

무선 센서노드를 이용한 지능형 캠퍼스 차량 관리 시스템 구현

Implementation of Intelligent Campus Vehicle Management System Using Wireless Sensor Nodes

최준영, 양현호
군산대학교

Jun-Young Choi, Hyun-Ho Yang
Kunsan National University

요약

최근 무선 통신 기술과 초소형화 기술의 진보로 지능형 센서 (smart sensor)를 이용한 무선 센서 네트워크의 구축이 가능해 졌으며 무선 센서 네트워크를 우리 생활 전반에 걸친 다양한 분야에 응용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다[1]. 본고¹⁾에서는 무선 센서 네트워크의 응용분로서 무선센서노드를 활용한 캠퍼스 차량 관리 시스템 구축 방안에 대하여 기술하였다. 이를 위하여 무선 센서노드의 전송전력제어 및 개별 노드 인식 방안을 고찰하였으며 실제 적용 시스템의 구성 및 동작 절차를 제안하였다.

Abstract

Recent advancements of wireless communication technology and miniaturization technique enables the implementation of wireless sensor network(WSN) using smart sensors. In addition, the research on the application of WSN to various fields of our daily life is performing briskly[1]. In this paper, we described the implementation of campus vehicle management system using wireless sensor nodes as an application of WSN. To do this, we have investigated the functions of commercial wireless sensor nodes such as transmission power control and node identification. We also proposed the architecture and operation procedure for the real system implementation.

1. 서 론

유통·물류·제조 등 산업 및 생활 전반에 초소형·초경량화된 센서를 보급해 실시간 센싱 및 네트워크 기능을 제공하는 유비쿼터스 센서 네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network)가 유비쿼터스 사회를 구현하기 위한 기본 인프라로 주목받고 있다. 모든 사물에 전자태그를 부착해(Ubiquitous) 사물과 환경을 인식하고(Sensor) 네트워크(Network)를 통해 실시간 정보를 구축, 활용토록 하는 것이 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)이다[2].

최근 차량이 급격하게 증가하고 지능화되면서 사용자 개인별로 적용돼야 할 각종 정보들도 늘어나고 있고, 이를 기존의 방식으로 관리하기에는 한계가 있다고 판단된다[3]. 특히 차량의 흐름 정보 및 차량의 등록정보 등을 수집하여 원활한 교통 흐름이 되도록 하는 것은 점점 가속화되고 있는 정보화 사회에서 알맞은 신속, 안전, 쾌적한 차세대 교통체계를 구현하는데 필수적인 것이라 할 수 있다.

현재 차량관리시스템에 대한 많은 연구가 진행되고 있고 그에 따른 차량 환경에서의 사용자 정보 관리 구조에 대한 연구

[3]와 RFID 시스템 연구[4], 주차관리에 대한 연구[5] 등도 이루어지고 있다. 이러한 기술이 현실화 되면 지능형 자동차를 위한 전장 부품의 개발이 이루어지고 자동차용 네트워크도 급속하게 발전되어 새로운 사업이 창출될 것이다.

본고에서는 무선 센서노드를 이용한 캠퍼스 내의 차량 관리를 위해서 다음 2가지의 기술을 제안하고 고찰한다. 첫째는 노드의 각 위치마다 정보를 전달하는데 필요로 하는 전송전력이 다르므로 알맞은 전송전력으로 효율성을 높이기 위한 전력제어기술이며 둘째는 각각의 노드는 고유의 ID를 지니고 있으므로 이러한 고유 ID를 전송받음으로써 어느 노드가 접근하고 있는지를 파악할 수 있도록 하는 개체인식 기술이다.

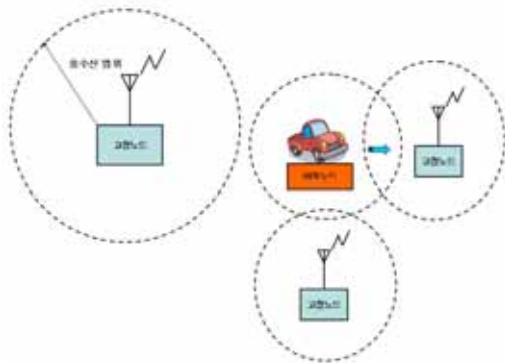
본고의 2장에서는 USN 응용분야 중의 하나로 지능형 캠퍼스 차량 관리 시스템의 전반적인 구성에 대하여 살펴보고, 3장에서는 시스템에 적용하게 될 전력제어 기술과 개체인식 기술에 대해 소스와 표를 통해 기술하며, 4장에서는 제안된 시스템을 구현할 수 있는 환경과 장비, 구성도 및 운영시나리오를 설명하고 마지막으로 5장에서는 결론으로 이러한 시스템의 문제점 및 보완점을 제시하고 이를 보완함으로써 예상되는 성과와 그에 따른 응용 및 발전가능성을 기술한다.

1) 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력 양성사업의 연구결과로 수행되었음.

2. 시스템 구조

본 연구의 목표는 캠퍼스에 진입하는 차량에 센서 노드를 장착하여 차량 출입 통제 및 주차요금 관리 기능을 구현하는 것이다. 그에 필요한 요소로서 센서 간의 교환정보 암호화와 분산시스템 프레임워크를 활용한 차량 정보 이용을 포함한다. 각 센서 노드는 이동노드와 고정노드로 구분할 수 있는데 각 차량에 장착될 이동노드에서는 위치 정확도 향상을 위한 전송 전력 제어와 노드 고유번호 추출 및 전송, 그리고 보안 모듈과의 정보 교환 기술이 요구되고 캠퍼스 내에 일정한 간격으로 설치될 고정 노드는 접근하는 이동 노드의 고유 번호를 수신하고 보안 모듈과 정보를 교환한다. 이러한 시나리오를 바탕으로 하여 우선적으로 이동노드의 전력제어와 고정노드의 개체 인식 기술을 연구함으로써 원하는 범위 내의 노드를 인식하고 그 정보(Serial_ID)를 읽어오도록 할 수 있게 하였다.

구현 대상 시스템에서 각 노드별 구현 기능은 다음의 [그림 1]과 같이 도식화 할 수 있다.



▶▶ 그림 1. 객체인식이 가능한 센서네트워크의 구성요소

• 이동노드

- 정보를 전송하기 위해 이동노드는 자신의 고유 ID를 추출하여 보안 모듈에 전달하고 이를 통해 암호화된 정보를 고정노드에 전송한다. 정보 전송 시 전력 제어를 하여 불필요한 전력 낭비를 줄인다.

• 고정노드

- 이동노드로부터 정보를 수신하게 되는 고정노드는 암호화되어 수신된 정보를 보안모듈에 전달하여 복호화하고 이를 저장 및 관리하기 위해 라우팅을 통해 싱크노드로 전송한다.

• 보 안

- 노드의 고유 ID를 전송할 때 유출 가능성 및 악용을 막기 위해 정보를 암호화하여 전송하도록 하고 이렇게 암호화된 정보를 복호화 하여 사용가능하게 한다.

3. 무선센서노드의 관련기능 고찰

본장에서는 캠퍼스 차량관리 시스템을 구현하는데 사용될 상용 무선 센서노드의 기능을 고찰한다. 본 고찰은 한백전자의 ZigbeX 센서노드를 중심으로 실시하였으며 ZigbeX는 IEEE 802.15.4 표준화 통신을 지원할 수 있는 CC2420 칩을 장착하였고 2.4 GHz의 Zigbee 표준을 지원하며 TinyOs에 의하여 동작된다. 본고에서는 ZigbeX를 사용한 시스템 구현을 가정한다. 이 결과는 Zigbee 프로토콜 표준을 지원하는 다른 상용 제품에 대해서도 적용이 가능하다[6].

3.1 전송 전력 제어

센서 네트워크 통신에서는 불필요한 패킷의 전송은 충돌을 유발하며 효율성을 저하시키는 원인이 된다. 전송하는 범위가 너무 크게 되면 불필요하게 많은 에너지 소모가 뒤따르게 되고 반대로 전송하는 범위가 작게 되면 원하는 노드까지 전송이 이루어지지 않을 수도 있다. 이에 따른 보완으로 전력을 제어함으로써 원하는 통신범위를 조절하여 보내고자 하는 패킷으로의 전송을 원활하게 하였다. 각 노드의 설정값에 대한 전송 전력은 [표 1]과 같다.

[표 1] CC2420 무선 칩의 전송전력 레벨

설정값	전류	전력
0x1f	17.4 mA	0 dBm
0x1b	16.5 mA	-1 dBm
0x17	15.2 mA	-3 dBm
0x13	13.9 mA	-5 dBm
0x0f	12.5 mA	-7 dBm
0x0b	11.2 mA	-10 dBm
0x07	9.9 mA	-15 dBm
0x03	8.5 mA	-25 dBm

이러한 범위를 바탕으로 다음의 [그림 2]를 통해 전력을 제어한다.

```
myPowerLevel = 0x1f;
call CC2420Control.SetRFPower (myPowerLevel);
```

▶▶ 그림 2. 전력 레벨 제어 명령 구조

myPowerLevel 의 값을 전송 전력 범위의 값 중의 하나로 지정하게 되면 이 값은 SetRFPower()함수에 의해 CC2420 Control로 명령이 보내지고 그에 따른 전송 전력 범위를 가지게 되는 것이다.

센서노드는 최소 7m에서 최대 130m까지의 전송 범위를 가진다. 이렇게 전력 전송 범위를 제어함으로써 적절한 범위의

거리를 선택적으로 제어할 수 있게 되어 효율적이다. 뿐만 아니라 전력 제어에 의해 에너지 낭비를 줄일 수 있다는 효과도 가지고 있다.

3.2 개체 인식

고정노드는 접근하는 이동노드의 고유번호를 인식함으로써 차량 출입 통제 및 주차요금 관리 기능을 구현할 수 있어야 한다. 그러한 방안으로 각 센서 노드에 식별주소를 주어 0인 아닌 주소의 노드는 자신의 정보를 전송하고 0인 주소의 노드는 정보를 수신하는 명령어를 입력한다. 그에 따라 노드 사이의 송수신이 이루어진다.

다음 [그림 3]이 지금까지의 설명을 보충한다.

```

1) 판별 초기화
command result_t StdControl.start() {
    if(TOS_LOCAL_ADDRESS != 0)
        call Timer.start(TIMER_REPEAT, 3000);
    return SUCCESS;
    ...
    ...
    ...

2) Serial Number 송신
event result_t Timer.fired() {
    struct Ds2410P_Msg *pack;
    atomic {
        pack = (struct Ds2410P_Msg *)msg.data;
        pack->SerialID[0] = Serial_id[0];
        pack->SerialID[1] = Serial_id[1];
        pack->SerialID[2] = Serial_id[2];
        pack->SerialID[3] = Serial_id[3];
        pack->SerialID[4] = Serial_id[4];
        pack->SerialID[5] = Serial_id[5];
        pack->SerialID[6] = Serial_id[6];
        pack->SerialID[7] = Serial_id[7];
    }
    if (call Send.send(0, sizeof(struct Ds2410P_Msg), &msg)){
        call Leds.yellowOn();
    }
    return SUCCESS;
}
...
...
...

3) Sink 노드의 처리
eventTOS_MsgPtr ReceiveMsg.receive(TOS_MsgPtr m) {
    if(TOS_LOCAL_ADDRESS == 0)
    {
        struct Ds2410P_Msg *p = (struct Ds2410P_Msg *) m->data;
        sprintf(UartSendMsg, "Node ID [%x %x %x %x %x %x %x %x]
        Recv by RF!!!WrWn",
        p->SerialID[0], p->SerialID[1], p->SerialID[2],
        p->SerialID[3], p->SerialID[4], p->SerialID[5],
        p->SerialID[6], p->SerialID[7]);
        call SCSuartDBG.UARTSend(UartSendMsg,
        strlen(UartSendMsg));
        call Leds.redToggle();
    }
    return m;
}
...
...
...
    
```

▶▶ 그림 3 주요 동작

1) 판별 초기화

노드는 각각 다른 주소를 가지고 있는데 명령창에서 make zigbex reinstall.[노드 주소]를 입력하여 노드의 주소를 지정해 줄 수 있다. 본 소스는 주소가 0인 노드만이 싱크노드가 되도록 설정하였기 때문에 주소가 0이 아닌 노드는 StdControl.start()함수에서 Timer.start(TIMER_REPEAT, 3000) 명령어를 통해 3초 간격으로 반복해서 Timer.fired() 함수가 실행되도록 명령한다.

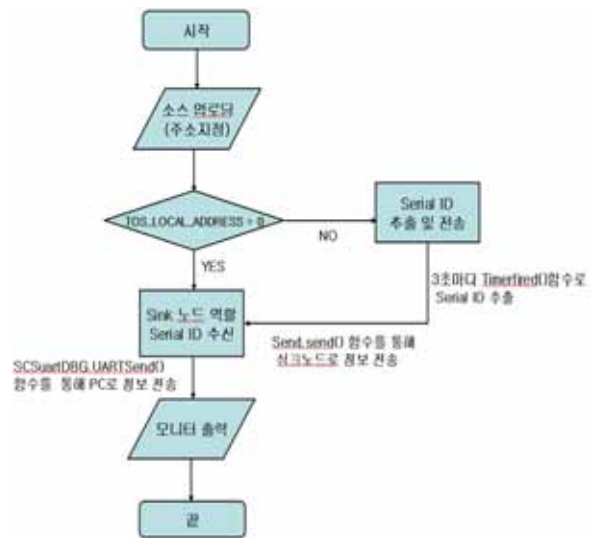
2) Serial Number 송신

Timer.fired() 함수에서는 각각의 SerialID를 읽어와 저장한 후 Send.send() 함수를 통해 무선망으로 브로드캐스트한다.

3) Sink 노드의 처리

주소가 0인 노드가 싱크 노드이므로 다른 노드로부터 Serial ID를 전송받아 문장에서 %x로 된 hex사 값으로 표현이 되며 이는 시리얼을 통해 PC로 전송되어 모니터로 출력이 된다.

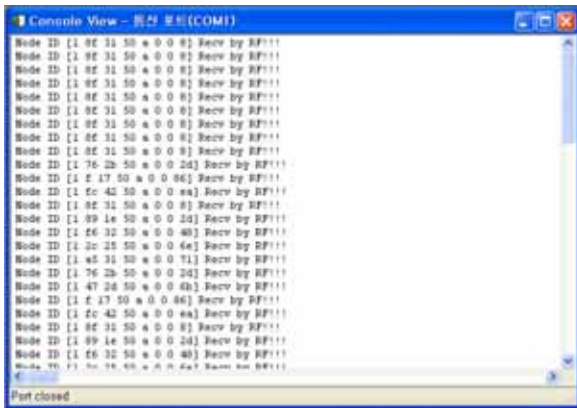
위의 설명을 간략하게 도식화하면 [그림 4]와 같이 나타낼 수 있다.



▶▶ 그림 4. 개체인식 구성도

각각의 노드에 소스를 업로딩 할 때 주소지정을 다르게 하여 업로딩한다. 주소가 0이 아니면 자신의 Serial ID를 추출하여 다른 노드에게 전송하는 역할을 한다. 그러나 주소가 0이면 노드는 Sink노드의 역할을 하여 다른 노드로부터의 정보를 수신하고 수신된 정보를 컴퓨터로 전송하여 모니터에 출력한다.

모니터로 확인되는 결과는 [그림 5]와 같다.



▶▶ 그림 5. 출력 결과

4. 시스템 구현 제안

캠퍼스 차량관리 시스템 구현의 전체적인 구성은 [그림 6]에서 보는 바와 같이 차량이 캠퍼스 진입로에 진입하게 되면 경비실에서 차량의 진입허용여부 및 운전자·차량 정보 등을 조회한다. 진입이 허락된 차량은 캠퍼스 내를 이동하면서 자신의 정보를 전송하고 전력 소비를 고려한 적정거리에서 설치된 고정노드들은 그 정보를 수신하여 라우팅 경로를 통해 경비실에 전송하며 집계된 정보를 저장 및 관리하게 된다. 이렇게 정보를 수신한 노드의 위치를 통해 차량이 어느 위치에 있는지 확인할 수 있으며 통제된 구역의 출입을 막을 수 있다.



▶▶ 그림 6. 시스템 구현 구성도

5. 결론

본고에서는 캠퍼스에 진입하는 차량에 센서 노드를 장착하여 차량 출입 통제 및 주차요금 관리 기능을 구현하기 위한 시스템에 대하여 기술하였다.

본 연구에서는 이동노드에서의 구현기능으로 위치 정확도 향상을 위한 전송전력제어를 가능하게 했고 고정노드에서의 구현기능으로는 접근하는 이동 노드의 고유번호 수신을 할 수

있도록 하였다.

이로 인해 적정한 거리에서 캠퍼스에 진입하는 차량의 고유번호 정도를 인식하는 수준에 이르게 되었다. 지금은 단순한 고유번호만을 인식하지만 좀 더 다양한 정보를 주고받을 수 있어야 하며 이러한 정보는 보안을 통해 안전성을 유지해야 한다. 그러므로 이동노드가 노드 고유번호 추출 및 전송을 하고 보안 모듈과의 정보교환이 가능하게 하도록 하는 것이고 고정노드 또한 보안 모듈과의 정보교환이 가능하게 하는 후속 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] 서장수 외 2명 “무선 센서 네트워크에서의 에너지 효율적 MAC 프로토콜”, 한국정보과학회 ‘제31회 춘계학술발표회’
- [2] 표철식, “u센서 네트워크”, 2004.10.29
- [3] 문태경 외 3명, “차량 환경에서의 사용자 정보 관리 구조에 대한 연구”, 한국자동차공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 1151~1156
- [4] 조정철 외 1명, “차량 관리를 위한 RFID 시스템”, 2004 한국정보기술학회 하계학술대회 논문집, 2004년 8월
- [5] 양재석 외 5명, “무선 인터넷 기반의 효율적인 주차 관리 시스템의 설계 및 구현”, 한국콘텐츠학회 2005 추계종합학술대회 논문집 Vol. 3 No. 2
- [6] Zigbee를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템, (주)한백전자 기술연구소 지음