

스마트폰 센서 기반 위험상황인지에 관한 연구

최재현*, 장혜선, 임양원, 임한규**

*안동대학교 멀티미디어공학과

e-mail: *skylovesoul@nate.com, solri814@gmail.com, limyw@andong.ac.kr, hklim@andong.ac.kr**

A Study Based on Dangerous Situation Recognition using Smartphone Sensor.

Jaehyun Choi*, Hyesun Jang, Yangwon Lim, Hankyu Lim**

*Dept. of Multimedia Engineering, Andong National University

요 약

최근 우리 사회에는 여성과 아동을 대상으로 하는 강력범죄들이 많이 발생하고 있어 개인 위치확인 및 안전에 대한 서비스들이 최근 재조명을 받고 있다. 하지만 서비스가 시작된 기간에 비해 아직도 높은 단말기 가격대와 월 사용료, 그리고 위험상황에서의 사용성은 상대적으로 미약한 발전을 이루었다. 그나마 스마트폰이 많이 보급되어 해당 서비스들의 가격이 조금씩 인하되고, GPS를 활용한 위치정보의 정확도를 개선하는 등 많은 노력을 기울이고 있지만 그 효과는 미비하다. 따라서 본 논문에서는 스마트폰의 다양한 센서를 이용하여, 스마트폰을 꺼낼 수 없는 위험상황에서 사용자가 위험상황에서 특정 이벤트를 발생시켜, 인지된 상태정보를 전송하는 방식을 분석하고, 이를 기반으로 앞으로 개인 안전에 대한 서비스가 발전할 방향을 제시하고자 한다.

1. 서론

방송통신위원회 유·무선 가입자 통계현황에 따르면 국내 스마트 가입자 수는 2012년 08월말을 기준으로 30,151,195명으로 전체 이동전화 가입자 수 53,196,862명의 56.7%에 달하고, 전년도 22,578,408명에 비해 33%나 증가하였다[1]. 이는 우리나라 전체인구 50,891,223명 대비 59.2%에 달하며, 따라서 국민 5명중 3명은 스마트폰 유저라고 볼 수 있다[2]. 이처럼 스마트폰 수요의 증가와 함께 다채로운 서비스와 어플리케이션이 등장하게 되었고, 기존 이동통신사에서 부가서비스로 제공하는 서비스들도 존재를 거듭하면서, 스마트폰과 함께 변화하고 발전하고 있다. 특히 스마트폰 이전의 피쳐폰(feature phone)부터 존재하던 이동통신사만의 부가서비스로 휴대폰 분실 시 위치를 찾아주는 서비스와 자녀 안심 아동 위치 확인과 같은 서비스는 지금까지 꾸준히 발전되어 이용되고 있다. 최근 사회적인 이슈로 떠오르고 있는 여성과 아동을 대상으로 한 강력범죄들이 많이 발생하고 있어, 앞서 언급한 서비스들이 다시 재조명을 받고 있다. 하지만, 이러한 서비스를 시행한 기간에 비해 서비스의 발전은 상대적으로 미비한 실정이다. 본 논문에서는 스마트폰 센서를 이용한 상황인지에 관련된 연구에 대해 간략하게 살펴보고, 실험을 통해 스마트폰 센서를 분석하여 기존의 안심서비스들의 취약부분인 사용성을 개선하는 방안에 대해 제안하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 상황인지에 관한 연구

별도의 센서를 기반으로 사용자의 위험상황을 인지하는 연구는 오래전부터 있었으며[3][4], 이러한 연구들은 스

마트폰이 등장하면서 스마트폰에 내장된 다양한 센서를 어떻게 활용할 것인가 활발히 연구되고 있다. 스마트폰 센서를 이용하여 사용자의 행동 분석이 가능하며[5], 보행을 인식하며 자세를 파악하는 등[6] 스마트폰 센서를 이용한 사용자의 이동 상태와 사용자의 위치 및 상황인지가 가능하다. 이는 스마트폰 센서를 활용한 위험상황 인지로 발전할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

2.2 스마트폰 센서

스마트폰에 내장된 센서의 종류는 아주 다양하며 현재도 계속 발전되고 있다. 본 논문에서는 3절에 있을 위험상황 인지 시스템을 개발에 필요한 기울기센서와 가속도센서, 마이크에 대해 간략하게 살펴본다.

2.2.1 가속도 센서

가속도 센서는 스마트폰이 특정 방향으로 얼마나 움직이고 있는지 운동량을 체크하는 센서이다. (그림 1)과 같이 반응 이벤트들은 수직방향으로 들어 올리고 내릴 때, 좌측방향이나 우측방향으로 움직일 때 반응하게 되며, 중력가속도를 가속도 센서에서도 검출이 가능하다.



(그림 1) 수직상태에서 기기 내 센서 실측값

2.2.2 기울기 센서 (자이로 센서)

스마트폰의 기울기 센서의 단위는 (radian/sec)이며, 자

* 안동대학교 멀티미디어공학과, ** 교신저자

이로스코프를 기반으로 만들어진다. 자이로스코프는 고속으로 회전하는 회전체의 각운동의 영향을 받아, 각운동량 보존 법칙에 의해, 외부에서 지속적으로 2축 이상의 각운동을 넘더라도 무너지지 않은 형태의 지속성을 유지한다. 이러한 자이로스코프 기반으로 제작된 기울기 센서는 가속도 센서와 더불어 스마트폰이 얼마나 기울어져 있는지 확인가능하게 해준다. 대부분의 스마트폰에는 기울기 센서가 기본적으로 탑재가 되어 있으며, 이를 통해 스마트폰의 기울기를 이용하는 게임이 많이 나오고 있다.

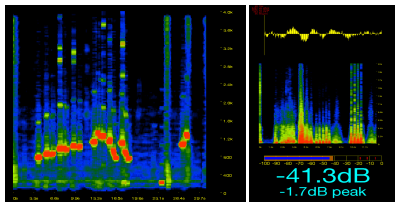
하지만 스마트폰에 내장된 기울기 센서는 순간적인 기울기의 변화량만을 나타내기 때문에 그 값이 연속성을 지니고 있지 않아 스마트폰이 얼마나 기울어져 있는가는 가속도 센서로 검출해야 한다.

2.2.3 마이크(mic)

마이크는 아날로그 음파를 받아 디지털 신호로 변환하여 받아들인다. 스마트폰에 내장되어 있는 마이크는 고품질의 음성을 상대방에게 전달하는 목적으로 제작되었다.

2.2.4 음향 샘플링

스마트폰의 마이크에서 입력된 아날로그 신호는 디지털 신호로 변환하는 표본화 정리(Nyquist-Shannon sampling theorem)과정을 거치게 된다. 이렇게 샘플링 결과를 분석하여 보는데 사용되는 Window Function에는 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 (그림 2)와 같이 오실로스코프 등 계측기에서 흔히 사용되는 Blackman-Harris을 사용하여 결과를 나타냈다[7].



(그림 2) 샘플링된 스펙트럼

(그림 2)의 좌측 결과는 조용한 방에서 휘파람을 불었을 시 발생하는 샘플링된 스펙트럼 결과이다. 붉은색으로 보이는 부분이 음계의 고유 진동수와 일치한다.

3. 위험상황 인지

3.1 실험환경

일반적인 상황과 위험 상황을 구분하기 위해서 각 상황에 따라 스마트폰의 기울기 센서, 가속도 센서, 마이크에 들어오는 값을 측정한다. 실험은 안드로이드 4.0.4 버전과 STMicroelectronics社의 LSM330DLC 멀티센서 모듈을 갖춘 삼성전자의 GalaxyS3 스마트폰에서 테스트하였다.

실외에서 사용을 기준으로, 일반상황은 낮 시간대보다 조용한 밤 시간대의 귀갓길 상황에 맞춰 정의를 하였다. 보행 시 발생하는 잡음이나 소음이 있을 것으로 보고, 구

두 착용 시 발생하는 소리도 감안하여 테스트하였다.

3.2 일반상황에 대한 패턴분석

먼저 위험상황에 대한 패턴을 분석하려면 일반상황의 데이터를 측정하고, 이를 토대로 한 기준치를 마련하였다.

<표 1> 일상생활 정의

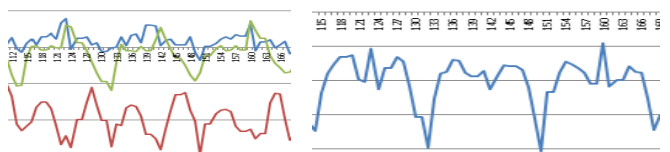
장소	행동	측정위치
조용한 곳	걷기	오른쪽 대퇴부 바지 주머니
	속보	
	달리기	

정의된 표를 바탕으로 하여 실험을 하였고, 스마트폰에서 발생된 데이터는 <표 2>에서처럼 나타나게 된다. 일상생활 패턴 분석에서는 소음에 관련된 데이터를 배제하였다.

<표 2> 일상생활에서의 합계 값 변화량 결과

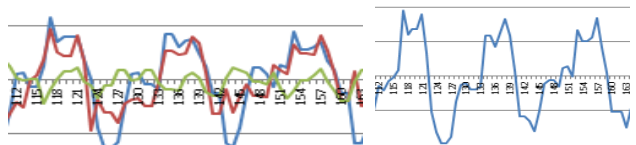
행동	가속도 (단위:m/s ²)	기울기 (단위:rad/s)	소리 크기 평균 (단위:db)	비고
걷기	-20 ~ -5	-4 ~ 4	60db	-
속보	-22 ~ -3	-5 ~ 5	65db	이전과 비슷
달리기	-32 ~ 5	-7 ~ 5	72db*	특이양상

(그림 3)은 수집된 연속 데이터를 그래프로 표현한 것이다.



(그림 3) 걷기에 대한 가속도센서 실측값(왼쪽)과 합(오른쪽)

가속도 센서에 대한 데이터는 기본적으로 중력가속도가 더해져 최고 -5m/s²에서부터 최저 -20m/s²에 이른다. 그 합계를 살펴보면 걷기상태에서 일정한 패턴이 나오고, (그림 4)와 같은 구간의 기울기센서에서도 비슷한 결과도 출됨을 볼 수 있다.



(그림 4) 걷기에 대한 기울기센서 실측값과 합(오른쪽)

기울기 센서는 움직임의 변화량이 그리 심하지 않아 -4~4rad/s 정도의 수치를 보여주었으며, 음향 및 스펙트럼 정보에서도 걷기에 비해 속보의 경우에도 각각 데이터 변화량이 크게 차이가 나지 않았다. 또한 시간간격이 짧아지고 변화량의 범위가 조금 더 커진다는 것을 알 수 있었다. 하지만 달리기에 대한 변화량은 걷기/속보와 달리 특이양

* Galaxy S3는 최대 80db까지 측정가능.

상을 보여 일반적인 일상생활에서 달리는 행위를 취하지 않을 것으로 보고 이는 위험상황 패턴분석에서 다루었다.

3.3 위험상황에 대한 패턴분석

평균적으로 위험상황의 경우 스마트폰의 가속도센서와 기울기 센서는 급격한 움직임을 보인다. 따라서 <표 3>과 같이 위험상황에 대한 기준을 총 3가지로 나누어서 실험을 진행하였다.

<표 3> 위험상황 정의

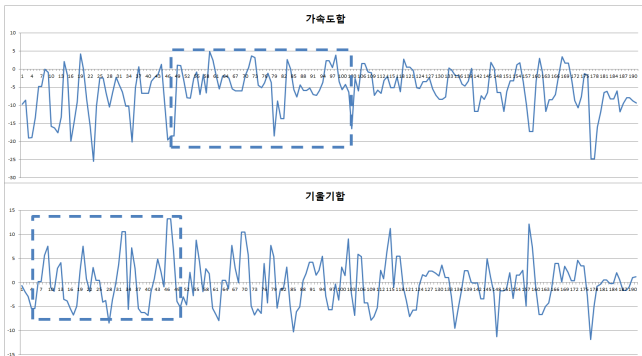
장소	행동	상황	비고
조용한곳	㉠달리기	달리기	-
	㉢달리기	위기알림	스마트폰 가격
	㉡소리내기	감금된 상황	몸을 흔들며 소리 냄

일반상황과 달리 위험상황에서는 확실한 상황인지를 위해 마이크의 소리 및 음향에 대한 분석이 필요하다. 따라서 소리크기(단위:db)와 음향 스펙트럼분석에 대한 데이터를 추가하였다.

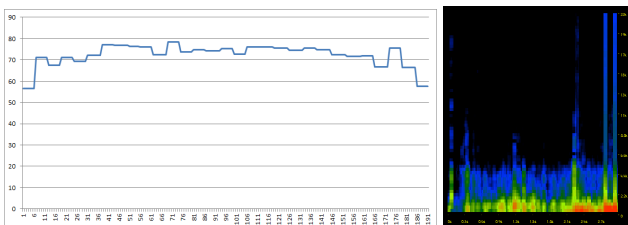
<표 4> 위험상황에서의 합계 값 변화량

	가속도 (단위:m/s ²)	기울기 (단위:rad/s)	소리 크기 평균 (단위:db)	비고
㉠	-35 ~ 5	-7 ~ 5	72db	-
㉢	-35 ~ 10	-10 ~ 10	67db	-
㉡	13 ~ 20	-1.6 ~ 1	51db	적은변화량

㉠ 달리기 상황



(그림 5) 달리기 상황(㉠)의 가속도합(위)과 기울기합(아래)

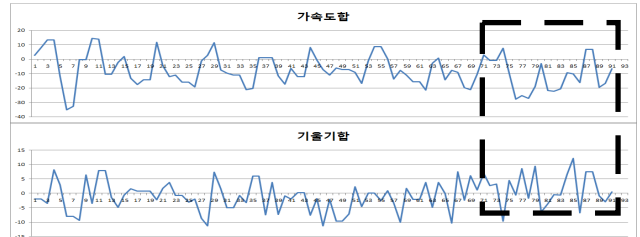


(그림 6) 달리기 상황(㉠)에서의 소리크기와 스펙트럼

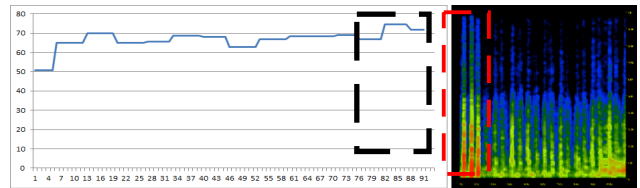
이 상황의 특징을 살펴보면 (그림5)의 가속도 센서(위)에서는 기울기센서(아래)와 달리 일정한 패턴의 결과가 나오지 않고 센서 변화가 고르지 않음을 볼 수 있다. 달리고 있는 상황에서 주머니 속에 있는 스마트폰이 제대로 고정

되지 않아 이러한 특이양상을 보여준다.

㉢ 달리기 상황 - 위기알림



(그림 7) 달리는 도중 가격 시(㉢) 실측값과 가격한 부분(점선)

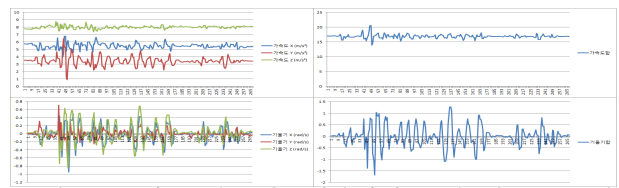


(그림 8) 달리는 도중 가격 시(㉢) 소리크기와 스펙트럼

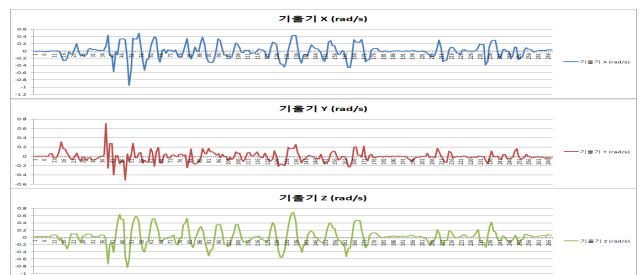
달리기(㉠) 상황에서 사용자는 자신의 위기상황을 알리기 위하여 스마트폰을 여러 차례 가격을 한다는 조건을 걸었다. 특별한 이벤트를 부여하여 좀 더 확실하게 감지를 하는 것을 목표로 한다. 달리는 상황에서 스마트폰을 가격시(㉢)(그림 7)의 그래프를 살펴보면, 형태를 잃은 패턴에서 그래프에서 가격한 부분을 그래프 분석으로 찾기 어려웠다. (그림 8)에서 단순하게 소리 크기만으로 특징을 찾아내기도 어려웠다. 하지만 받아들여진 음향 스펙트럼 분석에서(빨간 점선) 스마트폰에 가해진 충격에 대한 충격음의 음색을 감지하였다.

스마트폰을 고의적으로 던졌을 때의 상황(㉡)도 크게 다르지 않은 결과를 볼 수 있었다.

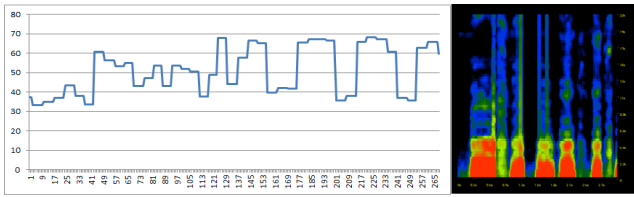
㉡ 소리내기 - 감금된 상황



(그림 9) 소리를 내는(㉡) 사용자의 특정 행동으로 인한 센서 변화



(그림 10) 소리를 내는(㉡) 상황 기울기 상세도



(그림 11) 소리를 내는(○) 소리크기와 비음 스펙트럼

○는 말과 행동을 할 수 없는 극단적인 위험상황에서 작은 움직임과 비음*을 내어 위험상황인지가 가능할지 연구하였다. 사용자는 옆으로 누워 감금 및 속박되어 행동이 봉쇄되었다고 가정하고 필사적으로 몸을 움직였다 퍼는 동작을 취하며(이하, 몸을 흔드는 과정), 이 과정에서 비음을 같이 내보았다. (그림 10)에서 가속도 센서를 통하여 스마트폰이 기울어져 있어 사용자의 자세를 확인할 수 있고, 가속도 센서의 특정 축(Y축)만 변화량이 큰 것을 구분할 수 있다. 미세한 변화량이지만 기울기 역시 몸을 흔들어 센서의 각속도가 변화하는 것을 볼 수 있다. 이 결과에서 비음은 0~5Khz 대역으로 긴 떨림을 나타내 주어 검출 가능성에 강한 특징을 드러냈다.

<표 5> 위험상황 검출 가능성 (○:가능 x:불가능 △:미흡)

장소	행동	상황	검출가능성	특징
조용한곳	㉠달리기	달리기	○	가속도/스펙트럼
	㉡달리기	위기알림	○	가속도/스펙트럼
	㉢소리내기	감금상황	○	기울기/스펙트럼

<표5>에서는 정해진 패턴을 미리 입력받아 종합적인 상황을 조합하여 위험상황인지에 검출 가능성을 정리하였다. 조용한곳에서는 달리기나(㉠) 달리는 도중 스마트폰을 사용하지 않고 위험상황을 알리는 방법(㉡), 감금 및 속박 시도 쉽게 검출이 가능 하였다. 앞으로는 향후 소음이 심한 곳이나, 행동 제약사항이 늘어나는 다양한 위험상황에 대한 연구가 필요하다.

4. 결론

최근 스마트폰의 센서를 이용한 사용자의 이동 상태나 행동인식 등에 대한 연구가 빠른 속도로 이루어지고 있다. 스마트폰의 가속도 센서를 이용한 마우스 설계[8] 또는 낙상연구[9], 스마트폰에 별도 센서를 부착하여 개인의 생명반응에 대한 연구[10]가 이루어지는 등, 다양한 발전가능성을 보여주고 있다. 본 논문에서는 위험상황에 처한 사용자가 스마트폰을 직접 조작하지 않고도 위험상황인지가 가능한 시스템을 연구하였다. 이는 기존의 사용자 안심 서비스와 같은 스마트폰 어플리케이션에서의 단점을 보완할 수 있을 것이다. 기존의 어플리케이션에서는 해당 어플리케이션을 직접 실행하거나 특정 버튼을 일정시간 이상 눌러서 호출해야 하는 불편함을 보였지만, 본 연구에서는 스마트폰의 센서를 이용하여 사용자의 긴급 상황에 대한

행동을 학습하고 이벤트를 발생시켜 위험상황에서도 사용자가 적절하게 대응할 수 있는 해법을 제시하고 있다. 스마트폰은 항상 휴대가 가능하며, 다양한 센서를 가지고 있어 많은 발전 가능성을 가지고 있다. 스마트폰 사용자는 다른 별도의 단말기를 소지하지 않아도 상태 전송이 가능한 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 현재 기기별로 센서에 대한 감도나 센서 규격에 대한 표준화가 이루어지지 않아 다양한 오차 양상을 보이므로, 최신형 스마트폰으로 테스트 한 결과를 나타내었다. 향후 이러한 사용자 위험상황인지에 대한 연구가 본격적으로 이루어져 정책적으로 자리를 잡아야 한다. 각 스마트폰 별로 일정한 규격과 성능을 가진 센서가 들어가야 하며, 누구나 쉽게 사용할 수 있는 어플리케이션을 기본 내장되어야 한다. 국민은 이를 통해 손쉽게 자신의 위험상황을 알릴 수 있으며, 이는 인명구조, 조난 등 다양한 분야에서 적용되어 많은 생명과 위험에 처한 사람들을 구해줄 수 있을 것이라고 본다.

참고문헌

[1] 방송통신위원회(2012) 통계자료, "http://www.kcc.go.kr/user.do?boardId=1030&page=P02060400&dc=K02060400"

[2] 행정안전부 주민등록 인구통계(2012), "http://reps.egov.go.kr:8081/jsp/stat/ppl_stat_jf.jsp"

[3] 문승진, "u-DSLIT : 센서 네트워크 기반의 위험상황 인식과 레이더 도플러 센서를 이용한 무 태그 위치추적 시스템", 정보과학회논문지: 정보통신 제38권 제5호 355-365, 2011.10.

[4] 소지은, "가속도 센서를 이용한 착용형 활동상태 모니터링 시스템 구현", 동서대학교 석사논문, 2010

[5] 서호석, "스마트폰 센서 정보를 활용한 사용자 행동분석 어플리케이션", 한국정보과학회, 2011가을 학술발표논문집 제38권 제2호(D) 101-104, 2011

[6] 정필환, "스마트 폰을 이용한 보행 인식 및 스마트폰의 자세 파악" 한국정보과학회, 2012한국컴퓨터종합학술대회 논문집 제39권 제1호(D) 124-125, 2012

[7] Kivinnuk, A., "On Blackman-Harris Windows for Shannon Sampling Series.", Sampling theory in signal and image processing., Vol.6 No.1[87-108], 2007

[8] 안규성, "스마트폰의 가속도 센서를 이용한 마우스 설계", 한국멀티미디어학회 학술발표논문집 Vol.2010 No.2 386-387, 2010

[9] 이철민 "스마트폰 가속 센서를 이용한 낙상 인식 연구", 아주대학교 석사논문, 2010

[10] Ashokkumar Ramalingam, "PERSONAL SAFETY TRIGGERING SYSTEM ON ANDROID MOBILE PLATFORM", International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA), Vol.4, No.4, July 2012

* 비음(鼻音: nasal sound) - 콧소리