

수면 전후한 행동유형의 특징벡터 추출에 관한 실험적 연구

김 진태^{0*}, 손 선동*, 조 승호*, 문 봉희^{**}

*강남대학교 컴퓨터미디어공학부, **숙명여대 컴퓨터학과

e-mail: gotboy@naver.com, kkorja@nate.com, shcho@kangnam.ac.kr, moon@sookmyeong.ac.kr

An Experimental Study on Extracting Feature Vector of Behavioral Patterns Before and After Sleeping

Jin-Tae Kim^{0*}, Seon Dong Son*, Seungho Cho*, Bonghee Moon^{**}

*Division of Computer & Media Engineering, Kangnam University

**Department of Computer Science, Sookmyeong Womens' University

최근 아이폰의 열풍으로 많은 응용 프로그램들이 애플의 앱스토어에서 활발하게 다운로드가 이루어지고 있다. 이 중에서 다운로드 순위 1위를 차지한 것이 바로 수면 사이클이라는 응용 프로그램이었다. 이 프로그램은 아이폰을 침대 위에 놓고 알람 시간을 설정해 놓으면 아이폰이 자는 사람의 수면 사이클을 분석하여 알람시간 30분이내에서 잠이 깊이 들지 않은 시간대를 택하여 알람을 울려준다. 이 프로그램 이용후 아침에 일어나기가 훨씬 가뭄해졌다는 보고들이 많이 접수되고 있다[1].

본 연구는 침대에서 사람의 일상행동을 관찰하고 이들의 특징벡터[2]를 추출하여 사람들의 일상 행동 로그를 추적하기 위한 목적으로 연구되었다. 본 연구는 침대에서 일상행동의 특징벡터를 추출하고 이의 유효성을 검증하고자 하였다. 본 연구에서는 무선 적외선 감지 및 진동 센서로부터 감지한 값들을 수집하여 이들로부터 행동유형의 특징 벡터 추출 알고리즘을 적용하여 일상행동유형에 대한 로그를 얻고자 한다. 이러한 연구는 향후 거주자의 일상행동이나 수면습관 등을 관찰할 수 있는 '똑똑한 베개(Smart Pillow)'와 같은 혁신제품으로 발전해 갈 수 있을 것으로 본다.

본 연구를 위해서 사용된 시스템은 무선 센서노드들, 베이스 스테이션, 센서 네트워크 모니터링 프로그램, 데이터 베이스로 구성된다. 무선 센서노드들로는 진동 센서 2종, 적외선 감지센서 1종을 기본 단위로 사용한다. 베이스 스테이션은 이들 센서노드들로부터 획득한 데이터들을 무선통신으로 전송받아 모니터링 프로그램에게 전달한다. 모니터링 프로그램은 전달된 센서 데이터들을 특정 처리에 적합한 알고리즘을 통해 수집된 센서 데이터를 처리한 후, 데이터베이스나 파일에 저장한다[3]. 실험에 사용된 센서노드들은 Huins사의 UBee430 센서노드 모듈이다. 인체감지 센서는 PIR(Pyroelectric Infrared sensor) 센서와 Fresnel Lens로 구성된 센서 모듈로서, 감지 허용각도가 138°이다. 진동센서인 'Minisense 100'는 Piezo 효과 원리에 의해 동작의 진동을 감지한다. 본 연구의 실험에서 진동 값은 0~32760의 범위를 갖도록 조정되었다[4].

본 연구에서는 침대에서 수면 전후 또는 수면중 행동들을 추적하기 위한 행동유형의 로그(log)를 기록하고자 한다. 행동유형의 로그는 현재 사람의 상태와 행동유형으로 구성된다. 그런데 본 연구에서는 수면동안 및 수면 전후의 행동으로 연구 범위를 국한한다.

로그 = { 상태, 행동유형, 시간 }

여기에서, 상태(state)는 침대에서 사람이 취하고 있는 정적인 상황을 표현한다. 이 상태는 사람이 시간적으로 머물러 있는 정적인 상황을 나타낸다. 사람이 침대에서의 취하는 상태는 두 가지로 표현한다. 하나는 앉아 있는 상태 S(Sitting)이고, 다른 하나는 사람이 누워있는 상태 L(Lying)이다. 침대에서 발생하는 주요 행동유형들은 3가지로 정의한다. 행동유형1은 침대에 앉은 상태에서 누는 행동유형으로 정의한다. 이 행동유형에 의해 다음 상태는 누운 상태로 된다. 행동유형2는 침대에 누운 상태에서 뒤척이는 행동유형이다. 다음 상태는 그대로 누운 상태가 된다. 행동유형3은 누운 상태에서 일어나 침대에 앉는 행동유형이다. 다음 상태는 앉은 상태가 된다. 시간 요소는 그대로 행동유형인 발생한 시간을 의미한다. 이와 같이 3개의 요소는 사람의 일상행동에 대한 로그를 구성한다.

동일한 행동유형에 대해 성별, 신장, 체중 등 개인의 신체적 특성에 따라 두 명의 남녀 피실험자에 대해 실험을 수행하였다. 남녀 피실험자간 행동유형에 소요된 시간 및 센서 데이터들의 변화폭 등에서 별다른 특이점들을 나타내지 않았고, 서로 유사한 그래프 특징을 나타내었다. 이 실험에 의해 행동유형을 구별해 주는 6가지 특징들을 선정하였고, 행동유형을 특징 벡터로 표현하였다.

침대 주변에서 사람의 행동유형에 대한 특징들을 추출하기 위한 실험을 수행하였다. 주로 침대 주변에서 누워 있다가 뒤척이는 행동유형을 중심으로 일상생활의 거주공간인 침실에서 수행되었다. 진동 센서 2개는 침대의 베개 밑에 1개, 침대 옆에 1개를 설치하였고, 적외선 감지 센서는 침대위 천정에 설치하였다. 이들 센서들은 0.5초 주기로 감지된 값들을 PC의 데이터베이스로 전송한다. 그림 1은 행동유형2인 침대에서 뒤척이는 행동유형시 측정된 센서값들을 그래프로 보여준다. 이 그래프에서 빨간색은 인체감지 값, 초록색은 침대 진동 감지값, 파랑색은 베개진동 감지값을 나타낸다. 그림 1은 인체감지가 시작되고 얼마 후 침대 옆 진동과 베개진동이 감지되기 시작하였고, 인체감지가 종료되는 시점 전후하여 침대진동과 베개진동도 소멸하고 있는 행동유형의 특징을 보여준다. 이러한 사건들을 특징적으로 표현하면 그림 2와 같다.

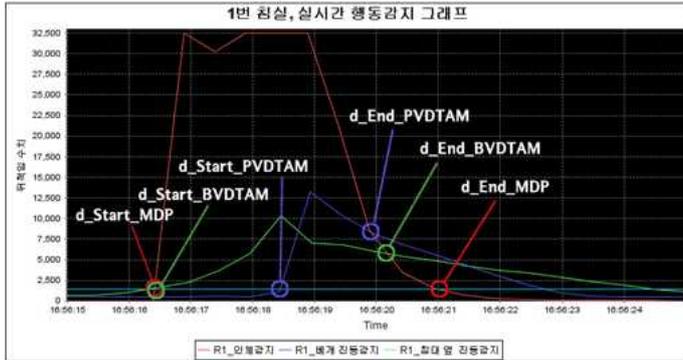


그림 1 행동유형2의 측정 그래프

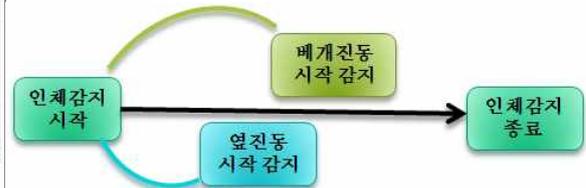


그림 2 특징들간의 관계

이러한 관찰 실험에 의거하여 행동유형에 대한 특징벡터는 6가지 특징으로 도출하였다[3]. 첫 번째 특징은 움직임 지속시간(Motion Detection Period)으로 움직임 포착시점에서 종료시점까지 움직임이 지속된 시간을 의미한다. 두 번째 특징은 움직임 감지값(Motion Detection Value)으로 움직임 변화를 감지한 값으로 최대값을 사용한다. 세 번째 특징은 움직임 개시후 침대진동 감지시점(Bed Vibration Detection Time After Motion)로서 움직임 포착시점부터 진동 감지 시점까지 경과한 시간을 의미한다. 네 번째 특징은 침대진동값(Bed Vibration Value)으로 침대 옆 진동을 감지한 값을 의미하고, 최대 진동값을 사용한다. 다섯 번째 특징은 움직임 개시후 베개진동 감지시점(Pillow Vibration Detection Time After Motion)으로 움직임 포착시점부터 베개 밑 진동 감지 시점까지 경과한 시간으로 정의한다. 여섯 번째 특징은 베개진동값(Pillow Vibration Value)으로 베개 밑 진동을 감지한 값으로 정의하고, 최대 진동값을 사용한다.

본 연구에서는 피실험자(20대 중반 남성)들을 대상으로 추출된 특징벡터의 유효성을 검증하고자 한다. 이번 유효성 검증 실험에서는 실험 장소, 사용된 침대나 베개 등이 바뀌는 등 환경의 변화도 수반되었다. 유효성 검증 실험에서는 체중이 작은 피실험자들의 행동유형이 특징벡터로 분류하기 어려웠던 점, 동작을 잠시 멈추었다가 재개하는 복합적인 행동인 경우에는 분류하기 어려운 점 등을 발견하였다. 이에 대해서는 보다 심층적인 분석이 요구된다. 본 연구에 의해 실내 거주자가 침대 주변에서 취하는 행동유형들을 파악하는 것이 가능하다. 이러한 종류의 일상생활 양상에 대한 파악은 특이한 일탈 행동유형을 유추하는데 활용할 수 있다[5]. 본 연구를 기초로 사람의 뒤척임 행동 유형 횟수 등을 분석한다면, 수면습관 등을 파악할 수 있을 것이다. 이러한 분석 결과들은 수면 중 발생할 지 모르는 일탈 상황인 돌연사 또는 불면 등에 대한 파악이 가능할 것으로 예상된다. 또한, 일생행동에서 일탈한 상황에 대한 정보는 긴급 상황 대처에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Lexware Labs, <http://www.lexwarelabs.com/sleepcycle/index.html>
 [2] R. Duda, P. Hart, and D. Stork, *Pattern Classification*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. 2000.
 [3] S. Cho, W. Kim, B. Moon "Classification of Behavioral Types Associated with Sleeping in Residential Space," *Journal of KIISE: Computing Practice and Letters*, vol.16, no.4, pp.477~481, Apr. 2010.
 [4] UBee430, <http://www.huins.com/>
 [5] G. Virone, et. al., "Behavioral Patterns of Older Adults in Assisted Living," *IEEE Trans. on Information Technology in Biomedicine*, vol. 10, no. 3, May 2008, pp.387~398.