

자세분석을 통한 스마트 홈 거주자의 행동 패턴 관찰 Behavior Pattern Observation for Smart Home Inhabitant by Posture Analysis

*#차주현¹, 전 성²

*#Joo-heon Cha¹(cha@kookmin.ac.kr), Sung Jun²

¹ 국민대학교 기계자동차공학부, ² 국민대학교 대학원 기계설계학과

Key words : Healthcare, Smart Home, Inclinometer, Behavior Pattern

1. 서론

스마트 홈은 다양한 센서들이 가정의 환경적 요소들과 거주자들의 상태를 감지하고 이 정보들을 분석하여, 거주자가 원하는 서비스를 예측하고 제공한다. 거주자들에게 Smart Home 기반에서 의료전문가에 의한 원격진료 및 Healthcare 서비스를 제공하는 것이 Health Smart Home의 기본개념이다⁽¹⁻³⁾.

본 논문에서는 거주자의 자세, 행동정보를 얻기 위하여 3 차원 기울기 센서를 이용하여 거주자의 자세를 분석하는 시스템을 구성하여 제안한다. 여기에서 개발한 하드웨어 모듈과 소프트웨어 모듈을 설명하고, 기울기 센서 데이터와 거주자의 정적 자세와 동적 모드를 유추하기 위한 좌표, 자세, 행동에 대하여 설명한다. 마지막으로 기울기 데이터와 자세 및 행동의 규칙을 검증하기 위한 실험을 수행하여 본 연구에서 제안한 시스템의 효용성을 검토한다.

2. 자세분석 시스템

Fig. 1 은 본 연구에서 제안한 기울기 센서를 이용한 거주자의 자세 분석 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 기울기 센서는 거주자의 몸에 부착하여 거주자 몸의 기울기를 감지하고 수집된 데이터를 스마트 홈 서버에 전송한다. 이 정보를 통해 서버는 지금 거주자가 어떤 자세를 취하고 있는지 판단하고 이를 데이터베이스에 저장하여 행동 양식을 판단하는 자료로 사용하게 된다.

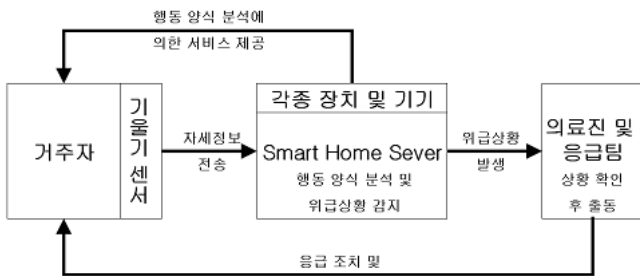


Fig. 1 Block Diagram of System

거주자의 자세에 대한 정보를 통해 쓰러짐, 넘어짐, 침대에서 굴러 떨어짐 등을 인식하게 되고 행동 양식 분석을 통해 장기간 미 활동, 일상적이지 않은 장소에 누워있음 등의 위험한 상황을 보다 빠르게 감지하여 의료진 혹은 응급실에 자동으로 통보하게 된다. 통보를 받은 의료진 혹은 응급팀은 정보에 대한 진위 여부를 확인하고 거주자가 실제로 위급한 상황이면 방문하게 되며, 스마트 홈 서버는 기울기 센서로부터 전달된 거주자의 자세정보와 다른 센서들(위 추적, 각종 장치 및 기기의 피드백 신호)로부터 전달된 정보를 종합 분석하여 거주자의 자율적인 생활에 도움을 주는 역할을 수행한다.

하드웨어 모듈은 기울기센서와 마이크로프로세서, RF 모듈, 전원부 등으로 구성된다. Fig. 2 는 본 연구를 위해 개발한 하드웨어 모듈의 구성도이다.

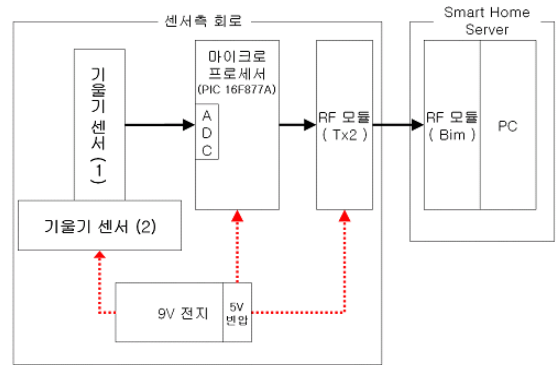


Fig. 2 Block Diagram of Hardware Module

3. 자세 정의

좌표는 Fig. 3 와 같이 누운 자세를 기준으로 정중 면의 법선 벡터 방향을 x 축, 수평면의 법선 벡터 방향을 y 축으로 정의한다. 각축의 회전 방향에 의해 -180° ~180° 범위의 값을 갖게 된다.

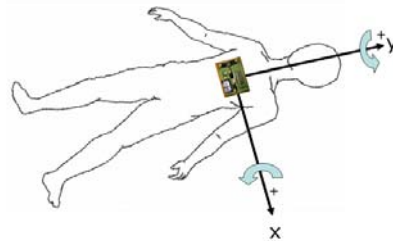


Fig. 3 Coordinates System

3.1 정적 자세

기본적인 정적 자세를 정의하고 기울기 값이 1 초 동안 정의된 범위에 존재하면 해당된 자세를 취하고 있는 것으로 판정한다. 정적 자세는 대한의사협회 의학용어집 4 집을 참고하여(4), '누움', '모로 누움', '엎드린 자세', '반 앉은 자세', '앉은 자세' 등 크게 5 가지로 분류하였다. 그리고 행동을 추정하기 위해 '숙인 자세', '물구나무 자세', '반 엎드린 자세', '반 모로 누운 자세' 등을 추가로 정의하였다.

Table 1 Position by x Axis

자세	기호	조건
누운 자세	<decubitus>	-10° ~ 30°
반 앉은 자세	<semisitting>	30° ~ 70°
앉은 자세	<sitting>	70° ~ 110°
숙인 자세	<semiprone>	110° ~ 150°
엎드린 자세	<prone>	150° 이상, -160° 이하
물구나무자세	<reverse>	-160° ~ -10°

다섯 가지의 기본자세 이외에도 상체는 다양한 상태에 놓일 수 있다. 이러한 상태들 역시 적절한 명칭과 구체적인

기울기 값의 범위를 정의하였다. Table 1 과 Table 2 는 본 연구에서 정의한 모든 자세들의 명칭과 기울기 범위를 나타내며 각 자세들은 한 단어로 이루어지는 기호로 표현된다.

Table 1 은 x 축 기울기 데이터를 이용한 자세들의 정의이며 Table 2 는 y 축 기울기 데이터를 이용한 자세들의 정의이다.

Table 2 Position by y Axis

자세	기호	조건
누운 자세	<decubitus>	-20° ~ 20°
우 반 모로 누운자세	<semilateral(R)>	20° ~ 60°
우 모로 누운자세	<lateral(R)>	60° ~ 120°
우 반 엎드린자세	<semiprone(R)>	120° ~ 150°
엎드린 자세	<prone>	150° 이상, -150° 이하
좌 반 엎드린자세	<semiprone(L)>	-150° ~ -120°
좌 모로 누운자세	<lateral(L)>	-120° ~ -60°
좌 반 모로 누운자세	<semilateral(L)>	-60° ~ -20°

3.2 동적 모드

동적 모드는 정적 자세의 변화를 기준으로 거주자의 행동을 판정하기 위한 규칙이다. 행동 유형은 크게 Fig. 4 와 같이 세가지로 구성된다. 인접한 자세로 자연스럽게 변경되는 경우, 같은 자세이지만 순간적으로 다른 자세를 취한 경우 그리고 짧은 시간에 몇 단계의 자세를 거쳐서 자세를 변경하는 경우이다.

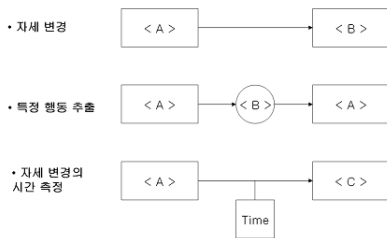


Fig. 4 Dynamic Modes of Action

예를 들어 ‘일어나다’, ‘눕다’, ‘모로눕다’, ‘엎드리다’ 등은 중간자세가 성립되기 전에 연속적으로 일어난 자세들로 거주자의 의지에 의해 발생한 자세변경이다. ‘침대에서 떨어지다’, ‘앞으로 쓰러지다’ 등은 건강 모니터링 요원의 확인을 필요로 하는 위급상황이다. 자세변경 사이에 측정되는 시간은 행동을 인식하는 중요한 요소이다. ‘앉다/서다’ 의 경우 인간이 의자에 앉거나 설 때 순간적으로 상체를 숙이는 특성을 이용하여 행동을 판단하므로 특정 행동 추출의 좋은 예가 된다. 본 연구에서 조합한 규칙은 Table 3 과 같다.

Table 3 Dynamic Mode Rules

행동	기호	내용
일어나다.	[Action Erect]	<sitting> <decubitus>
눕다.	[Action lie_back]	<decubitus> <sitting>
모로눕다.	[Action lie_side]	<decubitus> <lateral>
엎드리다.	[Action lie_face]	<lateral> <prone>
앉다/서다(의자)	[Action Chair]	<sitting> (semiprone) <sitting>
침대에서 떨어지다.	*Fall from Bed*	<decubitus> <rapid> <prone>

앞으로 쓰러지다.	*Fall forward*	<sitting> <rapid> <prone>
-----------	----------------	---------------------------

4. 적용 사례

기울기 센서로부터 전송된 거주자 상체의 기울기 데이터는 의미가 없으므로, 이를 거주자의 자세로 인식하기 위해 행동판단 어플리케이션을 제작하였다. 이 소프트웨어는 자세 분석과 행동 분석 알고리즘을 통하여 거주자의 정적 자세나 동적 모드를 분석하여 실시간 그래프로 보여주며 분석된 결과를 출력한다. Fig. 5 는 정적 자세인 ‘모로 누운 자세’ 에 대한 인식 실행 화면을 나타낸 것이다.

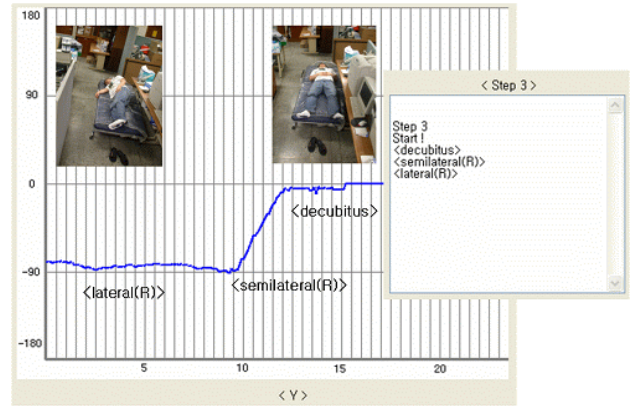


Fig. 5 Lateral Position

5. 결론

본 논문에서는 스마트 홈에 거주하는 환자나 노약자들의 행동을 3 차원 기울기 센서를 이용하여 관찰하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법의 효용성을 검증하기 위하여 기울기 센서 6 개를 결선하고 정확한 기울기 값을 무선으로 전송하는 하드웨어 모듈을 개발하였다. 그리고 수신된 기울기 데이터로부터 인체의 자세 및 행동을 판단할 수 있는 행동 판단 어플리케이션을 구현하였다. 기울기 센서의 데이터를 인간의 자세나 행동 정보로 변환하기 위하여 좌표를 정의하고 이를 기준으로 정적 자세의 범위를 정의하였다. 마지막으로 정적 자세의 조합을 통해 행동을 판단할 수 있는 규칙을 생성한 후 실험을 통해 본 논문에서 제안하는 방법이 타당함을 확인하였다.

후기

본 연구는 2007 년도 국민대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Fabrice Axisa, Pierre Michael Schmitt, Claudine Gehin, Georges Delhomme, Eric McAdams, Andre Dittmar, "Flexible Technologies and Smart Clothing for Citizen Medicine, Home Healthcare, and Disease Prevention", IEEE, 2005.
2. Dimitar H. Stefanov, Zeung Bien, Won-Chul Bang, "The Smart House for Older Persons and Persons With Physical Disabilities: Structure, Technology Arrangements, and Perspectives", IEEE, 2004.
3. Norbert Noury, Gilles Virone, Thierry Creuzet, "New Trends in Health Smart Homes", IEEE, 2003.
4. <http://kamje.or.kr/term/index.php>