

한림 지킴이: 독거노인 일상 활동 원격 모니터링 시스템

(Hallym Jikimi: A Remote Monitoring System for Daily Activities of Elders Living Alone)

이 선 우 [†] 김 용 중 ^{**} 이 기 섭 ^{**} 김 병 정 ^{**}
 (Seon-Woo Lee) (Yong-Joong Kim) (Gi-Sup Lee) (Byung-Jung Kim)

요약 본 논문은 독거노인들의 움직임을 감지하여 주기적 활동 패턴을 원격으로 모니터링 하는 시스템에 대해 기술한다. 제안하는 모니터링 시스템은 1차 시스템[2] 개발 과정에서 도출된 모니터링 시스템에 대한 요구 기능을 보다 편리하고 안정적으로 제공하도록 설계, 구현되었다. 개발된 시스템은 개별 노인 주택에 설치되는 대내 센싱 시스템과 중앙 서버 시스템으로 구성된다. 대내 센싱 시스템은 초전도 적외선(PIR) 센서를 장착한 무선 센싱 노드들로 구성된 무선 센서 네트워크 형태로 구현되었고, 각 센서가 감지한 노인들의 움직임은 홈 게이트웨이를 거쳐 중앙 데이터베이스 서버로 저장된다. 서버 시스템은 데이터베이스 서버와 웹 서버로 구성되어 있으며, 이를 통해 웹 기반 모니터링 시스템이 구현되었다. 시스템은 저장된 움직임 데이터를 가공하여 독거노인들의 수발제공자(가족, 친구 및 사회복지사 등)들에게 각 노인들의 외출 여부와 주기적 활동 패턴 정보를 제공한다. 보완 개선된 2차 시스템은 신뢰도 성능 개선과 함께 1차 시스템에서 구현되지 못했던 '자동 진단 기능', '외출 감지 기능' 및 향상된 웹 기반 사용자 인터페이스를 제공한다. 개발된 시스템의 성능 평가는 1차와 2차 시스템 각각 추천 권역에 거주하는 9명/15명의 노인들의 실제 주택에 시스템을 설치하고, 약 3/4개월의 연속 운영 실험을 통해 수행하였다. 실험 결과는 제안된 모니터링 시스템이 독거노인 관련 복지 서비스의 효율성을 높일 수 있다는 가능성을 보여주었다.

키워드 : 대내 헬스케어 시스템, 활동 패턴 감지, 원격 모니터링 시스템, 독거노인, 무선 센서 네트워크

Abstract This paper describes a remote system to monitor the circadian behavioral patterns of elders who live alone. The proposed system was designed and implemented to provide more conveniently and reliably the required functionalities of a remote monitoring system for elders based on the development of first phase prototype[2]. The developed system is composed of an in-house sensing system and a server system. The in-house sensing system is a set of wireless sensor nodes which have pyroelectric infrared (PIR) sensor to detect a motion of elder. Each sensing node sends its detection signal to a home gateway via wireless link. The home gateway stores the received signals into a remote database. The server system is composed of a database server and a web server, which provides web-based monitoring system to caregivers (friends, family and social workers) for more cost effective intelligent care service. The improved second phase system can provide 'automatic diagnosis', 'going out detection', and enhanced user interface functionalities. We have evaluated the first and second phase monitoring systems from real field experiments of 3/4 months continuous operation with installation of 9/15 elders' houses, respectively. The experimental results show the

· 본 연구는 2007년 교육과학기술부 지방대학혁신역량강화사업 고령친화전문가 육성사업(C1090-0403-0005)의 연구비 지원으로 수행하였습니다.

논문접수 : 2008년 11월 17일
 심사완료 : 2009년 2월 6일

† 정 회 원 : 한림대학교 전자공학과 교수
 senu@hallym.ac.kr
 ** 비 회 원 : 한림대학교 전자공학과 교수
 kyj11111@hallym.ac.kr
 gslee@hallym.ac.kr
 kevin@hallym.ac.kr

Copyright©2009 한국정보과학회: 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

promising possibilities to estimate the behavioral patterns and the current status of elder even though the simplicity of sensing capability.

Key words : Home healthcare system, behavioral pattern detection, remote monitoring system, elders living alone, wireless sensor network

1. 서론

우리나라를 비롯한 대부분의 선진국들에서 출산율 저하와 평균 수명 증대에 따른 고령화 문제는 가까운 장래에 마주칠 큰 국가적 어려움의 하나다. 더욱이 우리나라는 이미 고령 사회에 진입한 일본보다도 더욱 빠르게 고령화되고 있기 때문에 문제의 심각성이 더욱 클 것으로 예상된다[1]. 특히 자녀 수의 감소 및 노인들의 독립 생활 선호 증가에 따라 가정에서 홀로 생활하는 독거노인의 수는 더욱 많아질 것으로 예상된다. 이와 같은 독거노인의 수 증가는 이들에 대한 사회 복지 비용을 큰 폭으로 증가시킬 것이므로 이와 같은 복지 서비스의 총 비용을 줄이면서 동시에 보다 효과적으로 수발 서비스를 제공하는 방법들에 대한 필요성이 높아지고 있으며, 이에 따라 최근에는 다양한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 관련 연구 현황에 대해서는 다음 장에서 보다 자세히 살펴볼 것이다.

본 논문에서는 독거노인들의 주택에 설치하여 움직임을 감지, 수집하고 수집된 정보를 가공하여 수발 제공자에게 편리한 형태로 제공하는 원격 모니터링 시스템-한림 지킴이 시스템-에 대해 제안하고자 한다. 현재도 개발 중이지만 본 논문에서는 2차 단계까지 개발 완료된 2차 시스템을 중심으로 기술한다. 2차 시스템은 1차 시스템[2]의 개발, 실제 현장에 대한 설치 및 운영 실험, 주요 사용자인 대상 노인들 및 복지사에 대한 사용성 평가 등을 통해 발굴된 원격 모니터링 시스템에 대한 요구 기능과 1차 시스템의 여러 문제점들을 해결하기 위해 재설계되고 구현되었다. 2차 시스템의 성능 검증은 위해 1차와 마찬가지로 실제의 독거노인 주택(15가구)에 설치하였고, 약 3개월(2008년 1월 18일~4월 15일)의 기간 동안 시스템의 신뢰도 성능 및 사용성을 검증하였다. 실험 결과는 매우 제한적이고 단순한 센서 신호를 사용함에도 불구하고 웹 기반 모니터링 시스템이 제공하는 정보-주기적 활동 패턴 및 외출 여부-를 통해 수발 제공자들이 관심 독거노인들에게 보다 효과적으로 수발 서비스를 제공할 수 있는 가능성을 보여주었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 노인 중심 원격 모니터링 시스템에 대한 국외 연구 현황 및 1차 시스템에 대해 간략히 살펴보고 3장에서 제안하는 원격 모니터링 시스템의 구조 및 구성에 대해 자세히 설명한다. 4장에서는 개발된 모니터링 시스

템을 독거노인들의 실제 주택에 설치 후 약 6개월(3개월/년, 2개년)에 걸쳐 수행했던 실험에 대한 설명 및 결과, 시스템 사용에 대한 노인 및 복지사 설문 조사 결과 등을 기술하고, 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 과제에 대해 논의한다.

2. 관련 연구 현황

고령화 문제에 대한 다양한 분야에서의 연구는 최근 더욱 활발하게 진행되고 있다. 그 중 IT 기술을 기반으로 한 다양한 연구가 진행되고 있는데, 그 중에서 노인들이 가능한 한 오래 본인들의 집에서 독립적 생활을 할 수 있도록 돕는 지능적 환경에 대한 연구, 개발은 매우 대표적인 과제이다[3]. 이와 같이 집단 요양 시설이 아닌 개별 주택의 지능화에 관심을 가지는 이유는 경제적인 이유도 있겠지만 무엇보다 노인들이 별도의 수발 제공 시설보다는 자신의 집에서 생활하고 싶어 하기 때문일 것이다.

독립생활 지원을 위한 주택 지능화의 여러 방법 중 대표적인 것이 다양한 감지 장치를 이용한 생체신호나 움직임 등의 원격 모니터링 시스템이다. 이 중 일상 생활 활동(ADL; Activities of Daily Living) 감지는 특히 독거노인들의 건강 상태 및 사고 감지 등의 가능성 때문에 다양한 연구가 이루어져 왔다.

노인들의 움직임을 감지하고 이로부터 여러 유용한 정보를 이끌어내는 방법에 대해서는 버지니아 대학 그룹이 활발하게 연구하고 있는데 이 중 Barger[4]는 각 방에 설치된 PIR 센서를 통해 얻은 신호를 기반으로 혼합 모델에 의한 일상 활동 모델링 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 각 방에서의 최초 감지 시각 및 체류 시간, 그리고 센서 감지 횟수를 파라미터로 가지는 특성 벡터를 정의하여, 이 데이터에 대해 각각의 일상 활동(예로 음식 준비)에 대한 가우시안 함수를 찾아내는 방법과 이를 이용한 일상 활동을 감지하는 것이다.

또한 Virone 등은 동일한 센싱 시스템을 사용하여 주택 내 각각의 방에서의 체류 시간 정보에 기초한 24시간 주기의 활동 패턴 모델[5]을 제안하였다. 이를 기초로 동일 연구 그룹은 보안된 주택 원격 모니터링 시스템(노인 움직임 및 침대 사용 여부, 레인지 사용 여부 감지)을 설계, 개발하여 노인 원호 생활 시설(assisted-living facility)에 거주하는 22명의 노인 집에 설치, 적

용하여 데이터를 수집하고 사용 편의성 등을 검증하였다[6]. 또한 Virone은 최근 이 실험을 통해 수집된 데이터를 이용하여 [5]에서 개발했던 활동 패턴 모델링 방법을 체류 시간 및 감지 횟수 등의 확장된 모델링 및 이에 기초한 이상 상태 감지 방법[7]을 발표하였다.

이와 같은 노인 대상 생활 패턴을 감지하고 모델링하기 위해 필자들도 유사한 시스템의 연구를 진행하고 있다. 현재까지 1차 및 2차 시스템의 개발이 완료되었다. 본 논문에서 기술하는 2차 시스템에서의 신규 기능 개발 및 개선 사항을 명확히 설명하기 위해 1차 시스템[2]과의 차이점을 중심으로 본 장에서 간략히 기술한다.

1차 시스템의 개발 목표는 실제 현장에의 적용성과 시스템 측면의 신뢰도 성능을 조사하고, 독거노인 및 수발 제공자의 편리함과 유용함을 제공할 수 있는 요구 기능을 발굴하는 것이었다. 따라서 전체 시스템의 구조와 구성, 기본 성능은 1차 개발 단계에서 확정되었고 2차 시스템에서도 변하지 않았다.

전체 시스템의 구조는 1차와 2차 모두 동일하다(그림 1 및 3.1절 참조). 태내 센싱 시스템의 경우 2차 시스템에서는 1차 시스템에서 사용했던 센싱 모듈-micaZ¹⁾ 클론인 ZigbeX, 한백전자(주)-보다 계산 성능 및 에너지 효율이 좋은 센싱 모듈로 대체 사용하였고, 수신 모듈과 연결되는 홈 게이트웨이(이하 HG; Home Gateway)로 일반 PC(Windows 2000 OS 사용) 대신 단일 보드 컴퓨터(Linux OS 사용)를 사용하였다. 1차 시스템의 개별 센싱 모듈은 tinyOS²⁾ v1.x 기반 nesC로 프로그래밍되었고 다단계 라우팅(multi hopping routing) 프로토콜 중 flooding 방법³⁾을 사용하였다.

서버 시스템은 각각의 태내 센싱 시스템이 발송하는 데이터를 저장하는 데이터베이스 시스템과 이 데이터를 가공하여 수발 제공자에 따라 적절한 정보를 보여주는 웹 기반 모니터링 시스템으로 구성되며 1차와 2차 시스템 모두 동일하다.

1차 단계에서도 웹 기반의 생활 패턴 모니터링 시스템을 개발하였는데, 시스템은 각 독거노인들의 주택에 설치된 센싱 모듈의 감지 결과를 일정한 시간 간격-1시간, 1일, 1주, 1달-내에서의 감지 횟수를 합산하여 막대 그래프 형태로 보여준다(그림 6 참조). 이와 같은 단순한 표시를 통해서도 수발제공자는 대상 노인의 생활 패턴-기상 및 취침 시각, 활동성, 외출 여부 등-을 짐작할 수 있음을 실험을 통해 확인했다. 2차 시스템에서는 보

표 1 사용자 그룹 및 사용 권한

Level	그룹명	내용
1	관리자	사용자(노인 및 수발 제공자)에 대한 정보를 생성하고 각 사용자의 권한을 결정함. 따라서 모든 정보에 대한 접근 및 수정이 가능함
2	복지사	여러 노인을 담당하는 수발 제공자로서 담당하는 노인에 대한 개인 정보 수정 및 열람이 가능하고 또한 지킴이 시스템에서 제공하는 센싱 시스템 정보에 대한 주요 사용자임
3	노인	노인 자신들로서 자기 자신에 대한 모든 개인 정보 및 센싱 정보에 대한 수정 및 열람이 가능하다. 이를 통해 자기가 원치 않는 정보에 대한 공개 여부를 결정할 수 있는 등의 다양한 정보 가공이 가능하다
4	손님	독거노인이 지정한 가족, 친지 및 친구들이며 지정된 제한된 정보만을 열람할 수 있다.

다 향상된 사용자 인터페이스를 제공하도록 재설계 구현하였다.

모니터링 시스템의 기본 운영 정책은 최초 시스템 설계 때부터 단편 시스템으로 결정하여 반드시 인증된 사용자만이 자신의 사용자 수준에 따라 제한된 정보만을 보거나 수정할 수 있다. 이는 감지된 움직임 정보를 가공하면 외출 여부 및 현재 위치 등을 파악할 수 있는 매우 사적인(private) 정보이기 때문이다. 다음 표 1에 나타낸 것과 같이 4개 사용자 그룹을 정의하여 각 사용자 그룹에 따라 차별적인 정보 열람 및 수정 권한을 가지도록 설계하였다. 표에서 Level 1이 가장 높은 권한을 가진다.

본 연구에서는 4개 사용자 그룹 중 복지사 사용자들을 가장 주요한 사용자로 간주하였다. 이는 개발 중인 원격 모니터링 시스템의 목적 중 하나가 많은 독거노인을 관리해야 하는 복지사에게 적절한 정보를 편리한 형태로 제공하여 업무 효율성을 높이고 보다 효과적인 수발 서비스를 제공하는 것이기 때문이다. 따라서 1차 시스템 개발 단계에서부터 복지사에게 필요한 기능 발굴에 노력하였고 1차 시스템의 실제 주택 운영 실험으로부터 다음과 같은 모니터링 시스템의 요구 기능을 선정하였다.

- 일상 활동 이상 감지 및 경보 기능
 - 외출 감지(외출 시각 포함)
 - 개별 노인별 다른 수발제공자와의 유기적 연락 체계
- 이와 같은 기능들이 웹을 통해 편리한 방식으로 제공될 수 있도록 2차 개발 단계에서는 1차 단계에서 구현되지 못 했던 '외출 감지 기능'과 '자동 진단 기능'을 개발하였다.

1차 시스템의 실험 내용 및 결과, 드러난 문제점들의 2차 시스템에서의 개선 사항에 대해서는 4장에서 각각의 성능별로 상세하게 기술하고자 한다.

1) <http://www.xbow.com/Products/productdetails.aspx?sid=164>
 2) <http://www.tinyos.net>
 3) <http://www.tinyos.net/dist-1.1.0/snapshot-1.1.5Mar2004cvs/contrib/vu/tos/lib/FloodRouting/FloodRouting.txt>

3. 원격 모니터링 시스템

3.1 시스템 구성

앞 장에서 설명한 것과 같이 2차 시스템의 구조와 구성 요소는 1차 시스템과 동일하다. 그림 1에 한림 지킴이 시스템의 전체 구조를 나타냈다. 시스템은 '대내 센싱 시스템'과 '중앙 서버 시스템'으로 구성되어 있다. 대내 센싱 시스템은 개별 독거노인들의 집에 설치되며 전형적인 무선 센서 네트워크 시스템이다. 중앙 서버 시스템은 센서 신호들을 저장하는 '데이터베이스 시스템'과 저장된 자료를 가공하여 웹을 통해 수발 제공자에게 관련 정보를 표시하는 '웹 기반 모니터링 시스템'으로 구성되어 있다.

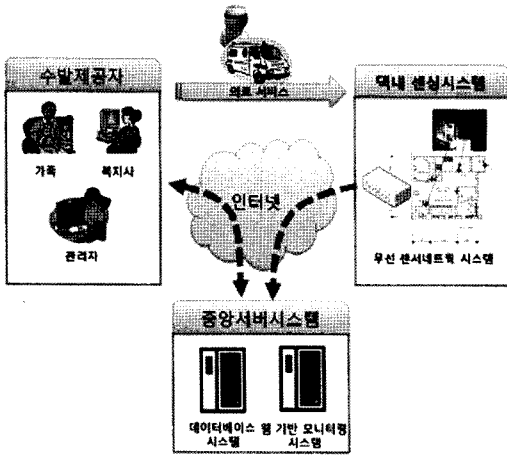


그림 1 전체 시스템 구조

3.2 대내 센싱 시스템

2차 시스템의 대내 센싱 시스템의 사진을 그림 2에 나타냈다. 개별 센싱 모듈은 TinyOS 그룹에서 공개한 TelosB platform에 기초한 상용 제품-메인 컴퓨팅 모듈은 MTM-CM1000-MSP, PIR 센서 모듈은 MTS-SE1000 사용, (주)맥스포-을 사용하였고 소프트웨어는 TinyOS v2.x 기반 nesC로 개발되었다. 센싱 모듈의 동작 시간을 연장하기 위해서 PIR 센서 출력을 아날로그 입력을 이용해 감지하던 원래 제품을 인터럽트 발생이 가능한 외부 입력 단자로 변경하여 개별 센싱 모듈의 동작 방식을 sleep & wakeup 방식으로 변경하였다. 이를 통해 2개의 AA형 알카라인 배터리로 3개월여의 연속 동작이 가능하였고 이는 실험으로 확인할 수 있었다. 그림 3에 개별 센싱 모듈의 사진을 나타냈다.

이와 같은 개별 센싱 모듈을 주택의 어디에 설치할 것인가의 문제는 그 시스템의 작동 방식을 결정짓는 중요한 파라미터의 하나이다. 만약 PIR 센서를 통해 특정

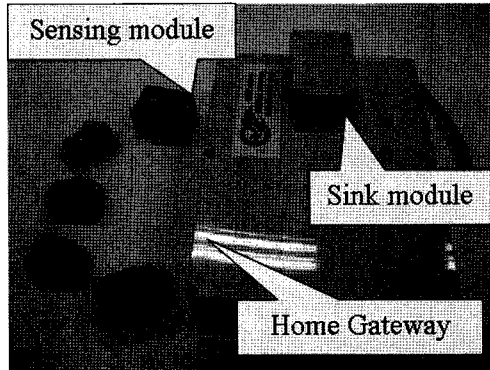


그림 2 대내 센싱 시스템

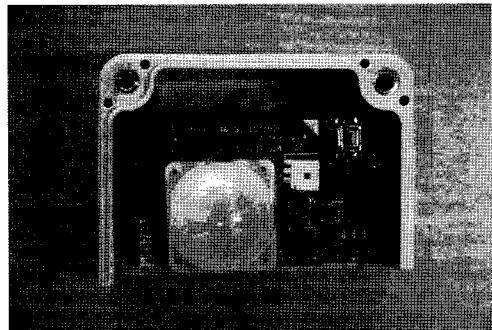


그림 3 개별 센싱 모듈 사진

장소에 있는지를 감지하고자 한다면 가장 많이 머무르는 곳에 설치해야 할 것이고, 그렇지 않고 위치 이동을 감지하고자 한다면 주요한 공간에서의 구분 지점, 즉 방과 방 사이의 문에 설치해야 한다. 제안하는 시스템은 1차, 2차 모두 후자의 방법을 사용하였다. 따라서 각 노인 주택의 개별 문틀의 상단에 센싱 모듈을 설치하였고 매우 좁은 방의 경우가 아니면 대개 방에 들어오거나 나갈 때 신호가 검출된다. 장착된 PIR 센서가 움직임을 감지하면 sleep 상태의 프로세서를 기동(wake-up)시킨 후 데이터 패킷을 만들어 무선으로 수신 모듈로 발송한다. 사용한 패킷은 TinyOS 표준 패킷에 기초하여 다음 그림 4에 나타낸 바와 같은 데이터를 가지도록 설정하였다.

그림 4의 각 필드 이름의 아래쪽 숫자는 byte 수를 나타낸다. 주요 정보는 payload 부분에 정의되어 있으며 간단히 정리하면 'Origin NODE' 필드는 개별 센싱 모듈의 ID를, 'Sequence number'는 각 센싱 모듈이 발송하는 패킷의 일련 번호를, 'BAT' 필드는 MSP430 내장 1.2V 고정 기준 전압을 ADC한 결과 값을, 'rssi' 필드는 received signal strength indicator로서 패킷을 수신 했을 때의 단순 수신 강도를, 'lqi' 필드는 link qua-

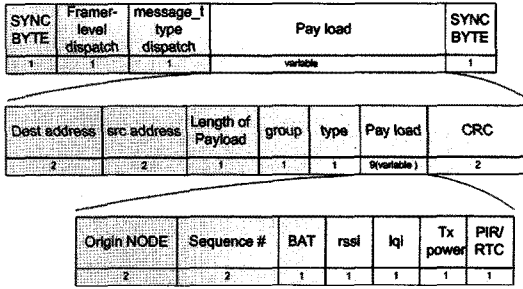


그림 4 패킷 구조

lity indicator 값을, 'Tx power' 필드는 송신 파워 레벨을, 마지막으로 'PIR/RTC' 필드는 PIR 센서 결과 혹은 진단 신호를 가진다. 이 중 배터리 필드의 값을 이용하여 현재 센싱 모듈의 배터리 잔량을 파악할 수 있다. 시간이 지나면서 작아지는 전원 전압에 의해 ADC 결과 값은 점차 증가하는 원리를 이용한다. 또한 PIR/RTC 필드는 움직임 감지일 때는 1의 값을, 매 시간 발생하는 진단 신호에 대해서는 2의 값을 가진다. 이외의 다른 신호들은 현재 개발 중인 최소 소비 전력을 위한 설정 방법을 위해 사용될 예정이다.

전체 센서 네트워크의 망 형태는 별(star) 형태로 각 송신 모듈들과 수신 모듈이 1:1로 연결된다. 2차 시스템에서 1차와 달리 다단계(multi-hopping) 라우팅이 아닌 1대1(peer-to-peer) 라우팅을 사용한 이유는 1차 현장 실험에서 모든 송신기가 수신기와 직접 연결이 가능했기에 사용되지 않을 다단계 라우팅에 소모되는 개별 센싱 모듈의 자원을 절약할 수 있을 것으로 판단했기 때문이다. 물론 별 형 구조로 감당할 수 없다면 다양한 다단계 라우팅을 이용하면 될 것이다.

HG의 역할은 수신 모듈에 수신되는 센서 신호를 중앙 데이터베이스에 저장하는 것과 맥내 센싱 시스템의 중앙 제어 장치로 동작하는 것이다. 2차 시스템의 HG는 단일 보드 컴퓨터(EPiA-M1000, VIA co.,;800MHz C3 프로세서, 512MB 메인 메모리, 2GB Compact Flash memory)로 구현되었고 리눅스(Redhat v9.0) 운영체제로 동작한다.

HG는 직렬 통신 포트를 통해 입력되는 개별 센서 패킷을 읽어 해석하고 이것에 현재 시간 정보 및 노인 ID 정보를 더해 원격에 위치한 중앙 데이터베이스 서버에 저장한다. 이 기능은 TinyOS 개발 그룹에서 제공하는 C 언어 기반 SerialForwarder⁴⁾ 프로그램을 이용하여 구현하였다.

또한 HG는 각 맥내 센싱 시스템의 네트워크와의 연

결 여부를 실시간으로 확인할 수 있도록 매 30분마다 자신의 현재 IP address를 중앙 데이터베이스 서버에 기록하는 기능을 가진다. 이 정보를 이용하여 진단 시스템은 모든 맥내 시스템의 네트워크 연결 여부를 실시간으로 파악할 수 있다. 이와 함께 HG는 secured shell (SSH) 등의 원격 접속 서비스를 제공하여 원격 관리를 가능하게 한다.

3.3 서버 시스템

2차 시스템의 데이터베이스 시스템은 MySQL v5.0.24a DBMS를 선택하여 사용하였고 일반 PC 플랫폼(하드웨어: Pentium 4 3GHZ, 운영체제: 우분투 리눅스)에서 동작한다. 전체 DB 시스템은 3개의 테이블을 가지며 모두 23개의 필드를 가진다. 3개의 테이블은 맥내 센싱 시스템의 데이터를 저장하는 'senseddata', 각 맥내 시스템의 센싱 모듈에 대한 정보를 가지는 'network', 그리고 맥내 시스템의 네트워크 상태 확인을 위한 IP address 데이터를 저장하는 'ipaddress'라는 이름을 가진다. 10개의 필드를 가지는 'senseddata' 테이블은 맥내 시스템의 개별 센싱 모듈이 발송하는 데이터-움직임 감지/진단 신호 및 배터리 값 등-를 저장하며 이 정보를 이용하여 개별 모듈의 정상 동작 여부와 각 노인들의 일상 활동 패턴을 찾을 수 있다. 이와 함께 'network' 테이블은 각 맥내 센싱 시스템의 네트워크에 대한 일반적 정보-송신 노드의 수, 모든 노드의 어드레스(16bit) 등-를 8개의 필드를 이용하여 저장한다. 마지막으로 'ipaddress' 테이블은 5개의 필드를 가지며 각 맥내 시스템의 HG가 매 30분마다 발송하는 자신의 IP address와 현재 시각 정보를 저장한다.

이와 같은 정보들은 적절히 가공된 후 독거노인들의 다양한 수발 제공자들에게 웹 인터페이스(HTTP protocol)를 이용해 제공된다. 개발된 원격 모니터링 시스템은 Apache(v2.0.55) 프로그램과 PHP5 script language를 이용하여 구현되었다.

그림 5는 개발된 웹 기반 모니터링 시스템의 최초 화면이다. 그림에 나타난 바와 같이 각 복지사는 로그인하면 자신이 관리하는 독거노인들의 리스트 화면을 볼 수 있다. 이 페이지는 하나의 화면을 통해 가능한 많은 노인들의 주요 정보를 파악할 수 있도록 디자인되었고, 따라서 행렬 형태로 개별 노인에 대한 주요 정보를 표시하고 있다. 각각의 노인들에 대해서는 그림 5의 확대 그림에 나타난 것과 같이 사진, 이름, 연락처, 긴급연락처(대개 식구나 친지)와 같은 개인 정보와 함께 현재 외출 상태, 생활 패턴에 기초한 이상 여부, 상세 시간별 센서 데이터 디스플레이 링크 등 가능한 많은 주요 정보를 효과적으로 표시할 수 있도록 디자인되었다.

노인 개인의 센서 데이터 기반 생활 패턴 모니터링은

4) http://docs.tinyos.net/index.php/Mote-PC_serial_communication_and_SerialForwardern_and_SerialForwarder



그림 5 웹 기반 모니터링 시스템; 노인 리스트 페이지

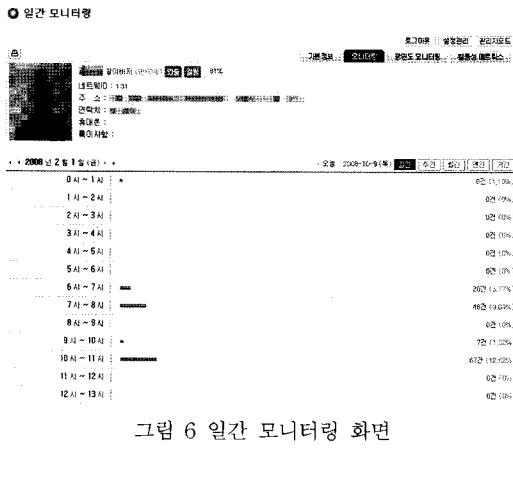


그림 6 일간 모니터링 화면

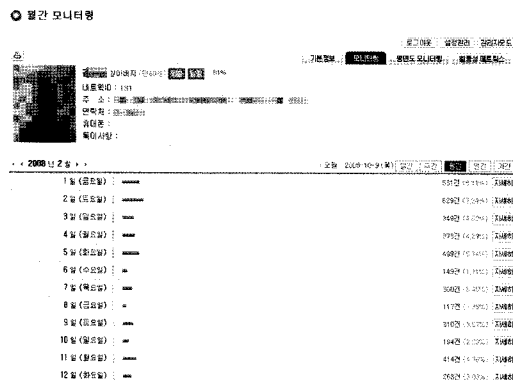


그림 7 월간 모니터링 화면

1차 시스템과 동일하게 하루 24시간의 매 시각별 모든 센서 데이터의 감지 횟수의 합을 막대그래프 형태로 보여준다. 그림 6은 일간 모니터링 화면을 나타내는데, 일례로 이와 같은 화면을 통해 6시와 7시 사이에 일어나서 집 안을 이동했음을 알 수 있다. 개발된 모니터링 시

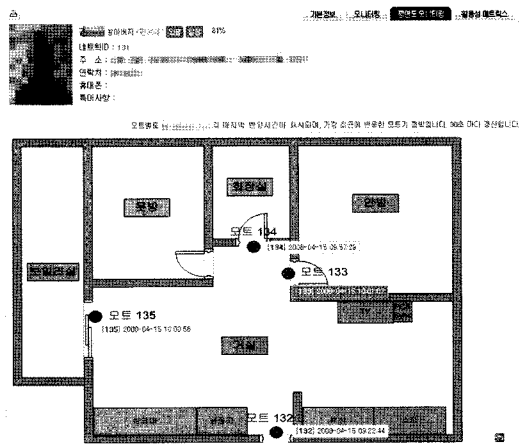


그림 8 주택 구조 평면도 모니터링 화면

스템은 비슷한 형태로 일간(1시간 단위), 주간(하루 단위), 월간(하루 단위) 및 연간(월 단위) 모니터링 화면으로 구성되어 있다. 그림 7에 월간 모니터링 페이지를 나타냈다.

이와 함께 새롭게 구현된 기능으로 각 노인들의 주택 구조 평면도와 센싱 모듈의 설치 위치와 센싱 모듈의 최근 감지됐을 때의 시각을 표시한다(그림 8 참조). 실제 이 페이지에서 제공하는 정보를 이용하면 노인의 현재 위치를 짐작할 수 있다.

이와 같이 현재까지 개발 완료된 시스템은 센싱 데이터의 직접적인 표시를 통해 수발 제공자가 간접적으로 개별 노인들의 일상생활 패턴을 짐작하고 이를 기초로 이상 여부를 판단할 수 있는 기능을 제공한다. 그러나 Virone[7]이 제안한 것처럼 감지된 센서 데이터를 기초로 자동적으로 개별 노인의 일상생활 패턴을 모델링하고, 구축된 모델과 현재 상태를 비교하여 정상 혹은 이상을 판단하는 기능은 아직 개발되지 못한 상태다. 따라서 현재 Virone의 모델링 방법을 기초로 보다 정밀한 모델링이 가능한 방법을 개발 중이며, 더 나아가 이상 발생 시 다양한 통신 수단으로 관련된 수발제공자에게 통지하는 기능도 개발하고자 한다.

일상 활동 패턴 감지와 함께 각 노인의 외출 여부는 복지사의 제시한 서비스(Just-in-time service) 제공 측면에서 매우 유용한 정보다. 일례로 복지사가 특정 노인의 방문 계획이 있을 경우 방문 대상 노인의 외출 정보를 매우 편리하게 파악함으로써 개별 전화 확인에 소비되는 작업 및 시간을 크게 줄일 수 있다. 따라서 외출 감지 기능을 주요한 요구 기능으로 선정하였고, 연구, 개발하였다.

제안된 외출 감지 방법의 기본 아이디어는 매우 간단하다. 노인이 외출하는 동작에 대해 만약 2개 이상의 센

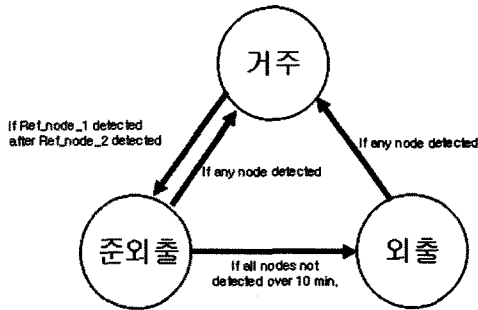


그림 9 외출 감지 방법 상태도

싱 모듈이 연속적이고 일정한 순서를 가지고 감지를 한다면 우리는 그와 같은 패턴을 이용하여 외출을 판단할 수 있다. 제안된 방법은 그림 9에 나타난 바와 같이 3개의 상태(거주, 준외출, 외출)를 정의한다.

먼저 각 노인 주택의 특성에 맞게 2개 특정 센싱 모듈-최외곽 노드(Ref_node_1)와 차외곽 노드(Ref_node_2)라고 정함-을 정한다. 서버에서 실행되는 프로그램은 매 10분마다 각 노인에 대한 2개 노드에 대해 감지 시각을 검사하고 만약 10분 시간 간격 내에 2개 노드가 외출 순서에 맞게 감지되었다면 그림 13에 나타난 것처럼 '거주' 상태에서 '준외출' 상태로 변경한다. 이후 다음 샘플링 시간(10분 후)에서 다른 어떤 센싱 노드에서도 감지 데이터가 없다면 '외출' 상태로 정한다. '외출' 상태에서는 특정 센싱 노드(대개 최외곽 노드임)에서라도 움직임을 감지하면 즉시 '거주' 상태로 변경한다. 이와 같은 외출 상태는 리스트 페이지에 다른 색깔의 아이콘으로 표시된다. 제안된 방법의 외출 정확도에 대해서는 다음 장에서 기술할 것이다.

마지막으로 서버 시스템에 구현되어 있는 것은 '자동 진단 기능'이다. 대개의 모니터링 시스템에서 가장 중요한 성능 지표의 하나가 동작 신뢰성이듯이, 제안하는 원격 모니터링 시스템도 1년 365일 24시간 연속 동작이 요구된다. 이를 보장하기 위해서는 각 시스템 구성 요소의 이상 유무를 신속하게 발견하고 이를 해결하는 체계적인 방법이 필요하다. 따라서 이를 위해 본 연구에서는 초보적이지만 다음 2가지 주요한 감시 대상을 자동으로 감지하는 방법을 개발하였다.

- 택내 센싱 시스템의 네트워크 연결 상태
- 각 송/수신 모듈의 잔여 배터리 및 정상 동작 상태

앞 절에서 기술한 바와 택내 센싱 시스템의 HG가 매 30분마다 발송하는 IP address 정보를 이용하여 자동 진단 프로그램은 매 시각 각 택내 시스템의 네트워크 연결 여부를 진단한다. 진단 후 이상이 발견되면 관리자 들에게 자동으로 email을 발송한다.

이와 함께 각 센싱 모듈은 매 1시간마다 진단 신호를

보내고 이 신호는 HG에 의해 중앙 DB에 저장되는데 이 신호를 매 하루 단위로 검사하고 일정 개수 이하인 모듈이 발견되면 역시 관리자에게 email로 알려주는 진단 프로그램을 개발하였다. 또한 발송되는 패킷에 포함되어 있는 센싱 모듈의 배터리 레벨 값을 검사하여 특정 양 이하의 배터리를 가지는 모듈이 발견되면 이 또한 관리자에게 알려주는 프로그램을 개발하였다. 모든 진단 프로그램은 파이썬⁵⁾ 언어를 이용하여 구현하였다.

4. 실험 및 성능 평가

4.1 현장 적용 사례 연구

본 절에서는 개발된 시스템의 성능 검증을 위해 수행했던 독거노인들의 실제 주택에서의 실험에 대해 설명하고 주 사용자인 독거노인들과 복지사에 대한 사용성 설문 조사 결과를 기술하고자 한다.

대상자들은 춘천시 복지과의 협조를 통해 관내 생활 보호 대상자 중에서 혼자 생활하는 노인들을 후보 대상으로 정한 후, 이 분들을 개별 방문하여 실험에 대해 설명하고 노인 본인 및 가족들로부터 동의를 얻는 과정을 거쳐 선정하였다. 1차 시스템의 현장 실험은 남성 1명, 여성 8명의 독거노인들(평균 연령 81.8세)을 선정하였고, 각각의 주택에 따라 다른 개수의 센싱 모듈을 설치한 후 2007년 1월 3일부터 3월 31일까지 연속 동작 실험을 실시하였다.

1차년도 실험의 주요 목적은 원격 모니터링 시스템의 생활 패턴 파악 가능성과 신뢰성 검증이었다. 실험 결과 PIR 센서에 의한 0/1 형태의 단순한 데이터를 통해서도 각 노인의 일상생활 패턴이 나타나고 이를 잘 가공하면 다양한 수발제공자들에게 유용한 정보를 제공할 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다. 신뢰성 측면에서는 전체 모니터링 시스템의 신뢰도는 고장 감지 및 해결 측면에서 중앙 서버 시스템 보다는 개별 노인 주택에 설치되어 있는 택내 센싱 시스템의 신뢰도에 따라 결정된다는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 택내 센싱 시스템을 위한 다양한 '자동 진단 기능'을 발굴, 개발할 수 있었다. 또한 일반 desktop PC(Microsoft Windows 2000 OS 사용)를 사용한 HG의 여러 문제점-소음, 넓은 공간 점유, 높은 소비 전력, 보안적 취약성-이 잘 드러났으며 이런 이유로 2차 시스템에서는 리눅스 기반의 단일 보드 컴퓨터로 대체, 개발하였다.

개발된 2차 시스템은 2008년 1월 18일부터 4월 15일까지의 약 3개월의 시간동안 15명의 독거노인들(2명 남성, 13명 여성, 평균 연령 78.2세)의 주택에 설치, 동작 실험을 실시하였다. 2차년도 실험은 1차년 대비 6명이

5) <http://www.python.org/>

증가했으며 무엇보다 1차년도 대상자 대부분이 일반적인 농촌형 주택-현관 문 구별이 어려우며 대개 별도 공간에 존재하는 화장실로 구성-이던 것에 비해 2차년도 실험은 도시형 아파트-방2개, 화장실, 부엌으로 구성-도 포함하여 실험했다는 점이 주요한 개선 사항이라 할 수 있다.

2년에 걸친 실험 모두 주요 사용자인 노인들과 복지사를 대상으로 설문 조사를 통해 만족도 및 문제점 등을 조사하였다. 본 논문에서는 2차년도 조사 결과만 요약, 정리한다. 2차년도 실험 진행 중 대상 노인들을 담당하는 복지사 3명에 대해 일정 기간 사용을 의뢰한 후 설문 조사와 면담을 통해 시스템의 사용상 편리함과 문제점을 조사하였다. 이들에 대한 설문지 내용과 응답 결과를 표 2에 정리하였다. 표 2에서 각 설문 내용에 대한 값은 불편 정도를 나타내며, 매우 불편(4)부터 전혀 불편하지 않음(0)까지 5단계의 값을 가진다. 조사 결과 전체 평균값 0.5로 대부분의 항목에서 불편하지 않다는 것을 나타냈다. 또한 현재 개발 중인 장기 외출 등의 이상 발생 시 휴대폰 SMS와 같은 능동적 알람 기능 등에 대한 요청 사항도 있었다.

14명의 노인들에 대해서도 면담을 통해 시스템의 불편함에 대해 조사를 수행하였으며, 이를 간단히 요약 정리하면 먼저 시스템의 불편 사항(소음 및 공간 차지, 심리적 행동 제약 등)에 대해서는 평균 0.26으로 0~4까지의 불편함 정도에 대해 거의 불편하지 않다고 대답했으며, 시스템 이상 등에 따른 관리자의 연락 및 방문에 대해서는 평균 0.89로 불편하지 않다고 응답했다. 다만 방문에 대한 재미있는 결과는 관리자의 연락 및 방문에 대해 반갑다는 것과 귀찮다는 극단적인 반응 모두가 존재한다는 것이었다. 또한 8명(50%)의 노인들이 누군가 나를 지켜주고 있다는 안전함을 느꼈다고 응답한 것에서 최초 시스템 개발 시 예상했던 시스템의 긍정적 기능-심리적 안도감 확대-을 확인할 수 있었다.

표 2 복지사 대상 설문 내용 및 불편정도 결과

내용	복지사1	복지사2	복지사3	평균
제공되는 정보의 효용성	1	0	0	0.33
사용의 편리성	0	2	0	0.67
자료 및 평면도의 난이성	0	1	0	0.33
업무 부담 정도	0	1	0	0.33
화면 구성 및 표현	0	1	0	0.33
메뉴의 편리성	1	1	1	1.00

4.2 외출 감지 및 신뢰도 평가

본 절에서는 2장에서 설명되었던 외출 감지 방법의 정확도와 전체 평균 약 3개월 정도의 실험 기간 동안의 시스템의 신뢰도 성능에 대해 기술한다.

표 3 외출 감지 방법 횡수 정확도 결과

	외출 감지 횡수	오류 횡수
대상자 #1	19	0
대상자 #2	9	1
대상자 #3	6	0
대상자 #4	10	0
대상자 #5	3	0
대상자 #6	5	0
대상자 #7	16	0
대상자 #8	10	0
대상자 #9	6	0
대상자 #10	11	0
대상자 #11	6	0
Total	101	1

먼저 외출 감지 방법의 정확도 검증은 외출 횡수와 시간 2가지 평가 항목으로 나누어 파악하였다. 외출 횡수에 대한 제안된 방법의 감지 정확도 실험은 시스템에서 어떤 사용자의 현재 상태가 외출로 감지되었을 때 그 사용자 집으로 전화를 걸어, 실제 외출했는지를 검사하는 방법으로 진행하였다. 이 결과를 표 3에 나타냈다. 각 사용자별 평균 9.1회 정도의 외출에 대해 전체 101번의 확인에서 1번의 오류를 확인할 수 있었고, 평균 99%의 정확도를 얻었다.

외출 여부를 감지하는 횡수 정확도와 함께 외출 시작 및 종료 시각을 아는 것도 매우 유용하다. 따라서 제안된 방법의 외출 시간 감지 성능을 검사하였다. 먼저 대상자 14명에 대하여 시스템 운영 기간 중 임의로 3일을 결정하였고 지정된 날에 대해 시스템이 감지한 외출 시작 및 종료 시각과 예상 외출 시각을 비교하여 정확도를 산출하였다. 비교 대상인 예상 외출 시작 시각은 외출을 확인 한 시점 전의 최외곽 센싱 노드에서의 움직임 감지 신호가 발생한 시각으로 결정하였고, 종료 시각은 외출 이후 최초 최외곽 노드 감지 신호 발생 시각으로 정하였다. 이와 같은 방법으로 예상 외출 시각을 정하면 실제의 외출 시작과는 다소 차이도 발생할 수 있고 또한 종료 시각은 감지 방법 결과와 언제나 일치하게 되는 단점을 가진다. 정확한 외출 시각을 파악하기 위해서는 별도의 다른 감지 방법(사람 혹은 장치 등)을 이용해야만 할 것이며, 이는 향후 보완하고자 한다.

다음 그림 10은 하루의 시간 동안 10분 간격의 외출 감지 방법에 의한 외출 상태 및 예상 외출 상태를 그래프로 표현한 것이다. 여기서 빨간색은 예상 외출을 나타낸 것이고 파란색과 녹색은 외출 감지 방법을 사용한 외출과 준외출을 각각 표시한다.

그림에 나타낸 것처럼 실제 예상 외출과 감지 외출의 시작 시각 오차는 준외출 상태로 인해 최대 20분, 최소 10분 사이의 값을 가진다. 대상자 14명에 대하여 각각 3

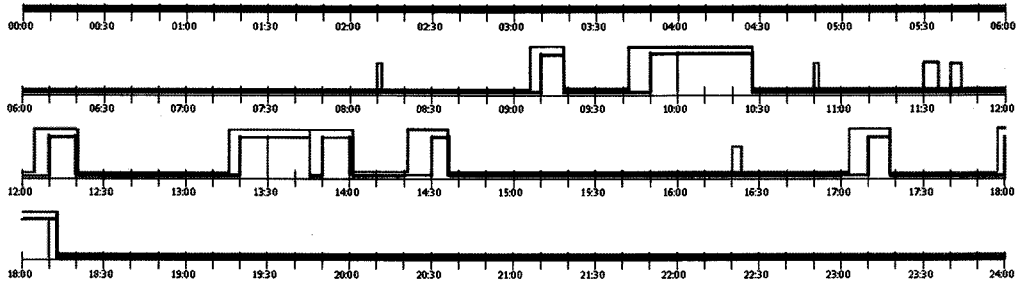


그림 10 외출 감지 방법 1일 결과 그래프

표 4 외출 감지 방법 시간 정확도 결과

	대상 날짜	오차율(%)
대상자 #1	2008-01-30	6.94%
	2008-02-13	2.08%
	2008-03-26	2.78%
대상자 #2	2008-01-30	1.39%
	2008-02-13	0.69%
	2008-03-26	0.69%
대상자 #3	2008-01-30	0.69%
	2008-02-14	1.39%
	2008-04-11	0.69%
대상자 #4	2008-01-26	0.00%
	2008-02-13	0.00%
	2008-03-26	0.00%
대상자 #5	2008-01-30	2.08%
	2008-02-13	2.78%
	2008-03-26	2.78%
대상자 #6	2008-01-25	2.08%
	2008-02-02	1.39%
	2008-02-09	0.00%
대상자 #7	2008-01-30	0.69%
	2008-03-26	0.69%
	2008-04-13	0.00%
대상자 #8	2008-01-23	0.00%
	2008-02-12	1.39%
	2008-02-19	1.39%
대상자 #9	2008-02-03	1.39%
	2008-02-04	0.69%
	2008-02-05	3.47%
대상자 #10	2008-01-30	10.41%
	2008-02-13	0.69%
	2008-03-26	1.39%
대상자 #11	2008-01-30	3.47%
	2008-02-13	4.86%
	2008-03-26	4.16%
대상자 #12	2008-02-13	0.69%
	2008-03-26	0.69%
	2008-04-14	2.78%
대상자 #13	2008-01-26	0.69%
	2008-02-13	2.08%
	2008-03-26	2.78%
대상자 #14	2008-01-30	5.56%
	2008-02-13	2.08%
	2008-03-26	2.78%
Total	42일	평균 1.98%

표 5 실패(이상) 원인 및 증상

구분	원인	증상
태내 센싱 시스템	정전, 고의적 HG OFF, 네트워크 단절	-ip address 정보 미수신 -싱크/개별 센싱 노드 진단 및 감지 신호 미수신
	싱크 노드 이상	-ip address 정보만 수신
	개별 센싱 모듈 이상	-이상 센싱 모듈의 진단/감지 신호 미수신
서버 시스템	서버측 정전/네트워크 이상	-특정 시간 구간에 걸쳐 모든 신호 미수신

일씩 분석한 외출 감지 방법의 시간 성능을 표 4에 나타냈다. 표에 나타난 오차율은 24시간을 10분의 단위 시간 간격으로 예상 외출과 결과 외출의 차이를 계승하여 이를 계산하여 나타낸 것이다. 총 42일(60480분) 동안의 기간 중 발생했던 외출에 대해 약 1200분의 오차(평균 오차율은 1.98%)를 나타내어 현실적으로 매우 유용하고 신뢰성 높은 결과를 보여주었다.

다음으로 개발된 원격 모니터링 시스템의 신뢰도 성능에 대해 정리한다. 1차 시스템의 개발 과정을 통해 다양한 실패(이상) 원인 및 증상을 알게 됐고 이와 같은 실패를 가능한 자동으로 감지할 수 있는 방법들을 앞서 기술한 바와 같이 개발하였으며, 이를 2차 시스템에 적용하였다. 현재까지 나타난 다양한 실패 원인 및 증상 대해 표 5에 정리하였다.

개발된 시스템의 신뢰도 성능은 전체 실험 기간(2008-01-18 0:00 ~ 2008-04-15 11:00, 2123시간) 중 각 노인별 시스템 운영 시간(대상자에 따라 최소 802.5 시간부터 최대 2123시간)을 대상으로 조사하였다. 이와 같이 시스템의 운영 시간이 다른 것은 몇몇 노인들의 이사, 입원 등과 같은 이유로 조기에 실험이 중단됐기 때문이다.

신뢰도 성능 파악을 위해 본 연구에서는 수집된 각 노인별 센서/진단 신호 데이터에 대하여 30분 시간 간격(이를 기본 단위로 정함)으로 다음 조건을 만족하는지를 검사하고 만족한다면(단위 사구간(deadzone)으로 정

표 6 개별 댁내 시스템 이상 및 실패율 결과

구분	전체운영 시간 (hr)	HG OFF 시간 (hr)	서버사구간 (hr)	개별사구간 (hr)	실패율 (%)
1	1957.5	501.5	6	6	0.61
2	1958	0	5.5	0.5	0.31
3	1843	0	3	0.5	0.19
4	2123	0	5.5	31	1.72
5	2123	0	6.5	0.5	0.33
6	2123	143.5	6.5	11.5	0.85
7	2123	0	6.5	1.5	0.38
8	1937	83.5	5.5	63.5	3.56
9	2123	90.5	5	7.5	0.59
10	2123	0	6.5	39.5	2.17
11	2123	562	2.5	6	0.40
12	2123	216.5	5.5	1.5	0.33
13	802.5	0	0.5	2.5	0.37
14	1691.5	0	3.5	2	0.33
15	2123	86	5.5	2.5	0.38
평균	1953.1	112.23	4.93	11.77	0.83

의) 이 사구간의 크기를 합산하여 실패 시간을 구하고 이를 전체 동작 시간과 비교하는 방법을 사용하였다.

사구간(deadzone): 댁내 센싱 시스템으로부터 어떤 종류의 신호(IP address, 진단 신호, 움직임 감지 신호)도 수신되지 않은 30분 구간.

위와 같이 아무런 신호가 없는 구간을 정의하여 이를 실패로 간주한 이유는 개별 댁내 센싱 시스템의 HG 및 각 센싱 모듈이 발송하는 진단/감지 신호들이 비동기로 동작하므로 실제 30분 단위 시간 간격 내에서 아무 신호가 없을 확률은 매우 작기 때문이다. 다만 이 방법의 경우 HG의 진단 신호가 어떤 이유로든 미수신된 상황에서 단순히 움직임이 없어 감지 신호가 없는 경우도 이상으로 판단하는 단점은 있다.

15개의 개별 센싱 시스템의 신뢰성 관련 실험 결과는 표 6에 정리하여 나타났다. 이 표에서 'HG OFF'로 표기한 부분은 위에서 정의한 사구간이 장기간 연속으로 나타난 구간으로 사용자가 고의적으로 댁내 시스템의 전원을 차단한 것을 구별하여 나타난 것이다. 이와 같은 댁내 시스템 전원 차단은 전화 통화 등을 통해 확인하였다. 표에 나타난 것처럼 HG OFF는 다양한 기간(3일에서 23일까지)에 걸쳐 발생했으며 시스템의 이상(실패) 이라기보다는 운영상의 실수라고 간주된다. '서버 사구간'은 서버측 이상에 의해 발생한 사구간 시간으로서, 표 5에 정리한 것처럼 서버측에서 발생한 여러 문제-정확한 이유는 파악되지 못했으나 네트워크 불안정이 가장 큰 이유로 판단함- 때문에 모든 댁내 센싱 시스템으로부터 어떤 신호도 수신 받지 못한 구간이다. 이와 달리 '개별 사구간'은 각각의 댁내 센싱 시스템에서 발

된 모든 사구간에서 '서버 사구간'을 제외한 나머지 시간으로 정의한다. 이 같은 개별 사구간 발생의 원인은 개별 네트워크 불안정 및 HG 전원 불안정 등도 고려될 수 있으나 싱크 노드가 수신하는 패킷의 DB 저장 과정에서의 실패가 가장 큰 것으로 판단된다. 서버 및 개별 사구간 시간의 합은 각 개별 댁내 시스템의 전체 실패 시간이므로 이 값을 전체 운영 시간과의 비율로 나타낸 것이 실패율이다. 결과적으로 고의적인 HG OFF에 의한 정상 동작 실패를 제외한다면 전체 평균 1953시간 중 17시간 정도의 짧은 시간만(평균 실패율 0.83%, 최소 0.19%, 최대 3.56%) 동작하지 않은 것이므로 매우 높은 신뢰성을 보여준다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 급속한 노령화 및 핵가족화에 의해 매우 빠른 증가가 예상되는 독거노인의 효과적이고 효율적인 수발 서비스를 가능하게 하는 원격 모니터링 시스템의 개발 및 이의 현장 적용 결과를 기술하였다. 개발된 한림 지킴이 시스템은 전형적인 무선 센서 네트워크 시스템의 한 형태로 구현된 댁내 센싱 시스템과 중앙 서버 시스템으로 구성되어 있으며, 독거노인들의 움직임, 특히 댁내에서의 이동을 주요 감지 대상으로 설정하여 이를 기반으로 일상생활의 주기적 패턴을 웹 기반 형태로 수발 제공자들에게 공급하는 방법을 제공한다. 제공된 웹 기반 모니터링 시스템은 4단계의 사용자 권한에 따라 적절한 범위와 내용의 정보를 공급하도록 설계되었고, 일반적으로 사용되는 웹 브라우저를 이용해 사용자는 접근이 허락된 독거노인의 일별, 주별, 월별 움직임 히트수를 그래프와 평면도 형태로 볼 수 있다. 이와 함께 각 노인들의 현재 외출 상태도 제공한다. 구현된 시스템의 검증은 2차례(2개년)에 걸쳐 춘천시 관내의 독거노인 24명(1차:9명, 2차:15명)에 대해 실제 주택에 설치하여 운영 실험하였고 이를 통해 장기 외출과 같은 이상과 특이 행동 감지가 가능하다는 것을 확인하였다. 또한 대상 독거노인들과 주 사용자인 복지사들 대상의 설문 조사를 통해 개발된 시스템의 사용 편리성 및 다양한 긍정적 효과를 확인하였다. 개발된 외출 감지 방법은 정확한 감지 성능(평균 히트수 정확도:99%, 평균 시간 정확도:98.1%)을 얻었으며 이는 실제 현장에서도 충분히 활용 가능할 것으로 생각된다. 또한 1차 시스템의 신뢰성 측면의 보완 개발을 통해 2차 시스템은 약 1% 미만의 높은 신뢰 성능을 얻었다.

2차례의 시스템 개발 과정을 통해 나타난 여러 문제점과 아직 완성되지 못한 성능 등의 향후 과제들을 다음과 같이 정리한다. 이런 과제들은 현재 개발 중인 3차 시스템에서 구현, 검증하고자 한다.

•택내 센싱 시스템 부분

- 개별 센싱 모듈의 전체 동작 시간 확장을 위한 최적의 송신 출력을 설정하는 방법을 개발하고자 한다.
- 본문 중에 언급한 바와 같이 개별 사구간의 원인으로 생각되는 HG에서의 DB 전송 실패 등에 대해 보다 면밀한 분석을 수행하여 원인을 파악하고자 하며, 데이터 손실을 최소화하는 전송 방법을 개발하고자 한다.

•서버 부분

- 개발하는 원격 모니터링 시스템의 최종 목표 기능의 하나가 개별 노인의 일상 활동 패턴을 감지하고 이에 대한 모델을 만들어, 만들어진 모델과 현재의 상태를 비교하여 이상(abnormality)을 감지하여 적절한 수발 제공자에서 통보하는 것이다. 2차 시스템은 수동적인 방식으로 이를 제공하고 있으나 최종 목표는 이를 자동화하는 것이다. 따라서 실시간으로 저장되는 센서 데이터를 기초로 개별 노인의 주기적 생활 패턴을 Virone 등이 제안한 방법[7]을 확장 보완하여 보다 정확한 모델을 구축하는 방법과 이상 감지 방법을 개발하고자 한다.
- 사용자의 우선순위에 따라 접근 정보의 범위-현재 시스템은 허용되는 독거노인이 다름-만이 아니라 각 단계의 사용자들에게 보다 적합한 정보가 무엇이고 어떤 형태로 보여줄 것인가에 대해서도 연구하고자 한다.

•시스템 검증 부분

- 보다 다양한 주택 형태에서 생활하는 독거노인들을 대상으로 또 보다 많은 노인을 대상으로 현장 실험을 실시하여 시스템의 다양한 측면에서의 성능을 검증하고자 한다.
- 이와 함께 대상자인 독거노인들과 가족 등의 수발 제공자에 대한 체계적인 유용성도 파악하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 지경용 외, "유비쿼터스 시대의 보건 의료", 진한염연비, 2005.

[2] Seon-Woo Lee et. al. "A Remote Behavioral Monitoring System for Elders Living Alone," Int'l Conf. on Control, Auto., and Sys., pp. 2725-2730, Seoul Korea Oct. 2007.

[3] E. Dishman, "Inventing Wellness Systems for Aging in Place," IEEE Computer Magazine, pp. 34-41, May 2004.

[4] T.S. Barger, D. E. Brown, and M. Alwan, "Health-Status Monitoring Through Analysis of Behavioral Patterns," IEEE Trans. on Sys. Man and Cyb.-Part A, Vol.35, No.1, pp.22-27, Jan. 2005.

[5] G. Virone, N. Noury, and J. Demongeot, "A

System for Automatic Measurement of Circadian Activity Deviations in Telemedicine," IEEE Trans. Biomedical Engineering, Vol.49, No.12, pp. 1463-1469, Dec. 2002.

[6] M. Alwan et. al. "Impact of Monitoring Technology in Assisted Living: Outcome Pilot," IEEE Trans. Information Tech. in Biomedicine, Vol.10, No.1, pp. 192-198, Jan. 2006.

[7] G. Virone, et. al., "Behavioral Patterns of Older Adults in Assisted Living," IEEE Trans. Info. Tech. in Biomedicine, Vol.12, No.3, pp. 387-398, May 2008.



이 선 우

KAIST 전기 및 전자공학과 졸업(학사, 석사, 박사). 1996년~2000년 삼성전자(주) 생활시스템 연구소 연구원. 2000년~2002년 일본 ATR Media Information Science Lab. 연구원. 2002년~현재 한림대학교 전자공학과 부교수. 관심분야는 실내 위치 인식 및 상황 인식 컴퓨팅, 센서 네트워크 시스템 응용 및 임베디드 시스템



김 용 중

인하대학교 전자공학과 졸업(학사, 석사, 박사). 2006년~현재 한림대학교 전자공학과 전임강사. 관심분야는 무선통신 시스템, 통신 프로토콜, 네트워크 프로그래밍, 센서 네트워크 응용



이 기 섭

한림대학교 전자공학과 졸업(학사, 석사) 2003년~2006년 (주)휴맥스 멀티미디어 사업부. 2006년~현재 한림대학교 전자공학과 전임강사, 관심분야는 임베디드 시스템, 통신시스템, IR Imaging 시스템



김 병 정

한림대학교 전자공학과 졸업(학사, 석사) 한양대학교 전자통신공학과(박사과정). 2001년~2004년 (주)솔빅스테크놀로지 2004년~2007년 (주)삼보시스템 멀티미디어 연구소. 2007년~현재 한림대학교 전자공학과 전임강사, 주관심분야는 멀티미디어통신, 고속전송기술