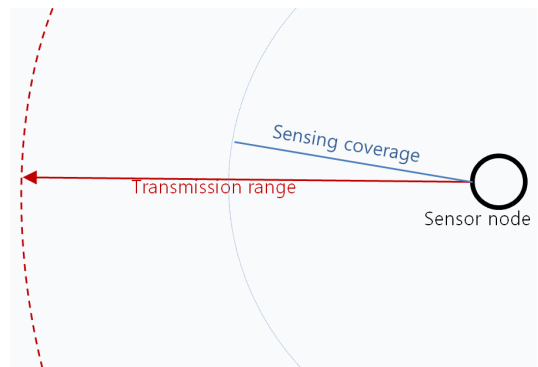
(b) 센서 감지거리의 차가 2배일 때 감지범위 비교

(그림 3) 센서 데이터 밀도와 센서 감지거리

예를 들어 센서 필드의 크기가 100m×100m이고 센서 노드의 수가 1000개이며 데이터 수집률이 100%가 되어야 하는 응용환경에서 데이터 발생밀도가 그림 3(a)의 10m×

10m과 같을 경우, 각 영역에는 적어도 한 개의 노드가 있어야 100%의 데이터 수집률을 보장할 수 있다. 따라서 100개의 노드 동작만으로 네트워크 구현이 가능하며 알고리즘의 선택에 의해 최대 90%의 노드가 에너지를 보전할 수도 있다. 그러나 데이터 발생밀도가 1m×1m 일 경우 적어도 10000개의 노드가 각 데이터 발생 영역에 있어야 100%의 데이터 수집률을 보장할 수 있으며 1000개의 센서 노드로는 최대 10%의 정확도만을 보장할 수 있으므로 추가적인 노드의 배치가 이루어지거나 요구되는 데이터 수집 정확도를 조절하여야 한다. 또한 센서 필드의 특정 영역에서 발생하는 데이터가 모두 동일하다고 가정하고 그림 3(b)와 같이 센서 감지거리가 r인 경우를 보면 모든 노드는 동일한 값을 각각 자신의 경로를 통해 전송하게 된다. 그러나 센서 감지거리가 2r이라면 동일한 데이터를 수집한 노드들 중 센서 감지거리가 중첩되는 노드들은 알고리즘의 선택에 의해 데이터 전송을 포기함으로써 에너지를 보전할 수도 있다. 이는 곧 센서 네트워크 수명의 연장을 의미한다.

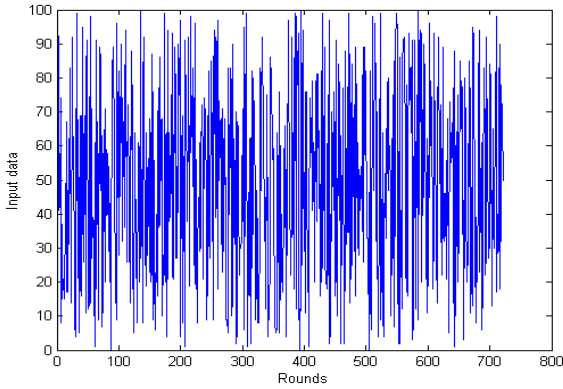
센서노드 전송거리는 센서의 감지거리와 관련하여 고려되어야 한다. 그림 4와 같이 일반적인 경우 노드의 전송 가능 범위가 센서의 감지범위보다 넓어야 노드들 사이의 중첩된 센서 범위를 최소화 할 수 있다. 그러나 센서의 수집 데이터의 발생 밀도 및 중요도와 관련하여 고려되어야 하므로 응용에 중속되는 부분이 크다고 할 수 있다.



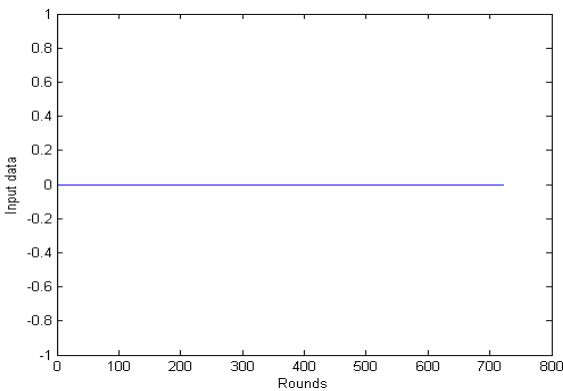
(그림 4) 센서 데이터 밀도와 센서 감지거리

데이터의 단위시간당 변화량은 수집데이터의 해상력과 수명에 직접적인 영향을 미친다. 예를 들어 다음의 그림 4와 같이 단위시간당 변화폭이 큰 센서 데이터와 변화가 없는 데이터를 수집하는 경우 주기적으로 데이터를 수집하는 알고리즘은 그 수집 주기가 데이터 변화 주기와 일치하거나 더 조밀해야 한다. 그렇지 않을 경우 불충분한 데이터 수집으로 인해 원하는 데이터를 얻지 못할 수도 있다. 또한 잦은 데이터 수집은 네트워크의 수명을 저하시킨다. 센서 데이터의 변화를 감지하고 전송하는 알고리즘의 경우 데이터 변화 주기에 맞추어 데이터 전송은 가능하나 데이터 감지를 위해 센서가 지속적으로 on 상태에 있으므로 네트워크 수명은 주기적인 방법에 비해 더 단축될 수 있다. 따라서 데이터 발생 빈도에 대한 사전 예측,

데이터 발생 빈도를 고려한 알고리즘 설계, 수집 데이터 정밀도의 조정 등을 통해 최적의 알고리즘을 구현해야 한다.



(a)데이터 변화가 클 경우



(b)데이터 변화가 없는 경우

(그림 4) 센서 데이터 변화량 비교

추가적으로, 서로 연관성이 있는 데이터를 수집하는 다중 센서를 고려할 수 있겠다. 이와 같은 경우 데이터의 연관성을 알고리즘화 하여 노드 자체적으로 처리하는 방법을 적용한다면 전송시 필요한 데이터가 줄어드는 효과를 갖게 되므로 네트워크 수명 연장에 도움이 될 것이다.

다음의 표 1은 단일 센서와 다중 센서 노드를 이용한 클러스터링 기법의 고려사항 및 영향력을 비교한 것이며 상중하로 구분하여 표시하였다.

<표 1> 단일 센서와 다중 센서 노드를 이용한 클러스터링 기법의 고려사항 및 영향력 비교

고려사항 \ 영향력	정확도	수명
데이터 처리 알고리즘	상	상
데이터 발생 밀도	상	하
데이터 중요도	상	상
데이터 변화량	상	상
데이터 연관성	중	중
센서 감지거리	상	중
센서 전송거리	하	중

3. 결론

다중 센서를 고려한 네트워크 기대 수명의 연장과 정확한 데이터 수집을 위해 우리는 클러스터링 기법의 설계 시 고려해야 할 요소들에 대해 연구를 진행하였으며 실험 결과 네트워크 수명 연장과 효율적인 데이터 전송을 위해 데이터의 특성과 처리 알고리즘 및 데이터의 연관성 및 노드의 특성을 고려해야 함을 알 수 있었다. 이후 이러한 요소들을 고려한 다중 센서 클러스터 네트워크를 설계하고자 한다.

참고문헌

[1] Joseph M. Kahn, Randy H. Katz, and Kristofer S. J. Pister, "Next century challenges: mobile networking for smart dust," Proceedings of IEEE International Conf. on Mobile Computing and Networking, pp. 271-278 1999.

[2] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks," System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on, vol. 2, pp. 10, January 2000.

[3] A. Manjeshwar and D. P. Agarwal, "TEEN: a Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks," Parallel and Distributed Processing Symposium, Proceedings 15th International, pp. 30189a, April 2001.

[4] Dong-Min Choi, Sang-Man Moh, and Il-Yong Chung, "Regional Clustering Scheme in Densely Deployed Wireless Sensor Networks for Weather Monitoring Systems," High Performance Computing and Communications (HPCC), 2010 12th IEEE International Conference on, pp. 497-502, 2010.

[5] Dongmin Choi, Jian Shen, Sangman Moh, and Ilyong Chung, "Data prediction Strategy for Sensor Network Clustering Scheme," Journal of Korea Multimedia Society, vol. 14, no. 9, pp.1138-1151, September 2011.

[6] G.J. Pottie and W.J. Kaiser, "Wireless integrated network sensors", Communications of the ACM, vol. 43(5), pp. 51-58, May 2000.

[7] Y. Yao, and J. Gehrke, "Query Processing for Sensor Networks," In Proc. Conf. Innovative Data Systems Research, 2003.