

태양의 일사량을 이용한 실내 조도 제어

조 현철¹⁾ · 이 기성²⁾ · 김 용팔³⁾

The Control of Indoor Illumination Using Amount of Sunlight

Hyun-Chul Cho¹⁾ · Keeseong Lee²⁾ · Yong-Pal Kim³⁾
 Kyung Pook College · Hong-Ik University · Kisan Electronic Co.,LTD

Abstract - The control of indoor illumination using fezzy controller and sunlight is presented. Indoor illumination 220[lx] can be kept according as blind control with sunlight.

1. 서 론

점점 증대되는 사회정보에 대한 큰 의존성은 건물의 변화를 많이 일으키고 있다. 오늘날 사무실은 효과적인 업무전력을 개발하기 위해 인텔리전트 생산력의 장소로서 급속히 진보되고 있다.

사무실의 적절한 업무환경 계획은 업무자들의 심리적 영향과 밀접한 관계를 가지는데, 업무자는 사무실에서 장시간 체류하게 되므로 사무실 조명환경의 영향을 많이 받게 된다.

현대 건물의 창은 면적이 점점 커지고 있으며, 실내 조명 기술은 단순히 밝기와 에너지 절감만을 생각하는 것이 아니라 적절한 밝기의 분포, 글래어, 시각 및 색인식 등을 포함한 보임의 조건과 심리적 효과를 종합적으로 고려한 새로운 조명방식의 도입이 예상된다[1, 2].

사무실의 쾌적한 업무환경과 건물내 에너지 절감의 차원에서 고도의 제어기술을 도입하여 설비기기를 효율적으로 운전하고 있다. 이의 하나로서 단일 블라인더의 자동개폐를 들 수 있는데, 이는 태양의 일사에 의한 복사열을 차단하여 외주부의 거주환경을 항상시킴은 물론 여름 야간 방열에 의한 냉각 부하의 경감 및 겨울의 야간 방열 방지에 의한 난방 부하의 경감에 기여한다. 그리고 이를 제어함으로써 실내로 입사되는 태양의 일사량을 조절하여 자연채광과 더불어 실내조도를 일정히 조절할 수 있다.

한편 제어기술의 하나인 퍼지집합 이론은 입출력 관계의 정량적인 분석이 어려운 여러 가지 공정의 제어 시스템에서 전달함수나 상태방정식에 기초한 기존의 제어기 설계 기법의 단점을 보완 대체하여 도입되고 있다. 퍼지 제어 이론은 수학적으로 다루기 힘든 모호한 사실들을 퍼지집합들로 표현하여 조작자의 경험과 지식을 기술할 수 있는 다수의 제어 rule 들로 제어기를 구성한다. 그리고 퍼지논리에 의해 추론하여 제어기의 출력을 결정한다. 설정된 rule은 제어시스템 또는 제어목적이 변화되었을 경우에도 기존의 rule을 완전 변경없이 적절히 변경시킴으로써 시스템 운영을 최적화할 수 있다[3].

본 논문에서는 사무실 작업환경에 적당한 실내 조도를 일정히 유지시키기 위하여 태양의 시간별 일사량 및 퍼지 제어기를 이용하여 건물의 블라인더를 자동 조절하는 모의 실험을 검토하였다.

2. 퍼지 제어

2.1 퍼지 제어기

본 논문에서 사용된 퍼지 제어기는 퍼지기(fuzzifier), 추론엔진(inference engine), 비퍼지기(defuzzifier), knowledge base로 구성되며 퍼지기에서는 수치적 입

력 데이터를 인간의 모호한 언어적 표현으로 바꾼다. 블라인더 슬래트 각도를 퍼지제어의 대상으로 하였고, 퍼지기에서는 하루 일사량을 제어기의 입력값으로 하였다. 퍼지추론기에서는 Mamdani의 방법을 이용한 추론법을 사용하였다. 비퍼지기의 비퍼지화 방법으로는 무게중심법을 이용하였고, 추론부에서 얻어진 퍼지집합으로부터 블라인더 슬래트 각도를 결정하였다.

2.2 블라인더 슬래트 각도 제어

실제의 사무실 형태는 매우 다양하지만 가장 보편적인 사무실로는 한 쪽 벽 전체가 창으로 되어 있는 높이 3~4[m]인 사각형 형태이다. 본 논문에서는 넓이 12×18[m²], 높이 3.8[m]이고 천정, 벽, 밀바닥의 반사율이 각각 75[%], 50[%], 10[%]이며 FL-40[W] 형광등 24개가 천정에 설치된 사무실을 모델로 설정하였다.

물체를 보거나 작업하는데 있어서 조도는 밝을수록 시력은 좋아지나 경제적 여건을 고려하여 사무실 조도를 220[lx]로 설정하였다[4]. 그리고 이를 일정히 유지하기 위해 일사량을 이용하여 블라인더 슬래트 각도를 제어하였다. 이때 사용된 일사량은 1997년 기상청에서 측정 한 값으로써 하루 중 태양이 떠 있는 12시간동안의 일사량을 입력변수로 하였다.

2.2.1 퍼지집합의 결정

입력변수는 하루 해가 떠서 질 때까지의 약 12시간 동안의 일사량을 그에 대응하는 조도값으로 바꾼 lx와 전시간의 사무실 조도와 현재 일사량에 의해 측정된 조도값의 차 dlx로 각각의 입력변수에 대한 퍼지 집합을 결정하였다. 그리고 블라인더 슬래트 각도를 출력변수에 대한 퍼지집합으로 결정하였으며 그림 1~3은 각각에 대한 퍼지소속함수를 나타낸다. 또한 퍼지 제어기에 사용된 추론 규칙은 표 1과 같다.

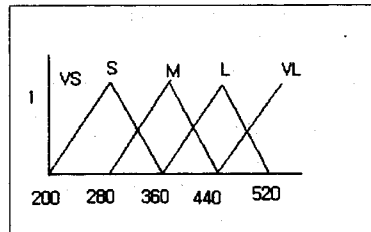


그림 1. 입력변수 lx에 대한 소속함수

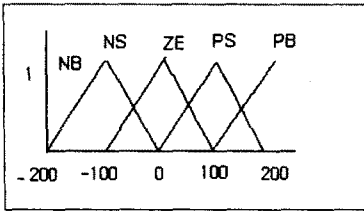


그림 2. 입력변수 dx에 대한 소속함수

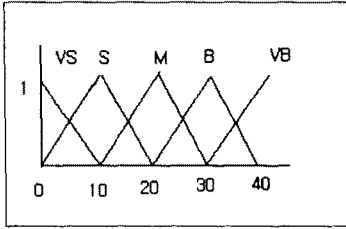


그림 3. 출력변수에 대한 소속함수

표 1. 퍼지 제어기의 제어 규칙

ix \ dx	NB	NS	ZE	PS	Pb
VS	VS	VS	VS	VS	S
S	VS	VS	S	S	M
M	S	S	M	M	B
L	M	B	B	B	VB
VL	B	VB	VB	VB	VB

3. 모의실험 결과

본 논문에서는 1일 중 해가 떠 있는 약 12시간 동안 일반 사무실의 실내조도를 220(lx)로 일정하게 유지시키기 위해 일사량 및 퍼지제어기를 이용하여 시뮬레이션 하였다.

그림 4~7은 기상청에서 측정한 1997년의 4월, 8월, 10월, 12월의 하루 중 12시간 동안의 일사량을 이용하여 실내 조도를 제어한 것을 나타낸다. 여기서는 퍼지제어기에 의해 조정된 블라인드 슬래트 각도에 의한 실내 조도의 변화와 퍼지화 되지 않은 일반적인 실내조도의 변화를 나타내고 있다. 그리고 각각의 경우에서 일사량, 블라인드 슬래트 각도 및 실내 점등 조도를 표 2~5에 나타내었다.

그림 및 도표에서 보듯이 거의 일정히 실내 조도를 유지하고 있으며 일사량이 적은 시간에는 블라인드 슬래트 각도를 많이 열어 태양의 일사량을 많이 받아들인다. 그리고 일사량이 많은 시간에는 실내조도를 일정하게 유지하기 위하여 블라인드의 각도가 적게 열리도록 제어하고 있다.

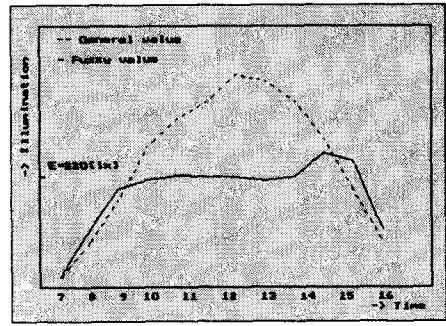


그림 4. 4월 중 임의의 하루 시간별 실내조도 변화

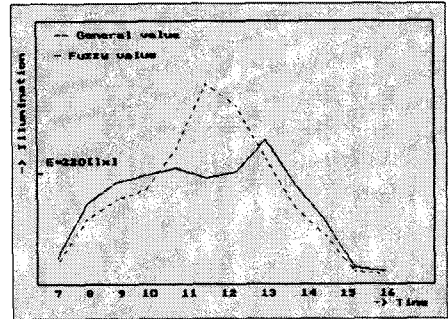


그림 5. 8월 중 임의의 하루 시간별 실내조도 변화

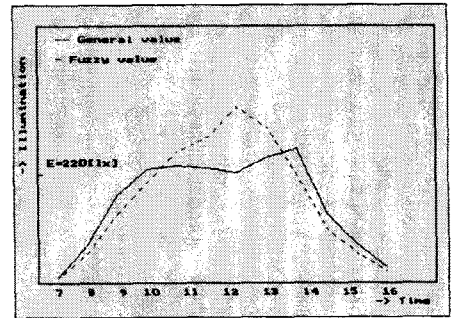


그림 6. 10월 중 임의의 하루 시간별 실내조도 변화

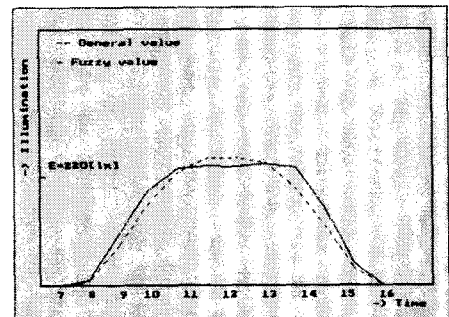


그림 7. 12월 중 임의의 하루 시간별 실내조도 변화

표 2. 4월 중 임의의 하루 시간별 블라인더 각도 및 점등조도

시간	일사량	각도	조도	점등조도
07:00	10	6	20	200
08:00	57	13	110	110
09:00	116	34	195	25
10:00	188	62	213	7
11:00	224	75	220	0
12:00	248	83	220	0
13:00	284	84	218	2
14:00	276	83	211	9
15:00	247	64	218	2
16:00	197	40	265	-45
17:00	25	12	250	-30
18:00	15	2	113	107

표 5. 12월 중 임의의 하루 시간별 블라인더 각도 및 점등조도

시간	일사량	각도	조도	점등조도
07:00	0	1	0	200
08:00	5	9	10	210
09:00	52	16	100	120
10:00	110	28	190	30
11:00	153	39	234	-14
12:00	174	47	240	-20
13:00	174	44	238	-18
14:00	166	36	244	-24
15:00	131	20	236	-16
16:00	80	9	155	65
17:00	22	1	42	178
18:00	0	2	0	220

표 3. 8월 중 임의의 하루 시간별 블라인더 각도 및 점등조도

시간	일사량	각도	조도	점등조도
07:00	26	11	50	170
08:00	86	27	158	62
09:00	113	46	200	20
10:00	126	63	215	5
11:00	182	86	228	-8
12:00	267	109	208	12
13:00	238	97	221	-1
14:00	167	63	285	-65
15:00	101	42	194	26
16:00	64	25	123	-3
17:00	16	11	30	190
18:00	13	4	25	195

4. 결 론

태양의 일사량과 퍼지제어기를 이용한 실내조도 제어를 시뮬레이션한 결과, 하루 해가 떠 있는 12시간 동안의 일사량과 블라인더 슬래트 각도를 제어함으로써 실내 설정 조도 220(lx)를 비교적 일정히 유지함을 알 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] 김훈, "조명 전문인을 양성하자", 조명전기설비학회지, Vol. 11, No. 1, pp. 7-13, 1997
- [2] 박동화, 성낙진, 신재화, 이병기, "학교 건축물의 야간 조도분포 분석", 조명전기설비학회지, Vol. 10, No. 6, pp. 48-53, 1996
- [3] 이수홍, 방태근, "설비시스템을 위한 소속함수 폭의 자동동조를 사용한 뉴로퍼지 제어기", 조명전기설비학회지, Vol. 11, No. 2, pp. 102-109, 1997
- [4] 지철근, "조명공학", 문운당, pp. 166-169, 1982

표 4. 10월 중 임의의 하루 시간별 블라인더 각도 및 점등조도

시간	일사량	각도	조도	점등조도
07:00	6	6	11	220
08:00	41	14	80	140
09:00	94	27	180	40
10:00	137	46	228	-8
11:00	179	64	237	-17
12:00	197	74	231	-11
13:00	240	79	222	-2
14:00	211	68	252	-32
15:00	146	34	270	-50
16:00	73	24	140	80
17:00	40	12	76	144
18:00	16	2	30	190