

스마트폰 가속도 센서 기반의 돌발 상황인식 어플리케이션 개발[†]

(Smart phone Application Development for Aware of
Unexpected Conditions using Accelerometer Sensors)

차 경 애*, 여 선 동**

(Kyung-Ae Cha and SunDong Yeo)

요 약 스마트폰은 많은 사용자들이 일상의 대부분 시간에 소지하고 있는 모바일 기기이며 각종 센서를 통해서 획득되는 정보는 사용자나 스마트폰의 현황을 파악하는데 유용하게 사용될 수 있다. 따라서 스마트폰의 센서 정보를 활용한 다양한 어플리케이션이 개발되고 있다. 본 논문에서는 스마트폰의 가속도 센서 정보를 지속적으로 분석하여 갑작스러운 돌발 상황을 자동으로 감지하고 이를 사용자에게 즉시 알려주는 기능의 구현을 위한 기법을 제안한다. 또한 이를 적용한 스마트폰 어플리케이션을 구현하여 스마트폰의 추락, 도난과 같이 사용자가 인지하지 못하는 상황을 경보함으로써 효율적인 스마트폰 관리가 가능한 기능을 제공한다.

핵심주제어 : 스마트폰 가속도센서, 행동 인식, 돌발 상황 인식

Abstract A Smart phone is the one of the mobile devices widely used in our daily life. Moreover, various type of sensing data gathering from smart phone are effectively applicable to recognize of their users or smart phone status. Therefore, many smart phone applications based on sensor data have been actively developed. In this paper, we investigate an unexpected conditions recognition method using continuous sensing data from a single three-axis accelerometer. In addition, we implemented an application using the proposed method which provides the services notifying an abrupt changes of the smart phone conditions. By the experimented results, the application can be useful to protect the smart phone on the user's unaware conditions such as falling or a robbery case.

Key Words : Smart phone Accelerometer, behavior aware, recognition of unexpected conditions

1. 서 론

2000년대 후반부터 세계 휴대기기의 패러다임은 스

마트폰으로 전환되기 시작하였으며, 스마트폰으로 일상을 시작하고 마감하는 스마트폰 사용자들이 대부분이다[1]. 스마트폰은 통신이라는 본연의 기능 이외에 다양한 어플리케이션을 설치하여 활용할 수 있고[2], 각종 센싱 정보를 수집할 수 있음으로써 개인의 행동 양상 등을 파악할 수 있는 대표적 모바일 기기로 발전하고 있다[3]. 이에 스마트폰의 센서 정보를 활용하

[†] 이 논문은 2012학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

* 대구대학교 정보통신공학부(chaka@daegu.ac.kr)

** 대구대학교 정보통신공학부

여 사용자의 행동양식을 자동으로 분석하고 이를 활용한 어플리케이션의 개발이 매우 활발하다. 이러한 스마트폰을 활용한 상황인지는 GPS 기반의 위치 정보 활용에서 확대되어 지속적으로 변화되는 모바일 센서 값을 이용하여 상황을 정의하는 형태로 확대되고 있다[4]. 또한 상황인지시스템은 사용자의 개입이 없이도 현 상황에 적합한 서비스를 제공한다는 측면에서 스마트폰의 중요기능으로 대두되고 있다[5]. 그러한 현재까지 스마트폰의 다양한 센서 기능을 활용하는 어플리케이션의 개발은 대부분 GPS기반의 위치 정보 활용이 주를 이루고 있다[5-11].

본 논문에서는 스마트폰 사용 시 일어날 수 있는 돌발 상황에 대비하여 자동으로 이상 상황을 감지하는 기능의 구현을 위해서 가속도 정보를 활용하는 방법을 제안한다. 이러한 센싱 정보의 분석으로 사용자가 인지하지 못하는 상황에서 스마트폰의 분실 등을 즉각 경보하는 어플리케이션 개발에 활용할 수 있다.

2. 연구동향

스마트폰의 다양한 센서 기능 중에서 가속도 센서를 이용하여 동작 상태를 인식하는 연구는 사용자 맞춤형 서비스를 제공하기 위해서 진행되어 오고 있다 [12].

[5]의 연구에서는 스마트폰 사용자의 위치 정보를 바탕으로 미리 입력된 일정과 현 상황을 판단하여 스마트폰을 조정하는 연구를 진행하였다. 즉 사용자의 일정 정보를 바탕으로 현 위치와 시간에 따라서 알림 서비스를 제공하는 일정 관리 어플리케이션이다. 이는 사용자가 미리 일정을 입력해야 해야 하며, GPS를 이용한 위치 정보만을 활용하여 알림 기능의 구현에 중점을 두고 있다.

[12]에서는 안드로이드 폰의 내장 가속도 센서로부터 수집되는 3축 가속도 정보를 이용하여 두 단계의 은닉마코프모델을 적용한 동작 인식 방법을 연구하였다. 이 연구는 ‘서다’, ‘걷다’ 등의 사용자의 동작을 선별하는 목적이며, 총 네 종류의 동작만을 감지한다. 실험결과는 계단 등에서 오르고 내리는 동작의 인식이 모호하였다.

[13]에서는 상황인지 서비스 제공을 위한 모델을 제안하였다. 상황 변화를 감지하기 위해 스마트폰에 탑

재된 GPS와 시간, 사용자의 입력이 들어간 일정과 주소록 정보를 활용한다.

[14]에서는 운전자의 도로 주행 정보 분석을 통한 사용자 성향 분석을 위해서 스마트폰을 사용하였다. 스마트폰의 가속도 센서 정보를 이용하여 차량의 주행 패턴을 인식하고 영상정보와 패턴 정보를 제공한다.

이와 같은 기존의 연구들에서 스마트폰의 상황인지를 이용한 어플리케이션은 다양하나 그 적용 범위는 걷기, 뛰기 등의 단순한 동작의 인식, 사용자의 정보를 바탕으로 한 상황인지 등으로 다소 제한적이다. 본 논문에서는 스마트폰의 센서 정보를 즉각적으로 분석하여 돌발 상황에 대처할 수 있어 기존 연구에서 접근되지 않았던 측면의 정보 활용을 통하여 보다 실용적인 어플리케이션을 개발하고자 한다.

3. 가속도 센서 정보의 획득 및 분석

본 장에서는 스마트폰의 가속도 센서의 정보를 획득하고 이를 분석하는 과정을 설명한다. 또한 이를 응용하여 스마트폰 어플리케이션 개발을 위한 설계 과정을 설명한다.

3.1 가속도 센서 정보 처리

스마트폰의 다양한 센서 기능 중 가속도 센서는 사용자가 휴대하고 있는 상황이나 동작 변화 등에 따라 x, y, z축의 값이 지속적으로 변화된다. 따라서 가속도 센서를 통한 정보는 스마트폰의 움직이는 속도의 급격한 변화나 충격의 발생과 같은 상황을 감지하는데 효과적이다. 본 논문에서는 이를 통하여 사용자가 인지하지 못하는 돌발적인 상황 변화를 감지하고 이에 대응하는 서비스를 제공하는 방법을 제안한다.

연속하는 정보를 통하여 사용자 혹은 스마트폰의 행동 양상을 분석하기 위해서는 입력 정보를 분할하여 처리해야한다. 이를 위해서 일정 시간 단위의 샘플링 주기, t 를 정의하고 입력되는 n 개의 가속도값을 분석한다. 이 때 유효값을 측정하기 위한 t 와 n 의 값은 어플리케이션 구현 시 기능에 알맞은 값으로 설정할 수 있다. 본 논문에서 t 와 n 의 값은 4장에 설명되는 돌발상황 인지를 위한 어플리케이션 개발을 위해

서 실험적 결과를 통해서 도출하였다.

시간의 흐름에 따라 연속으로 입력되는 가속도값 중 현재 스마트폰의 동작 양상을 반영하는 값은 가장 최신의 값이다. 최근 $t \times n$ 초 동안 연속적으로 입력되는 x,y,z 축의 각 가속도값을 t 초 단위로 획득하여 그 절대값의 평균을 누적하여 저장한다.

예를 들어 시간 T 시점에서의 사용자가 호주머니에 스마트폰을 넣은 채 걷고 있을 때의 t 초 단위로 획득되는 n 개의 정보($A_1, A_2 \dots A_n$)는 그림 1과 같다. 이때 최초의 n 개의 가속도 평균값은 일정 값으로 초기화된다.

value	A_n	A_{n-1}	A_{n-2}	...	A_2	A_1
time	$T - nt$	$T - (n-1)t$	$T - (n-2)t$...	$T - 2t$	$T - t$

<Fig 1> 시간 T 시점에서 처리되는 가속도 데이터

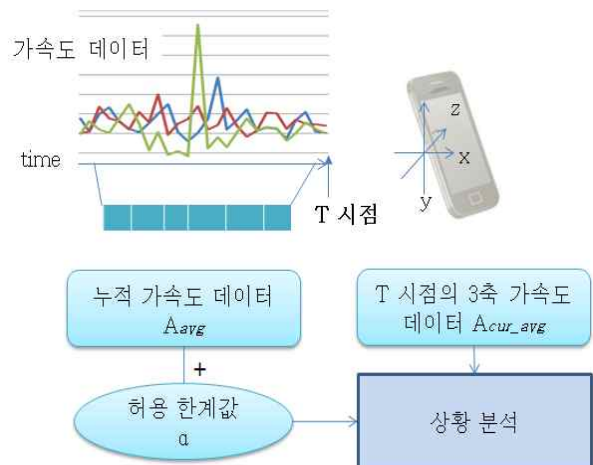
그림 2는 시간의 흐름에 따라서 입력되는 가속도값의 최신 정보를 획득하기 위한 과정이다. t 초가 흐른 후 사용자 행동 양상을 분석하기 위한 n 개의 값은 가장 오래된 값인 A_n 의 값을 삭제하고 $T+t$ 시점에 입력된 값을 새로이 저장하여 다시 n 개의 가속도의 평균값을 계산한다. 즉 t 초 단위로 n 개의 가속도값을 취하는 윈도우를 이동시킨다.



<Fig 2> 가속도 정보의 연속적 획득 과정

이와 같이 수집되는 연속적인 가속도값의 패턴을 구하기 위해서 윈도우의 가속도값의 평균을 계산한다. 이 결과값을 A_{avg} 라고 정의한다($A_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_i$). 이 값은 그림 3에서 보여지는 바와 같이 최종적으로 현 시점의 3축 가속도 평균값(A_{cur_avg})과 비교하여 스마트폰의 동작 양상의 변화를 측정하게 된다.

현 시점의 가속도 평균값, A_{cur_avg} 이 더 클 경우가 갑작스러운 동작 변화를 의미한다. 의미를 가지는 동작 변화의 감지를 위해서는 A_{avg} 값에 변화 허용 한계값 (α 라고 정의한다)을 더하여야 한다. 이와 같이 누적 가속도 평균값을 보정하는 과정이 없으면 매우 미세한 가속도 값의 변화에도 유의미한 동작 변화라고 인식되기 때문이다. 이 때 α 의 값은 적용하는 어플리케이션의 기능에 맞게 설정할 수 있으며 여기에서는 실험적 결과로 도출하였다. 그림 3은 제안하는 가속도 데이터를 이용한 스마트폰의 동작 변화를 감지하는 과정을 보이고 있다.



<Fig 3> 가속도 정보를 활용한 돌발 상황 분석 과정

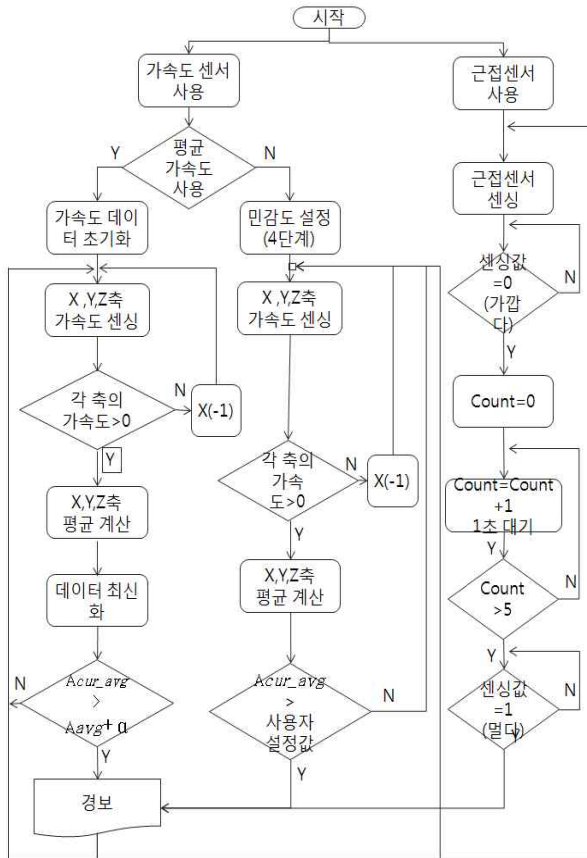
3.2 어플리케이션 개발을 위한 설계

제안한 가속도 정보 활용 방법에 기반하여 스마트폰 어플리케이션을 구현하기 위한 알고리즘을 설계한다. 주 기능은 사용자가 스마트폰을 소지한 상태에서 가속도 변화량을 측정하여 급격한 변화가 감지되는 순간을 경고하는 것이다. 이는 스마트폰의 분실 혹은 도난 순간, 추락 순간을 즉각 경고함으로써 스마트폰 관리에 효율을 기할 수 있다.

어플리케이션 구현을 위해서 가속도 센서 데이터의 샘플링 주기, 누적 기간 등을 결정하여야 한다. 여기에서는 실험적 결과를 통해서, 샘플링 주기 t 는 0.5초, 데이터 누적 기간을 결정하는 n 은 60으로 설정한다. 단말기의 종류에 따라서 센서가 다르더라도 어플리케이션의 개발과정 또는 UI(User Interface)에서 적합한 값의 설정에 의해서 같은 동작 원리로 사용이 가능하

도록 하였다.

그림 4는 어플리케이션 구현을 위한 센서 데이터 처리 및 동작 과정을 나타내는 순서도이다.



<Fig 4> 어플리케이션 구현을 위한 동작 과정 순서도

어플리케이션이 실행되면 가속도 데이터를 누적하여 평균값을 계산하고 현재 가속도 정보가 갑자기 증가하는 경우 경보가 울리도록 한다. 이와 더불어 근접 센서의 값을 1초에 한번씩 감지하여 스마트폰의 분실 등의 순간에 자동으로 경보가 울리도록 하여 어플리케이션의 기능을 향상한다.

4. 구현 결과

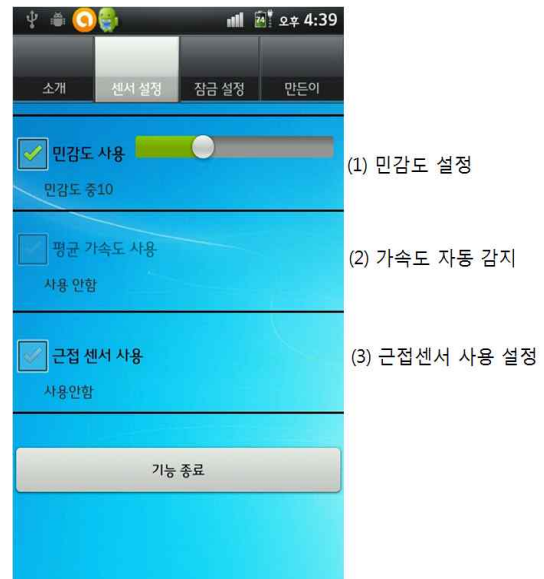
본 어플리케이션의 구현 환경은 Microsoft Windows 7 / Android 2.2 / JAVA & Eclipse 이다.

4.1 어플리케이션의 기능

이미 기술한 바와 같이 스마트폰에 내장된 센싱 기능은 다양하나 그 중 사용자의 행동 양식을 식별하는데 효율적인 가속도센서의 데이터를 이용하였으며, 제공하는 기능의 확대를 위해서 근접센서를 이용하여 어플리케이션을 개발하였다.

실험에 사용된 스마트폰은 LG LU-2300 옵티머스 큐폰이다.

이 어플리케이션의 목적은 가속도 센서의 데이터를 일상적으로 분석하여 갑작스러운 동작 변화를 감지하고 즉각적으로 사용자에게 돌발상황을 알리는 것이다. 그림 5는 어플리케이션의 실행 화면이며, 간단한 사용법 소개, 센서 설정, 잠금 설정 등의 탭으로 구성된다.



<Fig 5> 어플리케이션 사용자 인터페이스

어플리케이션이 실행되면 0.5초 단위로 3축 가속도 데이터를 수집하고 30초간의 누적한 가속도의 평균값과 현재 가속도의 평균값을 지속적으로 비교한다. 이때 실험의 결과, 돌발상황 감지에 적합한 허용 한계값으로 α 를 더하여 경보를 울리는 기준으로 삼는다. 즉 누적 가속도의 평균값보다 큰 가속도가 감지되면 즉각적으로 경보를 울려 사용자에게 인지시키는 기능이다.

그림 5에서 (1)민감도 사용 메뉴는 사용자가 직접 자신의 동작 상황에 맞도록 민감도의 값을 설정할 수 있도록 제공한다. 민감도가 새로이 설정되면 이 값은 돌발상황을 결정하는 경계값으로 사용된다. 민감도 사용 기능은 12(하), 10(중), 8(상), 6(최상) 총 4단계로

구분되어 있다. 사용자가 민감도를 직접 설정하기를 원하지 않으면 어플리케이션이 자동으로 가속도 변화를 감지하도록 (2)가속도 자동 감지 기능을 선택한다. 어플리케이션의 UI상에는 '평균 가속도 사용'으로 표현하였다.

이 기능은 다음과 같은 상황에서 효과적으로 사용될 수 있다.

스마트폰 사용자가 본 어플리케이션을 실행시키고 지하철에 탔다. 사람이 많은 지하철 안에서 가방에 보관한 스마트폰이 바닥에 떨어지게 되는 상황이 발생한다. 복잡한 상황이어서 스마트폰의 분실을 인지하지 못할 수 있으나, 스마트폰이 추락하면서 돌발상황을 감지하여 알람을 울린다.

또 다른 기능을 제공하기 위해서 그림 5의 (3) 근접 센서 사용 설정 메뉴가 있다. 스마트폰의 근접 센서는 사물이 가까이 있는지 없는지를 감지하는 것으로 통화 중에 화면이 꺼지는 것과 같은 기능을 수행할 때 사용된다.

근접센서는 물체가 근접한 경우 0, 근접해 있지 않은 경우 1의 값이 된다. 변수를 두어 근접센서값이 0 일 때 초당 1씩 늘리고, 값이 1이 되었을 때 0으로 다시 초기화한다. 이때 변수의 값이 5 이상이라면 경보를 울린다.

사용자가 주머니나 가방 속에 스마트폰을 보관한 상태에서 도난 상황이 발생하는 것을 근접센서 경보

를 통해서 감지할 수 있다.

스마트폰의 분실 시 어플리케이션 상단의 '잠금 설정'탭에서 체크박스를 통해 설정 해 놓았다면 센서들이 작동하여 경보가 울릴 때 동시에 휴대폰 잠금 기능이 활성화된다. 그림 6과 같이 잠금 화면에는 사용자가 저장한 문구, 비밀번호 입력창, 힌트보기 버튼, 지인에게 비밀번호 전송 버튼, 잠금 해제 버튼이 있다. 휴대폰 잠금을 사용하게 되면 비밀번호 입력 외에는 잠금 화면을 벗어날 수 없다. 하드웨어적 제어를 통해서 홈 버튼, 뒤로가기 등의 실제 버튼 기능이 작동되지 않는다.

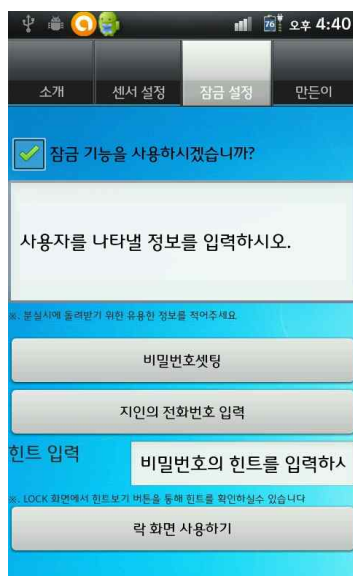
잠금 화면에서 나타나는 문구에는 보통 연락처, 주소, 이름 등을 지정하여 휴대폰을 타인이 획득하였을 때 되찾아 주기 쉽도록 한다. 지인의 전화번호 입력 버튼을 통하여 생성된 다이얼로그 박스에 지인의 전화번호를 입력하게 되면 잠금화면에서 지인에게 비밀번호 전송 버튼을 통해 지인에게 자신의 전화번호를 문자로 전송하게 된다.

4.2 실험 결과

일상적인 상황에서 사용자가 스마트폰을 소지하고 있을 때의 가속도 값을 측정하였다. 실험 참가자는 6명이며, 각각 '호주머니에 스마트폰을 넣고 걸을 때', '호주머니에 스마트폰을 넣고 달릴 때', '손에 스마트폰을 들고 걸을 때'의 세 경우에 가속도 변화를 측정하였다. 가속도 정보를 측정하는 주기는 0.5초로 하였으며 이는 실험적 결과로 얻은 값이다. 이 주기를 구하기 위해서 0.5초 이하, 1초 이하, 3초 이하 등의 시간 주기를 설정하여 실험하였고 그 결과, 1초 이상의 시간 주기로 감지된 가속도의 변화는 스마트폰의 상태 변화를 잘 반영할 수 없었다. 따라서 0.5초 단위로 가속도값이 측정되었다. 그림 7은 각 사용자의 상황 별 가속도 측정값을 나타낸다.

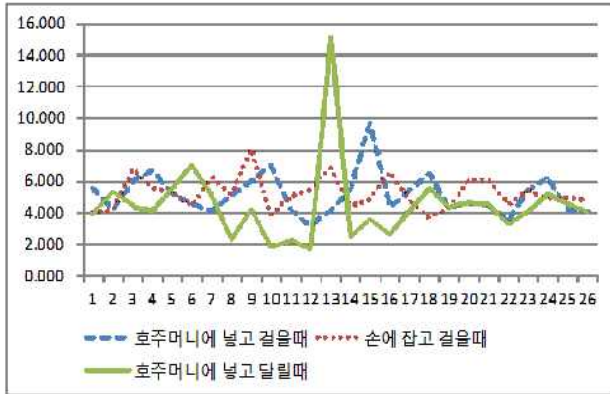
그림 8은 사용자들의 가속도 측정 값의 평균을 나타낸다. 대개의 값은 가속도 평균값 5에서 6 사이에 분포하며 6 이상 빈번하게 올라간다. 이에 최소한의 가속도 인식을 위해 민감도 사용 기능의 최상 단계는 6으로 설정하였고, 일상 생활시 잘 도달하지 않는 8, 그리고 10, 12를 설정 하여 사용자가 선택할 수 있게 하였다.

평균 가속도 사용 기능에서 허용 한계값 a 는 개별

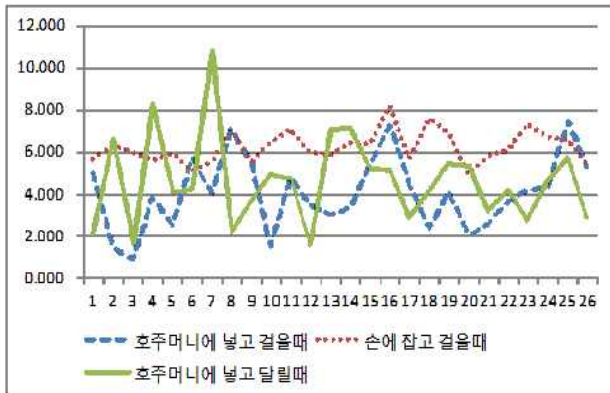


<Fig 6> 분실 대비 잠금 설정 화면

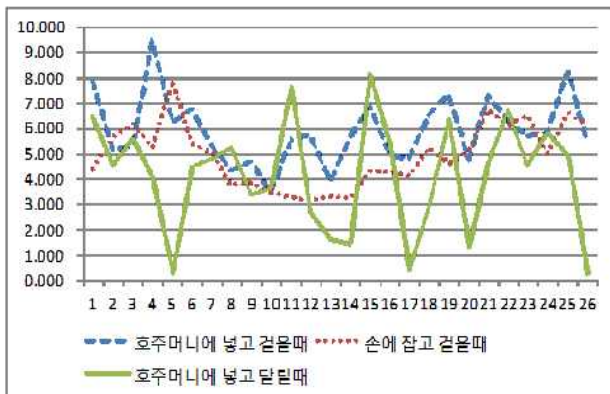
사용자의 일상적 상황에서 측정되는 가속도 측정값의 평균과 최대값에 의해서 결정할 수 있다.



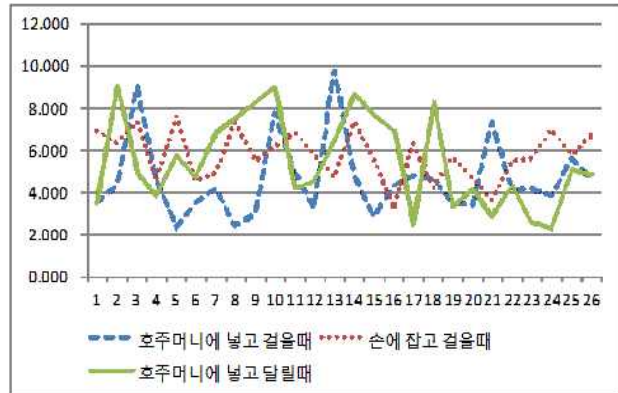
사용자 1



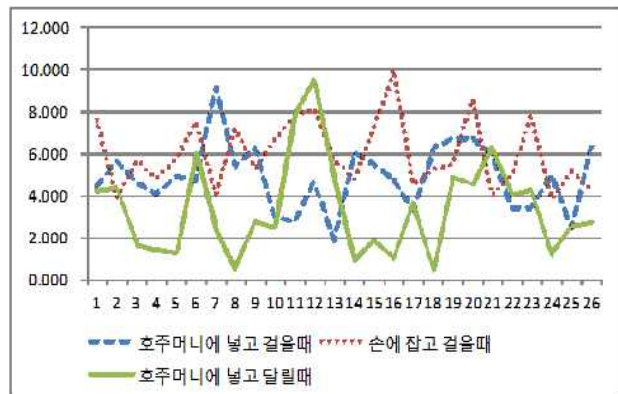
사용자 2



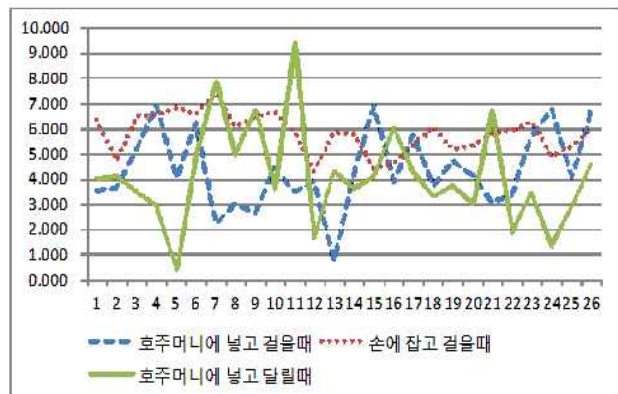
사용자 3



사용자 4



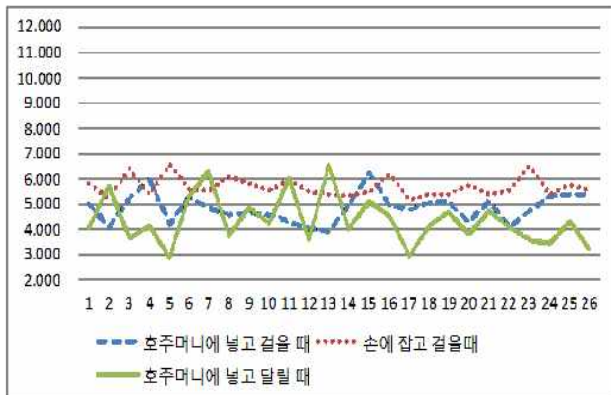
사용자 5



사용자 6

<Fig 7> 사용자별 가속도 측정값

사용자 1의 경우 일상생활 중 이동 하였을 때의 평균값이 그림 7에서 보이는 것과 같이 8 이상인 경우는 3회 정도 관찰된다. 이러한 경우들을 반영하여 평균값에 3을 더한 것을 기준으로 삼는다.



<Fig 8> 사용자의 상황 별 가속도 변화량의 평균

위 예의 사용자들은 어플리케이션을 구동하고 각 사용자가 스마트폰을 소지하고 일상적 활동을 하는 도중, 추락하거나 호주머니나 가방 등에서 꺼내어지는 상황을 실험한 결과 즉각 경보가 울려 예기치 못한 분실 등을 방지하는 것에 효과적임을 알 수 있었다. 이 때 사용자가 원하지 않는 상황에서 경보가 울리는 경우 등이 발생하였으나 해당 상황에 알맞은 민감도를 조절함으로써 상황에 적절하게 활용할 수 있음을 알 수 있었다.

5. 결론

스마트폰은 휴대전화로써의 기능뿐만 아니라 각종 센서를 내장하여 다양한 형태의 정보를 수집할 수 있다. 이러한 센서 정보를 활용하여 사용자가 인지하지 못하는 상황에서의 스마트폰 분실, 추락 파손과 같은 경우를 즉각 알리는 서비스를 제공하는 어플리케이션을 구현하였다.

기존의 분실방지 어플리케이션이 대부분 GPS를 사용하고 있으며, 이는 개인 정보 침해 등의 문제점이 있을 수 있다. 본 논문에서는 가속도 센서와 근접 센서를 이용하여 지속적인 센서 데이터를 분석하고 스마트폰의 이상 현상을 즉각적으로 감지하여 분실 방지 등에 활용할 수 있는 어플리케이션을 개발하였다.

향후 어플리케이션의 기능 향상을 위해서 사용자의 상황을 보다 명확히 추론하는 모델을 추가할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 하태현, “스마트 폰 사용자 특성에 관한 탐색적 연구”, *The Journal of Digital Policy & Management*, pp.177-184, 2010.
- [2] 윤병춘, 김영훈, 양유석, 서영훈, 김덕환, “무선 네트워크의 발전에 따른 스마트폰의 형태 및 콘텐츠 서비스 시장의 동향 연구”, *한국콘텐츠 학회, 한국 콘텐츠학회지*, 제8권 제2호, pp.39-44, 2010.
- [3] 노광현, 김승진, “스마트 홈 네트워크를 위한 개인 환경서비스 연구”, *전자공학회 논문지 제49권 CI 편 제3호*, pp. 241-250, 2012.
- [4] 김기백, 장원석, 최재완, 임철수, 최종호, “스마트 폰 기반의 사용자 상황인지 플랫폼에 관한 연구”, *한국컴퓨터정보학회논문지*, 제17권 제4호, pp.109-119, 2012.
- [5] 안형배, 변상희, 박한솔, 이홍창, 이명준, “상황 인지 기반 스마트폰 일정 관리”, *한국정보통신학회 논문지 제16권 제3호*, pp.489-498, 2012.
- [6] 최정화, 이향진, 김은주 “대중교통 이용 궤적 분석에 의한 상습 경로 분류”, *정보과학회 논문지 소프트웨어및응용*, v.39 no.3, pp.225-235, 2012.
- [7] 김제민, 백혜정, 박영택, “스마트폰 사용자의 GPS 기반 개인 경로 모델 학습 및 이동 경로 예측”, *한국정보과학회논문지 소프트웨어 및 응용 v.39 no.1*, pp.56-65, 2012
- [8] 김석현, 김지욱, 김현정 “위치 기반 서비스를 이용한 스마트폰 관광 정보시스템”, *멀티미디어학회 논문지 = Journal of Korea Multimedia Society v.15 no.5*, pp.677-691, 2012.
- [9] 천승만, 이승무, 나재욱, “스마트폰의 GPS 정보를 이용한 무선랜 접속점 위치 추정 방법”, *한국통신학회논문지 네트워크 및 서비스 제36권 12B호*, pp. 1442-1449, 2011.
- [10] 박보름, 양승현, 이연경, 창병모, “위치인식을 이용한 스마트폰기반개인맞춤형소극장안내시스템의설계 및구현”, *정보처리학회논문지D 제7권 D호*, pp. 53-58, 2010.
- [11] 장수영, 임양원, 임한규, “위치정보를 이용한 효율적인 안동 시내버스 노선 검색 시스템의 설계 및 구현”, *한국산업정보학회논문지 제16권 5호*, pp. 45-54, 2011.

- [12] 이영설, 손동운, 조성배, “계층적 은닉 마르코프모델을 이용한 이동 센서 기반 행동 인식”, 정보과학회논문지:컴퓨팅의 실제 및 레터 제17권, 제4호, pp. 279-283, 2011.
- [13] 최정화, 김제민, 서은석 “스마트폰 환경에서의 상황인지 서비스를 위한 규칙 기반 컨텍스트 모델링”, 정보과학회논문지. Journal of KIISE. 소프트웨어 및 응용 제 38 권 3호, pp. 144-156, 2011.
- [14] 송충원, 남광우, 이창우, “스마트폰 센서스트림을 이용한 운전 패턴 인식 시스템”, 한국산업정보학회 논문지, 제17권 제3호, pp. 35-42, 2012.



차 경 애 (Cha, Kyung-Ae)

- 중신회원
- 경북대학교 컴퓨터과학과 학사
- 경북대학교 컴퓨터과학과 이학석사
- 경북대학교 컴퓨터과학과 이학박사
- 대구대학교 정보통신공학부 부교수
- 관심분야 : 멀티미디어처리, 모바일어플리케이션, 멀티미디어저작



여 선 동 (Yeo, SunDong)

- 학생회원
- 대구대학교 정보통신공학부
- 관심분야 : 모바일 프로그래밍, 스마트 어플리케이션

논문 접수일 : 2012년 09월 25일
 1차수정완료일 : 2012년 10월 23일
 게재확정일 : 2012년 10월 26일