다중 이동객체 기법을 이용한 효율적인 USN 통합시스템 개발

김성원, 백성진, 박선미, 송은하, 정영식
원광대학교 컴퓨터공학과
e-mail: rivers@wku.ac.kr

Development of Integrated USN System by using Multi Mobile Object Scheme

Sung-Won Kim, Sung-Jin Baek, Sun-Mi Park, Eun-Ha Song, Young-Sik Jeong
Dept. of Computer Engineering, Wonkwang University

요 약

USN 은 저전력 무선 네트워크와 마이크로 센서를 결합하여 환경이나 상황을 인지하고 모니터링을 통해 수집된 정보를 사람에게 전달 하는 기술로, 연구를 위해 다양한 시뮬레이터가 개발되었다. 그러나 기존의 시뮬레이터는 패킷 검증을 위해 설계되고 개발되어 센서의 탐지 동작이 터미널 노드에서 임의로 발생 시키는 한계점을 가지고 있었다. 본 논문에서 제안하는 CROWD 는 이동 객체 기법을 이용하여, 센서의 동적 동작을 보장하고, 노드의 수명 예측, 에너지 소모 효율의 통계, 노드 배치의 변화에 따른 에너지 소모량 변화를 측정한다.

1. 서론

USN 기술은 다양한 서비스(군사방어 시스템, U-care 서비스, 방재 시스템 등)로 활용이 가능하여 최근 많은 연구가 진행되었다. 센서 네트워크에 사용되는 모듈은 아직 제작 단가가 비싼 편이고, 대규모로 설치시 유지관리 비용이 증가함으로 배터리 소모를 최소화 하여 수명을 연장하고자 프로토콜 설계 및 검증 도구로써 TOSSIM[1], GloMoSim[2], QualNet[3], NS2[4], J-Sim[5], SWANS[6] 등의 다양한 센서 네트워크 시뮬레이터가 개발되었다. 하지만, 대부분의 시뮬레이터가 터미널 노드에서 임의적으로 센서의 탐지 이벤트를 발생시키는 형태로 동작하여, 실제 필드에 구성하는 USN 의 동작과는 다소 상이하다. 따라서 본 논문에서는 기존 USN 시뮬레이터의 기능과 센서와 능동적으로 반응하는 다중 이동 객체 기법을 이용하여, 노드의 수명과 네트워크 동작의 통계 그리고 에너지 효율성을 가시화 하는 CROWD 를 설계하고 구현한다.

2. 이동객체 기법

다중 이동객체 기법은 기존의 센서 네트워크 시뮬레이터가 터미널 노드에서 임의적으로 이벤트를 발생시키는 것과는 다르게 능동적으로 센서 노드에 이벤트를 발생시킴으로써, 실제 센서 네트워크와 유사한 운영 환경을 생성하여 센서 네트워크에서 소모되는 에너지량을 확인해볼 수 있고, 전체 네트워크의 수명을 예측할 수 있다. 이동객체의 생성은 XML 형태의 구조를 사용하며, 본 논문에서 정의된 객체 이외에 새로운 객체는 <표 1>과 같은 기본형식을 유지하는 범위에서 사용자가 정의한다.

<표 1> 이동 객체 생성 스킴

```
<human>
    <energy light="0.0" magnetic="0.0" pressure="0.0"
        vibration ="0.2" sound="0.5" reflection="0.9" />
    <movement   minspeed = "0.0" maxspeed="4.2" line="true"
      curve="true" random="true" />
</human>
```

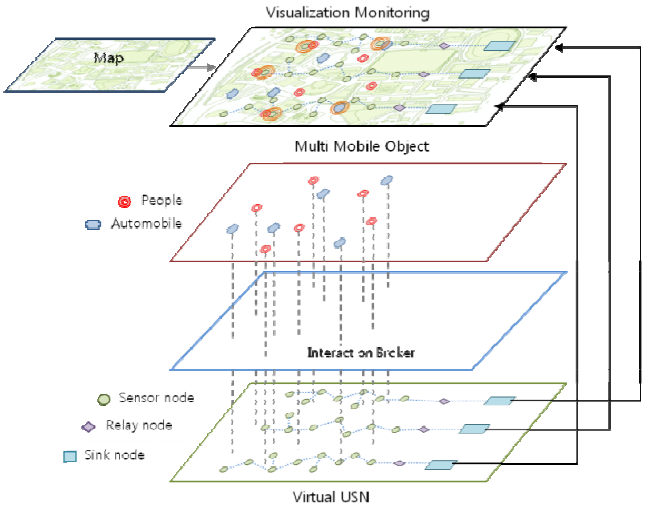
3. CROWD 설계

CROWD 는 (그림 1)과 같이 VUSN(Virtual USN), MMO(Multi Mobile Object, IB(Interaction Broker)와 VM(Visualization Monitor) 프레임으로 구성된다[7].

VUSN 프레임은 이동 객체의 탐지를 담당하는 센서 노드와, 센서 노드의 정보를 수집하고 이를 전송하는 싱크 노드, 그리고 최상위 부모 노드와 싱크 노드 사이를 중계하는 릴레이 노드로 구성된다. 구성 요소간의 통신은 가상 무선 채널을 사용하고, 각 노드들은 OSI 계층과 유사한 몇 가지 계층으로 구성되어, 기존의 네트워크 시뮬레이터와 비슷한 구조를 가진다.

MMO 프레임은 센서에서 탐지할 수 있는 대상 객체들의 집합으로, 사람, 자동차, 동물, 선박, 항공기 등 이동이 가능한 객체이다. 이들은 최저 속도와 최고 속도의 속성값을 이용하여 이동속도를 결정하고, 움직임 속성 값을 참조하여 이동방향의 패턴을 결정한다.

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



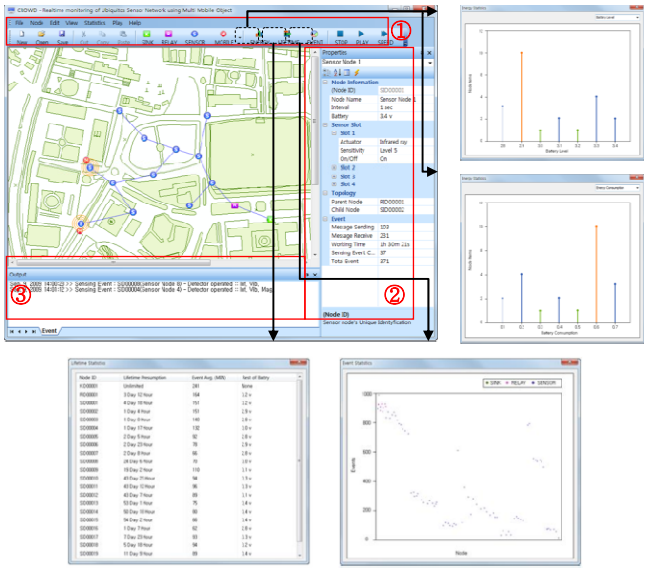
(그림 1) CWORD 구조

IB 프레임은 VUSN 과 MMO 사이에서 상호 연결을 담당한다. IB 는 VUSN 의 센서 노드와 MMO 의 이동객체의 위치좌표를 얻어온 후, 이동객체의 위치좌표가 VUSN 의 탐지 범위내에 속하면, 이동객체의 탐지 속성 값을 센서 노드로 전달한다.

VM 프레임은 VUSN 와 MMO 구성요소들의 위치좌표를 기반으로 해당지역의 map 과 함께 각 구성요소들을 화면에 가시화 한다. 또, VUSN 의 싱크 노드에서 수집한 탐지 이벤트를 분석하여 실시간으로 이동객체 감지 상황을 제공하고, 센서 노드의 동작 상태와 토폴로지를 보여준다.

4. CROWD 구현

(그림 2)는 CROWD 의 실행 화면으로 센서 네트워크와 이동객체를 동시에 가시화 한다. CROWD 는 메뉴바와 도구모음(①), 노드 속성창(②), 이벤트 출력창(③), 가시화창, 분석창으로 구성된다.



(그림 2) CROWD 실행화면

가시화창은 이동객체의 이동을 실시간으로 표현하고, 센서 노드에서 탐지가 발생하면 센서 노드 주변에 동심원을 그려 화면에 출력한다.

분석창은 에너지 통계, 수명 통계, 이벤트 통계를 제공한다. 수명 통계는 수치형으로, 에너지와 이벤트 통계는 그래프 형태로 표현하여 한눈에 에너지와 노드 수명을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 설계한 CROWD 는 이동객체와 센서 네트워크와의 상호작용을 중점으로 설계된 프레임워크이다. 기존 연구들 대부분이 네트워크 모델 및 패킷 검증에 중점이 맞추어져 있는 점과는 다르게 이동객체 개념을 도입하여 필드와 유사한 센서 네트워크를 구축하는 것이 특징이다.

CROWD 는 에너지 소모와 노드의 수명을 측정한 뒤 센서 노드의 배치를 변경하고 난 후, 에너지의 소모량과 노드의 수명이 어떻게 바뀌는지 측정이 가능하다. 또한, 센서 노드의 수명을 확인하여 노드 교체 주기를 확인해 볼 수 있어 USN 운영시 소요되는 예산을 추정해 볼 수 있다.

향후에는 현재의 CROWD 가 표현하는 이동객체의 종류를 좀 더 늘리고, 센서의 종류 또한 다양하게 적용하여 좀더 확장성을 가질 수 있도록 하고자 한다. 또, 단일 컴퓨터에서 실행에서는 시스템 자원의 한계 때문에 실시간으로 볼 수 있는 노드의 수가 제한되는데 분산 컴퓨팅을 통해 대규모의 노드를 실시간으로 모니터링 가능하도록 한다.

참고문헌

[1] P. Levis, N. Lee, M. Welsh, and D. Culler. TOSSIM: “Accurate and Scalable Simulation of Entire TinyOS Applications.”, Proceeding of First ACM Conference on Embedded Networked Sensor System, 2003.
[2] GloMoSim. http://pcl.cs.ucla.edu/projects/glomosim
[3] Qualnet. http://qualnetworld.com/
[4] The Network Simulator - ns -2. http://www.isi.edu/nsnam/ns/
[5] "J-Sim : A Simulation and Emulation Environment for Wireless Sensor Networks." http://www.j-sim.org/v1.3/sensor
[6] Java in Simulation Time/Scalable Wireless Ad hoc Network Simulator. http://jist.ece.cornell.edu/
[7] Sung-Won Kim, et al., "Real-Time Monitoring of Multi Mobile Objects with USN and GML," 2008 Second International Conference on Future Generation Communication and Networking, vol. 1, pp.110-115 , 2008.