

CDMA 망에 기반한 스키장 슬로프의 무선 구간 기록 측정 시스템

이 형 봉^{*} · 박 래 정^{**} · 문 정 호^{**} · 정 태 윤^{***}

요 약

이 논문에서는 2018 평창 동계올림픽 개최를 위한 사전 준비 및 지역 전략 산업 육성정책의 일환으로 추진 중인 강원도의 u-Sports 사업의 하나로 강원도 용평 스키장에 구축된 무선 구간기록 측정 시스템에 적용된 기술과 그 성과를 소개한다. 기록 측정이 필요한 슬로프 구간의 진입점과 진출점에 각각 레이저 센서를 설치하고 각각의 레이저 센서를 센서 노드와 유선으로 연결하여 스키 선수가 해당 구간에 진입하거나 해당 구간을 빠져나가는 순간 센서 노드는 이를 감지하도록 하였다. 각각의 센서 노드는 또한 모뎀을 통하여 CDMA 망에 연결되어 있어서 망을 통하여 NTP 서버로부터 표준 시간을 수신한다. 센서 노드는 분해능이 높은 내부 타이머를 CDMA 망을 통하여 수신한 표준 시간에 동기를 맞추는 NTP 알고리즘으로 기록 측정에 필요한 최소 10 ms의 분해능을 확보하도록 하였다. 각각의 센서 노드에서 측정된 시간 정보는 CDMA 망을 통하여 중앙 관제 센터에 전송된다. 이 논문에서 소개한 무선 구간 기록 측정 시스템은 고가의 장비를 필요로 하지 않으므로 비용이 저렴하며 이 시스템을 사용하면 기존의 수동 측정 방식을 사용한 경우보다 더 간편하게 중앙 관제 센터에서 구간별 기록 정보를 획득할 수 있다는 장점이 있다.

키워드 : 강원도 평창, u-Sports, 스키장 슬로프, 무선 구간기록 측정, CDMA

A CDMA Network-based Wireless System for Measuring Lap Time on a Ski Slope

Hyung Bong Lee^{*} · Lae-Jeong Park^{**} · Jung-Ho Moon^{**} · Tae-Yun Chung^{***}

ABSTRACT

This paper introduces a pilot CDMA network-based wireless lap time measurement system set up on a ski slope of Yongpyong Ski Resort. The wireless lap time measurement system is one output of U-Sports Project of Gangwon Province, which is intended for promoting local strategic business and preparation for hosting 2018 Winter Olympic Games at Pyeongchang. A pair of laser sensors is installed at the entry and exit points of a section requiring lap time measurement on a ski slope. Each laser sensor is connected to a sensor node via wire so that the sensor node can detect the time when a skier enters or exits the section. Also each sensor node is connected to a CDMA network via a modem and receives a standard time from a NTP server. Each node executes the NTP algorithm to synchronize its local time to the received server time. As a result of the time synchronization, the sensor nodes maintain its local time within a resolution of at least 10 milliseconds and transmit the time of detection to a central control center. While the wireless lap time measurement system introduced in the paper does not need expensive measurement equipment, the system allows the central control center to provide lap time records in a more convenient manner compared to conventional manual lap time measurement methods.

Keywords : Gangwon-do PyeongChang, U-Sports, Ski Slope, Wireless Lap Time Measurement, CDMA

1. 서 론

WSN(Wireless Sensor Network) 혹은 USN(Ubiquitous Sensor Network)으로 대변되는 오늘날의 인류 문명은 Mark Weiser가 1988년에 제시한 언제(anytime), 어디서나(anywhere),

무엇이든(anything) 얻을 수 있어야 한다는 시간과 공간의 초월을 추구하고 있다[1]. 이와 같이 시간과 공간의 초월이 가능하기 위한 가장 핵심적인 전제 조건은 무선통신이 가능해야 한다는 사실은 너무나 자명하다. 무선 통신 기술은 1896년 G. Marconi에 의해 발명된 단파 무선무선의 전송 기술[2]로부터 시작된 이후 근·현대 역사상 그 기원이 오래 되었다.

그동안 무선 통신 기술은 라디오, TV, 휴대전화 등 주로 일상생활과 밀접한 분야에서 발전해 왔고, 본격적인 유비쿼터스 시대를 위한 무선 통신 기술은 비교적 최근에는 활발하게 연구되고 있다. 그러나, 아직은 그 연구 결과의 성숙도가 낮거나 신뢰도가 낮아 일상 생활 관련 분야 이외의 유비

※ 이 연구는 강원 임베디드 소프트웨어 연구센터의 지원에 의해 이루어졌음.

† 종신회원: 강릉대학교 컴퓨터공학과 부교수

†† 정 회 원: 강릉대학교 전자공학과 부교수

††† 정 회 원: 강릉대학교 전자공학과 부교수(교신저자)

논문접수: 2008년 8월 6일

수 정 일: 1차 2008년 12월 2일

심사완료: 2008년 12월 11일

쿼터스 시대의 산업화까지는 활성화되지 못하고 다양한 분야에 대한 적용 가능성에 대한 모색이 이루어지는 단계를 지나고 있다.

이와 같이, 차세대 유비쿼터스 시대로의 접어드는 길목에서 핵심 기술을 개발하고, 그 기술이 산업화에 기여하고, 다시 그 결과가 다음 기술 개발을 위한 역량으로 이어지는 확대 재생산 순순한 고리의 구축은 국가의 선진화를 위한 필수 과제가 아닐 수 없다. 이런 맥락에서 이 논문은, 기 개발된 CDMA 무선 통신 및 동작 감지 센서 기술을 융합하여 제 3의 분야인 스키장의 구간기록 측정에 적용함으로써 관련 산업의 창출 및 새로운 기술 개발에 기여하고자 한다. 이를 위하여 2 장에서 연구 배경 및 관련 연구를 간략하게 고찰하고, 3 장에서 CDMA 및 동작 감지 센서를 이용한 스키장의 구간기록 측정 시스템을 구현하며, 4 장에서 구현 결과를 평가하고, 5 장의 결론으로 이 논문을 맺는다.

2. 연구 배경 및 기록 측정 관련 연구

2.1 연구 배경

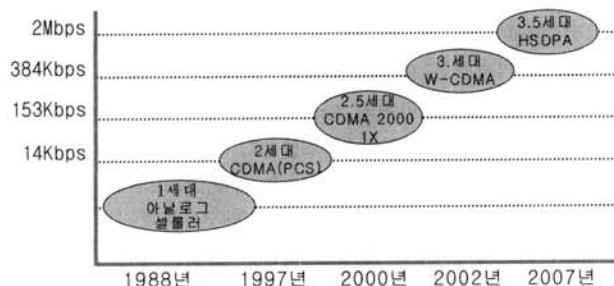
2.1.1 이동통신의 발전

우리나라의 무선통신 상용 서비스는 1982년 300Mhz 대역의 호출기(빠빠)로부터 시작하여 1984년 800Mhz 대역의 아날로그 카폰이 등장한 다음 이것이 확장되어 1988년부터 본격적인 개인 휴대 전화가 가능한 아날로그 셀룰러 서비스(1 세대)로 발전하였다. 1997년에는 CDMA 방식의 디지털 전송 방법이 개발됨에 따라 1.8GHz 대역의 PCS(Personal Communication Service) 서비스로 진화하였고(2 세대), 그 과정에서 아날로그 셀룰러 서비스는 1999년에 사라졌다. 1 세대 아날로그 셀룰러 서비스에서는 디지털 데이터 전송 서비스가 거의 없고, 2 세대 PCS 서비스에서는 약 14Kbps의 전송 속도를 제공한다.

2000년부터 시작된 2.5 세대 이동통신 CDMA-2000 1X 서비스는 153Kbps를 제공하고, 그 이후 3 세대 W-CDMA는 389Kbps를, 2007년부터 개시된 3.5세대 HSDPA(high Speed Downlink Packet Access) 서비스에서는 2.45Mbps까지 가능하다[3]. (그림 1)에 국내 이동통신의 진화 과정을 요약해 보았다.

2.1.2 이동통신 응용분야의 확대 및 활성화

(그림 1)에서 보는 바와 같이 이동통신의 데이터 전송 속도가 향상됨에 따라, 그 응용분야 또한 고유 서비스였던 단



(그림 1) 국내 이동통신의 진화과정

순한 음성 전달 영역을 벗어나 메시지, 메일, 이미지, 음악 파일 전송 등의 부가서비스로 확대되었고, 최근에서 영상통화 서비스까지 가능하게 되었다. 이러한 이동통신 응용분야의 확대는 주로 SKT, KTF, LGT 등 대형 통신 사업자에 의해 가입자를 대상으로 이루어지고 있다.

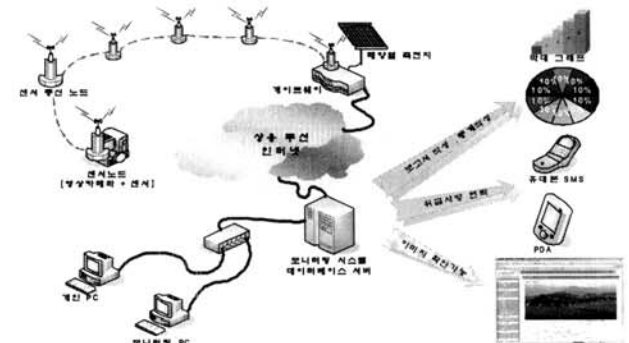
그러나, 이동통신망은 유비쿼터스 시대에 유선을 대신하는 기간망 역할로서 없어서는 아니될 매우 중요한 존재 의미를 갖는다. 즉, 이동통신망은 가입자를 대상으로 하는 고유의 전화 및 부가 서비스 기능 외에도 USN 산업을 지탱하는 하나의 중요한 축을 이루고 있는 것이다. (그림 2)의 전형적인 USN에서 보는 바와 같이, 외부와의 통로 역할을 담당하는 게이트웨이는 주변의 네트워크 상황에 따라 이동통신망의 데이터 전송 서비스를 이용하는 경우가 많다.

이동통신망의 데이터 전송속도가 향상될수록 유비쿼터스 산업에서 그 활용 가능성은 더욱 높아질 것임은 자명하다. 따라서, 다양한 분야에서 이동 통신망을 적용하려는 시도는 관련 산업의 활성화 뿐만 아니라 유비쿼터스 시대의 선도에 기여할 수 있을 것이다. 이러한 기술 진화 및 산업 활성화 추진 맥락에서 이 논문은, 강원도가 시행한 시범사업 “u-Sports 지능형 스키장 시스템 구축”[4] 사업의 구간 기록 측정 시스템을 위한 CDMA 망의 활용 내용[5]을 다룬다.

2.2 기록 측정 관련 연구

시간 기록 경기에서 기록을 공인 받기 위해서는 정확한 측정 시스템이 중요하고, 그러한 측정 시스템은 경기 조직 위원회 등 관련 기관의 공인을 필요로 한다. 일본 세이코(SEIKO)사는 2007년 8월 열린 오사카 세계육상선수권대회 트랙 종목 기록 측정을 위해 출발점과 도착지점이 유선으로 연결된 ‘분할 비디오 시스템(Split Video System)’을 개발하여 초당 최대 2000 컷을 촬영하여 공식 기록 및 순위를 판독할 수 있게 하였다[6].

미국의 ChampionChip사는 TI(Texas Instruments)사의 무선 인식 시스템인 TIRIS(Texas Instruments Registration and Identification Systems)을 응용하여 매트속에 안테나를 설치하고, 선수가 안테나 매트위를 통과하면 운동화 또는 자전거에 부착된 칩 속의 transponder(RFID)가 고유의 인식번호를 보내 이를 컴퓨터가 읽어 시간과 함께 저장하여 지나가는



(그림 2) 전형적인 유비쿼터스 환경의 예

사람의 기록을 계속할 수 있는 장치를 개발하였다[7]. 이 시스템은 초당 32회(0.03125초) 신호를 송수신하며, 2.1미터 폭에 초당 32명의 참가자가 통과하는 것을 측정해 낼 수 있다.

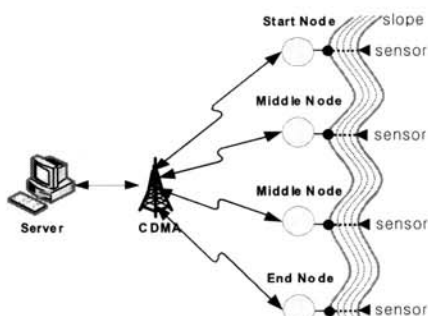
위와 같이 기록 측정 시스템은 최근 무선 통신 및 센서 기술의 발달로 진화하고 있다. 그러나, 전통적으로 육상이나 스키 등 장거리이면서도 정밀한 시간 기록 측정이 요구되는 시스템에는 유선으로 연결된 카메라 시스템이 사용된다. 스키 경기에서의 공인된 기록 측정 방식의 경우, 출발점과 결승점을 유선으로 연결하고 출발점의 출발 동작 감지에 의해 결승점과 동일한 타이머를 구동시켜 측정한다. 특히, 스키 경기의 구간 기록 측정은 각 측정 지점에 유선으로 연결된 카메라를 장착하고 참가자가 지나가는 시점에 촬영된 영상을 기준으로 이루어진다. 이와 같이 카메라를 이용한 시스템은 고가의 장비와 전문 운영요원이 필요하여 구축 및 운용이 어렵다. 카메라를 대체하는 방안으로 RFID 기술을 들 수 있는데, 이 계측 방식은 오차율이 크고, 스키 경기장처럼 넓은 폭의 필드에서는 적용하기 곤란한 측면이 있다.

3. CDMA 망을 이용한 스키장 슬로프의 무선 구간 기록 측정 시스템

이 논문에서는 스키 경기의 구간기록 측정을 위해 고가이면서 운영과 관리 비용이 큰 카메라 장비를 대체하는 방안으로 동작 감지 센서와 현재 보편화되어 있는 2.5세대 CDMA 망을 활용하는 무선 측정 시스템을 구현한다. 스키 경기에서 구간기록은 공식기록에 포함되지 않고, 방송의 해설을 돕거나 과학적 훈련을 위한 참고 자료로 활용되기 때문에 시스템 도입에 따른 복잡한 공인 절차는 요구되지 않는다.

3.1 무선 구간기록 측정 시스템의 구성

무선 구간 기록측정 시스템은 (그림 3)과 같이 스키장 슬로프의 주요 지점에 선수의 진입과 진출을 탐지하는 센서와 연결된 노드들과, 진입 및 진출 시각을 전달하는 CDMA 기간망, 그리고 노드들로부터 시각을 수신하여 구간기록을 계산하여 그 결과를 웹으로 서비스하는 서버로 구성된다. 이때, 구간기록은 하위 노드와 상위 노드의 센서 탐지 시각간의 차로 계산되고, 각 노드들은 탐지 시각을 자신의 내부 시간을 기준으로 전송하기 때문에 노드들 간의 시간 동기화



(그림 3) 무선 구간기록 측정 시스템 구성도

가 구간기록 측정의 정밀도를 좌우한다.

3.2 무선 구간기록 측정 시스템의 구현

3.2.1 구간 진입 및 진출 감지 센서

진입 및 진출 감지 센서는 기본적으로 (그림 4)와 같이 한 쪽에는 발신부, 다른 한 쪽에는 수신부를 설치하여 선수가 지나가는 시점을 감지하도록 설계하였다. 여기에 적합한 센서로서 눈보라 및 지형적 굴곡과 경사 등 열악한 야외 환경에서의 동작 성능 및 설치의 용이성 측면에서 적외선 혹은 레이저 센서가 적당한 것으로 판단되었다. 그러나 적외선 센서의 경우 적외선 수광부의 적외선 변화에 대한 반응 속도가 낮아, 선수가 21Km/h 이상 속도로 진행할 경우 감지하지 못하는 제한점이 있기 때문에 레이저 센서를 선택하였다. 보통 국제 스키 경기에서 선수의 속도는 100Km/h에 근접한다. <표 1>에는 이 논문에서 사용된 레이저 센서[8]의 사양을, (그림 5)에는 그 실제 모습을 보였다.

3.2.2 센서 노드

(그림 4), (그림 5)의 레이저 센서 수신부의 출력단은 발신부의 레이저가 수신되는 동안에는 0V, 차단되고 있는 동안에는 5V의 펄스를 출력한다. 따라서, 이 논문에서는 그 출력단을 MCU가 장착된 <표 2> 사양의 센서 노드의 GPIO 핀에 연결하여 rising edge 인터럽트 발생원으로 설정하고, 해당 장치에서 인터럽트가 발생할 경우 가상 입력 데이터를 감시 프로세스에게 전달하는 리눅스 장치 구동기 모듈을 개발하



(그림 4) 구간 진입 및 진출 감지 센서 설치도

<표 1> 레이저 센서 사양

항 목	사 양
모 델	LLS-1180L
측 정 범 위	50m
광 원	가시레이저(적색), 660nm, 등급 2
전 원	10~30V DC
응 답 속 도	6,000Hz



(그림 5) 레이저 센서의 실제 모습

〈표 2〉 센서 노드 사양

항 목	사 양
M C U	S3C2440(ARM9, 400MHz)
X T A L	16MHz(20PPM)
메 모 리	Flash 64M, RAM 64M
운 영 체 제	Linux kernel 2.4.xxx
전 원	DC 5V(배터리) 혹은 AC 220V
외 부 통 신	UART

여 적재하였다.

3.2.3 센서 노드의 설치 및 기록 측정

<표 1>의 레이저 센서와 <표 2>의 센서 노드가 결합된 측정부를 (그림 3)과 동일한 모습으로 강원도 용평 스키장 레인보우 코스의 출발점, 제 1 중간 지점, 제 2 중간 지점, 결승점 등 총 4 곳에 설치하여 두 구간의 구간기록을 측정하도록 하였다.

이 때, 각 구간의 기록이 정확하게 측정되기 위해서는 진입 시각과 진출 시각이 전역적 기준으로 동기화 된 상황에서 측정되어야 하는데, 센서 노드들 사이에 시간 동기화를 이루기 위해 아래의 방법들이 사용될 수 있다.

(1) 노드들이 유선으로 통신하는 방법

유선 통신에 의한 방법은 전통적으로 사용되고 있는 방법으로 이 연구에서의 고려대상이 아니다.

(2) 노드들이 RF 무선으로 통신하는 방법

스키장의 굴곡과 경사, 나무 등에 의한 물리적 장벽, 눈에 의한 습기 등 다양한 장애 요소로 인해 USN용 RF(900MHz, 2.4GHz 대역) 통신이 불가능하기 때문에 이 방법 또한 사용될 수 없다.

(3) 각 노드들이 간접적으로 동기화를 이루는 방법

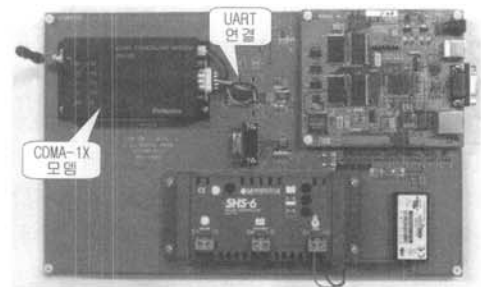
노드들이 직접적인 통신을 하지 않는다면 각 노드들은 외부에서 제공되는 제 3의 전역 시간을 기준으로 간접적 동기화를 이루어야 한다. 이를 위한 가장 보편적인 방법은 GPS를 사용하는 방안이다. 이 경우, 각 센서 노드에서 인지된 진입 및 진출 시각 정보는 이동통신망을 통해 관제센터(서버)에 전달되고, 서버에서는 진입 및 진출 시각을 고려하여 해당 구간의 기록을 산출할 수 있게 된다. 그러나, GPS를 이용하는 방법은 GPS를 위한 또 다른 장치 부착을 필요로 하므로 배제하고, 이 논문에서는 GPS와 유사하게 이동통신망이 제공하는 시간 정보를 활용하는 방안을 모색하였다.

3.2.4 CDMA 망을 이용한 센서 노드들의 시간 동기화

이 연구의 최종 목적은 (그림 3)과 같이 각 구간에서 측정된 시각을 관제센터로 전송함으로써 참관인 누구라도 웹을

〈표 3〉 이동통신망 접속 모델 사양

항 목	사 양
모 델	BCM-865
내 부 통 신	UART(RS232C) 115.2Kbps
데이터포맷	ASCII Hexa
명령어형태	AT Command Set(+Extended Set)
외 부 통 신	SKT, CDMA-1X
전 원	DC 5V



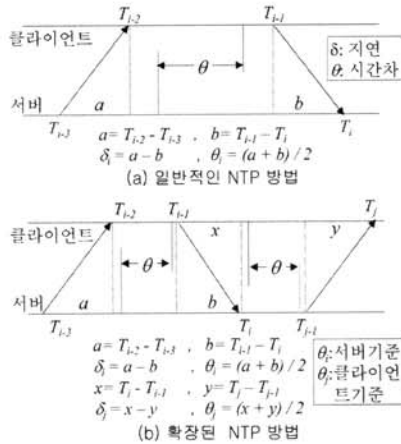
(그림 6) 센서노드(게이트웨이) 실제 모습

통해 실시간으로 구간기록을 열람할 수 있도록 하는 데 있다. 이 때, 구간 기록 측정 지점과 관제센터 사이의 통신 수단으로 CDMA 망을 선택하였다. 이를 위하여 센서 노드 사양을 이동통신망과 통신할 수 있는 게이트웨이 역할도 겸할 수 있는 수준(<표 2> 참조)으로 설계하여, <표 3>의 CDMA-1X 모델[9]과 연결하였다. (그림 6)은 CDMA-1X 모델이 장착된 센서노드 즉, 게이트웨이의 실제 제작된 모습이다.

CDMA 망과 접속된 센서노드들은 TCP/IP 프로토콜 및 NTP(Network Time Protocol[10])를 사용하여 관제 서버를 중심으로 시간 동기화를 이루도록 하였다. 즉, 관제 서버에 NTP 서버 모듈을 구현하고, 다른 센서노드들은 NTP 클라이언트로서 관제 서버의 시간을 따르도록 한 것이다. 이 때 어려운 점은, CDMA 망의 전송지연이 매우 불규칙적이고, 상·하 양방향의 통신 속도가 비대칭이어서 (그림 7)(a)의 일반적인 NTP 방법으로는 허용오차 10ms를 얻을 수 없다는 데 있다. 이를 해결하기 위해서 이 논문에서는 (그림 7)(b)와 같이 일반적인 NTP 방법을 확장하여, 서버 기준의 시간차(θ)와 노드 기준의 시간차(θ)를 동시에 구하여 두 시간차가 어느 정도 일치하는 NTP 패킷만을 수용하도록 하였다. 또한, PLL(Phase Locked Loop) 메커니즘으로는 단순히 최근 도달한 일정 수의 패킷만을 고려하는 이동 평균 방식을 적용하였다.

4. CDMA 망을 이용한 스키장 슬로프의 무선 구간 기록 측정 시스템의 평가 및 시연

CDMA 망을 이용한 무선 구간기록 측정 시스템을 평가하기 위한 가장 핵심적인 평가 지표는 노드들 사이에서 이루어지는 시간 동기화가 제공할 수 있는 정밀도에 있다.



(그림 7) 센서노드 시간 동기화를 위한 NTP의 확장

4.1 무선 구간기록 측정 시스템의 시간 정밀도에 미치는 오차 요인

CDMA 망을 이용한 무선 구간기록 측정 시스템의 시간 동기화 과정에서 발생하는 오차 요인으로 CDMA 망을 통한 NTP 시간 동기화 오차, 센서 노드 XTAL(크리스탈)의 발진 오차, 레이저 센서 응답 지연 시간, 센서 노드 인터럽트 지연 및 프로세스 처리 시간 등을 들 수 있다.

4.1.1 NTP 시간 동기화 오차

(그림 7)(b) 방법에 의한 NTP 시간 동기화의 정확도는 NTP 패킷을 수용하는 두 시간차 사이의 임계값 및 이동 평균을 위한 패킷의 수, 그리고 알고리즘 가동 주기에 따라 달라지는데, 이는 곧 시행착오를 거쳐서 결정되어야 할 최적화 문제로 남는다. 이 논문에서는 임계값으로 30ms를, 이동 평균을 위한 패킷 수는 50으로, 동기화 주기는 7초로 설정하였다.

4.1.2 센서 노드 XTAL의 정밀도

센서 노드에 사용된 XTAL은 <표 2>에 보인 바와 같이 20PPM 즉, 1 초당 20us의 오차를 허용한다. 이 연구에서는 XTAL로 인한 시간 뒤틀림 현상을 보정하기 위해 (그림 7)의 알고리즘을 7 초 주기로 가동시켰다. 이 경우 XTAL로 인한 최대 오차는 약 0.14ms가 된다.

4.1.3 레이저 센서 응답 시간 정밀도

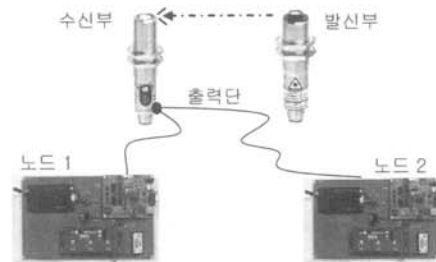
센서의 응답 속도가 6,000Hz(<표 1> 참조)이므로 센서 자체의 시간 정밀도는 0.15ms이다.

4.1.4 인터럽트 처리 지연 및 프로세스 처리 시간

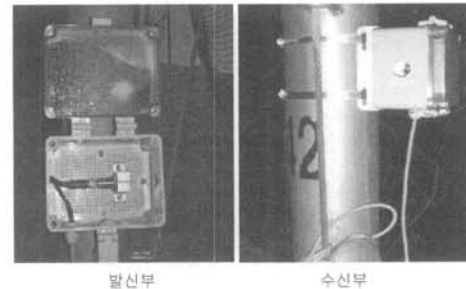
센서 노드 MCU의 처리 속도는 클럭 스피드가 400MHz(<표 3> 참조)이기 때문에 하나의 기계 명령어(instruction) 처리 시간이 0.0025us이다. 인터럽트 핸들러 및 문맥교환, 시간 설정 프로세스를 위한 기계 명령어(instruction) 스텝 수를 10,000 이하로 가정했을 때 전체적인 인터럽트 처리 지연 및 처리 지연 시간은 25us 이하이다. 이는 메모리 이외에 디

<표 4> 무선 구간기록 측정 시스템의 오차 요인

오 차 요 인	정 밀 도
NTP 알고리즘 오차	최적화
XTAL 발진 오차	0.140ms
레이저 센서 응답 시간	0.150ms
인터럽트 및 프로세스 처리 시간	0.025ms
총 합	< 10ms



(그림 8) 무선 구간기록 측정 시스템의 성능 평가 모델



(그림 9) 구조물에 레이저 센서가 설치된 모습

스크 등 다른 저장 장치를 사용하지 않기 때문에 가능하다.

위 4 가지 오차 요인을 <표 4>에 요약하였는데, 이 표에서 레이저 센서 응답 시간과 인터럽트 처리 및 프로세스 처리 시간은 모든 노드에서 거의 동일하게 이루어지고, 진입과 진출 두 시점 사이의 시간적 거리(offset)를 계산하므로 무시되어도 좋다. 결국 이 연구에서 제시한 무선 구간기록 측정 시스템에서는 XTAL로 인한 오차를 고려하여 서버와의 시간차를 얻어내는 NTP 알고리즘의 최종 정확도가 10ms(1/100 초) 미만이어야 한다.

4.2 무선 구간기록 측정 시스템의 성능(정밀도) 평가

CDMA 망을 이용한 무선 구간기록 측정 시스템의 성능 즉, 정밀도를 평가하기 위해 (그림 8)과 같이 실내에서 두 개의 센서 노드를 배치하고, 각각의 센서 노드에 동일한 레이저 센서 출력단을 연결한 하여 센서의 동작 감지 시간을 양 쪽 노드의 콘솔에서 확인할 수 있도록 배치하였다.

발신부와 수신부 사이를 부팅 후 5~40초 간격으로 임의의 시간에 다양한 방법으로 차단하는 실험을 2 시간 동안 336회 실시한 결과, 양 쪽 센서 노드에서 측정된 시간차가 최대 8ms를 넘는 경우가 관찰되지 않았고, 평균 2.684ms, 표준 편차 1.624ms 정도의 오차를 보이는 것으로 확인되었다.



(그림 10) 훈련 경기에서 무선 기록측정 시스템이 활용되는 모습

4.3 무선 구간기록 측정 시스템의 현장 설치 및 활용

설계된 무선 구간기록 측정 시스템은 2008년 2월 25일 강원도 평창군 용평 스키장의 레인보우 코스에 설치되어 선수 훈련용으로 사용되기 시작하였다. (그림 9)에는 레이저 센서를 주변 구조물에 부착한 실제 모습을 보였고, (그림 10)에는 실제 훈련 경기에서 기록을 측정하는 모습을 보였다. (그림 11)은 측정된 기록이 웹[11]으로 확인되는 모습이다.

5. 결 론

차세대 산업의 신성장 동력 한 가운데 유비쿼터스 산업이 자리잡고 있다. 유비쿼터스에 시대에 대한 개념 정립과 국부적인 기술 개발은 급속도로 이루어져가고 있으나, 안정성과 신뢰성 확보 측면에서의 미흡함이 유비쿼터스 산업의 본 궤도 진입을 주춤거리게 하고 있다.

위와 같은 고비 상황에서, 안정성과 신뢰성뿐만 아니라 편리성과 경제성까지 검증할 수 있는 새로운 적용 분야를 탐색하고 개척하는 일의 중요성은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 이러한 관점에서, 본 연구에서 제시한 스키장 슬로프의 무선 구간기록 측정 시스템의 성공적인 구축은 지역의 전략 산업을 이끌고 있는 한 지자체의 노력이 결실을 맺는 하나의 훌륭한 사례라는 점에서 큰 의의가 있다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] Mark Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century," *Scientific American*, pp.94-10, Sep., 1991.
- [2] 한국브리태니커, "http://preview.britannica.co.kr/spotlights/nobel/list/B07m0172b.html," 2008년 7월.
- [3] 조정형, "이동통신 20년, SKT 새역사 쓴다", 전자신문(http://www.etnews.co.kr), 2008년 6월 18일.
- [4] 강원도, "유비쿼터스 동계 올림픽을 위한 u-Sports 지능형 스키장 시스템 구축 사업 계획서", March, 2007년.
- [5] 정한수, 이형봉, 박래정 외 2인, "CDMA 망을 이용한 스키장 슬로프의 무선 구간기록 측정 시스템", 한국정보처리학회 학술발표대회 논문집, 제15권 제 1호, pp.921-922, May, 2008년.
- [6] SEIKO, "http://www.seiko.co.jp/en/experience/sports_timing/track.html," July, 2008년.
- [7] ChampionChip, "http://www.championchipusa.com," July, 2008년.
- [8] ㈜시티엑스 코리아, http://www.contrinex.co.kr/product/pdf/contrinex.pdf, August, 2008년.
- [9] ㈜벨웨이브 M2M, "BCM-865 Programmer's Guide V1.0.2," June, 2006년.

- [10] Mills, D.L. "Internet Time Synchronization: The Network Time Protocol," *IEEE Transactions on Communications COM* 39, No.10, pp.1482-1493, Oct., 1991.

- [11] 웹 기반 용평 스키장 관리 관제센터, "http://220.73.93.44:8090/uis/jsp/web.jsp, February, 2008년.



이 형 봉

e-mail : hblee@kangnung.ac.kr

1984년 2월 서울대학교 계산통계학과(학사)

1986년 서울대학교 계산통계학 전산과학과(석사)

2002년 강원대학교 컴퓨터과학과(박사)

1986년~1993년 LG전자 컴퓨터연구소 선임연구원

1994년~1999년 한국디지털㈜ 책임컨설턴트

1999년~2003년 호남대학교 조교수

2004년~현 재 강릉대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야: 임베디드 시스템, 센서 네트워크, 데이터 마이닝 알고리즘



박 래 정

e-mail : ljpark@kangnung.ac.kr

1991년 서울대학교 전기공학과(학사)

1993년 KAIST 전기 및 전자공학(석사)

1997년 KAIST 전기 및 전자공학(박사)

1997년~2000년 LG 종합기술원 선임연구원

2001년~현 재 강릉대학교 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 전자공학(석사)

1998년 KAIST 전기 및 전자공학(박사)

1998년~2002년 삼성전자 중앙연구소 및 휴맥스 연구소 책임연구원

2003년~현 재 강릉대학교 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 강릉대학교 전자공학과 부교수, 강원 임베디드

소프트웨어 연구센터 센터장

관심분야: 임베디드 시스템, 센서 네트워크, 영상 부호화