

USN 환경에서 Agilla를 이용한 Building fire tracking 설계

*김성훈⁰, *박진호, *박양수, **이명준
울산대학교 컴퓨터정보통신공학부
*{heinz⁰, jinop, yspark}@mail.ulsan.ac.kr
**mjlee@ulsan.ac.kr

Design Building fire tracking Using Agilla for USN

Seonghune Kim⁰, Yangsoo Park, Myungjoon Lee
School of Computer Engineering & Information Technology, University of Ulsan

요 약

USN은 각종 센서를 이용하여 무선으로 정보를 수집할 수 있도록 구성된 네트워크를 말한다. 수백개의 센서네트워크 노드를 사람이 접근 불가능한 취약지구에 설치하여, 사람이 감시하는 것과 같은 기능을 제공한다. Agilla는 USN 환경에서 무선 센서 네트워크를 위하여 설계된 운영체제인 TinyOS에서 동작하는 에이전트 기반의 미들웨어이다. 모바일 에이전트로 구성된 Agilla는 노드 자신이 가지고 있는 상태정보를 근접한 노드들에게 보냄으로서 무선 네트워크 환경을 구성하고 있다.

본 논문에서는 Agilla 미들웨어를 이용하여 빌딩이나 호텔과 같은 큰 건축물의 화재를 감시하고 추적하는 무선 네트워크 환경 구축을 설계하였다. 기존의 화재 감시 시스템의 기능을 확장하여 화재 발생시 화재의 감시 기능 뿐만 아니라, 화재의 위치 추적, 소방을 위한 최선의 경로 제공 및 대피자들에게 최선의 대피 경로를 제공한다.

1. 서 론

USN(Ubiquitous Sensor Network)은 각종 센서를 이용하여 무선으로 정보를 수집할 수 있도록 구성된 네트워크를 말한다. 사람의 접근이 불가능한 취약지구에 수백개의 센서네트워크 노드를 설치, 사람이 감시하는 것과 마찬가지로의 역할을 한다. 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적 공간에 배치하여 주위의 온도, 빛, 가속도, 자기장 등의 정보를 무선으로 감지, 관리할 수 있다.

빌딩이나 호텔과 같은 대형 건축물에는 화재감시와 같은 재해방지 시스템의 필요성이 크다. 대부분의 건축물에는 시공시 화재감시 시스템이 설치되어 있다. 기존의 시스템은 유선망으로 전기배선이나 감시카메라를 이용하여 화재 감시를 하고 있다. 하지만 화재나 다른 재난에 의해 유선망이 차단되면 화재가 발생한곳의 위치 파악이 어렵고 확산되는 경로를 확인하기 어렵다. 그렇기 때문에 건물 내부 사람들에게 대피 경로를 제대로 제공하기 어렵다. 이러한 단점들을 보완하기 위해서 건축물에 Agilla[1, 2] 미들웨어가 탑재된 무선 센서노드들을 설치하여 USN 환경을 구축하면 화재의 발생 위치와 확산경로를 추적할 수 있게 된다. 이런 정보들을 이용해 소방수들은 보다 빠르게 화재 진압을 수행할 수

있으며 사람들은 보다 안전하고 빠른 경로를 제공받아 대피를 할 수 있게 된다.

본 논문에서는 센서네트워크 노드에 Agilla 미들웨어를 설치하여 빌딩이나 호텔과 같은 큰 건축물의 화재를 감시하고 추적하는 USN 환경 구축을 설계하여 화재의 위치 추적, 소방을 위한 최선의 경로 제공 및 대피자를 위하여 최선의 대피 경로 정보를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 관련 연구로써 무선 센서 네트워크를 위하여 설계된 TinyOS[3]와 TinyOS 위에서 동작하는 에이전트 기반의 미들웨어인 Agilla에 대해서 살펴보고 3장에서는 Agilla를 이용하여 설계된 Wild fire tracking[5] 시스템을 분석한다. 4장에서는 Building fire tracking의 설계를 살펴보고 5장에서는 결론 및 향후연구 과제에 대하여 살펴본다.

2. 관련 연구

TinyOS는 무선 센서 네트워크를 위하여 설계된 이벤트기반의 운영체제이다. TinyOS는 무선 센서노드의 일반적인 특징인 최소한의 하드웨어, 작은 메모리, 낮은 CPU 성능 그리고 한정된 에너지를 고려하여 최적화된 운영체제 환경을 제공하고 있다. Agilla는 TinyOS에서 동작하는 에이전트 기반의 미들웨어이다. Agilla는 노드 자신이 가진 상태 정보를 무선 네트워크를 이용하여 근

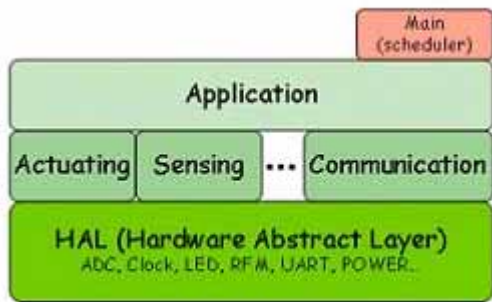
* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원사업의 연구 결과로 수행되었음.

접한 노드들에게 보냄으로써 USN 환경을 구축한다.

2.1 TinyOS

TinyOS는 미국 UC Bekeley 대학에서 개발된 무선 센서 네트워크를 위한 오픈-소스 운영체제이다. TynoOS는 센서 네트워크에서 요구되는 제한된 메모리에 맞게 code 크기를 최소화 하여 구현되었으며, 빠르게 신기술을 도입할 수 있는 컴포넌트 기반 구조로 되어 있으며 이벤트 기반 멀티태스킹을 지원한다. 저전력, 소형, 저가의 노드에 저전력, 작은 code 사이즈, 최소한의 하드웨어 리소스를 사용하는 내장형 운영체제를 목표로 하고 있다. TinyOS에서는 내장형 네트워크를 위한 프로그래밍 언어로 nesC가 사용되고 있다.

(그림 1)은 TinyOS의 구조를 보여주고 있다. Mote에 다운로드 되는 하나의 애플리케이션에는 TinyOS kernel이 그 애플리케이션의 스케줄러 역할과 하드웨어 초기화 역할을 수행하게 된다.

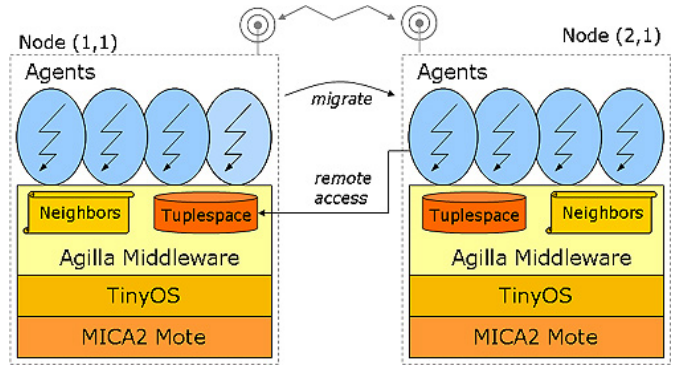


(그림 1) TinyOS의 구조

2.2 Agilla

Agilla는 무선 센서 네트워크를 이용하여 센서 노드들의 코드와 상태를 이동할 수 있게 하는 모바일 에이전트 기반의 미들웨어이다. Agilla는 유연성 있게 센서 노드들의 상태 정보들이 퍼지는 것을 컨트롤 한다.

(그림 2)은 Agilla의 시스템 구조를 보여주고 있다. Agilla는 TinyOS위에서 동작을 하며, 각각의 노드에서 에이전트의 기능을 수행한다. 에이전트의 수는 변하기 쉽기 때문에 에이전트 중에 이용할 수 있는 메모리의 총계로 결정한다. Agilla는 각각의 노드에서 이웃 리스트와 튜플 스페이스의 리소스를 제공한다. 이웃 리스트는 인접하는 노드의 주소를 포함하고 있으며 각각의 노드들의 정보가 이동하고 복제되기 위해 이용된다. 튜플 스페이스는 에이전트 사이에 통신을 위한 decoupled-style를 제공한다.

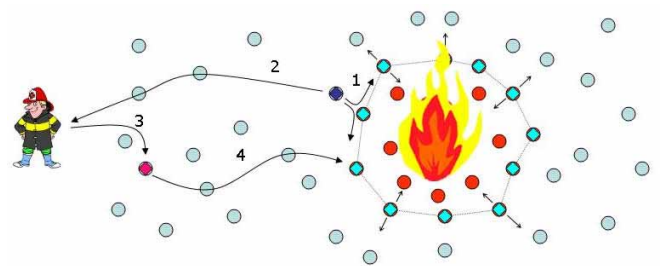


(그림 2) Agilla의 시스템 구조

3. Wild fire tracking 분석

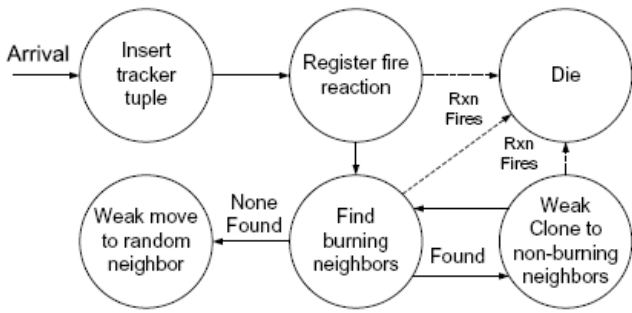
Wild fire tracking 에이전트는 사람이 접근하기 어려운 산간지방이나 넓은 숲에 센서노드들을 설치하여 화재를 감시하는 역할을 수행한다. 센서노드에 설치된 Agilla 에이전트는 화재가 발생하면 자신의 상태 정보를 주위의 센서노드들에게 계속적으로 전파하여 소방서에 이르게 되고, 이후 화재 이동경로와 같은 정보를 계속 적으로 보고한다.

(그림 3)는 Wild fire tracking을 보여주고 있다. 화재 감시 에이전트가 설치된 센서노드들이 화재를 감지하게 되면 자신의 정보를 복제하여 인근의 노드들에게 보내게 되고, 이 노드들은 화재 추적 에이전트로 변하게 된다. 화재 추적 에이전트는 끊임없이 화재의 위치와 화재가 확산되는 정보를 전파하여 소방서에 이르게 되고, 소방수는 이 정보들을 이용해 안전하고 신속하게 소방작업을 할 수 있게 된다.



(그림 3) Wild fire tracking

(그림 4)는 화재 감시 에이전트의 생명 주기를 보여주고 있다. 화재 감시 에이전트는 이웃의 노드들이 화재를 감지하였는지 반복하여 조사를 하며 화재를 감지한 상태가 아니라면 임의의 이웃 노드에게 간단한 정보만을 보내게 된다. 센서노드는 화재가 발생하게 되면 불에 타서 죽게 되고 인근의 노드는 죽은 노드들로부터 더 이상 정보가 오지 않으므로 화재가 발생하였다는 것을 감지하게 된다. 화재 감시 에이전트는 화재 추적 에



(그림 4) 화재 감시 에이전트의 life cycle

이전트로 변하여 주위의 살아 있는 노드들에게 화재가 감지되었다는 정보를 전파한다. 화재가 퍼지면서 불에 타서 죽은 노드들을 계속 적으로 감지하여 화재의 이동 방향을 알 수 있으며, 소방서에서는 이 정보들을 이용하여 안전하게 최단 경로로 화재 지역에 접근하여 소방 작업을 할 수 있다.

(표 1)은 Agilla에서 사용되는 명령어중 (그림 5) reaction 레지스터에서 사용된 명령어들을 간단하게 정리해 놓은 표이다. (그림 5)는 fire tracking 에이전트의 reaction 기능을 구현한 부분이다. 에이전트가 화재를 감지하면 화재 정보를 근접 노드에게 보내게 됨으로써 화재 주위로 경계선을 형성하게 되고, 화재가 확산되어 불에 타서 그 기능을 상실하게 됨으로써 에이전트가 죽는 과정을 구현하고 있다.

Instruction	Short Description
regrxn	register reaction
pushn	push a name onto the operand stack
pushc	push a constant value between 0-63 onto the stack
putled	actuate LEDs
inp	inp on host tuple space
halt	halt execution

(표 1)

```

1: REG_RXN   pushn fir
2:           pushc 1
3:           pushc RXN_FIRED
4:           regrxn // register the reaction
5:           ... // tracking code omitted
6: RXN_FIRED pushc 9
7:           putled // turn off LEDs
8:           pushn trk
9:           pushc 1
10:          inp // remove tracker tuple
11:          halt // die
    
```

(그림 5) reaction 레지스터

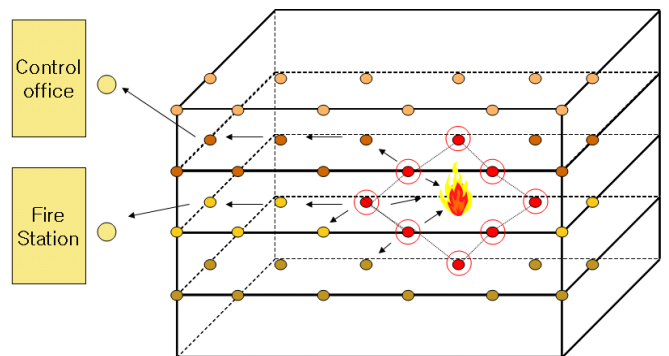
4. Building fire tracking 설계

이장에서는 Wild fire tracking을 분석한 정보를 이용하여 Building fire tracking을 설계를 살펴본다. 빌딩이나 호텔과 같은 대형 건축물에는 전기 배선이나 감시 카메라를 이용하여 화재를 감시하고 있다. 화재가 발생하면 전기 배선이나 감시 카메라가 불에 타서 더 이상 제대로 된 감시 기능을 수행할 수 없게 되기 때문에 이를 보완하기 위하여 에이전트 기능을 수행하는 Agilla를 센서노드에 설치하여 무선 센서 네트워크 환경을 구성하여 화재를 감시하고 추적하는 Building fire tracking을 설계하였다.

4.1 Overview Building fire tracking

이절에서는 Building fire tracking의 건축물의 적용시킨 모습을 살펴본다.

(그림 6)는 Building fire tracking이 화재를 감지하여 상황실과 소방서로 화재 정보를 전달하는 모습을 보여주고 있다. 건축물에 화재가 발생하여 감시 기능을 수행하는 센서노드들이 죽게 되면 인근의 노드들이 화재가 발생하였다는 것을 감지하게 된다. 화재를 감시한 노드들은 화재 정보를 인근의 노드들에게 전파하게 되고, 이 정보는 소방서와 상황실에 이르게 되어 소방수는 화재를 제압하고 상황실에서는 사람들이 신속하고 안전하게 대피할 수 있도록 대피 경로를 제공할 수 있다.

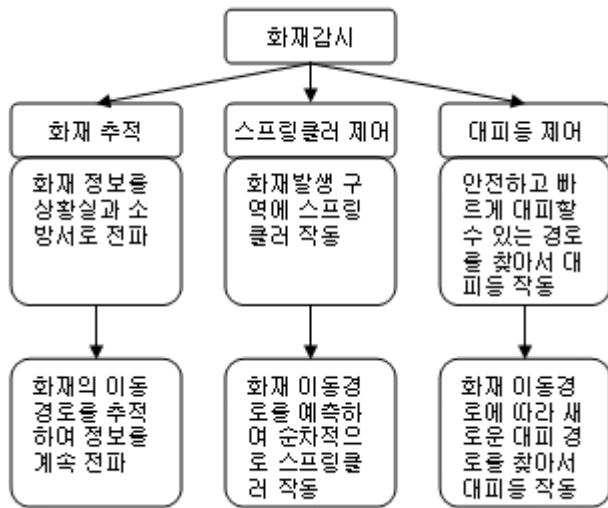


(그림 6) Overview Building fire tracking

4.2 Building fire tracking의 기능

(그림 7)은 Building fire tracking 에이전트의 기능들을 보여주고 있다. 에이전트는 평소에는 인근의 노드와 간단한 정보들을 주고받으며 적은 전력으로 화재감시모드의 기능을 수행한다. 이 기능은 Wild fire tracking과 같이 화재가 발생하여 센서노드가 불에 타서 죽거나 높은 온도를 감지하여 화재를 감지한다. 에이전트는 화재가 발생하게 되면 화재 추적 기능, 스프링클러 제거 기

능과 대피등 제어 기능을 수행하게 된다. 화재 추적 기능은 화재를 감지한 센서노드가 인근의 센서노드에게 정보를 전파하여 소방서와 상황실에 이르게 된다. 소방서에서는 건축물의 화재가 발생한 위치를 안내받아 신속하게 소방작업을 수행할 수 있게 된다. 스프링클러 제어 기능은 화재 감지 정보를 받게 되면 화재가 발생한 위치를 중심으로 스프링클러를 작동한다. 화재 이동 경로를 예상하여 화재가 번지는 지점에 미리 스프링클러를 작동시켜 화재 확산을 막을 수 있게 된다. 에이전트의 또 다른 기능은 대피등 제어 기능이다. 화재 이동 경로 정보를 이용하여 안전한 대피 경로를 찾아서 사람들을 안전하고 신속하게 대피 시킬 수 있게 한다.



(그림 7)

4. 결론

본 논문에서는 USN 환경과 Agilla 미들웨어를 이용한 Wild fire tracking 시스템에 대해 기술하였고, 빌딩이나 호텔과 같은 건축물에 Agilla 미들웨어를 센서노드에 설치하여 효과적으로 화재를 감시하고 추적하는 네트워크 환경인 Building fire tracking의 설계를 기술하였다. Building fire tracking은 화재로 인해 화재 감시 기능을 소실할 수도 있는 전기배선이나 감시 카메라를 이용한 유선망 화재 감시 시스템의 단점을 보완하여 센서 노드를 이용한 무선 센서네트워크 환경에서 화재를 감시하고, 화재를 추적하여 소방서와 상황실로 화재 정보를 보내어, 소방수는 신속하게 화재 진압을 할 수 있게 되고 사람들을 안전하고 빠른 경로로 대피시킬 수 있는 기능과 스프링클러의 적절한 작동을 제공하여 준다.

향후 연구과제로는 Building fire tracking에 사용된

Agilla 미들웨어가 설치된 센서노드들에 화재 감시 기능과 더불어 다른 감시 기능을 추가하여 보안 기능 및 제어 기능을 설계할 예정이다.

5. 참고문헌

[1] "<http://mobilab.wustl.edu/projects/agilla/>", Agilla
 [2] Chien-Liang Fok, Gruia-Catalin Roman, Chenyang Lu. "Rapid Development and Flexible Deployment of Adaptive Wireless Sensor Network Applications" In Proceedings of the 24th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'05), Columbus, Ohio, June 6-10, 2005, pp. 653-662.
 [3] "<http://www.tinyos.net/>", TinyOS
 [4] Philip Levis, Joseph Polastre, Robert Szewczyk, Kamin Whitehouse, Alec Woo, David Gay, Jason Hill, Matt Welsh, Eric Brewer and David Culler. "TinyOS: An Operating System for Sensor Networks"
 [5] Chien-Liang Fok, Gruia-Catalin Roman, Chenyang Lu. "Mobile Agent Middleware for Sensor Networks: An Application Case Study" In Proceedings of the 4th International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN'05), Los Angeles, California, April 25-27, 2005, pp. 382-387.