# 1)시각 장애인 길 안내시스템을 위한 ZigBee 기반에서 쓰레드 구조의 설계 및 구현

류완형, 이후진, 김만종, 송민석 인하대학교 정보공학과 e-mail:dnfntk21@hotmail.com, leehujin@gmail.com, kmjlove130@hanmail.net, mssong@inha.ac.kr

## Design and Implementation of Thread Architecture for a ZigBee-Based Guidance System for the Blind

Wan-Hyung Ryu, Hu-Jin Lee, Man-Jong Kim, Minseok Song School of Computer Science and Information Engineering, Inha University

#### 요 약

본 논문에서는 시각장애인 길 안내 시스템과 같은 다수의 센서를 제어하는 시스템에서 효율적인 디바이스 제어를 위한 쓰레드 구조를 제안한다. 시각장애인의 길안내를 위해 초음파, 적외선 센서, 카메라, GPS, 지자기 센서, 3축 가속도 센서가 사용되며, 이를 효율적으로 제어하기 위해서 각 디바이스마다 각각 쓰레드를 별도로 두며, 뮤텍스 세마포어를 활용해서, 하나의 Zigbee 채널을 공유하기 위한 쓰레드 동기화 기법이 적용된다.

#### 1. 서론

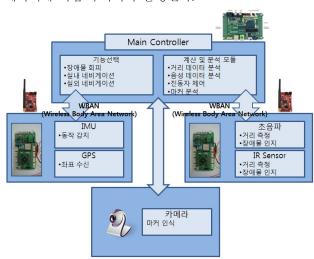
생활 및 소득수준이 향상되고 국민복지에 대한 관심이 증대하면서 전 국민의 약 10%로 추정되는 장애인들의 복지가 중요한 사회적 문제로 대두되었으며, 이들을 위해서 IT 기술을 접목한 시스템의 설계 및 구현이 최근 중요하게 부각되었다. 특히 US National Eye Institute에서는 약 100만의 미국 사람들이 법적인 시각장애인이라고 예측하고 있으며 이들을 위한 시스템의 구현이 필요하다 [1].

본 논문에서는 시각장애인 길 안내 시스템과 같은 다수의 센서를 제어하는 시스템에서 효율적인 디바이스 제어를 위한 쓰레드 구조를 제안한다. 초음파, 적외선 센서, 카메라, GPS, 지자기 센서, 3축 가속도 센서가 사용된 시각장애인 길안내 프로트타입 시스템에서 총 6개의 쓰레드를 구현하였으며, 뮤텍스 세마포어를 활용해서, 하나의 Zigbee 채널을 효율적으로 공유하기 위한 방법을 제시한다.

#### 2. 프로토타입 시스템

그림 1은 시각 장애인 길안내 시스템의 구성 및 기능을 보여 준다. 시스템은 크게 주제어기 (main controller)와 3개의 부제어기 (sub-controller)로 구성되며, 3개의부제어기에서는 Atmega 128 CPU 가 탑재되어 각각 초음

파 센서, 적외선 센서 (IR), IMU (Inertial Management Unit)가 제어한다. 주제어기과 3개의 부제어기와의 통신은 ZigBee 프로토콜을 운영하며, 주제어기 위에서는 임베디드 리눅스 2.6이 운용된다. GPS 모듈과 카메라 센서는 주제어기에 직접 부착되어 운영된다.



(그림 1) 프로토타입 시스템의 구성 및 기능

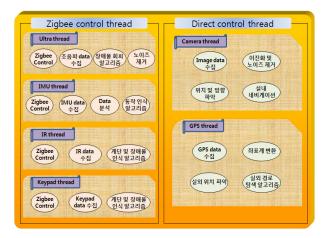
초음파 모듈은 장애물에 대한 회피를 위해 사용되었으며, 회피 알고리즘을 통해 사용자의 진행경로를 안내한다. IR 모듈은 3개의 IR을 사용하며, 각 각의 IR의 적정 각도를 설정하여, 계단의 유무와 경사의 정도를 수치 데이터로 메인컨트롤러로 전송한다. IMU 모듈은 3축 가속도 센서, 각속도 센서, 지자기 센서, 기압센서를 통하여 실내에서의 이동거리, 이동방향, 현재 위치에 대한 정보를 메인 컨트

<sup>1)</sup> 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F-045-02, 장애인 및고령자를 위한 Digital Guardian 기술개발]

롤러에 전송한다. 카메라 모듈의 경우 850nm 파장의 IRed 를 사용하고, IR cut-off filter를 제거하여 850nm 파장을 통과 시키는 band-pass filter를 장착한 카메라로서 IRed 를 사용하였을 때, 반사하는 특수 발광 물질이 입혀진 마커를 사용하여 인식한다. 마커를 인식하므로써, 현재 위치를 시각장애인이 알 수 있다. GPS 모듈은 GPS데이터와 맵데이터를 기반으로 하여 현재 사용자의 위치를 안내한다.

#### 3. 쓰레드 설계 및 구현

그림 2에서와 같이 메인 컨트롤러의 응용 프로그램은 다수의 쓰레드들로 구성이 되며, 각 쓰레드는 각각의 디바이스를 컨트롤하는 역할을 담당한다. 쓰레드들은 그림 2에서와 같이 크게 하나의 ZigBee 모듈을제어하는 하는 ZigBee 제어 쓰레드 그룹과 주제어기에서 직접 센서들을 제어하는 직접제어 쓰레드 그룹으로 구분된다.



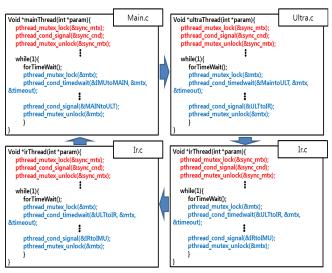
(그림 2) 네트워크 연결방식에 따른 쓰레드 구분

그림 2에서와 같이 Zigbee 제어 쓰레드 그룹은 다수의 쓰레드가 하나의 채널을 통하여 데이터 전송과 제어를 수행한다. 하지만 Zigbee는 CSMA/CA방식으로서 메인 컨트롤러와 디바이스 모듈들간에 Star topology를 구성하였을 때, 각 디바이스 모듈은 동시에 채널을 사용할 수 없다[2,3]. 따라서, 각 쓰레드는 담당하는 모듈과 제어신호 및데이터를 주고받기 위해 동기화를 유지하는 것이 필요하다.

ZigBee 제어 쓰레드 그룹에 속하는 쓰레드들은 각 디바이스 모듈로부터 전송되는 데이터의 신뢰성을 보장하기위해 그림 3과 같이 mutex를 이용하여 디바이스 모듈에대한 제어와 데이터 전송부분을 원자화하여 한 시점에서하나의 쓰레드만 Zigbee 모듈을 사용할 수 있도록 구현하였다.

오직 한 개의 쓰레드가 ZigBee 모듈을 접근할 수 있도록, Zigbee 제어 쓰레드 그룹에 속한 쓰레드에 대하여 라운드 로빈 방식의 쓰레드 스케쥴링 기법을 사용하였다. 그

림 3은 이와 같은 쓰레드 구조를 보여 준다. 4개의 쓰레드가 각각 각 디바이스에 할당되었으며, 2개 이상의 쓰레드가 동시에 수행이 되지 않도록 mutex를 통해서 이를 보장한다. 하나의 mutex에 여러 개의 mutex 조건 변수를 사용함으로서 쓰레드들 간의 수행 순서를 제어하며, pthread\_cond\_signal()과 pthread\_cond\_wait()를 사용 시wait 상태의 thread가 signal을 받지 못하여 발생할 수 있는 데드락 현상을 방지하기 위해, 정해진 시스템 시간으로부터 일정 시간이 경과한 후에 signal이 도착하지 않았을경우, wait 상태를 해제할 수 있는 pthread\_cond\_timedwait()를 사용하였다.



(그림 3) ZigBee 제어 쓰레드 그룹의 스케쥴링 방법

### 4. 결론

본 논문에서는 여러 개의 센서 디바이스를 Zigbee를 통해 데이터 전송과 제어를 하는 시각 장애인 안내시스템의 구현에 대해 CSMA/CA방식을 사용하는 Zigbee에 대해 mutex을 사용하여 동기화를 구현하고, 조건 변수와 signal을 사용하여 각 디바이스의 제어를 담당하는 쓰레드에 대해 스케쥴링을 하였다. 제안한 구조는 디바이스 모듈을 제어하는 쓰레드에 대해 조건 변수와 signal을 이용한스케쥴링 기법을 사용함으로서 각 센서 디바이스 모듈의 제어가 효율적이며, 디바이스의 추가적인 확장과 확장으로인한 동기화 구현에 있어 효과적이다.

## 4. 참조 문헌

- [1] American Foundation for the Blind. *Statistics and Sources for Professionals*. 2005.
- [2] Zigbee alliance http://www.zigbee.org
- [3] S. Jung, A. Chang, and M. Gerla. Temporary interconnection of ZigBee personal area network (PAN). In *Proceedings of the IEEE International conference on Mobile and Ubiquitous Systems*, pages 1–5, 2007.