

스마트폰과 웨어러블 디바이스를 이용한 고수준 행위인지

조성호, 이승룡

경희대학교 컴퓨터공학과

e-mail:{sounghocho, sylee}@oslab.khu.ac.kr

Smartphone and Wearable Device based High-level Activity Recognition

Soung-ho Cho, Sungyoung Lee

Dept of Computer Engineering, Kyunghee University

요 약

개인건강에 대한 관심이 날로 증대함에 따라 개인 건강 상태를 파악하기 위한 사용자 생활패턴인지 연구에 대한 관심이 높아지고 있다. 행위 인지 연구는 오랜 시간 진행되어 왔지만 고수준행위인지의 정확도가 여전히 미미하며 고수준행위의 세부 행위는 인지하지 않았다. 본 논문에서는 스마트폰과 웨어러블센서를 이용하여 실생활에서 보다 정확한 고수준행위데이터를 도출함으로써 더욱 넓은 분야에서 활용 가능한 기술 연구에 목적이 있다.

1. 서 론

현대사회가 고령화 사회에 접어들면서 사람들의 건강에 대한 관심이 크게 증가하고 있으며 건강에 큰 영향을 미치는 생활패턴에 관련한 연구가 주목 받고 있다. 생활패턴인지와 이를 분석한 정보를 바탕으로 각종 개인화 서비스 제공을 위한 필요 기술인 행위인지 관련연구 또한 활발해 지는 추세이다.

과거의 행위인지 연구는 가속도계나 각속도계 등 각종 센서를 몸에 부착하여 행위패턴을 파악하는 연구였으나 이는 일상생활에서도 거주장스러운 각종 측정센서를 부착하고 있어서 많은 불편함이 있었다. 또한 카메라를 이용한 영상처리기반 행위인지기술도 개발되었으나 이는 제한된 상황에서만 사용가능하며 카메라와 같은 디바이스를 다양한 일상생활에 적용하기에는 부적합하였다. 최근 연구되는 스마트폰만을 이용한 행위인지는 스마트폰에 내장된 각종 센서를 이용할수 있어 가장 다양한 용도로 사용 가능하나 스마트폰 내에 센서만 이용하기에 스마트폰을 소지하고 있는 위치에 따라 값이 크게 변하며 스마트폰을 고정시키지 않으면 결과 값의 신뢰도가 매우 낮다는 문제가 있다.

위와 같이 행위인지 기술은 현재에도 많이 개발되고 있다. 하지만 효과적으로 결과를 도출할 수 있는 기술은 아직 미약한 실정이다.

Takuya Maekawa 의 인지기술[1]은 3축 가속도계 한 개를 이용하여 걷기, 뛰기, 자전거, 운전, 스포츠가 인지 가능하지만 축구, 배구, 배드민턴, 복싱, 탁구, 피트니스 등 각종 스포츠들을 단순히 스포츠라는 결과 하나로 통합하여 결과값이 나오므로 고수준 행위를 구분하기 어렵고,

Pekka Siirtola의 인지기술[2]은 손목에 2차원 가속센서를 이용하여 스포츠를 포함한 13개의 행위를 인지 가능하나 스포츠에 경우 스피닝과 자전거, 배드민턴과 테니스와 같이 비슷한 스포츠끼리 묶어 결과값을 도출해 내기 때문에 다양한 고수준 행위인지에 어려운 단점이 있다.

따라서 스마트폰과 손목에 착용 가능한 웨어러블 센서를 이용하여 기존 기술의 다양한 상황에서의 고수준의 행위를 인지하지 못했던 문제를 해결하고 행위 인지의 정확도 향상과 고수준 행위인지가 가능한 향상된 행위인지 기술을 제안한다.

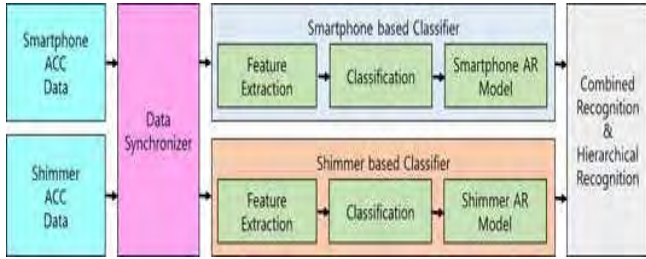
2. 스마트폰과 웨어러블 센서를 이용한 행위인지

스마트폰과 웨어러블 센서는 행위를 인지함에 있어 각각의 장점과 단점이 존재한다. 걷기, 뛰기, 서기와 같은 기본행위인지에 높은 정확도를 보이는 스마트폰은 앉기, 눕기, 양치와 같은 제스처를 동반하는 정적행위인지와 농구, 업무, 등산과 같은 고수준 행위인지에 어려움이 있다. 반면 정적행위인지에 높은 정확도를 보이는 웨어러블 센서는 기본행위인지와 고수준행위인지에 어려움이 있다.

본 논문에서는 다양한 상황에서의 고수준 행위인지를 위해 스마트폰과 단일 웨어러블 센서를 이용한 효과적인 행위인지 기술을 제안한다.

<그림 1>은 제안하는 스마트폰과 웨어러블 센서를 이용한 행위인지시스템의 구조도이다.

<그림 1> 시스템의 전체 구조



바지주머니에 있는 스마트폰의 가속도데이터와 손목에 착용 하고 있는 웨어러블 센서의 가속도 값을 취합하여 각 행위별 데이터를 수집하고 특징을 추출 및 분류하여 행위 모델을 생성한다. 본 연구에서 인지하는 행위의 종류를 <표 1>과 같이 나타내며 편의를 위해 약자를 부여한다.

<표 1> 인지행위 및 약자 목록

행위	약자	
보행	걷기	Wk
	뛰기	Rn
	계단오르기	Gu
	계단내려오기	Gd
자세	서있기	St
	앉기	Si
	누어있기	Li
일상생활	컴퓨터작업	Cw
	전화	Pc
	청소기	Vc
	양치질	Tb
스포츠	농구(드리블)	Bd
	농구(패스)	Bp
	농구(슛)	Bs
	배드민턴(포핸드)	Bf
	배드민턴(백핸드)	Bb
	배드민턴(스매시)	Bs
	테니스(포핸드)	Tf
	테니스(백핸드)	Tb
	테니스(서비스)	Ts

2.1 스마트폰에서의 행위인지

스마트폰은 기본적으로 사용자의 보행행위를 인지하는 역할을 수행한다. 스마트폰에서 3축 가속도센서 값을 추출 후 Signal Vector Magnitude를 이용하여[3] 걷기, 뛰기, 서기의 기본행위를 인지하고, 세부행위를 구분하기 위해 <표 2>같은 수직·수평 특징[4]을 사용한다.

<표 2> 스마트폰에서 사용한 수직·수평 특징

Component	Features
Vertical	5-Linear Prediction Coefficients(LPC)
	3-Standard Deviation
Horizontal	1-Zero Crossing Rate
	1-Correlation between two Signal

2.2 웨어러블 센서에서의 행위인지

웨어러블 센서는 스마트폰에서 나온 인지 결과를 기반으로 심머센서의 3축 가속도센서 데이터를 수집하여 세부 행위를 분류하여 인지하는 역할을 수행하며 심머센서 내부 가속도계의 각 축간 상관관계의 특징을 <표 3>과 같이 추출한다.

<표 3> 심머센서에서 사용한 상관관계 특징

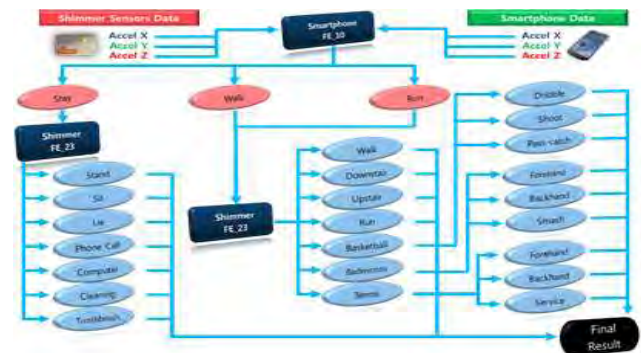
Component	Features
Correlation	1-Correlation between X and Y axis
	1-Correlation between Y and Z axis
	1-Correlation between X and Z axis
	1-Correlation between XY and Z axis
	1-Correlation between XZ and Y axis
	1-Correlation between YZ and X axis

2.4 스마트폰과 웨어러블 센서를 연동한 행위인지

스마트폰과 웨어러블 센서를 연동한 행위인지 프로세스는 사용자의 행위로부터 발생하는 스마트폰과 웨어러블 센서의 데이터를 기반으로 스마트폰은 정지상태와 걷기 상태, 달리는 상태 3파트로 행위를 인지하고 이를 토대로 웨어러블 센서는 정지상태를 서있기, 앉기, 눕기, 통화, 컴퓨터작업, 청소, 양치질로 분류하고, 걷기상태와 달리기상태는 걷기, 계단 내려오기, 계단 오르기, 달리기, 농구, 배드민턴, 테니스로 구분하며 고수준행위인 스포츠는 해당하는 농구와 배드민턴, 테니스를 각각 세부적 행위인 농구는 드리블, 패스, 슛, 배드민턴은 포핸드, 백핸드, 스매시, 테니스는 포핸드, 백핸드, 서비스로 분류하게 된다.

<그림 2>는 스마트폰과 웨어러블 센서를 연동한 행위인지 프로세스이다.

<그림 2> 스마트폰과 웨어러블 센서를 연동한 행위인지 프로세스



2.3 실험환경

제안하는 연구는 삼성 갤럭시 S3와 웨어러블 센서는 손목착용 형 심머센서로 연구했으며 갤럭시S3와 심머센서의 각종 내부센서 중 가속도센서만을 이용하였다. 심머센서는

스마트폰과 블루투스로 연결되어 스마트폰과 동시에 데이터를 기록하며 별도의 데이터파일로 스마트폰에 저장된다. 각각의 디바이스들은 가속도센서의 3축 값을 50Hz의 샘플링 주기로 3초 동안 수집하여 하나의 윈도우당 150개의 샘플을 기록한다.

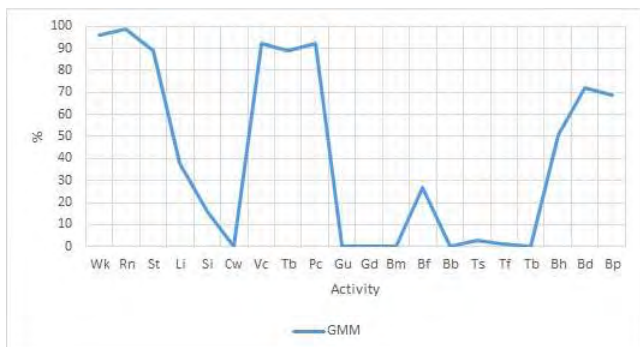
3. 실험결과

스마트폰 기반 데이터와 심머센서 기반 데이터의 행위별 실제 인지 값을 측정된 결과 배드민턴과 테니스행위의 오차를 제외하곤 60% 이상의 정확도를 도출할 수 있었다.

스마트폰 기반 기본행위인 걷기, 뛰기, 정지의 행위인지는 평균 94%의 높은 정확도를 보였으나 정적행위나 고수준 행위인지는 28% 이하의 낮은 정확도를 보였다. 웨어러블 센서기반 행위별 인지 값은 약 70%의 기본행위인지 정확도와 80%이상의 정적행위 및 일상생활행위인지 정확도를 보였으나 스포츠행위인지는 스마트폰과 마찬가지로 60%이하의 정확도를 보였다.

3.1 스마트폰 기반 행위인지 결과

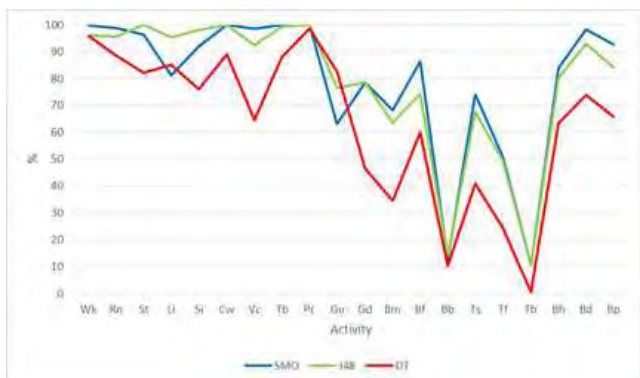
<그림 3> 스마트폰 기반 행위인지 결과



<그림 3>의 데이터값은 각 행위별 인지확률을 기록한 것이다. 전체적으로 41%이상 정확도를 보였으나 계단 오르니(Gu), 계단 내려오기(Gd) 정적행위(Si, Li, Cw) 및 스포츠행위는 스마트폰 센서만 사용해서는 인지가 어려웠다.

3.2 웨어러블 센서 기반 행위인지 결과

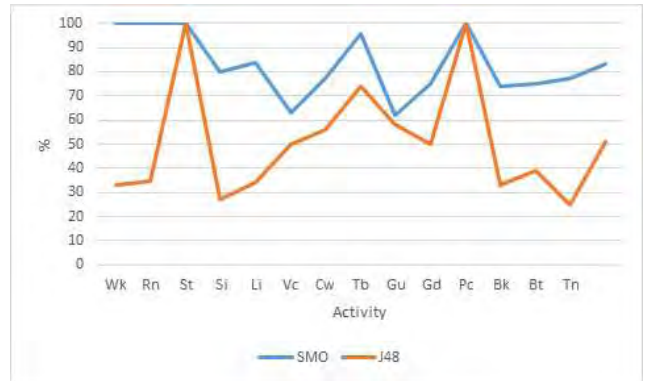
<그림 4> 웨어러블 센서 기반 행위인지 결과



<그림 4>는 웨어러블 센서를 기반으로 각 행위별 인지 결과를 표시한 것이다. 전체적으로 50%이상 정확률을 보였으나 배드민턴과 테니스의 경우 세부행위별 인지결과가 매우 낮다.

3.3 스마트폰과 웨어러블센서를 연동한 행위별 인지 값

<그림 5> 스마트폰과 웨어러블 센서를 연동한 행위별 인지 값



<그림 5>는 스마트폰과 웨어러블 센서를 연동하여 행위를 인정한 결과 값이다. SMO특징을 사용했을 경우 83%의 평균정확도를 보였고 J48에 경우 51%의 평균 정확도를 보였다. SMO특징을 사용했을 경우 스마트폰이나 웨어러블 센서만 단독으로 사용했을 때보다 약 13%에서 42%정도 정확도를 올릴 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 다양한 상황에서의 고수준 행위인지를 위해 스마트폰과 단일 웨어러블 센서를 이용한 효과적인 행위인지 기술을 제안하였다. 정지, 걷기, 달리기 등 큰 범위의 행위는 단일 스마트폰을 사용한 인지결과 만으로도 상당히 높은 정확도의 결과를 얻을 수 있었지만 그 행위를 기반으로 활동하는 각종 스포츠 등의 고수준 행위인지를 하기에는 부적합 하였다. 하지만 손목착용 형 웨어러블 센서를 이용하여 그 이외의 고수준 행위인지 결과를 어느 정도 보완할 수 있었다. 하지만 고수준 행위인지에 있어서 배드민턴과 테니스와 같이 비슷한 세부행위가 존재하는 고수준 행위인지상황에서는 세부행위인지 값이 비슷하여 오인지는 문제가 발생했다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 동작이 비슷한 행위들을 세부적으로 분류하여 인지 할 수 있는 연구가 진행될 필요가 있다.

참고문헌

[1]
Takuya Maekawa, NTT Communication Science Laboratories“Unsupervised Activity Recognition with User’s Physical Characteristics Data, 2011 15th Annual International Symposium on Wearable Computers”

[2]
Pekka Siirtola and Juha Röning, Department of Computer Science and Engineering
“Recognizing human activities user-independently on smartphones based on accelerometer data,
Pekka Siirtola and Juha Röning, Department of Computer Science and Engineering”

[3]
C. M. Chung, et al., “Smartphone based activity recognition for real environment,” The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Proceedings of Korea Computer, pp.460-462, 2013.

[4]
Hosung Lee, Sungyoung Lee, Kyunghee univ.
“정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 41 권 제 8 호(2014.8)