

위급상황감지 시스템을 위한 통신 방법

송사광 | 장재원 | 박수준

한국전자통신연구원

요 약

본고에서는 실내 외 환경에서 고령자의 행위를 모니터링 하고 행위를 추적하여 위급상황 발생 시 이를 감지하고 이를 RF, Zigbee, Bluetooth 등의 다양한 무선 통신 기법을 통해 경고하는 위급상황 경고 시스템(PEAS : Personal Emergency Alarming System)에 대해 고찰한다. 특히 시스템에 사용된 다양한 통신 방법의 장단점을 비교/분석하여 다양한 위급상황 감지 시스템의 요구사항에 적합한 통신 방법에 대해 논의하고자 한다.

1. 서 론

우리나라는 그 유래를 찾아보기 힘들 정도로 빠르게 고령화 사회에 진입하고 있다. 이런 추세로 나간다면 2030년 이후에 우리나라 인구의 절반이 50대 이상을 구성할 것으로 예측되고 있다. 이러한 고령화 사회에 대비하기 위해 IT 기술에 BT기술을 접목한 다양한 융합 기술이 연구되고 있다. 이러한 융합기술의 발전에 힘입어 미래에는 건강관리의 패러다임이 기존의 병원중심의 전문 의료진에 의한 케어에서 개인의 건강관리를 언제 어디서나 할 수 있는 셀프케어, 모바일케어, 홈케어와 같은 방향으로 전환될 것으로 예상하고 있다[1].

특히, 거동이 불편하고 다양한 만성질환 또는 치매 등으로 인지능력이 저하되어 누군가의 케어와 도움을 필요로 하는 고령자들을 위해 고령자의 행위를 인식하고 이를 고령자의 Healthcare에 활용하고자 하는 연구들이 진행되어 왔다[2-12]. 이러한 연구는 자동으로 고령자의 행동을 모니터링 하고 고령자 스스로 자신을 돌볼 수 있도록 지원(proactive assistance)하여 독립적으로 생활해 나갈 수 있도록 도움을 주는 기술로 행위추적이라는 기술을 포함한다. 이 기술은 다중 센서를 활용해 개인의 기본적인 행위로부터 일상적인 생활 행위까지 추론하고, 추론된 행위 데이터를 기반으로 일상행위 모니터링, 이상징후 감지, 긴급상황 감지, 행위 지원 등 건강한 생활을 유도하는 응용 서비스로 이용될 수 있다. 고령자의 질환과 관련된 위급상황들에 대한 대처뿐만 아니라 규칙적인 취침, 기상, 식사, 휴식, 운동, 배변 등의 일상생활을 지원할 수 있다.

대상자의 행위 및 일상생활에 기반한 건강관리의 예로는 미국 로체스터대학의 Smart Medaical Home이 대표적이다. 이 연구에서는 센서와 카메라 등을 이용하여 실내에서 일상생활을 하면서 건강관리를 받도록 하고 있다[8]. 미국 오래 끈주의 Elite Care시스템은 홈 네트워크 헬스케어를 단지 내에 구현한 미국 최초의 사례로 독립적인 생활을 하는 노인을 대상으로 일상생활에 필요한 각종 정보를 제공하고 멀리 떨어진 가족들에게는 노인들에 대한 몸무게 변화, 수면 시간, 숙면 정도, 일상 활동 상황, 위급 상황 및 거주 환경정보를 제공한다[14].

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력 핵심기술 개발사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S-007, 유비쿼터스 건강관리 모듈/시스템]

해외에서는 일상생활에 대한 건강관리 외에도 낙상과 같은 위급상황을 감지하고 이를 구급하는 연구가 다양하게 진행되어 오고 있다[5-10]. 낙상은 상대적으로 65세 이상의 고령자에게서 많이 발생하는데, 낙상 발생 후의 후유증이 매우 심각하다. 낙상은 고관절/골반 골절 등의 신체적 부상의 직접적인 원인이 되고, 신속한 구급이 되지 않아 사망에 이르게 된다. 그리고 늦은 구급은 낙상자에게 심리적으로 큰 충격을 주어 심각한 후유증을 갖게 한다. 이러한 낙상 사고의 후유증을 최소화하는 연구로서, 본고에서는 행위추적 시스템의 일환으로 ETRI에서 개발하고 있는 위급상황을 감지하고 신속히 구급할 수 있는 개인 위급상황 경고 시스템(PEAS : Personal Emergency Alarming System)에 대해 살펴본다. RF 통신, Zigbee, Bluetooth, 그리고 일체형 모듈로 구성된 위급상황 경고 시스템들을 비교 분석하면서, 각각 장단점을 논한다.

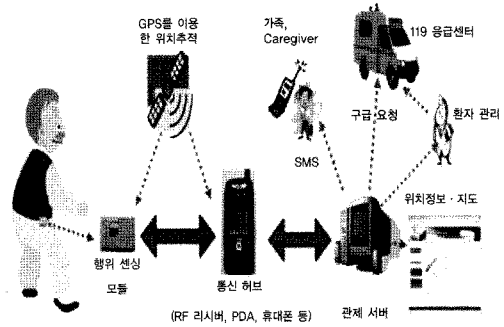
II. 본 론

개인 위급상황 경고 시스템(PEAS)은 고령자의 행위 추적 연구의 한 응용으로 3축 가속도 센서의 신호 처리를 통해 고령자의 행위를 인식하고 이를 기반으로 낙상과 같은 위급상황 시 신속한 구급을 지원하기 위한 시스템이다.

2.1 개인 위급상황 경고 시스템(PEAS)

(그림 1)에서 볼 수 있는 것처럼, 개인 위급상황 경고 시스템(PEAS)은 사용자의 행위를 판단하는 행위센싱 모듈과 행위정보(위급상황 정보)를 서버로 전송하는 통신 허브, 그리고 수신된 위급상황 정보를 기반으로 신속한 구급을 가능하도록 경고를 발생하는 관제서버 모듈로 구성된다. 일반적으로 사용자는 행위 센싱 모듈을 몸에 착용한 후 생활하게 되고, 이 행위 센싱 모듈이 사용자의 가속도 패턴을 분석하여 위급상황을 감지한 후 이를 무선통신 모듈을 통해 서버에 전송하여 신속한 구급을 가능케 한다.

행위 센싱 모듈은 가속도 센서를 활용해 행위를 감지하는데, 가속도 센서는 단위시간당 속도의 변화량을 감지하는 장치로, 기존에는 기계식의 센서가 주로 이용되었으나 최근



(그림 1) 개인 위급상황 경고 시스템(PEAS)의 개요

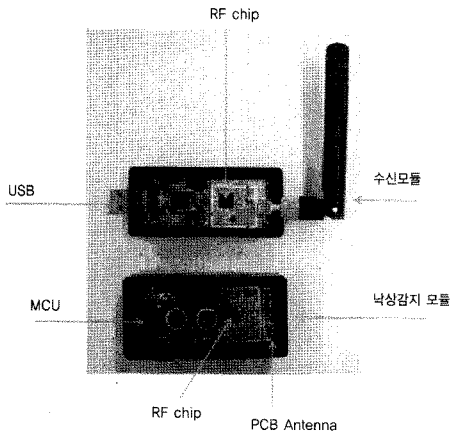
에는 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 방식을 이용한 제품이 대부분을 차지하고 있다[6]. 행위감지를 위해서는 보통 x,y,z 3축의 가속도 10g 이하의 센서들을 주로 활용하고 있다. 행위 센싱 모듈[5-11]은 고령자의 서기, 걷기, 뛰기, 눕기, 일어나기, 앉기, 계단 오르내리기, 넘어지기 등 다양한 행위를 감지할 수 있는데, 이러한 기본적인 행위 정보와 다양한 센서 정보를 융합(fusion)하여 외출, 용변, 수면, 식사, 휴식, 운동 등의 일상생활 행위(ADL : Activities of Daily Living)를 인식하게 된다.

행위센싱 모듈, 통신 허브, 관제서버 등의 모듈은 통신 방법이나 위급 상황 경고/구급 시나리오에 따라 다양하게 조합하여 구성 가능하다. 그리하여, RF, Zigbee, Bluetooth 등 다양한 통신 방법 및 응급상황 시나리오에 따른 다양한 시스템 구성 및 특징을 ETRI에서 연구/개발한 내용을 바탕으로 정리하였다.

2.2 RF 기반 위급상황 감지

RF기반 위급상황 감지 및 경고 시스템은 실내 또는 근거리 환경에서 사용자의 행위를 분석하여 위급상황을 감지한 후 RF통신을 통해 가정 내 컴퓨터 또는 셋탑박스 등에 연결된 수신모듈에 상황을 알리면, 유선통신을 통해 관제 서버에 전달하여 경고 및 구급을 가능케 하는 시스템이다.

본 시스템의 특징은 몸에 부착하는 행위센싱 모듈과 데스크 컴퓨터 또는 셋탑박스에 USB 형태로 부착하는 수신모듈이 RF 통신을 이용하여 통신한다는 것이다. (그림 2)처럼 행위 센서와 수신모듈이 한 쌍으로 존재하며 RF통신을 한다.



(그림 2) RF 기반 행위센싱 모듈과 수신모듈

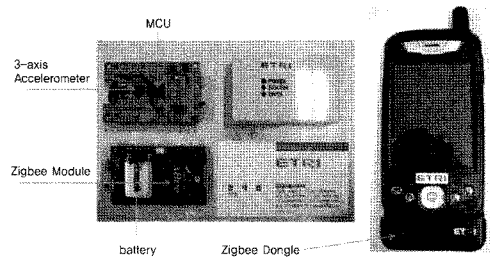
행위센싱 모듈은 3축 가속도 센서와 CC2420 무선 RF 칩을 내장하고 있는데 3축 가속도센서의 센싱 정보를 분석하여 행위 및 위급상황(낙상)을 감지하게 된다. 무선 수신 모듈은 USB로 PC와 연결되어 행위센싱 모듈과 2.4GHz 주파수 대역으로 통신하고 두 모듈의MCU는Texas Instrument사의 MSP430을 사용하였다.

본 구성의 장점은 가속도 센서와 무선 RF칩만으로 구성되어 소형으로 제작이 가능하다는 것과 행위센싱 모듈만을 착용하는 것만으로 위급 상황을 자동으로 감지하고 신속한 구급이 가능하다는 것이다. 반면, RF통신 거리의 제한으로 인해 실내에 국한되어 사용가능하다는 단점이 있다. 또한 넓은 평수의 주택이나 통신영역 지역이 존재하는 지역, 실버타운이나 양로원 등 통신 거리의 확장을 필요로 하는 장소에서 수신거리 확장이 용이하지 않다는 단점이 있다.

2.3 Zigbee 기반 위급상황 감지

RF 기반 시스템에서 확장성을 높이고 실내뿐만 아니라 실외에서도 위급 상황감지를 가능하게 하기 위해 Zigbee 통신을 이용한 위급상황 감지시스템을 개발하였다. RF 시스템에서와 유사하게 행위 센싱 모듈에는 3축 가속도 센서와 MCU(Microcontroller Unit) 그리고 Zigbee 통신 칩을 탑재하였고, 관제시스템과의 통신을 위해 통신 허브로서 모뎀 통신이 가능한PDA를 활용하였다. 이때 Zigbee기반 행위센싱

모듈과 PDA의 통신을 위해 PDA에 Zigbee 통신 가능한 동글(dongle)을 자체 제작하여 시스템을 구성하였다. (그림 3)에서 휴대폰 하단에 24핀 커넥터에 연결된 모듈이 Zigbee 동글이다.



(그림 3) Zigbee 동글과 PDA폰을 이용한 위급상황 감지

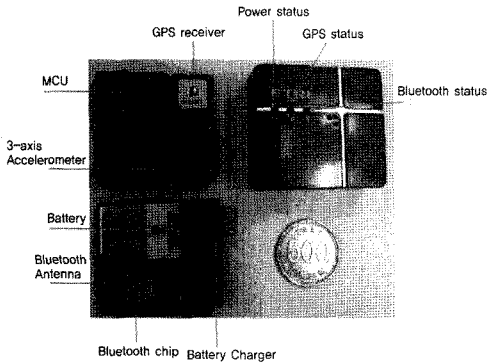
실외에서 발생한 위급상황을 트래킹하기 위해 GPS를 탑재한 블루버드사의 PDA BM150을 사용하였다. 일단, 행위센싱 모듈에서 위급상황을 감지하면 상황정보를 Zigbee를 통해 PDA의 Zigbee동글을 거쳐 PDA에 전달하고, PDA내에 자체 개발한 경고 S/W에서 모뎀통신을 통해 관제서버에 상황을 알리고 구급을 요청하게 된다.

본 시스템의 장점은 Zigbee를 통한 통신을 지원하므로 전력 손실이 적고, 특히 Sensor Network 등을 활용한 시스템 구성으로 확장이 용이하다는 점이고, PDA폰을 통해 관제서버와 통신을 하므로 실내외 어디서나 위급상황 감지가 가능하다는 것이다. 가정 내에서 PDA폰을 탁자나 침대 등의 장소에 놓아두고 센서만 착용하고 다니더라도 위급상황 경고서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 다만, PDA의 크기가 상대적으로 크고 추가적인 동글을 부착해야 하는 번거로움 등이 단점이라고 할 수 있다.

2.4 Bluetooth 기반 위급상황 감지

앞서 언급한 Zigbee 기반 위급상황 감지 시스템은 상용 PDA 또는 휴대폰과 연동되어 시스템이 동작하기 위해 Zigbee 동글을 PDA에 부착해야 했는데, 이는 아직까지 대부분의 휴대폰에서 근거리 무선 통신 방법으로 Zigbee가 아닌 Bluetooth를 사용하고 있기 때문이다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해 Zigbee 대신 Bluetooth 통신방법을 활용한

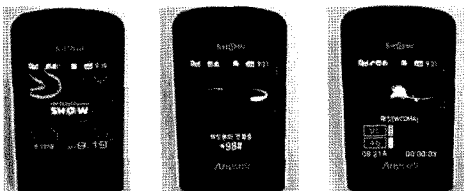
위급상황 감지 장치를 개발하였는데 (그림 4)와 같다.



(그림 4) Bluetooth 통신 기반 위급상황감지 장치

이 장치는 자체적으로 GPS 를 내장하고 있어서 위급상황 감지 시 위치정보와 함께 휴대폰을 통해 관제서버에 정보를 전달한다. 이렇게 함으로써 통신 허브 단에 GPS가 내장되지 않아도 위치정보 서비스를 지원하는 것이 가능하다. 이때 휴대폰은 일반 상용폰을 사용했는데, 하드웨어 또는 소프트웨어를 추가적으로 설치 또는 수정하지 않고 동작 가능하기 때문이다. 이는 Bluetooth 프로파일 중 DUN(Dial-Up Networking) 프로파일13을 사용하여 가능할 수 있었다.

행위센싱 모듈이 동작하면 사용자의 휴대폰과 연결(pairing)한 후 위급 상황 시 상황 및 위치 정보를 전달하기 위해 DUN 프로파일을 통해 관제 서버와 데이터 통신 채널을 열고 정보를 전달하여 위급 상황을 경고하도록 구성하였다. 아래 (그림 5)는 상용폰에서 서버 연결이 이루어지는 화면이다.



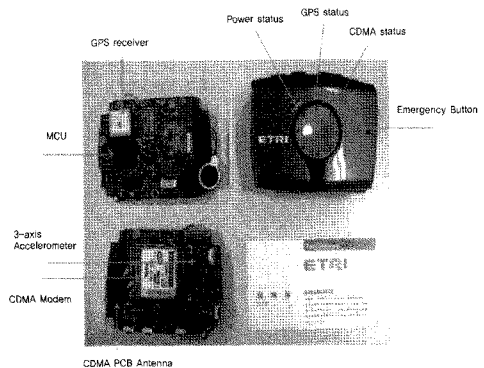
(그림 5) 상용폰(SPH-W4100)의 블루투스 폰: 기본 화면, 관제서버 연결시도 화면, 정보 전송 완료 화면

본 방식의 장점은 Bluetooth DUN을 지원하는 일반 상용폰에 어떠한 수정이나 변경을 가하지 않고도 폰을 이용해 위급상황 정보를 관제서버로 전송할 있다는 것이다. 이는 대부분의 휴대폰이 Bluetooth 기능을 지원하는 추세를 반영할 때 사용자의 휴대폰 선택의 폭을 넓힐 수 있고, 상용화를 고려할 때도 이미 보급되고 있는 휴대폰과 연동이 용이하여 큰 장점이라고 할 수 있다.

지금까지 설명한 위급상황 경고 시스템을 정리하면, 행위센싱 모듈에서 인식된 위급상황 정보는 RF, Zigbee, Bluetooth 등의 통신 방법을 이용해 RF 리시버, PDA, 휴대폰 등의 근거리 통신허브를 거쳐 관제서버에 전송되어 경고/구급을 수행하게 된다. 이러한 구조는 몸에 부착하는 행위센싱 모듈을 최소화할 수 있다는 장점이 있는 반면에 근거리 통신허브가 반드시 필요하고 이의 부재, 즉 휴대폰을 분실하거나 원거리에 두는 등 통신허브로서의 역할을 할 수 없는 경우 위급상황 경고 시나리오를 제대로 수행할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 다음절에 행위센싱 모듈에 통신허브 기능, 즉 통신 모듈(CDMA)을 탑재한 일체형 위급상황 감지 모듈을 소개한다.

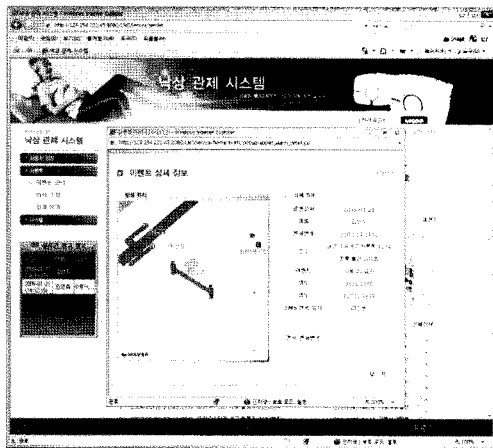
2.5 일체형 위급상황 감지

본 장치는 행위센싱 모듈과 통신허브가 분리됨으로 인해 위급상황 전송 시 발생할 수 있는 오류를 차단하기 위해 행위센싱 모듈과 통신모듈(CDMA)을 일체형으로 구성한 장치이다.



(그림 6) 일체형 위급상황 감지 장치

(그림 6)에서 볼 수 있는 것처럼, 본 장치는 3축 가속도 센서와 GPS 외에 CDMA 모뎀을 탑재하고 있고, 3축 가속도 센서의 데이터 패턴 분석을 통해 위급상황을 감지한 후 CDMA 모뎀을 통해 관제서버와 통신하여 구급을 가능케 한다. CDMA 모뎀을 탑재하였기 때문에 일반적인 휴대폰과 같이 전화 송수신이 가능하며, 손으로 쥐거나 고령자가 허리에 휴대하기 적합하도록 개발하였다. 수동 위급상황 경고 버튼을 추가하여 자의적으로 위급상황을 알리고 구급을 요청할 수 있는 기능도 포함하고 있다.



(그림 7) 관제서버 시스템 화면

(그림 7)은 관제서버 시스템의 화면인데, 관제서버는 사용자가 착용한 행위센싱 모듈에서 전송된 위급상황 및 위치 정보를 기반으로 위치 트래킹 및 가족/119/의사 등과 연계가 가능하도록 지원하는 시스템이다.

III. 결 론

지금까지 ETRI에서 개발한 다양한 버전의 개인 위급상황 감지 및 경고 시스템을 고찰하였다. 특히 RF, Zigbee, Bluetooth 등의 근거리 통신 방법을 활용한 각 모듈의 장단점과 특징 등을 살펴보았다. 실내의 근거리 환경에서 행위

추적 정보를 주고 받기 위해 RF, Zigbee, Bluetooth 등의 방식을 사용하는 경우 행위 센싱 모듈의 소형화에 유리한 반면 RF 리서버나 PDA폰, 휴대폰 등의 통신 허브 기능 모듈을 항상 근거리로 위치시켜야 한다는 점이 사용자에게 부담이 될 수 있다. 그리하여 행위 센싱 모듈과 통신허브 모듈이 통합된 일체형 모듈을 개발하였다. 그러나, 각각의 모듈이 장단점이 존재하므로 사용 대상자나 시나리오에 따른 요구사항에 적합한 구성을 선택하는 편이 적절하다고 할 수 있다.

- [1] 최재훈, 송사광, 박수준, "u-헬스케어 위한 고령자 행위추적 기술", 정보처리학회지 제15권 제1호, 2008
- [2] D.H. Wilson, A.C. Long, and C. Atkeson, "A Context-Aware Recognition Survey for Data Collection Using Ubiquitous Sensors in the Home", In Proceedings of CHI 2005: Late Breaking Results, pp. 1865-1868, April 2005.
- [3] D.H. Wilson and C. Atkeson, "Simultaneous Tracking and Activity Recognition (STAR) Using Many Anonymous, Binary Sensors", In Proceedings of PERSVASIVE 2005, Munich, Germany, May 2005.
- [4] Frederick H. Raab, Ernest B. Blood, Terry O. Steiner, and Herbert R. Jones, "Magnetic Position and Orientation Tracking System", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol AES-15, No. 5, 1979.
- [5] Tong Zhang, Jue Wang, Ping Liu and Jing Hou, "Fall Detection by Embedding an accelerometer in Cellphone and Using KFD Algorithm", IJCSNS, Vol 6, No. 10, Oct. 2006.
- [6] M.N. Nyan, Francis E. H. TAY, M. Manimaran, and K. H. W. Seah, "Garment-based detection of falls and activities of daily living using 3-axis MEMS accelerometer", Journal of Physics, Conference Series 34 (2006), 1059-1067.

- [7] Tong Zhang, Jue Wang, Ping Liu and Jing Hou, "Fall Detection by Wearable Sensor and One-class SVM Algorithm", ICIC 2006, LNCIS 345, pp. 858-863, 2006.
- [8] Shaou-Gang Miaou, Pei-Hsu Sung, and Chia-Yuan Huan, "A Customized Human Fall Detection System Using Omni-Camera Images and Personal Information", Proceeding of the 1st Distributed Diagnosis and Home Healthcare(D2H2) Conference, 2006.
- [9] Lin, Chia-Wen and Ling, Zhi-Hong, "Automatic Fall Incident Detection in Compressed Video for Intelligent Homecare", Proceedings of 16th International Conference on Computer Communications and Networks, ICCN 2007, Page(s):1172 - 1177.
- [10] D. M. Karantonis, et al, "Implementation of a Real-Time Human Movement Classifier Using a Triaxial Accelerometer for Ambulatory Monitoring" IEEE Trans. on Information Technology in Biomedicine, Vol. 10, No. 1
- [11] Sa-kwang Song, Jaewon Jang, Soojun Park, "An Efficient Method for Activity Recognition of the Elderly using Tilt Signals of Tri-axial Accelerometer Sensor" ICOST 2008 LCNS 5120, pp 99-104
- [12] M.J.moron, J.R.Luque, "A Smart Phone-based Personal Area Network for Remote Monitoring of Biosignals", IFMBE 2007, vol 13, pp116-121
- [13] BLUETOOTH Dial-up Networking Profile (DUN), <http://bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works/D>

UN.htm

[14] EliteCare : <http://www.elitecare.com/>

약 력



1997년 충남대 통계학과 학사
 1999년 충남대 컴퓨터과학과 석사
 2005년 ~ 현재 한국전자통신연구원 라이프포매틱스팀 / 연구원
 관심분야 : 행위추적, u-헬스케어, 텍스트마이닝, 정보검색, 자연어처리

송 사 광



2003년 충남대 컴퓨터과학과 학사
 2005년 충남대 컴퓨터과학과 석사
 2005년 ~ 현재 한국전자통신연구원 라이프포매틱스팀 / 연구원
 관심분야 : 행위추적, u-헬스케어, 임베디드 시스템

장 재 원



1991년 University of Iowa, 학사
 1994년 Lehigh University, Computer Science, 석사
 1994년 ~ 현재 한국전자통신연구원 라이프포매틱스팀/팀장
 관심분야 : 영상처리, HCI, Bioinformatics, u-헬스케어, 행위추적

박 수 준

