

온열환경 (PMV)에서 온도 변화에 따른 작업자 심박변이도를 활용한 스트레스 예측 방법 연구

이영휘*, 고정배*, 신영섭*, 홍재수**
*한국생산기술연구원 지역산업혁신연구부
**교신저자
e-mail:jshong94@kitech.re.kr

Investigating a stress prediction method using worker heart rate variability in response to temperature changes in a thermal environment (PMV)

Young-Hwee Lee*, Jeong-Bae Ko*, Young-Sup Shin*, Jae-Soo Hong**

*Dept. of Computer Science, Korea University

**Regional Industrial Innovation Department(ESH), Korea Institute of Industrial Technology

요약

본 논문에서는 PMV기반 온열환경에서 온도변화에 따라 심박변이도(HRV)를 측정 후 작업자의 열 스트레스를 예측하는 연구를 수행했다. 기후 온난화로 폭염이 증가하면서 여름철 실내외 작업자의 안전한 작업환경을 구축이 중요해지고 있다. 최근 중대재해처벌법이 강화되면서 작업자의 안전을 위한 다양한 연구들이 추진되고 있다. 본 연구의 목적은 고온환경에서 작업자가 받는 스트레스를 예측하여 쾌적한 작업환경을 구축하는 것이다. 실험 환경은 PMV의 5가지 환경(-2, -1, 0, 1, 2)을 설정하고 ECG를 측정후 푸리에 변환을 통해 HRV를 획득했다. 스트레스 예측을 위해 SVM(서포트벡터머신), RF(랜덤포레스트), XGBoost를 활용해 스트레스를 예측했다. 연구결과 온도가 낮은 -2환경과 온도가 높은 2환경에서 HRV의 변화를 확인했고 3가지 예측방법 중 XGBoost의 정확도가 0.87로 높았다. 연구 결과를 바탕으로 실내외 작업자의 쾌적한 작업 환경을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

지구 온난화로 기후가 변화하면서 폭염발생 빈도가 증가하고 있다. 특히 여름철 고온다습한 환경은 실내외 작업자들의 정신적 건강에 영향을 주며 기업의 생산성을 저하시킨다.(Borg, 2021). 고온에 장시간 노출될 경우 심혈관계 질환이 발생할 수 있다. 인간이 느끼는 체감온도는 온도, 기류, 복사 온도, 습도와 같은 환경적인 요소에 영향을 받고, 또한 개인적인 요인으로는 대사량과 의복에 영향을 받는다(Fanger, 1967). 2023년 중대재해처벌법이 시행되면서 작업환경에서 작업자의 안전이 더욱 중요해지고 있다. 작업환경의 쾌적성을 평가하는 방법으로 PMV(Predicted Mean Vote)가 널리 활용되고 있고 ISO표준으로 등록되어 있다. 본 연구에서는 PMV환경에서 온도변화에 따라 작업자가 느끼는 스트레스를 예측하는 방법을 도출하고자 한다. 스트레스 예측 모델은 SVM, FR, XGBoost를 활용해

2. 연구방법

온도 및 습도 조절이 가능한 챔버에서 작업자를 대상으로

PMV 환경(-2, -1, 0, 1, 2)환경을 구성 후 나사체결 작업을 3회 반복한다. ECG센서를 활용해 작업자의 심박변이도를 측정하고 푸리에 변환을 통해 RMSSD, LF, HF를 추출 한 후 3가지 알고리즘을 활용해 스트레스를 예측하려고 한다.

2. 연구결과

온열환경에서 온도의 변화에 따라서 HRV의 값이 변화되는 것을 확인했다. 변화된 HRV값을 활용해 3가지 알고리즘을 통해 예측 성능을 평가했다. 결과적으로 SVM의 방법이 정확도 0.87도 가장 높게 나타났다.

참고문헌

- [1] 안동만, “도심 가로 녹음의 습구흑수온도(쥬효) 특성을 통한 보행자 열쾌적성 효과 분석, 한국조경학회지, 41(3), 22-30