

운동 수행자 임베디드 모니터링 시스템 구현

*정재욱, 문제혁, 박성모

전남대학교 컴퓨터정보통신공학과

e-mail : kawaii79@ciscom.chonnam.ac.kr, munjjang@ciscom.chonnam.ac.kr

smpark@chonnam.ac.kr

Implementation of Embedded Monitoring System for athlete

*Jae-Wook Jung, Je-Hyuk Moon,

Seong-Mo Park

School of Computer Information and Communication Engineering

Chonnam University

요 약

인간의 운동에는 많은 적든 위협이 따른다. 운동중의 상해나 사고의 보고는 끊이지 않고 있으며 크고 작은 사고는 일상의 일이라고 해도 좋다. 운동 상해는 가급적 미연에 방지하는 것이 최선이나 발생된 상해라 하더라도 과학적으로 조사 연구하여 상해의 원인 및 치료의 근본적 대비책을 모색하는 것이 선수 자신의 체력 증진 및 기술 향상 못지 않게 중요한 것이다. 이렇게 운동 상해를 미연에 방지하기 위하여 측정 장비와 모니터링 필요성이 대두되었다. 이에 본 논문에서는 증가하는 운동 수행자들을 위한 운동 상해 가능성을 낮추어 줄 수 있도록 임베디드 시스템을 이용하여 인터넷 환경이 갖추어진 어떤곳에서라도 수행자들을 모니터링할수 있는 시스템을 구현하였다.

1. 서론

모든 운동은 근육의 경직과 불균형을 초래하는데 이는 반복적인 트레이닝과 근육 그룹의 편향적인 사용 또는 몸의 한쪽만을 사용하는데에서 온다. 예를 들어 달리기는 심장열 관계에 대단히 좋은 운동이지만 다리 뒤쪽의 근육을 지나치게 경직시키는 부작용을 가져오며 몸의 다른 부분에는 거의 효과가 없다. 이 근육의 강력한 짧아짐과 불균형적인 강화는 근육과 몸 구조의 불균형으로 이어진다. 이러한 특정 부위에 대한 운동은 거의 모든 스포츠에서 나타나고 있으며, 훈련량이 증가할수록 특정 부위만 더욱 단련됨으로써 그 외 다른 부위와의 불균형을 일으켜 상해의 원인이 되고 있다. 이런 운동 상해의 원인이 되는 불균형은 사람의 인지 능력으로는 결코 알아내기가 쉽지 않다. 이는 순간 지나가 버리는 운동 수행 모습의 포착으로 운동 수행의 정확성을 판단하기가 어렵다는 것이다. 이에 본 논문에서는 운동 상해의 일반적 원인이 되는 불균형을

최소화 시킬 수 있도록 Flexible 센서를 이용한 임베디드 모니터링 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 2-1에서 시스템 구성에 대해서 다루었고 2-2과 2-3에서는 각각 시스템을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어 대해서 살펴보고 3장에서는 구성한 시스템을 통한 실험과 그 결과에 대해서 서술하였고 4장에서 향후 연구 방향에 대해서 다루었다.

2. 본론

2-1 시스템 구성

운동 수행자 정보 모니터링 시스템은 임베디드 시스템, ADC Converter, Flexible 센서 보드 등으로 구성되는데 한백전자의 EMOOSII[1][2]와 확장 모듈인 EMP2CYC FPGA 모듈[3]을 이용 프로토타입 시스템을 구성하였다. 사용한 임베디드 시스템 개발보드 EMOOSII는 Intel Xscale PXA255 CPU, TFT-LCD, Memory를 장착하고 있다. 또한 2개의 10/100Mbps Ethernet 환경을 통해 네트

본 연구는 IDEC 톨 지원으로 수행되었음

워크 및 인터넷 환경의 응용 프로그램 환경을 개발 및 활용 할수 있고, USB(Host/Slave)가 내장되어 일대일 고속 통신이 가능하다. 확장 Module EMP2CYC FPGA 는 제안된 시스템에서 사용하게 될 센서의 정보 모니터링을 가능케 하는 Analog Digital Converter를 포함한다. 그림 1 은 제안된 시스템의 구성도를 나타낸다. 운동 수행자, 즉 센서를 이용하는 객체는 리눅스 시스템 탑재한 임베디드 시스템을 통해 값이 전달되는 센서를 부착하고 정밀한 작업이나 가시성이 낮은 작업들 즉 센서를 통한 모니터링이 요구되는 작업을 수행하게 된다. 이 센서의 값은 임베디드 시스템으로 입력되고 이는 인터넷을 이용하여 모니터링을 원하는 사용자에게 제공된다.

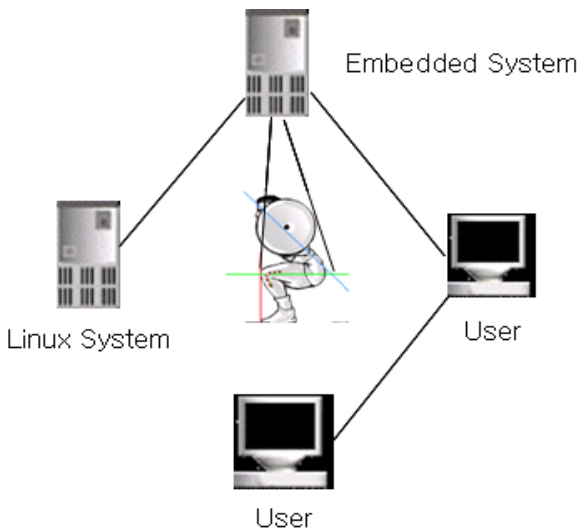


그림 1. 제안된 시스템 구성도

2-2 하드웨어

제안된 시스템에 필요한 하드웨어는 ADC, Flexible 센서 보드, 임베디드 시스템 등이 있다. HBE-EMP2CYC는 ADC와 DAC는 C8051이라는 디바이스를 통해 지원되며, 2개의 DAC 채널과 8개의 ADC 채널로 구성되어있다. 이 블록은 EMPOS2에서 직접 제어하고, 개발된 시스템에서는 이 장치를 이용하여 외부, 즉 센서로부터 값을 받아 들인다. 이 때 ADC 기능을 위한 특정 채널 2개를 이용하였다. C8051과 EMPOS2의 인터페이스는 PXA255의 GPIO로 연결되어 SPI 인터페이스로 구성되어 있다. C8051의 ADC/DAC 제어를 하기 위한 NSS 신호선은 데이터를 쓰거나 읽을 때 반드시 Low로 주어야 한다. 데이터는 읽거나 쓸때 SCLK에 동기하여 MOSI, MISO의 신호선으로서 인터페이스 된다. DAC는 전체 16비트로서 12비트의 DAC 값과 4비트의 채널 명령으로 구성되며, ADC는 첫 번째 16비트의 데이터중 4비트의 채널만을 가지고 해당하는 채널의 AD 값을 변환하여 실행하게 되고, 그 다음으로 출력

되는 SCLK 신호에 동기하여 MISO(RXD)를 통해 ADC 값을 전체 16비트로 송신하게 된다. 그림 2는 전체 시스템의 데이터 흐름도를 나타낸다.

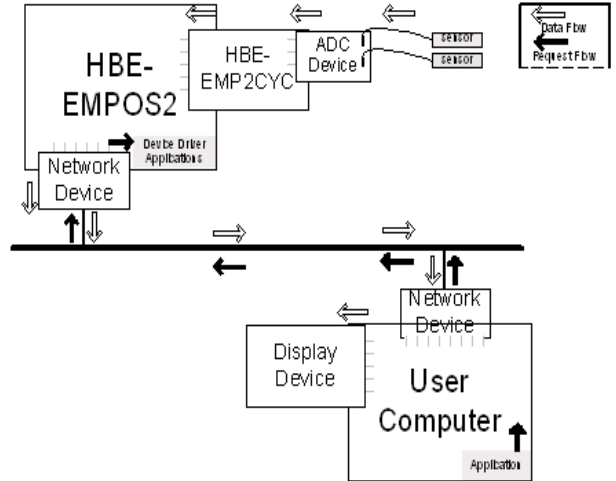


그림 2. 전체 시스템 데이터 흐름도

2-2-1 FLX-01 Flex 센서

Abrams Gentile Entertainment Inc.에서 개발한 Flex Sensors[4]는 구부러질 때 저항을 달리하는 독립적 컴포넌트이다. 구부러지지 않은 상태의 저항은 10,000Ω이고, 센서가 구부러짐에 따라 저항은 점진적으로 증가하고 90 degrees 일때 최고치로 30~40 KΩ 의 저항값을 갖게 된다. 이 센서는 커브가 형성하는 반경에 따라 360 degrees 이상으로 구부러질 수도 있다. 센서는 1/4 인치의 너비와 4*1/2 인치의 길이를 가진다. 이 센서의 응용분야[5]로는 Collision detection on mobile robots, VR Gloves and VR suits 응용 등이 있다. FLX-01 Sensor는 가변저항의 역할을 함으로써 외부 정보를 얻어낸다.

반면, ADC는 입력값으로 전압을 요구한다. 이 조건을 만족하기 위하여 그림 3과 같이 회로를 구성하였다. 입력 전압은 DC4.9V를 사용하였고, 이 값은 FPGA Module의 확장 포트를 통하여 얻을 수 있다. 이 전압값은 병렬로 연결된 39KΩ 저항값을 갖는 저항과 각각 직렬로 연결된 센서에 들어가게 된다. 이때 센서의 굽힘에 따라 변화하는 저항 값에 의하여 직렬에 연결된 센서와 39KΩ 저항 값의 저항의 사이에 값을 ADC 장치의 입력 값으로 넣어 주게 된다. 채널은 1번 채널과 8번 채널을 선택하였다.

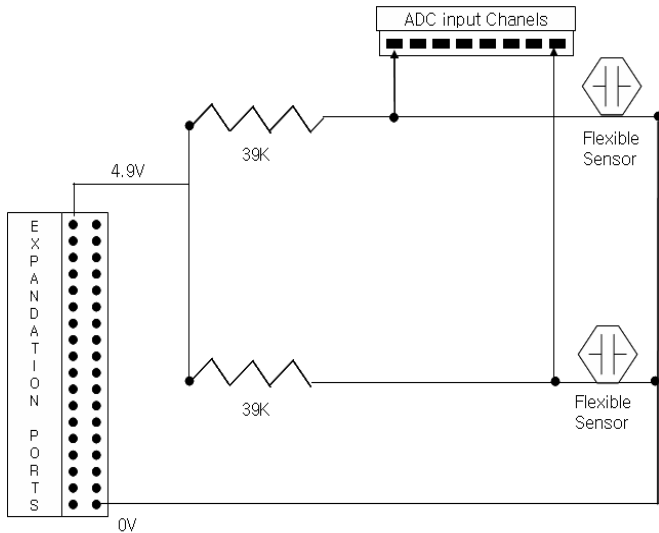


그림 3. Flexible Sensor 회로

2-3 소프트웨어

운동 수행자 모니터링 시스템은 운동 수행시의 유용한 정보를 모니터링 하는데 있다. 개발 프로그램 언어는 그래픽적인 응용 프로그램[6] 개발에 적합한 C#을 사용하였다. 여기서는 정보의 가독성을 더욱 높이기 위하여 Visual 하게 구현하였다. ADC의 샘플링 횟수 만큼 많은 정보는 필요하지 않기 때문에 타이머를 이용하여 정해진 간격으로 정보를 획득한다. 획득한 정보는 마지막에 선으로 그려줄 좌표를 설정하기 위하여 사용된다. 프로토타입 소스에 나타난 Point에는 모니터링 컴퓨터에 들어온 실제 값에 근사한 값을 이용한 좌표 값이 들어간다. PXA255 보드로부터 운동 수행자의 정보(운동 수행 각도)는 계속하여 모니터링 컴퓨터로 들어오게 되고, 응용 프로그램에서는 운동 수행자의 운동 Type를 결정한다. 예를 들어 "Squart"를 radio button에 의하여 선택하게 되면 운동 수행 중 양쪽 무릎에서 나타나게 되는 각도를 얻을 수 있게 되고, "Flat Bench Press"를 선택하게 되면 무릎의 정보 보다는 양쪽 팔꿈치에 나타나는 운동 수행 정보를 얻을 수 있게 된다. 즉, 선택된 운동 수행에 상응하는 센서의 정보만을 받게 된다. 이렇게 얻어진 값은 일정한 샘플링 횟수를 가지고 그래픽적으로 관찰자에게 보여질 뿐만 아니라, 내부적으로 좌우균형을 판별할 수 있도록 정해진 문턱치 값을 가지고 비교가 이루어지고 그 결과는 "Balance"라는 label에 "Yes","No"의 답을 할 것이고, 이는 다시 잘못된 운동 수행을 나타내는 "Posture"라는 label에 "Incorrect"라는 답을 나타낼 것이다. 그림 4는 모니터링을 원하는 사용자 측의 응용 프로그램이다. 모니터링을 원하는 사용자는 임베디드 시스템 응용 프로그램이 실행되는 IP주소와 그 프로그램이 묶인 포트를 입력하게 된다. 그 후에 가상의 데이터를 서버 측에 보내게 되고, 서버 측의 전송으로 인해 두 채널의 값을 받게 된다. 가중치를 가지고 합해진 두 값은

사용자 측의 응용 프로그램에서 다시 분리되고, 그 값은 다시 Graphic User Interface를 갖는 값인 휼 각도의 값으로 나타내기 위하여 연산을 취하게 되고, 이는 사용자에게 이해하기 쉬운 형태로 보여 지게 된다.

```

if( Can't open the device driver) then Quit this Program;
Server socket bind and listen and accept;
for(;;) {
  Read the analogue value from channel 1;
  Read the analogue value from channel 8;
  Summation tow acquired voltage values with weight;
  Wait to receive the no valuable data from the client (user program);
  Send the voltage values to client;
}
Close client socket;
Close device driver;
    
```

그림 4. 응용 프로그램

3. 구현

그림 5는 설계된 임베디드 시스템에서 운동 수행자를 대상으로 실제로 적용한 모습이다. 운동 수행자나 센서의 사용을 원하는 사람은 무릎, 팔꿈치, 어깨 등 다양한 신체 부위에 특정 움직임이 있는 객체에 적용을 원할 때 그 부위에 센서를 부착함으로써 이 시스템은 사용과 확장이 가능하다. 예를 들어 사람의 움직임을 모델링 하여 그 이해를 바탕으로 의학적으로 도움을 주고자 하는 분야나 스투디오 작업을 위한 이용이 가능하다.



그림 5. 설계된 임베디드 시스템의 적용

운동 수행자 모니터링 시스템[7][8]은 HBE-EMPOS2의 어드레스, 데이터 버스(16비트), 컨트롤 신호로 연결된 FPGA 모듈을 통하여 들어오는 어드레스 신호를 디코딩한다. 어드레스가 할당된 FPGA 보드상의 ADC 장치의 어드레스와 맞게 되면 데이터 버스에 ADC 장치의 특정 채널로 들어오는 값을 넘겨받는다. 운동 수행자나 센서의 사용을 원하는 사람은 무릎, 팔꿈치, 어깨 등 다양한 신체 부위에 특정 움직임이 있는 객체에 적용가능하다. 그림 6은 모니터링을 원하는 사용자 측의 응용 프로그램[9][10]이 실행된 모습이다. 이는 임베디드 시스템과 네트워크로 연결된 컴퓨터에서 사용가능하며 사용자에게 이해하기 쉬운 인터페이스를 제공한다. 사용자는 센서를 이용한 정보 모니터링 시스템이 구성된 임베디드 시스템의 서버 프로그램이 맞물린 IP 주소와 Port 번호를 이용하여 원하는 시간에 원하는 만큼 운동 수행자의 정보를 얻어낼 수 있다.

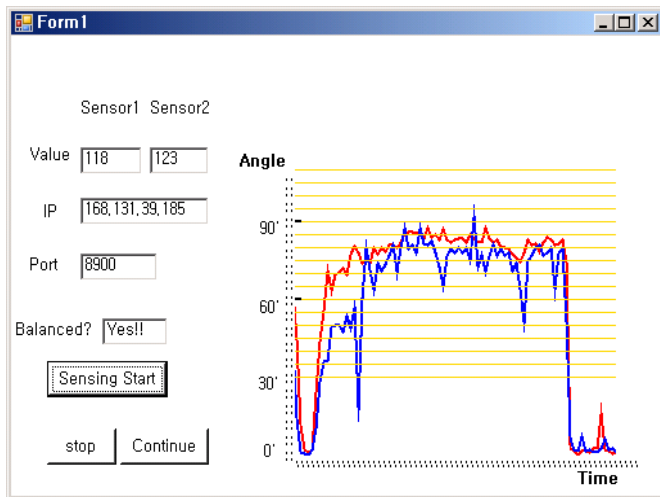


그림 6. 모니터링 프로그램 결과 모습

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 Flexible Sensor를 이용한 운동 수행자 모니터링 임베디드 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 네트워크를 통하여 정보를 전송할 수 있어서 네트워크 환경이 갖추어진 곳에서는 어디든지 운동 수행자의 정보를 모니터링 할 수 있다. 또한 모니터링 수행자는 Visual한 결과 화면을 볼수 있기 때문에 이 시스템은 사용자에게 높은 정보의 가독성을 지원한다. 하지만 운동 수행의 대략적인 모습을 넘어 의료, 체력 측정 기구 등의 정밀한 정보를 원하는 시스템에 적용하기 위해서는 하드웨어적으로는 더욱 세밀한 컨트롤러의 구현과 센서의 지원이, 소프트웨어적으로는 그에 상응하는 정밀한 보정이 동시에 요구된다.

참고문헌

- [1] (주) 한백전자 기술연구소, *임베디드 리눅스 시스템 HBE-EMPOS2*, 2004
- [2] (주) 한백전자 기술연구소, *HBE-EMP2CYC User's Manual*, 2004
- [3] (주) 휴인스, *Intel PXA255와 임베디드 리눅스 응용, 휴인스 설계 시리즈 제 3권*, 2004
- [4] 샘플전자, Flex Sensor, <http://sample.co.kr/flex/index.htm>
- [5] Stacy J. Morris, Joxeph A. Paradiso, *A shoe-Integrated Sensor System for Wireless Gait Analysis and Real-Time Therapeutic Feedback*, 2002
- [6] Levy Marcel Ingles Lorenzo, Jr. Dr. Bruce R. Lad, *INTELLIGENT MIDI SEQUENCING with HAMSTER CONTROL*, 2003
- [7] Aisguna. S, Chikamori. T, Shiraiishi. M, "Automatic deterioration monitoring system for tunnel wall using fusion sensors on a train - relation between train velocity and cross-correlation coefficient of interpolated crack images", *Industrial Technology*, 2002. IEEE, Volume 1, pp 416-420, Dec. 2002
- [8] Chaparadza. R. "On designing SNMP based monitoring systems supporting ubiquitous access and real - time visualization of traffic flow in the network, using low cost tools", *volumne2*, pp 6, Nov. 2005.
- [9] MSDN Magazine Windows Forms, *GUI 응용 프로그램 작성을 위한 최신 프로그래밍 모델*, 2001
- [10] Xiuhong. Li, Zhongfu. Sun, Tianshu. Huang, Keming. Du, Qian. Wang, Yingchun. Wang, "Embedded Wireless Network Control System: an Application of Remote Monitoring System for Greenhouse Environment", *IMACS Multiconference*, pp 1719-1722 Oct. 2006.