

무선센서 네트워크의 최적화 노드배치에 관한 연구

*최원갑, 박형무

동국대학교 전자공학과

e-mail : *dskill@dongguk.edu*, *parkhm@dongguk.edu*

A Study On The Optimum Node Deployment In The Wireless Sensor Network System

*Weon-Gab Choi, Hyung-Moo Park

Department of Electronic Engineering

Dongguk University

Abstract

One of the fundamental problems in sensor networks is the deployment of sensor nodes. The Fuzzy C-Means(FCM) clustering algorithm is proposed to determine the optimum location and minimum number of sensor nodes for the specific application space. We performed a simulation using two dimensional L shape model. The actual length of the L shape model is about 100m each. We found the minimum number of 15 nodes are sufficient for the complete coverage of modeled area. We also found the optimum location of each nodes. The real deploy experiment using 15 sensor nodes shows the 95.7% error free communication rate.

I. 서 론

무선센서 네트워크를 실제 환경에 적용시키기 위해서는 최소한의 노드를 사용하여 최적의 네트워크를 구성한다면 기술적, 경제적 측면에서의 이득을 얻을 수 있다.

본 논문에서는 제한된 지역에서의 노드들 간의 통신을 위한 최적의 노드 배치를 제안한다. 제안한 방법은 클러스터링의 한 가지 방법인 Fuzzy C-Means(FCM) 클러스터링을 노드 배치에 적용시켜 센서 노드의 최적

위치와 최소 개수를 시뮬레이션을 통하여 도출하였다. 시뮬레이션 결과를 바탕으로 센서 노드를 실제 배치하여 실험을 수행하고 그 결과를 비교 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 노드 배치를 위한 적용범위와 최적의 노드 배치를 위해 제안된 알고리즘인 Fuzzy C-Means(FCM) clustering에 대하여 알아본다. 3장에서 시뮬레이션과 실험 결과의 분석을 하였으며, 4장에서 이 논문의 결론을 맺는다.

II. Coverage and FCM

무선센서 네트워크에서 또 하나의 중요한 문제가 되는 것은 적용범위(coverage)이다.[1] 적용범위란 노드의 전송범위 또는 센서의 감지범위를 의미하는 것으로, 얼마나 잘 모니터링 되는지, 얼마나 잘 센싱(sensing)할 수 있는지를 반영하는 것이다. 설치하고자 하는 지역의 전 범위를 센서 노드로 측정할 때 배치할 수 있는 노드의 수를 최대한 줄이는 방법은 전력 소비 및 비용 문제에서 큰 효과를 거둘 수 있다.

본 논문에서는 이러한 효과를 거두기 위하여 클러스터링 기법 중 한가지로 fuzzy 이론과 확률을 이용한 기법인 Fuzzy C-Means(FCM) clustering[2]을 이용하여 최적의 노드 배치를 미리 예측하는 방법을 제안한다. 실제 노드가 배치될 공간은 무한하기 때문에 FCM clustering을 이용하면 노드의 전송거리에 따라 배치할 수 있는 위치를 미리 예측할 수가 있다.

Ⅲ. 시뮬레이션 및 실험

모든 노드는 동일한 통신 거리를 갖는다는 가정을 가지고 시뮬레이션을 수행하였다. 노드의 통신 범위는 20M로 정의를 하였고, 건물의 2차원 평면을 모델로 하여 랜덤하게 생성되어 배치된 노드 위치 샘플의 데이터를 clustering하여 최적의 노드 위치를 찾아내도록 하였다.

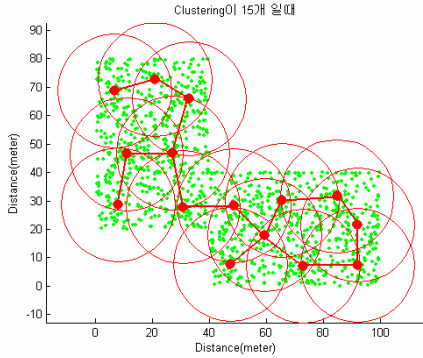


그림 1. 클러스터링이 15개일 경우

클러스터링 수	필수 Hop수	연결된 필수 Hop수		연결되지 않은 필수 Hop수	
		Min	Max	Min	Max
7	6	0	1	5	6
8	7	1	2	5	6
9	8	1	3	5	7
10	9	1	3	6	8
11	10	1	5	5	9
12	11	4	7	4	7
13	12	8	10	2	4
14	13	10	12	1	3
15	14	14	14	0	0
16	15	15	15	0	0
17	16	16	16	0	0
18	17	17	17	0	0

표 1. 시뮬레이션 수행 결과

클러스터링 수	받은 데이터수치 / 총 데이터 수치	오차	정확도
10	215/10000	97.85%	2.15%
11	399/11000	96.37%	3.63%
12	1253/12000	89.56%	10.44%
13	8514/13000	34.51%	65.49%
14	12092/14000	13.63%	86.37%
15	14349/15000	4.34%	95.66%
16	15416/16000	3.65%	96.35%
17	16464/17000	3.15%	96.85%
18	17400/18000	3.43%	96.67%

표 2. 실험 데이터 결과

클러스터링에 따른 정확도와 오차

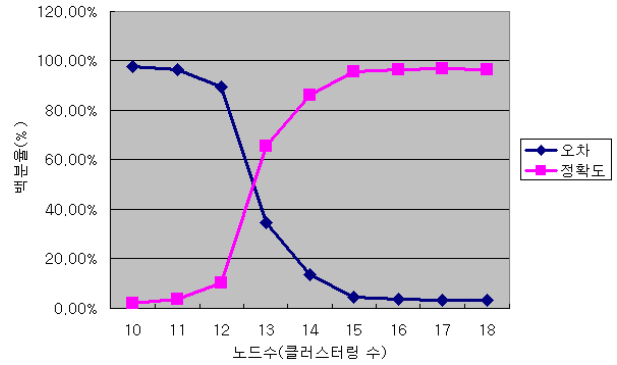


그림 2. 실험 결과 그래프

표2와 그림 2는 시뮬레이션 토대로 실제 건물에 노드를 배치하여 데이터를 수집한 결과이다. 시뮬레이션 결과에서와 같이 15개의 클러스터링 이후로 데이터 패킷의 전송 정확도가 매우 높아지는 것을 알 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 위에 언급된 한정된 지역에서의 노드 배치에 관한 문제를 해결하기 위하여 클러스터링의 한 가지 방법인 Fuzzy C-Means(FCM) clustering을 이용하여 시뮬레이션과 실험을 수행해보았다. 시뮬레이션을 통해 적절한 노드의 개수만으로 원활한 통신이 가능함을 알 수 있었으며 실험을 통해 위의 사실을 증명할 수 있었다. 향후 노드 최대 전송거리의 변화와 다양한 공간에서의 시뮬레이션과 이에 따른 실험의 정확도에 관한 검증에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음(R11-1999-058-01005-0)

참고문헌

- [1] Meguerdichian, S., Koushanfar, F., Potkonjak, M., Srivastava, M.B., "Coverage problems in wireless ad-hoc sensor networks," INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE, vol. 3, pp. 1380 - 1387, April 2001
- [2] Bezdek, J., "A convergence theorem for the fuzzy ISODATA clustering algorithms," IEEE Trans. on Patt. Anla. and Mach. Intell, vol. PAMI-2, pp. 1-8, 1980