

# 노인건강 복지를 위한 스마트 홈 Health Smart Home (HSH) for Elderly People

김 경 섭

건국대학교 의과대학 의학공학부

## 1. 서론

한 국가의 인구 구성에서 65세 이상의 노인들이 차지하는 비율이 7%가 넘는 사회를 노령화 사회 (aging society)라고 하는데, 현재 미국, 일본, 독일 및 영국을 비롯한 선진국들에서는 출산율 저하와 수명의 연장으로 인하여 1990년대에 이미 노령화 사회에 접어들었고 한국도 2000년도를 기점으로하여 노령화 사회에 이미 진입한 실정이다. 더군다나 이러한 노령화 사회 현상은 해가 갈수록 가속화되어 일본의 경우 65세 이상의 노인들이 일본의 인구에 차지하는 비율이 1995년도에는 14.6%이었던 것이 2025년도에는 27.4%가 될 것으로 예상되고 있다. 마찬가지로 우리나라의 경우도 노령화 현상은 가속화가 될 것으로 예상되어 65세 이상의 노인들이 차지하는 비율이 2000년도에는 7.1%이었던 것이 2030년도에는 19.3%가 될 것으로 전망되고 있다[1].

특히 한 국가에서 65세 이상의 노인들의 인구가 차지하는 비율이 14%가 넘는 사회를 노령 사회 (aged society)라고 하는데, 서구 선진국을 비롯하여 일본, 한국을 포함한 나라들에서는 지금부터 2020년대에 이르기까지 노령 사회로 빠르게 진행될 것으로 예상되고 있다. 더군다나 한국은 위에서 언급된 다른 선진국들에 비하여 노령화 사회에서 노령 사회로 진입하는데 걸리는 시간이 약 21년이 걸릴 것으로 추산됨에 따라, 프랑스의 130년, 미국의 70년, 영국 50년 그리고 일본의 25년에 비하여 훨씬 빠르게 진행될 것으로 예상되어 노령 사회를 대비할 수 있는 기간이 다른 선진국들에 비하여 짧은 것이 문제가 되고 있는 실정이다[2][3].

따라서 한 국가가 노령화 사회에 접어들면 상대적인 노동 인구 비율이 감소됨에 따른 경제 활동 인구 감소 및 노인 복지 비용 증대, 특히 노인 의료 수요 증가에 따른 의료 복지 비용 증대 등으로 여러 가지의 사회적, 경제적 문제들이 수반된다. 더군다나 전체 인구에서, 만성 질환 유병률이 65세 이상의 노인 인구가 차지하는 비율이 제일 높고 또한 일반적으로 노인을 돌보는 의료비 부담이 16세에서 64세 사이의 노동력 구성원에게 부담하는 의료비 보다 훨씬 더 높다는 것을 감안할 때, 노령화 사회로 진입한 국가에서 부담하게 되는 의료 복지비는 가파르게 증대 될 수밖에 없으며 또한 노인 인구의 증가로 인하여 의료 서비스를

모두에게 직접 제공하기가 어려울 것으로 예상된다. 그러나 영국의 경우, 현재 병원에 입원하여 있는 75세이상의 노인들의 절반 이상 정도는 집에서 기거하며 의료 서비스를 받을 수 있는 것으로 조사되어 국가에서 일부 의료 비용을 추가적으로 부담하고 있는 것으로 나타나고 있다[4].

이에 따라서 집에서 주로 거주하는 노령자 및 독거 노인들의 건강 복지 개선 및 사회가 부담하는 의료 비용 절감을 위한 하나의 대안책으로, 노령자가 거주하는 집에 설치된 환경 및 신체적 상태를 감시할 수 있는 센서등을 통하여, 거주자의 안전 보장 및 원격 의료 서비스 및 상담을 제공할 수 있게 되어 결과적으로 노인들의 삶의 질을 개선시킬 수 있는 HSH가 대두되고 있다. HSH 도입으로 인한 의료 비용의 절감 측면에서 보았을 때 일본의 경우, 일본 보건국과 일본 인구 및 사회 보장 국립 연구소의 통계에 따르면, 노령층의 병원 입원 건수의 감소로 인한 의료 비용 부담은 2010년에는 2.52억\$, 2020년에는 28.42억\$ 그리고 2050년도에는 257억\$이 절감 될 수 있을 것으로 각각 예상되고 있다[4].

## 2. Health Smart Home

HSH 시스템을 기술적으로 표현하면 그림 1에서 표현되는 바와 같이 1) 집에서 거주하는 노인의 활동 변화를 측정하는 환경 센서 시스템 및 신체적 상태를 파악하기 위한 생체신호센서 시스템 2) Health Monitoring 시스템 3) 센서들부터 측정된 신호들을 전달하는 정보 전달 시스템 4) 전달된 정보를 받아들여 이를 의학적인 측면에서 해석하여 원격으로 의료 서비스 또는 자문을 제공하고 경우에 따라서 노인의 응급 상황을 판단하고 대처하는 병원 또는 보건소 등과 같은 의료서비스 기관 정보 수신자 등으로 이루어진다. 따라서 HSH 시스템은 원격 의료 서비스를 제공하는 Telecare 서비스와 뗄 수 없는 불가분의 관계를 가지고 있다.

### 2.1. HSH 센서 시스템

HSH 센서 시스템은 1) 집에서 거주자의 활동 변화 및 거주하는 공간의 변화를 파악하는 환경 센서 시스템 (environmental sensors) 2) 거주자의 생리적인 상태



- 폐활량계 (Spirometer) - 호흡 횟수, 들숨과 날숨의 비율
- Sphygamomanometer - 혈압
- 인체용 고성능 온도 센서 (Thermocouple) - 체온
- Galvanic skin response - 발한율
- 색도계 (Colorimeter) - 얼굴 창백도, 인후 감염 여부
- 가속 측정기 (Accelometer) - 낙상 및 신체 떨림
- 편광계 (Polarimeter) - 혈당 포화도
- 청진기 (Stethoscope) - 심음 및 호흡음

위에 나열된 맥박수, 체온, 혈압, 호흡 횟수 등의 측정 은 기본적으로 모든 거주자에게 적용될 수 있으며 나머지 신호들의 측정은 대상자의 나이 및 병력에 따라 각각 다르게 적용될 수 있다. 가속 측정기의 경우 (accelometer), 노인의 신체에 부착하게 하여, 이동하는 도중에 바닥에 넘어지거나 현기증 또는 급작스러운 신체적 상태의 변화로 이기되는 낙상 (fall)을 파악하는데 활용할 수 있다. 의학적 통계상으로 보았을 때, 1년 동안에 최소한 1번 또는 그 이상 횟수로 낙상을 당한 노인은 다음 1년 동안에 낙상을 입을 가능성이 높고 또한 이로 인하여 신체에 부상을 입을 가능성이 높아서 병원에 입원하거나 때로는 사망에 이르는 경우가 있으므로 낙상의 전조를 파악하고 사전에 대비하는 것은 매우 중요하다.

**2.2. Health Monitoring System**

Health Monitoring System의 주목적은 환경 및 생체 센서들에 감지된 환경적, 생리적 변화 요인 값들을 실시간으로 감시하고, 미리 선정된 기준 (threshold)을 초과했을 때 주의 상황 (minor alert) 또는 응급 상황 (major alert)으로 판단하여 보호자 또는 의료서비스기관에게 알려 의학 적 자문 또는 의료 서비스를 받게 하는데 있다. 주의 상황 또는 긴급 상황의 판단은 본인을 비롯하여, 보호자, 의료진 또는 컴퓨터가 자동으로 할 수 있다 (그림 3). 그러나 노인 자신이 긴급 상황을 알리는 경우, 실제로 응급상황이 발생하였을 때 처리 속도가 늦으며 또한 응급 상황이 아닌 경우에도 응급 상황으로 보고하는 경향이 높다.

컴퓨터에 의하여 주의 상황 및 긴급 상황을 자동으로 판단하는 경우, 센서들에서 측정된 기존의 센서 값 들을 상황 별 실험치 데이터로 저장, 데이터베이스화 한 뒤에 현재의 측정 값과 실시간으로 비교하여 정상, 주의 및 응급 상황으로 자동판단하게 한다. 즉, 주의 상황은 센서에 측정된 현재의 값이 식 (1) 에서 주어진 값의 구간을 벗어날 때이며

$$(m - \mu_1 \cdot s, m + \mu_1 \cdot s) \tag{1}$$

여기서 m:평균 값,  $\mu_1$ :benign parameter, s:분산치. 그리고 응급 상황은 센서에 측정된 현재의 값이 식 (2)에서 주어진 값의 구간을 벗어날 때이다.

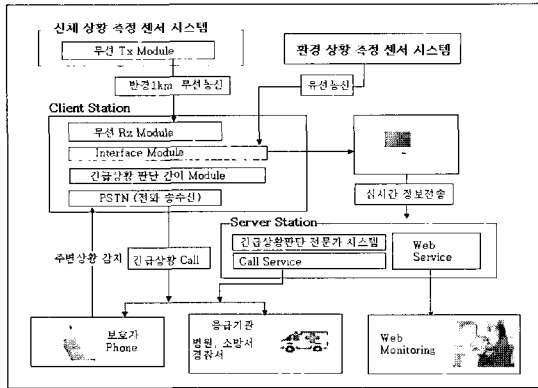


그림 3. HSH 건강 감시 시스템 개요도

$$(m - \mu_2 \cdot s, m + \mu_2 \cdot s) \tag{2}$$

여기서, m:평균 값,  $\mu_2$ : critical parameter, s:분산치. 생체 신호 측정 센서와 관련하여  $\mu_1$  및  $\mu_2$  값 선정 및 상황 판단은 일반적으로 사람의 생활 리듬 주기인 24시간 단위 (circadian rhythm)를 중심으로 낮과 밤별로 생체 신호 등을 분석 및 모니터링하게 된다. 생체 신호와 관련  $\mu_1$  및  $\mu_2$  값 선정에 도움이 될 수 있는 파라미터의 값들의 예로서

- 정해진 기간 내에서 똑같은 생체 신호 양상이 반복되는데 걸리는 시간 (Period)
- 정해진 기간 내에서 생체 신호의 최대 값이 발생하는 시간 (Acrophase)
- 정해진 기간 내에서 생체 신호의 최소 값이 발생하는 시간 (Bathyphase)

등을 들 수 있다.

환경 센서의 값과 관련해서는 주 단위 또는 월 단위로 실험 데이터 축적 및 분석을 통하여 이루어질 수 있다. 예를 들어 Ohta[7]는, 집안의 현관, 거실, 화장실, 침실, 욕실 주위 공간등에 적외선 센서를 설치한 뒤에 30일동안 거주자의 하루 활동 상황 즉, 한 공간에서 다른 공간으로 이동하는 평균 횟수 및 한 공간에서 머무는 평균 시간 등을 추산하였다. 특히 노인의 경우, 화장실 또는 욕실 등에 머무는 시간이 평균 값의 범위에서 벗어나는 경우 또는 다른 공간에서 화장실로 이동하는 횟수가 많은 경우에는 노인의 신체에 이상이 있는 것으로 해석될 수 있으며 또한 한 공간에서 다른 공간으로 이동하는 횟수 또는 평균 거리가 짧으면 역시 신체에 질환이 있는 것으로도 해석이 될 수 있다. 물론 이러한 노인의 활동 형태는 그날의 날씨 또는 기온에 따라 달라질 수 있다.

**3. 결론**

Health Smart Home (HSH)이란 한마디로 거주자의

안전 (saftey)과 건강 상태를 원격으로 감시할 수 있도록 집안에 환경 센서 시스템 및 건강 감시 센서 시스템이 함께 설치된 스마트 홈을 의미한다. 노인들의 경우 주로 낙상 (fall), 만성적 질환 (chronic disease) 및 퇴행성 (degenerative disease) 질환 등으로 인하여 병원에 입원하게 되는데, HSH의 주목적은 병원에 입원하였던 환자가 퇴원하여 집에서 원격으로 의료 서비스를 받게 하거나 (return at home) 또는 노인의 만성적 질환 등의 상태를 집에서 거주하며 연속적으로 감시할 수 있도록 하여 병원에 입원할 필요성을 감소시키는데 있다 (avoid hospitalization). 따라서 HSH의 궁극적인 목적은 거주자, 특히 노인의 경우 집에 거주하면서도 의료적 서비스를 지속적으로 받을 수 있다는 안도감 (medical safety)을 가질 수 있게 하여 노인의 삶의 질을 향상 시키는데 있다.

참고문헌

1. 보건복지부, 1998년도 보건 복지 통계 연보, 보건복지부, 1998.
2. 정경희 외, 1998년도 전국 노인생활실태 및 복지욕구 조사, 한국보건사회연구원, 1998.
3. 한국노인문제연구소, 유럽의 노인복지, 홍익제, 1995.
4. V. Rialle, F. Dunchene, N. Noury, L. Bajolle, and J. Demongeot, "Health Smart Home: Information Technology for Patients," *Telemedicine and Journal and e-Health* vol 8, no.4, pp. 395-409, 2002.
5. T. Tamura, T. Togawa, M. Ogawa, M. Yoda "Fully automated health monitoring system in the home," *Medical Engineering & Physics*, vol. 20, pp. 573-579, 1998.
6. K. Doughty, K. Cameron, and P. Garner, "Three generations of telecare of the elderly," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 2, pp. 71-80, 1996.
7. S. Ohta, H. Nakamoto, Y. Shinagawa, and T. Tanikawa, "A health monitoring system for elderly people living alone," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 8, pp. 151-156, 2002.
8. J. Demongeot, G. Virone, F. Dunchene, G. Benchetrit, T. Herve, N. Noury, V. Rialle, "Multi-sensors data acquisition, data fusion, knowledge mining, and alarm triggering in health smart homes for elderly people," *C. R. Biologies*, vol. 325, pp. 673-682, 2002.

9. B. Allen, "An integrated approach to Smart House technology for people with disabilities," *Medical Engineering & Physics*, vol.18, no. 3, pp. 203-206, 1996.
10. D. Istrate and E. Castelli, "Multichannel Sound Acquisition with Stress Situations Determination for Medical Supervision in a Smart Home," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2201/2001, Springer Verlag Heidelberg.
11. P. Johnson and D. C. Andrews, "Remote continuous physiological monitoring in the home," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 2, pp. 107-113, 1996.
12. C. Ruggiero, R. Sacile, and M. Giacomini, "Home Telecare," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol.5, pp. 11-17, 1999.
13. T. Marshall, "Healthcare in the 21st century: What Could be the Shape of Things to Come?," *Health Care Analysis*, vol. 7, pp. 79-90, 1999.
14. M. Ogawa, T. Tamura, T. Togawa, "Automated acquisition system for routine, non-invasive monitoring of physiological data," *Telemedicine Journal*, vol.4, pp. 177-185, 1998.
15. I. Korhonen, J. Parkka, and M. V. Gils, "Health Monitoring in the Home of the Future," *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, May/June, pp.66-73, 2003.

..... 저자소개 .....



《김 경 섭》

- 1979년 연세대 전기공학과 졸업.
- 1981년 동대학원 석사.
- 미국 루이지애나 주립대학 전기공학과 석사(M.S., 1985).
- 미국 알라바마 주립대학 컴퓨터 공학 박사(Ph.D., 1994).
- 1995년~2000년 삼성종합 기술원 의료전자 Lab 전문 연구원.
- 2001년~현재 건국대학교 의과대학 의학공학부 조교수.
- Marquis Who's Who in Medicine and Healthcare, 2004~2005.
- 주요 관심 분야 : Biological Signal Processing / Medical Image Processing, and U-Healthcare.