

웨어러블 장비를 이용한 건설 근로자 근골격계 부하 측정방안 제시

Development of Measurement Method of Musculoskeletal Load for Construction Workers using Wearable Motion Recognition Sensor

표기윤*
Pyo, Ki-Youn

이동민**
Lee, Dong-Min

조훈희***
Cho, Hun-Hee

강경인****
Kang, Kyung-In

Abstract

In the labor-intensive construction site, potential threats of the musculoskeletal diseases mainly caused by various repetitive physical tasks, vulnerable environment, and the aging of the labor worker exist. However, quantitative measurement method of construction labor worker's work posture has not been improved yet. This study proposed musculoskeletal measuring method by using wearable motion recognition sensor for quantitative evaluation and analysis of working posture of construction workers. This method is expected to be used as a basic data for posture analysis and prevention of construction safety accidents, as well as physical workload and labor productivity analysis by labor work type.

키워드 : 웨어러블 장비, OWAS기법, 작업자세, 작업부하
Keywords : wearable device, OWAS, working posture, workload

1. 서론

건설산업은 타 제조업 및 산업분야에 비해 노동집약적이고 반복수행작업이 많은 특성과 함께 작업자의 고령화의 영향으로 인한 근골격계 질환 유해요인이 산재되어있다¹⁾. 이에 따라 건설 현장에서의 근골격계 부담작업 분류 및 평가기준은 제시되어 활용되고 있으나, 자세 데이터의 정량적인 측정방안은 부재한 실정이며, 비전센서 및 카메라를 통한 광학적 방식의 기존 작업자세 측정방식은 별도의 고정된 관측지점이 필요한 기술적 한계점 및 옥외 작업 및 가변적인 상황변화에 노출된 건설현장의 특성으로 인해 웨어러블 자이로 센서 등을 활용한 동작측정 시스템에 대한 필요성이 지적되어왔다¹⁾. 따라서 본 기초연구에서는 건설근로자의 작업자세 측정을 위해 가속도계 및 자이로스코프, 자력계가 내장된 웨어러블 모션인식 장비와 OWAS 평가기준을 활용한 정량적인 작업자세 및 작업부하 측정방안을 제안하고자 한다.

2. 본론

2.1 모션인식센서 개요

본 연구에서 사용한 웨어러블 모션인식센서는 블루투스 무선네트워크로 연결되어 측정데이터의 실시간 저장 및 전송이 가능하며, 마커부착 및 광학식 카메라 설치를 통한 기존의 모션트래킹 방식에 비해 카메라 설치 위치 및 작업자의 방향에 따른 음영이 발생하지 않아 현장 작업과의 간섭이 없고, 간편한 착용 및 데이터 측정으로 현장적용성 및 범용성이 우수하다는 장점이 있다. 해당 센서는 그림 1과 같이 건설 근로자의 정강이, 허벅지, 팔뚝 등 관절 주변부에 부착되며, 가속도계 및 자이로스코프, 자력계가 내장되어 각 착용 부위의 데이터(yaw/pitch/roll)를 수집하여 피검자의 관절의 각도, 관절의 각속도 및 각속도, 각 신체부분의 위치관계 측정을 통한 신체움직임을 정량적으로 측정할 수 있다. 이후 데이터 후처리를 통해 각 부위의 움직임을 재현하고, 근골격계 부하에 대한 정량적 분석 및 OWAS 평가기준에 따른 작업자세 평가를 수행한다.

2.2 OWAS(Ovako Working-Posture Analysis System) 기법

OWAS 기법은 표 1과 같이 작업자의 자세를 허리(Back), 상지(Arms), 하지(Legs), 운반 중량의 무게 또는 힘(Load/Use of Force)에

* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정

** 고려대학교 초대형건설기술연구소 연구교수

*** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 교신전자(hhcho@korea.ac.kr)

**** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수

따라 평가하고, 신체부위의 자세별로 정해진 코드를 이용하여 작업자세의 위험도를 4단계의 액션 카테고리 분류, 인간공학적으로 개선을 필요로 하는 작업을 도출하며, 건설 근로자 작업부하의 정량적 판정기준으로 쓰이게 된다²⁾.

표 1. OWAS 평가기법에 따른 신체자세 분류 및 액션 카테고리

신체부위	코드	내용	Legs																											
			1			2			3			4			5			6			7									
허리 (Back)	1	곧바로 편 자세	1																											
	2	상체를 앞으로 굽힌 자세	2																											
	3	바로 서서 허리를 옆으로 비튼 자세	3																											
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	4																											
상지 (Arms)	1	양 손을 어깨 위로 올린 자세	1																											
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	2																											
	3	양 손 모두 어깨 위로 올린 자세	3																											
하지 (Legs)	1	의자에 앉은 자세	1																											
	2	두 다리를 펴고 선 자세	2																											
	3	한 다리로 선 자세	3																											
	4	두 다리를 구부린 자세	4																											
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	5																											
	6	무릎 꿇는 자세	6																											
	7	걷기	7																											
무게/힘 (Load/Use of Force)	1	10kg 이하	1																											
	2	10kg~20kg	2																											
	3	20kg 이상	3																											
			BackArm																											
			Action category																											
			1 근골격계에 해를 끼치지 않음							2 근골격계에 약간의 해를 끼침							3 근골격계에 직접적인 해를 끼침							4 근골격계에 매우 심각한 해를 끼침						

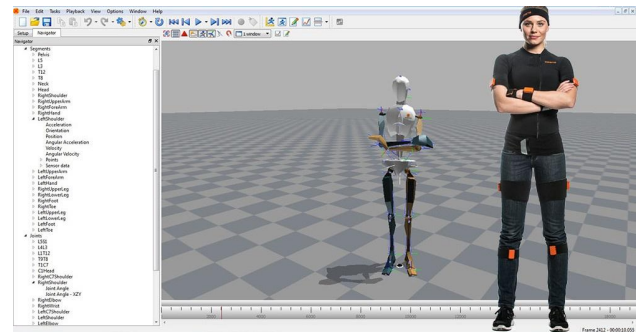
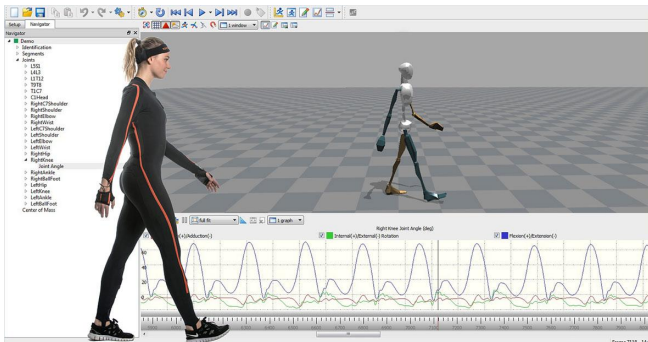


그림 1. 웨어러블 장비를 활용한 모션인식 예시³⁾

3. 결 론

상기 모션인식센서를 사용한 건설 근로자의 근골격계 부하 측정 방안은 관절의 각속도 및 각도, 신체부위 자세 측정을 통한 위험자세 및 작업 부하 판별, 관절 각도 유지시간을 통한 위험자세 지속시간 등이 측정가능하며, OWAS 기법과 함께 근골격계 부담작업 및 유해요인에 대한 정량적인 평가분석이 가능하다. 이는 건설근로자의 작업자세 개선방안 및 예방대책 수립, 작업공중에 따른 육체적 작업부하 및 노무 생산성 분석에 대한 기초자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비지원 (과제번호: 19AUDP-B106327-05)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 김군태, 가속도계를 활용한 건설노무자의 근골격계 부담작업 측정장치 개발, 대한건축학회 논문집-구조계, 제28권 제1호, pp.167~174, 2012.1
2. V.Louhevaara V, OWAS: a method for the evaluation of postural load during work, Institute of Occupational Health, Centre for Occupational Safety, 1992
3. Home- Xsens 3D motion tracking technology[웹사이트], (2019.04.12).URL:https://www.xsens.com