DOI: 10.3745/KIPSTD.2009.16-D.2.249

USN을 이용한 스키장 사각 지역 감시 시스템

이 형 봉[†] · 정 의 민[††] · 박 래 정[†††] · 문 정 호[†††] · 정 태 윤[††††]

요 약

이 논문은 강원도의 u-Sports 시범 사업 일환으로 진행된 강원도 용평 스키장의 사각 지역 감시 시스템을 위한 효율적인 USN을 제안한다. 스키장의 사각 지역은 사람의 왕래가 뜸한 슬로프 외곽이나 관제의 시각 영역에서 벗어난 급경사 지역 등을 말하는데, 이런 지역에서 사고를 당하여 거동이 어려워지면 관제 센터에서는 이에 대한 신속한 대응이 어렵다. 이 논문의 사각 지역 감시 시스템은 다섯 개의 이미지 센서 노드가 설치된 사각 지역의 현재 모습을 제안된 USN을 통하여 중앙 관제 센터에서 실시간으로 관찰할 수 있을 뿐만 아니라, 사고 당사자가 주변에 설치된 긴급 버튼을 누를 경우에는 긴급 이미지 및 경보가 관제 센터로 즉시 전송되어 신속한 구조를 가능하게 한다.

키워드 : USN, 강원도 용평, u-Sports, 사각 지역

Monitoring System of Blind Areas in a Skiing Resort using a USN

Hyung Bong Lee[†] · Ui-Min Jung[††] · Lae-Jeong Park[†††] · Jung-Ho Moon[†††] · Tae-Yun Chung[††††]

ABSTRACT

This paper introduces an efficient USN (ubiquitous sensor network) for monitoring blind areas in a skiing resort, developed as a part of u-Sport showcase project of Gangwon Province. Blind areas of a skiing resort are dangerous and/or steep areas located aroud ski slopes, which are rarely traveled and not easily seen by a ski patrol. If an accident occurs in such a blind area, the main control center of the sking resort can hardly recognize the accident and provide first aid and rescue services promptly. The blind area monitoring system proposed in this paper monitors a blind area of a skiing resort using five battery-powered sensor nodes each of which has an image sensor on it and wirelessly transmits images around the blind area to the main control center on a regular basis, thereby allowing real-time monitoring of the blind area and prompt rescue services in case of accidents. Additionally, the monitoring system provides an emergency button which skiers injured in the blind area can push. If the button is pushed, an image around the button and an alarm signal are transmitted to the main control center and therefore the main control center can take prompt actions for rescuing the injured skiers.

Keywords : USN, Kangwon-do Yong-Pyeong, u_Sports, Blind Areas

1. 서 론

"언제, 어디서나, 무엇이든"의 의미를 가지는 유비쿼터스(ubiquitous)라는 단어는 오늘날 편리성에 대한 인간의 무한한 상상력을 현실로 실현하는 만능 기술로 여겨지고 있다. 인간이 추구하는 편리성은 그 분야 및 정도가 무궁무진하게 넓고 깊기 때문에 유비쿼터스 관련 산업 또한 그 성장 가능성 및 잠재력이 무한하다. 유비쿼터스 관련 산업의 중심에는 늘 USN (Ubiquitous Sensor Networks)이라는 핵심 기술이 위치하고 있다. USN은 최소한의 에너지를 소모하면서 최대한의 데이터를 전송하고 또한 가능한 한 높은 신뢰도의 데이터를 전송하기 위해 노력한다. 이렇듯 요구사항이 많은 환경에서의 USN 기술은 지금 이 시간에도 다양한 분야에서 활발하게 연구되고 있다.

이 논문에서는, 사각 지역 감시 시스템과 같이 이미지 전송을 필요로 하는 실제 환경에서 기존의 100 바이트 내외의 짧은 데이터 전송 위주의 표준 방식보다 더 적합한 USN을 설계하여 적용하고, 그 것이 기술 및 산업적인 관점에서 갖는 의미를 조명해 볼 수 있는 하나의 실증적 사례[1]로 제시하고자 한다. 이를 위하여 2 장에서 USN 관련 연구를 간략하게 살펴보고, 3 장에서 스키장 사각 지역 관리를 위한 이미지 전송 USN(UPUS)을 제안하며, 4장에서 스키장 사각 지역 관리 시스템 구현 및 평가, 그리고 그 시스템의 시연 내용을 보인다. 그리고 마지막 5 장의 결론으로 이 논문을 맺는다.

※ 이 연구는 강원 임베디드 소프트웨어 연구센터의 지원에 의해 이루어졌음.
† 종신회원 : 강릉원주대학교 컴퓨터공학과 부교수
†† 준 회 원 : 강릉원주대학교 전자공학과 석사과정
††† 정 회 원 : 강릉원주대학교 전자공학과 부교수
†††† 정 회 원 : 강릉원주대학교 전자공학과 부교수(교신저자)
논문접수 : 2008년 9월 12일
수 정 일 : 1차 2008년 10월 28일, 2차 2008년 11월 19일
심사완료 : 2008년 11월 19일

2. USN 관련 연구

RF를 통신 매체로 사용하는 USN에서 해결해야 할 가장 중요한 사항은 다수의 통신 관여자 즉, 노드들이 서로를 방해하지 않고 효율적으로 통신하기 위한 방법이다, 예를 들어, 여러 개의 노드들이 자신들의 데이터를 아무런 통제 없이 아무 때나 보낸다고 가정하면, 그 데이터들은 충돌(collision)에 의해 제대로 전송되지 못한다. 이와 같이 무선 통신에서는 충돌을 예방할 수 있는 방법이 필수적으로 요구되는데, 여기에는 크게 경쟁 기반 방식과 시분할 기반 방식이 있다.

2.1 경쟁 기반 방식

전통적으로 자주 사용되는 경쟁 기반 방식은 동작(대기 및 전송)과 휴면을 주기적으로 반복하는 방법인데, S-MAC[2], S-MAC에서의 고정된 대기 구간에 융통성을 부여한 T-MAC[3], 동기화를 요구하지 않고 CSMA에 충실한 B-MAC[4] 등이 소개되어 있다. 이들 방식은 구현이 간단하고 코드 사이즈가 작으므로 MAC 계층으로서의 역할에 충실하여 보다 유연하고 잘 정의된 네트워크 계층을 구성할 수 있는 장점이 있으나, 긴급한 데이터 전송 지연 시간에 대한 한계를 설정할 수 없고, 노드들이 밀집된 지역에서는 충돌 회피를 위한 양보 시간(back-off time)으로 인해 전력 소모가 크다는 단점이 있다[5]. 이런 단점들은 전송 매체를 공유해야하는 무선 통신환경에서 이미지 등과 같은 대용량 데이터 전송의 효율성을 크게 저하시키는 요인이 된다.

2.2 시분할 기반 방식

시분할 기반 방식은 노드들의 엄격한 시간적 동기화를 기반으로 충돌을 원천적으로 예방함으로써 통신 효율을 높인다. 시간 동기화를 위한 방법으로 TinyOS[6]에서 검증된 TPSN[7], FTSP[8] 등의 프로토콜이 잘 알려져 있다. 이 방식에서 모든 노드들은 물리적으로 매우 밀접한 클러스터를 형성해야 하므로 클러스터 간의 간섭 통제나, 클러스터 내의 노드 추가 또는 제거 관리에 대한 부담이 커지기 때문에, 클러스터를 구성하는 노드 수에 상당한 제한을 두는 것이 보통이다. 그러나, 네트워크 구성이 완료되면 충돌 방지 및 긴급 데이터를 실시간으로 전송할 수 있고, 전력 소모를 최소한으로 줄일 수 있다는 장점이 있다. 시분할 기반 방식의 예로 이 논문에서 제안된 USN과 매우 유사한 Bluetooth[9,10]를 들 수 있는데, 이는 8개 이내의 노드들이 마스터를 중심으로 성형의 물리적인 클러스터를 형성하여 무선 센서 네트워크를 형성한다.

시분할 기반 USN에서는 충돌에 의한 혼잡 증폭이 존재하지 않기 때문에 이미지 등 대용량 데이터 전송이 가능하다.

3. 사각 지역 감시를 위한 이미지 전송 USN 설계

이 논문에서의 사각 지역은 스키장 슬로프의 외진갓길이나 설비 아래 등 일반 사람들의 시야에서 벗어난 영역을 말한다. 이들 사각 지역은 스키를 즐기던 도중 발생한 사고자가 응급 대피하거나 조난되어 있을 가능성이 있기 때문에 지속적인 관찰을 필요로 한다. 현재 이러한 사각 지역에 대한 관찰은 감시원의 주기적인 순찰이나 유선으로 연결된 CCTV에 의해 이루어지고 있으나, 이 논문에서는 감시·설치·이동·유지보수가 용이한 이미지 전송 USN을 기반으로 하는 감시 시스템을 구현한다.

3.1 사각 지역 감시 시스템

이 논문에서 구현하는 사각 지역 감시 시스템의 전체 개념도는 (그림 1)과 같고, 여러 개의 이미지 센서 노드, 비상 버튼, 게이트웨이, 관제 서버로 구성된다.

■ 이미지 센서 노드

이미지 센서와 RF 통신 장치가 부착된 센서 노드로서, 감시 대상이 되는 사각 지역의 지형에 따라 2~5 개 혹은 그 이상의 이미지 노드가 필요하고, 이들 노드들이 협력하여 하나의 독립된 USN을 형성한다.

■ 비상 버튼

사고자 혹은 조난자가 중앙 관제 센터에 구조를 요청하는 경보를 전달하기 위해 사용되고, 센서 노드 중의 하나와 연결된다.

■ 게이트웨이

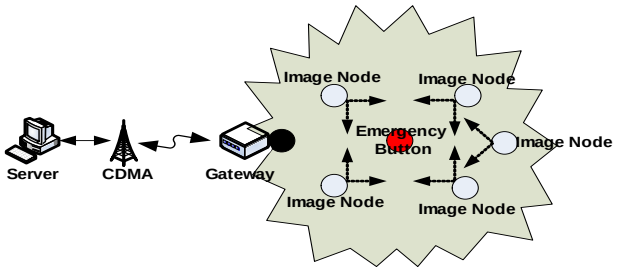
게이트웨이는 이미지 노드들이 형성하고 있는 USN과 외부의 기간 망 즉, CDMA-1X 망과의 가교 역할을 담당하면서 관제 서버와 통신한다.

■ 관제 서버

관제 서버는 사각 지역을 중앙에서 관찰하는 모니터 역할을 제공하면서, 사각 지역에서 전송되어 온 이미지나 경보를 관리자에게 전달한다.

3.2 사각 지역 감시를 위한 효율적인 USN 프로토콜

(그림 1)에서 보는 바와 같이 사각 지역 감시를 위한 이미지 센서 노드들은 촛점을 중심부로 향하게 하고, 사각 지역 경계선을 따라 성형으로 배치하는 것이 적절하기 때문에, 이들을 연결하는 USN 또한 성형 토폴로지가 적당하다. 이 논문에서는 이미 널리 알려져 있는 Bluetooth 프로토콜 개



(그림 1) 사각 지역 감시 시스템의 전체 개념도

념을 이미지 전송에 적합하도록 변형시킨 새로운 USN 프로토콜(이하 UPUS 프로토콜: Ultra low Power USN for Star topology)을 모색하여 구현하였다.

3.2.1 UPUS 프로토콜의 동작 개념

(그림 2)에 싱크 노드를 중심으로 3개의 노드가 참여하여 형성한 UPUS 통신 방법 개념을 보였다. 이 그림에서 보이는 통신 환경 및 절차는 다음과 같다.

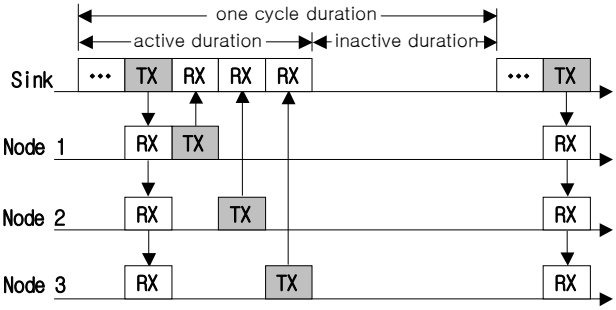
▪ 싱크 노드는 활동과 휴면을 반복하고, 활동 시간은 최소한 참여 노드 수+4 개의 타임 슬롯으로 구성된다. 이중 첫 슬롯(RX Serial)은 게이트웨이로부터 수신하는 구간, 두 번째 슬롯(RX Join)은 외부 노드가 참여를 신청하는 구간, 세 번째 슬롯(TX Data)은 싱크 노드가 참여 노드들에게 응답 메시지를 방송하는 구간, 네 번째부터는 참여 노드들이 싱크 노드에게 전송하는 구간, 마지막 슬롯(TX Serial)은 싱크 노드가 게이트웨이에게 전송하는 구간으로 각각 사용된다((그림 3) 참조).

▪ 싱크 노드의 방송 메시지에는 참여 노드들에게 할당된 타임 슬롯 정보, 참여 노드들로부터 수신된 이미지 등 수신 데이터에 대한 응답 정보, 동작 주기·참여 허용 여부 등을 표시하는 네트워크 정보, 이미지 촬영을 지시하는 등의 명령들이 포함된다.

▪ 참여 노드들은 싱크 노드로부터 개별적인 명령이나 응답을 받지 않고, 한 번에 방송된 메시지로부터 자신에게 전달되는 부분을 탐색하여 찾는다.

▪ 참여 노드들은 자신에게 할당된 타임 슬롯 구간에서 싱크 노드에게 이미지 등의 데이터를 전송하겠다는 요청 데이터를 전송한다.

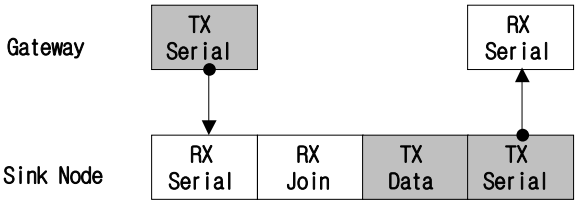
▪ 싱크 노드로부터 이미지 등의 데이터 전송을 허락 받은 노드가 존재하는 경우, 싱크 노드와 해당 참여 노드는 휴면 구간에 깨어나 이미지를 송·수신한다.



(그림 2) UPUS의 통신 방법 개념

3.2.2 UPUS 프로토콜의 개시

게이트웨이와 싱크 노드는 UART(RS232) 케이블로 연결되고, UPUS의 시작은 (그림 3)과 같이 게이트웨이와 싱크 노드간의 UART 통신으로 개시된다. 이 때 싱크 노드는 기본적으로 4 개의 타임 슬롯을 형성하여 (그림 2)의 동작과 휴면 주기를 반복한다.

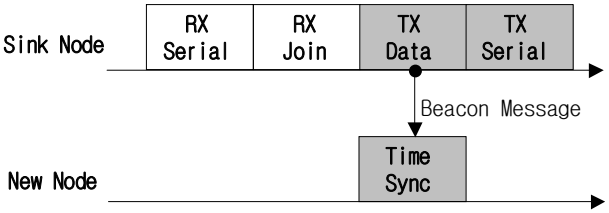


(그림 3) 싱크 노드의 기본 타임 슬롯

3.2.3 노드의 UPUS 참여

(1) 시간 동기화 과정

네트워크에 참여하려는 노드는 우선 (그림 4)와 같이 싱크 노드의 TX Data 슬롯에서 방송되는 Beacon Message에 포함되어 있는 동작 주기에 따라 시간 동기화를 이룬다.

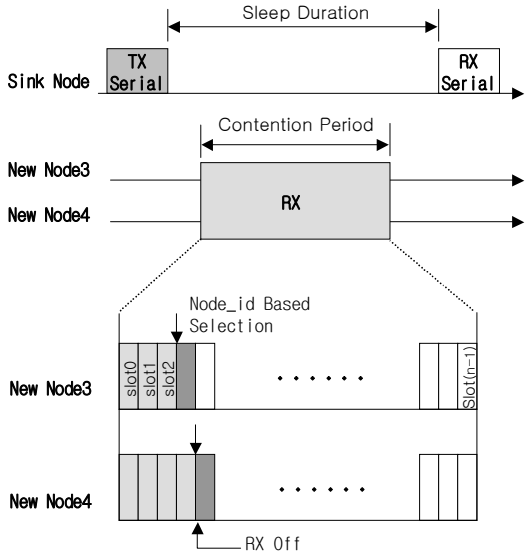


(그림 4) 참여를 위한 시간 동기화 과정

(2) 참여 경쟁 과정

참여 경쟁 과정은 여러 노드들이 동시에 네트워크 참여를 원할 때 발생되는 충돌을 방지하기 위해 그 들 스스로 우선권을 획득하는 과정으로 UPUS 프로토콜의 휴면 구간에 이루어진다. 우선 순위의 결정은 노드 id(노드 주소)나 싱크 노드와의 통신 품질 지수(RSSI) 등 다양한 요소를 기반으로 이루어질 수 있다.

(그림 5)는 노드 id에 의한 참여 경쟁 과정을 보이고 있다. 예를 들어 노드 3과 노드 4가 동시에 참여 경쟁을 시도할 때, 두 노드는 (그림 4)와 같이 시간 동기화를 맞 춘후, 휴면



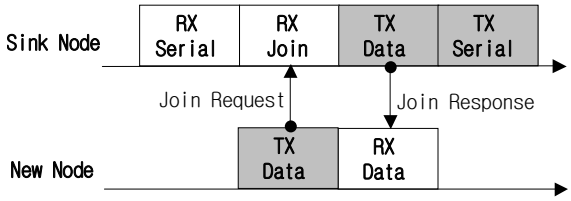
(그림 5) 참여 경쟁 과정

구간을 기다린 후, 자기의 노드 id 만큼 대기 하면서 RF를 감시한다. 이 때, 자기가 기다리려야 하는 순간까지 RF에 수신된 메시지가 없으면 선점(premption) 메시지를 RF에 보낸다. 이 선점 메시지에 의해 다른 노드들은 참여 우선권을 잃고 참여 시도를 다음 기회로 양보한다. 만약 자기가 기다리는 동안 다른 선점 메시지가 먼저 수신되면 우선권을 포기하고 다음 기회를 기약한다.

(3) 참여 요청 및 응답 과정

참여 경쟁 과정에서 우선권을 획득한 노드는 싱크노드의 RX Join 슬롯 구간에 자신의 id를 포함하는 참여 요청 패킷을 싱크 노드에게 전송하고, 싱크 노드는 TX Data 슬롯의 방송 메시지를 통해 참여 요청 노드에게 타임 슬롯을 할당하는 응답을 보낸다.

(그림 6), (그림 7)은 참여 요청 및 응답 과정과 이 때 사용되는 패킷의 구조를 각각 보인다.



(그림 6) 네트워크 참여 요청 및 응답 과정

■ Join Request

Octets : 1	8
Join Request	Device Address[7..0]

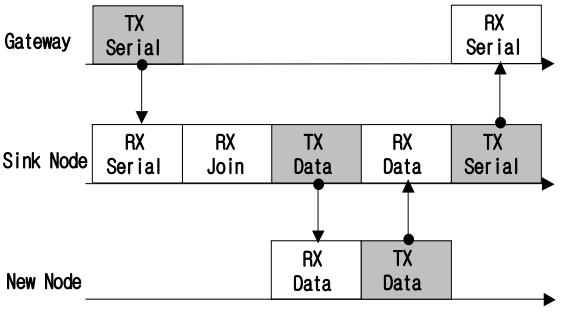
■ Join Response

Octets : 1	8	2	1
Join Response	Device Address[7..0]	Assigned Address	Time Slot Number

(그림 7) 참여 요청 및 응답 패킷 구조

(4) 참여 완료 과정

싱크 노드에 새로운 노드가 참여하면 (그림 8)과 같이 싱크 노드의 타임 슬롯 구성에 새로운 노드를 위한 RX Data 슬롯 하나가 추가된다.



(그림 8) 참여 완료 후 타임 슬롯 할당 모습

싱크 노드의 RX Data 슬롯 수를 참여 노드의 수만큼만 가변적으로 할당하는 방식은 미리 확보해두는 고정적인 방식보다 전력 소모가 절약되고, 참여 노드의 수를 제한하지 않는다는 장점이 있다.

(5) 이미지 전송 과정

(그림 2)에서 프로토콜 활성 구간(active duration) 동안에 이미지 전송 노도로 결정된 노드는 휴면 구간(inactive duration) 동안 전송 매체를 독점하여 싱크 노드에게 이미지 데이터를 쉬지 않고 전송한다.

3.2.4 네트워크 복구

RF 통신은 주위의 환경에 민감하여 통신이 장기간 두절될 수 있다. 또한, 발진회로 크리스탈의 특성상 온·습도에 따른 시간 편향(clock drift) 현상으로 노드간 시간 동기화가 어긋날 가능성도 있다. 이와 같이 싱크 노드와 참여 노드 사이에 통신이 두절되면, 싱크 노드 및 참여 노드는 불필요한 전력 소모를 예방하고, 형성된 네트워크에의 악영향을 최소화 시키기 위해 네트워크 복구에 최선을 다해야 한다.

■ 자의적 복구

자의적 복구는 참여 노드가 싱크 노드로부터 데이터를 일정 기간 동안 수신하지 못할 때 이루어 진다. 이런 현상은 주로 싱크 노드의 송신 부위가 고장났거나, 해당 참여 노드의 수신 부위가 고장 났을 때 일어나는데, 이런 경우 해당 참여 노드는 자신에게 할당된 타임 슬롯을 포기하고 싱크 노드에게 더 이상의 데이터를 보내지 않는다.

■ 타의적 복구

타의적 복구는 싱크 노드가 참여 노드로부터 일정기간 동안 데이터를 수신하지 못했을 때 이루어진다. 이런 경우, 싱크 노드는 방송 메시지의 해당 참여 노드의 플래그를 off 시킴으로서 그 노드를 네트워크로부터 강제 이탈시킨다.

4. 스키장 사각 지역 감시 시스템 구현 및 평가

4.1 사각 지역 관리 시스템 구현

3 장에서 제시한 UPUS 프로토콜을 기반으로 강원도 용평 스키장에 구축된 사각 지역 관리 시스템의 주요 구현 및 설정 내용은 아래와 같다.

■ 타임 슬롯의 설정

<표 1>에 구현된 UPUS 프로토콜의 전체 동작 주기 및 RX/TX 타임 슬롯을 보였다. 이 표에서 타임 슬롯은 동작 주기 동안 발생할 수 있는 노드 간의 시간 편향을 보완하기 위한 완충 시간을 포함한다. 완충 시간은 실제 구현될 용평 스키장의 겨울 평균 온도인 -20℃ 이하에 맞게 ±100ppm을 기준으로 설정하였다.

〈표 1〉 UPUS 프로토콜의 타임 슬롯 설정

설 정 항 목	설 정 값
동 작 주 기	10.0 sec
완 충 시 간	2.0 msec
RX/TX Data	8.5 msec

■ 이미지 센서 노드 플랫폼

<표 2>, <표 3>에는 이 연구에서 제작된 이미지 센서 노드 및 게이트웨이 플랫폼 사양을 보였다.

〈표 2〉 이미지 센서 노드 플랫폼 사양

항 목		사 양 (모 델)
MCU	모 델	Atmega2560(7.3728 MHz)
	타 입	8-bit micorcontroller
	플 래 시	256KB(Boot: 4KB)
	내부 RAM	8KB
	외부 RAM	128KB
	소 모 전 력	active mode:8mA, sleep mode:15uA
R F	프 로 세 서	CC1100(800~928MHz, 250Kbps, FEC)
	안 테 나	1/2λ dipole
	출 력	10dbm
이 미 지 센 서		320*240, 24bit, JPEG coding
전 원		리튬 AA 배터리 8개(3.6V)

〈표 3〉 게이트웨이 플랫폼 사양

항 목	사 양
M C U	S3C2440(ARM9, 400MHz)
기 간 망 통 신	CDMA-1X(TCP/IP)
싱크노드 통신	UART(115,200bps)
전 원	AC 220V

■ 시스템 배치 및 운영

(그림 9)와 같이 슬로프가 양쪽으로 분기되는 지점의 정면 사방 약 25m 삼각 지형에 게이트웨이 1개, 싱크 노드 1개, 이미지 센서 노드 5개(반경 약 15m 영역의 눈쌓인 지형을 충분히 감시할 수 있는 수)를 원형으로 배치하고 가운데에 비상 버튼을 설치하였다. 주요 운영 방식은 아래와 같다.

▪ 각각의 참여 노드는 주기(5 분)적으로 각자의 촬영 영상을 싱크 노드에게 보내고, 싱크 노드는 이 영상을 게이트웨이를 통해서 관리 센터의 관제 서버로 보낸다.

▪ 가운데 비상 버튼과 연결된 노드는 비상 버튼의 작동 사실을 인지하고, 이 사실을 자신의 타임 슬롯 구간에 싱크 노드에게 알린다. 싱크 노드는 이 내용을 게이트웨이를 통해 중안 관제 센터 서버로 보낸다. 관제 센터 서버는 노드로부터 받은 이미지를 디스플레이하고, 경보를 받은 경우

(그림 9) 사각 지역 관리 시스템 실제 노드 배치도

SMS를 통해 관리자에게 알린다.

▪ 비상 버튼에 의한 경보가 발행한 경우, 싱크 노드는 즉시 버튼 주위를 가장 선명하게 촬영할 수 있는 지정된 이미지 센서 노드에게 현장 촬영 명령을 내린다. 해당 노드는 촬영된 영상을 긴급 이미지 데이터 타입으로 전송한다.

▪ 관리자는 중앙의 관제 서버에서 사각 지역의 특정 노드에게 즉시 영상을 촬영하여 전송하라는 명령을 내릴 수 있고, 이 경우 해당 이미지 센서 노드는 이 명령에 즉시 응답한다.

4.2 사각 지역 관리를 위한 USN UPUS의 평가

일반적으로 USN 평가는 대부분 전송 지연과 전력 소모 측면에서 다루어진다. 이 논문에서는 표준 프로토콜로서 본 사각 지역 감시 시스템에 적용될 가능성이 있는 Bluetooth 프로토콜을 제안된 UPUS 프로토콜과 개념적 차원에서 비교함으로써 UPUS의 필요성과 강점을 조명한다.

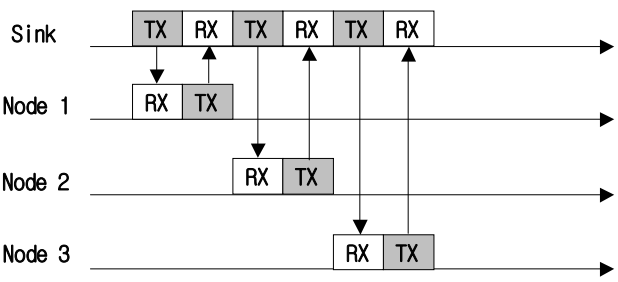
4.2.1 전송 지연

전송 지연은 응용 영역에 따라 요구되는 수준이 다르다. 다만, 경쟁 기반의 MAC 프로토콜에서는 충돌 회피를 위한 임의의 양보 시간 때문에 최악 전송 지연 시간의 하한선을 보장할 수 없다. 그러나, Bluetooth와 UPUS 프로토콜 모두 시분할에 기반한 비경쟁 방식을 채택하고 있으므로 양쪽 모두 최대 전송 지연 시간 제한을 설정할 수 있다는 점에서 동일하다. UPUS에서 긴급 데이터 및 이미지 데이터의 최대 전송 지연은 (그림 2)의 수퍼프레임 주기(one cycle duration)와 같다.

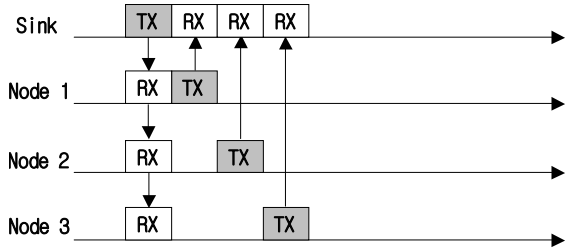
4.2.2 전력 소모

■ 수퍼프레임 주기 측면

(그림 10)과 (그림 11)에 Bluetooth 및 UPUS 프로토콜의



(그림 10) Bluetooth의 가상 링크 형성



(그림 11) UPUS의 가상 링크 형성

통신 방식(가상 링크 형성) 개념을 비교해 보였다. Bluetooth에서는 마스터와 슬레이브가 기본적으로 질의·응답 개념으로 통신하기 때문에 모든 참여 노드에게 수신과 송신을 위한 타임 슬롯 2개를 할당해야 하지만, UPUS에서는 모든 참여 노드가 수신을 위한 타임 슬롯은 공유하고, 송신을 위한 타임 슬롯만을 하나씩 할당한다. 이는 참여 노드의 의무 기간(duty cycle)을 약 절반으로 줄이는 효과를 낳고, 이는 곧 전력의 절약으로 이어진다.

■ 이미지 전송 측면

Blooth에서의 이미지 전송은 기본적으로 (그림 10)의 수퍼프레임 주기를 거쳐야 하지만, UPUS에서는 휴면 구간에 싱크 노드와 이미지 센서 노드 사이에 1:1로 이루어 지기 때문에 패킷당 수반되는 프로토콜 부담(overhead)이 거의 없어 전체적인 전송량이 적고, 따라서 에너지를 더 절약할 수 있다.

4.2.3 기타 비교 요소

여기서는 규격 제품으로서의 Bluetooth를 UPUS와 비교한다.

■ RF 특성

Bluetooth는 2.4GHz 영역의 RF 를 사용하는데, 이 RF의 가장 큰 특성은 직진성이 강하다는 데 있다. 강한 직진성은 장애물에 매우 취약하기 때문에 숲이나 구조물이 많은 지역에서는 통신이 곤란하다. 따라서, 산악 지역에 위치하는 스키장의 사각 지역 감시에 Bluetooth 규격 제품 그 자체로서는 적합하지 않다. 그러나, UPUS는 탑재된 RF 프로세서에 따라 다양한 RF를 지원한다. <표 2>에서 보인 바와 같이 이 연구에서는 장애물에 강한 900MHz RF를 사용하였다.

■ 통신 거리

Bluetooth는 10m 안팎의 비교적 근거리 영역에서의 클러스터 형성을 목표로 제안되었다. 반면에 UPUS는 통신 거리에 어떠한 제약 사항도 두지 않는다. 내부 실험 결과 보통의 숲속에서 30m 거리의 통신에 전혀 무리가 없는 것을 확인하였고, 이 연구에서의 설치 영역인 스키장 슬로프의 분기 지점에 맞닿은 지름 약 25m의 숲속 삼각 지역에서 통신이 원활하게게 이루어지고 있다.

■ 비용

Bluetooth 규격 제품을 이용하기 위해서는 Bluetooth 용으로 제작된 전용 RF 모듈을 이용해야 하지만 UPUS는 실험용 RF, 교육용 RF, 연구용 RF 등 어떤 플랫폼에도 용이하게 이식될 수 있어 RF 모듈 사용 측면에서 융통성이 매우 높고, 따라서 소요 비용이 낮다.

4.3 스키장 사각 지역 관리 시스템 시연

(그림 12)에 용평 스키장에 구축된 사각 관리 시스템을

(그림 12) 웹 기반 관제 센터 이미지 관찰 모습

운영하는 중앙 관제 서버의 웹 화면을 보였다. 이 화면은 (그림 1)의 서버(Server) 즉, 중앙 관제 서버에 의해 제공된다. 이 때, 관제 서버는 중앙의 관리실 뿐만 아니라 웹에 의한 접근도 가능하기 때문에, 사각 지역으로부터 주기적으로 전송되어오는 이미지 센서 노드들의 영상을 바탕으로, 어느 곳에서나 실시간적 사각 지역 감시가 가능하다.

5. 결 론

이 논문에서는 이미지 센서를 활용하여 사각 지역 을 감시하기 위한 효율적인 USN인 UPUS를 제안하여 구현했고, 현재 용평 스키장에서 실제 운영 중에 있다. 이 시스템에는 Bluetooth와 같은 표준화된 USN 제품 혹은 프로토콜을 적용할 수도 있겠으나, 전력 소모, 통신 품질, 소요 비용 등 몇 가지 측면에서 더 나은 USN 플랫폼 개발이 불가피하였다. 그 결과, Bluetooth 프로토콜의 시분할 기반 성형 토폴로지를 유지하면서 전력 소모를 더 줄이고, 특정 RF 장치에 종속되지 않음으로써 비용을 절감하며, 숲속의 장애에 강한 900MHz 등 다양한 RF를 사용할 수 있는 새로운 USN 플랫폼을 개발하게 되었다.

이 기술들은 강원도 소재 기업인 ㈜지엔에 이전되어 점차 확대되고 있는 스키장의 사각 지역 감시 시스템에 확대 적용될 예정이다. 이는 분명 지역 산업 발전을 위한 하나의 작은 기여가 아닐 수 없다. 또한, 이번에 구축된 스키장 사각 지역 감시 시스템에는 USN 활용 분야를 개척해야 하는 오늘날, 하나의 훌륭한 모범 사례로서의 충분한 가치가 있는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 정의민, 이형봉 외 2인, “USN을 이용한 스키장 사각지역 관리”, 한국정보처리학회 2008년 춘계학술발표대회, 제15권, 제1호, pp.520-521, 2008년 5월.

[2] W. Ye, J. Heidemann, and D. Estrin. “An Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks”, INFOCOM 2002, Vol.3, pp.1567-1576, June, 2002.

[3] Tijs van Dam, Koen Langendoen. “An Adaptive Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks”, SenSys'03, Los Agngeles, November, 2003.

[4] Joseph Polastre, Jason Hill, David Culler, “Versatile Low Power Media Access for Wireless Sensor Networks”, SenSys'04, Baltnore, November, 2004.

[5] 이형봉, 박래정 외 3인, “양방향 통신을 지원하는 시분할 기반 무선 센서 네트워크의 구현”, 한국정보과학회 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제14권, 제4호, pp.341-351, 2008년 6월.

[6] P. Levis, S. Madden, J. Polastre, R. Szewczyk, K. Whitehouse, A. Woo, D. Gay, J. Hill, M. Welsh, E. Brewer, and D. Culler, “TinyOS: An operating system for wireless sensor networks”, Ambient Inteligence, Springer-Verlag, 2004.

[7] Saurabh Ganeriwal, Ram Kumar, Mani B. Srivastava. “Timing-sync Protocol for Sensor Networks,” SenSys'03, Los Angeles, November, 2003.

[8] Miklos Maroti, Branislav Kusy, Gyula Simon, Akos Ledeczi. “The Flooding Time Synchronization Protocol,” SenSys'04, Baltimore, November, 2004.

[9] Specification of the Bluetooth System: Core(2001), http://www.bluetooth.org/

[10] Roberto Verdone, Davide Dardari, Gianluca Mazzini, Andrea Conti, Wireless Sensor and Actuator Networks-technolgies, analysis and design, Academic Press, pp.143-158, 2008.

이 형 봉

e-mail : hblee@kangnung.ac.kr

1984년 2월 서울대학교 계산통계학과(학사)

1986년 서울대학교 계산통계학(전산과학)과(석사)

2002년 강원대학교 컴퓨터과학과(박사)

1986년~1993년 LG전자 컴퓨터연구소 선임연구원

1994년~1999년 한국디지탈㈜ 책임컨설턴트

1999년~2003년 호남대학교 조교수

2004년~현 재 강릉원주대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야 : 임베디드 시스템, 센서 네트워크, 데이터 마이닝 알고리즘

정 의 민

e-mail : deanbong@kangnung.ac.kr

2000년 2월 강릉대학교 컴퓨터과학과(학사)

2005년~현 재 강원 임베디드 소프트웨어 연구센터 선임연구원

2007년~현 재 강릉원주대학교 전자공학과 석사과정

관심분야 : 임베디드시스템, 센서네트워크.

박 래 정

e-mail : ljpark@kangnung.ac.kr

1991년 서울대학교 전기공학과(학사)

1993년 KAIST 전기 및 전자공학과(석사)

1997년 KAIST 전기 및 전자공학과(박사)

1997년~2000년 LG 종합기술원 선임연구원

2001년~현 재 강릉원주대학교 전자공학과 부교수

관심분야 : 기계학습, 최적화, 임베디드 시스템, 센서 네트워크

문 정 호

e-mail : itsmoon@kangnung.ac.kr
1991년 서울대학교 제어계측공학과(학사)
1993년 KAIST 전기 및 전자공학과(석사)
1998년 KAIST 전기 및 전자공학과(박사)
1998년~2002년 삼성전자 중앙연구소 및 휴맥스 연구소 책임연구원
2003년~현 재 강릉원주대학교 전자공학과 부교수
관심분야 : 임베디드 시스템, 센서 네트워크, 디지털 제어

정 태 윤

e-mail : tychung@kangnung.ac.kr
1987년 연세대학교 전기공학과(학사)
1989년 연세대학교 전기공학과(석사)
2000년 연세대학교 전기컴퓨터공학과(박사)
1989년~1996년 삼성종합기술원
1996년~2001년 삼성전자 중앙연구소 책임연구원
2002년~현 재 강릉원주대학교 전자공학과 부교수, 강원 임베디드 소프트웨어 연구센터 센터장
관심분야 : 임베디드 시스템, 센서 네트워크, 영상 부호화