



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월17일
(11) 등록번호 10-1308973
(24) 등록일자 2013년09월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/103 (2006.01) A61B 5/11 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0143225
(22) 출원일자 2011년12월27일
심사청구일자 2011년12월27일
(65) 공개번호 10-2012-0075410
(43) 공개일자 2012년07월06일
(30) 우선권주장
1020100136597 2010년12월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP09325081 A
KR1020110053815 A
KR1020090049709 A
KR1020080071260 A
전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자
한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
(72) 발명자
김군태
경기도 고양시 일산서구 일산3동 후곡마을 307동 1601호
조창연
서울특별시 관악구 난우12길 40 (신림동)
김창한
경기도 고양시 일산서구 일산로803번길 30, 202호 (대화동)
(74) 대리인
이준서

심사관 : 최석규

(54) 발명의 명칭 근골격계 신체운동의 모니터링방법

(57) 요약

본 발명은 작업자의 자세 및 운동(동작) 이력을 정량적으로 측정할 수 있는 기술, 즉 인체의 동작 이력의 정량적 측정장치 및 방법을 제공한다.

구체적으로 본 발명에서는 건설작업 등에서 근골격계에 무리를 줄 수 있는 동작 또는 운동으로 인한 작업자의 위험도를 평가할 수 있도록, 센서를 구비한 신체 장착 밴드 및 제어장치를 이용하며, 작업자의 근골격계 운동을 모니터링하는 방법 및 장치가 제공된다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

운동을 모니터링하게 될 신체부분에 착용되는 복수개의 센서착용부재와, 상기 복수개의 센서착용부재로부터의 신호를 전송받아 연산처리하는 제어부로 구성되며; 상기 센서착용부재는, 신체에 감기게 되는 착용밴드(100)와, 상기 착용밴드에 구비되어 신체의 움직임을 측정하는 센서를 포함하여 구성된 신체운동 모니터링장치를 착용한 작업자가 움직임에 따라 상기 센서가 착용되어 있는 각 신체부의 움직임에 따라 가속도값을 측정하는 단계;

측정된 가속도값을 이용하여 상기 제어부에서 각각의 신체부에 착용된 센서의 3차원 좌표값, 각도값 및 속도값을 연산하는 단계;

연산된 3차원 좌표값, 각도값 및 속도값을 이용하여 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 상기 제어부에서 판단하는 단계; 및

상기 제어부에서 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단되는 경우, 상기 제어부에서는 판단 결과를 관리자에게 통지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

복수개의 센서착용부재는 각각 제1센서(A1), 제2센서(A2) 및 제3센서(A3)를 구비하고 있고;

각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 상기 제어부에서 판단하는 단계에서,

상기 제어부는, 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 비교하고;

상기 제어부는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 동작의 지속시간을 측정하고 지속시간을 합산하여 누적시간을 산출하며;

상기 제어부는, 누적시간을, 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준시간과 비교하여;

상기 제어부는, 누적량이 기준시간 이상인 경우에 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부에서는, 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 비교한 결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 초과하는 경우에는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계를 추가로 더 수행하고;

상기 제어부에서는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값 이하인 경우, 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류하게 되는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

제4센서(A4)가 구비된 센서착용부재를 작업자가 더 착용한 상태에서 운동하게 되며;

상기 제어부에서는, 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 비교한 결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 초과하는 경우에는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계를 추가로 더 수행하고;

상기 제어부에서는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값 이하인 경우, 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류하게 되는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

복수개의 센서착용부재는 각각 제1센서(A1), 제2센서(A2) 및 제3센서(A3)를 구비하고 있어서, 상기 제어부는 제1센서(A1)가 위치하는 기준점으로부터 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부의 상대적인 방향각도값과, 제1센서(A1)가 위치하는 기준점으로부터 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부의 상대적인 방향각도값의 차이를 이용하여 상기 제2신체부와 상기 제3신체부 간의 각도를 연산하고;

상기 제어부에서 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계에서는,

상기 제어부는, 연산된 상기 제2신체부와 상기 제3신체부 간의 각도를, 근골격계 부담작업으로 분류하는 기준 각도값과 비교하며;

상기 제어부는, 연산된 상기 제2신체부와 상기 제3신체부 간의 각도가 기준 각도값 이하인 경우에는, 동작의 지속시간을 측정하고 지속시간을 합산하여 누적시간을 산출하며;

상기 제어부는, 누적시간을, 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준시간과 비교하여;

상기 제어부는, 누적량이 기준시간 이상인 경우에 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 제어부에서 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계에서는,

상기 제어부는, 신체부에 설치된 센서에서 측정된 가속도값을, 근골격계 부담작업으로 분류하는 기준 가속도값과 비교하고;

상기 제어부는, 측정된 가속도값이 기준값보다 큰 경우에는 지속시간을 측정하게 되고, 운동 상태의 발생 누적횟수를 계수함과 동시에 지속시간을 합산한 누적시간을 산출하며;

상기 제어부는, 누적시간을, 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준시간과 비교하여;

상기 제어부는, 누적량이 기준시간 이상인 경우에는, 발생 누적횟수를 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준누적횟수와 비교하고;

상기 제어부는 누적된 회수가, 단위시간당 기준누적회수 이상으로 판정되면 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 근골격계 운동의 위험도를 평가하기 위하여 근골격계 운동을 모니터링하는 방법 및 장치에 관한 것으로

로서, 구체적으로는 건설작업 등에서 근골격계에 무리를 줄 수 있는 동작 또는 운동으로 인한 작업자의 위험도를 평가할 수 있도록, 센서를 구비한 신체 장착 밴드 및 제어장치를 이용하며, 작업자의 근골격계 운동을 모니터링하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 건설산업의 기능 인력은 가설물의 설치, 운반 등과 같이, 수시로 변하는 다양한 작업 환경에서 작업을 수행하므로, 동일 기능의 작업을 수행하는 경우에도 작업형태와 자세의 변화가 발생하게 된다. 이러한 건설산업의 작업상 특징으로 인하여 건설산업의 기능 인력은 근골격계 질환으로 어려움을 겪는 경우가 많은데, 이러한 근골격계 운동의 위험도를 객관적으로 측정하고 평가할 수 있는 기술은 아직 개발되지 아니한 실정이다.
- [0003] 일반적으로 근골격계 질환은 반복적인 동작, 부적절한 작업 자세, 무리한 힘의 사용, 날카로운 면과의 신체 접촉, 진동 및 온도 등의 다양한 요인에 의하여 발생하는 건강 장애로서, 목, 어깨, 허리, 상-하지의 신경근육, 및 그 주변 신체조직 등에 나타나는 질환을 의미한다. 구체적으로 산업안전보건법에서는 단순 반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강 장애에 대해 이를 예방하기 위한 적절한 조치를 취할 것을 규정하고 있다.
- [0004] 도 1은 형틀목공의 근골격계 질환의 유해 요인을 정리한 표이며, 도 2a는 철근공의 근골격계질환 유해 요인을 정리한 표이다. 그리고 도 2b는 조적공의 근골격계질환의 유해요인을 정리한 표이다.
- [0005] 이와 같이 건설산업 기능 인력은 다양한 형태의 근골격계 질환에 노출되어 있으나, 다양하게 변화되는 건설작업 특성에 대응하여 신체 특정부위의 작업부하를 측정할 수 있는 적합한 측정도구가 없는 바, 작업자의 운동 상태를 측정하여 근골격계 질환에 노출될 위험에 대한 위험도를 객관적으로 평가할 수 있는 기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.
- [0006] 본 발명과 관련하여 참조할 수 있는 선행기술로는 대한민국 등록특허 제10-1053491호가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1053491호(2011. 08. 08. 공고) 참조.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 요구를 만족시키기 위하여 개발된 것으로서, 구체적으로는 작업자의 손목, 전완, 상완, 몸통, 척추의 상부, 척추의 하부, 상퇴 및 하퇴와 관련된 동작(운동) 등을 모니터링하여 건설산업 등에 종사하는 건설산업 기능 인력의 근골격계 질환 노출 위험에 대한 위험도를 객관적으로 측정할 수 있도록 하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 구체적으로 작업자의 손목, 전완, 상완, 몸통, 척추의 상부, 척추의 하부, 상퇴 및 하퇴 등에 가속도센서, 자이로센서, 지자기센서 등을 부착하여, 이들 센서로부터 가속도값, 회전값, 현재위치 및 방향값 등을 탐지하고 탐지된 값을 해석하여 손목, 전완, 상완, 몸통 등의 신체 움직임을 측정함으로써, 작업자의 자세 및 운동(동작) 이력을 정량적으로 측정할 수 있는 기술, 즉 인체의 동작 이력의 정량적 측정장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 작업자의 자세 및 운동(동작) 이력을 정량적으로 측정할 수 있는 기술, 즉 인체의 동작 이력의 정량적 측정장치 및 방법을 제공한다.
- [0011] 구체적으로 본 발명에서는, 운동을 모니터링하게 될 신체부분에 착용되는 복수개의 센서착용부재와; 상기 복수개의 센서착용부재로부터의 신호를 전송받아 연산처리하는 제어부로 구성되며; 상기 센서착용부재는, 신체에 감

기게 되는 착용밴드와, 상기 착용밴드에 구비되어 신체의 움직임을 측정하는 센서를 포함하여 구성되고; 상기 제어부는, 상기 센서로부터의 측정 신호를 이용하여 각각의 신체부에 착용된 센서의 3차원 좌표값, 각도값 및 속도값을 연산하게 되어; 상기 센서착용부재를 착용한 작업자의 다관절 신체부위의 운동을 모니터링하게 되는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링장치가 제공된다.

[0012] 또한 본 발명에서는 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, 운동을 모니터링하게 될 신체부분에 착용되는 복수개의 센서착용부재와, 상기 복수개의 센서착용부재로부터의 신호를 전송받아 연산처리하는 제어부로 구성되며; 상기 센서착용부재는, 신체에 감기게 되는 착용밴드와, 상기 착용밴드에 구비되어 신체의 움직임을 측정하는 센서를 포함하여 구성된 신체운동 모니터링장치를 착용한 작업자가 움직임에 따라 상기 센서가 착용되어 있는 각 신체부의 움직임에 따라 가속도값을 측정하는 단계; 측정된 가속도값을 이용하여 상기 제어부에서 각각의 신체부에 착용된 센서의 3차원 좌표값, 각도값 및 속도값을 연산하는 단계; 연산된 3차원 좌표값, 각도값 및 속도값을 이용하여 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계; 및 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단되는 경우, 관리자가 통지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법이 제공된다.

[0013] 위와 같은 본 발명의 방법에서, 복수개의 센서착용부재는 각각 제1센서(A1), 제2센서(A2) 및 제3센서(A3)를 구비하고 있고; 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계에서는, 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 비교하고; 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 동작의 지속시간을 측정하고 지속시간을 합산하여 누적시간을 산출하며; 누적시간을, 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준시간과 비교하여; 누적량이 기준시간 이상인 경우에는, 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하여, 관리자가 통지하게 되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 또한 본 발명의 방법에서, 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 비교한 결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 초과하는 경우에는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계를 추가로 더 수행하고; 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류하게 되는 구성을 가질 수도 있다. 특히, 이러한 경우, 제4센서(A4)가 구비된 센서착용부재를 작업자가 더 착용한 상태에서 운동하게 되며; 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 비교한 결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 초과하는 경우에는, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계를 추가로 더 수행하고; 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류하게 될 수도 있다.

[0015] 또한 본 발명에서는, 위와 같은 구성에서, 복수개의 센서착용부재는 각각 제1센서(A1), 제2센서(A2) 및 제3센서(A3)를 구비하고 있어서, 제어부는 제1센서(A1)가 위치하는 기준점으로부터 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부의 상대적인 방향각도값과, 제1센서(A1)가 위치하는 기준점으로부터 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부의 상대적인 방향각도값의 차이를 이용하여 상기 제2신체부와 상기 제3신체부 간의 각도를 연산하고; 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계에서는, 연산된 상기 제2신체부와 상기 제3신체부 간의 각도를, 근골격계 부담작업으로 분류하는 기준 각도값과 비교하며; 연산된 상기 제2신체부와 상기 제3신체부 간의 각도가 기준 각도값 이하인 경우에는, 동작의 지속시간을 측정하고 지속시간을 합산하여 누적시간을 산출하며; 누적시간을, 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준시간과 비교하여; 누적량이 기준시간 이상인 경우에는, 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하여, 관리자가 통지하게 되는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법이 제공된다.

[0016] 더 나아가 본 발명에서는, 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계에서는, 신체부에 설치된 센서에서 측정된 가속도값을, 근골격계 부담작업으로 분류하는 기준 가속도값과 비교하고; 측정된 가속도값이 기준값보다 큰 경우에는 지속시간을 측정하게 되고, 운동 상태의 발생 누적횟수를 계수함과 동시에 지속시간을 합산한 누적시간을 산출하며; 누적시간을, 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준시간과 비교하여; 누적량이 기준시간 이상인 경우에는, 발생 누적횟수를 근골격계 부담 작업의 분류기준이 되는 기준누적횟수와 비교하고; 누적된 횟수가, 단위시간당 기준누적횟수 이상으로 판정되면 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하여, 관리자가 통지하게 되는 것을 특징으로 하는 신체운동 모니터링방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 의하면, 작업자의 자세 및 운동(동작) 이력을 정량적으로 측정할 수 있는 기술, 즉 인체의 동작 이력의 정량적 측정장치 및 방법을 제공한다.
- [0018] 특히, 본 발명에 따른 신체운동 모니터링장치 및 모니터링 방법에 의하면, 작업자의 운동상태를 정확하게 파악할 수 있으며, 따라서 근골격계 부담 작업 여부를 판정하는 것이 용이하게 된다. 그러므로 이러한 본 발명을 이용하게 되면, 건설기능인력의 작업자세를 개선시킬 수 있어 건설 기능인력의 근골격계질환을 예방할 수 있게 될 뿐만 아니라, 작업효율도 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 형틀목공의 근골격계 질환의 유해 요인을 정리한 표이다.
- 도 2a는 철근공의 근골격계 질환의 유해 요인을 정리한 표이다.
- 도 2b는 조적공의 근골격계 질환의 유해 요인을 정리한 표이다.
- 도 3a, 도 3b 및 도 3c는 각각 손목과 어깨의 운동형태를 보여주는 개략도이다.
- 도 4는 작업자의 어깨부터 손까지의 부위에 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치를 착용한 상태를 보여주는 개략도이다.
- 도 5는 작업자의 어깨부터 손까지의 부위에서 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치를 이루는 센서착용부재를 착용한 상태에서 움직이는 상태를 보여주는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다.
- [0021] 본 발명에서는 건설산업 등과 같은 인력의존적인 산업에 대한 기능 인력의 근골격계 질환 노출 위험에 대한 위험도를 객관적으로 측정할 수 있도록, 인체의 동작 이력의 정량적 측정장치 및 측정방법이 제공된다.
- [0022] 구체적으로 본 발명에서는 신체의 운동 상태를 모니터링하기 위하여 신체가 움직이는 각도, 신체 부위의 위치, 운동 횟수 등을 측정할 수 있는 신체운동 모니터링 장치가 제공되는데, 상기 신체운동 모니터링 장치는 특별히 신체의 다관절 부분의 운동을 모니터링하게 된다.
- [0023] 이를 위하여 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치는, 운동을 모니터링하게 될 신체부분에 착용되는 복수개의 센서착용부재와, 상기 복수개의 센서착용부재로부터의 신호를 전송받아 연산처리하는 제어부로 구성된다. 상기 센서착용부재는, 신체에 감기게 되는 착용밴드(100)와, 상기 착용밴드에 구비되어 신체의 움직임임을 측정하는 센서를 포함하여 구성된다. 즉, 본 발명의 신체운동 모니터링 장치를 이루는 복수개의 센서착용부재 각각은, 착용밴드와, 상기 착용밴드에 구비되는 센서로 구성되는 것이다.
- [0024] 다음에서는 사람의 신체에서 어깨부터 손까지의 부분을 예시하여 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치의 착용 및 이를 이용하여 신체운동을 모니터링하는 방법에 대해 설명한다.
- [0025] 우선 도 3a, 도 3b 및 도 3c에는 각각 손목과 어깨의 운동형태를 보여주는 개략도가 도시되어 있다. 도 4에는 작업자의 어깨부터 손까지의 부위에서 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치를 이루는 센서착용부재의 착용 부위를 표시한 개략도가 도시되어 있고, 도 5에는 작업자의 어깨부터 손까지의 부위에서 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치를 이루는 센서착용부재를 착용한 상태에서 움직이는 상태를 보여주는 개략도가 도시되어 있다. 도 5에서 (a) 부터 (d)로 가면서 팔을 들어올리는 상태가 신체의 정면에서 바라본 상태로 도시되어 있다.
- [0026] 도 4 및 도 5에서 부재번호 A1, A2, A3 및 A4는 각각 센서착용부재에 구비된 센서를 나타내는 것으로서, A1, A2, A3 및 A4 각각은 본 명세서에서 다음과 같은 의미를 갖는다.
- [0027] 팔이나 다리 등의 부분과 같은 신체의 다관절 부위에서, 만일 구부러질 수 있는 관절점이 4개 존재하는 경우,

본 명세서에서는 각각의 관절점을 순차적으로 "제1관절점", "제2관절점", "제3관절점" 및 "제4관절점"이라고 기재한다. 즉, 제1관절점으로부터 점점 멀어지는 순서로 제2관절점, 제3관절점, 및 제4관절점이라고 기재하는 것이다. 추가적인 관절점이 있다면 제5관절점, 제6관절점 등으로 기재하게 된다. 한편, 제1관절점은 양측으로 두 개의 신체부분이 존재하게 되는데, 본 명세서에서는 일측만이 제1관절점과 연결되어 있는 신체부분을 "제1신체부"라고 기재하며, 제1관절점과 제2관절점 사이에 존재하는 신체부분은 "제2신체부"라고 기재한다. 또한 제2관절점과 제3관절점 사이에 존재하는 신체부분은 "제3신체부"라고 기재하며, 제3관절점과 제4관절점 사이에 존재하는 신체부분은 "제4신체부"라고 기재하며, 제4관절점에 일측만이 연결되어 있는 신체부분은 "제5신체부"라고 기재한다. 만일 제5관절점이 존재한다면, 상기 제5신체부는 제4관절점과 제5관절점 사이의 신체부분이 되는 것이며, 제5관절점에 일측만이 연결되어 있는 신체부분은 "제6신체부"가 되는 것이다.

[0028] 본 명세서에서는 이러한 규칙으로 신체의 다관절 부위를 기재하므로, 앞서 도 4 및 도 5에 기재된 도면부호 A1은 제1신체부에 착용된 제1센서착용부재에 구비된 제1센서(A1)를 의미하며, 도면부호 A2는 제2신체부에 착용된 제2센서착용부재에 구비된 제2센서(A2)를 의미하고, 도면부호 A3은 제3신체부에 착용된 제3센서착용부재에 구비된 제3센서(A3)를 의미하고, 도면부호 A4는 제4신체부에 착용된 제4센서착용부재에 구비된 제4센서(A4)를 의미한다. 특히, 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 다관절 신체부위가 어깨부터 손까지인 경우에는, 아래와 같은 상관관계를 갖게 되는 것이다.

[0029] 제1신체부-어깨;

[0030] 제2신체부-상완(上腕)

[0031] 제3신체부-전완(前腕)

[0032] 제4신체부-손

[0033] 제1관절점-어깨 관절

[0034] 제2관절점-팔꿈치 관절

[0035] 제3관절점-손목 관절

[0036] 제1센서(A1) - 어깨에 착용 설치된 센서

[0037] 제2센서(A2) - 상완에 착용 설치된 센서

[0038] 제3센서(A3) - 전완에 착용 설치된 센서

[0039] 제4센서(A4) - 손에 착용 설치된 센서

[0040] 이와 같이 본 발명에 따른 신체운동 모니터링 장치는, 신체에서 복수개의 관절점을 가지는 신체부위에서 각각의 신체부에 착용할 수 있는 센서착용부재를 복수개로 포함하여 구성되며, 각각의 센서착용부재는 신체에 감기게 되는 착용밴드와, 상기 착용밴드에 구비되어 신체의 움직임을 측정하는 센서를 포함하여 구성되는 것이다.

[0041] 상기 센서로는 신체부가 움직일 때의 가속도를 측정하는 가속도계가 사용될 수 있는데, 상기 가속도계로 이루어진 센서로부터 측정된 가속도값은 제어부로 전달되고, 제어부에서는 가속도값을 연산하여 제1신체부를 기준으로 하는 각각의 신체부 즉, 제2, 제3 및 제4신체부가 존재하는 3차원 좌표값, 각도값 및 속도값을 연산하게 된다. 모니터링의 정밀도를 향상시키기 위하여, 물체의 회전각도 등을 정확하게 측정할 수 있는 자이로센서를 상기 가속도계와 함께 상기 착용밴드에 구비되는 센서로서 이용할 수도 있다. 또한 위치, 방향 등을 더욱 정밀하게 측정할 수 있는 지자기 센서를 상기 가속도계와 함께 상기 착용밴드에 구비되는 센서로서 이용할 수도 있다. 물론 상기 지자기 센서는 자이로센서와 함께 사용될 수도 있다.

[0042] 상기 제어부가 센서로부터 측정된 신호를 이용하여 신체의 운동상태를 분석함에 있어서는, 필요에 따라 3차원 직교좌표계 값으로 측정된 각 신체부의 위치정보를 구(球) 좌표계의 값으로 변환시키는 작업을 수행할 수도 있으며, 더 나아가 신호에 섞여 있는 잡음 신호를 제거하기 위한 필터링 작업을 더 수행할 수도 있다. 3차원 직교좌표계를 구(球) 좌표계로 변환하는 작업 및 신호의 필터링 작업에는 이미 공지된 방법을 이용할 수 있으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다. 신호의 필터링 작업에는 공지되어 있는 "칼만 필터"를 이용할

수 있다.

- [0043] 본 발명에 따른 신체운동 모니터링방법의 일례로서, 도 5를 참조하여 팔의 운동을 모니터링하는 것을 살펴보면, 우선 작업자는 제1센서(A1)가 구비된 착용밴드를 어깨에 착용하고, 제2센서(A2)가 구비된 착용밴드를 어깨와 팔꿈치 사이의 상완에 감아서 착용하며, 제3센서(A3)가 구비된 착용밴드를 팔꿈치와 팔목 사이의 전완에 감아서 착용하고, 제4센서(A4)가 구비된 착용밴드를 손에 감아서 착용한다.
- [0044] 이와 같이 본 발명에 따른 신체운동 모니터링장치를 착용한 후, 작업을 수행하면서 팔을 움직이게 되면, 어깨에 설치된 제1센서(A1)를 기준으로 제2센서(A2), 제3센서(A3) 및 제4센서(A4)의 상대적인 가속도가 측정되며, 측정된 신호는 제어부로 전송되고 제어부에서는 연산을 통해서 제1센서(A1)를 기준점으로 하는 제2센서(A2), 제3센서(A3) 및 제4센서(A4) 각각의 상대적인 3차원 위치좌표값을 산출하게 된다. 또한 제어부는 측정된 가속도 신호를 이용한 연산에 의해서, 제1센서(A1)를 기준점으로 하여 제1센서(A1)로부터 제2센서(A2)를 향하는 방향의 각도("제2센서의 방향각도")를 산출하게 되고, 이와 마찬가지로 제1센서(A1)를 기준점으로 하여 제1센서(A1)로부터 제3센서(A3)를 향하는 방향의 각도("제3센서의 방향각도") 및 제1센서(A1)를 기준점으로 하여 제1센서(A1)로부터 제4센서(A4)를 향하는 방향의 각도("제4센서의 방향각도")를 산출하게 된다. 더 나아가 제어부는 측정된 가속도 신호를 이용한 연산에 의해서, 제1센서(A1)를 기준으로 하는 제2센서(A2)의 상대속도, 제3센서(A3)의 상대속도 및 제4센서(A4)의 상대속도를 산출하게 된다.
- [0045] 즉, 제1신체부인 어깨를 기준점으로 하여 제2신체부(상완), 제3신체부(전완) 및 제4신체부(손)의 상대적인 3차원 좌표위치, 상대적인 방향각도 및 상대적인 속도가 산출되는 것이다. 따라서 관찰자는 작업과정에서 작업자의 팔이 움직이는 상태를 모니터링할 수 있게 되는 것이다. 제어부에 디스플레이장치가 구비되어 있는 경우에는 이러한 작업자의 팔 움직임이 시각적으로 표현될 수 있으며, 더 나아가 제어부에서는 운동의 이력에 대한 데이터도 축적하게 된다.
- [0046] 한편, 본 발명에 따른 근골격계 운동의 모니터링방법에서는, 위와 같이 운동의 이력 등을 파악하는 것에 더하여, 신체의 움직임을 모니터링한 결과에 기초하여 근골격계 부담여부를 판정하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0047] 다음에서는 제어부에서의 연산에 의해 신체의 움직임을 모니터링한 결과를 이용하여 작업의 근골격계 부담여부를 판정하는 과정에 대해 설명한다.
- [0048] 도 6에는 작업이 근골격계에 부담이 되는지의 여부를 판정하는 과정에 대한 개략적인 흐름도가 도시되어 있다. 우선 작업자가 본 발명에 따른 신체운동 모니터링장치를 착용한 후, 기본적인 자세를 취하여 각 센서의 영점 설정 작업을 수행하게 된다(단계 S1).
- [0049] 신체운동 모니터링장치를 착용한 작업자가, 업무에 필요한 작업을 수행하게 되면(단계 S2), 신체운동 모니터링장치에 구비된 각각의 센서는, 착용되어 있는 해당 신체부의 움직임에 따라 가속도값을 측정하게 되고(단계 S3), 제어부에서는 측정된 가속도값을 이용하여 작업자세에 대한 데이터를 연산하게 된다(단계 S4). 즉, 단계 S4에서는 기준점 즉, 제1센서(A1)가 설치된 신체부위를 기준점으로 삼아서, 각각의 신체부에 대해 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값을 연산하게 되는 것인데, 구체적으로는 제2센서(A2), 제3센서(A3), 제4센서(A4) 등이 각각 위치하는 신체부에 대해, 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값을 연산하는 것이다. 센서로서 자이로센서가 더 구비되거나 또는 지자기센서가 더 구비되는 경우, 이와 같은 추가적인 센서에 의해 측정된 신호를 이용하여 제어부는 위와 같은 각각의 신체부에 대해서, 상기 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값을 더욱 정밀하게 연산하게 된다.
- [0050] 각각의 신체부에 대해, 상기 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값이 산출되면, 산출된 값에 근거하여 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하게 된다(단계 S5). 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단되는 경우, 관리자가 이러한 사실을 인지하도록 통지하게 되고(단계 S6), 측정데이터(가속도값), 연산데이터(상대위치, 방향각도, 상대속도 등) 및 위해(危害)동작임을 표시하는 마크(표식)를 기록하게 된다(단계 S7). 만일 근골격계 부담이 되는 운동이 아닌 것으로 판단되는 경우에는 단순히 측정 데이터(가속도값) 및 연산데이터(상대위치, 방향각도, 상대속도 등)를 기록하게 된다(단계 S8).
- [0051] 이와 같이 모니터링되고 연산된 데이터들 중 단계 S7의 위해동작 기록을 바탕으로 총 노동부하를 판단하게 되고(단계 S9), 이러한 전체적인 모니터링 작업을 출력하여(단계 S10), 전체적인 모니터링 과정을 종결하게 된다.

- [0052] 도 6을 참조하여 설명한 작업의 근골격계 부담여부 판정 과정에서, 상기 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치 좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값에 근거하여 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계(단계 S5)는, 작업 위험도를 평가하려는 신체부위와, 해당 신체부위에 요구되는 운동의 종류에 따라 달라진다.
- [0053] 도 7에는, 제1센서(A1)가 위치한 신체부위를 기준점으로 삼아서, 나머지 센서들이 위치한 신체부위가 기준점보다 높이 올라가는 횟수 및 지속시간을 기준으로 근골격계 부담 여부를 판단하는 구체적인 방법에 대한 흐름도가 도시되어 있다. 예를 들어, 팔의 경우, 상완부터 손까지의 부위가 어깨보다 더 높이 올라가는 횟수가 많을수록, 그리고 팔이 어깨보다 더 높이 올라가는 지속시간이 길수록 근골격계에 부담이 된다. 또한 비록 상완은 어깨보다 낮게 위치하더라도 전완부터 손까지의 부위가 어깨보다 더 높이 올라가는 횟수가 많고 또 그 지속시간이 길수록 근골격계에 부담이 된다. 노동부 고시 제2003-24호에서는 "하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨 위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어지는 작업"을 근골격계 부담작업 제3호로 규정하고 있다.
- [0054] 따라서 측정된 신체의 운동이 위에서 예시한 바와 같은 근골격계 부담작업에 해당하는지를 판단하기 위해서는, 도 7에서와 같이 제1센서(A1)가 위치한 신체부위를 기준점으로 삼아서, 나머지 센서들이 위치한 신체부위가 기준점보다 높이 올라가는 횟수 및 지속시간에 따른 판단이 이루어져야 하는 것이다.
- [0055] 구체적으로 상기 단계 S4에서, 제1센서(A1)가 설치된 신체부위를 기준점으로 삼아서, 각각의 신체부에 대해 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값이 연산되면, 단계 S5 즉, 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계를 수행할 때에는, 도 7에 도시된 것처럼, 우선 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계를 수행한다(단계 C1). 만일 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 제1신체부 즉, 기준점과 동일하거나 그보다 더 높은 곳에 위치하는 것이므로 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류되어 그 동작의 지속시간을 측정하고 지속시간을 합산하여 누적시간을 산출하게 된다(단계 C2). 그리고 이러한 근골격계 부담이 되는 행동의 지속시간을 모두 합산한 누적시간을, 법이나 기타 노동관련 규정에 정한 근골격계 부담 작업으로 분류되는 기준시간과 비교하는 단계를 수행하고(단계 C3), 만일 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 기준점과 동일하거나 그보다 더 높은 곳에 위치하게 되는 지속시간의 누적량이 기준시간 이상인 경우에는, 앞서 도 6에서 살펴본 것처럼 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하여, 관리자가 이러한 사실을 인지하도록 통지하게 되고(단계 S6), 경고 데이터를 기록하게 된다(단계 S7). 상기 기준시간은 약 60분으로 정할 수 있다.
- [0056] 반면에 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제2센서(A2)의 연직방향 좌표값을 초과하면 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 기준점보다 더 낮은 곳에 위치하는 것이 된다. 그러나 제2신체부와 연결된 제3신체부의 위치에 따라서는 근골격계 부담이 되는 행동이 될 수 있으므로, 단계 C1에 후속하여 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계를 수행한다(단계 C4). 단계 C4의 비교결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 제1신체부 즉, 기준점과 동일하거나 그보다 더 높은 곳에 위치하는 것이므로, 이 역시 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류되어 단계 C2로 진행하여 지속시간을 측정하게 된다.
- [0057] 그러나 단계 C4의 비교결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값 보다 더 큰 경우에는 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 제1신체부 즉, 기준점보다 아래에 있는 것이며, 이는 근골격계 부담이 되는 행동으로 볼 수 없으므로, 도 6에서 설명한 단계 S8로 진행하여 단순히 측정 데이터를 기록하게 된다.
- [0058] 위에서 도 7에서 설명한 실시예는 신체의 팔운동에 그대로 적용할 수 있다. 즉, 제1센서(A1)가 위치하는 기준점 즉, 제1신체부는 어깨가 되고, 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부는 상완이고, 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부는 전완이 될 수 있는 것이다. 이 경우, 결국 팔이 어깨보다 더 높이 올라가는 횟수 및 지속시간을 파악하게 되고, 상완은 어깨 아래에 있지만 전완이 어깨 이상으로 올라가는 횟수 및 지속시간을 파악하게 되어, 앞서 설명한 노동부 고시 제2003-24호에서 규정하는 부담작업 제3호의 해당여부를 파악할 수 있게 되는 것이다.
- [0059] 도 8에는 제2센서(A2) 및 제3센서(A3)에 더하여 제4센서(A4)가 더 추가되는 경우에 대한 흐름도가 도시되어 있다. 도 7에서는 제3센서까지만 존재하는 것으로 설명하였으나, 제4센서(A4)가 더 추가되는 경우에는, 기준점에

위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계(단계 C4)를 수행하여 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제3센서(A3)의 연직방향 좌표값 보다 더 커서 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 제1신체부 즉, 기준점보다 아래에 있는 것으로 판단된 이후에, 추가적으로 기준점에 위치하는 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값과, 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값을 비교하는 단계(단계 C5)를 더 수행한다. 앞서 단계 C4와 마찬가지로, 상기 단계 C5에서 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값 이하인 경우에는, 제4센서(A4)가 위치하는 제4신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 제1신체부 즉, 기준점과 동일하거나 그보다 더 높은 곳에 위치하는 것이므로, 이 역시 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류되어 단계 C2로 진행하여 지속시간을 측정하게 된다. 그러나 단계 C5의 비교결과, 제1센서(A1)의 연직방향 좌표값이 제4센서(A4)의 연직방향 좌표값 보다 더 큰 경우에는 제4센서(A4)가 위치하는 제4신체부가 제1센서(A1)가 위치하는 제1신체부 즉, 기준점보다 아래에 있는 것이며, 이는 근골격계 부담이 되는 행동으로 볼 수 없으므로, 도 6에서 설명한 단계 S8로 진행하여 단순히 측정 데이터를 기록하는 과정 등을 수행하게 된다.

[0060] 위와 같이 기준점과 각 신체부 간의 연직방향의 높이를 기준으로 근골격계 부담 작업 여부를 판단하는 방법 이외에, 상대적인 방향각도값을 기준으로 근골격계 부담 작업 여부를 판단할 수도 있다. 앞서 설명한 노동부 고시 제2003-24호에서는 "하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업"을 근골격계 부담작업 제5호로 규정하고 있다. 상대적인 방향각도값을 기준으로 하는 경우는, 이와같이 관절을 쪼그리거나 굽히는 동작이 반복되거나 지속되는 작업에서의 근골격계 부담 작업 여부 판단에 매우 유리하다.

[0061] 도 9에는 제1센서(A1)가 위치한 기준점으로부터 나머지 센서들이 위치한 신체부위가 얼마정도의 각도를 가지고 있는지를 기준으로 삼아서, 측정된 신체의 운동이 근골격계 부담작업에 해당하는지를 판단하는 구체적인 방법을 보여주는 개략적인 흐름도가 도시되어 있다.

[0062] 구체적으로 상기 단계 S4에서, 측정된 가속도값을 이용하여 기준점 즉, 제1센서(A1)가 설치된 신체부위를 기준으로 삼아서, 각각의 신체부에 대해 기준점으로부터의 상대적인 3차원 위치좌표값, 상대적인 속도값, 및 상대적인 방향각도값을 연산되면, 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동인지를 판단하는 단계(단계 S5)를 수행할 때, 도 9에 도시된 것처럼, 우선 제1센서(A1)가 위치하는 기준점으로부터 제2센서(A2)가 위치하는 제2신체부의 상대적인 방향각도값과, 제1센서(A1)가 위치하는 기준점으로부터 제3센서(A3)가 위치하는 제3신체부의 상대적인 방향각도값의 차이를 이용하여 제2신체부와 제3신체부 간의 각도를 연산한다(단계 D1). 즉, 제2신체부와 제3신체부 사이에 존재하는 제2관절부에서의 각도를 연산하는 것이다.

[0063] 이와 같이 제2신체부와 제3신체부 간의 각도가 연산되면, 연산된 각도(제2관절부의 각도)가 근골격계 부담작업으로 분류하는 기준 각도값을 초과하는지의 여부를 판단하는 단계를 수행한다(단계 D2). 만일 제2관절부의 각도가 기준 각도값 이하라면 이는 제2신체부와 제3신체부가 서로 근접하도록 좁아져 있는 상태가 된다. 즉, 제2신체부가 상완이고 제3신체부가 전완이며, 기준각도가 90도인 경우, 제2관절부는 팔꿈치가 되는데, 제2관절부의 각도가 기준 각도값 이하로 작다면 팔꿈치가 많이 접혀져 있는 상태가 되는 것이다. 따라서 제2관절부의 각도가 기준 각도값 이하인 경우에는, 근골격계 부담이 되는 행동으로 분류되어 그 지속시간을 측정하게 되고 지속시간의 합계인 누적시간을 산출한다(단계 D3). 그리고 이러한 근골격계 부담이 되는 행동의 지속시간을 모두 합산하여 산출된 누적시간을, 법이나 기타 노동관련 규정에 정한 근골격계 부담 작업으로 분류되는 기준시간과 비교하는 단계를 수행하고(단계 D4), 만일 누적시간이 기준시간 이상인 경우에는, 앞서 도 6에서 살펴본 것처럼 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하여, 관리자가 이러한 사실을 인지하도록 통지하게 되고(단계 S6), 경고 데이터를 기록하게 된다(단계 S7). 이 경우, 누적시간과 비교하는 기준시간은 60분으로 정할 수 있다.

[0064] 반면에 제2관절부의 각도가 기준 각도값보다 더 크다면 이는 제2신체부와 제3신체부가 서로 떨어져 있는 상태에서, 팔에 대해 적용하게 되면 상완에 해당하는 제2신체부와 전완에 해당하는 제3신체부가 서로 떨어져 있어 제2관절부에 해당하는 팔꿈치가 퍼져 있는 상태이며, 따라서 이 경우에는 근골격계 부담이 되는 운동이라고 간주하지 않게 되어 도 6에서 설명한 단계 S8로 진행하여 단순히 측정 데이터를 기록하게 된다.

[0065] 본 발명에 의해 근골격계 위험도를 판단함에 있어서, 가속도값을 기준으로 근골격계 부담 작업 여부를 판단할 수도 있다. 노동부 고시 제2003-24호에서는 "하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업"은 근골격계 부담작업 제11호로 규정하고 있다. 가속도값을 기준으로 하는 경우는 이와 같이 충격 등이 가해지는 작업에서의 근골격계 부담 작업 여부 판단에 매우 유리하다.

[0066] 도 10에는 이와 같이 가속도값을 기준으로 삼아서, 측정된 신체의 운동이 근골격계 부담작업에 해당하는지를 판단하는 구체적인 방법을 보여주는 개략적인 흐름도가 도시되어 있다.

- [0067] 즉, 신체부에 설치된 센서에서 측정된 가속도값을, 근골격계 부담작업으로 분류하는 기준 가속도값과 비교하여 (단계 E1), 만일 측정된 가속도값이 기준값보다 크다면, 이는 해당 센서가 착용된 신체부에 큰 가속도가 발생한 것이며 이는 충격이 가해진 것으로 볼 수 있으며, 따라서 측정된 가속도값이 기준값보다 클 때의 지속시간을 측정하게 되고, 이러한 상태가 발생하게 되는 누적횟수를 계수함과 동시에 지속시간을 합산한 누적시간을 산출하게 된다(단계 E2). 누적시간이 기준시간 이상인지의 여부를 판단하여(단계 E3), 만일 누적시간이 기준시간 이상이라고 판단되면 후속하여 누적된 회수가, 단위시간당 기준 누적회수 이상인지의 여부를 판단한다(단계 E4). 만일 누적된 회수가, 단위시간당 기준누적회수 이상으로 판정되는 경우에는 신체에 과도한 충격이 지속적으로 그리고 반복적으로 가해진 것으로 볼 수 있으므로, 앞서 도 6에서 살펴본 것처럼 각 신체부의 운동이 근골격계 부담이 되는 운동이라고 판단하여, 관리자가 이러한 사실을 인지하도록 통지하게 되고(단계 S6), 경고 데이터를 기록하게 된다(단계 S7).
- [0068] 한편, 측정된 가속도값이 기준값 이하인 경우에는, 이는 해당 센서가 착용된 신체부에 경미한 가속도가 발생한 것이고 이는 신체가 견딜 수 있는 정도의 작은 충격이 가해진 것으로 볼 수 있으므로, 이 경우에는 근골격계 부담이 되는 운동이라고 간주하지 않게 되어 도 6에서 설명한 단계 S8로 진행하여 단순히 측정 데이터를 기록하게 된다. 앞서 누적시간이 기준시간 이상인지의 여부를 판단하는 단계(단계 E3) 및 누적된 회수가 단위시간당 기준 누적회수 이상인지의 여부를 판단하는 단계(단계 E4)에서도, 누적시간이 기준시간 미만인 경우, 그리고 누적된 회수가 단위시간당 기준 누적회수 미만인 경우에는 근골격계 부담이 되는 운동이라고 간주하지 않게 되어 도 6에서 설명한 단계 S8로 진행하여 단순히 측정 데이터를 기록하게 된다.
- [0069] 이와 같이, 본 발명에 따른 신체운동 모니터링장치 및 모니터링 방법에 의하면, 작업자의 운동상태를 정확하게 파악할 수 있으며, 따라서 근골격계 부담 작업 여부를 판정하는 것이 용이하게 된다. 그러므로 이러한 본 발명을 이용하게 되면, 건설기능인력의 작업자세를 개선시킬 수 있어 건설 기능인력의 근골격계질환을 예방할 수 있게 될 뿐만 아니라, 작업효율도 향상시킬 수 있게 된다.

부호의 설명


- [0070] 100: 착용밴드

도면

도면1

직종	형틀목공		거푸집 작업	
작업개요	콘크리트 타설을 위한 거푸집을 운반, 정비, 엮기, 그리고 조립하는 작업으로 노동력 투여비중이 높음.			
작업단위	단위작업	작업내용	손상 가능부위	근골격계 부담작업
	1. 운반	<ul style="list-style-type: none"> - 2개의 유로품을 어깨에 얹고 운반하는 작업 - 1개의 유로품을 각각 한 손에 들고 운반하는 작업 	<ul style="list-style-type: none"> - 목, 어깨, 허리 - 손가락 관절, 손목 관절과 인대 	제3, 4, 5호 하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 허리, 다리 부위를 부적절한 자세(어깨가 90도 이상 굽곡 또는 20도 이상 신전된 상태)에 노출
	2. 정비	<ul style="list-style-type: none"> - 장도리를 사용하여 유로품 표면의 못과 같은 이물질을 반복적으로 제거하는 작업 	<ul style="list-style-type: none"> - 손목과 팔꿈치, 어깨(장시간 망치질로 인한 진동) 	제8, 9호
	3. 엮기	<ul style="list-style-type: none"> - 유로품을 어깨 위로 들어 품을 배치하는 작업 	<ul style="list-style-type: none"> - 허리와 어깨 손목 	자재 취급으로 하루에 10회 이상 25kg 이상의 중량물을 취급 및 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래 또는 어깨 위, 팔을 뻗은 상태로 작업
	4. 조립	<ul style="list-style-type: none"> - 결속공구(못, 고정핀 등)를 활용하여 거푸집을 조립하는 작업 	<ul style="list-style-type: none"> - 허리와 어깨, 목 부위(상단의 경우 팔을 어깨 위까지 높이 들어 올려 폼타이를 체결) - 손목통증(망치질에 의한 진동) 	제2호 망치작업시 손목이나 팔꿈치 부위를 반복적으로 사용
중량물(힘) 작업 특성	중량물 취급 - 유로품(약 13kg), - 알루미늄폼 서포터(약 12kg)	공구사용 특성	- 망치(0.7kg)	
주된 애로사항	- 운반 및 엮기 시 중량물 취급으로 인한 무리한 힘의 사용(손목, 어깨, 허리) - 정비 및 조립 시 상하부 작업 중 부적절한 작업자세(손목, 팔꿈치, 어깨, 목) - 정비 및 조립 시 망치질로 인한 충격 발생(손목, 어깨)			

도면2a

직종	철근공	설치 작업		
작업개요	건축 구조물의 인장력을 부여하기 위한 철근을 운반, 배치, 고정, 그리고 배관설치하는 작업으로 노동력 투여비중이 높음.			
작업단위	단위작업	작업내용	손상 가능부위	근골격계 부담작업
	1. 운반	- 4개의 철근을 어깨에 얹어서 운반하는 작업 	- 허리, 어깨, 목 그리고 손목부위	제9호 자재 취급으로 하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래 또는 어깨 위, 팔을 뻗은 상태로 작업
	2. 배치	- 철근을 쪼그려 앉은 자세로 배근하거나 수직철근에 띠근을 고정하기 위해 철근 결속선 핸들과 결속선을 이용하여 작업 	- 손목과 팔꿈치, 어깨, 무릎	제5호 하루에 총 2시간 이상 다리를 쪼그리거나 무릎을 꿇은 상태로 작업
	3. 고정	- 철근 결속선 핸들과 결속선을 이용하여 허리를 굽힌 자세, 또는 쪼그려 앉은 자세로 슬래브의 철근이나 벽철근 등을 결합하는 작업 	- 손목, 팔꿈치, 어깨, 무릎 및 허리	제4호 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리 부위를 굴곡하거나 회전시키거나 측면으로 기울인 상태에서 작업
	4. 배관 설치	- 철근 결속선 핸들과 결속선을 이용하여 허리를 굽힌 자세, 또는 쪼그려 앉은 자세로 슬래브나 벽근 등을 결합하는 작업 	- 손목, 팔꿈치, 무릎 및 허리	제2호 하루에 총 2시간 이상 손목이나 팔꿈치, 어깨, 목 부위를 반복적으로 사용하는 작업
중량물(힘) 작업 특성	중량물 취급 - 철근(약 8kg),	공구사용 특성	- 철근 결속도구 - 수동 커터	
주된 애로사항	- 운반 시 중량물 취급으로 인한 무리한 힘의 사용(손목, 어깨, 목, 허리) - 배치, 고정 및 배관설치 시 바닥부위 작업 중 부적절한 작업자세(손목, 팔꿈치, 어깨, 무릎)			

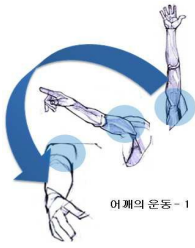
도면2b

직종	조적공		쌓기 작업	
작업개요	블록, 벽돌 등의 부재를 쌓아 실내벽체를 구성하는 작업으로 노동력 투여비중이 높음.			
작업단위	단위작업	작업내용	손상 가능부위	근골격계 부담작업
	1. 얹기	<ul style="list-style-type: none"> - 여러 개의 콘크리트 블록을 한 번에 쌓기 전 블록을 쌓을 위치에 모르더 얹기를 하는 작업 	- 허리, 손목, 어깨	제8호 하루에 총 10회 이상 25kg 이상의 중량을 취급 작업 제4호
	2. 블록 쌓기	<ul style="list-style-type: none"> - 1개의 콘크리트 블록을 반복하여 쌓는 작업 	- 허리, 손목, 어깨	하루에 총 2시간 이상 목이나 허리 부위를 굴곡 및 회전시키거나 측면으로 기울인 상태에서 작업
	3. 수평 맞추	<ul style="list-style-type: none"> - 쌓아올린 콘크리트 블록의 네 귀퉁이를 망치로 두드려 수평을 맞추는 작업 	- 어깨와 목, 손목 (망치에 의한 진동)	제3호 하루에 총 2시간 이상 어깨가 90도 이상 굴곡 또는 20도 이상 신전된 상태로 작업
	4. 크기 조정	<ul style="list-style-type: none"> - 쪼그려 앉은 상태에서 콘크리트 벽돌을 손에 들고 망치로 쳐서 크기를 줄이는 작업을 반복적으로 진행하는 작업 	- 어깨와 목, 손목	제2호 하루에 총 2시간 이상 손목이나 팔꿈치, 어깨, 목 부위를 반복적으로 작업
	5. 벽돌 쌓기	<ul style="list-style-type: none"> - 1개의 벽돌을 반복하여 쌓는 작업 	- 어깨와 목, 손목 및 무릎과 허리	제5호 하루에 총 2시간 이상 다리를 쪼그리거나 무릎을 꿇은 상태로 작업
중량물(힘) 작업 특성	중량을 취급 - 콘크리트 블록(약 18.5kg),	공구사용 특성	- 망치(0.7kg) - 미장도구(미장칼, 미장판, 반죽통 등)	
주된 애로사항	- 쌓기 시 중량물 취급으로 인한 무리한 힘의 사용(손목, 어깨, 허리) - 크기조정 및 쌓기 시 부적절한 작업자세(손목, 목, 어깨, 무릎) - 수평맞춤 시 망치질로 인한 충격 발생(손목, 목, 어깨)			

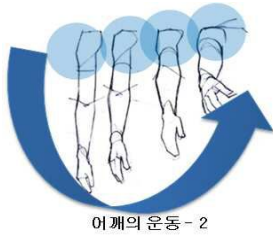
도면3a



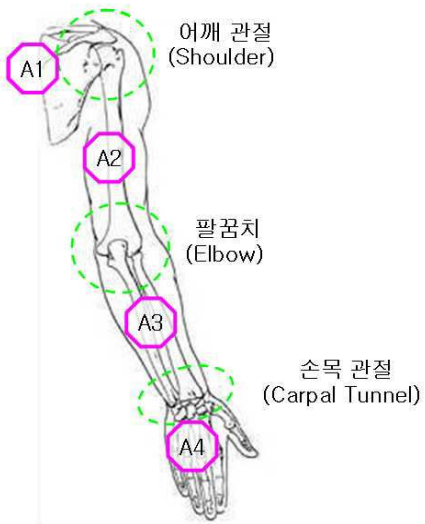
도면3b



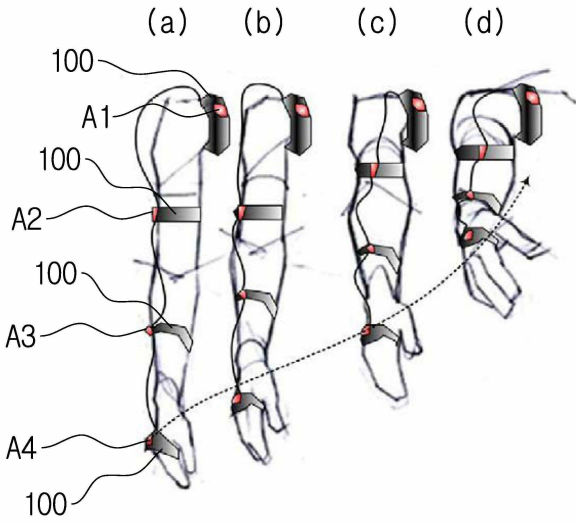
도면3c



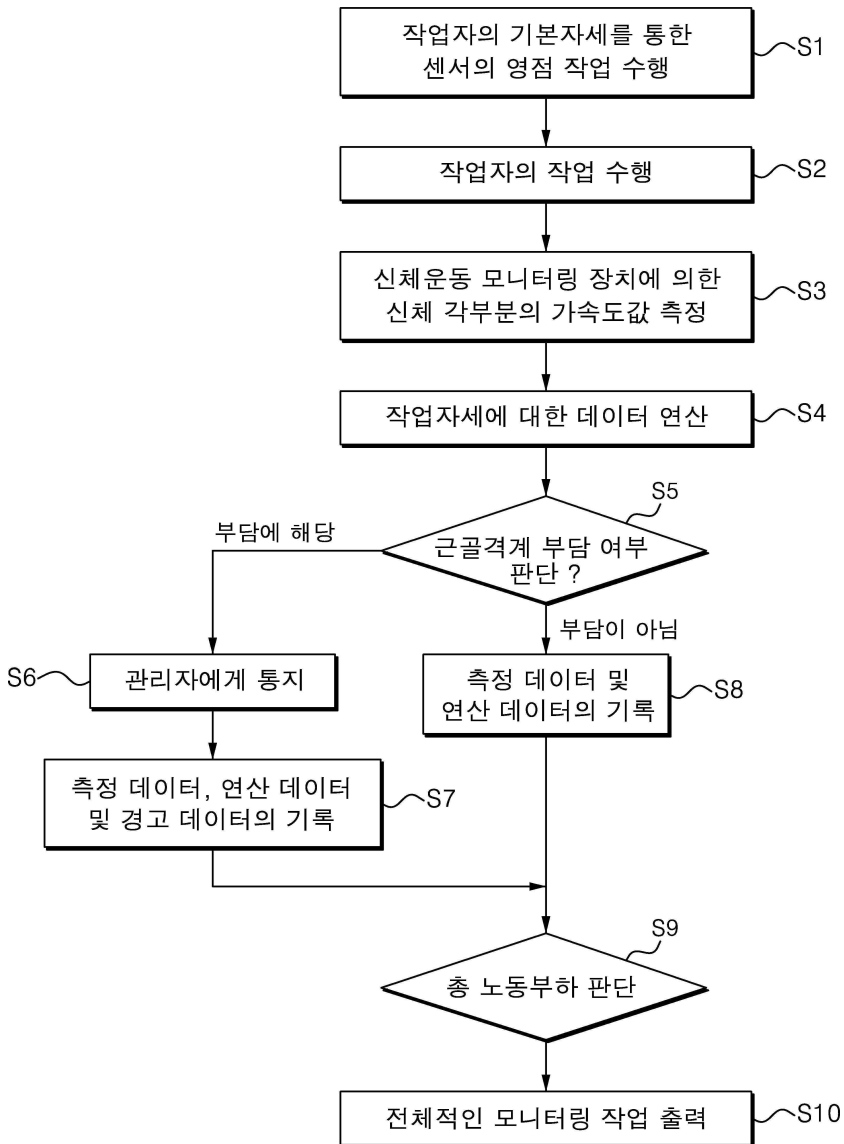
도면4



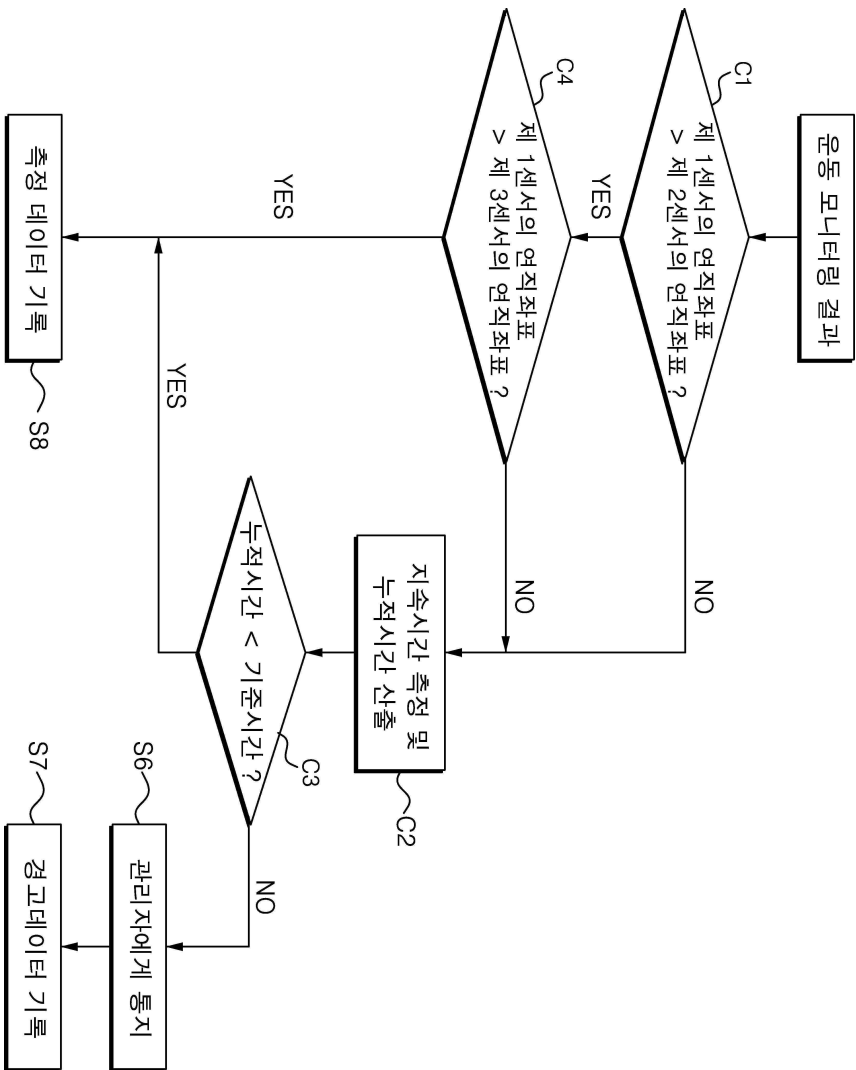
도면5



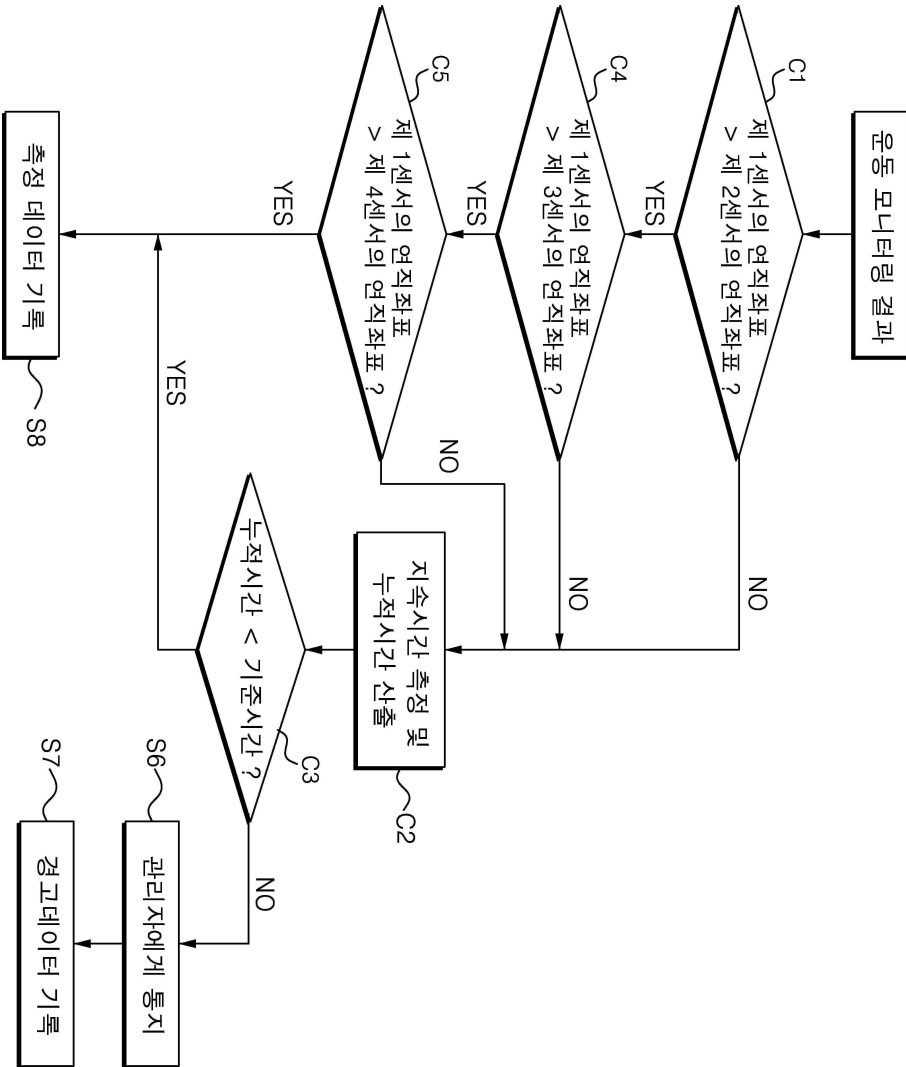
도면6



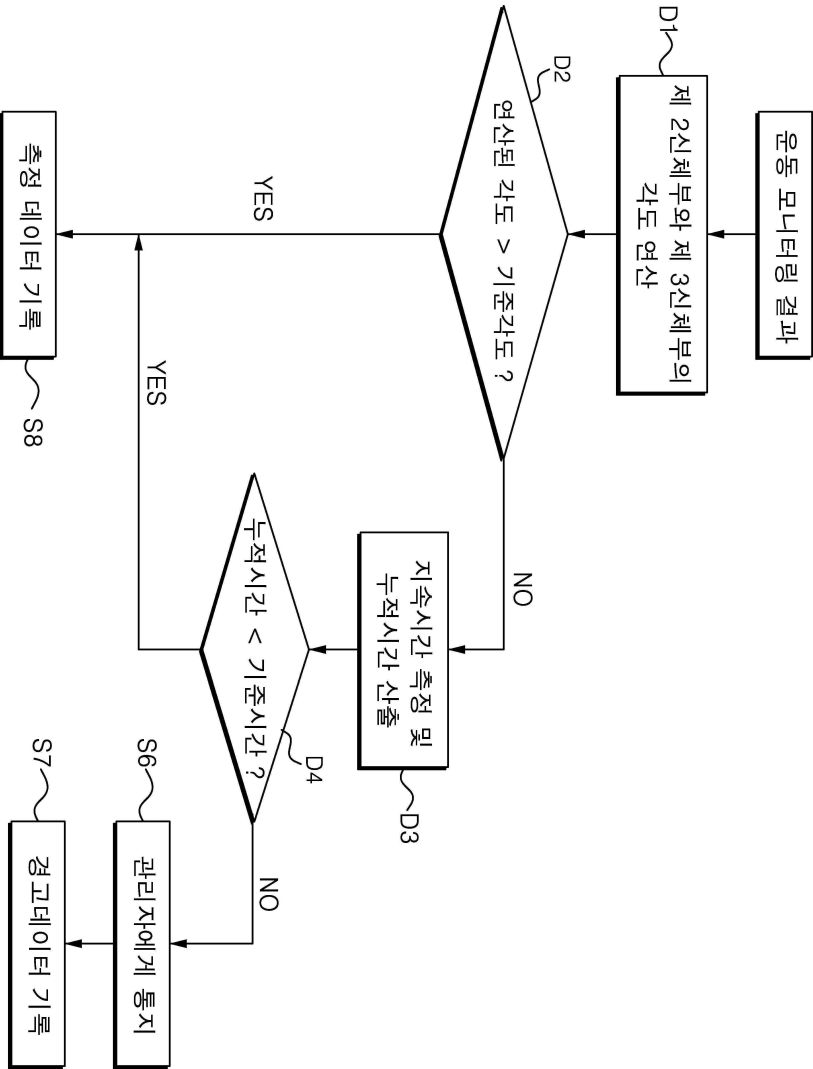
도면7



도면8



6면도



도면10

