

## 스마트폰 기반의 사용자 이동상태 판별 알고리즘

하동수<sup>○</sup>, 안우영<sup>\*\*</sup>, 구경완<sup>\*\*\*</sup>, 박성준<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>호서대학교 게임공학과

<sup>\*\*</sup>대전보건대학교 바이오정보과

<sup>\*\*\*</sup>호서대학교 국방과학기술학과

e-mail: 17thwire@gmail.com, wyahn.hit.ac.kr, {sjpark, alarmkoo}@hoseo.edu

## An user moving state discriminant algorithm using a smart-phone

Dong-soo Ha<sup>○</sup>, Woo-Young Ahn<sup>\*\*</sup>, Kyung-Wan Koo<sup>\*\*\*</sup>, Sung-Jun Park<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>Dept. of Game Engineering, Hoseo University

<sup>\*\*</sup>Dept. of Bio Information, DaeJeon Health Sciences College

<sup>\*\*\*</sup>Dept. of Defense Science Technology, Hoseo University

### ● 요약 ●

본 논문에서는 스마트폰 기반의 사용자 이동 형태 판별 알고리즘에 대해 제안 한다. 이 알고리즘은 스마트 폰의 자체 내장된 3 축 가속도 센서와 GPS센서의 데이터 정보를 기반으로 하여 현재 사용자의 이동 수단 및 위치를 판단하게 된다. 이때 GPS 센서를 이용해 사용자의 위치와 이동속도를 계산 하여 사용자의 이동수단을 판별하는데 이용하게 되고 가속도 센서의 데이터를 분석하여 사용자의 세부적인 이동형태(걷기, 뛰기)를 판별하는데 이용 된다. 본 논문에서는 스마트폰의 두 가지 응용 센서(GPS, 가속도계)를 이용하여 사용자 이동상태 판별 알고리즘을 구현 하고 테스트를 수행하였다. 실험 내용은 GPS를 통해 받은 데이터를 이용하여 이동속도를 계산하고 가속도 센서의 변화 폭을 측정 이동형태를 판별할 수 있는 속도와 가속도 센서의 기준 값을 실험 데이터를 바탕으로 정의 하였다. 실험결과 본 논문에서 제안하는 사용자 이동형태 판별 알고리즘을 이용하여 사용자의 이동형태를 판별 할 수 있었다.

키워드: 스마트폰, 가속도 센서, GPS, 움직임 인식

## I. 서론

스마트폰의 보급이 본격적으로 활성화 되면서 스마트폰 응용에 대한 관심이 높아지고 있으며, 스마트폰의 자체 내장된 센서 및 디바이스를 이용한 응용 개발 및 활용 방안에 대해 활발하게 연구가 진행되고 있다. 초창기 스마트폰의 센서를 이용한 응용들은 한가지의 센서데이터 정보를 활용하는 응용이 대부분을 차지하고 있었다. 하지만 최근 스마트폰의 활발한 보급과 함께 다양한 센서와 디바이스를 경쟁적으로 스마트폰에 내장 시키면서 두 가지 이상의 센서 및 디바이스를 이용하여 사용자에게 편리한 인터페이스를 제공하거나 다양한 분야에서의 응용들이 개발되어 지고 있다. 본 논문에서는 스마트폰 자체에 내장되어 있는 GPS 수신 장치와 3축 가속도 센서, 네트워크 디바이스를 이용하여 사용자의 이동상태에 따라 각 센서에 나타나는 특징을 실험을 통해 확인 하고 실험 데이터를 바탕으로 사용자의 이동상태를 효율적으로 판단 할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 또한 판단된 정보는 네트워크를 통해 서버에 전송되고 스마트폰의 사용자는 정보의 제공자 역할을 수행

하게 된다. 이런 시스템의 구조는 사용자가 정보를 제공하며 메인 서버에서는 모든 정보를 분석, 확인 하고 새로운 정보를 가공 하여 사용자에게 다시 제공해 주는 시스템의 구조를 보인다. 클라이언트 서버기반의 시스템은 향후 지역의 혼잡성과 인구의 이동을 분석하거나 교통 정보 시스템과 같은 사회 기반 시설 모니터링의 도구로서 활용 가능하다.

## II. 관련 연구

### 1. 관련연구

스마트폰의 활성화 이전에는 센서 노드를 이용하여 PC에 데이터를 전송하거나 모바일 단말을 통해 센서 정보를 제공하는 센서 네트워크 연구가 활발하게 진행 되었다. 센서기술의 발전으로 사람의 생체 신호를 감지 u-헬스케어 시스템에 관한 연구가 활성화 되었다. 사람의 신체에 심박 수 측정 센서와 같은 생체신호 모니터링 센서를 특정위치에 부착하여 생체신호를 모니터링하고 메인서

버로 정보를 전송하여 사람의 건강 상태를 모니터링 하는 시스템이다. 가속도 센서를 활용한 연구 또한 u-헬스케어 시스템에서 사람의 동작인식 시스템에 활용 되어 운동량의 측정 및 신체 동작 인식 분야에 활용되고 있다.[4,5,6]

스마트폰의 보급이 활성화 되기 시작하면서부터 스마트폰의 자체 내장된 센서를 이용한 연구가 활발하게 진행되었다. 응용으로서는 GPS 수신장치와 카메라 디바이스가 결합된 형태의 증강현실 기반의 지리정보 서비스인 위키플의 오브제 서비스가 있으며 위치 인식 기반의 안내 시스템 및 u-campus 시스템, 여행 가이드 시스템에 대한 연구가 진행 되고 있다. 구글에서는 다양한 센서를 검색 인터페이스로 활용하는 응용을 계속해서 상용화 시키고 있는데 대표적으로 구글을 예로 들 수 있다. GPS, 가속도 센서 그리고 이미지 인식 기술을 활용한 검색 서비스로 사용자의 주변정보를 증강현실 기반의 인터페이스를 통해 제공하고 카메라를 이용한 검색이 가능하다.[9]

버클리 대학과 노키아를 비롯한 다양한 기관과 기업이 참여한 Mobile Millennium 프로젝트는 스마트폰을 이용하여 도로의 트래픽을 모니터링 하고 사용자에게 현재 도로의 트래픽 정보를 제공 해주는 연구로서 도로의 트래픽 분석을 위해 3축 가속도 센서 정보의 활용방법과 카메라를 이용한 이미지 분석방법 등 트래픽 분석에 다양한 방법들에 대한 연구를 진행 하였고 현재 Mobile Millennium 프로젝트를 통해 구현된 시스템은 상용화되어 서비스 되고 있다.[8]

지금까지의 GPS, 가속도 센서 관련응용 기술들이 많이 연구되고 있지만, 스마트폰 기반에서의 사람의 이동 형태, 인구의 집중, 분포에 관련된 연구는 아직 이루어 지고 있지 않다. 본 논문에서는 스마트폰의 기능인 가속도 센서와 GPS를 활용하여 사람의 이동 형태 판별이 가능한 알고리즘을 제안한다.

### III. 본론

#### 1. 시스템 구조

사용자의 이동상태 예측 알고리즘 구현을 위한 시스템의 구조는 [그림 1]과 같으며 GPS 수신장치를 이용하여 사용자의 위치 정보 및 이동 속도를 계산하여 1차적으로 이동수단을 판별 하게 되며 이동 속도에 따라 2차 적으로 가속도계의 움직임을 실시간으로 모니터링 하여 최종적으로 이동 형태를 판별하게 되고 Wi-Fi 및 3G 망을 이용 하여 메인서버에 위치데이터 및 사용자의 이동

상태 정보를 전송 하게 된다. 전송된 데이터 정보를 바탕으로 웹기반의 지도 서비스에 정보를 표시 하게 된다.

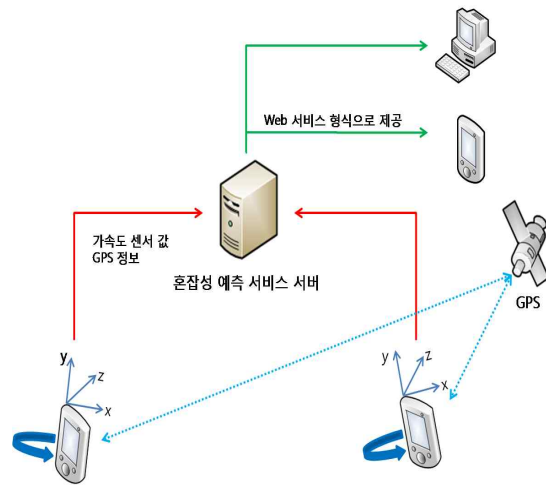


그림 1. 이동형태 판별 시스템 구조

#### 2. 이동상태 판별 알고리즘

##### 2.1 GPS를 이용한 측정

GPS를 이용한 측정 알고리즘은 GPS의 좌표를 이용하여 속도를 5분 간격으로 모니터링 하고 속도에 따라 사람의 이동수단을 판별 하게 된다. 이동 수단 판별은 25km/h를 기준으로 25km/h 이하일 경우를 도보로 이용하여 이동한다고 판정한다. 속도가 25km/h 이상일 경우는 이동에 차량과 같은 수단을 이용하고 있는 것으로 판별하고 가속도 센서의 모니터링은 실행하지 않는다. 시속이 0~1km/h 일 경우에는 도보이동 상태에 속하는 기다림 상태로 판별 한다. GPS 기반 속도 측정 방법은 본 논문에서 사용된 안드로이드 운영체제에서 지원하는 API함수를 이용하여 WGS84 타원체를 이용한 거리측정 방법을 통하여 속도를 계산 하였다.



그림 2. GPS를 이용한 판별

### 2.2 가속도 센서를 이용한 측정

가속도 센서를 이용한 측정은 사람이 도보를 이용하여 이동할 때 사용자의 움직임을 측정하여 판단하기 위하여 사용된다. 스마트폰의 경우 가속도 센서가 내장되어 있어 스마트폰의 흔들림을 분석할 수 있다. 사용자의 스마트폰의 흔들림의 정도를 이용하여 도보에서의 걷기, 뛰기, 기다림의 형태를 판별하게 된다. 가속도 센서의 x,y,z의 가속도 값을 x,y,z 각도로 변환 하여 흔들림의 정도를 매 500ms 시간 마다 움직임을 모니터링 하여 이전의 x,y,z 각도와 현재의 x,y,z의 각도 변화폭을 계산한다. 50회 모니터링 한 x,y,z 축의 평균 변화폭을 계산하여 걷기, 뛰기, 기다림의 상태를 판별하게 된다.

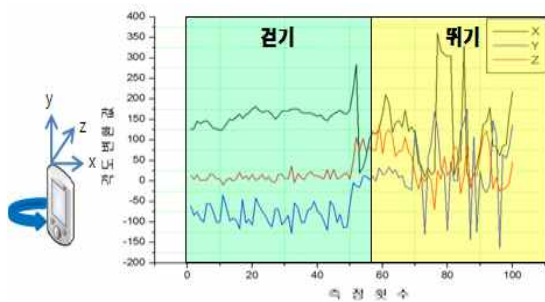


그림 3. 가속도 센서를 이용한 측정

### 3. 실험 및 데이터 분석

본 논문에서는 사용자의 이동상태 판별 알고리즘에 적용될 임계값을 확인하기 위하여 두 가지의 실험을 수행 하였다. 첫 번째 실험은 걷기 상태에서의 3축 가속도 값과 각도변환 값을 실험하였고 두 번째 실험 에서는 뛰기 상태에서의 가속도 값과 각도 변환 값을 실험 하였다. 두 가지 실험에서 3축 가속도 센서의 측정 간격은 500ms로 설정 하였다. 실험 사용된 플랫폼은 안드로이드 2.1 운영체제가 탑재된 단말을 사용하였다. 실험 내용은 [표.1] 과 같이 실행 하였다.

표 1. 실험 내용

	거리	시간	횟수	실험단말 위치
걷기	500m	10분	10	좌측 되퇴부
뛰기	500m	10분	10	좌측 되퇴부

걷기 상태에서 가속도 값과 각도 변환 값 2가지 데이터의 변화폭을 확인 하였다. 가속도 값의 경우 값의 평균적인 변화폭이 5인 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 이 값을 최대값이  $\pm 360$ 인 각도 변환 값으로 확인 할 경우 변화 폭은 15인 것을 확인 할 수 있다. 이와 같은 결과는 각도 변환 값을 사용하는 것이 가속도 값을 사용하는 것 보다 정밀한 비교가 가능 하고 이동 상태를 판별하는 임계값의 편차를 정확하게 구분 지어 줄 수 있다는 것을 의미 한다.

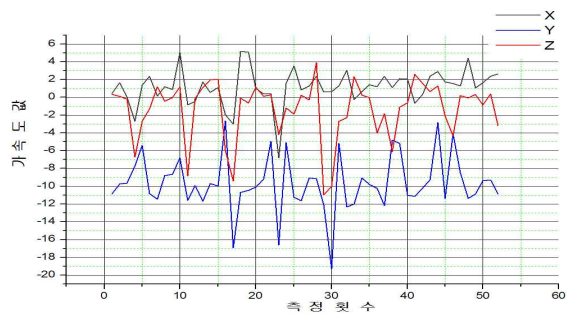


그림 4. 걷기상태의 가속도 값

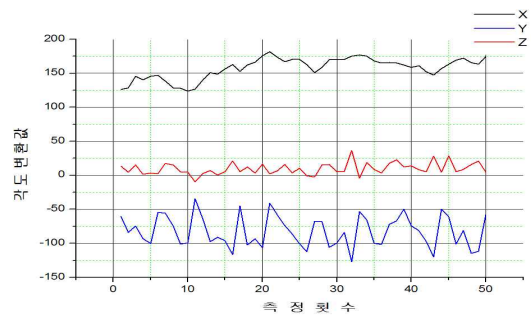


그림 5. 걷기상태의 각도 변환 값

뛰기 상태의 가속도 값과 각도 변환 값 2가지를 비교 하였다. 뛰기 상태 에서도 각도 변환 값의 편차가 크게 나타나고 있는 것을 확인 할 수 있다. 뛰기 상태 에서 가속도 값의 평균 변화 폭은 9로 나타났으며 각도 변환 값의 평균 변화 폭은 50으로 나타났다.

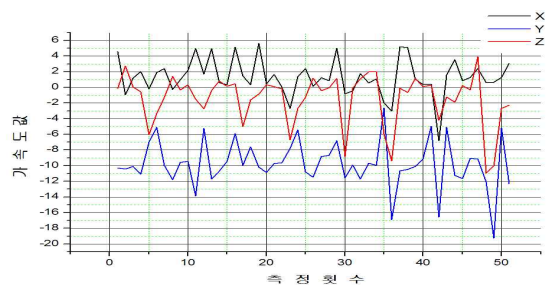


그림 6. 뛰기 상태의 가속도 값

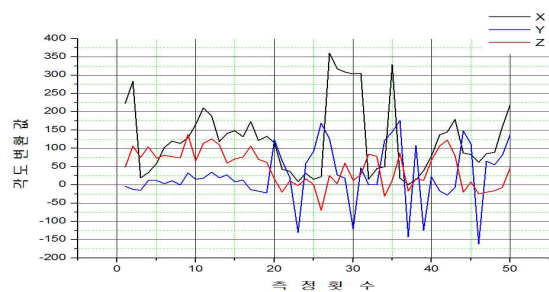


그림 7. 뛰기 상태의 각도 변환 값

실험에서 나타난 이 2 가지의 값을 기준으로 걷기와 뛰기 상태를 판단하는 기준 값으로 500ms 간격 50회 측정기준으로 변화폭이 5~20의 값을 걷기 상태로 정의 하고 35~60의 값을 뛰기 상태로 정의 하였다. 이외의 20~35의 값과 60이상의 값은 신뢰 할 수 없는 데이터로 판단하여 알고리즘에서 제외시키기로 하였다.

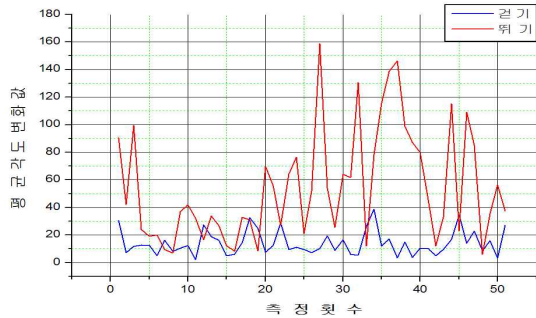


그림 8. 걷기와 뛰기 상태의 평균 변화폭

표 2. 이동형태 판별 알고리즘 임계값

	걷기	뛰기	기다림	이동 수단 이용
속도(km/h)	0~25	0~25	0~1	26~
3축의 평균 변화 각도	5~20	35~60	0~5	

#### IV. 결론

본 논문에서의 목적은 스마트폰 기반에서의 자체 내장 되어 있는 센서를 활용하여 사용자의 이동형태를 판별 할 수 있는 알고리즘을 제안하고 구현 하였다. 제안된 알고리즘은 위치 기반 정보를 속도의 값으로 계산하고 미리 정의된 임계값에 의하여 사용자의 이동수단을 판별하고 판별된 이동수단이 도보일 경우에는 가속도 센서를 주기적으로 모니터링 하며 스마트폰의 각도 변화의 폭을 평균화 하여 변화폭에 따라 걷기와 뛰기 상태 판별이 가능하였다. 판별된 데이터는 네트워크 모듈을 이용하여 서버에 전송하여 위치와 속도를 이동 형태에 대한 데이터베이스를 구축 할 수 있었다. 이와 같은 시스템은 사용자가 응용을 실행하고 있는 것이 정보의 제공자로서의 역할을 뜻하게 되며 사용자가 많아 질 수록 사용자는 더 정확한 정보의 이용이 가능 해진다. 향후 사용자의 적응성을 가지는 알고리즘과 이와 같은 시스템이 사회 기반 시설의 모니터

링 시스템에 융합 되어 지면 시스템 구축에 드는 비용은 저렴해지면서도 더 넓은 범위와 더 정확한 모니터링 시스템을 구축하게 될 것이다.

#### 참고문헌

- [1] Prashanth Mohan, Venkata N.Padmanabhan, and Ramachandran Ramjee "TrafficSense: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones" Microsoft Technical Report April 2008.
- [2] Chris Thompson, Jules White, Brian Dougherty, Adam Albright, and Douglas C. Schmidt "Using Smartphones and Wireless Mobile Sensor Networks to Detect Car Accidents and Provide Situational Awareness to Emergency Responders" Third International ICST Conference on MOBILE Wireless MiddleWARE, Operating Systems, and Applications (Mobilware 2010), June 2010.
- [3] D. Work, O.-P. Tossavainen, Q. Jacobson, A. Bayen "Lagrangian Sensing: Distributed Traffic Estimation with Mobile Devices", Proceedings of the 2009 American Control Conference pp. 1536-1543, June 2009.
- [4] Nikolay Dokovsky, Aart van Halteren, Ing Widya "BANip: enabling remote healthcare monitoring with Body Area Networks" FIDJI 2003 International Workshop on Scientific Engineering of Distributed Java Applications, pp. 62-72, Nov 2003.
- [5] 유희미, 서재원, 차은종, 배현덕, "3축 가속도 센서를 이용한 보행 횟수 검출 알고리즘과 활동 모니터링" 한국콘텐츠학회 논문지 제 8권, 제 8호, 253-260쪽, 2008년 8월.
- [6] 최정연, 정성부, 이현관, 엄기환, "노약자 보호를 위한 무선 3축 가속도 센서를 이용한 움직임 검출시스템" 한국해양정보통신학회논문지, 제 13권, 제 11호, 2427-2432쪽, 2009년 11월
- [7] 구분현, 최효현, 손태식, "모바일 디바이스를 사용한 멀티센서 기반 스마트 센서 네트워크의 설계 및 구현" 전자공학회논문지, TC 제45권, 제5호, 통권 제371호, 1-11쪽, 2008년 5월.
- [8] Mobile Millennium Project <http://traffic.berkeley.edu/>
- [9] Google Code, <http://code.google.com/>