

# 재실자 방해 최소화를 위한 자동 블라인드 제어 방안

구소영\*, 여명석\*\*, 성윤복\*\*\*, 김광우\*\*\*\*

\*한국패시브하우스연구소(soykoo@gmail.com), \*\*서울대학교 건축학과(msyeo@snu.ac.kr),  
\*\*\*한국건설교통기술평가원(nike21@snu.ac.kr), \*\*\*\*서울대학교 건축학과(snukkw@snu.ac.kr)

## Automated Blind Control Strategy to Minimize Occupant's Distractions

Koo, So-Young\*, Yeo, Myoung-Souk\*\*, Seong, Yoon-Bok\*\*\*, Kim, Kwang-Woo\*\*\*\*

\*Korean Passive House Institute(soykoo@gmail.com),  
\*\*Dept. of Architecture, Seoul National University(msyeo@snu.ac.kr),  
\*\*\*Korea Institute of Construction & Transportation technology Evaluation and Planning(nike21@snu.ac.kr),  
\*\*\*\*Dept. of Architecture., Seoul National University(snukkw@snu.ac.kr)

### Abstract

Blinds are a common type of shading device and are increasingly operated automatically to overcome the limitations of manual operation. Automated blinds need to be controlled to maximize benefits of daylight in the point of occupant comfort and energy consumption. However, the previous control methods could cause occupant's distractions by the undesirable control time interval and amount of blind movement. A few researches suggested the control concept for minimizing occupant's distractions by automatic blind control, but they did not provide optimal control algorithm to be useful in practice. In this paper, we propose an optimal control algorithm for automated blinds that can maximize not only visual comfort but also sunlight penetration into buildings based on occupants' preferences on blind movement and sunlight. The proposed control algorithm can prevent solar glare on workplane and minimize occupant's distractions to maximize occupants' visual comfort.

Keywords : 자동 블라인드(Automated Blind), 블라인드 제어(Blind Control), 태양프로파일각(Solar Profile Angle), 재실자 방해(Occupant's Distractions)

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

대부분의 기존 상용 자동 블라인드의 경우

건물에 재실자가 있는 경우에는 실내로 확산 일사만을 유입하도록 제어되고 있으므로, 태양에너지 유입을 최대화하지 못하여 에너지 절감 관점에서 난방기간에는 불리할 수 있다.

Submit date : 2013. 2. 5, Judgment date : 2013. 2. 17, Publication decide date : 2013. 4. 24  
Communication author : Yeo, Myoung-Souk(msyeo@snu.ac.kr)

일반적으로 기존 상용 제품의 이러한 소극적인 자동제어는 첫째, 제어 오차 발생으로 인해 현회 발생과 같은 문제 야기를 방지하기 위함이며 둘째, 예상치 못한 갑작스런 블라인드의 동작으로 인해 재실자가 느끼는 심리적인 거슬림을 최소화하기 위함에 기인한다. 작업 중인 재실자가 블라인드가 자동으로 움직임에 따른 빛환경 변화나 모터의 소음으로 인해 방해(distractions)를 받는다는 사실은 기존 문헌에서도 찾아볼 수 있다 [6,11]. 그러나 기존 연구들은 주로 현회를 방지하면서 보다 적극적으로 태양에너지를 유입하기 위한 제어 방안을 찾는 것에 초점이 맞추어져 왔으며[1,11], 자동제어가 재실자에게 미칠 수 있는 방해에 대해서는 언급만 하고 있을 뿐 구체적으로 이를 고려할 수 있는 방안에 대한 연구는 부족한 실정이다. 만일 자동제어가 재실자 쾌적성에 부정적인 영향을 미치게 된다면 건물 자동 블라인드의 적용에 대한 수요가 줄어들게 될 것이며, 이는 결국 건물 에너지 절감 가능성을 저하시키는 결과를 초래할 수 있다. 따라서 본 연구는 건물에 적용되는 자동 블라인드의 제어 성능을 보다 향상시키기 위하여, 현회 방지와 동시에 자동제어로 인해 재실자가 느낄 수 있는 방해를 최소화시키기 위한 블라인드 제어방안을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구를 위한 연구흐름도는 Fig. 1과 같다. 먼저 기존 블라인드 제어방안의 한계점을 분석하여 본 연구에서 목표로 하는 제어방안의 방향을 도출하였다. 다음으로 블라인드 제어를 위하여 필요한 기하조건을 설정하기 위하여, 기존 연구를 바탕으로 하여 태양의 방위각과 고도각, 프로파일각을 계산하는 알고리즘을 구현하였다. 블라인드 위치 즉 수직차폐율과 슬랫각도 계산에 필요한 건물의 수평 수직 기하조건을 설정하는 방법 및 작업면의 현회를 방지하기 위하여 블라인드 위치를 계산하는 알고리즘은 Koo(2010)[5]

에서 제안된 방법을 적용하였다.

재실자 방해 최소화를 위한 제어방안 도출을 위하여, 먼저 최적 제어시간간격에 의한 제어방안을 적용하여 동작량 분포의 문제점을 분석하였다. 제안한 제어방안은 항별 계절별로 분석하여 동작량 분포의 문제점을 개선하기 위한 방안을 제시하고, 개선방안의 적용과 결과 분석을 반복하여 최종적으로 최적 제어방안을 제시하였다. 이상의 관련 알고리즘은 Visual Basic으로 구현하여 여러 제어방안의 평가를 위한 시뮬레이션 도구로 사용하였다.

## 2. 제어방안 도출을 위한 예비적 고찰

### 2.1 재실자 방해

사용자가 블라인드를 제어하는데 영향을 미치는 주요 요인은 현회에 의한 시각적 방해를 줄이는 것임은 기존 여러 문헌에서 언급된

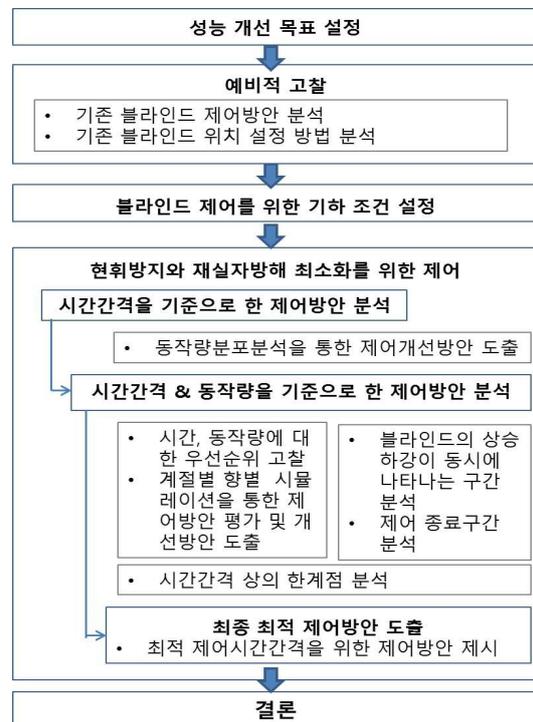


Fig. 1 Research process

바 있다 [1,2,9]. 기본적으로 블라인드는 현휘를 방지하기 위하여 제어되어 왔으며, 특히 베네시안 블라인드를 자동제어하는 경우, 수직차폐율을 제어하지 않고 슬랫각도만을 제어함으로써 현휘발생을 최소화하고자 하였다 [4,8]. 블라인드의 형태와 슬랫각도는 실내 빛 환경에 큰 영향을 미치므로 기하학적 형태의 정의와 정밀한 계산을 위한 연구가 이루어졌다 [10]. 자동제어 시 재실자는 다음과 같은 요인에 의하여 방해받을 수 있다. 첫째, 블라인드 동작을 직접 눈으로 관찰함, 둘째, 실내공간의 급작스런 빛환경 변화를 느낌, 셋째, 블라인드 동작 시 모터 소음 등이다. 관련한 기존 연구는 거의 없으나 몇몇 기존 문헌에서 잦은 동작, 과도한 동작, 불필요한 동작에 의한 방해에 관한 언급을 찾아볼 수 있으며, 기존 문헌에서는 이러한 방해를 고려하기 위하여 ‘제어시간간격(control time interval)’과 ‘동작량(amount of movement)’이라는 두 변수를 적용하고 있다 [2,6,7,11]. 본 연구는 블라인드 자동제어 시 재실자가 느끼는 심리적 거슬림을 재실자 방해로 정의하고, 이를 제어에 고려하기 위하여 제어시간간격과 동작량 두 변수에 대해 아래와 같이 고찰하였다.

### 2.2 블라인드 제어시간간격과 동작량

기존 블라인드 제어 시 제어시간간격과 동작량의 결정 방법은, 시간을 우선순위에 둔 방법과 시간과 동작량을 모두 고려하는 방법

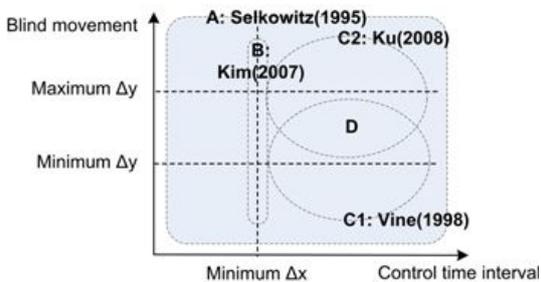


Fig.2 Previous methods to determine control time and blind position

으로 분류할 수 있다. 시간 동작량 모두 고려하는 방법은 Vine(1998)[11] 과 Ku(2008)[6]에서 나타난다. 기존 연구에서는 Fig.2의 D와 같이 잦은 동작, 과도한 동작, 불필요한 동작을 모두 고려하기 위한 개념은 제시되지 않았다. 또한, 기존에 제어시간간격과 동작량 결정을 위하여 제시된 개념들은 알고리즘이 제시되지 않았으며, 특정 제어시간간격과 동작량에 의하여 특정한 날과 향에 대하여 적용한 사례는 있으나[6] 다양한 향과 계절별로 일반적으로 적용하기에 한계가 있으며, 제시된 제어 방안에 대한 적용성 검토 및 데이터 제시가 부족하다.

### 3. 현휘 방지를 위한 블라인드 제어

본 연구에서 현휘란 일반적인 의미의 현휘보다 좁은 의미로서 ‘창호부로부터 유입되는 직사일광에 의하여 발생 가능한 현휘’를 뜻한다. 본 연구에서는 현휘 방지를 위한 블라인드 제어 시, 작업면에 직사일광이 유입되지 않는 범위 내에서 최대한 블라인드를 열어 창호부 개방율을 높일수 있는 위치로 블라인드를 제어하는 것을 목표로 하였다. 따라서 임의 시각에 현휘 방지를 위한 블라인드 위치는, 그 시각의 태양 프로파일각에 의하여 작업면에 직사일광의 유입과 물결무늬가 발생하는 것을 방지하는 동시에 최대한 창호부 개방율을 높이는 위치이다. 베네시안블라인드에서 블라인드 위치는 수직차폐율과 슬랫각도를 말한다. 수직차폐율은 태양 프로파일각 뿐만 아니라 실내 작업면의 위치에 의하여 영향을 받으나 슬랫각도는 작업면의 위치와 상관없이 오직 태양 프로파일각에 의하여 계산될 수 있다. 이와 같이 현휘 방지를 위한 블라인드 위치는 제어 시스템 내부에서 태양 프로파일각의 변화에 따라 매시각 계산될 수 있다. 그러나 현실에서 실제 블라인드는 매시각 블라인드가 계산된 위치로 연속적으로 움직

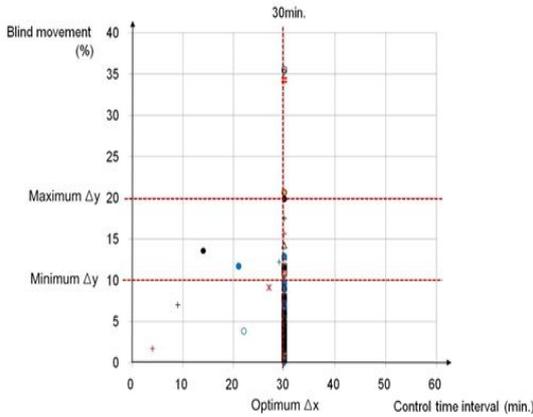


Fig. 3 Optimum control time interval and blind movement.

일 수 없으며 불연속적으로 움직여야 한다. 즉 불연속적인 제어 시각에 따라 제어 시각과 제어 시각 사이 시간 즉 제어 시간간격 동안의 현휘 방지를 위하여 블라인드 위치가 설정되어야 한다. 제어 시간간격 사이의 현휘 방지를 위한 블라인드 위치는 태양 프로파일각의 변화에 의하여 영향을 받는다. 태양 프로파일각은 태양 고도각과 방위각 그리고 창호부의 향에 의하여 결정되므로 하루 중 그 변화 양상은 해당 지역의 위치와 계절별로 매우 다르게 나타난다. 만일 제어 시간간격 사이에 태양 프로파일각이 계속 증가한다면 블라인드는 현재 태양 위치를 기준으로 결정되어도 되지만, 제어 시간간격 사이에 태양 프로파일각이 계속 감소한다면 블라인드가 연속적으로 내려갈 수 없으므로 작업면에서의 직사일광 차단을 위해서는 다음 제어 시각에서의 태양 위치를 기준으로 하여 미리 내려와 있어야 한다. 따라서 임의 시각의 블라인드 위치를 결정하기 위해서는 하루 중 태양 프로파일각의 변화를 알아야 하며 다음 제어 시각 또는 제어 시간간격이 미리 주어져야 한다. 하루 중 현휘 방지를 위한 블라인드 위치는 태양 프로파일각과 하루 중 블라인드를 제어할 시각에 대한 정보가 주어지면 미리 계산할 수 있다. 블라인드를 제어할 시각은 사용자가 임

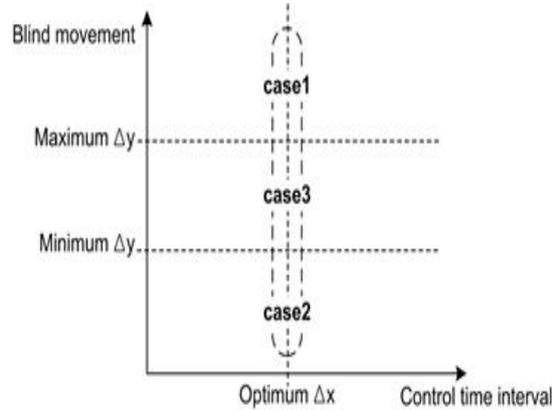


Fig. 4 Cases of movement distribution.

의로 일정한 시간간격을 설정하거나 제실자 선호도에 따라 원하는 시각을 설정해 놓을 수도 있을 것이다.

작업면 상에서 현휘 발생의 여부를 판단하기 위해서는, 일반적으로 외부조건이나 일사 센서를 이용하거나 실내 천장이나 작업면 근처에 센서를 적용하기도 하며, 센서값을 설정값과 비교함으로써 직사일광 유입 또는 현휘 발생 여부를 판단한다. 그러나 이러한 센서값에만 의존하는 방법은 센서의 측정 오차에 따라 판단 오차가 발생할 수 있다. 이러한 관점에서, 본 연구는 현휘 발생 여부를 판단할 때 센서에 의한 판단에 앞서 청천공 가정 시 태양과 건물의 기하조건에 의하여 작업면 상에 직사일광이 유입되는지의 여부를 먼저 판단하여, 만일 기하 조건에 의하여 작업면 상에서 현휘가 발생하는 것으로 판단되면 이차적으로 기존 방법과 같이 센서값에 의존하여 판단하는 것으로 가정하였다.

#### 4. 최적 제어시간간격에 의한 제어

##### 4.1 제어변수와 시뮬레이션 조건

블라인드 제어변수는 제어시각과 동작량으로 주어질 수 있다. 지금까지 제어시각은 일정한 임의 시간간격 또는 센서로 측정된 조도

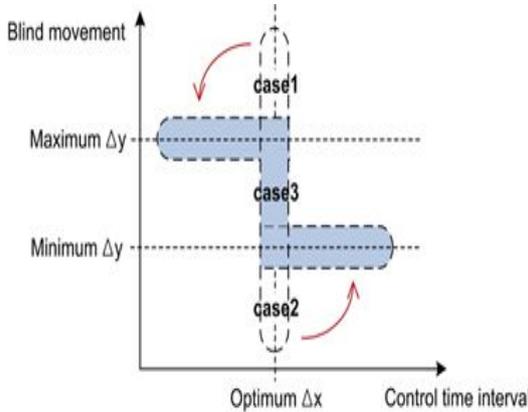


Fig. 5 Control strategy for the optimum control time interval and amount of blind movement.

값 등을 기준으로 하여 정해져 왔다. 동작량은 주어진 제어시각의 태양 프로파일각과 재실자나 작업면 위치와 같은 건물의 기하학적 조건에 대한 종속변수이다. 따라서 제어시간 간격과 동작량은 향과 계절 또는 기상상태에 따라 달라지며 이러한 불규칙성이 재실자에게 방해로 일으킬 수 있는 요인이 되는 것이다. 본 연구에서와 같이 재실자 방해를 최소화하는 것이 제어목표일 경우 제어시각을 결정하기 위한 기준은 재실자 선호도에 따라 달라질 수 있으므로 이는 임의의 사용자 입력값으로 주어져야 할 것이다. 따라서 잦은 동작 방지를 위한 최소 제어시간간격값을 재실자가 설정하게 함으로써 일차적으로 결정할 수 있으며, 과도한 동작과 불필요한 동작 방지를 위하여 동작량의 최소값과 최대값을 사용자가 허용하는 범위 이내로 설정할 수 있다.

본 연구에서는 실제 블라인드 제어 시 이러한 이상적인 목표를 얼마나 달성할 수 있는지를 알아보기 위하여, 먼저 최적 제어시간간격값을 기준으로 블라인드를 제어할 경우의 동작량 분포에 대하여 분석하였다. 본 연구에서는 중위도 37.5°N을 대상으로 하여 춘추분, 하지, 동지에 대하여 각각 면방위각

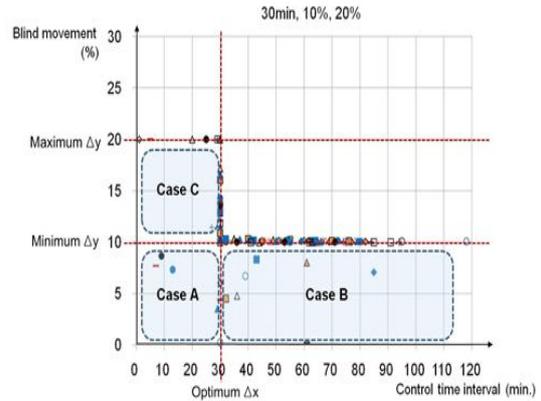


Fig. 6 Blind control by the control strategy for the optimum control time interval and minimum and maximum blind movement

-90°~90° 사이의 범위 내에서 30° 간격으로 설정하였다. 사용자 정의 입력값은 일반적으로 방해를 느끼지 않는다고 판단되는 임의의 설정값으로서 제어시간간격 30분, 동작량 최소값 10%, 최대값 20%로 가정하였다. 현회 방지를 위한 작업면 높이는 바닥으로부터 0.75m, 기준깊이는 1m로 하였다. 이와 같은 조건으로 총 21 cases 시뮬레이션을 수행하였다.

#### 4.2 결과 분석

최적 제어시간간격에 의한 제어 결과는 Fig.3에서 보여주듯이, 많은 경우 동작량의 값이 최소값 미만에서 분포하는 것으로 나타났으며, 상대적으로 적은 횟수이기는 하나 최대 동작량을 넘는 경우도 발생하였다. 제어시간간격이 최적값 미만이 되는 경우는 하루 중 제어가 종료되는 마지막 구간에서 나타나는 것으로 분석되었다. 이러한 결과 분석을 바탕으로 할 때, 제어시간간격이 최적값에 도달했을 때의 블라인드 동작량 분포는 Fig.4와 같이 세 가지 경우로 분류할 수 있다. Fig.4의 case3은 최적 제어시간간격일 때의 현회 방지를 위한 블라인드 위치가 과도한 동작과 불필요한 동작 방지를 위하여 사용자가 설정한

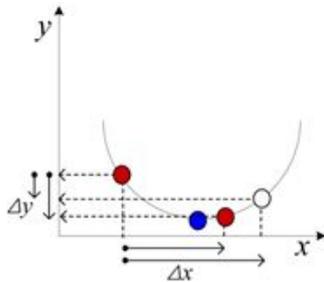


Fig. 7 Blind movement with increasing of control time interval.

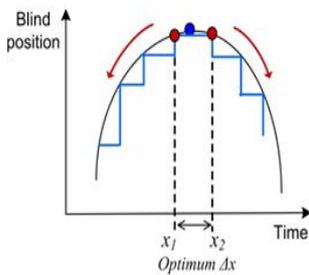


Fig. 8 A new method for dividing control time intervals

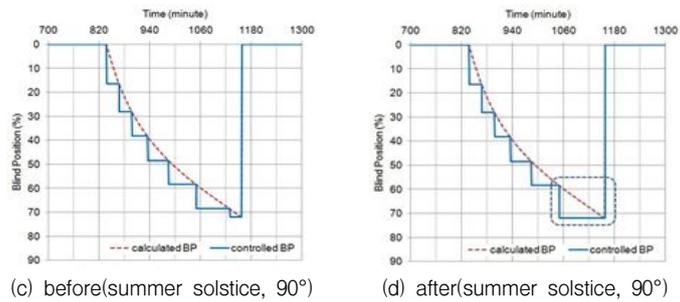
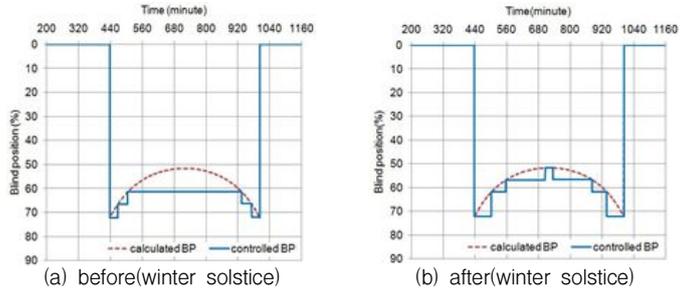


Fig. 9 Before and after applying the control strategy: surface azimuth 0°, min/max movement 5%, 20%.

동작량의 범위를 만족하는 경우이다. 반면, case1과 2는 현회 방지와 제실자 방해 최소화라는 두 가지 제어 목표가 서로 상충되는 경우로 분석된다.

### 5. 최적 제어시간간격과 동작량에 의한 제어

본 절에서는 앞서 최적 제어시간간격에 의한 제어 방안의 적용 결과 분석된 동작량 분포의 문제점을 개선하기 위하여, 앞서 제시된 case1과 case2의 경우 제어시간간격과 동작량이 Fig.5와 같은 분포 형태를 갖는 것을 목표로 하였다. 첫째, case1의 경우 제어시간간격의 최적값과 동작량 조건을 모두 만족시킬 수는 없으므로 과도한 동작을 허용하거나 시간간격이 최적값 미만인 것을 허용하여야 하며, 동작량이 최대값이 될 때까지 제어시간간격을 줄이는 방법을 적용하였다. 둘째,

case2의 경우도 마찬가지로 동작량이 최소값이 될 때까지 제어시간간격을 늘이는 방법을 적용하였다. 계절별 항별 21 cases에 대한 시뮬레이션 결과, 제어시간간격과 동작량은 Fig.6과 같은 분포로 나타났다. 그래프에서 제어 목표를 벗어나는 경우를 발견할 수 있는데 이는 첫째, 태양 프로파일각이 하루 중 상승했다가 하강하거나 반대로 하강했다가 상승하는 유형일 때, 둘째, 제어가 종료되는 마지막 구간에서 제어시간간격 또는 동작량이 작을 때 나타나는 문제로 분석되었다.

태양 프로파일각이 하루 중 상승과 하강이 모두 나타나는 경우, 변곡점이 포함되는 제어 구간에서 동작량을 찾는 알고리즘에서 오류가 발생하는 것으로 분석되었다. 즉 제어시간간격이 증가하더라도 동작량이 항상 증가하는 것이 아니라 Fig.7과 같이 동작량이 감소하다가 어느 시점 이후로 증가하는 경우를 고려하여야 함을 뜻한다. 변곡점이 포함된 구간

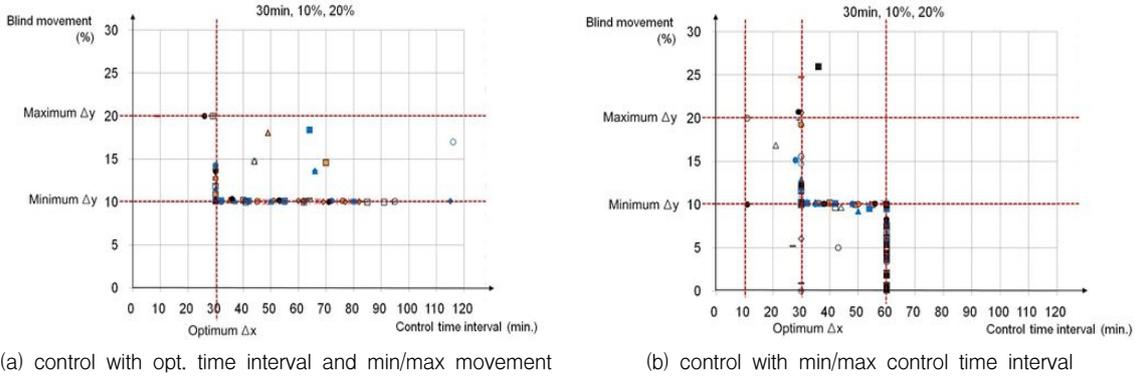


Fig. 10 Distribution of control time interval and blind movement

에서의 문제점을 최소화하기 위하여, 본 연구에서는 Fig.8과 같이 변곡점을 기준으로 하여 제어구간을 분할하는 방법을 제안하였다. Fig.9(a)의 예에서, 30분 간격을 최적제어시간간격으로 설정했음에도 불구하고 변곡점이 존재하는 구간에서 제어시간간격이 길어짐으로 인하여 약 10시간 동안 블라인드가 움직이지 않았으나, 보완된 알고리즘의 적용에 의하여 Fig.9(b)와 같이 제어시간간격이 최적값에 가까워짐을 보여준다.

제어가 종료되는 마지막 구간의 경우 불필요한 동작량을 최소화하기 위한 기본적인 방안은 마지막 구간 이전에 미리 블라인드를 좀더 내리거나 올리는 것이다. Fig.9(c)와 (d)는 종료구간에 대한 제어방안의 적용 전후 결과를 보여준다. 종료구간에서의 제어방안은 기존 연구에서 제안되었으며[3], 기본적인 방안은 유사하나 재실차 방해물 고려할 경우 제어 목표의 우선순위에 따라 제어결과는 약간의 차이가 있을 수 있다. 제어종료 시 동작량이 작은 문제를 개선하기 위한 제어방안 적용 결과 Fig.10(a)와 같이 동작량은 원하는 범위 이내로 이동하였으나 제어시간간격은 최적값으로부터 멀어지게 되는 결과를 초래할 수 있음을 알 수 있다.

## 6. 최적 제어시간간격을 위한 제어 방안

본 연구에서는 Fig.10(a)와 같이 시간간격이 최적값에서 너무 멀어지는 경우를 고려하기 위하여, 사용자가 제어시간간격의 최소값과 최대값을 설정할 수 있는 옵션을 설정함으로써 사용자가 원하는 경우에는 제어시간간격이 최소 최대 범위 이내에서만 분포하도록 하는 방안을 제시하였다. 첫째, 제어시간간격이 최소값 미만에서 발생하는 경우 시간간격을 최소시간간격까지 증가시켜 그 때의 동작량만큼 움직이도록 한다. 둘째, 제어시간간격이 최대값을 초과하는 경우 시간간격을 최대시간간격까지 감소시켜 그 때의 동작량만큼 움직이도록 한다. 제어방안 구현을 위한 알고리즘은 case1의 경우 다음과 같으며, Fig. 11과 같은 순서도로 나타낼 수 있다.

최적 제어시간간격  $Optimum \Delta x$  일 때의 동작량  $\Delta y(Optimum \Delta x)$  을 구한다.  
 만일 이 때의 동작량  $\Delta y(Optimum \Delta x)$ 이 최대 동작량  $Max \Delta y$  을 초과하면,  
**(case 1)**  
 최적 제어시간간격  $Optimum \Delta x$  미만의 시간 중 동작량이 최대 동작량  $Max \Delta y$  이 될 때의 시간간격  $\Delta x(Max \Delta y)$  을 구한다.  
 제어 시간간격 =  $\Delta x(Max \Delta y)$   
 동작량 =  $Max \Delta y$   
 만일 이 때의 제어 시간간격  $\Delta x(Max \Delta y)$ 이 최소 제어 시간간격  $Min \Delta x$  보다 작으면, **(option a)**  
 제어 시간간격  $\Delta x(Max \Delta y)$ 이 최소 제어 시간간격  $Min \Delta x$  일 때의 동작량  $\Delta y(Min \Delta x)$ 을 구한다.  
 제어 시간간격 =  $Min \Delta x$   
 동작량 =  $\Delta y(Min \Delta x)$

사용자 정의 입력값인 제어시간간격 최소값을 10분, 최대값을 60분으로 입력한 경우, Fig. 10(b)에서 보여주듯이 제어시간간격은

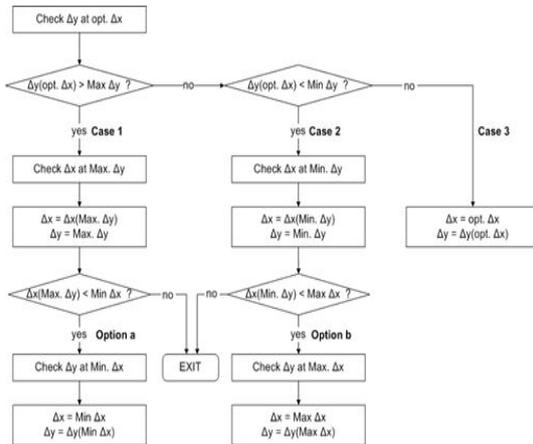


Fig. 11 Calculation procedure for the control for the mini/max. control time interval

대부분의 경우에 사용자 설정 범위이내에서만 제어된다. 그러나 몇몇의 경우 동작량이 이상적인 분포를 벗어나는 경우가 다시 발생하게 되는데, 이는 태양 프로파일각의 변화율이 매우 큰 경우 등에서 제어시간간격과 동작량의 제어목표가 서로 상충하여 발생하는 것으로 분석되었다.

## 7. 결 론

본 연구에서는 현회 방지와 동시에 재실자 방해를 최소화하기 위한 자동블라인드 제어 방안 도출을 위하여 관련변수를 정의하고 제어시간간격과 동작량에 의한 블라인드 제어 방안을 제시하였으며, 시뮬레이션에 의하여 항별 계절별 적용 데이터 도출 및 제어방안의 타당성을 검토하였다. 본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 최적 제어시간간격에 의한 제어 방안의 적용 분석 결과, 최적 제어 시간간격이 30분일 때, 많은 경우 동작량의 최소값

10% 미만에서 동작량이 분포하며, 동작량의 최대값 20%를 넘는 경우도 발생하였다. 하루 중 제어가 종료되는 마지막 구간에서 제어 시간간격이 최적값 미만인 경우가 나타나는 것으로 분석되었다. 따라서 동작량이 최대값을 넘는 경우와 최소값 미만인 경우에 대한 제어 방안을 제시하였다.

- (2) 최적 제어 시간간격과 최대 최소 동작량에 의한 제어 방안의 적용 분석 결과, 제어 목표에서 벗어나는 경우가 발생하며 이는 두 가지 경우에 의한 것으로 분석되었다. 첫째, 블라인드 위치가 상승 하강 복합 유형인 경우 즉 하루 중 수직차폐율이 증가했다가 감소하거나 감소했다가 증가하는 유형일 경우 알고리즘의 오류에 의한 문제이며, 둘째, 마지막 제어 구간에서 제어 시간간격 또는 동작량이 작음으로 인하여 나타나는 문제이다. 따라서 상승 하강 복합 구간과 마지막 구간에 대한 분석을 수행하고 각각 개선 방안을 제시하였다.

- (3) 제어 시간간격이 최적값에서 멀어지는 것을 방지하기 위하여, 최소 최대 제어 시간간격을 설정하는 제어 방안을 제시하였다. 이를 적용한 결과, 사용자가 설정한 제어 시간간격의 최소 최대 범위 이내에서만 블라인드가 제어되는 것을 알 수 있다. 그러나 제어 시간간격은 최소 최대 범위 이내를 만족함에도 불구하고 동작량이 최소값 미만이 되거나 최대값 초과가 되는 경우가 발생하였으며, 이는 제어 구간이 더 잘게 분할됨으로 인하여 마지막 구간과 급격한 구간에서의 문제가 이전보다 많은 경우에 나타나기 때문인 것으로 분석되었다.

본 연구에서 제시된 자동 블라인드의 재실자 방해 요인을 고려한 제어방안은 블라인드의 제어성능을 향상시켜 사용자 쾌적성을 향

상시킴으로서 향후 자동 블라인드 보급 확산 가능성을 증대시킬 수 있을 것이며 이는 궁극적으로 건물 에너지절감을 가져올 수 있을 것이다. 본 연구는 중위도만을 대상으로 데이터 분석이 수행되었으므로 추후 위도별 다양한 사용자 입력 조건에 대한 분석의 수행이 필요하다.

### References

1. Koo, S. Y., Optimum Blind Control to Maximize Solar Heat Gain Preventing Glare on Workplane, Ph.D. thesis, Department of architecture, Seoul National University, 2011.
2. Kim, J. H., Automatic Control Strategy of Venetian Blind for Improvement of Environmental Performance in Office Buildings, Ph.D. thesis, Department of architecture, Seoul National University, 2007.
3. Seong, Y. B., Yeo, M. S., Koo, S. Y., Kim, K. W., Optimum Blind Control at the End of Operation Time Zone for Preventing Glare on Work-plane and Maximizing Daylight and Solar Heat Gain, Journal of the Korean housing association, 23(1), pp.27-41, 2012.
4. Jo, S. H., Shin, K. S., The Effect on the Heating and Cooling Load of Building by Slat Angle Variation of Venetian Blind, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration engineering, 7(2), pp. 171-183, 1995.
5. Koo, S. Y., Yeo, M. S., Kim, K. W., Automated blind control to maximize the benefits of daylight in buildings, Building and Environment, 45, pp. 1508-1520, 2010.
6. Ku, H. Y., Koo, S. Y., Yeo, M. S., Kim, K. W., User preference based control strategy for an automated blind. Proceedings of COBEE 2008 the 1st international conference on building energy and environment, Dalian, China; COBEE2008, pp.1132-1138, 2008.
7. Lee, E. S., Selkowitz, S., The design and evaluation of integrated envelope and lighting control strategies for commercial buildings, ASHRAE Transactions, 95(101), pp. 326-342, 1995.
8. Lee, E. S., DiBartolomeo, D. L. & Selkowitz, S. E., Thermal and daylighting performance of an automatic venetian blind and lighting system in a full-scale private office, Energy and Buildings, 29, pp.47-63, 1998.
9. Lindsay CRT, Littlefair PJ, Occupant use of Venetian blinds in offices, Building Research Establishment (BRE), 1992.
10. Tzempelikos, A., The impact of Venetian blind geometry and tilt angle on view, direct light transmission and interior illuminance, Solar Energy, 82, pp. 1172-1191, 2008.
11. Vine, E., Lee, E., Clear, R., DiBartolomeo, D., Selkowitz, S., Office worker response to an automated venetian blind and electric lighting system: a pilot study, Energy and Buildings, 28, pp. 205-218, 1998.