Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 22, No.12, pp. 20~28 December 2008 논문 22-12-3

광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 통합 제어 소프트웨어 개발 및 알고리즘

(Development and Algorithm of Integration Control Software of Daylight Responsive Dimming Systems and Automated Roller Shading Systems)

홍성관* · 박병철 · 김유신 · 최안섭 · 이정호

(Seong-Kwan Hong · Byoung-Chul Park · Yu-Sin Kim · An-Seop Choi · Jeong-Ho Lee)

요 약

에너지 자원의 고갈과 환경오염으로 인하여 건축조명 분야에서는 주광을 이용하여 에너지를 절약하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 광센서 조광제어시스템은 실내로 입사되는 주광에 따라 인공조명을 자동으로 제어하는 에너지 절약형 시스템으로 쉐이딩 시스템에 의해 주광유입이 차단되어 그 적용성이 미비하다. 자동롤러쉐이딩 시스템은 태양의 변화에 따라 롤러쉐이드의 높이를 자동으로 제어하는 시스템으로 광센서 조광제어시스템과 통합되어 사용될 때, 불쾌한 직사일광은 차단하고 실내로 유용한 주광을 유입함으로써 에너지 절감과 쾌적한 시환경을 제공할 수 있다. 본 연구는 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 통합을 위하여, 각 시스템의 제어 소프트웨어를 개발하였고 이를 통합하였다.

Abstract

It is prevalent to research on the energy saving systems using daylight. Daylight responsive dimming systems are to automatically control lighting output by available daylight for maintaining target illuminance on the workplane. The system application is not popular because of blocked daylight by shading systems. Automated roller shading systems automatically control shade height by sun position and sky conditions. Both daylight responsive dimming systems and automated roller shading systems should be integrated for energy savings and visual luminous environment. In this research, software are developed and integrated for control of integrated systems.

Key Words : Daylight Responsive Dimming Systems, Automated Roller Shading Systems, Control Software

* 주저자 : 세종대학교 건축공학과
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-4331
E-mail : skhong0710@gmail.com
접수일자 : 2008년 10월 23일
1차심사 : 2008년 10월 28일
심사완료 : 2008년 11월 7일

1. 서 론

1.1 연구의 배경

에너지 소비의 증가로 인하여 에너지 자원의 고갈과 화석 연료로 인한 환경 오염이 심화되자 세계 각국에서는 고효율, 친환경 에너지 정책을 실시하고 있다. 미국의 에너지성(DOE)과 재생에너지협회(BT)에서는 2025년까지 통합제어기술을 이용하여 Zero Energy Building 건립을 추진하고 있는 등 에너지에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다[1].

건축조명 분야에서는 조명 에너지의 절약을 위하여 주광을 적극 활용하는 연구를 진행하고 있다. 주광은 무한청정 에너지로서 우수한 시환경 확보 뿐 아니라 생체 · 심리학적으로도 많은 장점이 있다[2]. 이러한 주광을 효율적으로 이용할 수 있는 조명시스템으로 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템 등이 있다. 광센서 조광제어시스템은 인공조명의 밝기를 조절하는 시스템으로 주광의 유입량을 조절할 수는 없기 때문에, 주광 유입을 조절할 수 있는 자동롤러쉐이딩 시스템과의 통합은 필수적이다.

기존 수동 롤러쉐이드는 재실자가 직접 조절하는 방식으로 편의상의 문제로 인하여 태양의 변화에 상관없이 설정된 높이 그대로 사용하여 유용한 주광의 유입이 차단되고 있다. 따라서 외부환경에 자동으로 대응하는 자동롤러쉐이딩 시스템을 사용해야 한다. 이 시스템은 롤러쉐이드에 전동 모터와 센서를 이용하여 태양의 변화에 맞게 높이를 조절하는 시스템이다.

1.2 연구의 목적

조명 에너지를 절약하는 방법에는 고효율 조명기구, 조명제어시스템, 자연채광 등이 있으며 그 중 주광을 활용한 제어시스템에는 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템이 있다. 본 연구의 목적은 조명 에너지 절감률의 극대화를 위하여 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 통합 제어 알고리즘 및 소프트웨어를 개발하는 것이다.

1.3 연구의 방법

본 연구는 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 선행연구를 기반으로 하여 효율적인 통합 제어시스템의 실행에 필요한 개별 소프트웨어를 개발하였다. 개발된 개별 소프트웨어는 천공상태를 결정, 태양의 일영각을 계산, 롤러쉐이드의 높이 산정과 광센서 조광제어시스템의 조광율 산정 소프트웨어이며 각 개별 소프트웨어는 통합 알고리즘에 의해 통합되었다. 본 연구에서는 통합 제어 소프트웨어를 작성하기 위해서 Visual C++ Ver.6.0과 Borland C++ Builder 6.0을 사용하였다.

2. 이론고찰

2.1 광센서 조광제어시스템

광센서 조광제어시스템은 실내로 유입되는 주광의 양에 따라 자동으로 인공조명의 밝기를 조절하여 작업면에 균일한 조도를 유지할 수 있는 에너지 절약 시스템이다[3]. 광센서 조광제어시스템은 광센서, 조광용 안정기, 제어 소프트웨어 등으로 구성된다. 광센서는 주광의 양을 측정하고 미리 계산된 제어기울기에 의해 작업면 조도를 일정하게 유지하도록 한다[4].

2.2 자동롤러쉐이딩 시스템

자동롤러쉐이딩 시스템은 태양의 위치 변화와 천공의 상태 변화에 따라 주광의 유입량을 조절할 수 있는 시스템이다. 자동롤러쉐이딩 시스템은 롤러쉐이드, 전동 모터, 제어 소프트웨어, 외부 환경을 센싱하는 일사 및 휘도센서 등으로 구성된다. 직사일광이 외부 건축물에 의해 반사되거나 지나치게 높아 주광이 과다 유입되는 경우에 대비하여 시스템 적용시 롤러쉐이드의 투과율에 유의하여야 한다.

3. 소프트웨어의 구성 및 작동원리

3.1 천공상태 결정 S/W

천공을 결정하는 방법에는 일사량, 운량과 일조시간 데이터를 이용하는 방법이 있으며 국내의 경우 일사량을 측정하는 곳은 22곳이고 운량과 일조시간 데이터를 측정하는 곳은 각 42, 79곳이다[5]. 기상청에서 발표하는 운량 데이터는 전문가의 목측(目測)에 의해 결정되는데 구름의 양을 기준으로 0부터 10까지 11단계로 나누어지며 운량을 기준으로 천공을 구분하는 Sky Cover Method의 구분은 다음과 같다[6].

- 청천공 : 0.0~0.3
- 부분담천공 : 0.4~0.7
- 담천공 : 0.8~1.0

기상청의 운량 데이터를 이용한 천공 결정 방법은 천공이 명백하게 구분되는 경우를 제외하고 천공의 구분이 모호하거나 측정하는 지역의 위치에 따라 오차가 발생한다. 또한 전문가의 목측의 경우, 측정 순간의 데이터로 해당 시간 전체를 대표할 수 없다. 따라서 전문가의 목측이 아닌 객관적인 데이터로서 천공을 구분하는 것이 명확하다.

일사량 측정 데이터를 이용하는 CI(Clearness Index)는 해당 지역의 일사량을 직접 측정하기 때문에 목측에 의한 전 운량 산정에 비해 정확하다. CI는 Erbs et al. (1982)와 Orgill and Hollands (1977), 그리고 Reindl et al. (1990)에 의해 연구되었으며 본 연구에서는 Erbs et al. 와 Orgill and Hollands의 방법을 사용하였다[7]. 식 (1)은 본 연구에서 사용되는 방법론의 식으로 K_T 범위의 차이가 있다. 표 1은 두 방법의 K_T값 범위를 나타낸다.

$$K_T = \frac{I_T}{I_{Oh}} \tag{1}$$

여기서,

K_T = CI(Clearness Index)

I_T = 실제 일사량 측정값

I_{Oh} = 대기권 밖 수평 일사량(W/m^2)

표 1. 천공의 구분(CI)
Table 1. CI for Classification of Sky Conditions

구분	Erbs et al.	Orgill and Hollands
청천공	K_T>0.8	K_T>0.75
부분담천공	0.22<K_T≦0.8	0.35<K_T≦0.75
담천공	K_T≦0.22	K_T≦0.35

천공상태 결정 소프트웨어의 입력 데이터는 위도, 시간, 날짜 등이 있으며 해당 지역의 실제 일사량 데이터를 사용한다. 그림 1의 열기(①번)를 선택하고 실제 측정된 일사량 데이터(②번)를 선택하면 데이터가 출력되며 데이터 출력은 입력한 시간을 기준으로 그림 2와 같이 그래프나 표로 확인이 가능하다.

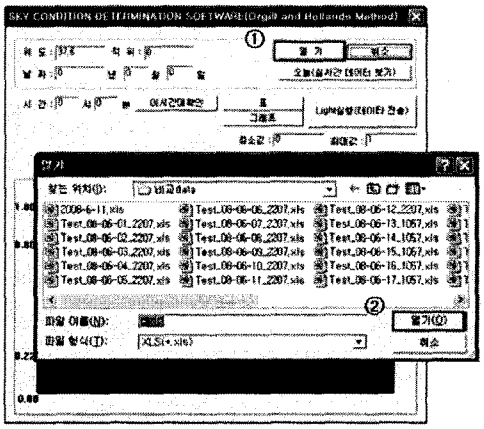


그림 1. 데이터 입력화면(천공)
Fig. 1. Input Data(Sky Conditions)

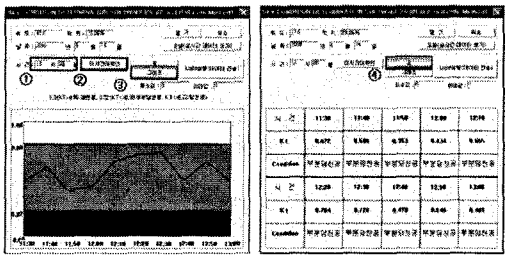


그림 2. 데이터 출력화면(천공)
Fig. 2. Output Data(Sky Conditions)

기상청 데이터와 일사량 측정 데이터를 이용한 천공 데이터를 비교하였다. 측정 데이터는 1초 단위로 센싱한 후 1분 단위로 평균을 기록하여 1시간 단위로 측정되는 기상청 전 운량 데이터와 측정 시간의 오차가 있다. 기상청 데이터와의 비교 분석을 위해 일사량 측정 데이터의 시간당 대표 천공을 결정하는 방법을 표 2와 같이 구분하였다. 측정 일사량에 의한 CI 천공 결정법은 여러 가지 방법으로 시도되었으나 기상청 데이터와 비교하였을 때, 방법에 따른 유사성 차이는 크지 않았다.

표 2. 측정 일사량에 의한 CI 천공 결정법
Table 2. Determination of Representative Sky Condition using CI

구분	천공 결정 방법
A	매 1분당(0분~59분)의 K_T값 중 다수
B	매 1분당((-)30분~29분)의 K_T값 중 다수
C	해당시간(0분~59분) K_T값의 평균 값
D	해당시간((-)30분~29분) K_T값의 평균 값
E	매 5분마다의 평균 K_T값 중 다수
F	매 10분마다의 평균 K_T값 중 다수
G	매 20분마다의 평균 K_T값 중 다수
H	해당 시간에 측정된 순간의 K_T값

2008년 3월 12일~7월 17일 중, 총 65일 동안의 데이터를 앞의 결정 방법을 사용하여 비교해보았다. 기상청 데이터와 CI를 이용한 K_T값 간의 유사성 비교는 다음 표 3과 같다. 기상청을 기준으로 하였을 때, Orgill and Hollands방법이 Erbs et al.방법에 비하여 높은 유사성을 나타냈으며 이는 Orgill and Hollands의 방법이 Erbs et al.의 방법에 비해 부분 담천공의 범위가 좁기 때문으로 사료된다. 기상청의 목측에 의한 운량 데이터와 측정 일사량을 이용한 CI와의 오차는 여러 가지 원인을 고려해 볼 수 있겠으나, 식 (1)이 제시된 이후 공기오염 등의 원인으로 인해 실제 측정 I_T값이 줄어들었기 때문으로 사료된다.

표 3. 기상청 대비 CI방법의 유사성 비교
Table 3. Comparison between Sky Cover Method and CI

구분	A	B	C	D	E	F	G	H	평균
Erbs et al.	51[%]	52[%]	51[%]	51[%]	52[%]	52[%]	51[%]	48[%]	51[%]
Orgill and Hollands	61[%]	65[%]	64[%]	66[%]	63[%]	66[%]	65[%]	58[%]	63[%]

3.2 태양 일영각 계산 S/W

일영각은 건물의 입면에 수직인 면에서의 태양 고도를 말한다. 일영각은 직사일광이 건물 내부에 미치는 영향을 알아보기 위한 척도로 쓰이며 건물 안으로의 직사일광의 유입깊이를 계산할 때 사용된다. 일영각은 다음 식 (2)를 이용하여 계산되며 그림 3은 일영각의 개념도를 나타낸다[8].

$$\alpha_p = \arctan\left[\frac{\sin\alpha_t}{\cos\alpha_i}\right] \quad (2)$$

여기서,

α_p = 일영각

α_t = 태양고도

α_i = 입사각

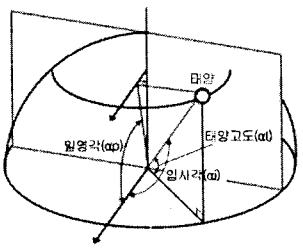


그림 3. 일영각 개념도
Fig. 3. Diagram of Profile Angle

태양 일영각 계산 소프트웨어를 실행하면 선행한 천공상태 결정 소프트웨어의 출력 데이터가 그림 4와 같이 연동된다. 연동 데이터는 경도, 위도, 기준경도, 날짜, 시간, 천공 등이다.

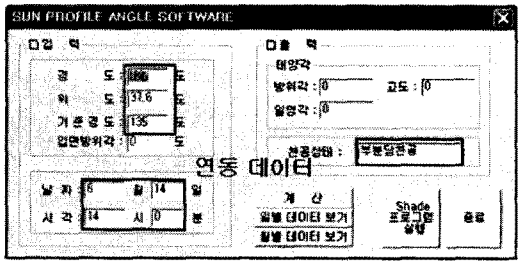


그림 4. 연동 데이터(일영각)
Fig. 4. Linked Data(Sun Profile Angle)

태양 일영각 계산 소프트웨어의 입력 데이터는 해당 건물의 경도, 위도, 기준경도, 날짜, 시간 등이며 연동 데이터를 제외하고 그림 5의 입면방위각(①번)을 입력한다. 입면 방위각은 건물 입면의 법선이 정남에서부터 떨어진 각도를 의미한다. 태양 일영각 계산 소프트웨어는 계산(②번)을 선택하여 해당일의 태양의 방위각, 고도, 일영각을 출력한다. 그림 6은 일별/월별 데이터의 출력화면으로 월과 일(①번)을 선택하여 데이터를 출력한다. 출력된 데이터는 월별 1시간 단위, 일별 10분 단위로 구성된다.

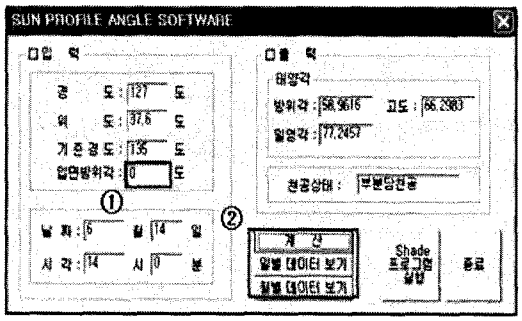


그림 5. 데이터 입력화면(일영각)
Fig. 5. Input Data(Sun Profile Angle)

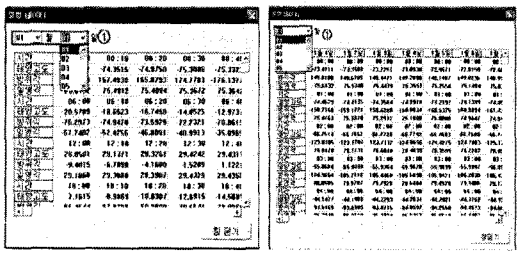


그림 6. 데이터 출력화면(일영각)
Fig. 6. Output Data(Sun Profile Angle)

태양의 일영각 방법론에 대한 검증을 실시하였다. 검증은 한국천문연구원의 데이터베이스를 이용하였다. 본 연구에서 사용된 태양의 일영각 계산은 조명공학에서 사용하는 방식으로 천문학에서 사용하는 방법과는 다르다[9]. 따라서 한국천문연구원의 데이터와 본 연구에서 사용된 데이터를 비교하였다. 표 4는 두 데이터간의 비교결과로 오차는 최대 (-)4.24[%]에서 최소 (-)0.09[%]로 나타났다. 이는 두 데이터간의 값이 큰 오차가 없음을 나타낸다.

표 4. 계산 방법에 따른 태양 변위의 오차
Table 4. The Error of Different Calculation Methods

구분		한국천문 연구원(A)		개발 S/W (B)		오차([%]) (A-B)/A*100	
		방위각	고도	방위각	고도	방위각	고도
3월 21일	9시	-67.56	27.36	-66.71	27.1	1.26	0.95
	12시	-16.49	52.14	-15.95	51.5	3.27	1.23
	15시	49.51	41.02	49.15	40.45	0.73	1.39
6월 21일	9시	-89.48	42.31	-89.08	42.6	-0.45	-0.69
	12시	-30.72	74.36	-30.25	74.66	1.53	-0.4
	15시	77.01	55.53	77.12	55.82	-0.14	-0.52
9월 21일	9시	-64.87	30.25	-64.6	30.23	0.42	0.07
	12시	-10.69	53.08	-10.51	52.94	1.68	0.26
	15시	53.35	38.56	53.4	38.87	-0.09	-0.8
12월 21일	9시	-48.45	11.55	-47.94	12.04	1.05	-4.24
	12시	-7.95	29.08	-7.69	29.17	3.27	-0.31
	15시	36.26	20	36.62	19.91	-0.99	0.45

3.3 롤러쉐이드 높이 제어 S/W

롤러쉐이드의 높이 제어는 태양의 일영각을 이용하여 계산된다[10]. 직사일광이 지나치게 유입되는 청천공이나 부분담천공 상태에서는 롤러쉐이드 높이를 제어하고 불필요한 직사일광의 유입을 차단하여 쾌적한 시환경을 확보할 수 있다. 롤러쉐이드의 높이 제어는 사용하는 공간의 가구배치나 동선 등을 고려하여 직사일광의 유입깊이를 설정할 수 있다. 담천공 상태에서는 직사일광의 유입이 없어서 눈부심을 유발하지 않기 때문에 롤러쉐이드를 열어 유용한 주광을 최대한 유입한다. 식 (3)은 롤러쉐이드의 높이 설정에 관한 식이며 그림 7은 롤러쉐이드 높이 제어에 대한 개념도이다.

$$h = d \times \tan\alpha_p - h_w \quad (3)$$

여기서,

h = 롤러쉐이드 높이

d = 직사일광의 유입깊이

α_p = 일영각

h_w = 창틀높이

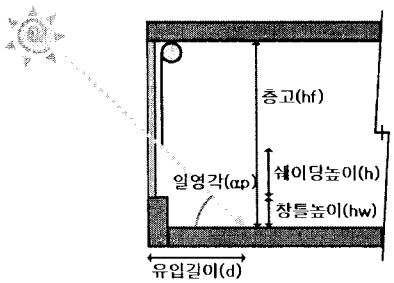


그림 7. 롤러쉐이드 높이 제어 개념도
Fig. 7. Diagram of Control of Roller Shade Height

롤러쉐이드 높이 제어 소프트웨어를 실행하면 선행한 태양 일영각 계산 소프트웨어의 출력 데이터가 그림 8과 같이 연동된다. 연동 데이터는 경도, 위도, 기준경도, 입면방위각, 날짜, 시간, 천공, 태양의 방위각, 고도, 일영각 등이다.

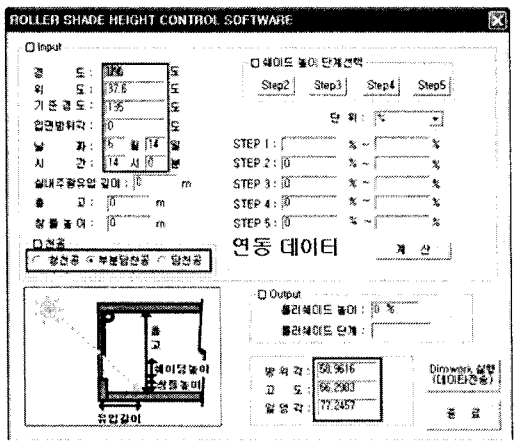


그림 8. 연동 데이터(롤러쉐이드 높이제어)
Fig. 8. Linked Data(Roller Shade Height)

롤러쉐이드 높이 제어 소프트웨어의 입력 데이터는 해당 건물의 지역적 특성(경도, 위도, 기준경도, 입면방위각)과 날짜, 시간, 직사일광의 유입깊이, 층고, 창틀높이 등이며 연동 데이터를 제외하고 그림 9의 직사일광의 유입깊이, 층고, 창틀높이(①번)를 입력한다. 롤러쉐이드의 높이 단계(②번)는 사용자가 선택하며 단위는 '[m]'와 '[%]'(③번) 중 선택한다. 단계별 높이(④번)를 직접 입력하여 실제 사용환경에 적합하게 설정할 수 있다.

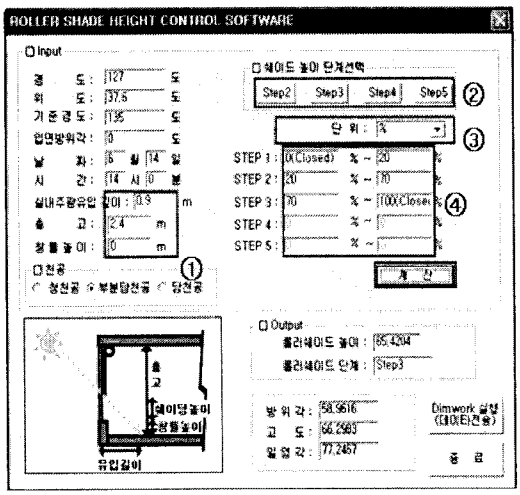
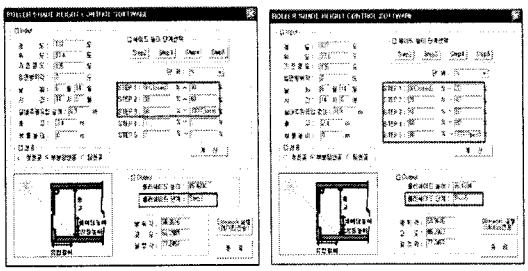


그림 9. 데이터 입 · 출력화면(롤러쉐이드 높이제어)
Fig. 9. Input/Output Data(Roller Shade Height)

다음 그림 10은 사용자가 입력한 단계 설정에 따른 롤러쉐이드의 단계 결과를 보여준다. 표 5는 롤러쉐이드 단계 설정에 따른 결과로 사용자의 단계 설정에 따라 롤러쉐이드 단계의 결과가 변화한다.



〔3단계 예시〕 〔5단계 예시〕

그림 10. 데이터 입 · 출력화면(롤러쉐이드 높이제어)
Fig. 10. Input/Output Data(Roller Shade Height)

표 5. 롤러쉐이드 단계 설정 결과의 예
Table 5. Results by Different Step of Controled Shade Height

설정단계	3단계	5단계
STEP 1	0~30([%])	0~20([%])
STEP 2	30~60([%])	20~40([%])
STEP 3	60~100([%])	40~60([%])
STEP 4	-	60~80([%])
STEP 5	-	80~100([%])
단계결과	STEP 3	STEP 5
높이계산값	85.4204([%])	

3.4 광센서 조광제어시스템의 조광율 산정 S/W

실내로 들어오는 주광의 분포는 시시각각 변화할 뿐 아니라 실내의 인공조명의 분포와는 다르게 나타난다. 광센서 조광제어시스템의 조명 제어 방법에는 적분컨트롤, 오픈루프 비례 컨트롤, 크로즈드루프 비례 컨트롤 방법 등이 있으며 본 연구에서는 이러한 변화에 잘 대응하는 크로즈드루프 비례 컨트롤 방법을 사용하였다. 제어기울기(M_{CL})와 조광레벨(δ_{CL})은 다음 식 (4), (5)와 같다[11].

$$M_{CL} = -\frac{E_D}{(E_{EM}-E_D)S_{EM}+E_{EM}(S_D-S_{EM})} \quad (4)$$

$$\delta_{CL} = M_{CL}(S_T-S_{EM})+1 \quad (5)$$

여기서,

M_{CL} = 제어기울기

S_D = 보정 시 주광에 의한 광센서 신호값

E_D = 보정 시 주광에 의한 작업면 조도값(lx)

S_{EM} = 야간에 조명기구 100[%] 점등 시 광센서 신호값

E_{EM} = 야간에 조명기구 100[%] 점등 시 작업면 조도값(lx)

S_T = 현재 광센서 신호값

δ_{CL} = 조광레벨

식 (4)와 (5)는 주간과 야간의 광센서 신호값과 작업면에서의 조도값을 측정하여 입력하는데 롤러쉐이드의 사용과 천공의 상태 변화 등 주변 환경의 변화에 따라 제어기울기도 변화한다. 따라서 식 (6), (7)과 같이 기존의 제어기울기에 보정값을 곱하여 보정된 제어기울기로 조광레벨을 결정한다.

$$M_{CL(C_S)} = -\frac{E_D}{(E_{EM}-E_D)S_{EM}+E_{EM}(S_D-S_{EM})} \times C_S \quad (6)$$

$$\delta_{CL(C_S)} = M_{CL(C_S)}(S_T-S_{EM})+1 \quad (7)$$

여기서,

$M_{CL(C_S)}$ = 보정된 제어기울기

$\delta_{CL(C_S)}$ = 보정된 조광레벨

C_S = 제어기울기 보정값

광센서 조광제어시스템의 조광율 산정 소프트웨어를 실행하면 선행한 롤러쉐이드 높이 제어 소프트웨어의 출력 데이터가 그림 11과 같이 연동된다. 연동데이터는 천공과 롤러쉐이드 단계이다.

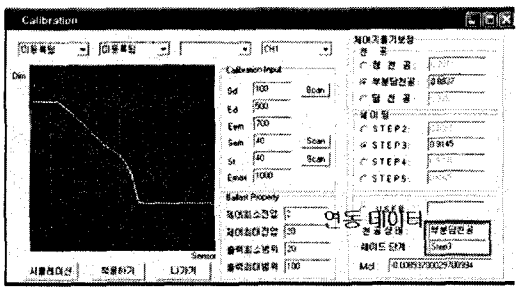


그림 11. 연동 데이터(조광율 산정 기울기)
Fig. 11. Linked Data(Control Slope)

광센서 조광제어시스템의 조광율 산정 소프트웨어는 광센서 조광제어시스템의 조광율을 보정하는 단계로, 실내로 유입되는 주광의 양에 따라 인공조명의 조광레벨을 결정하기 위한 제어기울기를 보정한다. 광센서 조광제어시스템의 조광율 산정 소프트웨어는 광센서 신호에 의한 조광레벨 값을 나타내는 그래프로 구성되어 있으며 입력 데이터는 그림 12의

주광에 의한 광센서 신호값과 작업면 조도값, 그리고 야간의 조명기구 100[%] 점등 시 광센서 신호값과 작업면 조도값, 그리고 현재의 광센서 신호값(① 번)이다. 제어기울기의 보정을 위해 연동 데이터를 통해 입력된 천공 및 롤러쉐이드 단계를 기준으로 새로운 제어기울기로 다시 보정하면 새로운 조광레벨이 출력된다.

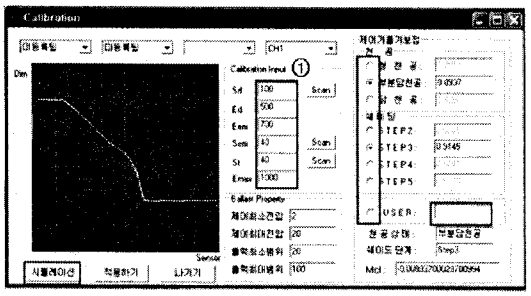


그림 12. 데이터 입 · 출력 화면(조광율 산정 기울기)
Fig. 12. Input/Output Data(Control Slope)

그림 13은 연동 데이터를 통하여 보정이 되는 것 외에 제어기울기 보정값을 사용자가 직접 설정하여 조광율을 산정하는 예시이다. 사용자가 설정하는 보정값에 의해 그래프의 제어기울기가 변화한다.

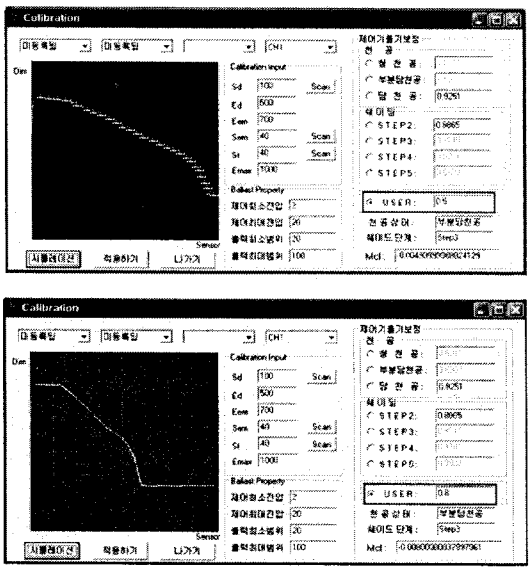


그림 13. 제어기울기 보정
Fig. 13. Calibration of Control Slope

4. 통합 제어 소프트웨어

그림 14는 통합 제어 소프트웨어의 프로세스이며 상호 연동되는 일련의 과정이 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 개별 시스템의 통합으로 발전한다. 통합 제어 소프트웨어에 의해 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 통합이 실현되며 그림 15와 같은 알고리즘에 의해 진행된다.

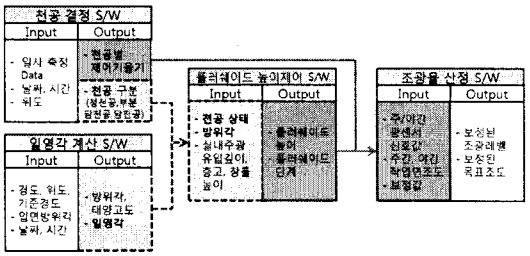


그림 14. 통합 제어 소프트웨어 프로세스
Fig. 14. The Process of Integrated Control Software

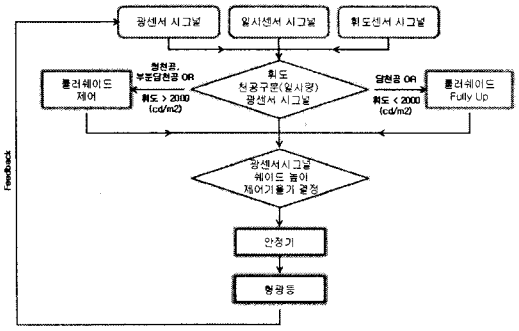


그림 15. 시스템의 알고리즘
Fig. 15. The Algorithm of Systems

통합 제어 소프트웨어의 구성은 4개의 개별 소프트웨어의 연동을 기본으로 하며 실행 순서는 다음과 같다. 개별 소프트웨어를 순차적으로 실행하면 선행 소프트웨어의 데이터가 연동된다.

① 천공상태 결정 S/W
② 태양 일영각 계산 S/W
③ 롤러쉐이드 높이 제어 S/W
④ 광센서 조광제어시스템의 조광율 산정 S/W

5. 결 론

본 연구는 광센서 조광제어시스템과 자동롤러쉐이딩 시스템의 효율적인 실행을 위한 통합 제어 소프트웨어 및 통합 제어 알고리즘을 개발하였다. 통합 제어 소프트웨어는 4개의 개별 소프트웨어로 구성된다. 개발된 개별 소프트웨어는 유기적으로 상호 연동되어 통합 제어 소프트웨어로 사용된다. 통합 제어 소프트웨어 사용된 알고리즘은 다음과 같다.

일사센서 시그널에 의해 천공의 종류가 결정되며 이 정보에 따라 롤러쉐이드의 높이 제어를 결정한다. 청천공이나 부분담천공 상태에서는 롤러쉐이드를 설정에 맞게 제어하고 담천공 상태에서는 롤러쉐이드를 올린다. 청천공이나 부분담천공 상태에서는 외부 방해물에 의한 반사로 인하여 눈부심이 발생할 수 있으며 이는 휘도센서의 시그널로 롤러쉐이드의 제어를 결정한다. 광센서 시그널은 천공 및 롤러쉐이드의 높이에 따라 달라지는 제어기울기의 영향을 받아 보정된다. 이 때 천공상태에 관한 정보는 천공상태 결정 소프트웨어에 의해 전달 받고, 롤러쉐이드의 제어에 관한 정보는 롤러쉐이드 높이 제어 소프트웨어에 의해 전달 받는다. 안정기는 광센서 시그널에 따라 보정된 제어기울기로 형광등을 제어하며 이 같은 과정은 피드백된다. 향후 연구에서는 본 연구에서 개발된 통합 제어 소프트웨어를 하드웨어와 접목하여 시스템의 적용성 평가 실험이 필요하다.

감사의 글

이 연구는 삼성건설의 연구비 지원에 의한 연구결과의 일부이며, 저자의 일부는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았음.

References

[1] E.S. Lee 외, The New York Times Headquaters Daylighting Mock-Up, Energy and Buildings 38, 2006. 7.
[2] Peter R. Boyce, Human Factors in Lighting, 2nd Edition, Lighting Research Center, 2003.
[3] 최안섭 외, 광센서 조광제어시스템의 성능향상을 위한 조광용 전자식 안정기 성능평가 연구, 대한건축학회 논문집, 제19권 8호, 2003. 8.
[4] 최안섭 외, 조명시스템의 자동화를 위한 주광센서 연동제어시스템의 개발연구, 삼성물산(주) 기술연구소, 1998. 12.
[5] 유호천 외, 국내 주요도시의 운량데이터를 이용한 전일사 산출 및 비교, 한국태양에너지학회 논문집, 제28권 4호, 2008. 8.
[6] IESNA, Lighting Handbook, 9th Edition., 2000.
[7] John A. Duffie et al., Solar Engineering of Thermal Processes, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
[8] 최안섭, 주광의 이해와 계산 / 특집: 그린 빌딩과 태양에너지 이용, Journal of the KGBC 1012, 2권, 4호.
[9] Jean Meeus, Astronomical Algorithms, 2nd Edition, Willmann-Bell,Inc., 1998.
[10] 임지선 외, Mock-up 실험을 통한 사무소 건축물의 Roller Shade 높이 제어 최적화에 관한 기초적 연구, 한국태양에너지학회 학술대회, 2008. 4.
[11] 최안섭 외, 광센서 조광제어시스템의 효율적 실행을 위한 제어소프트웨어 및 에너지 절감 예측소프트웨어 개발, 대한건축학회 논문집, 제22권 5호, 2006. 5.

◇ 저자소개 ◇

홍성관 (洪性觀)
1983년 7월 10일생. 2007년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

박병철 (朴炳哲)
1977년 6월 16일생. 2004년 세종대 건축공학과 졸업. 2006년 세종대 건축공학과 건축환경설비 전공 졸업(석사). 현재 세종대 건축공학과 박사과정.

김유신 (金有信)
1981년 1월 2일생. 2005년 세종대 건축공학과 졸업. 2007년 세종대 건축공학과 건축환경설비 전공 졸업(석사). 현재 세종대 건축공학과 박사과정.

최안섭 (崔安燮)
1967년 10월 4일생. 1991년 한양대 건축공학과 졸업. 1993년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(석사). 1997년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(박사). 현재 세종대 건축공학과 교수.

이정호 (李正鎬)
1974년 5월 26일생. 1998년 한양대 건축공학과 졸업. 2000년 한양대학교 건축공학과 졸업(석사). 현재 삼성건설 기술연구소 과장.