

CDMA 망을 이용한 스키장 슬로프의 무선 구간 기록 측정 시스템

정한수*, 박래정**, 이형봉*, 문정호**, 정태윤**
*강릉대학교 컴퓨터공학과
**강릉대학교 전자공학과
e-mail : chans2@kangnung.ac.kr

CDMA Networks-based Lap Time Measurement System for Ski Slope

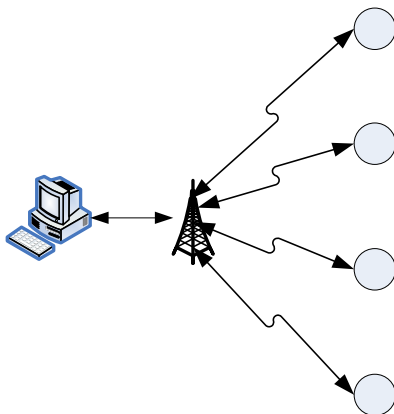
Han-Su Chung*, Lae-Jeong Park**, Hyung-Bong Lee*, Jung-Ho Moon**, Tae-Yun Chung*
*Dept. of Computer Science & Engineering, Kangnung National University
**Dept. of Electronics Engineering, Kangnung National University

요 약

본 논문에서는 2018 평창 동계올림픽 개최를 위해서 지능형 스키 경기장의 시범 사업 중의 하나로 구축된 CDMA 망 기반 구간 기록 측정 시스템을 소개한다. 구간 기록 측정 시스템은 슬로프 구간별로 설치된 동작 감지 센서로부터 활강 중인 선수의 구간 시간을 측정하고, 측정된 구간 시간 정보를 CDMA 망을 통해 중앙관제센터에 전송함으로써 기존의 수동측정 방식보다 더 정확하게 구간별, 위치별 기록 측정 정보를 제공할 수 있다.

1. 서론

모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여하여 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 환경을 만드는 USN(Ubiquitous Sensor Network)은 점차 그 응용 분야를 넓혀가고 있으며 관련 산업 또한 그 성장 가능성과 잠재력이 매우 높다. 최근 ‘유비쿼터스 동계 올림픽’ 실현을 위한 중심 과제로서 U-Sports 지능형 경기장 시스템이 구축되었으며, 그 세부 시스템으로서 무선망을 이용한 스키 경기의 구간 기록 측정 시스템이 용평 스키장에 구축되어 효과적으로 운용되고 있다. 그 전체적인 구성은 (그림 1)과 같다.



(그림 1)구간 기록 측정 시스템의 전체 구성도

2. 관련 연구

기록 경기에서 기록을 공인 받기 위해서는 정확한 계측 시스템이 중요하며 최근 기술발달로 센서를 이용하거나 무선화 작업이 이루어지고 있다. 기존의 기록 측정 시스템은, 카메라, RFID, 센서를 이용한 방식으로 나눌 수 있다. 일본 세이코(SEIKO)는 오사카 세계육상선수권 트랙종목 기록측정을 위해 ‘분할 비디오 시스템(Split Video System)’을 개발하여 초당 최대 2000 컷을 찍어 공식 기록 및 순위를 판독할 수 있게 하였다[1]. 미국 ChampionChip 시스템은 TI의 무선인식시스템(TIRIS)을 응용한 것으로, 매트속에 안테나를 설치하고 참가자가 안테나 매트위를 통과하면 운동화 또는 자전거에 부착된 칩 속의 Transponder가 고유의 인식번호를 보내 이를 컴퓨터가 읽어 시간과 함께 저장하여 지나가는 사람의 기록을 계측할 수 있는 장치를 개발하였다[2]. ChampionChip 시스템은 초당 32회(0.03125초) 신호를 송수신하며, 2.1미터 폭에 초당 32명의 참가자가 통과하는 것을 측정해 낼 수 있다. 한편, 기존의 스키 경기의 공인된 기록 측정 방식에서는 출발점과 결승점을 유선으로 연결하고 출발점에서 출발 동작을 감지하면 결승점과 동일한 타이머를 구동시켜 측정한다. 스키 경기의 구간 기록 측정은 각 측정 지점에 카메라를 장착하고 참가자가 지나가는 시점에 촬영된 영상을 기준으로 구간 기록을 측정하게 된다. 카메라를 이용한 시스템은 고가의 장비와 전문 운용요원이 필요하여 구축하거나 운용하기 어렵고, RFID를 이용한 계측은 오차율이 있으며 스키 경기처럼 넓은 폭의 필드에서 적용하기 어려운 면이 있다.

% 이 논문은 강원 임베디드 소프트웨어 연구센터의 지원으로 작성되었음

3. CDMA 망을 이용한 구간 기록 측정 시스템 설계

야외 환경에서의 동작과 구현의 용이성 측면에서 적외선 센서와 레이저 센서 등이 통과 여부 검출 센서로서 적당하다. 적외선 센서는 응답 속도가 낮아 최대 시속 약 21Km/h 이하에서만 적용 가능하여 스키 경기에는 적합하지 않으므로 본 시스템에서는 응답속도가 5,000Hz 인 레이저 센서를 사용하였다. 용평 스키장에 설치된 시스템에서는 총 4 지점(출발점, 제 1 중간지점, 제 2 중간지점, 결승점)에 센서 노드를 설치하여 두 중간 지점의 구간 기록을 추가로 측정 가능하게 하였다.

각 센서 노드가 구간 기록을 측정하기 위해서는 글로벌 시간과 시간 동기화 문제가 있다. 이를 위해 CDMA 모듈을 장착하여 CDMA 망에서 제공되는 글로벌 시간 정보를 이용하였다. 각 센서 노드는 CDMA 망을 통해서 초단위로 시간 정보를 얻을 수 있고 초당 약 125 번을 수행 할 수 있어 8ms 오차 이내로 시간 동기화가 가능하다.

또한 각 센서 노드는 동작온도 -20 ~ 70℃에서 온도 편차 20ppm XTAL 을 사용하여 시간이 지남에 따라 발생하는 Time drift 로 인해 시간 동기화 오차가 발생할 수 있어 주기적으로 동기화 작업을 수행해야 한다. 본 시스템에서는 50 초마다 한번씩 수행하여 1ms 오차 이내로 유지 할 수 있도록 하였다. 본 시스템의 최대 오차는 <표 1>처럼 9.2ms 이내이며 약 1/100 초 단위로 기록 측정이 가능하다.

<표 1> 시스템 오차

항 목	최대 오차
센서 응답시간 지연	< 200us
글로벌 시간 획득 오차	< 8ms
시간 동기화 오차	< 1ms
합계	< 9.2ms

경기자가 측정구간을 지나면 센서로부터 인터럽트가 발생하고, 동시에 해당 센서 노드는 시간 도장(Timestamp)를 찍은 후 그 정보를 CDMA 망을 통하여 서버로 전송하여 TCP/IP 지연시간에 따른 오차를 없앨 수 있다. 서버에서는 4 개의 센서 노드로부터 전송된 측정 시간을 저장하고 순차적으로 보여주게 된다.

4. 무선 구간 기록 측정 시스템 구현 및 시연

용평 스키장의 무선 구간 기록 측정 시스템 구현을 위해 <표 2>에 제시된 사양의 센서 노드 플랫폼을 개발하였고, <표 3>에 제시된 사양의 레이저 센서를 사용하였다. (그림 2)는 경기장에 설치되어 기록 측정하는 모습을 보여주고 있으며 웹 기반 관제센터에서 실시간으로 전송된 정보를 확인 할 수 있다.

이 시스템은 용평 스키장 핑크(Pink) 슬로프에서 성공적인 기록측정 테스트를 거쳐 레인보우(Rainbow) 슬로프에 설치하여 운용 중에 있다.

<표 2> 센서 노드 하드웨어 사양

항 목	사 양
MCU	S3C2440 (ARM9, 400MHz)
서버통신	CDMA-1X(TCP/IP)
OS	Linux: Kernel 2.4.XXX
전원	AC220V

<표 3> 레이저 센서 사양

항 목	사 양
모델명	LLS-1180L[3]
측정범위	50m
광원	가시레이저(적색), 660nm, 등급 2
전원	10 - 30V DC
응답속도(Hz)	5000Hz



(그림 2) 실제 경기에서 사용하는 모습[4]

5. 결 론

본 논문에서는 CDMA 망을 이용한 스키 경기의 무선 구간 기록 측정 시스템을 소개하였다. 레이저 센서와 CDMA 모듈을 장착한 센서 노드 플랫폼을 개발하고, CDMA 망에서 제공되는 글로벌 시간 정보를 기반으로 센서 노드간의 동기화를 수행함으로써 경기자의 구간별 통과 시점을 정확히 측정할 수 있도록 하였다. 개발된 시스템은 용평 스키장에 설치하여 현재 운영 중에 있다.

향후 개선점으로는, 획득하는 글로벌 시간 정보의 오차와 센서 노드간 동기화 오차를 줄이기 위해 CDMA 모듈을 GPS 모듈로 대체할 필요가 있다. 또한, 전원 공급이 없는 상황에서 휴대용으로 사용 가능하도록 저전력 설계가 필요하다.

참고문헌

- [1] 분할 비디오 시스템, "http://www.seiko.co.jp/en/experience/sports_timing/track.html"
- [2] ChampionChip, "<http://www.championchipusa.com>"
- [3] 레이저 센서 LLS-1180L, "http://www.contrinex.co.kr/product/product_01_05.asp"
- [4] 웹 기반 관제센터, "<http://220.73.93.44:8090/uis/jsp/web.jsp>"