

기울기 센서를 이용한 홈 거주자의 실시간 자세분석 시스템[§]

차 주 헌^{*†} · 전 성^{**}

* 국민대학교 기계시스템공학부, ** 국민대학교 대학원 기계설계학과

System for Real-Time Analysis of Body Posture of Home Inhabitant by Using a Tilt Sensor

Joo-Heon Cha^{*†} and Sung Jun^{**}

* School of Mechanical System Engineering, Kookmin Univ.,

** Dept. of Mechanics and Design, Graduate School of Kookmin Univ.

(Received May 11, 2010 ; Revised November 10, 2010 ; Accepted November 18, 2010)

Key Words : Body Posture Analysis(자세분석), Tilt Sensor(기울기 센서), Healthcare(헬스케어), Behavior Pattern(행동양식), Smart Home(스마트 홈), Inference Engine(추론엔진)

초록: 스마트 홈은 다양한 기기들과 센서들을 통합하여 제어함으로써 거주자가 필요로 하는 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 장애인들과 노인들을 위한 스마트 홈 시스템에 초점을 두고 있으며, 스마트 홈 거주자를 위한 새로운 방식의 실시간 자세분석 시스템을 제안한다. 본 시스템은 3 차원 기울기 센서를 이용하여 거주자의 정적인 자세와 동적인 자세를 실시간으로 인식함으로써, 원격에서의 건강관리 및 의료 서비스를 제공하는 개념을 포함한다. 본 시스템은 스마트 홈 서버와 3 차원 기울기 센서로 구성되며, 이들 상호간 통신과 이동성 증진을 위해 무선 기술이 적용되었다. 스마트 홈 서버는 정적 자세로부터 동적 자세를 추출하는 추론엔진을 포함하고 있다. 끝으로 본 논문에서 제안한 시스템을 실제 환경에 적용하여 그 유효성을 확인한다.

Abstract: A smart home provides services that its inhabitant needs or wants, by integrating and simultaneously controlling various devices and sensors. In this study, we focused on a smart-home system for people with disabilities and for elderly people. We introduced a new type of system for real-time analysis of body posture of the inhabitants of a smart home. The system includes the concept that offers remote healthcare or medical services by using a 3D tilt sensor for recognizing the static and dynamic postures of inhabitants in real time. It consists of a smart-home server and a 3D tilt sensor, and it uses wireless technology to communicate with the inhabitants and thus enhance their mobility. The smart-home server includes the inference engine that differentiates the dynamic postures from the static ones. Finally, we also demonstrate the usefulness of the proposed system by applying it to a real environment.

1. 서 론

고령화 추세와 건강에 대한 관심의 증가로 의료 및 건강관리 자원의 질적인 개선과 효율적인 사용의 필요성이 사회적으로 증대되고 있다. 이러한 요구에 대응하여 등장한 개념이 홈 헬스케어(Home Healthcare)과 시티즌 메디컬(Citizen Medical)

등이며, 최근 헬스 스마트 홈(Health Smart Home)으로 통합되는 추세이다. 스마트 홈(Smart Home)은 다양한 센서들이 가정의 환경적 요소들과 거주자들의 상태를 감지하고 이 정보들을 분석한다. 그리고 거주자가 원하는 서비스를 예측하고 제공한다. 거주자들에게 스마트 홈 기반에서 의료전문가의 원격진료 및 헬스케어 서비스를 제공하는 것이 헬스케어 스마트 홈의 기본 개념이다.⁽¹⁻⁴⁾

장기 입원환자나 노약자들이 의료시설에서 가정으로 이동한 후에도 높은 수준의 의료서비스를 받기 위해서는 다양한 장비와 체계적인 정보전달 체

§ 이 논문은 2010년도 대한기계학회 생산 및 설계공학부분 춘계학술대회(2010. 4. 22.-23., 제주 라마다프라자) 발표논문임.

† Corresponding Author, cha@kookmin.ac.kr

© 2011 The Korean Society of Mechanical Engineers

계가 필요하다. 이러한 시스템은 거주자의 행동관찰이나 생체정보 수집을 필요로 한다. 정보수집 과정은 거주자가 느끼는 불편함을 최소로 해야만 한다. 또한 거주자의 행동의 관찰은 사생활 침해 문제를 야기하므로 주의를 기울여야 한다.

스마트 홈은 다양한 센서를 이용하여 거주 공간과 거주자를 감지하여 상황을 인식하고 거주자에게 적절한 서비스를 제공하는 주택이다. Norbert⁽⁵⁾는 열 감지 센서와 규칙기반의 시스템을 이용하여 거주자의 위치를 인식하는 방법을 소개하였다. Mahmoud⁽⁶⁾는 OSGi와 CORBA를 이용한 스마트 홈 네트워크 구성에 대한 연구를 진행하였으며 Steve⁽⁷⁾는 Bluetooth를 이용한 건강정보 수집방법을 제안하였다. 스마트 홈 안의 많은 센서와 제어 대상들을 위해 네트워크 구성에 대한 연구들이 진행되었으며 이들은 쉬운 설치, 프로그래밍의 편리성, 사용자에게 의한 간편한 재배치 등을 지향한다.

거주자들의 위치를 인식하는 것은 많은 어려움이 있다. 거주자가 여러 명일 경우 이들을 구분해야 한다. 그리고 정확한 상황 인식을 하기 위해서 거주자 위치를 정확히 파악할 필요성이 있는데 이것은 아직도 많은 연구가 필요하다. Sumi⁽⁸⁾는 초음파 센서를 설치하고 거주자로부터 반송되는 초음파의 시간차를 이용하여 거주자의 위치를 계산하는 연구를 하였으며, Takushi⁽⁹⁾는 전방향 비전센서로 거주공간을 감지하고 영상데이터를 분석하여 거주자의 위치를 추적하는 시스템을 제안하였다.

거주자의 건강을 모니터링하기 위해 생체정보를 수집하는 방법이 주로 사용되고 있지만, 모든 환자나 노약자가 생체정보를 수집하는 센서를 부착하고 지내야 할 만큼 위태로운 것은 아니다. 스마트 홈 시스템이 거주자의 행동을 인식한다면 거주자는 몸에 부착하는 센서를 최소화하면서 더욱 적절한 서비스를 제공할 수 있다. 거주자의 행동을 인식하기 위한 연구는 Z.Bien⁽¹⁰⁾에 의한 소프트 리모컨이 있다. 소프트 리모컨은 이동이 불편한 거주자를 위해 카메라를 이용하여 거주자의 수신호를 촬영하고 이를 분석하여 거주자의 의도를 알아내는 Human Machine Interface이다.

인간의 행동을 분석하기 위해 영상 처리 기법을 이용한 Lee⁽¹¹⁾의 연구가 있지만 이는 “섬(Stand),” “쓰러짐(Faint),” “앉음(Squat)” 세 가지 자세만을 분석하여 응급상태인 “쓰러짐(Faint)” 자세를 판독하기 위한 방법으로 다양한 상황이 만들어지는 스마트 홈에 적용하기에는 분석되는 행동의 다양성이 너무 부족할 실정이다.

기울기 센서를 이용하여 거주자의 행동을 인식하는 시스템은 스마트 홈 서버가 상황을 추론하기 위한 더욱 정확한 정보를 제공함으로써, 기존의 영상정보에 의존하던 거주자 관찰방법보다 능동적인 서비스를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 거주자의 자세, 행동정보를 얻기 위하여 3차원 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

2.1 시스템 구성

Fig. 1은 기울기 센서로 거주자를 실시간 모니터링하고 서버에서 그 정보를 활용하는 시스템 구성도를 나타낸다. 기울기 센서는 거주자의 몸에 부착하여 거주자 몸의 기울기를 감지하고 수집된 데이터를 스마트 홈 서버로 전송한다. 이 정보를 통해 서버는 지금 거주자가 어떤 자세를 취하고 있는지 판단하고, 이를 데이터베이스에 저장하여 행동 양식을 판단하는 자료로 사용하게 된다.

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 된다.

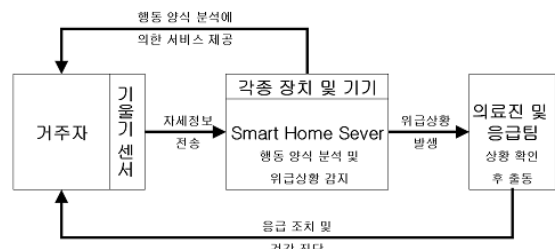


Fig. 1 Block diagram of system

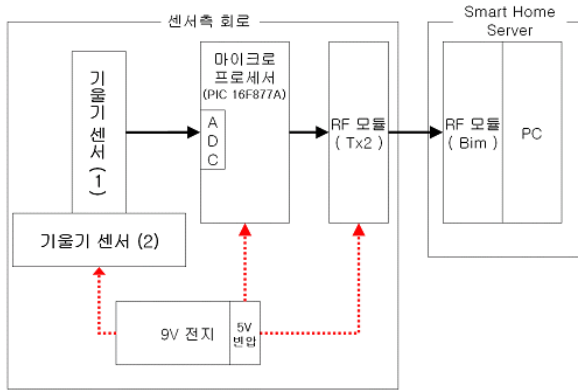


Fig. 2 Block diagram of hardware module

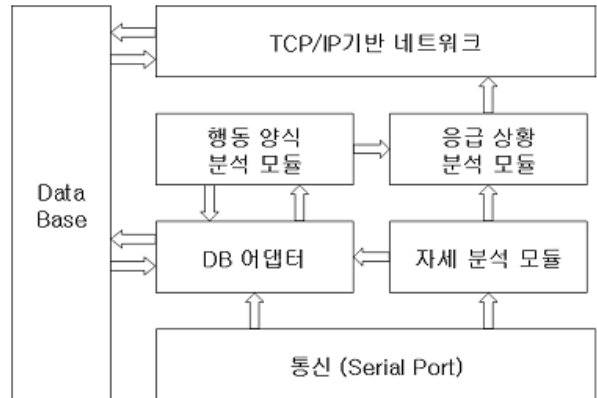


Fig. 4 Block diagram of software module

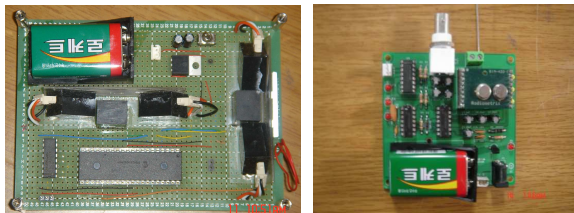


Fig. 3 Sensor module and RF receiver developed

스마트 홈 서버는 기울기 센서로부터 전달된 거주자의 자세에 대한 정보와 다른 센서들 (위치 추적, 각종 장치 및 기기로부터의 피드백 신호)로부터 전달된 정보를 종합 분석하여 거주자의 자율적인 생활에 도움을 주는 역할을 수행한다.

2.2 시스템 하드웨어

하드웨어 모듈은 기울기 센서, 마이크로프로세서, RF 모듈, 전원부로 구성된다. Fig. 2는 본 연구를 위해 개발한 하드웨어 모듈의 구성도이다.

전원부는 9V의 전압을 5V로 변환하여 기울기 센서, 마이크로프로세서, RF 모듈에 전원을 공급한다. 마이크로프로세서는 아날로그 전압으로 출력하는 기울기센서의 출력전압을 디지털로 변환하고 기울기 값을 계산한 후, 무선 패킷(Packet)으로 가공한다. 가공된 무선 패킷은 RF 송신 모듈을 통해 스마트 홈 서버에 부착된 RF 수신 모듈로 전송된다. Fig. 3는 개발된 센서 모듈과 무선수신 모듈을 보여준다.

본 논문에서 사용한 기울기 센서는 DAS Technology사의 "SA1"이다. 이 센서는 정전용량 방식으로 $\pm 60^\circ$ 의 측정범위를 갖고 정밀도는 0.1° 이다. 한 개의 기울기 센서는 120° 의 기울기를 측정할 수 있으므로, 본 연구에서는 3개의 기울기 센서를 한 조로 구성하여 360° 를 측정할 수 있다.

록 하였다. 하드웨어 모듈은 360° 측정 가능한 센서 묶음을 2개 사용하여 2축을 360° 측정할 수 있다.

무선전송을 위해 Radiometrix사의 Tx2-433-40-5V와 Bim-433-F를 사용하였다. TX2-433-40-5V는 무선통신의 송신부 역할을 담당한다. BIM-433-F 모듈은 양방향 통신이 가능하지만, 본 시스템에서는 센서에서 스마트 홈 서버로의 단방향 통신만 이루어지므로 신호수신 역할만을 담당한다.

PIC16F877A는 6개의 기울기 센서의 출력 전압을 초당 50회씩 디지털 수치로 변환한다. 각 센서는 0° 일 때 기준 전압 2.5V의 전압을 출력하며 기울기 변화 1° 당 0.04V의 전압이 변화한다. 또한 마이크로프로세서는 6개의 센서 중에 x축, y축에서 유효한 센서 2개를 선정한다. 그리고 5번의 측정마다 측정치의 평균을 내어 초당 10회씩 전송하게 된다.

2.3 시스템 소프트웨어

스마트 홈 서버는 실시간으로 전달되는 몸의 기울기 값을 통해 거주자의 현재 자세와 행동양식을 분석하여 데이터베이스에 저장하고, 별도의 서비스들을 지원한다. Fig. 4는 소프트웨어 모듈의 구성도를 나타낸 것이다.

자세분석 모듈은 자세에 대한 정의에 따라 거주자의 매 순간마다 자세를 분석한다. 행동양식 분석모듈은 자세의 조합에 따른 거주자의 행동을 판단하고 미시적인 시간과 거시적인 시간 개념을 행동들에 부여하여 행동양식을 분석한다. 응급상황 분석모듈은 위험한 행동이 발생하였을 때, 이에 대처하는 모듈이다. TCP/IP 기반의 네트워크를 통해 건강관리 센터에 연락을 취할 수 있다.

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°

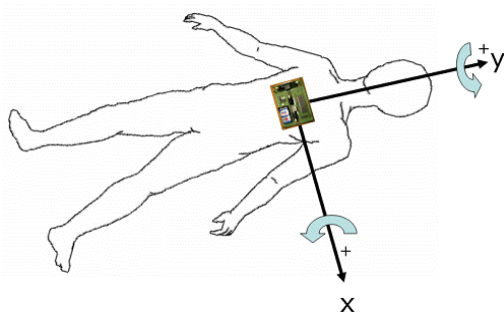


Fig. 5 Coordinates system

3. 자세정의

3.1 정적 자세

좌표는 Fig. 5 와 같이 누운 자세를 기준으로 정 중 면의 법선 벡터 방향을 x 축, 수평면의 법선 벡터 방향을 y 축으로 정의한다. 각축의 회전 방향에 의해 -180° ~180° 범위의 값을 갖게 된다.

기본적인 정적 자세를 정의하고 기울기 값이 1 초 동안 정의된 범위에 존재하면 해당된 자세를 취하고 있는 것으로 판정한다. 정적 자세는 대한 의사협회 의학용어집 4 집을 참고하여,⁽¹²⁾ ‘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.

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 자세들

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°

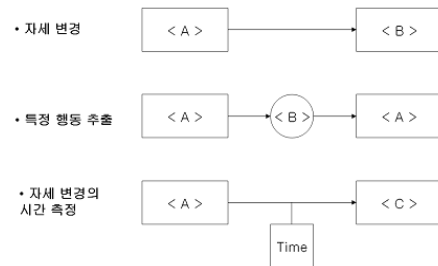


Fig. 6 Dynamic modes of action

의 정의이며 Table 2 는 y 축 기울기 데이터를 이용한 자세들의 정의이다.

3.2 동적 모드

동적 모드는 정적 자세의 변화를 기준으로 거주자의 행동을 판정하기 위한 규칙이다. 행동 유형은 크게 Fig. 6 과 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.

예를 들어 ‘일어나다’, ‘눕다’, ‘모로 눕다’, ‘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>

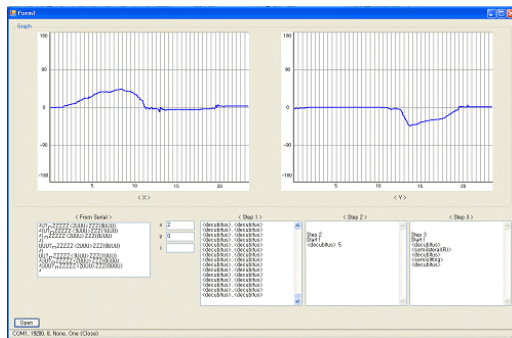


Fig. 7 User interface of posture analysis system

4. 시스템의 구현 및 적용 실험

4.1 자세분석 소프트웨어

기울기 센서로부터 전송된 거주자 상체의 기울기 데이터는 의미가 없다. 이를 거주자의 자세로 인식하도록 엔지니어링이 필요하다. 이러한 필요성에 의해 Fig. 7 과 같은 자세분석 소프트웨어를 C#를 이용하여 제작하였다. 이 소프트웨어는 자세 분석과 행동양식 분석의 알고리즘이 구현되어, 결정되는 자세나 행동을 출력하며, 기울기 값을 실시간 그래프로 보여주며 결정된 행동을 출력한다.

4.2 정적 자세의 인식

정적 자세의 정확한 인식을 위해, 대표적인 정적 자세인 ‘앉은 자세’, ‘반 앉은 자세’, ‘모로 누운 자세’ 에 대한 실험을 수행하였다. 실험은 20 대 정상적인 신체의 피실험자 3 명을 대상으로 수행하였다. Fig. 8 은 ‘앉은 자세<sitting>’와 ‘반 앉은 자세<semisitting>’ 을 보여주고, Fig. 9 은 ‘모로 누운 자세 <lateral>’에 대한 인식을 성공한 그림이다.

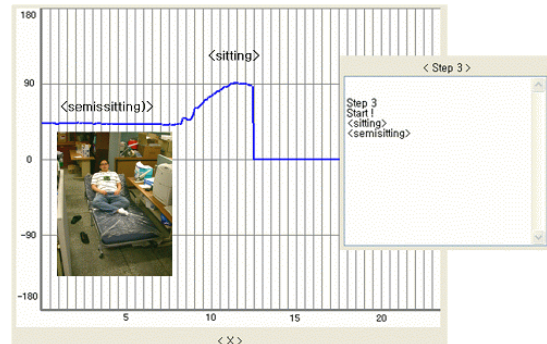


Fig. 8 Sitting position and semi-sitting position

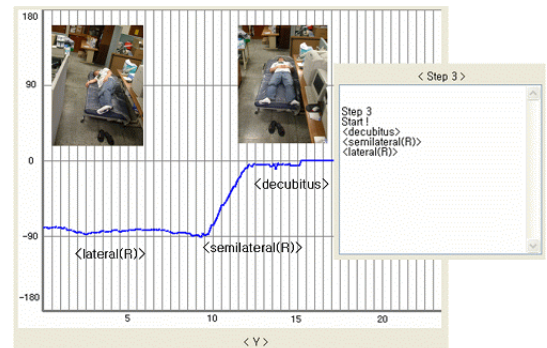


Fig. 9 Lateral position

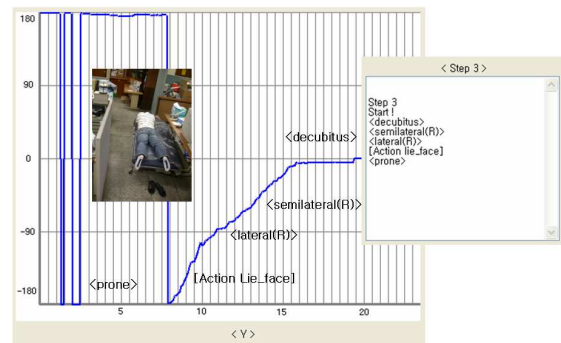


Fig. 10 Lie-face(dynamic mode)

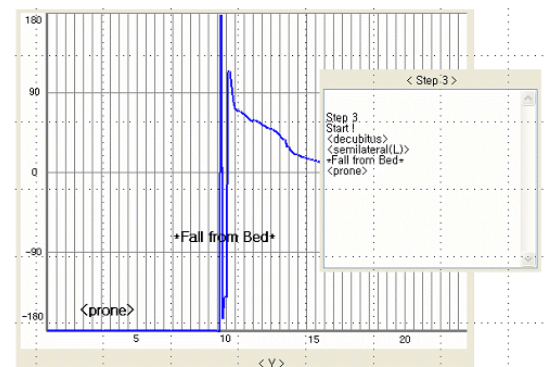


Fig. 11 Fall from bed(dynamic mode)

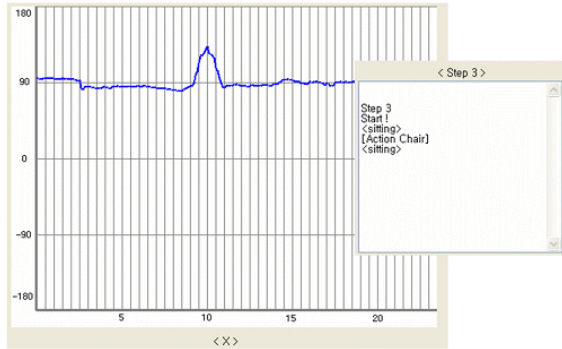


Fig. 12 Jump up from the chair

정적 자세는 피실험자들을 대상으로 모두 성공적으로 인식되었다.

4.3 동적 모드의 인식

동적 모드 즉 행동의 인식여부를 확인 하기 위하여 정의된 모든 행동에 대한 실험하였으며 모두 성공적으로 인식되었다. 이중 자의적인 행동과 위급한 돌발 상황을 비교하기 위해, ‘엎드려 눕다 [Action lie_face]’와 ‘침대에서 떨어지다*Fall from Bed*’의 결과를 비교해 보기로 한다.

Fig. 10 은 ‘누운 자세<decubitus>’에서 천천히 ‘모로 누운 자세<lateral>’까지 자세를 변경한 후 ‘엎드린 자세<prone>’로 ‘엎드려 눕다[Action lie_face]’라는 행동을 취한 결과 그래프이다. 즉 2 단계의 자세 변경을 취하였지만 ‘누운 자세’에서 ‘모로 누운 자세’로의 자세 변경은 너무 완만하게 진행되어 중간 자세인 ‘반 모로 누운 자세 <semilateral>’ 정적 자세로 인식 되었지만 ‘모로 누운 자세’에서 ‘엎드린 자세’로의 변경은 중간 과정인 ‘반 엎드린 자세<semiprone>’가 정적 자세로 인식되기 전에 자세가 변경 되었기 때문에, ‘엎드려 눕다[Action lie_face]’라는 행동으로 인식이 된 것이다.

Fig. 11 은 ‘누운 자세<decubitus>’에서 ‘모로 누운 자세’를 취하던 중 침대에서 떨어지는 실험을 나타낸 장면이다. ‘반 모로 누운 자세<semilateral>’에서 급격하게 ‘엎드린 자세<prone>’를 취했기 때문에, ‘침대에서 떨어지다*Fall from Bed*’라는 위험한 행동으로 인식되었음을 알 수 있다.

한편, Fig. 12 는 의자에서 일어서는 행동의 인식 실험 결과이다. 의자에서 앉는 행동도 비슷한 형상의 그래프를 보여준다. 그래프 상에서 위로 돌출된 부분이 ‘숙인 자세<semipron>’ 자세를 취하는 부분이지만 자세를 취하고 있는 시간이 1 초 미만이므로 정적 자세로 인식되지는 않았다.<Step

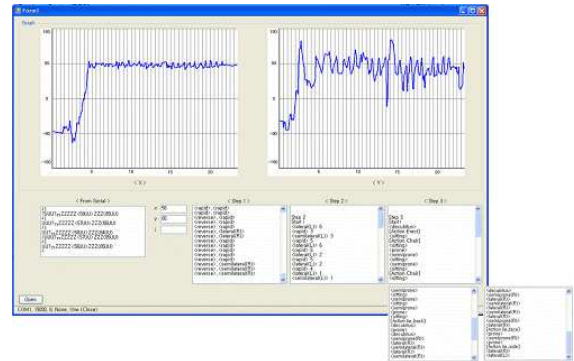


Fig. 13 Result of continuous motion

3>의 결과를 보면 ‘앉은 자세<sitting>’에서 ‘앉은 자세<sitting>’로 정적 자세가 인식되고 중간에 ‘앉다/서다[Action Chair]’라는 행동이 인식되었음을 알 수 있다. 이는 특정행동을 그에 해당하는 규칙을 추가함으로써 인식시킬 수 있음으로 보여주는 것이다.

4.3 연속 동작에 대한 자세 인식

정적 자세와 동적모드들이 모두 정상적으로 작동함을 확인되었으므로, 실제의 일상 생활에서 사용될 수 있는지 피실험자들의 몸에 본 센서 모듈을 부착시킨 후 1 시간 동안 경과를 지켜보았다. 그 결과 Fig. 13 에서와 같이 정의된 행동규칙이 모두 연속적으로 작동됨을 확인 할 수 있었다.

<Step 3>을 보면 자세, 행동 정보들이 지속적으로 누적되는 것을 확인할 수 있다. 이는 ArrayList 형식으로 저장되어 데이터베이스에 저장하기 편리하다. 시간축의 범위를 조정할 수 있는 기능이 구현되지 않아 긴 시간 어플리케이션을 운용한 후의 그래프를 볼 수 없었지만 실시간으로 자세와 행동을 인식하고 이에 대한 저장이 올바르게 되고 있음을 확인하였다.

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, 실제의 다양한 실험을 통해 본 논문에서 제안하는 시스템이 타당함을 확인하였다.

후 기

본 연구는 2010년도 국민대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- (1) Axisa, F., Schmitt, P. M., Gehin, C., Delhomme, G., McAdams, E. and Dittmar, A., 2005, "Flexible Technologies and Smart Clothing for Citizen Medicine, Home Healthcare, and Disease Prevention," *IEEE*.
- (2) Stefanov, D. H., Bien, Z. and Bang, W.-C., 2004, "The Smart House for Older Persons and Persons With Physical Disabilities: Structure, Technology Arrangements, and Perspectives," *IEEE*.
- (3) Noury, N., Virone, G. and Creuzet, T., 2003, "New Trends in Health Smart Homes," *IEEE*.
- (4) Kim, M. and Chung, Y., 2008, "A Design of Healthcare Zone-Service System Based Indoor Seamless Positioning using Wireless Access Point," *Korean Society for Internet Information*, Vol.9, No.1, pp.493~497.
- (5) Noury, N., Virone, G. and Creuzet, T., 2002, "The Health Integrated Smart Home Information System(HIS2) : Rules Based System For The Localization of a Human," *Proc. 2nd Conf. IEEE-EMBS on Microtechnologies in Medicine and Biology*, pp.319~321.
- (6) Bhorbel, M., Segarra, M.-T. and Mokhtari, M., 2004, "Networking and Communication In Smart Home for People with Disabilities," *ICCHP*.
- (7) Warren, S., Yao, J. and Lebak, J., 2004, "Reconfigurable Point-of-Care System Designed with Interoperability Standard," *IEEE-EMBS*.
- (8) Helal, S., Winkler, B. and Lee, C., 2003, Youssef Kaddoura, Lisa Ran, Carlos Giraldo, Sree Kuchibhotla, William Mann, "Enabling Location-Aware Pervasive Computing Applications for the Elderly," *IEEE*.
- (9) Sogo, T., Ishiguro, H. and Trivedi, M. M., 2004, "Real-Time Human Tracking System with Multiple Omnidirectional Vision Sensors," *System and Computer in Japan*.
- (10) Bien, Z., Park, K.-H., Bang, W.-C. and Stefanov, D. H., 2002, "LARES: An Intelligent Sweet Home for Assisting Older Persons and Handicapped," in *Proc. 1st Cambridge Workshop Universal Access and Assistive Technology*, Cambridge, U.K., pp.43-46.
- (11) Lee, D.-G., Lee, K.-J., Whanbo, T.-K. and Lim, H.-K., 2006, "Human Behavior Analysis and Remote Emergency Detection System Using the Neural Network," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 6, No. 9, pp. 50 ~ 59.
- (12) <http://kamje.or.kr/term/index.php>