

유비쿼터스 환경에서 독거 노인을 위한 위험감지 및 통보 시스템에 관한 연구

황인문, 유남현, 손철수, 김원중
순천대학교 컴퓨터학과
e-mail:kwj@sunchon.ac.kr

A study on Danger Detecting and Alarming System for Seniors who live alone in Ubiquitous Environment

In-Moon Hwang, Nam-Hyun Yoo, Cheol-Su Son, Won-Jung Kim
Dept of Computer Science, Sunchon National University

요 약

우리나라의 고령화 단계는 매우 심각한 수준으로 이미 초고령화 사회에 진입하기 바로 전 단계이다. 그러나 사회복지 관련 정부예산 및 부족한 전문인력 등의 여러 가지 문제점으로 인하여 지속적으로 늘어가는 독거노인들에 대한 효율적인 서비스를 제공하지 못하고 있는 것이 국내의 현실이다. 이에 본 논문에서는 웹캠과 유비쿼터스 센서들을 이용하여 독거노인들의 위험 감지 및 알람 시스템을 제안한다. 이 시스템은 독거노인들의 일상생활을 웹캠과 유비쿼터스 센서들을 이용하여, 24시간 모니터링을 하면서 불규칙한 이상 행동 패턴이 발생하게 되면, 해당 행동 패턴을 추출하고, 보호자 및 관계기관과 응급의료구조시스템을 호출하는 등의 서비스를 제공함으로써, 독거 노인들에 대한 세심하고 밀접한 관리 및 폭 넓은 서비스를 기대할 수 있게 될 것이다.

1. 서론

우리나라는 매우 빠른 속도로 고령화 사회로 진입하였으며, 이미 우리나라는 초고령화 사회에 진입하기 바로 이전 단계까지 도달하였다. 최근 우리나라의 급속한 초고령화 사회로의 전환은 노인들을 보살피고 관리하기 위하여 많은 인력과 복지 예산을 필요로 하게 되었다. 특히, 노인들의 경우에는 만성적인 질병을 가지는 경우가 대부분인데, 독거노인들의 경우에는 특별한 관리가 요구되어지고 있다. 이러한 노인들에 대해 효과적인 복지 서비스를 제공하기 위해서는 노인들의 건강 상태를 지속적으로 점검하기 위한 전문인력이 확보되어야 하는데, 이는 많은 예산을 필요로 한다. 이에 본 연구에서는 외국에서 이미 도입, 운용하고 있는 노인 건강관리 시스템(Senior Health Care System)[1]을 확장 발전시킨 독거노인을 위한 위험감지 및 알람 시스템(The Danger Detecting and Alarming System for Seniors who live alone in Ubiquitous Environment: DDAS)을 제안한다. 이 시스템은 위급한 상황이 발생하였을 때, 최대한 신속하게 적절한 조치를 취하지 않으면 심각한 상황을 초래할 수 있는 질병을 앓고 있는 사람들이나 고령의 독거노인들의 위급한 상황을 실시간으로 감지하여 보호자 및 응급의료 시스템을 호출하기 위한 시스템이다.

2. 헬스 스마트 홈

헬스 스마트 홈(Health Smart Home)은 집안에서 활동하는 거주자의 정보(위치 감지, 거주자 감별) 및 거주자의 안전 그리고 건강 상태를 원격으로 감지할 수 있도록, 집안에 환경 센서 시스템 및 생체 신호 감지센서 시스템을 설치한 후 기존의 홈 네트워크에 연결하는 시스템을 의미한다.

2.1 기존의 헬스 스마트 홈에 관한 연구

일본의 가와사키(Kwasaki) 의과 대학 연구진은 특히 노인 거주자들의 활동 변화 상황을 주 단위 또는 월 단위 등으로 주기적인 실험 데이터를 축적하고 데이터베이스화하기 위해, 집안의 현관, 거실, 화장실, 침실, 욕실 주위 공간 등에 적외선 센서를 각각 설치하여 30일 동안 거주자의 활동 상황을 분석하여, 한 공간에서 다른 공간으로 이동하는 평균횟수 및 한 공간에서 머무는 평균값이 범위에서 벗어나거나, 한 공간에서 다른 공간으로 이동하는 횟수가 평균치보다 많거나 적은 경우 거주자의 신체에 이상이 있는 것으로 판단하였다. 일본의 동경의과대학 연구진은 거주자의 침대 밑에 체온을 측정하는 온도 센서를 설치한 침대의 온도 변화를 연속적으로 측정해 거주자가 수면을 취하는 동안에 신체 움직임 변화, 수면 및 침대에 머문 시간 등을 추정하였으며, 욕조에 설치된 심전도 측정 센서를 통해 거주자가 욕조 바닥에 앉아 목욕을 하는 동안에 심전도 및 심박수를 확인하게 하였다. 또한 화장실 변기주위

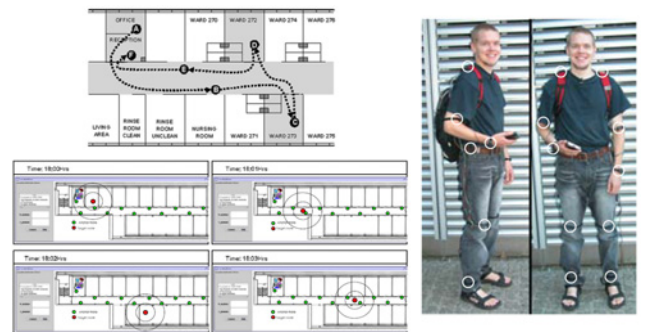
에 체중을 감지할 수 있는 센서를 설치하고, 거주자가 화장실을 사용하기 전후의 체중 데이터를 측정해 실제 체중 또는 소변 또는 대변의 무게 변화를 추정하도록 하였다. 미국의 Rochester 대학 연구진은 50~60세대의 노인 거주지 단지에 환경 센서들을 설치해 방안의 온도 및 습도 변화를 연속적으로 측정하고, 노인들의 몸에 부착한 센서들을 통해 노인들의 활동성 변화 및 위치 등을 감지하는 시스템을 현재 시범적으로 운용하고 있다. 또한 노인들에게 위험 알람 시스템을 소지하게 하고, 응급 상황 발생시 응급 버튼을 클릭하게 되면 즉각적으로 가족이나 응급 의료 시스템을 호출할 수 있도록 하는 시스템을 운용하고 있다. 이외에도 EU의 IST 프로그램의 하나인 "MobileHealth 프로젝트"에 네델란드, 독일, 스페인, 스웨덴이 참여하고, 필립스 HP가 기술지원을 하고 있다. Phillips Medical Systems사의 Tele-monitoring Platform, IBM사의 Mobile Health Wireless Healthcare Solution, 아디다스와 필란드 폴라사의 "Project Fusion", Honeywel HomMed LLC의 "Automation and Control Solutions" 등이 있으나, 대부분 사용자가 직접 각종 신체 측정 센서를 이용한 정보를 체계적으로 외부 의료 기관과 연계하여 관리하거나, 손목시계에 의한 맥박, 혈압, 심전도 등을 측정하는 단계에 머물고 있다. 우리나라의 경우 아직 헬스 스마트 홈 도입을 위한 구체적인 연구 또는 이를 위한 관련 법규 등의 준비가 이루어지지 않고 있다. 다만 서울대학교를 비롯한 몇몇의 대학 연구기관에서 심전도 등을 무선으로 전송해 PDA장치에 생체 신호를 보여주는 연구 등을 현재 진행하고 있다[8,9,10].

3. 사용자의 행동 인식

노인들을 위한 헬스 홈 스마트 시스템에서 가장 중요한 것은 이상행동 패턴을 인식하여, 이상행동 패턴에 따른 위험을 감지하고 응급의료시스템을 호출하는데 있다. 이와 같은 시스템을 구현하기 위해서는 사용자의 행동 인식에 대한 연구가 필요하다. 사용자의 행동인식과 관련된 기존 연구로는 [2],[3],[4],[5],[6] 등이 있다. 대부분의 기존 연구들은 몸에 웨어러블 컴퓨터 혹은 센서들을 설치하거나, 특별히 한정된 공간에 각각의 센서들을 설치하고, 설치된 센서들로부터 수집된 모든 정보들을 종합하여 상황인식(Context Awareness)을 수행할 수 있도록 하는 시스템이다. 특히 [6]에서는 사람의 각 관절에 센서들을 부착하고, 부착된 센서들로부터 수집된 정보들에 의하여 사용자의 행동을 인식하는 시스템이다. 이와 같은 시스템을 독거노인들에게 설치하는 경우에는, 해당 시스템이 매우 저렴해야 하며, 착용이 편안해야 한다는 전제 조건이 필요하다. 현재의 기술로는 독거노인들의 낙상과 같은 이상행동 패턴을 파악하기 위해서는 많은 비용과 기술적인 문제들이 선행되어야 하는 문제점이 있다.

또한 [8],[9],[10]과 같이 기존의 Health Care 회사들이 제안하고 있는 혈압, 맥박 측정 시스템의 경우, 해당 이상

행동 징후를 파악하여 응급 의료 시스템을 호출하기 위해서는 많은 시간이 필요하다는 문제가 있다. 또한 [2],[3] 등과 같은 사용자의 트래킹(Tracking) 시스템들은 단순히 사용자의 이동 경로를 파악하는데 중점을 두고 있다. 다시 말하면 이동 경로 중에 사용자가 낙상하여 정지가 되는 경우 상당 기간이 지난 후에야 사용자의 행동에 문제가 있음을 판단할 수 있다는 것이다. 이 경우 사용자가 뇌출혈 등의 위급한 상황에 의하여 낙상을 했을 경우에, 이상 행동이라는 징후를 인지한 시점은 초기 대응시간을 초과하고 난 후에 감지할 수 있기 때문에 매우 심각한 문제가 있다. (그림 1)의 오른쪽은 각종 유비쿼터스 센서들로부터 들어온 신호들을 조합하여 사용자의 이동 상황을 파악하고 있는 연구이며, 왼쪽은 신체의 각 부위에 센서들을 장착하여 사용자의 행동을 감지하는 연구이다.



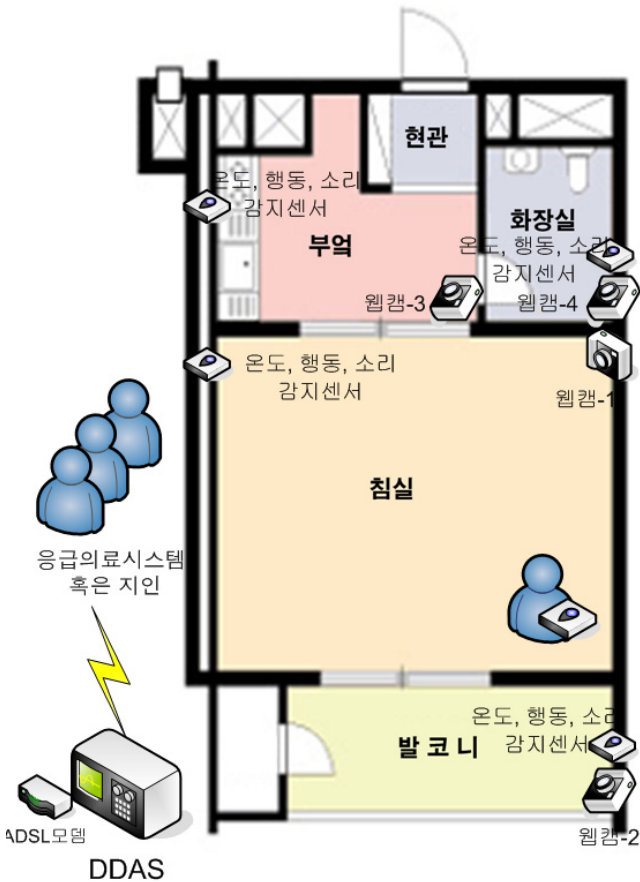
(그림 1) 사용자의 행동 패턴 관련 연구들

4. DDAS 시스템

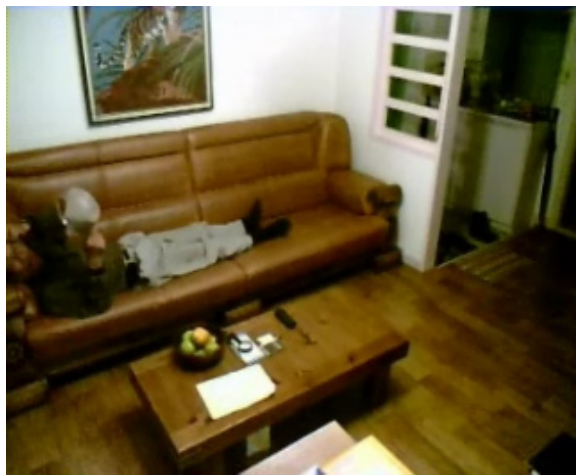
본 연구에서 제안하는 DDAS는 집에서 주로 거주하는 고령자 및 지병을 앓고 있는 독거노인들을 위한 시스템이다. 헬스 홈 스마트 시스템 혹은 기존의 컴퓨터에 웹 캠과 행동 감지 센서, 온도 감지 센서, 소리 감지 센서 등을 설치한 후 실시간으로 모니터링 하다가 독거노인의 이상 행동 징후가 발생하는 경우 자동으로 보호자 및 응급의료 구조 시스템을 호출함으로써 고령자 및 지병을 앓고 있는 독거노인들의 위험요소를 사전에 인지하여 관리가 가능하도록 할 수 있는 시스템이다.

특히 독거 노인들중에서도 고령자이거나 지병을 앓고 있는 경우에는 실내에서 이동 중에 바닥에 넘어지거나 현기증 또는 급작스러운 신체 상태의 변화로 일어날 수 있는 낙상을 파악하는 것도 매우 중요하다. 노인들은 낙상으로 인해서 큰 부상을 당할 수도 있으며, 이러한 부상에 초기 대응이 느린 경우에는 해당 노인이 사망으로 이를 수도 있다. 낙상이라는 것은 매우 단순하지만 그 결과는 심각할 수 있으며, 낙상 그 자체는 이상 행동 패턴이라 할 수 있다. 이에 DDAS는 사용자의 이상행동 패턴을 감지하고, 이상행동 패턴에 따른 각 센서들로부터 수집된 정보들의 상관관계를 분석하고, 분석 결과에 따른 상황인식에 대한 결정을 내린다.

(그림 2)는 DDAS의 구조로서, DDAS는 웹 캠 및 유비쿼터스 센서들은 독거노인의 생리적 상황의 변화 요인을 파악하는데 도움이 될 수 있도록 노인들이 행동 패턴 및 유비쿼터스 센서들로부터 지속적 또는 정해진 주기에 따라 데이터를 수집한 후, 수집된 데이터들로부터 노인들의 이상행동 패턴을 검출하는 것이 목적이다. (그림 3)은 웹캠과 소리감지 센서를 이용하여 촬영한 독거노인의 생활 촬영 화면으로부터 추출된 영상이다. <표 1>은 행동 감지 센서 및 온도 감지 센서로부터 수집된 센서 데이터를 나타낸다.



(그림 2) DDAS의 구조



(그림 3) 웹캠과 소리감지 센서로부터 추출된 이미지

(그림 3)의 이미지는 실제로 저장되지 않으며 바로 이진화 형태로 변환된다. 촬영되는 이미지를 이진화 형태로 표현하는 것은 독거노인의 사생활을 보호하고, 독거노인들의 행동패턴의 실루엣을 추출하기 쉽게 하기 위해서이다. <표 1>에서 첫 번째 쉼표(,) 이전까지는 추출된 시간을 의미하며, 두 번째 쉼표에서 세 번째 쉼표까지는 행동 감지 센서로부터 추출된 데이터들이다. 기준 데이터는 '002000'으로서 사람들의 행동패턴에 따라 수치가 변동된다. 마지막 쉼표 이후의 데이터는 현재의 온도를 의미한다.

<표 1> 행동감지 및 온도감지 센서들로부터 추출된 데이터

- 중간 생략 -	
2007-09-30 17:14:26,000015,00026.1	
2007-09-30 17:14:27,002475,00026.0	
2007-09-30 17:14:29,003173,00026.0	
2007-09-30 17:14:30,002192,00026.0	
2007-09-30 17:14:31,001407,00026.0	
2007-09-30 17:14:32,002451,00026.0	
2007-09-30 17:14:33,000842,00026.0	
2007-09-30 17:14:34,003552,00026.0	
2007-09-30 17:14:35,001824,00026.0	
- 중간 생략 -	

4.1 이상행동 패턴의 검출

이와 같이 수집된 데이터들로부터 이상행동 패턴을 추출하는 과정은 다음과 같다.

첫째, 웹캠을 통한 수집된 멀티미디어 파일에서 사용자의 행동 패턴을 추출하고, 추출된 패턴들에 행동 패턴 데이터베이스 구축과 추론을 위한 학습 데이터 온톨로지 구축을 한다.

둘째, 각종 유비쿼터스 센서들로부터 수집된 정보들과 사용자의 병력에 따른 특이 징후 현상과의 상관관계를 도출하고, 도출된 상관관계 정보에 대한 센서 인식 데이터베이스와 추론을 위한 온톨로지 구축 작업을 수행한다.

셋째, 행동 패턴 데이터베이스와 센서 인식 데이터베이스 간의 상관관계 분석을 통한 정상적인 행동 패턴과 이상행동 패턴을 추출하고, 추출된 이상 행동 패턴에 따른 DDAS의 대응 시나리오 작성하고, 작성된 시나리오에 따라 노인의 이상행동 패턴이 검출된 경우, 그에 따른 응급의료시스템을 호출하는 등의 대응행동을 수행하도록 한다. 독거노인들의 이상행동 패턴을 추출하기 위해서 [9]에서 제안된 방식을 사용하였으며, 이상행동 패턴 및 유비쿼터스 센서들간의 데이터들의 상관관계를 분석하여, 이상행동 패턴을 인지하는 것은 SVM(Support Vector Machine)을 사용하였다.

5. 결론

우리나라는 2000년에 65세 이상의 인구가 7.2%로 이미 고령화 사회에 접어들었으며, 향후 2019년에는 14.4%, 이어 2026년에는 20%의 초고령화 사회에 도달할 전망이다. 특히 의료복지 취약지대인 농어촌의 경우, 이미 2002년 65세 이상 인구 비율이 15.8%로 고령사회에 진입하여 그 문제의 심각성은 날로 심화되어 가고 있다. 그러나 현재 우리나라에서 제공되고 있는 공공보건복지서비스는 양적, 질적인 측면에서 모두 미흡한 실정이다. 특히 보건복지 서비스 대상자들은 여러 곳에 산재되어 있으나 서비스 제공 인력은 부족하여 필요한 서비스를 충분히 제공해주지 못하고 있다. 특히 보건복지 서비스 대상자들은 경제적 상황이 열악하고 부양가족이 없는 경우도 많아 항시적인 복지 서비스를 필요로 하지만, 현재는 시설에 입소한 서비스 대상자들을 제외하고는 24시간 밀접한 케어가 불가능한 상황이다.

본 논문에서 제안한 DDAS를 이용하면 독거노인들에 대한 24시간 밀접한 케어가 가능함으로써 위급한 상황을 즉시 인지할 수 있으며, 보호자 및 관계기관 연락, 응급의료 시스템의 가동으로 인하여, 독거노인들에 대한 복지 서비스를 질적으로 향상시킬 수 있다, 또한 지속적이고 체계적인 관리에 따른 인력절감의 효과, 예산 절감의 효과를 기대할 수 있게 되었다.

참고문헌

- [1] Mache Creeger, "Better Health Care Through Technology," ACM Queue Vol 4, No. 9, 2006.
- [2] Mikael B. Skov, Rune Th. Hoegh, "Supporting Information access in a hospital ward by a context-aware mobile electronic patient record," Pervasive Ubiquitous Computing 2006, 2005.
- [3] Nicky Kern, Bernt Schilele, Albrecht Schmidt, "Recognizing context for annotating a live life recording," Pervasive Ubiquitous Computing, 2006.
- [4] Thomas Riisgaard Hansen, Jakob E. Bardram, Mads Soegaard, "Moving out of the Lab: Deploying Pervasive Technologies in a Hospital," Pervasive Computing July-September 2006.
- [5] Marceio G. Manzato, Rudinei Goularte, "Live Video Adaptation: A Context Aware Approach," Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Multimedia and the web, 2005.
- [6] Xueli An, Jing Wang, "OPT - Online Person Tracking System for Context-Awareness in Wireless Personal Network," International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking & Computing Proceedings of the second international workshop on Multi-hop ad hoc networks: from theory to reality, 2006.
- [7] James W. Davis, Aaron F. Bobile, "The

Representation and Recognition of Action using Temporal Templates," MIT Media Lab Technical Report 402, 1997.

- [8] 강성욱, 이성호, 고유상, "유헬스(U-Health) 시대의 도래", 삼성경제연구소 CEO Information 602호, 2007.
- [9] 정병주, "유비쿼터스사회 새로운 희망과 도전, 의료혁명의 시작:U-Health", 한국정보사회진흥원, 2005.
- [10] 김경섭, "노인의 건강복지를 위한 스마트 홈", 한국과학기술정보연구원 유비유, 2005.