



창면적비 및 향변화에 따른 슬랫형 블라인드의 최적각도 제어 알고리즘 산출 및 비교분석

Development and comparative analysis of slat angle control algorithm of venetian blind according to window-to-wall ratio and zone orientation

권혁주* · 이금호** · 이광호***

Kwon, Hyuk-Ju* · Lee, Keum-Ho** · Lee, Kwang Ho***

* Graduate School, HanBat National Univ., South Korea (gurwn825@naver.com)

** Green Energy Institute, South Korea (gumho01@naver.com)

*** Corresponding author, Dept. of Architectural Engineering, HanBat National Univ., South Korea (kwhlee@hanbat.ac.k)

ABSTRACT

Purpose: Most contemporary office buildings supply external views, a sense of openness and a sense of time to their occupants by adopting the curtain walls, which are equipped with an outer cover having large window area. As a result, the amount of radiation increases, adversely affecting cooling load during the summer in office buildings. Although solar radiation decreases heating load and reduces energy costs during the winter period, due to the characteristics of offices where occupants work largely during daytime, the cooling load is important compared to the heating. Therefore, diverse measures to resolve those trade-offs and annual energy cost have been investigated. **Method:** In this study, the annual thermal load was comparatively analyzed according to the slat angle of the venetian blind along with lighting control technique. **Result:** After selecting effective conditions, in order to resolve such issues, this study established automated control strategies of slat angle depending on the window-to-wall ratio and zone orientation, so that the findings of this study can be effectively generalized to other circumstances.

KEYWORD

슬랫형 블라인드
슬랫 각도
창면적비
에너지플러스
향

Venetian blind
Slat angle
Window-to-wall ratio
EnergyPlus
Orientation

ACCEPTANCE INFO

Received June 13, 2017
Final revision received July 12, 2017
Accepted July 17, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

건물에서 유일하게 태양복사를 투과시킬 수 있는 유리외피는 일사유입의 적절한 이용을 통해 재실자의 시환경과 조명 및 난방에너지의 절약을 이룰 수 있지만, 과도하게 유입될 경우 불쾌 현위 등의 시각적 불쾌감 유발과 난방에너지의 증가를 초래한다. 하지만 유리외피는 투과체로서의 재료적 특성상 자체적인 일사조절이 쉽지 않아 실내의 열 및 빛환경을 제어할 수 있는 보조적인 일사조절 장치가 요구되며 대표적인 장치로 블라인드가 있다. 특히 블라인드 중 슬랫 각도를 활용하여 실내의 열 및 빛환경을 향상시킬 수 있는 슬랫형 블라인드가 있으며, 사무소 건물의 블라인드 운영에 있어서 재실자의 주관적인 판단에 의한 수동 제어 방법이 일반적이다. 하지만 이는 건물 에너지 성능이 고려되지 않은 제어 방법으로 현재 국내외로 에너지 저감 향상을 위한 블라인드의 자동 제어에 관한 연구가 진행되고 있다. Koo et al.[1]은 현위 방지와 동시에 재실자 방해를 최소화하기 위한 자동블라인드 제어 방안 도출을 위하여 관련변수를 블라인드

드의 제어시간간격과 동작량으로 정의하고 이에 따른 블라인드 제어 방안을 제시하였다. Kim Deuk-Woo와 Park Cheol-Soo[2]는 실내 블라인드의 최적제어 전략으로 매 시간별 슬랫 각도 변화를 통해 건물 실 부하가 최소가 되는 각도를 산출하는 방법을 제시하였다. 또한 Oh Myung-Hwan[3]은 제어 관련변수를 일사수열량으로 정의하고 슬랫 각도 변화를 통한 건물에너지 및 시쾌적성이 통합적으로 고려된 최적제어 알고리즘을 산출하였다. 블라인드 자동제어를 위해서는 다양한 입력변수에 따른 충분한 제어 알고리즘이 필요하지만 기존 연구에서는 특정 창면적비와 향에 따른 결과이기 때문에 현재 블라인드 자동 제어를 위해 일반화하기에는 불충분하다고 판단된다[4]. 또한 국토교통부에 따르면 지역별 향 및 창면적비에 따라 건물에너지가 상이하게 산출되었으며 이에 각 조건에 최적화된 창호 설계 가이드라인을 제시한 바 있다.[5] 이와 같이 창면적비와 같은 외피 설계인자는 블라인드 제어에 있어 실내 난방, 난방 및 조명에너지 각각에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 오명환 석사학위 논문[3]에 대한 후속연구로서 여러 변수에 따라 변화하는 블라인드 자동제어를 위한 기초 자료 연구를 목적으로 건물의 창면적비 및 향에 따른 건물에너지 및 시쾌적성이 통합적으로 고려된 슬랫형 블라인드의 최적제어 알고리즘이 산출되었으며 그에 따른 알고리즘 변화가 비교·분석되었다[4].

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구를 위한 연구 흐름도는 Fig. 1과 같다. 슬랫형 블라인드가 설치된 가상의 사무소 건물을 모델링하여 창면적비 및 향에 따른 블라인드의 각도 제어를 통해 제어 알고리즘을 산출하였으며, 알고리즘 산출은 선행 연구[3]에 제시된 방법을 근거하여 진행하였다. 제어 알고리즘 산출은 시뮬레이션 도구를 이용한 이론적 해석방식을 활용하였으며 이론적 해석도구로는 건물의 외피를 통해 태양복사, 건물외피의 장파복사, 단파복사 등의 열류 계산이 가능하며 창호와 블라인드 사이의 열전달 및 공기유동에 대해 정밀 분석이 가능한 EnergyPlus를 사용하였다[4][6]. 본 연구의 블라인드 최적제어 알고리즘 산출을 위해 조건별 슬랫의 반사율은 0.9로 일정하게 고정하였으며 슬랫의 각도는 0°에서 90° 사이의 각도를 5° 단위로 모델에 적용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 또한 알고리즘 산출을 위한 블라인드 최적각도의 선정은 에너지 절감을 위한 시뮬레이션 모델의 연간 실내부하(냉방+난방+조명)의 최소화 및 재실자의 시쾌적성을 위한 창면 불쾌현황지수(DGI : Daylight Glare Index) 22미만인 것으로 한정하였다[3][6]. 이와 같은 방법을 토대로 본 연구에서는 외피 설계인자인 창면적비를 추가적으로 고려하여 창면적비 및 향 변화에 따른 블라인드 최적제어 알고리즘을 산출하고 비교·분석되었다.

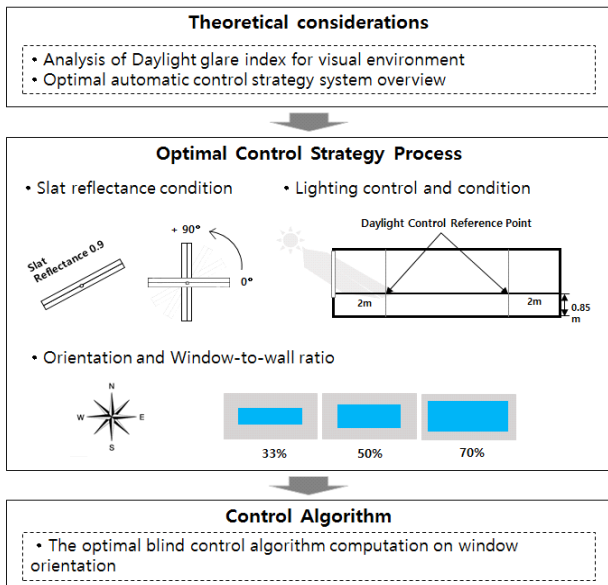


Fig. 1. Study flow chart[4]

2. 이론적 배경

2.1. 시쾌적성을 위한 불쾌현황 지수 분석

본 연구는 블라인드 최적제어 알고리즘 산출에 있어서 건물에너지뿐만 아니라 시쾌적성을 통합적으로 고려하기 위해 불쾌현황의 발생 유무를 파악할 수 있는 Hopkinson이 제안한 Cornell식 지표인 DGI(Daylight Glare Index)가 사용되었다. 시뮬레이

션 상의 DGI 감지 센서는 Fig. 2와 같이 창면으로부터 2m 떨어진 위치에서 인체치수 연구결과를 바탕으로 사람의 평균 키인 165cm의 높이로 설정하였다. 또한 Table 1은 건물의 용도별로 권장되는 최대 현황지수로써, 사무소 용도의 건물인 경우 최대 DGI가 22미만이 되어야 한다[3].

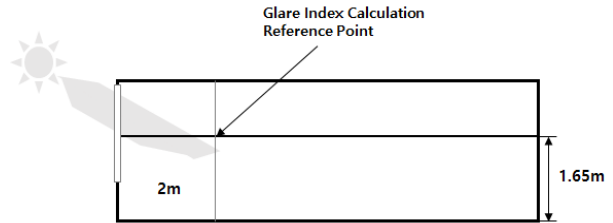


Fig. 2. DGI sensor position of simulation model

Table 1. Recommended maximum Glare Index by building type [3]

Building Type	Recommended Values of Glare Index
Art Galleries	16
Hospital wards	18
Museums School classrooms	20
Laboratories / Offices	22

2.2. 블라인드 최적 제어 알고리즘 산출기법

본 연구는 최적제어 알고리즘 산출방법을 수립했던 선행 연구[3][6]를 기반으로 Fig. 3과 같은 과정을 통해 블라인드 최적 제어 알고리즘을 산출되었다. 제어 알고리즘을 산출하기 위한 입력변수로는 실내 획득열량과 자연채광에 대한 변수 조건으로 충분하다고 판단되는 일사수열량으로 선정하였다. 이후 0° ~ 90° 범위 사이의 블라인드 슬랫 각도를 5° 단위로 나누어 적용한 뒤 시뮬레이션을 진행하였다. 이후 시뮬레이션 결과를 바탕으로 연간 불쾌현황 지수가 22미만의 데이터 중 실내 총 부하(냉방+난방+조명)가 가장 낮은 각도를 산출하였다. 이 때 일사수열량의 구간은 100W/m²이며 구간별 최적각도를 바탕으로 회귀분석을 통하여 최적제어 알고리즘을 산출하였다[3][6]. 이러한 방법을 토대로 본 연구에서는 창면적비가 각각 33%, 50%, 70%인 해석 모델에 동일하게 적용한 뒤 창면적비 및 향별로 서로 다른 제어 알고리즘을 산출하였다.

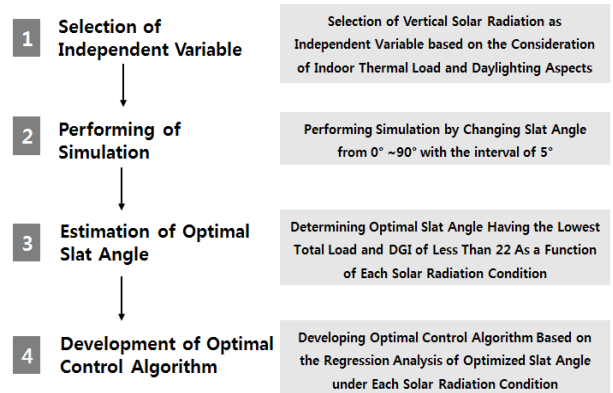
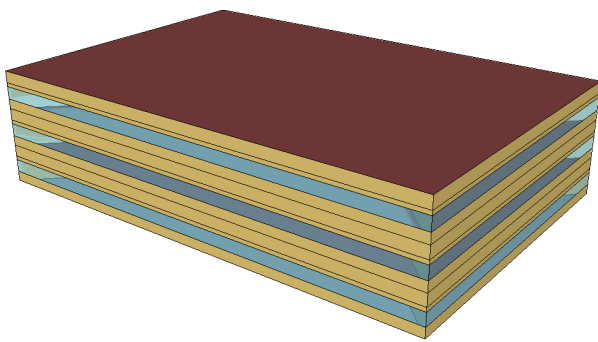


Fig. 3. Process of optimized slat angle control algorithm development

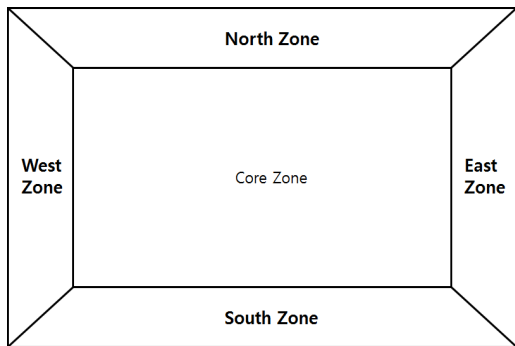
3. 시뮬레이션 모델 구축 및 부하 분석

3.1. 시뮬레이션 모델 및 조건

본 연구에서 사용된 시뮬레이션 모델은 서울에 위치하고 슬랫형 블라인드가 설치된 가상의 사무소 건물을 대상으로 하여 연구를 진행하였으며, 해석을 위한 기상데이터는 태양에너지학회의 서울지역 표준 기상데이터를 활용하였다. 건물모델은 Fig. 2와 같이 길이 49m, 폭 33m, 층고가 3m로 최상층, 중간층, 최하층으로 분리되어있으며 분석은 중간층의 동서남북 외주부를 대상으로 하였다.



(a) Building model



(b) Interior and exterior zone

Fig. 4. Simulated building model

Table 2과 Table 3은 각각 시뮬레이션 모델의 주요 외피인자와 모델에 적용된 블라인드의 재료 물성치를 나타낸다. 본 연구의 최적제어 알고리즘 산출을 위해 적용된 블라인드는 슬랫형 내부 블라인드로 반사율이 0.9, 열전도율 0.9W/m·K, 방사율 0.9이다. 또한 슬랫 너비는 0.0048m, 슬랫 간의 간격은 0.0048m, 유리와 블라인드의 간격은 0.05m로 적용하여 시뮬레이션을 진행하였다.

Table 2. Properties of building construction[6]

	Materials	Thickness[m]	Conductivity[W/m·K]
Ext Wall	M15 200mm heavyweight concrete	0.2032	1.95
	I02 70mm insulation board	0.07	0.034
	F04 Wall air space resistance	-	0.15
	G01a 19mm gypsum board	0.019	0.16
Roof	M11 100mm lightweight concrete	0.1016	0.53
	I02 150mm insulation board	0.15	0.034
	F16 Acoustic tile	0.0191	0.06
Ground Floor	M15 200mm heavyweight concrete	0.2032	1.95
	I02 70mm insulation board	0.07	0.034
	M15 200mm heavyweight concrete	0.2032	1.95
Ceiling	M11 100mm lightweight concrete	0.1016	0.53
	F05 Ceiling air space resistance	-	0.18
	F16 Acoustic tile	0.0191	0.06

Table 3. Properties of blind slat[3][6]

Field	Unit	Value
Blind Position		Inside Blind
Slat Width	m	0.048
Slat Separation	m	0.048
Slat Thickness	m	0.002
Blind to Glass Distance	m	0.050
Slat Reflectance	%	90
Slat Infrared Hemispherical Emissivity	-	0.900
Slat Conductivity	W/m·K	0.900
Slat Angle	°	0-90

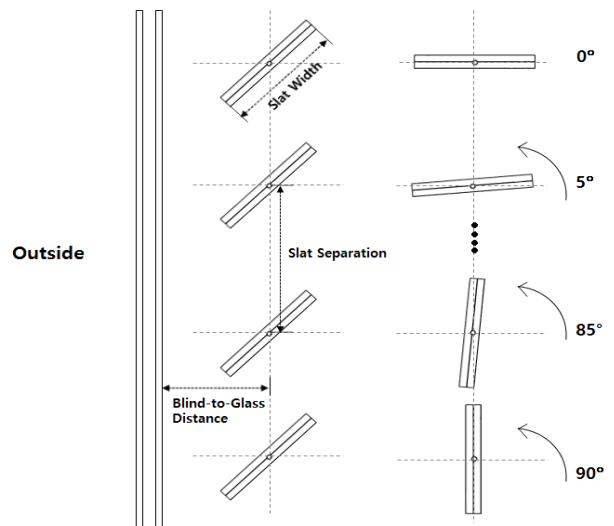


Fig. 5. Configuration of blind slat and slat angle [4]

Table 4. Simulation cases

Case	WWR (Window to wall ratio)	Window orientation
East_33%	33%	East
West_33%		West
South_33%		South
North_33%		North
East_50%	50%	East
West_50%		West
South_50%		South
North_50%		North
East_70%	70%	East
West_70%		West
South_70%		South
North_70%		North

또한 시뮬레이션 모델의 실내에 발생하는 냉·난방 및 조명부하 데이터를 분석하기 위해 HVAC System 및 Plant의 효율이 배제된 공조방식인 EnergyPlus상의 IdealLoadsAirSystem 모델을 사용되었다. 이때 공조 시스템의 실내 설정온도는 난방 시 21°C 난방 시 26°C로 설정하였으며, 07시에서 19시까지 제어하는 것으로 적용하였다. 실내 발열요소로는 인체가 17m² /person, 조명이 10.8W/m², 전자기기에서 8.6W/m² 으로 각각 설정하였다. 시뮬레이션 조건은 Table 4와 같이 창면적비가 각각 33%, 50%, 70%인 조건에 동서남북 항별 제어알고리즘을 산출하기 위해 총 12가지의 조건을 대상으로 시뮬레이션을 진행하였다.

3.2. 조건별 연간 부하 분석

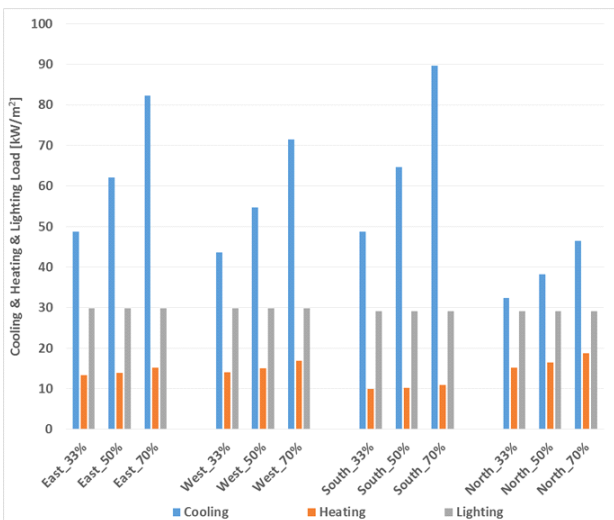


Fig. 6. Annual load(cooling & heating & lighting) according to WWR and orientation

Table 5. Annual load(cooling+heating+lighting) by cases

Cases Load [kW/m ²]	East_33%	East_50%	East_70%	West_33%	West_50%	West_70%
	Cooling	48.71	62.06	82.31	43.60	54.67
Heating	13.41	13.97	15.24	14.02	15.04	16.93
Lighting	29.84	29.84	29.84	29.84	29.84	29.84
Total	91.96	105.87	127.39	87.46	99.55	118.23

Cases Load [kW/m ²]	South_33%	South_50%	South_70%	North_33%	North_50%	North_70%
	Cooling	48.74	64.71	86.63	32.33	38.20
Heating	9.88	10.15	10.97	15.13	16.48	18.71
Lighting	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18
Total	87.8	104.04	126.78	76.64	83.86	94.35

Fig. 6은 본 연구의 목적인 블라인드의 최적제어 알고리즘 산출에 앞서 창면적비가 실내부하에 미치는 영향을 알아보기 위해 블라인드가 설치되지 않은 모델을 토대로 산출한 항별 창면적비에 따른 연간 부하(냉방 & 난방 & 조명)를 나타내며 Table 5는 그에 따른 조건별 절대량을 나타낸다. Fig. 6과 같이 모든 항에서 창면적비가 33%에서 70%로 증가함에 따라 냉방부하 역시 증가하였으며, 각각 동측에서 33.6kW/m², 서측에서 27.86kW/m², 남측에서 37.89kW/m², 북측에서 14.13kW/m²의 증가를 나타냈다. 이에 냉방부하와 관련하여 창면적비의 영향은 남측, 동측, 서측, 북측 순으로 큰 것으로 나타났으며, 이는 남측은 직달일사의 영향을 많이 받는 반면, 북측은 직달일사의 영향을 받지 않고 확산일사만을 통하여 일사를 유입받기 때문에 일사 자체의 유입량이 작은 것에 기인한 것으로 판단된다. 난방부하의 경우 역시 창면적비가 증가함에 따라 동측에서 1.83kW/m², 서측에서 2.91kW/m², 남측에서 1.09kW/m², 북측에서 3.58kW/m²의 증가를 나타낸다. 하지만 냉방부하와는 반대로 창면적비의 영향은 북측, 서측, 동측, 남측 순으로 큰 것으로 나타났으며 난방부하의 경우 냉방부하에 비해 그 절대량의 변화는 다소 미미하게 나타났다.

또한 창면적비가 일정할 때 남측과 북측의 부하를 분석해보면, 창면적비가 33%일 경우 냉방부하는 각각 남측이 48.74kW/m², 북측이 32.33kW/m²으로 남측이 1.5배 높았으며, 70%일 경우 남측이 86.63kW/m², 북측이 46.46kW/m²으로 남측이 1.92배 높은 것으로 나타났다. 또한 난방부하의 차이는 창면적비가 33%일 경우 북측이 15.13kW/m², 남측이 9.88kW/m²로 북측이 남측에 비해 1.53배 높았지만 창면적비가 70%일 경우 그 차이는 1.7배까지 증가하였다. 이에 창면적비가 증가함에 따라 항별 냉·난방부하의 차이도 상승함을 알 수 있다. 하지만 스케줄에 의해 제어되는 조명부하의 경우 창면적비가 증가하여도 항별 조명부하의 값은 거의 유사한 수치를 나타낸다.

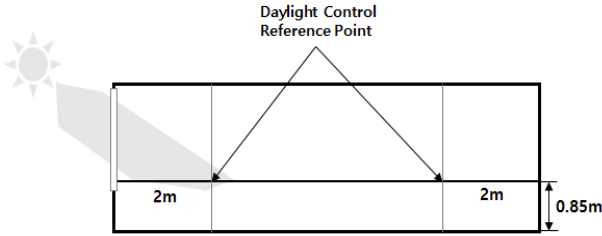


Fig. 7. Lighting control sensor position of simulation model [3][4]

따라서 실내의 냉·난방뿐만 아니라 조명에너지의 저감을 위해 조명제어를 적용할 필요성이 있다고 판단된다. 이에 시뮬레이션 상에서 창면적비 및 향, 블라인드 슬랫의 각도에 따라 변화하는 자연 채광량이 증가함에 따라 조명에너지는 선형으로 감소하는 Continuous 방식의 조명제어를 적용하였다. 또한 실내 조명제어의 조도 기준은 한국산업규격의 사무소 조도 기준 최저치인 300lux와 최고치인 600lux 범위에 해당하는 500lux로 설정하였으며 감지센서는 Fig. 7과 같이 시뮬레이션 상에서 창으로부터 2m 떨어진 위치로 설정하여 실내 조도감지가 500lux 이상부터는 조명에너지의 20%만 가동하도록 설정하였다.[3]

4. 최적제어 알고리즘 산출 및 비교분석

4.1. 창면적비 및 향에 따른 최적제어 알고리즘 산출

Table 6는 최적제어 알고리즘 산출방법에 따라 시뮬레이션을 진행하고, 일사수열량에 따라 산출된 창면적비 및 향 변화에 따른 블라인드 최적 슬랫 각도를 나타낸다. 산출된 최적각도는 창면적비가 동일하더라도 향에 따라 상이하였으며, 향이 동일하더라도 창면적비에 따라 상이하였다. 북측의 경우, 전술하였듯이 직달일사의 영향을 받지 않고 확산일사만이 창호를 통하여 유입되기 때문에 북측 창호의 일사수열량은 300W/m² 이하인 것으로 나타났다. 북측을 제외한 동서남측의 일사수열량은 0 ~ 900W/m²사이의 범위로 측정되었으며 일사수열량이 600W/m² 이상일 경우 모든 조건에서 슬랫 각도가 80° 이상으로 높은 값을 나타냈다. 이는 일사수열량이 높을 경우 일사의 차단으로 인한 조명부하의 증가량보다 냉방부하의 감소량이 더 크다는 것을 알 수 있다. 또한 Table 6에 나타난 일사수열량과 최적각도 사이의 관계를 회귀분석을 통하여 창면적비 및 향별 블라인드의 최적제어 알고리즘을 산출할 수 있으며 East_33%인 조건을 대표로 수식을 아래 식(1)과 같이 나타내었다. 수식은 'Optimum ∠ (Orientation, Window-to-wall ratio)'로 나타냈으며, 이 때 x는 입력변수인 창호 수직면 일사수열량을 나타낸다. 타 조건 역시 이와 같은 알고리즘을 산출할 수 있으며, 또한 각 수식의 일사수열량 범위를 0~900W/m²로 한정하지만 북측의 경우 0~300W/m²으로 한정한다.

$$Optimum \angle_{(East, 33\%)} = 1E - 09x^4 - 3E - 06x^3 + 0.002x^2 - 0.6126x + 121.39 \quad (1)$$

Table 6. Optimized slat angle

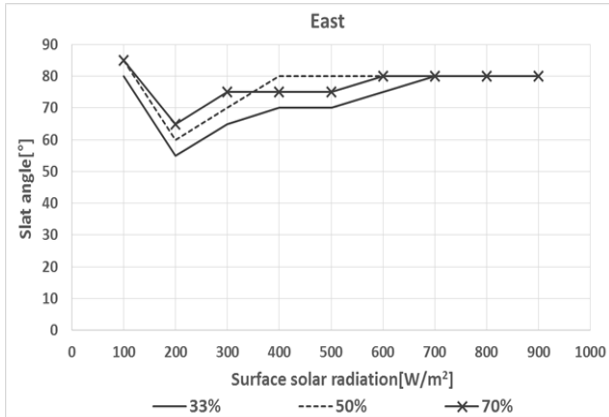
WWR Surface solar radiation [W/m ²]	East			West			South			North		
	33%	50%	70%	33%	50%	70%	33%	50%	70%	33%	50%	70%
0 ~ 100	80	85	85	75	75	80	70	75	80	80	80	80
100 ~ 200	55	60	65	60	65	70	75	75	80	90	90	90
200 ~ 300	65	70	75	50	55	60	75	75	80	90	90	90
300 ~ 400	70	80	75	65	70	65	70	75	80	-	-	-
400 ~ 500	70	80	75	65	70	75	75	75	80	-	-	-
500 ~ 600	75	80	80	75	80	80	80	80	90	-	-	-
600 ~ 700	80	80	80	80	80	80	80	80	90	-	-	-
700 ~ 800	80	80	80	80	80	80	80	80	90	-	-	-
800 ~ 900	80	80	80	80	80	80	80	80	90	-	-	-

4.2. 향별 창면적비 변화에 따른 최적제어 알고리즘 비교분석

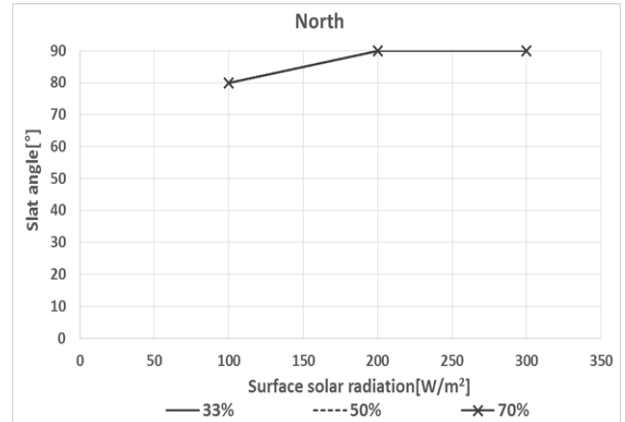
Fig. 8은 향별 창면적비에 변화에 따른 일사 구간별 슬랫의 최적각도를 산출한 그래프를 나타내고 있다. 이에 향별 창면적비 변화에 따른 블라인드 슬랫 각도의 최적제어 알고리즘을 비교분석하고자 한다.

우선 동측의 경우 모든 조건에서 일사수열량이 0 ~ 100W/m²으로 낮을 때 슬랫 각도가 80° 이상으로 완전 폐쇄에 가까운 각도를 나타냈다. 이는 일사수열량이 낮은 구간은 태양입사각이 높으며 이로 인해 발생되는 불쾌현황으로 인해 완전폐쇄에 가까운 각도를 나타낸 것으로 판단된다. 또한 일사수열량이 100 ~ 200W/m²에서는 모든 조건에서 55°~65°로 부분개폐를 나타내고 있으며, 이는 불쾌현황이 발생하지 않는 범위 안에서 부분개폐를 함으로써 발생되는 냉방부하의 증가량보다 조명에너지의 감소량이 더 큰 것으로 판단된다. 하지만 일사수열량이 200W/m² 이상부터 점차 증가함에 따라 슬랫 각도가 완전 폐쇄에 가까운 패턴을 나타내는데 이는 일사수열량이 상승함에 따라 실내 냉방부하에 대한 영향이 높아져 슬랫 각도를 폐쇄함으로써 냉방부하의 감소량이 조명부하의 증가량보다 더 커진 것으로 사료된다.

서측의 경우 동측과 유사한 패턴을 나타냈으며 동측과 동일한 원인에 기인하여 일사수열량이 100W/m² 이하일 때 불쾌현황 방지를 위한 높은 슬랫 각도를 나타냈다. 이후 일사수열량이 300W/m² 이하의 범위에서는 슬랫이 부분적으로 개폐함에 따라 증가하는 냉방부하보다 태양일사의 유입으로 인해 감소하는 조명부하의 절대량이 더 큰 것으로 나타났다. 또한 창면적비가 33%인 조건보다 70%인 조건에서 다소 높은 슬랫 각도 패턴을 나타냈다.

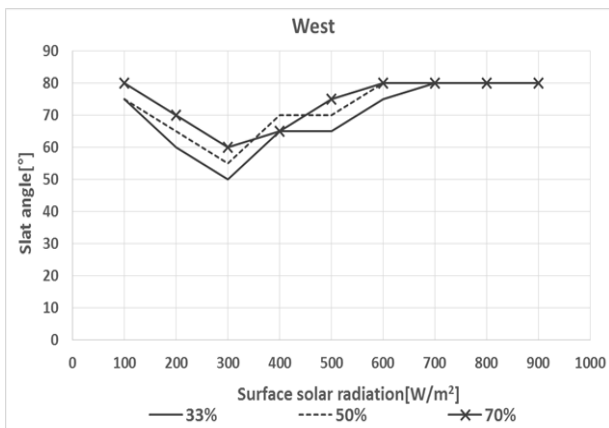


(a) Optimal slat angle control algorithm in East

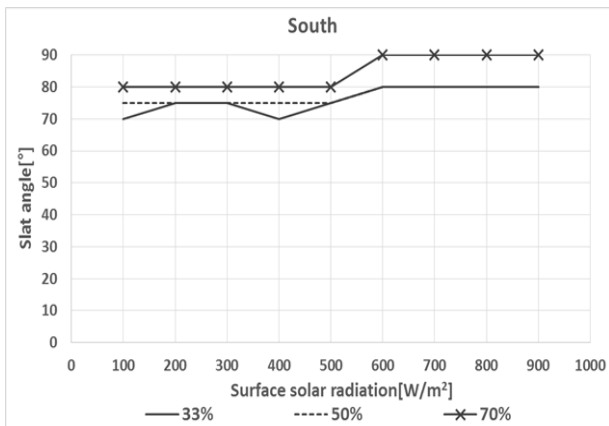


(d) Optimal slat angle control algorithm in North

Fig. 8. Optimal slat angle control algorithm in cases



(b) Optimal slat angle control algorithm in West



(c) Optimal slat angle control algorithm in South

남측의 경우 모든 조건에서 일사수열량이 낮을 때도 완전 폐쇄에 가까운 70° 이상의 높은 각도를 나타냈으며 이는 다른 향에 비해 상대적으로 일사수열량이 높아 불쾌현황을 방지하기 위한 것으로 판단된다. 또한 창면적비가 70%일 때 33%와 50%인 조건에 비해 모든 일사수열량 범위에서 5° 이상의 더 높은 슬랫 각도를 유지하는 것으로 나타났다. 이는 앞선 3.2절에 분석한 바와 같이 남측에서 냉방부하의 영향이 가장 높아 슬랫 각도를 좀 더 폐쇄함으로써 일사수열량에 따른 획득열량을 감소하기 위한 것으로 사료된다.

북측의 경우 Fig. 8. (d)와 같이 창면적비와 무관하게 모든 조건에서 최적제어 알고리즘이 동일하게 산출되었다. 이는 다른 향에 비해 북측은 일사수열량에 따른 냉방부하의 영향이 가장 낮아 창면적비가 변화해도 최적 슬랫 각도는 동일한 것으로 사료된다. 또한 일사수열량에 상관없이 슬랫 각도가 완전 폐쇄에 가까운 값을 보였으며 직달일사가 유입되지 않고 확산일사의 영향만을 받아 300W/m² 이하의 낮은 일사수열량이 나타난다.

4.3. 결론

본 연구는 사무소 건물의 창면적비와 항 변화에 따른 슬랫형 블라인드의 최적제어 알고리즘을 산출하였다. 건물의 설계 외피 인자인 창면적비에 따라 실내 부하는 크게 변화하였으며 제어 알고리즘 역시 그에 따라 각각 다르게 산출되었다. 그 결론은 다음과 같다.

(1) 최적제어 알고리즘에서 동측과 서측의 경우 일사수열량이 100W/m² 이하일 때, 완전폐쇄에 가까운 각도를 나타내며 100 ~ 200W/m²의 일사수열량에서는 불쾌현황이 발생하지 않는 범위 안에서 부분개폐, 그 이상에서는 점차 증가하여 완전폐쇄에 가까운 패턴을 나타낸다.

(2) 남측의 경우 낮은 일사수열량에서도 완전 폐쇄에 가까운 슬랫 각도를 나타냈다. 이는 다른 3향에 비해 상대적으로 일사수열량의 영향이 높아 이에 따른 냉방부하 증가를 방지하기 위한 것으로 판단되며, 북측의 경우 일사의 영향이 적어 300W/m² 이하의 일사수열량만 측정되었다.

(3) 향별 창면적비에 따른 블라인드의 최적제어 알고리즘 분석 결과, 창면적비가 증가함에 따라 블라인드의 슬랫 각도 역시 증가하는 패턴을 보였다. 또한 그에 따른 영향은 남측에 가장 크게 나타났으며, 북측의 경우 창면적비에 따른 제어 알고리즘의 영향은 없는 것으로 판단된다.

(4) 블라인드의 최적제어 알고리즘은 건물의 특정 조건인 향 및 창면적비에 따라 서로 다른 패턴을 나타냈다.

이와 같이 블라인드의 최적제어는 여러 가지 입력 변수에 의해 작용되며 통합적으로 고려되어야 할 필요성이 있다. 추후 여러 입력변수에 의해 산출된 최적제어 알고리즘을 시뮬레이션 상에 적용하여 건물에너지 절감효과를 분석할 예정이다.

Acknowledgements

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A1A1A05000964)

Reference

- [1] 구소영, 여명석, 성윤복, 김광우, “재실자 방해 최소화를 위한 자동 블라인드 제어 방안”, 한국태양에너지학회 논문집, 제 13권 제 2호, pp. 84-92, 2013 // (Koo, So-Young, Yeo, Myoung-Souk, Seong, Yoon-Bok, Kim, Kwang-Woo, Automated Blind Control Strategy to Minimize Occupant's Distractions, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 33(2), pp. 84-92, 2013)
- [2] 김덕우, 박철성, “최적화 알고리즘을 이용한 실내 블라인드 최적제어 전략”, 한국건축환경설비학회 추계학술발표대회 논문집, pp. 65-69, 2008 // (Kim, Deuk-Woo, Park, Cheol-Soo, Optimal Control Strategies of Blind Systems Using Energy Plus and an Optimization Routine, Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems(KIAEBS), pp. 65-69, 2008)
- [3] 오명환, “시환경 및 건물에너지성능을 통합 고려한 슬랫형 블라인드 자동제어전략”, 한밭대학교대학원 건축공학과 석사학위논문, 2012 // (Oh, Myunh-Hwan, Optimum Automated Control Strategies of Inside Slat-type Blind considering Visual Comfort and Building Energy Performance, Hanbat University, Master's Dissertation, 2012)
- [4] 이금호, “슬랫형 블라인드의 최적각도 제어를 위한 향별 시환경 및 에너지 소비 특성 분석”, 한밭대학교대학원 건축공학과 석사학위논문, 2017 // (Lee, Keum-Ho, Visual Comfort and Energy Characteristics Depending on Window Orientation for Optimized Slat Angle Control of Venetian Blind, Hanbat University, Master's Dissertation, 2017)
- [5] 건축물 에너지 절약을 위한 창호 설계 가이드라인, 2012, 국토해양부
- [6] 권혁주, 이금호, 이광호, “건물에너지 저감을 위한 향별 슬랫형 블라인드의 최적각도 제어 알고리즘 산출”, 한국생태환경건축학회, 논문집, 2017 // (Kwon, Hyuk-Ju, Lee, Keum-Ho, Lee, Kwang-Ho, Optimized slat angle control algorithm prediction of venetian blind depending on window orientation for energy saving, The Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Submitted, 2017)
- [7] Gunay, Huseyin Burak, William O'Brien, Ian Beausoleil-Morrison, Sara Gilani, Development and implementation of an adaptive lighting and blinds control algorithm, Building and Environment, Vol. 113, pp. 185-199, 2017
- [8] 배민정, 김선숙, “건물 냉난방 및 조명 에너지를 고려한 외피 설계인자 평가 및 대안 탐색 방안”, 대한건축학회 논문집-구조계, 제 32권 제 11호, pp. 45-53, 2016 // (Bae, Min-Jung, Kim, Sun-Sook, Evaluation and Alternative Searching Method of Building Envelope Design Parameters Considering Building Heating, Cooling and Lighting Energy Use, Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, Vol. 32(11), pp. 45-53, 2016)
- [9] 김재문, 이규철, 이승규, 김민성, 민준기, “공동주택 향별 창면적비 변화에 따른 에너지 영향도 분석”, 한국생태환경건축학회 논문집, 제 13권 제 2호, pp. 21-26, 2013 // (Kim, Jae-Moon, Lee, Gyu-Chul, Lee, Seung-Gyu, Kim, Min-Sung, Min, Joon-ki, An Effect of the Change of Orientation and Window Area Ratio upon Building Energy Requirement in Apartment Housings, The International Journal of The Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol. 13(2), pp. 21-26, 2013)
- [10] 장월상, 신현철, 서승직, “커튼월 방식 업무시설의 외피 조건에 따른 냉난방에너지 성능에 관한 연구”, 한국건축환경설비학회 논문집, 제

8권 제 3호, pp 91-103, 2014 // (Chang, Weol-Sang, Shin, Hyeun-Cheol, Suh, Seung-Jik, A Study on the Energy Performance according to Envelope Condition of Business Building with Curtain Wall. Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, Vol. 8(3), pp. 97-103, 2014)