

## u-피트니스 시스템 기술

손재봉 | 박수준\* | 오승준 | 안창범 | 박호종 | 심동규

광운대학교, 한국전자통신연구원\*

### 요 약

u-헬스케어 분야의 한 부분을 차지하는 u-피트니스 시스템은 IT/BT기술이 이용된 대표적인 분야중 하나이다. 이 분야에 상용화된 몇 가지 u-피트니스 시스템의 제품을 소개하고, 사용된 기술의 동작 방법을 구현된 고령자 운동 가이드 시스템에 예를 들어 설명함으로써 이 분야 연구에 더욱 발전을 기대해보며 연구 방향에 대해 전망해 보고자 한다.

### 1. 서 론

삶의 질을 높이고자 하는 의식 수준의 향상과 IT/BT기술의 발전으로 u-헬스케어 시장의 높은 성장률을 보이고 있다. 의료서비스를 사용하는 사용자는 웰빙에 대한 관심이 고조되어 치료중심에서 예방과 건강관리 중심으로 변화가 일어나고 있으며, 만성 성인병환자의 증가 및 인구 고령화 시대에 해당 대상자들에 대한 인체정보의 지속적인 축적 및 관리의 필요성이 증대되며 언제, 어디서나 치료 가능한 서비스의 필요가 대두되어 u-피트니스 시스템이 주목을 받기 시작하였다. 기존의 피트니스 시스템은 주로 체중 감량에 초점이 맞추어져 있었으나, 이 시스템은 개인의 건강 목표 달성뿐 아니라, 가정 물리치료기기로 응용가능하다. 이러한 시스템의 요구에 발맞추어 인체의 건강정보를 시간과 공간의 제약 없이 수집, 처리, 전달 관리할 수 있게 만들어주는 센서 및 통신기술을 이용한 건강관리 시스템 개발이 활

발하게 진행되고 있는 상황이다. 따라서 본 기고에서는 u-피트니스 분야에서 사용된 센서 기술과 통신 기술 및 개발된 제품동향을 위주로 소개하고자 한다.

### II. 본 론

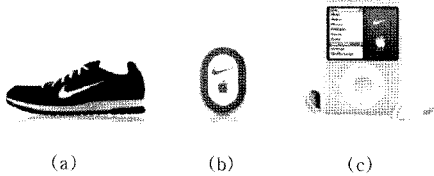
#### 1. u-피트니스 시스템

u-피트니스 시스템은 기존의 단순한 체중 관리를 넘어서 오락기능, 공동 참여기능, 재활치료까지 다양한 기능을 제공하고 있다. 기술적으로는 사용자의 동작 정보를 의미 있게 감지하고 통신망을 통하여 전송을 한 후 그에 따른 분석 및 가이드를 제시하는 구성을 가지고 있다. 센서부분에서는 가장 많이 사용되는 가속도 센서(Accelerometer)외에 자이로 센서(Gyro Sensor), 압력 센서(Pressure Sensor)등이 사용되며, 센싱된 데이터의 전송을 위하여 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)가 주로 사용된다. 최종적으로 사용자에게 가이드정보와 분석을 위해서 PDA, 콘솔 게임기, 전용 임베디드 시스템 및 PC도 사용되고 있는 추세이다. 아래에서 기존에 상용화되어 있는 제품을 소개하고 개발된 제품의 예를 들어 사용된 기술을 설명해 보고자 한다.

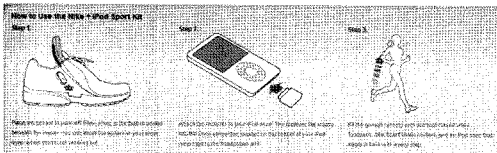
#### 2. Nike+iPod

나이키(Nike)와 애플(Apple)사가 제휴해 2006년 7월 미국에서 발매한 Nike+iPod 스포츠킷은 왼쪽 신발 바닥에 센서를 장착해 사용자의 주행상황을 측정하여 애플 iPod의 디스

플레이로 표시를 한다. 본 제품은 3가지 제품으로 구성된다. 먼저 (그림 1(a))의 Nike+Shoes는 신발 내부에 센서를 장착할 수 있는 포켓을 가지고 있는 특수한 신발이고, (b)는 신발에 장착되는 센서로서 움직임을 측정하는 가속도 센서와 데이터를 무선으로 전송하기 위한 블루투스 기반의 송신기를 내장한다. (c)의 iPod은 스포츠 키로부터 전송된 데이터를 수신하고 iPod의 액정에 표시하도록 하며, 데이터를 분석하여 실시간 정보를 음성신호로 출력한다. 또한 nikerunning 웹사이트에서 사용자가 자신의 주행 이력을 분석하거나 50Km까지의 주행 이력을 보고 비교할 수 있으며, 주행에 맞는 음악을 추천하기도 한다[1].



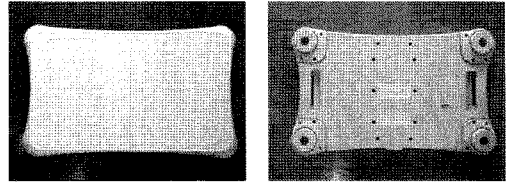
(그림 1) Nike+iPod 스포츠킷 제품 구성



(그림 2) Nike+iPod 스포츠킷 사용 예

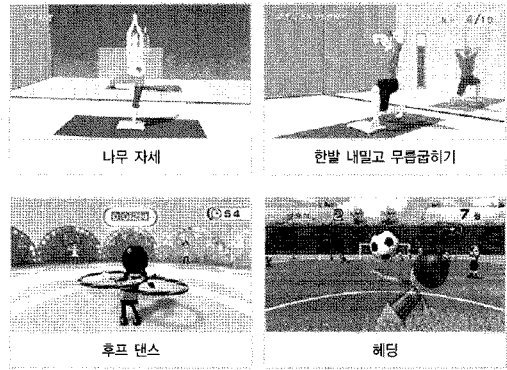
### 3. 닌텐도 Wii Fit

닌텐도(Nintendo)사에서는 2007년 12월 일본에서 밸런스 보드(Balance Board)를 이용한 Wii 콘솔 게임을 선보였다. 여기서 사용된 밸런스 보드는 (그림 3)과 같은 형태로 제작되었으며 블루투스 Service Discovery Protocol(SDP) 프로토콜 방식으로 데이터를 제공해 주며, 4개의 16비트 해상도의 압력센서를 내장하고 있다. 동작방식은 2바이트의 데이터와 6바이트의 보정(Calibration)값을 가지고 4개의 센서로부터 나오는 데이터를 보상(Interpolation)하여 체중 및 무게 중심을 계산하는 방식을 채택하고 있다.



(그림 3) Wii 밸런스 보드[2]

이러한 방식을 응용하여 Wii Fit 제품은 (그림 4)처럼 크게 요가, 근력 운동, 유산소 운동, 밸런스 게임 등의 트레이닝 장르를 지원한다.



(그림 4) Wii Fit 장르별 대표 트레이닝 콘텐츠[3]

## 4. 고령자를 위한 운동 가이드 시스템

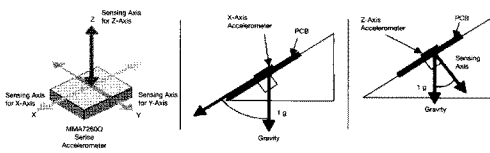
저자들이 소속된 광운대와 한국전자통신연구원에서는 2007년부터 고령자를 대상으로 하는 재활치료용 운동 가이드 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 가정이나 실버타운 등지에서 신체 동작 정보를 센싱하여 재활치료 기본 동작을 제시하는 아바타를 따라 치료 및 운동을 하도록 개발되었다.

### 4.1 시스템 구조

본 시스템에서는 3축 가속도 센서를 사용하여 머리와 팔다리에 센서를 부착 시키고 시스템에서 제공하는 아바타의 움직임을 따라 하면, 사용자 움직임에 따라 센서에서 나오는 신호를 지그비(Zigbee)방식의 네트워크를 통하여 시스템으

로 송신하여 정확한 동작을 요청하여 자세를 바로 잡아주는 구조로 되어 있다.

사용된 3축 가속도 센서는 X,Y,Z축에 대한 동적(Dynamic Acceleration)값과 정적(Static Acceleration)값을 센싱할 수 있으며, 지표면에서는 항상 지면과 수직 방향으로 약 9.8 크기의 중력 가속도(Gravity Acceleration)가 작용하고 있기 때문에 3축 정보를 이용하여 기울임(Tilt)값을 (그림 5)와 같은 방법으로 계산에 적용할 수 있다[4].



(그림 5) 중력 가속도를 이용한 기울임 계산

(그림 5)에서 2차 평면에서의 좌우 방향을 X축 상하 방향을 Y축이라 하고, 3차 평면에서 상하 방향을 Z축이라고 할 때 지면과 평행하게 정지한 상태에서는 Y축 자체가 지면에 수직인 방향이 되므로 Z축에서 측정되는 가속도의 크기가 약 9.8 이 되고, 다른 축의 가속도는 0이 된다. 다시 말해 센서가 상하, 좌우로 기울어지게 되면 가속도는 X축, Y축, 그리고 Z축 성분을 이용하여 기울어진 각도를 삼각함수를 통해 계산해 낼 수 있다. 단, 사용자가 급격하게 센서의 위치나 각도를 변화시키는 경우 중력 가속도 이외에 사용자의 움직임에 의한 동적 성분 역시 측정될 수 있다. 이렇게 계산된 기울어진 각도의 값이 실제보다 크거나 작게 나올 수 있는데 사용자의 움직임에서는 움직임을 시작할 때와 끝나칠 때 순간적으로 가속도가 크게 나오고 움직이는 도중에는 사용자의 움직임에 의한 가속도는 기울임 가속도 값과 섞이게 된다. 단, 움직임 도중에는 사용자 움직임에 의한 가속도 값은 크지 않으므로 거의 없다고 가정한다. 아래는 (그림 6)에서 식(1)~(5)까지의 방법을 이용하여 센서로부터 전송된 데이터 값으로 기울임 값을 계산하는 방법이다.



(그림 6) 기울임값 계산 방법

$$V_{OUT} = V_{OFFSET} + \left(\frac{\Delta V}{\Delta g} \times 1.0g \times \sin \theta\right) \quad (1)$$

where  $V_{OUT}$  = Accelerometer Output in Volts

$V_{OFFSET}$  = Accelerometer 0g Offset

$\frac{\Delta V}{\Delta g}$  = Sensitivity

1g = Earth's Gravity

$\theta$  = Angle of Tilt

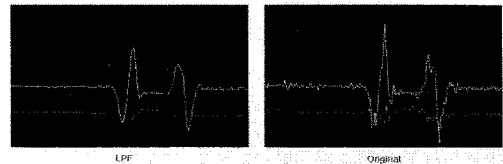
$$A_x = \sin \theta, \quad A_y = \cos \theta, \quad \frac{A_x}{A_y} = \tan \theta \quad (2)$$

$$\rho = \arctan \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right) \quad (3)$$

$$\phi = \arctan \left( \frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right) \quad (4)$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \right) \quad (5)$$

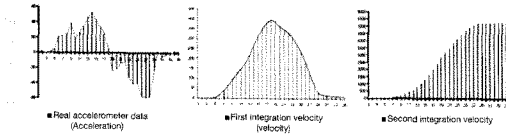
또한, 가속도 값은 센서 모듈에서 어느 정도 필터링(Filtering)을 한 상태이지만, 센서의 특성상 값이 민감하여 올바른 동작을 인식하기가 힘들게 된다. 따라서 (그림 7)처럼 평균 움직임 필터(Moving Average Filter)방식의 저대역 통과 필터(LPF)를 구현하여 동작을 인식하기 좋은 파형으로 변형시켜서 동작 인식에 사용하게 된다.



(그림 7) 필터 통과 전후값 비교

위치정보는 사용자가 움직였을 경우 얼마만큼 움직였는가에 대한 척도가 된다. 먼저 중력가속도로 인한 정적 가속도 값을 제외하고 사용자로 인해 발생하는 동적 가속도 값을

이용하여 적분을 시행하면 원하는 위치정보를 구할 수 있는데 이를 (그림 8)에 나타내었다.



(그림 8) 동적 상태에서의 적분 과정

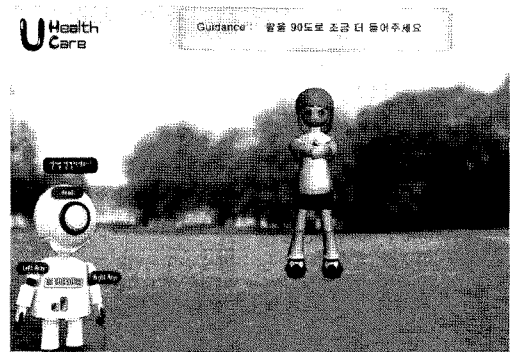
가속도 값에 대하여 2번을 적분하게 되면 속도에서 위치를 구할 수 있게 되는데 (그림 8)의 값은 기울임에 대한 정적 가속도 값이 포함되지 않은 경우이다. 위치 정보 계산에서 적분 방법은 아래 식(6)-(7)과 같으며 1차 적분을 통한 속도계산을 나타내었다.

$$\int_a^b f(x)dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n f(x_i) \Delta x \quad (6)$$

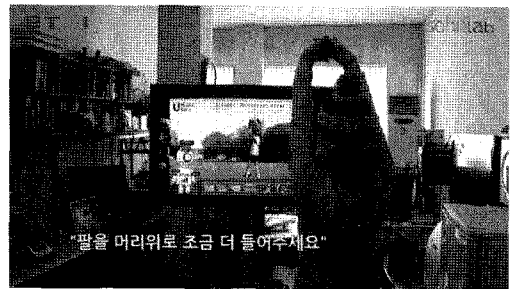
$$\theta = \arctan \left( \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \right) \quad (7)$$

#### 4.2 동작 화면

(그림 9)는 실제 시스템상의 화면 사용자 인터페이스(User Interface)이다. 화면 하단에는 메뉴를 담당하는 부분이고, 실제 아바타의 동작을 통해 가이드언스를 받도록 디자인되었다. 메뉴는 전체 상반신, 하반신, 허리운동으로 나뉘며 각 운동별로 반복횟수를 입력하여 동작하도록 구현이 되어 있다. 또한 미리보기 기능을 통하여 사용자가 운동의 방식을 직접 확인할 수 있다. 사용자가 운동을 시작하면 동작 중간마다 사용자의 움직임에 센싱한 값을 비교하여 올바른 자세를 유지할 수 있도록 안내문구와 동시에 동작을 표시하여 정확한 움직임을 안내하게 된다. (그림 10)에는 실제 시스템을 이용하여 사용자가 운동을 하는 화면을 나타내었다.



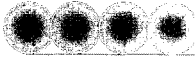
(그림 9) 시스템 동작 화면



(그림 10) 실제 운동 화면

### III. 결 론

미래에서는 의료수요의 증가와 고령화 사회 그리고 전반적으로 의료 서비스에 대한 기대수준이 향상되고, 기술적으로는 IT/BT 기술의 발전이 증가되어 이에 관련한 u-피트니스 분야에서도 많은 개발이 진행되고 있다. 센서와 USN 통신을 활용하여 다양한 u-피트니스 제품의 개발이 진행되고 있으며, 앞에서 보인 몇 가지 상용제품에서는 사회적 전반에 큰 파급효과를 보이고 있다. 따라서 이러한 기술을 이용한 의료서비스가 가까운 장래에 자리를 잡게 되리라 예상되는데, 본 논문에서는 IT/BT 기술이 결합된 u-피트니스 분야의 몇 가지 개발 제품을 소개해 봄으로서 국내에서도 더욱 활발한 연구가 이루어지기를 기대해 본다.



- [1] <http://nikerunning.nike.com>
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Wii\\_Balance\\_Board](http://en.wikipedia.org/wiki/Wii_Balance_Board)
- [3] <http://www.nintendo.co.kr/Wii/software/wiift/main.php>
- [4] <http://www.freescale.com>

**약 력**



**손 채 봉**

1993년 광운대학교 전자공학과 학사  
 1995년 한국대학교 전자공학과 석사  
 2006년 광운대학교 전자공학과 박사  
 2000년 ~ 2006년 한양여자대학 인터넷정보과  
 2000년 ~ 현재 주식회사 손랩 (대표이사)  
 2006년 ~ 현재 광운대학교 전자통신학과 (조교수)  
 관심분야: 유헬스케어 시스템, 헬스케어 표준 USN, 차세대컴퓨팅, HCI



**박 수 준**

1991년 University of Iowa Biochemistry B.S.  
 1994년 Lehigh University Computer Science M.S.  
 1994년 ~ 현재 한국전자통신연구원 (책임연구원, 라이프인포매틱스연구팀장)  
 관심분야: MPEG-7, HCI, Bioinformatics, Health IT



**오 승 준**

1980년 서울대학교 전자공학과 학사  
 1982년 서울대학교 전자공학과 석사  
 1988년 Syracuse University E.E, Ph.D  
 1992년 ~ 현재 광운대학교 전자공학과 (교수)  
 2002년 ~ 현재 SC29-Korea 의장 및 MPEG Forum 부의장  
 관심분야: 비디오 데이터 처리, 비디오 코덱 시스템, 비디오/영상압축, 멀티미디어시스템

**약 력**



**안 창 범**

1981년 서울대학교 학사  
 1983년 한국과학기술원 공학석사  
 1986년 한국과학기술원 공학박사  
 1986년 ~ 1991년 University of California, Irvine (연구 조교수)  
 1991년 ~ 1992년 생산기술연구원 (부교수)  
 1992년 ~ 현재 광운대학교 전기공학과 (교수)  
 관심분야: 의학영상시스템, 영상처리, 다차원 신호처리, 영상압축



**박 호 중**

1986년 서울대학교 전자공학과 학사  
 1987년 University of Wisconsin-Madison 전기 및 컴퓨터공학과 석사  
 1993년 University of Wisconsin-Madison 전기 및 컴퓨터공학과 박사  
 1993년 ~ 1997년 삼성전자 정보통신본부 (선임연구원)  
 1997년 ~ 현재 광운대학교 전자공학과 (교수)  
 관심분야: 음성/오디오 부호화, 오디오 내용 분석, 음성 품질 향상, 멀티미디어 방송



**심 동 규**

1999년 서강대학교 전자공학과 공학박사  
 1999년 ~ 2000년 (주)현대전자  
 2000년 ~ 2002년 (주)비로비전  
 2002년 ~ 2005년 Univ. of Washington  
 2005년 ~ 현재 광운대학교 컴퓨터공학과 (부교수)  
 관심분야: 영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터 비전

