

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

전동 베네시안 블라인드 슬랫 제어의 재현성 정량적 평가에 관한 연구

A Study on the Quantitative Evaluation of the Reproducibility of Motorized Venetian Blind Slat Control

○권 성 진* 이 우 민* 이 동 석**

Kwon, Sung-Jin, Lee, Woo-Min, Lee, Dong-Seok

키워드 : 가변 차양, 베네시안 블라인드, 슬랫 제어, 제어 재현성, 정량적 평가

Keywords : Movable shade, Venetian blind, Slat control, Control reproducibility, Quantitative evaluation

베네시안 블라인드는 슬랫 각도 제어를 통해 실내 조도와 프라이버시를 확보할 수 있는 대표적인 차양 시스템으로, 다양한 연구에서 열적·시각적 성능 평가에 활용되어 왔다. Kwon and Lee(2025)의 연구에서는 제어 스텝 입력에 따른 슬랫 각도의 반복 정밀도에 관한 연구를 통해, 슬랫 각도의 변동성과 오차 특성을 확인하였다. 앞선 선행연구에서는 동일한 스텝 입력이라 하더라도 정회전과 역회전에서 슬랫 회전 방향에 따라 각도 차이가 발생하는 슬립 현상을 확인하였다. 그러나 이는 슬랫 제어 입력에 따른 각도 오차와 슬립 현상을 반복 측정을 통해 확인하는 수준에 머물렀으며, 슬랫 각도의 재현성을 수치적으로 평가할 수 있는 정량적인 지표는 제안되지 않았다. 특히 이는 건물 에너지 관리 시스템(Building Energy Management System), 모델 예측 제어(Model Predictive Control), 디지털 트윈(Digital Twin) 등을 기반으로 실제 건물에 적용되기 위해서는, 시뮬레이션 단계에서 설정한 슬랫 각도가 실제 재실 환경에서 동일한 재현성을 가지는지 중요한 검증 요소가 될 수 있다. 그러나 현재 국내·국제 표준(EN 13120, EN 14501, ISO 15099, 에너지절약설계기준 등)에서는 차양 시스템의 제품 안전에 대한 기준과 열성능에 초점을 두고 있으며, 슬랫 제어 정밀도나 재현성에 대한 공식 기준은 존재하지 않는다. 따라서 재현성을 평가할 수 있는 기준이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 전동 베네시안 블라인드의 슬랫 제어 재현성을 정량적 평가 지표를 제안하고자 한다. 이를 통해 동일한 제어 스텝 입력에서 슬랫 각도의 변동성을 반복 측정을 통해 수치화하고, 반복성 지수(Repeatability Index, RI)를 적용하여 재현성을 평가할 수 있는 지표를

제안하였다.* 본 연구의 결과는 향후 블라인드 슬랫 재현성 평가 기준을 마련하는 데 기초 자료로 활용할 수 있으며, 나아가 건물 에너지 관리 시스템 및 디지털 트윈 기반 통합 제어에 적용할 때 필요한 평가 자료로 적용될 수 있다.

본 연구에서는 전동 베네시안 블라인드의 슬랫 각도 재현성을 정량적으로 평가하기 위해 반복성 지수를 도입하였다. 반복성 지수는 반복 측정된 슬랫 각도의 표준편차를 평균값으로 나눈 뒤 백분율로 환산한 지표로, 값이 낮을수록 동일 입력 조건에서의 재현성이 높음을 의미한다. 이를 산정하기 위해 먼저 블라인드의 제어 스텝(입력값)의 제어 구간을 대상으로 정회전과 역회전 조건으로 각각 30회 반복 측정하였다. 이후 기초 통계 분석을 통해 스텝 및 회전 방향별 슬랫 평균과 표준편차를 산출하였고, 이를 바탕으로 각 스텝별 반복성 지수를 계산하였다.

계산 결과, 초기 스텝(0~1)까지는 반복성 지수가 20% 이상으로 나타나 재현성이 낮았으나, 이후 스텝(2~12)이 증가함에 따라 안정화되는 경향을 보였다. 본 연구는 전동 베네시안 블라인드의 슬랫 재현성을 정량적으로 평가하였다. 그 결과는 향후 재현성 평가 기준을 마련을 위한 기초 자료를 활용하고자 한다.

* 계명대학교 일반대학원 건축학과, 석사과정

** 계명대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Keimyung University, dslee@kmu.ac.kr)

이 연구는 2025년도 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2022-NR072332).