

생체 센서 시스템을 이용한 실시간 원격 홈 네트워크 시스템

김 정 래*

Real time remote management for home network system using bio-physical sensor

Jeong-Lae Kim*

요 약

본 논문은 생체 센서 시스템(bio-physical sensor system)을 이용하여 홈 네트워크 시스템을 구성하고, 생체 신호가 전달되도록 생체 신호 원격용 네트워크를 구현하였다. 측정 시스템의 구성조건은 시각(Vision), 체성감각(Somatosensory), 전정기관(Vestibular), 중추신경계통(CNS)의 변위점에서 평가하고, 맥박(Heart Rate), 체온(Temperature), 체중(Weight)을 기본 측정항목에 사용하였다. 주파수 변동에 따른 0.01 단위로 측정하여 평균값을 가지고 기준치에 비교하여 설정환경을 구성하고 측정값을 결정하였다. 생체 신호는 신체의 균형조절기능인 신경생리학적 감각처리 및 운동 출력기전으로 시각, 체성감각, 전정기관, 중추신경계통, 체질량지수(BMI)의 신체적 감각기관의 수용체들 간의 운동에 대한 균형과 자세를 통한 기준으로 정상적인 균형 조절 상태와 균형의 크기 형태로 구분하고, 건강의 상태를 확인하도록 의미를 부여하였다. 본연구의 결과로 제안한 홈 네트워크를 통해 헬스 센터 및 건강관리 중앙 시스템에 단말기를 통하여 전송됨으로 전문가를 통한 건강 관리시스템이 진행되는 결과를 얻을 수 있고, 다양한 신체적 파라미터를 통한 원격네트워크 모니터링 기능의 관리시스템이 형성 될 것으로 추론 할 수 있다.

▶ Keyword : 생체센서시스템, 자세 흔들림 안정성, 홈 네트워크 시스템, 무게 분포도

Abstract

This study was realized the home network system for home care by bio-physical sensor system, to convey for the remote physical signal. The composition condition has four functions of displacement point for a Vision, Somatosensory, Vestibular and CNS that the basic measurement used to a Heart Rate, Temperature, Weight. Physical signal are decided to search a max and min point with adjustment of 0.01 unit in the reference level. There were checked physical condition of body balance to compounded a physical neuroceptor of sensory organ for the measurement such as a Vision, Somatosensory, Vestibular, CNS, BMI. There are to check a health care condition through a combination of physical organ with a posturography of a exercise. The service of home network system can be used to support health care management system through health assistants in health care

• 제1저자 : 김정래

• 투고일 : 2010. 09. 28, 심사일 : 2010. 10. 18, 게재확정일 : 2010. 10. 25.

* 을지대학교 보건과학대학 의료공학과(Dept. of Biomedical Engineering, Eulji University)

center and central health care system. It was expected to monitor a physical parameter for the remote control health management system.

▶ Keyword : bio-physical sensor system, Postural sway stability, Home network system, WDI

I. 서론

복지사회로 들어감에 따라 인간의 연령의 증가와 신체적 관리 및 생활 속에서 삶의 관리를 통한 안정적인 지속적인 건강을 유지하는 규칙적이고 실시간 시스템에 관심을 갖고 있다. 복지가 진행됨에 따라 연령층의 증가로 모든 지역에 있는 많은 사람들은 집에서 혼자 머무르는 시간이 증가함에 따라 필연적으로 개인의 특별한 건강관리를 지속적으로 유지하고 싶고 건강에 대한 서비스를 받고 싶은 욕망이 증대하고 있다[1].

가정에서 진행되고 있는 건강관리[2]-[3]는 모든 사람에게 해당이 되며 연령층에 따라 대상이 다소 차이를 갖고 있으나 응급상황 뿐만 아니라 집에 오랜 시간 유지하며 홈 케어 서비스를 즐기기를 원하며 다양한 신체적 파라미터 통한 모니터링 기능을 갖춘 시스템관리가 필요하다[4]-[6].

연령층의 증가에 따른 만성병의 발생과 심장질환과 같은 예방질환에 대한 질병 형태의 높은 수준의 형태로 나타난다 [7]. 또한 일상생활과 물리적 활동에서 벌어지는 현상들에 대한 관심과 더불어[8] 텔레 홈케어에 관심으로 정보 통신관련 기술들의 증가와 변화를 이루고 있고[9]-[11], 생체신호를 모니터링 할 수 있는 응용분야와 케이블 TV를 통한 ECG 신호 전달에 발전과 지원이 이루어지고 있다[12].

또는 인터넷을 통한 생체신호 모니터링[13] 과 간단한 장치나 의상을 통한 건강 모니터링에도 관심을 갖고 있어 생체 신호전달에 많은 발전이 기대된다[14][15].

최근에는 응급 상황에서 무선 네트워크와 같은 센서(sensor) 네트워크의 형태로 진행되고[16]-[18], 집이나 병원들 간의 지역적 상황에서 피검자로부터 건강 헬스 케어 데이터를 취득할 수 있는 생체신호정보인 무선 생체 파라미터 취득기기(모바일 케어 측정기)가 있으며[19], 얻은 데이터를 원격 중앙 관리 시스템(remote central management unit)에 전송한다. 또, 병원이나 헬스케어에서 장시간 저장 후 모니터링 하는 WLAN 시스템 형태의 전송으로 실내에서 서로 간에 데이터를 전송한다 [20][21].

따라서 이번 연구에서 이러한 홈 케어에서 사용하는 전송 시스템의 기본 구성으로 생체 센서 시스템(bio-physical sensor system)으로 운영할 수 있는 홈 네트워크 알고리즘을 구현하여 원격용 네트워크에 적용하도록 고안하였다.

II. 기존 연구

2.1 신호 발생 시스템 구성

기존 시스템은 그림 1에서 나타난 것 같이 신호 발생기 (Signal Generator)에서 디스플레이 신호, 속도(Velocity) 신호, 아날로그 신호를 제어해주기 위한 감지부분에서 신호를 받아 컴퓨터에 입력시켜주는 A/D 컨버터와 동작을 감지해주는 부분으로 구성되어 있다. 컴퓨터 부분은 신호의 동작상태를 감지해주고 관련환경을 제공해주는 프로그램으로 구성되어 있어야 함으로 C++ 언어를 사용하여 속도에 대한 디스플레이를 향상시키기 위해 어셈블리 언어로 구성하여 시스템을 확장한다. 각도 변환은 좌우 전위차에 의한 변환기를 사용하여 전압이 각 당자에서 전압의 차이에 의한 출력량으로 추출하고, 기준값과 비교하여 좌우의 방향에 대한 변환차로 방향을 감지하도록 한다. A/D 컨버터로 들어온 신호는 컴퓨터에서 디스플레이 나타난 이미지로 변환하도록 하고, 최대 해상력을 640x480로 나타나도록 하고, 입력 통신에 따라 신호를 변환하여 NTSC와 TCP 환경에서 사용할 수 있도록 변환하는 장치를 거친다.

속도 변환은 발생기(generator)의 회전수를 이용하여 회전에 따른 전압 값으로 나타내고, 교류 값을 정류 화 시키고 디스플레이 상에서 속도의 변환으로 나타난다.

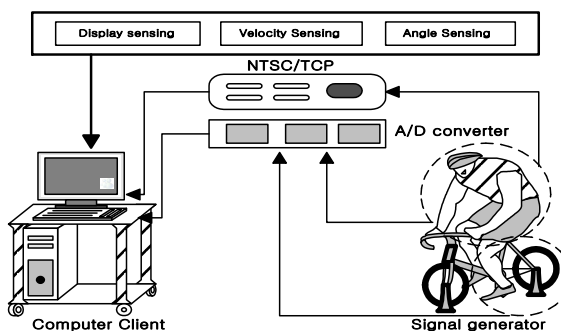


그림 1. 신호 발생 시스템 구성도
Fig. 1 Signal Generator System configuration

2.2 변환 시스템 흐름도

변환 시스템으로 그림 2에서 나타난 것 같이 우선 각 샘플에서 나온 부하 값을 통하여 대상 측정값에 대한 부하량을 산출하여 매핑하고, 위치에 따른 입력을 통하여 각도의 움직임을 파악한 후 산출 값을 정하여 입력하고, 입력한 각도에 따라 속도 감지부에서 전달되어진 전압변환에 의한 전압 변동 값을 각 위치별 형태에 따라 구분한다. 구분된 형태에 따라 데이터를 일정한 배열 값에 의한 처리과정에서 기준치와 비교하여 정상적인 처리를 하게 된다. 만일 변동 값의 차이가 많이 발생할 경우에는 처음의 단계인 위치 선정에서 처리 할 수 있도록 순서를 반복한다. 이러한 과정들을 통하여 디스플레이 단계로 진행되어 변환 시스템이 처리된다.

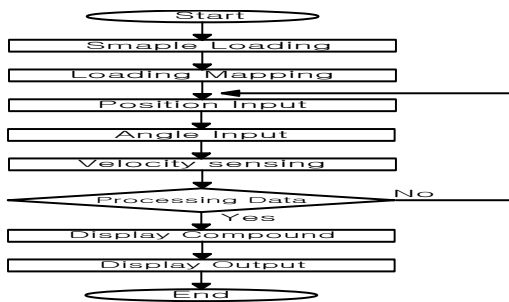


그림 2. 센서 시스템 구성도
Fig. 2 The flow chart of Sensor System

2.3 생체 신호 시스템 구성

인체의 활동은 일상생활에서 인체의 운동에 의한 동작으로 자세에 대한 평형감각 및 자세 균형에서 오는 여러 동작으로 신체의 균형유지와 운동을 통하여 생체 정보(physical information)를 얻는다. 그림3은 생체의 통합적 시스템의 구성으로된 생체 센서 시스템(bio-physical sensor system)으로 생체 내에 생체 신호를 얻고, 다음과 같은 감각 정보 통합, 신경계 처리, 생체 역학적 요인을 포함하는 복잡한 운동적 작업으로 통합능력처리가 진행된다[22][23].

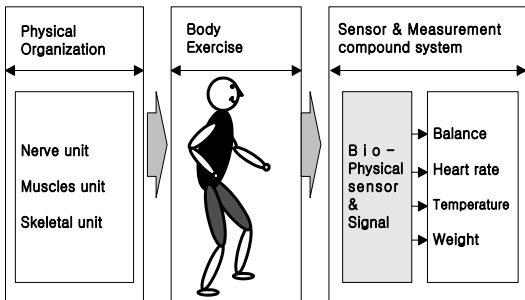


그림 3. 생체 센서 시스템 구성도
Fig. 3 Schematized structure of Bio-physical Sensor System

특히 자세의 변화로 감각기능 및 운동기능의 종합적인 변위를 확인하고, 개별 운동과정으로 자세 흔들림(postural sway)이 이루어짐에 따라 신체의 무게 중심의 변위를 나타내려는 형태와 별개로 협동 과정으로 자세반응에 따른 하지와 체간의 근육들의 상승작용 (synergic action of postural reaction)을 통하여 협동적으로 작용하는 과정이 변화하는 기능의 특성을 추론하는데 사용된다[24].

2.4 데이터 물리적 환경 구성

인체의 주어진 물리적인 작용을 조합하기 위해 자세를 통하여 신체의 변화를 샘플화하여 받아들이고 각각의 위치 값을 통한 입력 량을 산출하여 시스템에 조합하여 데이터화 한다[5]-[6]. 그림4에서 인체의 시각적, 감각적, 전정기관의 변화 형태를 물리적 운동을 통하여 가상 물리적 현상(VPV)으로 구성하여 시스템을 확인하고 데이터 획득 장치(Data Acquisition system)를 통하여 데이터 값이 입력에 대한 시스템이 진행되고, 위치 변위의 흔들림(sway)과 센서의 입력, 센서 로딩 등으로 구성되어 진행하였다.

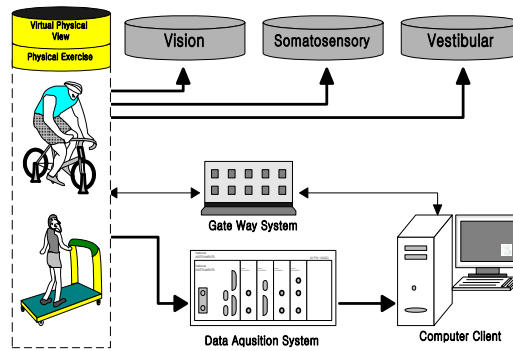


그림 4. 데이터 물리적 시스템 구성도
Fig. 4 Schematized structure of Data Physical System

2.5 네트워크 시스템 환경 구성

시스템의 형태는 기본 하드웨어 시스템 구성과 소프트웨어 알고리즘으로 구성하였고, 하드웨어는 초기 홈 네트워크 시스템의 알고리즘 입력에서 주파수 변화 단계, 변위 점 산출 발생 단계, 축 변화 흔들림 변위(Sway Displacement)의 발생 단계에서 변위치의 최대 값과 최소 값의 단계가 진행되도록 알고리즘을 설계하였다.

시스템의 구성은 National Instrument사의 PXI-1042의 데이터수집기와 PXI-1033 원격데이터수집장치(Remote Acquisition data system)을 통하여 PXI-8106의 Embedded controller,

PXI-6251의 Multifunton DAQ, PXI-1409의 Image Acquisition 등으로 헬스 케어 대상자로부터 생체 센서에서 생체 신호를 받는 부분과 데이터를 전송하는 시스템과 환자 서버용을 이용하여 프로세싱 처리해주는 단계이며, 이 상황에서 단말기간의 개인간의 처리시스템 (Personal Processing assistant ; PPA) 과 홈 내의 중간 처리과정으로 데이터 게이트웨이(Data Gateway) 가 설치되어있는 개인 컴퓨터, 생체 영역 네트워크(Body Area Network : BAN) 과 센서 네트워크 LAN (Sensor Network-LAN) 을 이용한센서 네트워크가 진행되어 헬스 케어 센터와 전문가에 전송하는 구성시스템으로 구성 되고, 그림5에서 시스템의 구성에 따라 개발되는 기술의 요인(factor)에 따라 작용하도록 설계하였다[25].

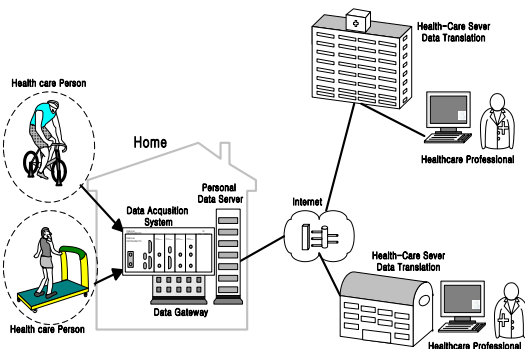


그림 5. 센서 네트워크 시스템 구성도
Fig. 5 Schematized structure of Sensor Network System

III. 홈 네트워크 시스템

3.1 홈 네트워크 시스템의 소프트웨어 알고리즘

홈 네트워크 시스템의 소프트웨어 알고리즘은 National Instrument사의 LabVIEW 8.1툴로 개발하였다. 전체 구성으로 데이터베이스를 사용하여 사용자의 기본 목록과 관리내용을 등록하여 검색할 수 있도록 하고 균형 및 감각 동작의 패턴에 따라 입력을 작동하여 산출된 변화를 주파수 변화에 따른 함수단계로 다양한 형태로 산출하고, 변화에 따른 변위 값을 찾아 비교 값과 비교하여 변동치를 산출한다. 각 단계별 데이터를 위치 점에 따른 축의 변동을 확인하므로 예상되는 특성을 확인할 수 있다. 따라서 산출되는 변위를 단계별로 비교하면 기능의 변화를 예측할 수 있는 알고리즘을 설계 구현하였다.

[단계1] 주파수 변화 단계

변화된 분포 값에서 압력의 변화 값을 시간단위로 구성하

여 변화량을 확인할 수 있고, 그림6 에서 이것을 시간 변화에 따른 주파수 변화 형태로 구성하면 주파수 변화에 따라 거리 (Distance)의 변화량으로 산출된다. 주파수의 범위는 0.01단위에서 거리 함수로 나타냄으로 신호 대 압력을 시간별 거리의 변화로 진행되는 단계를 압력변화 값, 거리의 변화 값 등 기능으로 진행한다.

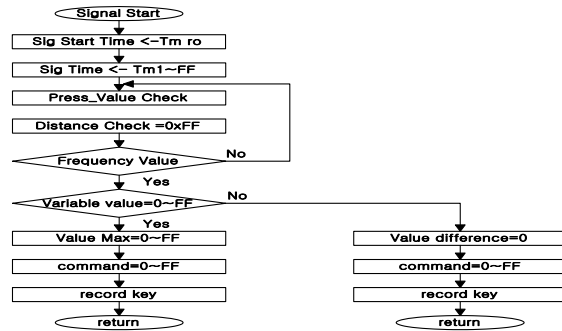


그림 6. 주파수 변화 단계
Fig. 6 Flow chart of Frequency Variable

[단계2] 변위 점 산출 발생 단계

그림7에서 시간 변화에 따른 거리변화 단계에서 나타난 신호를 변위별 변동 값을 통하여 일정 함수 별로 구분하여 정리한 후 기준값을 설정하여 비교한 후 변화 치에서 최대 값과 최소치 값으로 설정됨으로 각 변위 점에서 변동의 분포를 찾을 수 있다. 구분된 변동치를 통하여 변위 점의 형태를 확인하는 단계이며 최대 값, 최소 값 등 기능으로 진행한다.

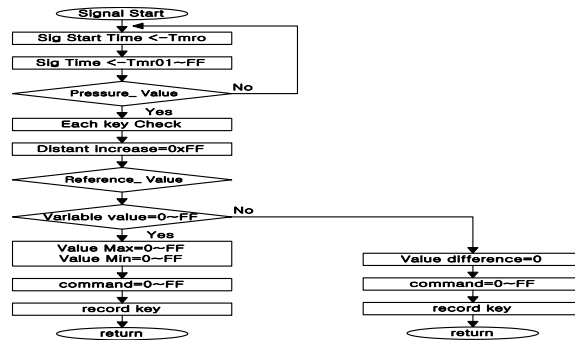


그림 7. 변위 점 산출 단계
Fig. 7 Flow chart of Displacement Point Input

[단계3] 축 변화 흔들림 변위(Sway Displacement)의 발생 단계

그림8은 위치의 변화에 기준 축(axis)에서 변화 치에 이동 현상이 나타나고, 이동 량에 따라 변위의 흔들림(sway)이 나타난다. 변위의 최대치와 최소치의 정도로 흔들림(sway)의 정도를 나타냄으로 앞, 뒤, 좌, 우의 값의 분포로 흔들림의 특

성을 나타내는 단계이며, 축의 변화에 대한 흔들림(Sway) 등 기능이 진행된다.

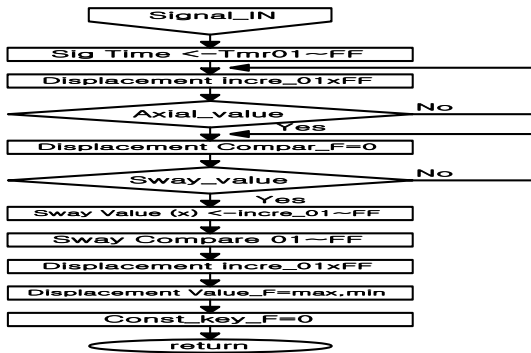


그림 8 축 흔들림 변위 단계
Fig. 8 Flow chart of Axial Sway Displacement

IV. 실험 평가

4.1 시스템 특징

알고리즘으로 구성된 시스템에 적용하는 실험의 도구로 측정치의 변위 점의 물리적 특성과 변위 점에 대한 변화 곡선 시스템을 통하여 측정값의 수치화로 비교 하였다.

4.2 변위점의 물리적 측정 환경

측정 시스템에 적용하여 생체 신호 알고리즘을 통하여 시스템의 측정 항목은 시각(Vision), 체성감각(Somatosensory), 전정기관(Vestibular), 중추신경계통(CNS)의 변위점에서 평가 하고, 맥박(Heart Rate), 체온(Temperature), 체중(Weight)을 기본 측정항목에 사용하였다. 그림9의 측정치는 주파수 변동에 따른 0.01 단위로 측정하여 평균값을 가지고 기준치에 비교하여 설정환경을 구성하고 측정값을 결정하였다.

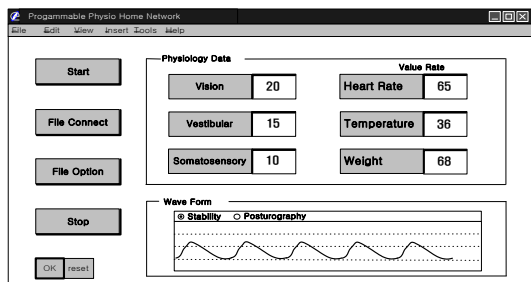


그림9. 출력 값 및 파형 화면
Fig. 9 Schematized diagram of Window Image Output

4.3 변위점의 파형 발생 환경

생체 신호 알고리즘은 신체의 균형조절에 따라 반응하는 신경생리학적 기초에서 감각처리 및 운동 출력기전을 포함하며, 그 과정에서 시각, 체성감각, 전정기관, 중추신경계통, 체질량지수의 신체적인 감각 기관에 따른 각 기관의 수용체를 운동에 대한 균형의 출력량과 자세를 통한 요인들 기준으로 정상적인 균형 조절 상태를 통하여 균형의 크기의 형태로 구분하였다. 기준점은 균형판의 무게의 중심에서 무게의 이동상태에 따라 하중의 분포가 나타남으로 이를 이용하여 파형의 발생 환경으로 구성하고 출력을 결정하였다. 신체의 움직임과 위치를 관리함으로 균형을 조절하고, 고유수용성 균형조절인 신체의 각 기관의 수용기로부터 운동학적 정보(kinesthetic information)를 통해 신체를 지지 하도록 하고, 움직이는데에 대한 내용을 통합하여 균형 조절을 할 수 있는 자세 균형제어에 사용하는 환경으로 안정성, 낙상, 무게의 분포도, 체질량지수로 구분하였다.

4.3.1 체질량지수와 자세의 분포도 변화 환경

체질량지수(BMI)의 (평균22.86±2.5) 변화가 일정한 상태에서 낙상지수(Fall Index) (평균18.11±13.42)이 다른 무게분포도 (평균5.43±2.61)와 안정성의 평균(15.49±6.98) 에도 유사한 형태의 변화가 나타났고, 특히 그림10에서 안정성에서 변화의 폭이 흡사한 형태로 변화함으로 밀접한 관계가 있음을 나타냈고, 폭의 변화는 적으나 무게 중심 분포도에서도 유사한 형태의 분포가 나타났다.

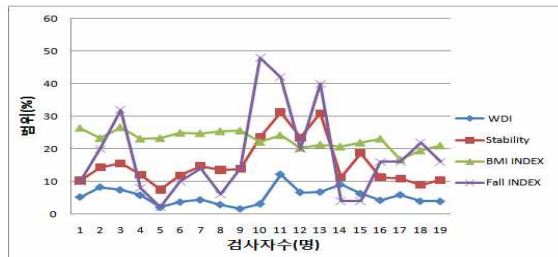


그림 10. 체질량지수 와 자세 분포도 변화 파형 화면
Fig. 10 Schematized diagram of body Mass Index & Postural Distribution Wave

4.3.2 안정성과 자세움직임의 강도 변화 환경

안정성면에서 볼 때 시각, 체성감각, 전정기관, 중추신경계통 등 서로간의 상관 변화를 보면, 체성감각, 전정기관의 변화가 서로 유사한 형태의 변화로 진행됨을 알 수 있다. 그림 11은 전정기관은 변화의 값이 큰 폭의 변화가 나타나는 것에 비해 체성감각은 변화의 유형은 전정기관과 유사한 형태로 나

타내며, 변화의 폭은 미세한 변화를 보인다. 여기서 시각의(평균 13.97±7.88), CNS의(평균 0.47±0.22) 와 안정성의 (평균 15.47±6.98)는 상호간에 상관관계가 없고, 체성감각의 (평균 2.92±1.65)와 전정기관의 (평균 7.86±2.66)가 유사한 변화가 나타났고 모두 폭의 변화는 다르나 변화가 직접적인 형태의 변화가 나타났다.

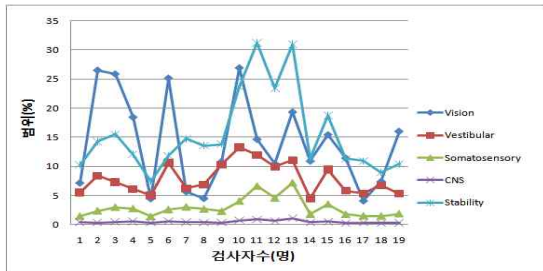


그림 11. 안정성과 자세 움직임 강도 변화 파형 화면
Fig. 11 Schematized diagram of Stability & Postural Sway Intensity

4.3.3 낙상과 자세움직임의 강도 변화 환경

Fall Index 측면에서 볼 때 시각(Vision), 체성감각(Somatosensory), 전정기관(Vestibular), 중추신경계통(CNS), 낙상지수(Fall Index)에서 서로간의 상관 변화를 보면, 체성감각, 전정기관, 의 변화가 서로 유사한 형태의 변화로 진행됨을 알 수 있다. 그림 12는 전정기관(평균 7.86±2.66)은 변화의 값이 큰 폭의 변화가 나타나는 것에 비해 체성감각은 변화의 유형은 전정 기관과 유사한 형태로 나타내며, 변화의 폭은 미세한 변화를 보인다. 여기서 시각, 중추신경계와 낙상지수의 (평균 18.11±13.42)는 상호간에 상관관계가 없고, 체성감각의 (평균 2.92±1.65)와 전정기관의 (평균 7.86±2.66)와 유사한 변화가 나타났고 그중에 전정기관이 더 유사한 형태의 변화가 나타났다.

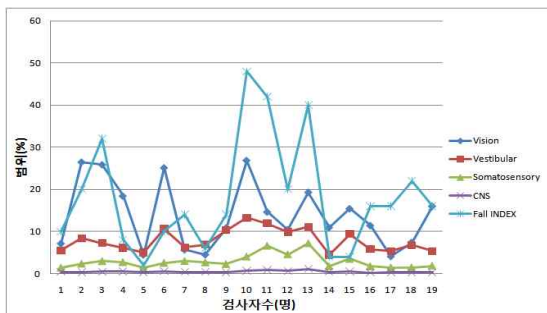


그림 12. 낙상과 자세 움직임 강도 변화 파형 화면
Fig. 12 Schematized diagram of Fall Index & Postural Sway Intensity

4.3.4 무게분포도와 안정성의 변화 환경

무게 중심(WDI)의 (평균 5.43±2.61) 과 안정성(Stability)의 (평균 15.47±6.98)의 관계에는 대체적으로 같은 형태의 비율로

나타남으로 무게의 변동이 심한 경우에는 안정성에서도 그림 13과 같은 형태로 좋은 않는 결과가 나타났다.

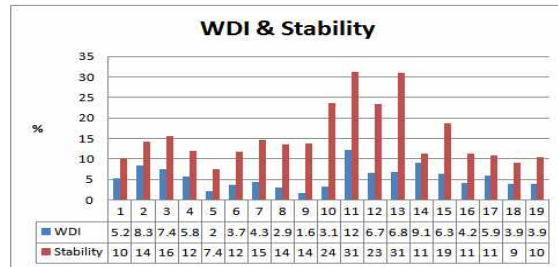


그림 13. 무게중심과 안정성 변화 파형 화면
Fig. 13 Schematized diagram of WDI & Stability

4.4 평가

최근에 사용되는 시스템은 블루투스를 이용한 시스템 구성과 실시간으로 측정할 수 있는 시스템구성이며, 측정항목은 체온, 심박동량, 폐활량 등 기본 건강체크와 추가로 ECG 및 산소포화도를 측정하다. 이 방법들은 기본 헬스케어의 건강관리 시스템으로 구성되어있다.[26] 하지만 본 논문에서는 기본적인 체온, 혈압, 체중이외에 시각, 체성감각, 전정기관, 중추신경계통, 체질량지수 등의 신체적인 감각 기관이 작용하는 형태로써, 각 기관의 수용체들 간에 운동에 대한 균형과 자세에 대한 균형 상태를 통하여 효과적으로 관리할 수 있는 시스템 구성임으로 헬스 건강관리의 네트워크 구성에 의미가 있는 것으로 평가 할 수 있다.

V. 결론

생체 센서 시스템(bio-physical sensor system)으로 홈 네트워크 시스템을 구성하고, 생체 신호가 전달되도록 생체 신호 알고리즘을 구현하여 원격용 네트워크에 구성하였다.

측정 시스템의 측정 항목은 시각(Vision), 체성감각(Somatosensory), 전정기관(Vestibular), 중추신경계통(CNS)의 변위 점에서 나오는 값으로 평가하며, 맥박(Heart Rate), 체온(Temperature), 체중(Weight)을 기본항목을 측정하여 적용하였다. 측정치는 주파수 변동에 따른 0.01 단위로 측정하여 평균값을 갖고, 기준치에 비교하여 설정환경을 구성하여 측정값을 결정하였다.

생체 신호 알고리즘은 신체의 균형조절에 따라 반응하는 신경생리학적에서 감각처리 및 운동 출력기전을 보면 시각에 의한 변화량이 가장 크게 나타나고, 그 다음으로 전정기관의 변화, 체성감각 으로 나타났다. 중추신경계는 변화가 가장 없는 상태임으로 모든 변화이후에 발생함을 알 수 있다. 또한 낙상지수의 변화가 가장 심함으로 변화의 폭이 심한 것으로 판

달 할 수 있다. 이것은 시각적 분포에 따라 다소 변화 폭이 유사한 결과가 나오므로 낙상은 시각적 변화에 연관하여 앞으로 관리상에 주요한 요인으로 인식할 수 있음을 알 수 있었다. 신체적인 감각 기관을 운동을 통하여 각 기관들의 수용체가 균형과 자세를 확인하였고, 정상적인 균형 조절 상태를 형성하기위해 균형의 크기의 형태 및 건강의 상태를 확인하도록 의미를 부여하였다.

본 논문에서 제안한 홈 네트워크는 헬스 센터 및 건강관리 중앙 시스템의 단말기를 통하여 전송하고, 전문가에게 다양한 신체적 파라메터를 갖춘 원격네트워크 모니터링 기능의 건강 관리시스템으로 형성 될 것으로 추론 할 수 있다.

참고문헌

[1] Lai C.C., Lee R.G., Hsiao C.C., Liu H.S., Chen C.C., "A H-QoS-demand personalized home physiological monitoring system over a wireless multi-hop relay network for mobile home healthcare applications," *J of Network and Computer Applications*, Vol.32, pp.1229-1241, 2009.

[2] Alwan M, Mack DC, Dalal S, Kell S, Turner B, Felder RA, "Impact of passive in-home health status monitoring technology in home health: outcome pilot. In: Proceedings of the 1st distributed diagnosis and home healthcare (D2H2)conference," Arlington , VA, USA, Vol2-4 pp.79-82, April,2006.

[3] Bratan T, Clake M, Jones R, Larkworthy A, Paul R, "Evaluation of the practical feasibility and acceptability of home monitoring in residential homes," *J Telemed Telecare*, Vol.11(suppl.1), pp.29-31, 2005.

[4] Pare G, Jaana M, Sicotte C, "Systematic review of home telemonitoring for chronic diseases: the evidence base," *J Am Med Inf Assoc*, Vol.14(3), pp.269-77, 2007.

[5] Roback K, Herzog A, "Home informatics in healthcare: assessment guidelines to keep up quality of care and avoid adverse effects," *Technol Health Care*, Vol.11(3), pp.195-206, 2003.

[6] Stefanov DH, Bien Z, Bang WC., "The smart house for older persons and persons with physical disabilities: structure, technology arrangements, and perspectives," *IEEE Trans Neural Syst Rehab Eng*, Vol.12(2), pp.228-50, 2004.

[7] Naughton C, Bennett K, Feely J, "Prevalence of chronic disease in the elderly based on a national pharmacy claims database," *Age Ageing*, Vol.35(6), pp.633-6, 2006.

[8] Massion J., "Postural control system" *Curr Opin Neurobiol* Vol.4, pp.877-87, 1994.

[9] Koch S, "Heme telehealth-current state and future trends," *Int J Med Inform*, Vol.75(8), pp.565-76, 2006.

[10] Rigby M., "Applying emergent ubiquitous technologies in health: the need to respond to new challenges of opportunity, expectation, and responsibility," *Int J Med inform*, Vol.76(suppl. 3), pp.349-52, 2007.

[11] Ruggiero C, Sacile R, Giacomini M, "Home telecare," *J Telemed Telecare*, Vol.5(1), pp.11-7, 1999.

[12] Lee R-G, Chen H-S, Lin C-C, Chang K-C, Chen J-H, "Home telecare system using cable television plants an experimental field trial." *IEEE Trans Inform Technol Biomed*, Vol.4(1), pp.37-44, 2000.

[13] Hernandez AI, Mora F, Villegas G, Passriello G, Carrault G, "Rea-time ECG transmission via Internet for nonclinical applications," *IEEE Trans Inform Technol Biomed*, Vol.5(3), pp.253-7, 2001.

[14] Lorincz K, Malan DJ, Fulford-Jones TRF, Nawoj A, Clavel A, Shnayder V, et al., "Sensor networks for emergency response: challenges and opportunities," *IEEE Pervasive Comput*, Vol.3(4), pp.16-23, 2004.

[15] Milenkovic A, Otto C, Jovanov E, "Wireless sensor networks for personal health monitoring: issues and an implementation," *Comput Commun*, Vol.29(13-14), pp.2531-33, 2006.

[16] Lorincz K, Malan DJ, Fulford-Jones TRF, Nawoj A, Clavel A, Shnayder V, et al., "Sensor networks for emergency response: challenges and opportunities," *IEEE Pervasive Comput*, Vol.3(4), pp.16-23, 2004.

[17] Varshney U, "Pervasive healthcare and wireless health monitoring," *Mobile Network Appl*,

Vol.12(2-3), pp.113-27, 2007.

- [18] Varshney U, Sneha S, "Patient monitoring using ad hoc wireless networks: reliability and power management," IEEE Commun Mag, Vol.44(4), pp.49-55, 2006.
- [19] Lee R-G, Chen K-C, Hsiao C-C, Tseng C-L, "A mobile care system with alert mechanism," IEEE Trans Inform Technol Biomed, Vol.11(5), pp.507-17, 2007.
- [20] Stallings W, "Wireless communications & networks, 2nd ed," New Jersey: Prentice-Hall; 2004.
- [21] Varshney U, "Patient monitoring using infrastructure-oriented wireless LANs," Int J Electron Healthcare, Vol.2(2), pp.149-63, 2006.
- [22] Cohn H, Blatchly CA, Gombash LL. "A study of the clinical test of sensory interaction and balance," Phys Ther, Vol73, pp.346-35, 1993.
- [23] Shulmann DL, Goldfish E and Fisher AG. "Effect of movement on dynamic equilibrium," Phys Ther. Vol67, pp.1054-1057, 1987.
- [24] Shumway-Cook A and Horack FB. "Assessing the influence of sensory interaction on balance: Suggestion from field," Phys Ther. Vol66, pp.1548-1550, 1986.
- [25] Lorincz K, Malan DJ, Fulford-Jones TRF, Nawoj A, Clavel A, Shnayder V, et al., "Sensor networks for emergency response: challenges and opportunities," IEEE Pervasive Comput, Vol.3(4), pp.16-23, 2004.
- [26] Fei DY, Zhao X, Boana C, Hughes E, Bai, Merrell R, Rafiq A, "A biomedical sensor system for real time of astronauts' physiological parameters during extra-vehicular activities," Computer in Biology and Medicine, Vol40, pp.635-642, 2010.

저자 소개



김정래

1983.2 : 연세대학교 의용전자공학과
졸업

1993~현재 : 을지대학교 보건과학대
학 의료공학과 교수

관심분야 : 생체정보통신, 생체신호처
리 등

Email : jlkim@eulji.ac.kr