

# USN 을 이용한 스키장 사각지역 관리

정의민\*, 박래정\*, 이형봉\*\*, 문정호\*, 정태윤\*,  
\*강릉대학교전자공학과  
\*\*강릉대학교컴퓨터공학과  
e-mail : [deanbong@kangnung.ac.kr](mailto:deanbong@kangnung.ac.kr)

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

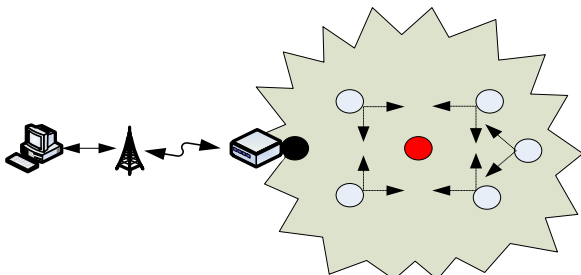
Ui-Min Jung\*, Lae-Jeong Park\*, Hyung-Bong Lee\*\*, Jung-Ho Moon\*, Tae-Yun Chung\*  
\* Dept. of Electrical Engineering, Kangnung National University  
\*\* Dept. of Computer Science & Engineering, Kangnung National University

### 요 약

이 논문은 강원도의 U-Sports 시범 사업 일환으로 진행된 강원도 용평 스키장의 사각지역 관리를 위해 적용된 USN기술을 소개한다. 스키장의 사각지역은 사람의 왕래가 뜸한 외각이나 관제의 시각 영역에서 벗어난 급경사 아래 지역 등을 말하는데, 이런 지역에서 사고가 발생하여 거동이 어려워지면 관제 센터에서 이에 대한 신속한 대응을 하기 힘들다. 이 논문의 사각지역 관리 시스템은 다섯 개의 이미지 센서 및 노드가 설치된 사각지역의 이미지를 USN을 통하여 중앙 관제 센터에서 주기적으로 관찰할 수 있을 뿐만 아니라, 사고 당사자가 주변에 설치된 긴급 버튼을 누를 경우에는 긴급 이미지가 관제 센터로 즉시 전송되어 신속한 구조를 가능하게 한다.

### 1. 서론

“언제, 어디서나, 무엇이든”이라는 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 산업 중심에는 늘 USN (Ubiquitous Sensor Network)이라는 핵심 기술이 위치하고 있다. USN은 최소한의 에너지를 소모하면서 최대한의 데이터를 전송하고 또한 가능한 한 높은 신뢰도의 데이터 전송을 하기 위해 노력한다. 이렇게 제한 사항이 많은 환경에서의 USN 기술에 대해 현재 활발하게 연구가 진행되고 있다.



(그림 1) 시스템 전체 구성도

이 논문에서 구현된 용평 스키장의 사각지역 관리 시스템은 강원도의 U-Sports 시범 사업의 일환으로 개발되어 현재 용평 스키장에서 유용하게 운용되고 있다. 그 전체적인 구성은 (그림 1)과 같다.

### 2. 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 (그림 1)에서 다섯 개의 노드들이 자신들이 촬영한 영상 이미지를 아무런 통제 없이 아무 때나 보낸다고 가정하면, 그 영상들은 충돌(collision)에 의해 제대로 전송되지 못한다. 이와 같이 무선통신에서는 충돌을 예방하는데 가장 많은 노력을 지불하는데, 여기에는 크게 경쟁기반방식과 시분할기반방식이 있다.

#### 2.1 경쟁기반 방식

대표적으로 사용되는 방식으로는 Listen과 Sleep을 주기적으로 반복하는 S-MAC[1], S-MAC에서 고정시킨 Listen 구간에 융통성을 부여한 T-MAC[2], 동기화를 요구하지 않고 CSMA에 충실한 B-MAC[3]으로 대표된다. 이들 방식은 구현이 간단하고 코드 사이즈가 작으며 MAC 계층으로서의 역할에 충실하여 보다 유연하고 잘 정의된 네트워크 계층을 구성하는 장점이 있으나, 긴급한 데이터 전송에 대한 시간 보장을 하지 못하며, 노드가 밀집된 지역에서는 back-off time으로 인해 많은 전력소모가 발생한다.

% 이 논문은 강원 임베디드 소프트웨어 연구센터의 지원으로 이루어졌음

2.2 시분할 기반 방식

시분할 기반 방식은 노드들의 엄격한 시간적 동기화를 필요로 하는데 TinyOS[4]에서 사용되는 TPSN[5], FTSP[6]과 같은 프로토콜이 그 대표적인 예이다. 모든 노드들은 물리적으로 매우 밀접한 클러스터를 형성해야 하므로 클러스터 간의 간섭 통제나, 클러스터 내의 노드들의 추가 또는 제거에 대한 부담이 커지기 때문에, 클러스터를 구성하는 노드 수에 상당한 제한이 있는 것이 보통이다. 그러나 네트워크 구성이 완료되면 충돌 방지 및 긴급데이터를 실시간으로 전송할 수 있고, 전력 소모를 최소한으로 줄일 수 있다는 장점이 있다. TDMA의 예로 Bluetooth[7]를 들 수 있는데, Bluetooth는 8 개 이내의 노드들이 마스터를 중심으로 물리적인 클러스터를 형성하여 무선 통신 네트워크를 형성한다.

3. 사각지역 관리를 위한 USN 프로토콜 설계

이 논문에서 사각지역 관리에 참여하는 다섯 개의 노드들은 Star topology로 구성되어 있고, 자신에게 주어진 시간 슬롯에만 통신을 하는 시분할 방식을 사용한다. 각 노드들의 시간동기화 방법은 주기적으로 싱크노드에서 전송하는 메시지를 수신할 때의 SFD를 기준으로 다음 주기를 계산하는 방법으로 자신의 시간을 자동 설정한다. 대용량 (이미지) 전송은 Inactive 구간에서 진행되므로 Star topology에 영향을 주지 않는다. 또한 호환성을 높이기 위해 별개의 프로토콜을 개발하여 다른 시스템에서도 사용할 수 있도록 설계하였다.

4. 사각지역 관리 시스템 구현 및 시연

이 논문에서는 용평 스키장의 사각지역 관리 시스템 개발을 위해 <표 1>에 제시된 사양의 노드 플랫폼과 <표 2>에 제시된 사양의 게이트웨이를 개발하였다. (그림 2)는 사각지역로부터 전달된 이미지를 관제 센터에서 관찰하고 있는 모습으로, 주기적인 이미지 및 호출버튼에 의한 긴급이미지가 설계 의도대로 모두 잘 전송되고 있음을 보여준다.

이 시스템을 2007 년 12 월 3 일부터 현재까지 가동하고 있는 바, 약 98% 이상의 이미지 수신 성공률을 보이고 있다.

<표 1> 노드 플랫폼 사양

항 목	사 양
MCU	Atmega2560 (7.3728MHz)
외부메모리	128KByte SRAM
RF프로세서	CC1100 (800 ~928MHz), 250Kbps, FEC
안테나	1/2 λ dipole
전원	AA 배터리 8 개 (3.6V)
이미지센서	320*240, 24bit JPEG coding

<표 2> 게이트웨이 플랫폼 사양

항 목	사 양
MCU	S3C2440 (ARM9, 400MHz)
서버통신	CDMA-1X(TCP/IP)
싱크노드통신	UART(115,200bps)
전원	AC220V



(그림 2) 웹 기반 관제센터 이미지 관찰 모습 (<http://220.73.93.44:8090/uis/jsp/web.jsp> 참조)

5. 결론

이 논문에서는 스키장의 사각지역 관리를 위해 이미지 센서 노드간 통신을 위해 시분할 기반 새로운 USN 프로토콜을 설계하고, 이를 구현하기 위해 노드 플랫폼 및 게이트웨이를 개발하였으며, 이 시스템을 용평 스키장에 설치하여 현재 운영 중에 있다. 이 논문의 의의는 기술적 측면에서는 효과적이지만 구현이 어려운 시분할 기반 MAC를 설계하여 실제 USN 시스템에 적용하였다는 점이고, 산업적 측면에서는 USN 기반 시스템을 개발하여 실제 환경에 적용함으로써 산업화의 가능성을 열었다는 점에 있다.

참고문헌

- [1] 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.
- [2] Tijs van Dam, Koen Langendoen. "An Adaptive Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks", SenSys'03, Los Angeles, November 2003.
- [3] Joseph Polastre, Jason Hill, David Culler, "Versatile Low Power Media Access for Wireless Sensor Networks", SenSys'04, Baltimore, November 2004.
- [4] TinyOS, "http://www.tinyos.net"
- [5] Saurabh Ganeriwal, Ram Kumar, Mani B. Srivastava. "Timing-sync Protocol for Sensor Networks", SenSys'03, November, 2003, Los Angeles, California, USA
- [6] Miklos Maroti, Branislav Kusy, Gyula Simon, Akos Ledeczi. "The Flooding Time Synchronization Protocol", SenSys'04, November, 2004, Baltimore, Maryland, USA
- [7] Specification of the Bluetooth System: Core(2001)