효율적인 Coverage 결정을 위한 모바일 센서 네트워크 시뮬레이터

이창우*, 이헌종**, 한연희**, 정영식*
*원광대학교 컴퓨터공학과
**한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부
e-mail:qldhqldh@wku.ac.kr

Mobile Sensor Network Simulator for efficiency Coverage

Chang-Wu Lee*, Heon-Jong Lee**, Youn-Hee Han**, Young-Sik Jeong*
*Dept of Computer Engineering, Wonkwang University
**School of Internet-Media, Korea University of Technology and Education

요 약

지형의 상태를 알 수 없는 타겟 지역에 구축되는 USN 환경은 각기 서로 다른 connectivity degree와 이동 가능한 센서들의 수를 가지면서 coverage의 최대화를 요구한다. 본 논문에서 설계한 모바일 센서 네트워크 시뮬레이터(MSNS)는 USN 환경을 GML로 구성하고, 각 센서들의 센싱/통신 범위가 설정된 센서 노드들의 수와 유지해야할 connectivity를 입력받아 주어진 조건에서 타겟 영역이 얼마나 효율적으로 coverage되는지를 가시화한다.

1. 서론

사회는 이 세계에 존재하는 모든 개체들의 정보를 수집, 처리하는 유비쿼터스 사회로 변화하고 있다. 그리고 이런 유비쿼터스 사회를 구축하기 위한 중요한 기술 중 하나가 바로 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술이다. USN 환경 안에서 타겟 지역에 다양한 센서를 장착한 센서 노드들을 임의로 흩뿌리게 되면, 센서 노드들은 스스로 이동하면서 그들의 네트워크를 구축하고, 사건을 감지하여 네트워크를 통해 싱크 노드로 전달한다. 싱크 노드는 이 정보를 다시 미들웨어 또는 서버로 전송하게 되고 이 정보는 사용되는 응용에 맞게 처리된다. 이런 USN 기술은 의료, 교통, 군사, 환경, 재난 방지 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

하지만 USN 기술은 각기 이용하는 분야나 환경에 따라 connectivity degree, 사용되는 센서의 수, 센서의 센싱/통신 범위들이 서로 다르게 요구된다. 그리고 현재 USN 분야에 관한 많은 연구들[1][2][3][4]이 존재하고 있지만 장애물 처리, coverage, connectivity 문제를 동시에 고려하고 있지는 않다.

따라서 본 논문에서는 USN 환경에서 GML을 통해 장애물이 존재하는 지역을 구축하고 감시가 필요한 타겟 영역을 설정한 후, 센서 노드의 수와 connectivity degree, 그리고 센서의 각 범위들을 입력받아 효율적인 coverage를 도출할 수 있는 모바일 센서 네트워크 시뮬레이터(MSNS)를 제시한다.

+ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2009-0066815)

2. 모바일 센서 노드의 이동

USN 환경에서 임의로 배치된 모바일 센서 노드들은장애물이 존재하는 타겟 지역 안을 효율적으로 감시하기 위해 스스로 이동하여 배치되어야 한다. 본 논문에서는 센서의 이동을 위해 Potential Field[5]를 이용한다.

타겟 지역을 감시하기 위해 배치된 모바일 센서 노드들은 타겟 지역 안에서 발생하는 모든 사건을 감지하기 위해 coverage를 최대화해야 하므로 모바일 센서 노드들 사이에서는 서로 밀어내는 힘(F_c)이 작용해야 한다.

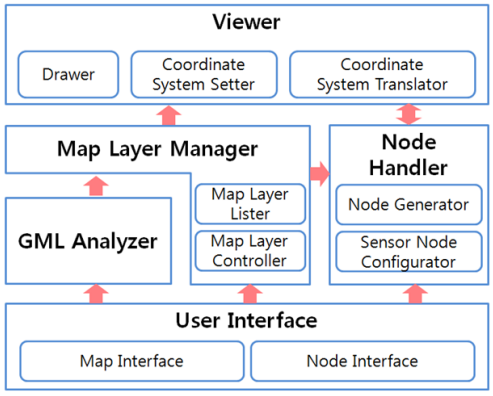
이와는 상반되게 모바일 센서 노드들은 자신들이 감지한 사건들을 올바르게 싱크 노드까지 전송해야 될 책임이 있으므로 노드들끼리 서로 끌어당기는 힘(F_s)이 작용되어 모바일 센서 노드들과 싱크 노드 사이의 여분의 통신 경로를 가져 connectivity를 유지하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 coverage 최대화를 모바일 센서 노드들에게 작용하는 밀어내는 힘과 connectivity를 유지하기 위해 작용하는 당기는 힘을 구하기 위해 [6]에서 제시한 수식을 응용한다. 또한 coverage 최대화를 위해 각 노드들이 서로 미는 힘을 응용하여 모바일 센서 노드들이 장애물을 회피를 위해 작용하는 힘(F_o)을 구한다. 이 3가지 힘을 더하여 모바일 센서 노드의 다음 위치를 계산한다.

3. MSNS의 설계

MSNS는 크게 User Interface Component, GML

Analyzer Component, Map Layer Manager Component, Node Manager Component, Viewer Component로 구성된다. (그림 1)은 MSNS의 전체적인 구조이다.

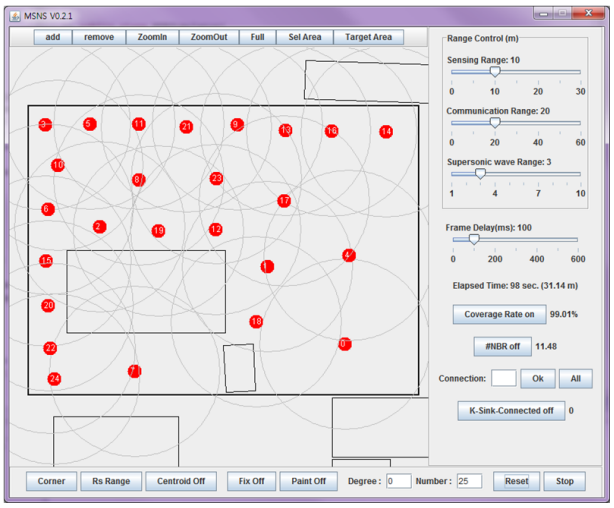


(그림 1) MSNS 전체 구조

User Interface Component는 사용자들이 MSNS를 시작하기 위해 필요한 설정 값들을 입력할 수 있는 interface를 제공한다. GML Analyzer Component는 GML 문서를 읽어 들여 분석한 후 Map Layer를 생성하여 Map Layer Manager로 전달한다. Map Layer Manager Component는 GML Analyzer에 의해 올라온 Map Layer들을 관리하는 역할을 한다. 그리고 User Interface에 의해 호출된 지도와 관련된 제어를 한다. Node Handler Component는 User Interface에서 입력 받은 노드 설정 정보들을 센서 노드와 싱크 노드에 적용한다. 그런 후 Map Layer Manager에 정의되어 있는 장애물과 상호작용하는 센서 노드들과 싱크 노드를 생성하고 동작시킨다. Viewer Component는 Map Layer Manage의 Map Object들과 Node Handler의 센서 노드와 싱크 노드를 화면에 가시화 시켜주는 역할을 한다.

4. MSNS의 설계 및 구현

MSNS의 동작 화면은 (그림 2)와 같다.



(그림 2) MSNS 동작화면

MSNS는 상단의 툴바를 이용하여 지도와 관련된 작업을 수행하고 오른쪽 메뉴를 이용하여 센서들의 각 범위를 설정하고 단위시간, coverage 백분율, 평균 이웃 노드의 수를 가시화한다. 그리고 하단의 메뉴를 이용해 사용자들에게 원하는 노드의 수와 connectivity를 입력받고 MSNS을 시작할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 설계한 MSNS는 GML 문서를 통해 실제 지도상의 개체(건물, 도로 등)를 가시화하고 장애물 여부를 설정하여 장애물이 존재하는, 상태를 알 수 없는 타겟 지역을 구성하였다. 이를 기반으로 센서 노드의 수와 connectivity degree, 그리고 센서 노드들의 센싱 범위, 통신 범위, 초음파 범위를 입력받아 타겟 지역의 coverage를 최대화하는 값을 도출하였다.

향후에는 MSNS에 이용되는 모바일 센서 노드의 coverage 모델을 이진 모델에서 확률 모델로 확장하여 정확한 값을 얻을 수 있도록 할 것이다. 그리고 센싱 범위가 서로 다른 센서 노드들에 대해 정의하고 이 센서들에 의한 coverage 최대화와 connectivity 유지에 대해 연구하고자 한다.

참고문헌

[1] X. Bai, Z. Yun, D. Xuan, Ten H. Lai and Weijia Jia, “Deploying Four-Connectivity And Full-Coverage Wireless Sensor Networks”, INFOCOM 2008, pp. 296-300, 2008

[2] Chi-Fu Huang and Yu-Chee Tseng, “The Coverage Problem in a Wireless Sensor Network”, In ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications(WSNA), pp. 115-121, 2003

[3] X. Wang, G. Xing, Y. Zhang, C. Lu, Robert Pless and Christopher Gill, “Integrated coverage and connectivity configuration in wireless sensor network”, In ACM International Conf. on Embedded Networked Sensor System (SenSys), pp. 28-39, 2003

[4] G. Tan, Jarvis S.A, Kermarrec A.-M, “Connectivity-Guaranteed and Obstacle-Adaptive Deployment Schemes for Mobile Sensor Networks”, Distributed Computing System 2008 (ICDCS 2008), pp. 249-237, 2008

[5] Michael A. Goodrich, “Potential Fields Tutorial,” http://www.ee.byu.edu/ugrad/srprojects/robotsoccer/papers/goodrich_potential_fields.pdf

[6] Sameera Poduri and Gaurav S. Sukhatme, “Constrained coverage for mobile sensor networks, IEEE International Conference on Robotics and Automation”, pp. 165 - 172, May 2004.