(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0010478
(43) 공개일자 2023년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/11 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/1116 (2013.01)
A61B 5/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0091079
(22) 출원일자 2021년07월12일
심사청구일자 2021년07월12일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
박재현
서울특별시 마포구 토정로 158, 101동 904호(하중동, 한강밤섬자이)
(74) 대리인
특허법인충정

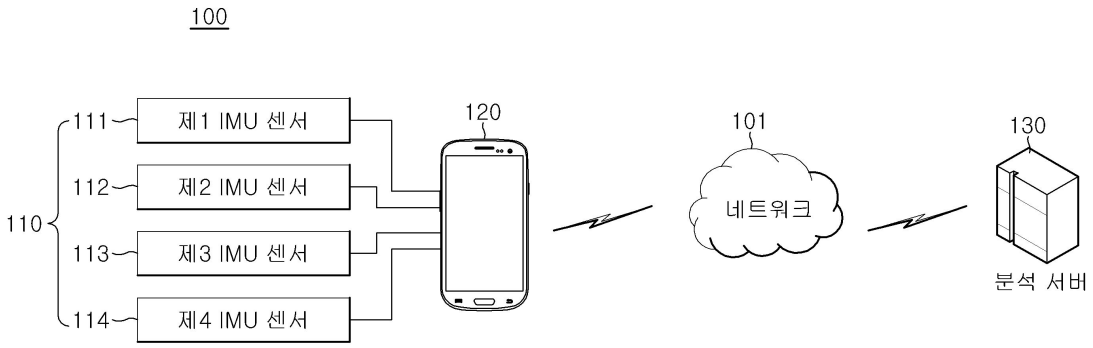
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 스마트 기기의 기울기 데이터를 기반으로 사용자의 자세와 작업을 추정하고, 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 추정하며, 신체 자세와 작업에 따른 굴곡 데이터를 이용하여 사용자의 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템을 제공한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A61B 5/4561 (2013.01)
A61B 5/486 (2021.01)
A61B 5/7264 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/746 (2013.01)
A61B 2503/12 (2013.01)
A61B 2562/0219 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

관성 측정 유닛 센서가 내장되어 상기 관성 측정 유닛(Inertial Measurement Unit, IMU) 센서를 이용하여 기울기 데이터인 피치(Pitch), 롤(Roll), 방위각(Azimuth)의 3축 방향 데이터를 출력하는 스마트 기기; 및

로지스틱 회귀 분석을 이용하여 상기 스마트 기기로부터 수신한 3축 방향 데이터를 입력 데이터로 하고, 출력 데이터를 상기 3축 방향 데이터에 매칭되는 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 상기 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업을 추정하는 분석 서버를 포함하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 2

상기 사용자의 머리 뒤쪽 중앙에 부착되는 제1 IMU(Inertial Measurement Unit) 센서와, 상기 사용자의 등쪽 상부에 상부 흉부에 부착되는 제2 IMU 센서와, 상기 사용자의 등쪽 하부에 하부 흉부에 부착되는 제3 IMU 센서와 사용자의 천골 부위에 부착되는 제4 IMU 센서로 이루어지고, 상기 제1 IMU 센서, 상기 제2 IMU 센서, 상기 제3 IMU 센서, 상기 제4 IMU 센서로부터 똑바로 서있는 자세(0도)를 기준으로 각 신체 위치의 경사각을 나타내는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 출력하는 거북목 감지 장치;

상기 거북목 감지 장치로부터 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터를 수신하여 외부로 전송하고, 제4 IMU 센서가 내장되어 기울기 데이터인 피치(Pitch), 롤(Roll), 방위각(Azimuth)의 3축 방향 데이터를 출력하는 스마트 기기; 및

상기 스마트 기기로부터 3축 방향 데이터, 상기 스마트 기기의 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 상기 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)과, 상기 신체 자세와 상기 작업에 해당하는 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터를 수신하고, 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 입력 데이터로 상기 3축 방향 데이터이고, 출력 데이터를 상기 3축 방향 데이터에 매칭되는 상기 신체 자세와 작업을 추정하는 분석 서버를 포함하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 사용자의 머리 뒤쪽 중앙에 부착되는 제1 IMU 센서와, 상기 사용자의 등쪽 상부에 상부 흉부에 부착되는 제2 IMU 센서와, 상기 사용자의 등쪽 하부에 하부 흉부에 부착되는 제3 IMU 센서와 사용자의 천골 부위에 부착되는 제4 IMU 센서로 이루어진 거북목 감지 장치를 더 포함하고,

상기 스마트 기기는 상기 거북목 감지 장치에 연결되어 상기 제1 IMU 센서, 상기 제2 IMU 센서, 상기 제3 IMU 센서, 상기 제4 IMU 센서로부터 똑바로 서있는 자세(0도)를 기준으로 각 신체 위치의 경사각을 나타내는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 수신하여 상기 분석 서버로 전송하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 스마트 기기는 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터를 수신하는 경우, 입력부를 통해 상기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 상기 사용자의 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 입력받고, 상기 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터의 전송 시, 상기 사용자의 신체 자세와 상기 사용자의 작업에 대한 정보를 함께 상기 분석 서버로 전송하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 5

청구항 2 또는 청구항 4에 있어서,

상기 분석 서버는 상기 신체 자세와 상기 작업을 독립 변수로 하고, 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터와, 이를 합하여 평균한 전체 굴곡 데이터를 종속 변수로 분산 분석(Analysis of Variance, ANOVA)의 반복 측정을 통해 상기 2가지 유형의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 상기 2가지 유형의 작업(게임하기, 뉴스읽기)이 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터와, 이들을 합하여 평균한 전체 굴곡 데이터의 4개의 굴곡 유형의 상관 관계를 분석하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 6

청구항 2 또는 청구항 4에 있어서,

상기 분석 서버는 신체가 일정 각도로 기울어진 굴곡 데이터, 상기 신체 자세와 상기 작업을 독립 변수로 로지스틱 회귀 분석을 통해 모델링하여 자세 작업 분류 모델식을 각각 생성하고,

상기 스마트 기기의 3축 방향 데이터를 입력받을 때, 상기 3축 방향 데이터를 독립 변수로 하고, 상기 신체 자세와 상기 작업을 종속 변수로 하여 상기 3축 방향 데이터를 상기 자세 작업 분류 모델식에 대입하여 상기 신체 자세와 상기 작업을 추정하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 7

청구항 2 또는 청구항 4에 있어서,

상기 분석 서버는 상기 스마트 기기에서 얻은 상기 3축 방향 데이터를 이용하여 신체 자세와 작업을 구분하기 위해서 로지스틱 회귀 분석을 수행하고,

상기 로지스틱 회귀 분석은 신체 자세 × 작업(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기), 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스읽기)의 3가지 경우를 수행하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 분석 서버는 상기 게임하기의 경우, 상기 3축 방향 데이터의 롤(Roll)의 증가함에 따라 상기 경부 굴곡 데이터와 상기 전체 굴곡 데이터의 각도가 줄어드는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 굴곡 데이터는 상기 경부 굴곡 데이터와 상기 전체 굴곡 데이터인 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

청구항 10

청구항 5에 있어서,

상기 분석 서버는 상기 경부 굴곡 데이터와 상기 전체 굴곡 데이터에 각각 신체 자세 × 작업(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기), 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 독립변수로 설정하고, 로지스틱 회귀 분석을 통해 모델링하여 자세 작업 분류 모델식을 각각 생성하고,

상기 스마트 기기의 3축 방향 데이터를 입력받을 때, 상기 3축 방향 데이터를 독립 변수로 하고, 상기 신체 자세와 상기 작업을 종속 변수로 하여 상기 3축 방향 데이터를 상기 자세 작업 분류 모델식에 대입하여 상기 신체 자세와 상기 작업을 추정하는 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스마트 기기 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 스마트 기기의 기울기 데이터를 기반으로 사용자의 자세와 작업을 추정하고, 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 추정하며, 신체 자세와 작업에 따른 굴곡 데이터를 이용하여 사용자의 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 컴퓨터, 스마트폰의 정보 처리 장치는 안구건조증, 마우스 증후군, 거북목 증후군과 같은 신종 질병을 호소하는 사용자가 급속히 증가하는 추세이다.

[0003] 거북목 증후군은, 정보 처리 기기를 사용할 때, 사용자가 목을 비정상적으로 앞으로 뺀 자세로 인해 목에 과도한 하중이 실리는 것으로서, 근막 통증, 두통, 수면 장애, 호흡 장애뿐만 아니라 목 디스크의 원인이 될 수 있다.

[0004] 일반적으로 목 디스크란 경추 추간판(디스크)이 외부의 급격한 자극이나 나이가 증가함에 따라 수분이 감소하여 퇴행성 변화를 일으켜서 탄력성이 상실되어 굳어지고, 추간판 벽에 균열이 발생하여 내부의 굳어진 수핵이 빠져나오는 것을 주원인으로 발생하는 증상이며, 외상에 의해 발생하기도 한다.

[0005] 이러한 목 디스크의 원인이 될 수 있는 거북목 증후군은 성장기의 청소년이라 컴퓨터를 이용하여 업무를 보는 사람들에게 나타나는 증상이다.

[0006] 거북목 증후군은 목 주변의 통증으로 인하여 많은 문제를 일으키는데 반해, 이러한 거북목 증후군을 교정하거나 예방할 수 있는 장치에 대한 연구가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허번호 제10-1724602호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 스마트 기기의 기울기 데이터를 기반으로 사용자의 자세와 작업을 추정하고, 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 추정하며, 신체 자세와 작업에 따른 굴곡 데이터를 이용하여 사용자의 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템은,

[0010] 관성 측정 유닛 센서가 내장되어 상기 관성 측정 유닛(Inertial Measurement Unit, IMU) 센서를 이용하여 기울기 데이터인 피치(Pitch), 롤(Roll), 방위각(Azimuth)의 3축 방향 데이터를 출력하는 스마트 기기; 및

[0011] 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 상기 스마트 기기로부터 수신한 3축 방향 데이터를 입력 데이터로 하고, 출력 데이터를 상기 3축 방향 데이터에 매칭되는 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 상기 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업을 추정하는 분석 서버를 포함한다.

[0013] 본 발명의 특징에 따른 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템은,

[0014] 사용자의 머리 뒤쪽 중앙에 부착되는 제1 IMU(Inertial Measurement Unit) 센서와, 상기 사용자의 등쪽 상부에 상부 흉부에 부착되는 제2 IMU 센서와, 상기 사용자의 등쪽 하부에 하부 흉부에 부착되는 제3 IMU 센서와 사용

자의 천골 부위에 부착되는 제4 IMU 센서로 이루어지고, 상기 제1 IMU 센서, 상기 제2 IMU 센서, 상기 제3 IMU 센서, 상기 제4 IMU 센서로부터 똑바로 서있는 자세(0도)를 기준으로 각 신체 위치의 경사각을 나타내는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 출력하는 거북목 감지 장치;

[0015] 상기 거북목 감지 장치로부터 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터를 수신하여 외부로 전송하고, 제4 IMU 센서가 내장되어 기울기 데이터인 피치(Pitch), 롤(Roll), 방위각(Azimuth)의 3축 방향 데이터를 출력하는 스마트 기기; 및

[0016] 상기 스마트 기기로부터 3축 방향 데이터, 상기 스마트 기기의 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 상기 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)과, 상기 신체 자세와 상기 작업에 해당하는 상기 경부 굴곡 데이터, 상기 흉부 굴곡 데이터, 상기 요추 굴곡 데이터를 수신하고, 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 입력 데이터로 상기 3축 방향 데이터이고, 출력 데이터를 상기 3축 방향 데이터에 매칭되는 상기 신체 자세와 작업을 추정하는 분석 서버를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 전술한 구성에 의하여, 본 발명은 스마트 기기의 기울기 데이터를 이용하여 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 추정하여 거북목 증후군을 감지함으로써 목 관절 질환을 방지하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사용자에 부착되는 IMU 센서의 위치를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 사용자의 신체 자세를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 3축을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 내부 구성을 간략하게 나타낸 블록도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 분석 서버의 내부 구성을 간략하게 나타낸 블록도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 경부 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 흉부 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 요추 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 평균 전체 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 3축 방향 데이터를 자세 작업 분류 모델식에 대입하여 신체 자세와 작업을 예측하는 알고리즘을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0020] 본 발명은 사람의 자세와 스마트폰의 작업이 다양한 신체 굴곡 각도에 미치는 영향을 분석하고, 스마트폰 기울기 데이터를 사용하여 사람의 자세와 스마트폰의 작업을 분류하며, 신체 굴곡 각도를 추정하는 시스템을 제공한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템의 구성을 나타낸 도면

이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사용자에 부착되는 IMU 센서의 위치를 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 사용자의 신체 자세를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 3축을 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 내부 구성을 간략하게 나타낸 블록도이며, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 분석 서버의 내부 구성을 간략하게 나타낸 블록도이다.

[0023] 본 발명의 실시예에 따른 거북목 증후군을 감지하여 알려주는 스마트 기기 시스템(100)은 거북목 감지 장치(110), 스마트 기기(120) 및 분석 서버(130)를 포함하며, 스마트 기기(120)는 애플리케이션을 다운로드 받아서 사용하거나 내장된 애플리케이션을 구동시켜 사용할 수 있다.

[0024] 거북목 감지 장치(110)는 사람의 경부 영역, 흉부 영역, 요추 영역에는 제1 관성 측정 유닛(Inertial Measurement Unit, 이하에서 'IMU'라 칭함) 센서(111), 제2 IMU 센서(112), 제3 IMU 센서(113), 제4 IMU 센서(114)를 포함한다.

[0025] 제1 IMU 센서(111)는 사용자의 머리 뒤쪽 중앙에 부착되고, 제2 IMU 센서(112)는 등쪽의 상부에 상부 흉부에 부착되고, 제3 IMU 센서(113)는 등쪽의 하부에 하부 흉부에 부착되며, 제4 IMU 센서(114)는 천골 부위에 부착된다.

[0026] 제1, 2, 3, 4 IMU 센서(111, 112, 113, 114)는 3차원 공간에서의 3축(x, y, z축) 방향 이동을 감지할 수 있는 모든 형태의 센서가 포함될 수 있다. 예를 들어, 제1, 2, 3, 4 IMU 센서(111, 112, 113, 114)는 전후(x축), 수평(y축), 수직(z축) 방향의 3축 이동을 감지하는 가속도 센서와 피치(Pitch), 롤(Roll), 방위각(Azimuth)의 3축 회전을 감지하는 자이로스코프 센서로 구성될 수 있다.

[0027] 거북목 감지 장치(110)는 제1 IMU 센서(111), 제2 IMU 센서(112), 제3 IMU 센서(113), 제4 IMU 센서(114)로부터 똑바로 서있는 자세(0도)를 기준으로 각 신체 위치의 경사각을 나타내는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 출력한다.

[0028] 거북목 감지 장치(110)는 스마트 기기(120)와 유무선으로 연결되어 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 스마트 기기(120)로 전송한다.

[0029] 스마트 기기(120)는 태블릿 PC, PDA(Personal Digital Assistant), 노트북, 셀룰러폰, PCS(Personal Communication Service)폰, 핸드 헬드 PC(Hand-Held PC), GSM(Global System for Mobile)폰, W-CDMA(Wideband CDMA)폰, CDMA-2000폰 및 스마트폰 등이 가능하다.

[0030] 스마트 기기(120)는 IMU 센서를 내장하여 스마트 기기(120)의 기울기 데이터를 생성하여 출력한다. 여기서, 기울기 데이터는 도 4에 도시된 바와 같이, 피치(Pitch), 롤(Roll), 방위각(Azimuth)의 3축 방향 데이터를 나타낸다.

[0031] 스마트 기기(120)는 내장된 애플리케이션을 구동시켜 애플리케이션의 측정 모드 또는 사용 모드의 선택 신호를 수신하고, 측정 모드의 선택 신호를 수신하면, 제1, 2, 3, 4 IMU 센서(111, 112, 113, 114)로부터 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 수신하여 저장부(121)에 저장한다. 이러한 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 통해서 사용자의 신체 자세를 확인할 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기(120)는 저장부(121), 통신부(122), 입력부(123), 기기 제어부(124), 디스플레이부(125) 및 스피커(126)를 포함한다.

[0033] 기기 제어부(124)는 입력부(123)를 통해 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기(120)의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)가 입력되고, 신체 자세와 작업에 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 매칭하여 저장부(121)에 저장된다. 여기서, 신체 자세는 도 3에 도시된 바와 같이, 사용자의 서있는 자세 또는 앉아 있는 자세를 포함한다.

[0034] 기기 제어부(124)는 신체 자세와 작업에 매칭되는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 일정 시간 간격마다 샘플링하여 통신부(122)를 통해 네트워크(101)를 거쳐 분석 서버(130)로 전송한다.

[0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 경부 굴곡, 흉부 굴곡, 요추 굴곡은 각각 경부 부위(10), 흉부 부위(20), 요추 부위(30)의 중립 제로 위치로부터 상대적인 굴곡 각도로 정의된다.

[0037] 각 굴곡은 등록된 신체 자세(예를 들면, 똑바로 서기)인 중립 제로 위치를 참조한다. 즉, 경부 굴곡, 흉부

굴곡, 요추 굴곡은 똑바로 서있는 자세(0도)를 기준으로 각 신체 위치의 경사각으로 정의한다.

[0038] 신체가 앞으로 이동하면, 양의 값을, 신체의 뒤로 이동하면, 음의 값을 가진다. 전체 굴곡은 경부 굴곡, 흉부 굴곡, 요추 굴곡의 합으로 정의되며, 상체 전체의 기울기를 확인하기 위해서 계산된다.

[0039] 스마트 기기(120)는 스마트 기기(120)의 기울기 데이터(3축 방향 데이터), 신체 자세에 매칭되는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 통신부(122)를 통해 네트워크(101)를 거쳐 분석 서버(130)로 전송한다.

[0040] 분석 서버(130)는 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 스마트 기기(120)로부터 수신한 3축 방향 데이터를 입력 데이터로 하고, 출력 데이터를 3축 방향 데이터에 매칭되는 스마트 기기 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기(120)의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 추정한다.

[0041] 분석 서버(130)는 스마트 기기(120)로부터 3축 방향 데이터, 스마트 기기(120)의 사용자의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 스마트 기기(120)의 사용 방식을 나타내는 작업(게임하기, 뉴스읽기)과, 신체 자세와 작업에 해당하는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 수신하고, 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 입력 데이터로 3축 방향 데이터이고, 출력 데이터를 3축 방향 데이터에 매칭되는 신체 자세와 작업을 추정한다.

[0043] 본 발명의 실시예에 따른 분석 서버(130)는 수신부(131), 데이터 분석부(132), 서버 제어부(133), 데이터베이스부(134) 및 송신부(135)를 포함한다.

[0044] 수신부(131)는 스마트 기기(120)로부터 신체 자세와 작업에 매칭되는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터와 스마트 기기(120)의 기울기 데이터(3축 방향 데이터)를 수신한다.

[0045] 서버 제어부(133)는 수신부(131)에서 수신한 신체 자세와 작업에 매칭되는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터와 스마트 기기(120)의 기울기 데이터(3축 방향 데이터)를 데이터베이스부(134)에 저장한다.

[0046] 신체 자세는 "앉아 있기"와, "서있기"이고, 작업은 "게임하기"와, "뉴스읽기"를 포함한다.

[0047] 데이터베이스부(134)는 신체 자세와 작업에 매칭되는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터와, 이들을 합하여 평균한 전체 굴곡 데이터의 4개의 굴곡 유형을 저장한다.

[0048] 데이터 분석부(132)는 데이터베이스부(134)와 연동하여 4개의 굴곡 유형의 10번째 백분위수, 50번째 백분위수, 90번째 백분위수, 평균 백분위수를 4개의 조건에 따라 계산한다.

[0049] 여기서, 4개의 굴곡 유형은 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터, 전체 굴곡 데이터를 포함한다.

[0050] 전체 굴곡 데이터는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터를 합하여 평균한 굴곡 데이터이다.

[0051] 4개의 조건은 신체 자세 × 작업으로 앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기이다.

[0052] 데이터 분석부(132)는 분산 분석의 반복 측정을 통해 2가지 유형의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 2가지 유형의 작업(게임하기, 뉴스읽기)이 4개의 굴곡 유형에 어떠한 영향을 미치는지 통계 분석한다.

[0053] 분산 분석(Analysis of Variance, ANOVA)은 통계학에서 두 개 이상 다수의 집단을 서로 비교하고자 할 때 집단 내의 분산, 총평균, 각 집단의 평균의 차이에 의해 생긴 집단 간 분산의 비교를 통해 만들어진 F 분포를 이용하여 가설 검정을 하는 방법이다.

[0054] 데이터 분석부(132)는 신체 자세와 작업을 독립 변수로 하고, 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터와, 이를 합하여 평균한 전체 굴곡 데이터를 종속 변수로 분산 분석(Analysis of Variance, ANOVA)의 반복 측정을 통해 2가지 유형의 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와, 2가지 유형의 작업(게임하기, 뉴스 읽기)이 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터와, 이를 합하여 평균한 전체 굴곡 데이터의 4개의 굴곡 유형의 상관 관계를 분석한다.

[0055] 데이터 분석부(132)는 신체 자세와 작업 분류 알고리즘을 분석하기 위해서 스마트 기기(120)의 3축 방향 데이터(기울기 데이터)의 평균값과 4개의 굴곡 데이터의 평균값을 사용한다.

[0056] 데이터 분석부(132)는 신체 자세와 작업 분류 알고리즘을 식별하기 위해 로지스틱 회귀 분석 방법을 수행한다. 로지스틱 회귀 분석 방법에서 입력 데이터는 스마트 기기(120)에서 얻은 3축 방향 데이터(방위각, 피치, 롤)이고, 출력 데이터는 신체 자세(앉아 있기, 서있기), 작업(게임하기, 뉴스읽기), 작업 조합(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기)이다.

[0057] 데이터 분석부(132)는 신체 자세, 작업, 신체 자세와 작업의 조합에 대한 로지스틱 회귀 분석을 수행한다.

[0058] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)에서 얻은 3축 방향 데이터를 이용하여 신체 자세와 작업을 구분하기 위해서 로지스틱 회귀 분석을 수행하고, 로지스틱 회귀 분석은 신체 자세 × 작업(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스 읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스 읽기), 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스 읽기)의 3가지 경우를 수행한다.

[0060] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 경부 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

[0061] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 작업을 기반으로 경부 굴곡 데이터를 생성한다.

[0062] 게임을 하는 경우, 7.14°(10번째 백분위수, 앉아 있기) to 43.61°(90번째 백분위수, 서있기)이고, 평균 25.15±10.72°이다.

[0063] 뉴스읽기를 하는 경우, 5.69°(10번째 백분위수, 앉아 있기) to 51.47°(90번째 백분위수, 서있기)이고, 평균 21.41±12.04°이다.

[0065] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 신체 자세를 기반으로 경부 굴곡 데이터를 생성한다.

[0066] 앉아 있기를 하는 경우, 5.69°(10번째 백분위수, 뉴스읽기) to 37.41°(90번째 백분위수, 게임하기)이고, 평균 20.60±9.66°이다.

[0067] 서있기를 하는 경우, 8.04°(10번째 백분위수, 뉴스읽기) to 51.47°(90번째 백분위수, 게임하기)이고, 평균 25.96±12.62°이다.

[0068] 데이터 분석부(132)는 평균 경부 굴곡 데이터를 계산하면, 서있는 것이 앉아 있는 것보다 5.36° 더 크고, 게임하는 것이 뉴스읽기보다 3.74° 더 크다.

[0070] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 흉부 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

[0071] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 작업을 기반으로 흉부 굴곡 데이터를 생성한다.

[0072] 게임을 하는 경우, -6.02°(10번째 백분위수, 앉아 있기) to 8.17°(90번째 백분위수, 서있기)이고, 평균 2.05±5.44°이다.

[0073] 뉴스읽기를 하는 경우, -7.43°(10번째 백분위수, 앉아 있기) to 10.72°(90번째 백분위수, 서있기)이고, 평균 2.05±5.44°이다.

[0075] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 신체 자세를 기반으로 흉부 굴곡 데이터를 생성한다.

[0076] 앉아 있기를 하는 경우, -7.43°(10번째 백분위수, 뉴스읽기) to 6.95°(90번째 백분위수, 뉴스읽기)이고, 평균 -0.23±4.33°이다.

[0077] 서있기를 하는 경우, -2.06°(10번째 백분위수, 뉴스읽기) to 10.72°(90번째 백분위수, 뉴스읽기)이고, 평균 4.32±5.22°이다.

[0078] 데이터 분석부(132)는 평균 흉부 굴곡 데이터를 계산하면, 서있는 것이 앉아 있는 것보다 4.56° 더 크고, 게임하는 것이 뉴스읽기보다 0.02° 더 크다.

[0080] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 요추 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

[0081] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 작업을 기반으로 요추 굴곡 데이터를 생성한다.

[0082] 게임을 하는 경우, -8.85°(10번째 백분위수, 서있기) to 37.33°(90번째 백분위수, 앉아 있기)이고, 평균 10.31±14.88°이다.

[0083] 뉴스읽기를 하는 경우, -8.40°(10번째 백분위수, 서있기) to 42.57°(90번째 백분위수, 앉아 있기)이고, 평균 10.78±15.21°이다.

[0084]

[0085] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 신체 자세를 기반으로 요추 굴곡 데이터를 생성한다.

[0086] 앉아 있기를 하는 경우, 7.14°(10번째 백분위수, 게임하기) to 42.57°(90번째 백분위수, 뉴스읽기)이고, 평균 23.40±9.93°이다.

[0087] 서있기를 하는 경우, -8.85°(10번째 백분위수, 게임하기) to 4.56°(90번째 백분위수, 뉴스읽기)이고, 평균 -2.31±4.87°이다.

[0088] 데이터 분석부(132)는 평균 요추 굴곡 데이터를 계산하면, 앉아 있는 것이 서있는 것보다 25.71° 더 크고, 뉴스읽기하는 것이 게임하는 것보다 0.47° 더 크다.

[0090] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 스마트 기기의 작업과 자세를 기반으로 한 평균 전체 굴곡 데이터의 결과를 나타낸 도면이다.

[0091] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 작업을 기반으로 평균 전체 굴곡 데이터를 생성한다.

[0092] 게임을 하는 경우, 13.58°(10번째 백분위수, 서있기) to 60.40°(90번째 백분위수, 앉아 있기)이고, 평균 37.52±13.85°이다.

[0093] 뉴스읽기를 하는 경우, 4.67°(10번째 백분위수, 서있기) to 66.40°(90번째 백분위수, 앉아 있기)이고, 평균 34.23±17.60°이다.

[0095] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 신체 자세와 작업을 기반으로 평균 전체 굴곡 데이터를 생성한다.

[0096] 앉아 있기를 하는 경우, 19.62°(10번째 백분위수, 뉴스읽기) to 66.40°(90번째 백분위수, 뉴스읽기)이고, 평균 43.77±14.33°이다.

[0097] 서있기를 하는 경우, 4.67°(10번째 백분위수, 뉴스읽기) to 48.81°(90번째 백분위수, 게임하기)이고, 평균 27.98±13.80°이다.

[0098] 데이터 분석부(132)는 평균 전체 굴곡 데이터를 계산하면, 앉아 있는 것이 서있는 것보다 15.97° 더 크고, 게임하기 것이 뉴스읽기보다 3.29° 더 크다.

[0100] 데이터 분석부(132)는 도 7 내지 도 10에서의 실험의 굴곡 데이터를 분산 분석(ANOVA)을 사용하여 분석하면 하기의 표 1과 같다. 독립 변수는 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스읽기)이고, 종속 변수는 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터, 전체 평균 굴곡 데이터이다. 데이터 분석부(132)의 분산 분석 결과는 신체 자세의 경우, 경부 굴곡 데이터, 흉부 굴곡 데이터, 요추 굴곡 데이터, 전체 평균 굴곡 데이터에서 통계적으로 의미있는 차이가 있으며, 작업의 경우, 경부 굴곡 데이터에서만 의미있는 차이가 있다.

표 1

	Cervical Flexion		Thoracic Flexion		Lumber Flexion		Overall Flexion	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Posture	17.841	0.001	12.048	0.003	97.660	0.000	44.677	0.000
Task	9.151	0.008	0.001	0.970	0.434	0.519	4.048	0.060
Posture×Task	0.628	0.439	1.146	0.299	0.089	0.770	2.148	0.161

[0101]

[0102] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)에서 얻은 3축 방향 데이터(방위각, 피치, 롤)를 이용하여 신체 자세와 작업을 구분할 수 있는지 확인하기 위해서 로지스틱 회귀 분석을 수행한다.

[0103] 로지스틱 회귀 분석은 신체 자세 × 작업(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기), 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스읽기)의 3가지 경우를 수행한다.

[0104] 로지스틱 회귀 분석의 결과는 100% 분류 정확도로 작업을 정확하게 분류하고, 신체 자세 × 작업의 경우, 79.2% 내지 83.3%의 높은 분류 정확도를 얻는다(표 2).

표 2

	Posture×Task				Posture		Task	
	Sitting game	Sitting news	Standing game	Standing news	Sitting	Standing	game	news
Classification accuracy(%)	79.2	83.3	79.2	81.9	44.4	44.4	100.0	100.0
R^2 of Nagelkerke	0.516	0.493	0.536	0.544	0.023	0.023	1.000	1.000

[0105]

[0106] 표 2는 게임(앉은 자세의 게임, 서있는 자세의 게임, 게임)의 모든 경우에 스마트 기기(120)의 수평 방향의 기울기인 롤 데이터만이 경부 굴곡 각도와 전체 굴곡 각도에 영향을 미치며, 롤 데이터가 증가함에 따라 굴곡 각도가 줄어드는 경향이 있다.

[0107] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)에서 얻은 기울기 데이터인 3축 방향 데이터(방위각, 피치, 롤)를 다중 선형 회귀 분석을 통해 신체 자세와 작업을 추정한다.

[0108] 스마트 기기(120)의 기울기 데이터(3축 방향 데이터(방위각, 피치, 롤))는 다음의 표 3과 같다.

표 3

		Azimuth	Pitch	Roll
Posture	Sitting	230.47(±88.33)	-22.17(±21.59)	18.26(±23.02)
	Standing	253.32(±87.1)	-23.24(±23.43)	17.78(±22.3)
Task	Game	243.84(±41.26)	-2.29(±1.77)	38.88(±11.75)
	News	239.95(±118.07)	-43.12(±13.37)	-2.83(±4.37)

[0109]

[0110] 데이터 분석부(132)는 신체 자세 × 작업(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기), 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스읽기)에 대하여 선형 회귀 분석을 수행한다.

[0111] 선형 회귀 분석은 단순 선형 모델과, 다항식 모델을 사용하고, 다항식 모델은 2차 방정식을 사용한다.

[0112] 독립 변수가 경부 굴곡 데이터로 작업, 신체 자세에서 의미있는 차이를 보여준다. 또한, 전체 굴곡 데이터는 신체 자세에서 의미있는 차이를 보여준다.

[0113] 흉부 굴곡 데이터와 요추 굴곡 데이터는 작업에 있어 큰 차이가 없었다.

[0114] 경부 굴곡 데이터에서 조정된 R^2 값은 다항식 모델을 사용하여 뉴스읽기의 작업에 대한 데이터를 분석했을 때, 0.464로 가장 높았다.

[0115] 전체 굴곡 데이터에서 조정된 R^2 값은 0.725로 가장 높았으며, 서있는 자세에서 뉴스를 읽는 작업에 대한 데이터는 다항식 모델을 사용하여 분석한다.

[0116] A, P 및 R은 각각 방위각, 피치 및 롤이다.

[0117] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 3축 방향 데이터를 자세 작업 분류 모델식에 대입하여 신체 자세와 작업을 예측하는 알고리즘을 나타낸 도면이다.

[0118] 도 11에 도시된 바와 같이, 데이터 분석부(132)는 신체가 일정 각도로 기울어진 굴곡 데이터(경부 굴곡 데이터, 전체 굴곡 데이터), 신체 자세와 작업을 독립 변수로 로지스틱 회귀 분석을 통해 모델링하여 자세 작업 분류 모델식을 각각 생성한다. 여기서, 자세 작업 분류 모델식은 40.236-0.461R, 40.238-0.462×R 등이다.

[0119] 데이터 분석부(132)는 경부 굴곡 데이터와 전체 굴곡 데이터에 각각 신체 자세 × 작업(앉아 있을 때 게임하기, 앉아 있을 때 뉴스읽기, 서있을 때 게임하기, 서있을 때 뉴스읽기), 신체 자세(앉아 있기, 서있기)와 작업(게임하기, 뉴스읽기)을 독립변수로 설정하고, 로지스틱 회귀 분석을 통해 모델링하여 자세 작업 분류 모델식을 각각 생성한다.

[0120] 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)의 3축 방향 데이터를 입력받을 때, 3축 방향 데이터를 독립 변수로 하고, 신체 자세와 작업을 종속 변수로 하여 3축 방향 데이터를 자세 작업 분류 모델식에 대입하여 신체 자세와 작업을 추정한다.

[0121] 서버 제어부(133)는 3축 방향 데이터에 대응하여 추정된 신체 자세와 작업을 송신부(135)를 통해 스마트 기기(120)로 전송한다.

[0122] 스마트 기기(120)의 기기 제어부(124)는 추정된 신체 자세와 작업을 수신하여 음성 데이터로 변환한 후, 변환된 음성 데이터를 스피커(126)로 출력한다.

[0123] 기기 제어부(124)는 추정된 신체 자세의 경부 굴곡 데이터가 기설정된 기준 굴곡 데이터와 비교하여 경부 굴곡 데이터가 기준 굴곡 데이터를 초과하는 경우, 거북목 경고 메시지를 생성하여 디스플레이부(125)에 표시한다.

[0124] 기기 제어부(124)는 경부 굴곡 데이터가 기준 굴곡 데이터를 초과하는 경우, 거북목 경고 신호를 생성하여 스피커(126)로 출력한다.

[0125] 도 11에 도시된 바와 같이, 데이터 분석부(132)는 스마트 기기(120)에서 얻은 3축 방향 데이터(방위각, 피치, 롤)를 선형 회귀 분석과 자세 작업 알고리즘에 의해 사용자의 신체 자세와 작업을 추정한다.

[0126] 도 11에서 경부 굴곡 데이터에서 가장 좋은 결과를 가진 자세 작업 알고리즘과 선형 회귀 분석 모델은 뉴스를 읽을 때(조정된 R^2 = 0.464)의 다항식 모델(Polynomial)과 이에 해당하는 자세 작업 알고리즘이다(45.231 + 0.503 × P + 0.005 × A × R).

[0127] 도 11에서 전체 굴곡 데이터에서 가장 좋은 결과를 가진 자세 작업 알고리즘과 선형 회귀 분석 모델은 서있을 때 뉴스를 읽을 때(조정된 R^2 = 0.725)의 다항식 모델(Polynomial)과 이에 해당하는 자세 작업 알고리즘이다(65.748 + 0.757 × P + 0.005 × A × R).

[0128] 스마트 기기(120)의 신체 자세에 따르면, 서있는 자세는 경부와 흉부의 굴곡 각도가 더 크고, 앉은 자세는 요추의 각도가 더 컸다.

[0129] 작업(게임하기, 뉴스읽기)에 따른 굴곡 각도는 경부 굴곡 데이터에서만 의미있는 차이를 보여주었다.

[0130] 본 발명은 신체 자세에 따른 경부 굴곡 각도와 흉부 굴곡 각도가 앉은 자세보다 서있는 자세에서 더 컸고, 자세에 따른 요추 굴곡 각도와 전체 굴곡 각도가 서있는 자세보다 앉은 자세에서 더 컸다.

[0131] 본 발명은 목 관절 질환 연구 및 스마트폰 사용으로 인한 질병 예방에 참고할 수 있다.

[0132] 본 발명은 목 관절 질환 예방을 위한 스마트폰의 자세용 애플리케이션 개발에 도움을 줄 수 있다.

[0133] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0134] 100: 스마트 기기 시스템

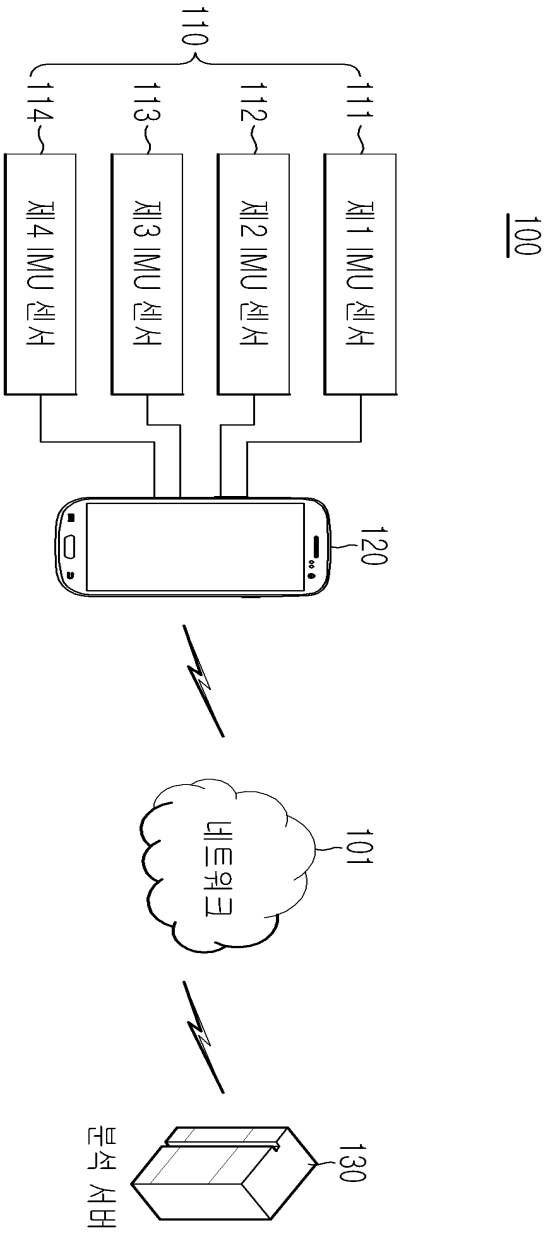
110: 거북목 감지 장치

120: 스마트 기기

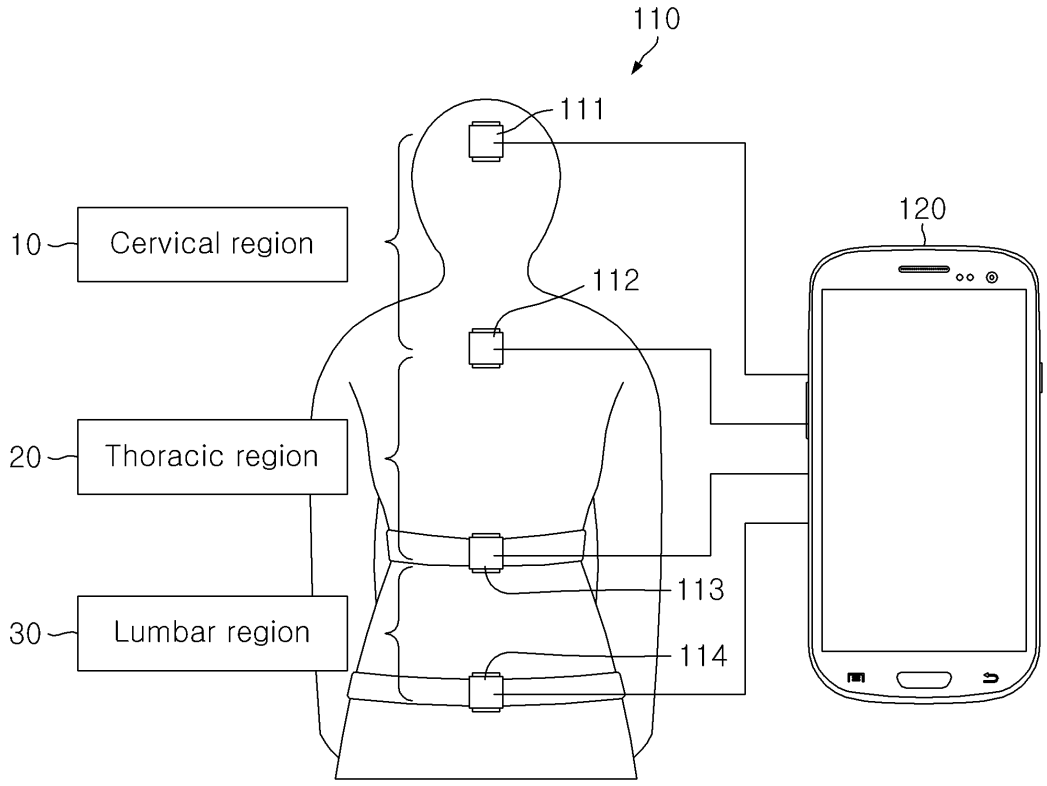
130: 분석 서버

도면

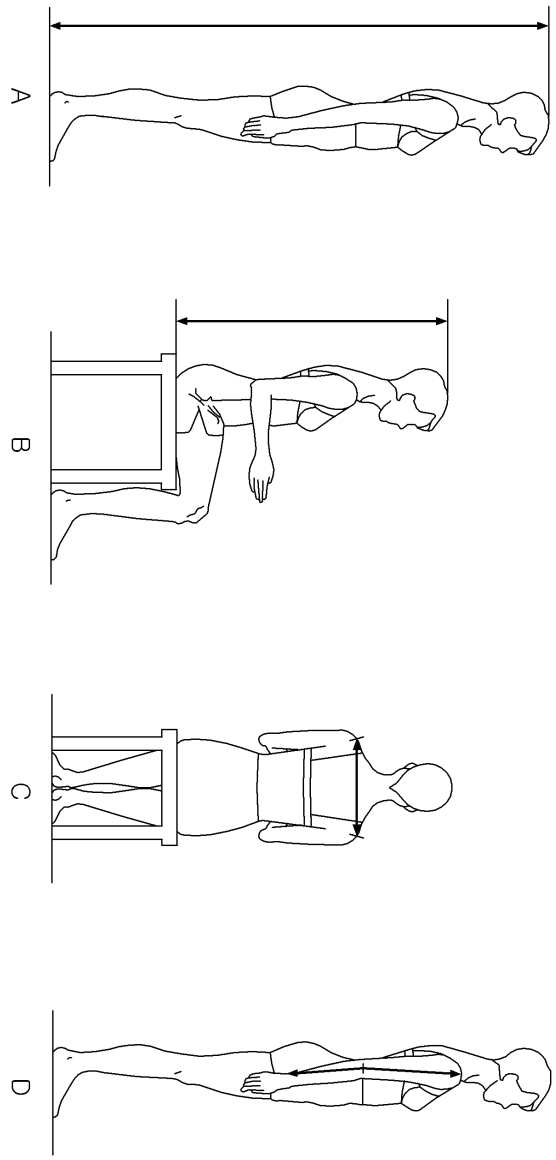
도면1


110
114
113
112
111
제4 IMU 센서
제3 IMU 센서
제2 IMU 센서
제1 IMU 센서
100
120
네트워크
101
분석 서버
130

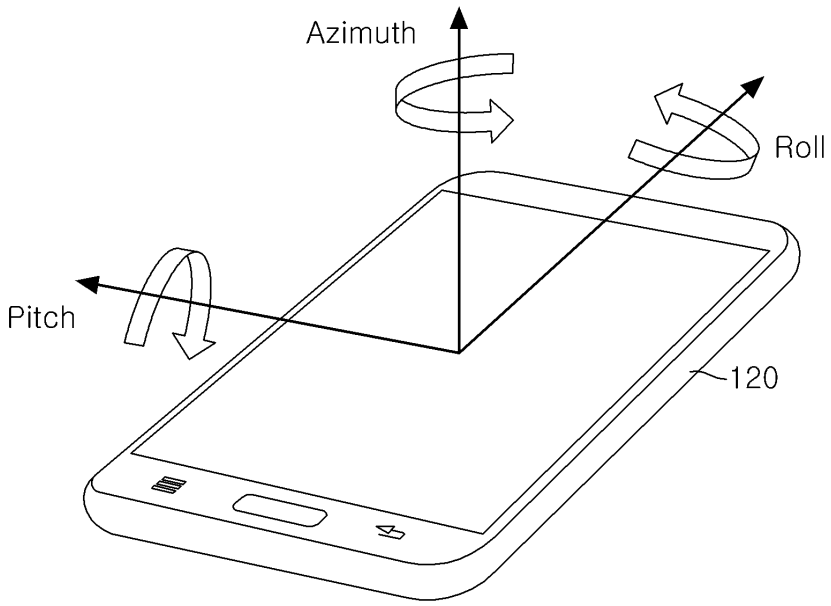
도면2


110
111
120
10
Cervical region
112
20
Thoracic region
113
30
Lumbar region
114

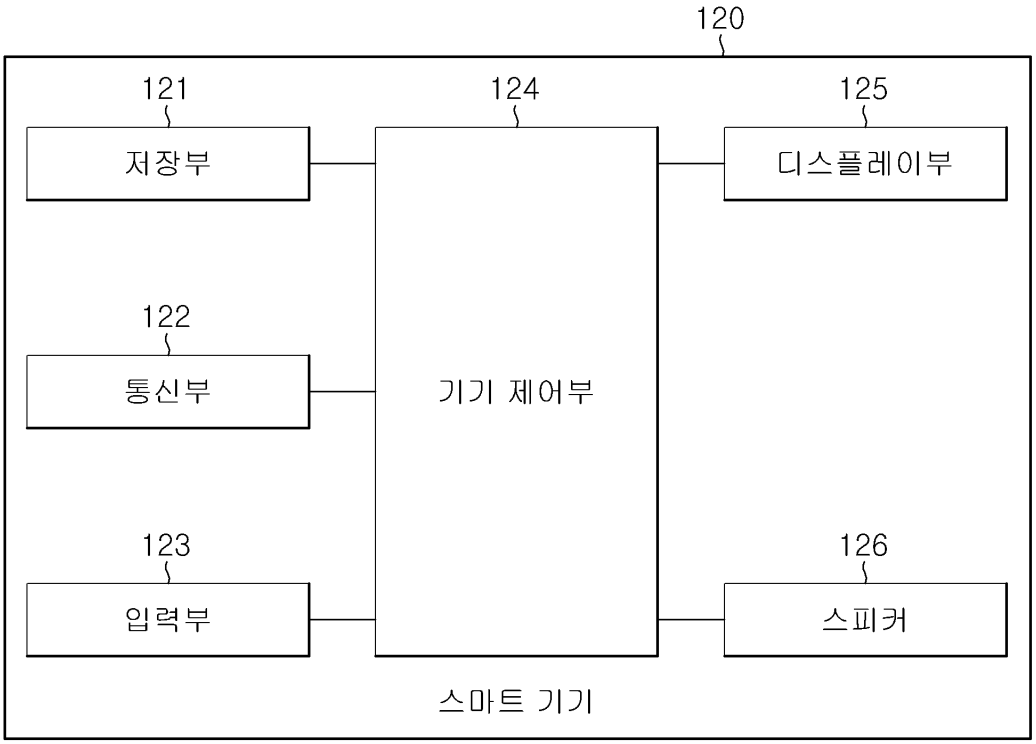
도면3



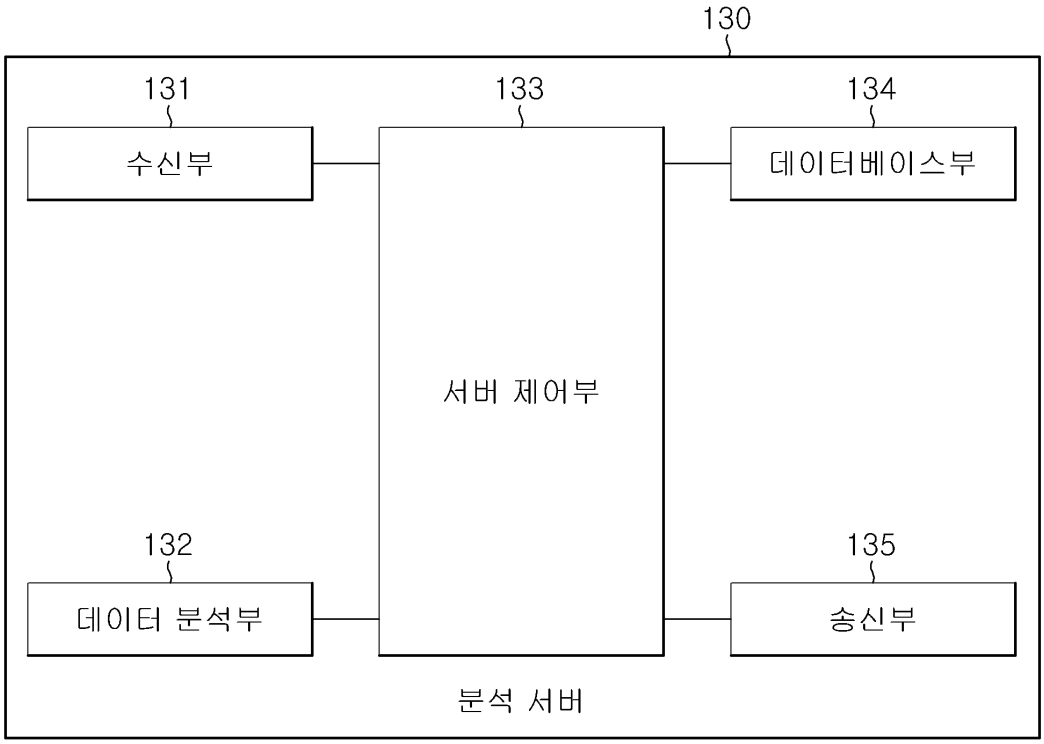
도면4


Azimuth
Roll
Pitch
120

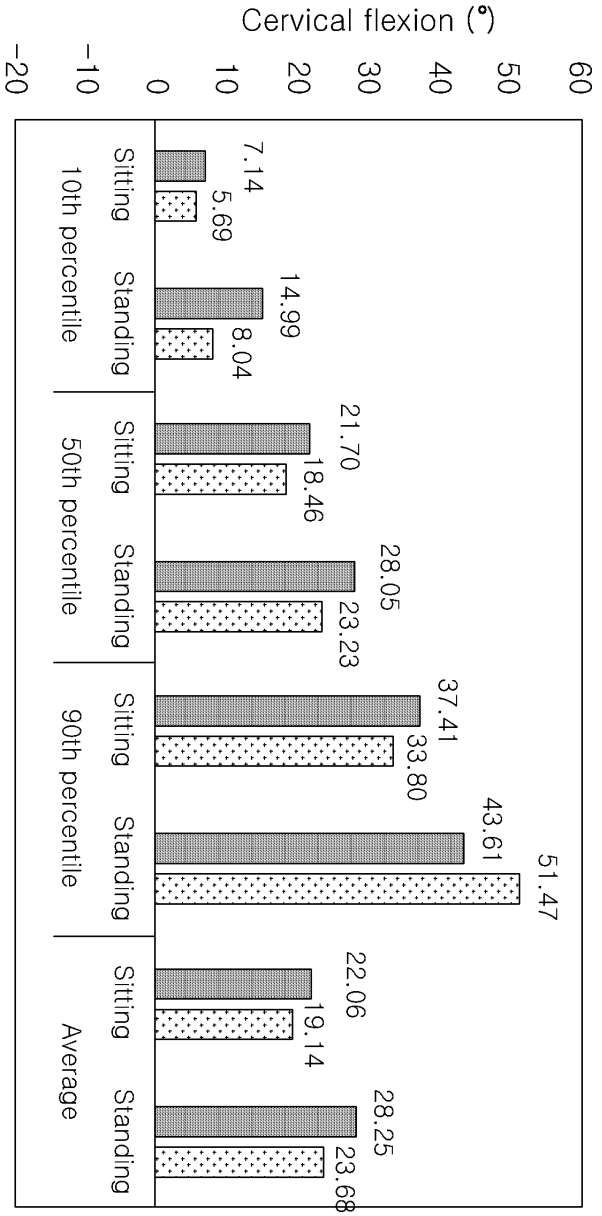
도면5


120
121
저장부
124
기기 제어부
125
디스플레이부
122
통신부
123
입력부
126
스피커
스마트 기기

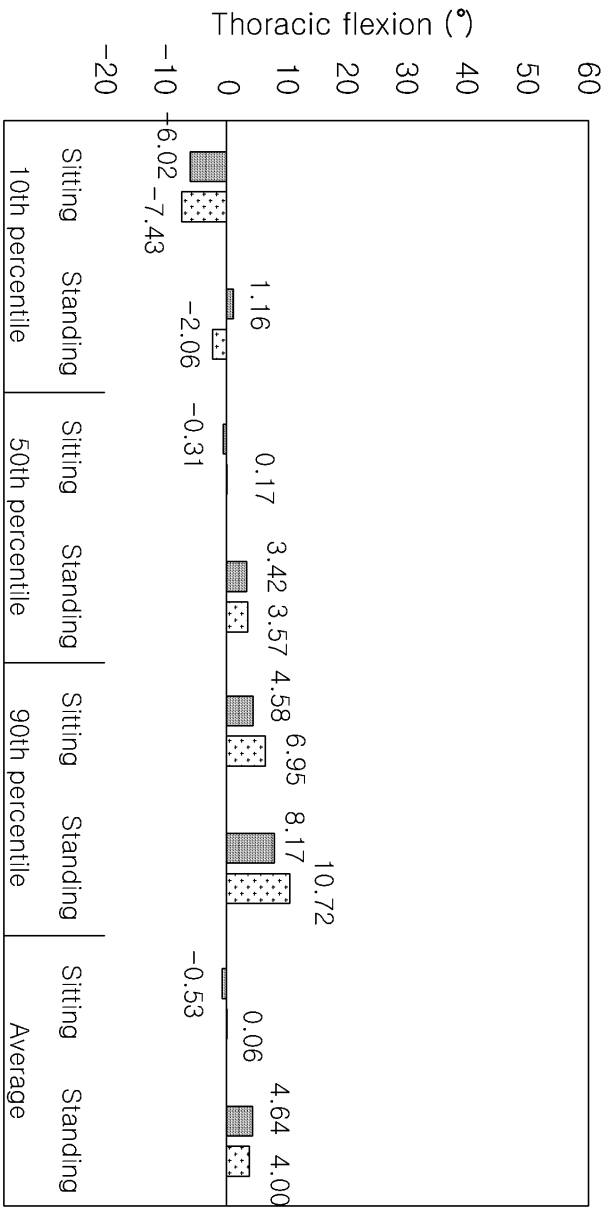
도면6



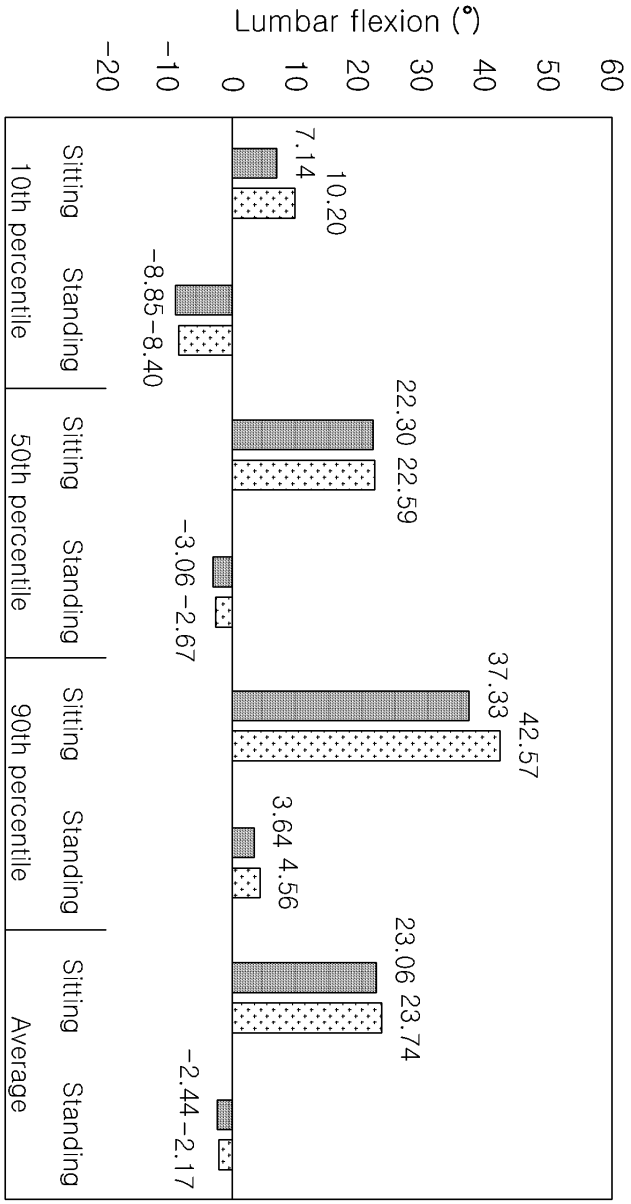
도면7


Cervical flexion (°)
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
7.14
5.69
14.99
8.04
21.70
18.46
28.05
23.23
37.41
33.80
43.61
51.47
22.06
19.14
28.25
23.68
Sitting
Standing
10th percentile
Sitting
Standing
50th percentile
Sitting
Standing
90th percentile
Sitting
Standing
Average
Playing a game
Reading news

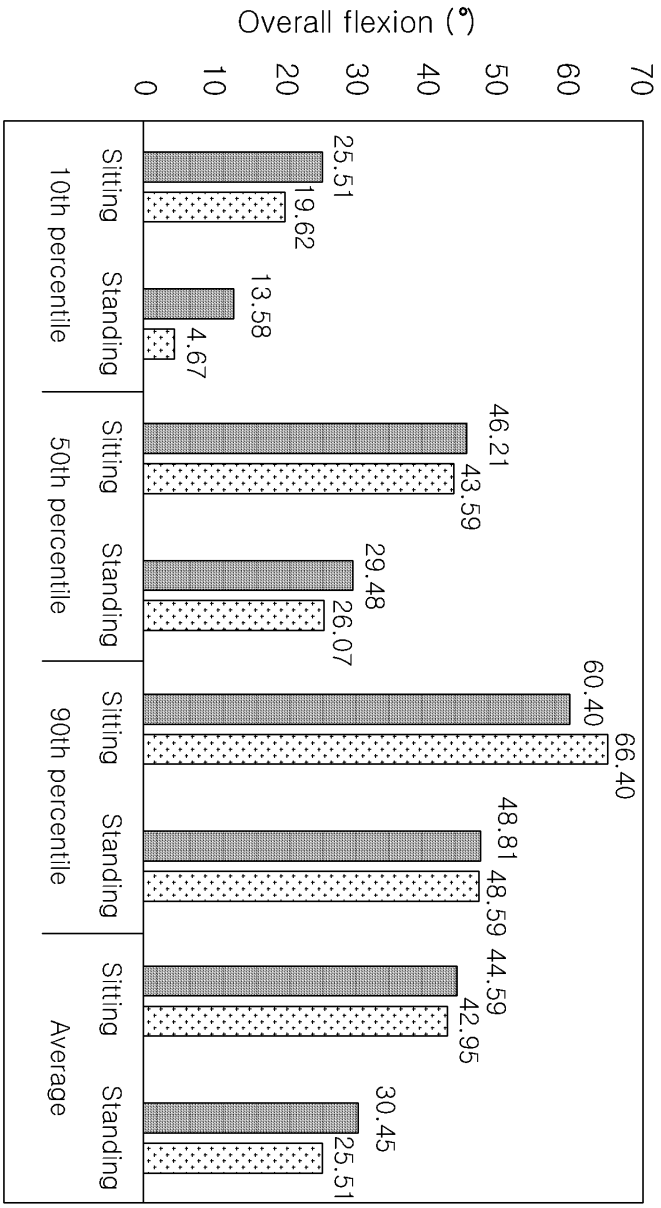
도면8


Thoracic flexion (°)
60
50
40
30
20
10
0
−10
−20
6.02
−7.43
1.16
−2.06
0.17
−0.31
3.42
3.57
4.58
6.95
8.17
10.72
−0.53
0.06
4.64
4.00
Sitting
Standing
10th percentile
Sitting
Standing
50th percentile
Sitting
Standing
90th percentile
Sitting
Standing
Average
Playing a game
Reading news

도면9


Lumbar flexion (°)
60
50
40
30
20
10
0
−10
−20
7.14
10.20
−8.85
−8.40
22.30
22.59
−3.06
−2.67
37.33
42.57
3.64
4.56
23.06
23.74
−2.44
−2.17
Sitting
Standing
10th percentile
Sitting
Standing
50th percentile
Sitting
Standing
90th percentile
Sitting
Standing
Average
Playing a game
Reading news

도면10


Overall flexion (°)
0
10
20
30
40
50
60
70
25.51
19.62
13.58
4.67
46.21
43.59
29.48
26.07
60.40
66.40
48.81
48.59
44.59
42.95
30.45
25.51
Sitting
Standing
10th percentile
Sitting
Standing
50th percentile
Sitting
Standing
90th percentile
Sitting
Standing
Average
Playing a game
Reading news

도면11

	Dependent variable		Model	Adj.R^2	Max.VIF	Algorithm
Cervical flexion	Posture × task	Sitting game	Simple linear	0.314	1.000	40.236−0.461 R
			Polynomial	0.315	1.000	40.238−0.462×R
		Sitting news	Simple linear	0.425	1.025	40.155+0.445×P+0.813×R
			Polynomial	0.333	1.000	39.658+0.489×P
		Standing game	Simple linear	0.351	1.000	51.655−0.610×R
			Polynomial	0.351	1.000	51.655−0.610×R
		Standing news	Simple linear	0.459	1.000	52.890+0.660×P
			Polynomial	0.459	1.000	52.890+0.660×P
	Posture	Sitting	Simple linear	0.252	3.673	37.524+0.465×P−0.362×R
			Polynomial	0.278	1.469	29.371−0.005×P^2−0.004×R^2
		Standing	Simple linear	0.378	3.371	50.029+0.633×P−0.525×R
			Polynomial	0.339	1.422	37.304−0.006×P^2−0.006×R^2
	Task	Game	Simple linear	0.332	1.000	46.172−0.541×R
			Polynomial	0.332	1.000	46.174−0.541×R
		News	Simple linear	0.422	1.022	46.531+0.541×P+0.637×R
			Polynomial	0.464	1.061	45.231+0.503×P+0.005×A×R
Overall flexion	Posture × task	Sitting game	Simple linear	0.191	1.000	63.804−0.488×R
			Polynomial	0.191	1.000	63.805−0.488×R
		Sitting news	Simple linear	0.337	1.000	49.775+2.375×R
			Polynomial	0.666	27.519	70.311+11.414×R+0.002×A×P+0.182×P×R
		Standing game	Simple linear	0.514	1.000	59.609−0.760×R
			Polynomial	0.514	1.000	59.611−0.760×R
		Standing news	Simple linear	0.651	1.000	61.482+0.813×P
			Polynomial	0.725	1.037	61.748+0.757×P+0.005×A×R
	Posture	Sitting	Simple linear	0.059	3.673	59.426+0.427×P−0.339×R
			Polynomial	0.521	48.750	−9.772+0.373×A−1.813×P+0.011×A×P−0.007×A×R−0.074×P×R+0.013×R^2
		Standing	Simple linear	0.541	3.371	58.098+0.784×P−0.669×R
			Polynomial	0.495	1.422	42.300−0.007×P^2−0.008×R^2
	Task	Game	Simple linear	0.225	1.000	60.286−0.586×R
			Polynomial	0.305	25.556	95.818−2.415×R+0.022×R^2
		News	Simple linear	0.410	1.254	75.393−0.038×A+0.638×P+1.632×R
			Polynomial	0.413	1.061	65.151+0.634×P+0.008×A×R