

논문 2009-46SP-6-4

사용자의 활동과 자세에 의한 PDA의 백라이트 제어 기법

(Backlight Control on The PDA by A User's Activity and Posture)

백종훈*, 윤병주**

(Jonghun Baek and Byoung-Ju Yun)

요약

모바일 단말 환경에서 상황 인식 컴퓨팅 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술 중 하나이다. 상황 인식 컴퓨팅은 사용자의 활동에 따라 능동적으로 반응하는 컴퓨팅 응용들을 실현 가능하게 한다. 현재 모바일 단말은 데스크 탑 컴퓨터에 비해 사용자 인터페이스와 자원은 매우 제한적이다. 데스크 탑 사용자는 정지된 상태에서 사용자 인터페이스를 설계하는 반면에 모바일 사용자는 단말을 사용하는 동안 움직인다는 것을 가정해야 하기 때문에 기존의 대표적인 입출력 장치인 키보드와 마우스 같은 편리한 사용자 인터페이스를 제공할 수 없다. 본 논문에서는 인간이나 물체의 물리적인 활동 상태와 자세를 감지할 수 있는 가속도센서를 사용하여 모바일 단말에 적용함으로써 모바일 단말의 부족한 사용자 인터페이스를 보완하고 제한된 자원을 효율적으로 이용할 수 있는 지능형 제어 시스템을 소개한다. 제안된 시스템은 모바일 단말기 사용자의 활동 상태 (정적인 상태와 동적인 상태)와 모바일 단말을 보는 자세를 동시에 추정하였고, 그것의 응용인 지능형 제어 시스템은 사용자의 행동에 따라 모바일 단말기의 백라이트가 ON 또는 OFF 되는 것이다.

Abstract

In the mobile device environment, the context-aware computing has been emerging as a core technology of ubiquitous computing. Compared with a desktop computer, a user interface and resource of mobile device is very limited. Traditional desktop-based user interface has been developed on the basis that a user's activity is static state. In contrast, mobile devices are not able to utilize representative desktop-based interaction mechanisms such as a keyboard and mouse, not only because the activity of a user is dynamic state, but mobile devices have limited resources and small LCD display. In this paper, we introduce an intelligent control system for the mobile device that can utilize effectively the limited resource and complement the poor user interface by using an accelerometer being able to sense the physical activity and posture. The proposed system can estimate the user activity, static and dynamic states, and posture watching the PDA at the same time, and the proposed intelligent control system as its application, the backlight ON/OFF on the PDA, is run by the result of the user's behavior.

Keywords : Activity estimation, posture estimation, accelerometer, control interface, mobile device

I. 서론

모바일 컴퓨팅 기술의 발달로 PDA와 휴대폰과 같은 모바일 단말의 시장의 지속적인 성장이 계속되고, 사용

자들은 자신이 좋아하는 음악, 사진, 동영상 등과 같은 다양한 디지털 콘텐츠를 이동 중에도 즐길 수 있게 되었다.

그러나 모바일 멀티미디어 서비스를 위한 단말의 자원은 매우 제한적이고, 기존의 데스크 탑 컴퓨터나 노트북에서 사용되던 키보드나 마우스와 같은 UI(User Interface)를 제공할 수 없다^[1]. 그 대안으로 스타일러스 펜, 키패드와 입력 패널 등을 입력장치로 사용하며, 출력장치는 몇 줄의 문자와 간단한 이미지 및 동영상을 출력할 수 있는 소형 디스플레이를 사용한다. 그러나 모바일 단말에서 이러한 입력장치를 사용할 경우 이것

* 정회원, 삼성전자 DMC 부문 무선사업부
(Mobile Communication Division, Digital Media & Communications Business, SAMSUNG ELECTRONICS)

** 평생회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
(School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University)
접수일자: 2009년7월14일, 수정완료일: 2009년10월26일

의 작은 버튼을 여러 번 조작해야 하므로 시간지연이 발생할 뿐만 아니라 조작하기 어려운 문제가 있다. 따라서 모바일 단말의 자원을 효율적으로 이용하고 조작의 편리성을 위해 사용자의 현재 상태에 따라 능동적으로 반응하는 지능형 제어 인터페이스 기법이 필요하다.

상황인식 측면에서, 모바일 단말의 컴퓨터 응용들은 수동적이다. 즉 이들은 특정한 동작을 실행하기 전에 사용자가 키패드나 스타일러스 펜을 통해 입력하여 특정 이벤트를 전달하는 방식이다. 그러나 상황인식 응용들은 특정한 시간과 장소에 관계없이 사용자의 행동을 자동적으로 추정하여 현재 상태에 필요한 제어를 수행한다. 예를 들어 사용자가 걷는 상태에서는 모바일 단말의 백라이트를 끄고, 서있거나 앉아 있는 상태에서 모바일 단말을 보는 자세에서는 백라이트를 켜는 기능 등이다. 이러한 응용은 사용자와 모바일 단말간의 상호작용에 의해 사용자가 간편하고 편리하게 이용할 뿐만 아니라 모바일 단말의 배터리를 효율적으로 관리할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 모바일 단말의 부족한 사용자 인터페이스를 보완하기 위해서 가속도센서를 이용하여 사용자 활동 상태 추정 및 자세 모니터링 시스템을 구현하고, 모바일 단말의 제한된 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 지능형 전원 제어 시스템을 제안한다. 사용자의 활동 상태 추정 기법은 활동에 따라 적절한 멀티미디어 정보를 제공하고, 다른 센싱 기술과의 결합을 통해서 원격지에서 노인이나 어린이들의 위치 및 운동 상태, 건강 상태 등 모든 인체 활동을 포괄적으로 예측할 수 있다. 그리고 사용자의 자세를 추정하는 기법은 자세 교정 시스템으로 활동될 수 있고, 사용자의 활동 상태에 따라 올바른 자세를 유지하게 해 줌으로서 근육통증이나 피로 등을 줄일 수 있다. 이러한 사용자 활동 상태 추정 및 자세 모니터링 기법은 유비쿼터스 환경의 단말 핵심 기술로 이용될 것이다.

II. 이전 연구

사용자의 행동(활동과 자세)을 인지하기 위해서 물체나 인간의 물리적인 행동 상태를 감지할 수 있는 가속도센서를 사용한다^[2]. 가속도센서를 이용한 인간의 운동 상태 추정을 위한 대표적인 연구의 예로, Bao^[3~4], Mantyjarvi^[5], Randell^[6], Prakka^[7], Farrington^[8] 등이 있다. 이들의 연구들은 2축 또는 3축 가속도센서를 이용하거나 다수의 가속도센서를 사용자의 허리 또는 다양한

신체 부위에 부착하여 각각의 활동 상태에 대한 가속도를 수집하였고, 각 활동 상태에 대한 특징으로는 평균, RMS(Root Mean Square), 적분, 웨이블렛, FFT 등이 이용되었고, 분류기로는 신경망의 역전파 알고리즘을 사용한 MLP(Multi Layer Perception), C4.5, Meta-level classifier 등 다양한 방법이 사용되었다. 그러나 사용자의 활동 상태를 추정하기 위해 다수의 가속도센서를 사용하는 것은 현실적으로 구현하기 어렵고, 계산량이 많은 특징들이 분류기는 모바일 단말의 제한된 자원을 고려한다면 적절한 방법이 될 수 없다. 무엇보다도 가속도센서는 항상 사용자의 몸에 부착되어야만 한다는 제약이 있다. 이러한 점은 실생활에서 사용자의 불편함을 초래할 수 있고 사용자의 자세와 활동 상태를 동시에 검출하려면 멀티 센서를 사용해야만 한다.

본 논문에서는 이전 연구들의 제한된 환경을 극복하고 실생활에 적용하기 위해 가속도센서를 모바일 단말에 탑재하여 사용자의 불편함을 해소하고, 사용자의 활동 상태와 자세를 동시에 검출하는 상황 인식 시스템을 구현하였다.

III. 시스템 구성

그림 1은 본 논문에서 제안하는 사용자의 행동에 반응하는 모바일 단말용 지능형 제어 시스템의 구성도이다. 가속도센서의 출력은 모바일 단말에 탑재되어 사용자의 활동 상태와 자세에 따라 센서의 X축(수직 방향)과 Y-축(수평 방향)에서 얻어진다.

모바일 단말 사용자의 활동 상태와 자세 추정을 위한 상황 인식 시스템은 실시간으로 가속도센서의 출력 신호를 활동 상태 추정기와 자세 추정기로 각각 입력된다. 사

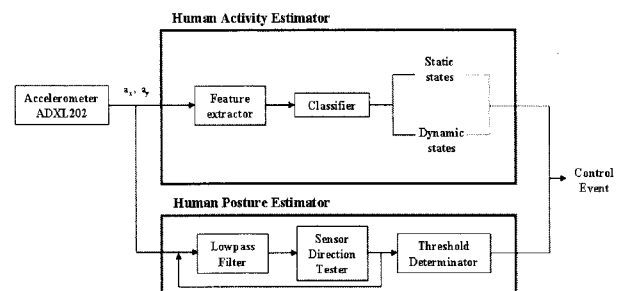


그림 1. 사용자 활동 상태와 자세 추정을 위한 상황 인식 시스템 구성

Fig. 1. An architecture of the proposed context-aware system for the user's activity and posture estimation.

용자 활동 상태 추정기는 입력된 가속도센서 신호를 특징 추출기에서 통계치를 이용하여 각 활동 상태에 대한 특징을 추출하고, 이를 입력으로 하는 분류기에서 사용자의 활동 상태를 추정한다. 사용자 자세 추정의 신호 처리 과정은 가속도센서 신호에서 사용자의 손 떨림이나 외부 조건 등에 의한 가속도센서의 반응을 줄이기 위해 저역 통과 필터를 통과하게 되고, 이들 신호는 사용자가 모바일 단말을 보고 있을 때 단말기의 방향이 올바른지를 검사하기 위해서 방향 검사기에 입력되고, 임계치 결정기는 사용자의 자세에 대한 각도의 범위를 결정하게 된다.

IV. 사용자 활동 추정

사용자의 활동 상태는 정적인 상태와 동적인 상태와 같이 크게 두 가지로 분류된다. 정적인 상태는 기본적으로 앉기, 서기, 눕기 등을 포함하고, 동적인 상태는 걷기, 뛰기, 계단 오르기, 계단 내려오기 등을 포함한다. 사용자의 신체의 일부분에 가속도센서를 부착하여 사용자의 활동 상태를 추정하는 기존의 연구들과 우리의 이전 연구^[9]에서는 다양한 활동 상태를 추정할 수 있지만, 본 논문에서는 가속도센서를 모바일 단말에 내장시켜 실생활에서 가속도센서의 착용으로 인한 사용자의 불편함을 최소화하여 사용상 편리함을 추구하는 것이 목적이므로 기존의 연구들 보다 다양한 활동 상태를 추정하기 어렵다. 따라서 본 연구에서 사용자 활동 상태 추정은 정적인 상태와 동적인 상태만을 추정하였다.

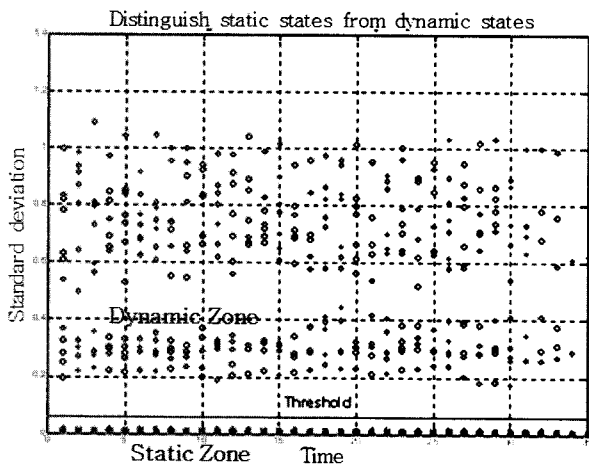


그림 2. 가속도 데이터의 크기에 대한 표준편차 값의 분포
 Fig. 2. Distribution of the standard deviation value for the magnitude of the acceleration data.

본 연구에서는 각각의 활동 상태에 대해 약 1분 동안 정적인 상태(앉기, 서기, 눕기)와 동적인 상태(걷기, 뛰기, 계단 오르기, 계단 내려오기)에서 훈련 데이터와 테스트 데이터를 수집했다. 가속도센서의 X-와 Y-축 가속도 데이터는 2초 간격으로 계산된다. 모바일 단말에서 가속도센서는 X-와 Y-축 각각 초당 20개의 가속도 데이터를 출력한다.

정적인 상태에서는 사용자의 신체를 거의 움직이지 않기 때문에 가속도센서의 출력 데이터의 분포는 각기 다른 특징 값에 집중적으로 분포되어 분산 또는 표준편차가 거의 '0'이다. 그러나 동적인 상태에서는 출력 데이터 값이 넓게 분포되어 있으므로, 분산 또는 표준편차로부터 정적인 상태와 구분된다(그림 2)^[9].

V. 자세 모니터링

본 논문에서 추정하고자 하는 사용자의 자세는 모바일 단말기를 이용하는 사용자가 가장 빈번하게 취하는 모바일 단말기를 보는 자세이다(그림 3). 그림 1에서 임계치 결정기는 그림 3과 같이 사용자의 자세에 대한 θ 의 범위를 결정하는 것이다. θ 는 모바일 단말기의 수평축(Y-축)과 지평면과의 사이 각을 의미한다.

만약 가속도센서가 이상적인 상태이면, 즉 가속도센서가 지평면과 수평이고 스케일 팩터(Scale factor)가 g 당 12.5 % 듀티 사이클(Duty cycle)로 변화, 가속도센서의 디지털 출력(X-와 Y-축)은 0g 이다. 그러나 가속도센서를 사용하는 응용들이 모바일 단말 상에서 실행될 때 가속도센서의 출력은 항상 일정한 레벨로 변화하지 않는다. 따라서 가속도센서의 제조회사에서는 캘리브레이션(Calibration)을 권유하고 있다. 정확한 캘리브레이션을 위한 방법은 가속도센서를 360° 천천히 회전시키고 $\pm 90^\circ$ 에서 측정하는 것이다. 표 1은 가속도센서를 중력을 통하여 $\pm 90^\circ$ 기울인 X-와 Y-축에서 변화하는 캘리브레이션

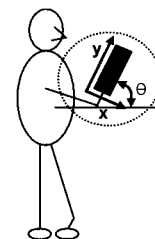


그림 3. 사용자가 모바일 단말기를 보고 있는 자세
 Fig. 3. Posture that a user is watching the mobile device.

표 1. 기울임에 반응하는 가속도센서의 출력

Table 1. Output of X- and Y-axis responding to changes in tilt.

Y-axis Orientation to horizon	X output		Y output	
	PWM (%)	Acceleration (g)	PWM (%)	Acceleration (g)
90	53.40	0.000	60.10	1.000
75	50.43	-0.232	59.69	0.961
60	47.41	-0.468	58.56	0.866
45	44.80	-0.672	56.73	0.713
30	42.77	-0.831	54.31	0.509
15	41.51	-0.929	51.54	0.276
0	40.60	-1.000	48.25	0.000
-15	41.36	-0.941	45.39	-0.240
-30	42.55	-0.848	42.58	-0.476
-45	44.72	-0.678	40.02	-0.692
-60	47.25	-0.481	38.17	-0.847
-75	50.19	-0.251	36.98	-0.947
-90	53.40	0.000	36.40	-1.000

표 2. 사용자 자세 추정에 대한 임계치

Table 2. Threshold value for a user's posture.

Posture	Min	Max	Mean	SD	Threshold value
Watching the mobile device	0.6260	0.7580	0.6853	0.0828	0.6388 < T < 7318

* min, max, mean and standard deviation values of Y-axis for each posture.

* SD: Standard deviation, T: Threshold value.

결과를 나타낸다. 실험결과는 수평축에 각 Y-축 방향에서 기록된다. 만약 가속도센서가 이상적인 상태이면, θ 가 $\pm 90^\circ$ 변화할 때 X-와 Y-축 모두 듀티 사이클은 62.5%에서 37.5% 변화된다. 그러나 본 실험에서는 X-축과 Y-축의 듀티 사이클은 각각 $(66.2 - 4.06) / 2 = 12.5\% / g$ 와 $(60.1 - 36.4) / 2 = 11.9\% / g$ 이었다.

사용자의 자세에 대한 θ 의 범위를 결정하기 위해서 10명의 실험 참가자들의 자세를 이용하여, 본 연구에서는 140 samples/sec 의 샘플링 율에서 약 3초 동안 가속도센서의 출력 데이터를 수집하였다. 사용자 자세의 수렴 여부를 결정하기 위해서 적절한 임계치를 조사하였다. 여기서 사용자 자세의 수렴은 식 1을 사용하여 임계치를 결정하였다.

$$\mu - z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < Threshold\ value < \mu + z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

여기서 μ 는 가속도센서 출력인 모집단의 평균, z 는 일반 분포, σ 는 모집단에 대한 분산, n 은 샘플 수이다.

전체 샘플들의 90% ($z = 1.65$)가 신뢰도 구간에 대해 사용되었다. 표 2는 신뢰도 구간의 결과를 보여준다.

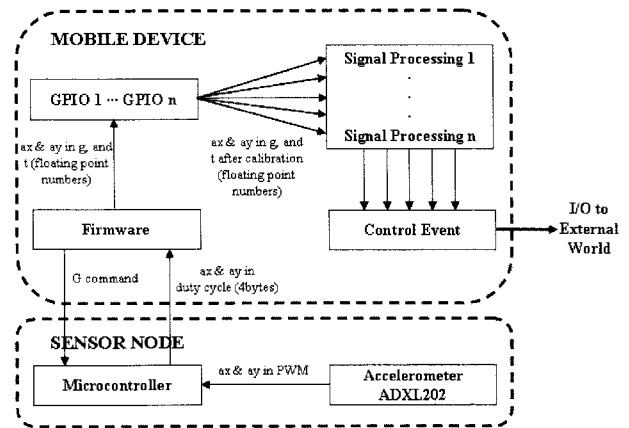


그림 4. 가속도센서를 탑재한 모바일 단말의 구조

Fig. 4. Architecture of mobile devices that embedded the accelerometer.

실험 결과를 통해서 모바일 단말을 보는 사용자의 자세에 대한 θ 는 약 $39.5^\circ \sim 46.8^\circ$ 이었다.

VI. 지능형 제어 시스템 구현

제한된 처리 능력과 자원을 가진 모바일 단말에서는 가속도센서의 적용으로 기대되는 효율을 높이기 위해서 가속도센서에서 출력되는 신호를 다양한 제어 인터페이스에서 동시에 이용할 수 있는 범용의 구조로 설계해야 한다. 그림 4는 모바일 단말에서 가속도센서를 범용의 목적으로 설계한 구조이다. 펌웨어(Firmware)는 가속도센서에서 검출된 데이터를 모바일 단말의 소프트웨어에서 사용하기 쉬운 형태로 전달한다. 신호처리 단계에서는 GPIO(General Purpose Input Output)를 통해 입력된 가속도센서의 데이터를 여러 응용에서 이용할 수 있도록 처리 및 가공하는 부분으로 가속도센서의 출력 신호를 범용의 목적으로 사용하기 위해 설계하였다.

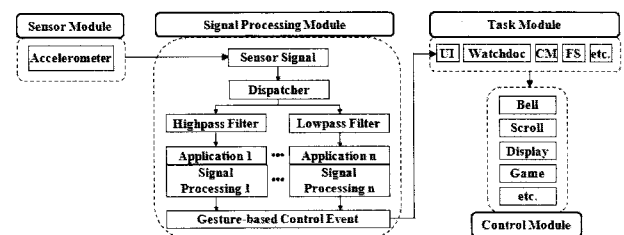


그림 5. RTOS 환경에서 가속도센서를 탑재한 모바일 단말기의 사용자 인터페이스를 위한 블록 다이어그램

Fig. 5. Block diagram for a user interface of mobile devices with the accelerometer in RTOS environment.

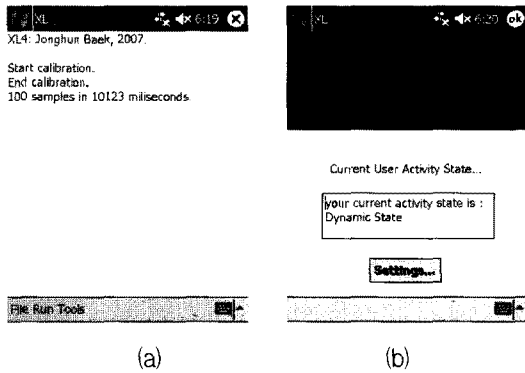


그림 6. PDA 상에 구현된 사용자 활동 상태 및 자세 추정에 대한 프로그램 실행 화면: (a) 초기 화면, (b) 사용자의 활동과 자세 추정 화면

Fig. 6. Running display of the user activity and posture estimation on the PDA: (a) Initial mode, (b) User's activity and posture estimation mode.

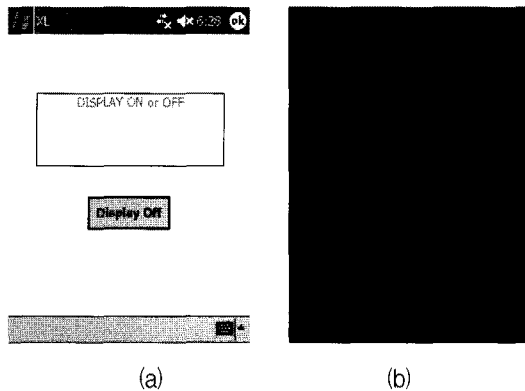


그림 7. PDA 상에 구현된 백라이트 On/OFF 기능의 실행 화면: (a) "backlight ON", (b) "backlight OFF"

Fig. 7. Running display of the backlight ON/OFF function on the PDA: (a) "backlight ON", (b) "backlight OFF".

그림 5는 RTOS(Real-Time Operation System) 환경인 PDA의 소프트웨어 구조에서 가속도센서를 통해 검출된 가속도센서의 신호를 처리하여 제어 이벤트로 전달하기 위한 신호처리 모듈의 구조이다. 검출된 제어 이벤트가 특정 응용에 직접 전달되지 않고 태스크에 전달하는 구조로 설계된 이유는 RTOS 환경의 소프트웨어 구조에서 가속도센서의 추가에 대한 오버헤드를 줄이기 위해 신호처리 모듈과 제어 이벤트의 응용 부분을 분리하였다.

사용자의 활동 상태와 자세라는 상황 정보를 이용하여 다양한 상황 정보의 응용들을 구현할 수 있다. 예를 들어 PDA 또는 휴대폰과 같은 모바일 단말기에서 동영상 서비스를 이용할 때, 사용자가 동적인 자세에서는 오디오 서비스만 제공하고, 정적인 상태이면서 모바일 단말기를 보는 자세일 때에는 영상과 오디오를 동시에 제공하는 응

용에 적용할 수 있다. 본 논문에서는 다양한 상황 인식 응용들 중 현재 모바일 단말의 제한된 자원, 특히 배터리를 효율적으로 사용하기 위해서 동영상 플레이 시 또는 일반 모드에서 자동적으로 사용자가 정적인 상태에서 모바일 단말을 보는 자세일 때는 모바일 단말의 백라이트를 ON하고 동적인 상태에서는 백라이트를 OFF하는 기능을 구현하였다. 그림 6과 7은 PDA에서 사용자 활동 상태와 자세 추정 프로그램과 이를 응용한 백라이트 ON/OFF 기능에 대한 실행 장면이다.

VII. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안된 사용자의 활동 상태 및 자세에 반응하는 지능형 제어 시스템을 모바일 단말기의 사용자 인터페이스에 응용하기 위해서 "백라이트 ON/OFF" 기능에 적용하였고, 이 기능을 사용하여 활동 및 자세에 대한 인식률이 측정되었다. 제안된 시스템의 성능 평가를 위해서 (1) 2 가지 활동 상태에서 피실험자가 PDA를 보려고 시도한 횟수와 PDA의 백라이트가 정상 작동(동적인 상태에서 "백라이트 OFF", 정적인 상태에서 "백라이트 ON") 되는 횟수 사이의 비율과 (2) 2 가지 활동 상태에서 약 1 분 동안 피실험자가 PDA를 지속적으로 볼 때 정상 작동 되는 횟수와 오작동이 발생하는 횟수 사이의 비율과 같은 두 가지 평가 항목을 사용하였다.

본 실험에는 총 8 명의 남성이 피실험자로 참여하였고, 그들의 나이는 23세에서 35세로 평균 26.5세이다. 피실험자들은 이 실험에 처음 참가하는 4명과 이미 실험에 참가한 4명으로 구성되었다. 실험 도중에 피실험자들에게 요구한 사항은 다음과 같다. 실험하는 동안 피실험자들은 PDA 상에 영화를 재생시켰고, 그들은 4가지 활동 상태(앉기, 서기, 걷기, 뛰기)에서 각각 10번씩 영화를 보려고 시도하였고, 또한 그들은 4가지 활동 상태에서 각각 3 분 동안 영화를 지속적으로 시청하려고 시도하였다. 이 때 사용자의 활동 상태와 자세 추정은 1초 간격으로 추정되었다.

표 3은 본 논문에서 제안된 지능형 제어 시스템의 성능을 나타낸다. 표 3 내의 두 숫자는 제안된 시스템에 의한 사용자 자세 인식의 성공 횟수와 실제로 피실험자들이 시도한 총 횟수이다.

실험 결과로부터 제안된 지능형 제어 시스템의 인식률은 유경험자와 처음 사용자에게 관계없이 98% 이상의 성공률을 보였다. 이러한 실험 결과는 사용자의 활동 및 자

표 3. 제안된 시스템에 의해 추정된 인식 결과

Table 3. Recognition results estimated by the proposed system.

Subjects	Conditions							
	Sitting		Standing		Walking		Running	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Adapted subjects	100% (40/40)	100% (720/720)	100% (40/40)	100% (720/720)	100% (40/40)	96% (693/720)	100% (40/40)	100% (720/720)
First-time subjects	100% (40/40)	100% (720/720)	95% (38/40)	99% (717/720)	98% (39/40)	94% (674/720)	95% (38/40)	100% (720/720)
Average	100%	100%	97.5%	99.8%	98.8	94.9%	97.5%	100%

세 기반 제어 인터페이스와 모바일 단말기의 제어의 편리성을 제공하는 기술의 관점에서 유용하다. 왜냐하면 모바일 단말기 상에서 제어 이벤트는 사용자의 활동 및 자세에 의해서 능동적으로 발생하기 때문이다.

VIII. 결 론

본 논문에서는 가속도센서를 이용하여 사용자의 활동 상태와 자세를 동시에 추정할 수 있는 기법을 소개하였고, 이를 모바일 단말의 부족한 사용자 인터페이스를 보완하고 제한된 자원을 효율적으로 제어하기 위하여 상황 인식 기반 모바일 단말용 지능형 제어 시스템을 구현하였다. 이 응용은 사용자가 정적인 상태이면서 모바일 단말기를 보는 자세일 경우에는 PDA의 백라이트가 ON 되고, 동적인 상태에서는 백라이트가 OFF 된다.

사용자 활동 상태 추정 기법은 기존의 연구들과 다르게 가속도센서를 사용자가 항상 휴대하고 있는 모바일 단말에 부착하여 그들의 활동을 추정하였다. 이것은 사용자 편리할 뿐만 아니라 가속도센서를 이용하여 다양한 모바일 단말용 제어 인터페이스를 구현 할 수 있어 유용할 것이다.

본 논문에서 제안한 사용자 행동에 반응하는 지능형 제어 인터페이스인 PDA 백라이트 ON/OFF 기능의 성능 평가에 대한 실험 결과로부터 그 유용성을 검증하고 모바일 단말의 제한된 자원이 배터리를 효율적으로 이용할 수 있다는 것을 증명하기에 충분한 성능을 보임을 실험적으로 증명하였다.

참 고 문 헌

[1] J. Lumsden and S. Brewster, "A Paradigm Shift: Alternative Interaction Techniques for

Use with Mobile & Wearable Device," In Proceedings of 13th Annual IBM Centers for Advanced Studies Conference CASCON'2003, pp. 97-110, 2003.

[2] A. Wilson and S. Shafer, "XWand: UI for Intelligent Spaces," In Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 545-552, 2003.

[3] L. Bao, "Physical Activity Recognition from Acceleration Data under Semi-Naturalistic Conditions," MS thesis, MIT Media Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, 2003.

[4] L. Bao and S. S. Intille, "Activity recognition from user-annotated acceleration data," *Proceedings 2nd International Conference on Pervasive Computing*, LNCS 3001, pp 1-14, 2004.

[5] J. Mantyjarvi, J. Himberg, and T. Seppanen, "Recognizing human motion with multiple acceleration sensors," *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 2, pp. 747-752, 2001.

[6] C. Randell and H. Muller, "The Well Mannered Wearable Computer," *Personal and Ubiquitous Computing*, pp. 31-36, 2002.

[7] J. Parkka, et al., "Activity classification using realistic data from wearable sensors," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 53, no. 1, pp. 133-139, Jan. 2006.

[8] J. Farrington, et al., "Wearable sensor badge and sensor jacket for context awareness," *In Proceedings of the 3rd International Symposium on Wearable Computers*, pp. 107-113, 1999.

[9] J. Baek, et al., "Accelerometer signal processing for user activity detection,"

*Knowledge-Based Intelligent Information and
Engineering Systems*, LNAI 3215, pp.
610-617, 2004.

저 자 소 개

백 종 훈(정회원)
대한전자공학회 논문지
제46권 SP편 제5호 참조

윤 병 주(평생회원)-교신저자
대한전자공학회 논문지
제46권 SP편 제5호 참조