

# 퍼지추론방법에 의한 형광등의 디밍 제어에 대한 연구

백진열<sup>1</sup>, 이인태<sup>1</sup>, 오성권<sup>1</sup>, 장성환<sup>2\*</sup>

## A Study on Dimming Control of Fluorescent Lamp with the Aid of Fuzzy Inference Method

Jin-Yeol Baek<sup>1</sup>, In-Tae Lee<sup>1</sup>, Sung-Kwun Oh<sup>1</sup> and Seong-Whan Jang<sup>2\*\*</sup>

**요약** 본 논문에서는 지능형 디밍 컨버터의 새로운 구조 및 설계 방법론을 소개하고 일련의 수치적인 실험을 통하여 제안된 모델 및 시스템을 평가한다. 형광 램프용 디밍 전자식 안정기는 전용의 디밍 IC를 사용하여 기존의 전자식 안정기 대비 최대 83%의 램프 수명 및 안정기 수명 연장을 가능하게 했다. 하지만 이러한 장점은 사용자가 디밍 컨트롤 스위치를 통하여 수동으로 제어를 해야 하는 불편함 뿐만 아니라, 수동 제어가 불가능 할 경우 에너지 절약과 램프의 수명 연장의 실효를 얻을 수 없다. 따라서 본 논문에서는 지능형 퍼지 이론(Fuzzy Inference System)을 전자식 안정기에 접목시켜 지능형 디밍 컨버터 기반 전자식 안정기에 대한 연구 및 외부조건 조건과 사용자 설정에 따른 에너지 절약을 도모하는데 중점을 두었다. 마지막으로 제안된 시스템의 하드웨어에 지능형 모델을 적용함으로써 기존 전자식 안정기 대비 성능평가를 통해 지능형 디밍 컨버터의 우수성을 보인다.

**Abstract** In this paper, we introduce and investigate new architectures and comprehensive design methodologies of intelligent dimming converter and evaluate the proposed model and the system through a series of numeric experiments. The intelligent dimming converter is developed by using the regression polynomial fuzzy model. In this paper, we put emphasis on the design of electronic ballast based on intelligent dimming converter and the energy saving according to the day-light and the user setting by applying the intelligent model to a fluorescent lamp. We show the superiority of the proposed intelligent dimming converter through the evaluation of performance with conventional electronic ballast by applying the intelligent model to real systems.

**Key Words** : Dimming Converter, Fuzzy Inference System, Simplified and Linear Fuzzy Inference, Electronic ballast stabilizer, Fluorescent-Lamp

### 1. 서론

안정기는 초기 점등에 필요한 고전압을 공급하여 램프를 점등시키고 점등 후에는 램프의 전류를 제어하여 일정한 밝기를 유지 시켜주는 역할을 한다. 60Hz로 형광 램프를 점등시키는 자기식 안정기에 비하여 전자식 안정기는 전력전자 기술의 진보로 반도체 소자를 사용하여 20~60kHz의 고주파로 형광 램프를 점등함으로써 높은 점등 효율과 에너지 절약 차원에서 큰 장점을 가지고 있다. 이러한 장점을 갖고 있는 전자식 안정기에 디밍 전용 집적회로(Integrated Circuit, IC)를 장착한 디밍 전자식 안

정기는 사용자가 보낸 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 0~10 사이의 전압으로 변환하여 최저 5~100%의 밝기를 선택하도록 설계되며, 최대 83%의 램프 및 안정기의 수명 연장과 에너지 절약을 가능하게 한다. 하지만 인버터를 이용한 리모컨이나 조도 제어 스위치를 사용하여 사용자가 조도를 단계별로 설정해야만 하는 불편함이 있다. 또한, 사용자가 수동적인 조도 제어를 할 수 없는 경우 에너지 절약이나 램프의 수명 연장의 실효를 얻지 못한다. 따라서 본 논문에서는 지능 이론과 조도 센서를 이용하여 주변 환경의 변화에 따라 능동적으로 조광제어가 가능한 지능형 디밍 컨버터를 설계하여 에너지 절약과

본 논문은 2007년도 원광대학교 교내연구비 후원으로 이루어졌음

<sup>1</sup>수원대학교 전기공학부

<sup>2</sup>원광대학교 전기전자 및 정보공학부

\*교신저자 : 장성환(swhjang@wonkwang.ac.kr)

접수일 08년 4월 24일

수정일 08년 7월 26일

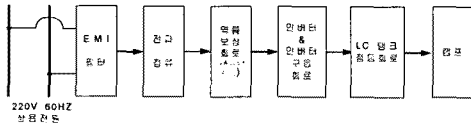
게재확정일 08년 8월 11일

램프 및 안정기 수명 연장을 극대화 하는데 목표를 둔다.

## 2. 지능형 디밍 컨버터의 설계

### 2.1 전자식 안정기의 기본 구조

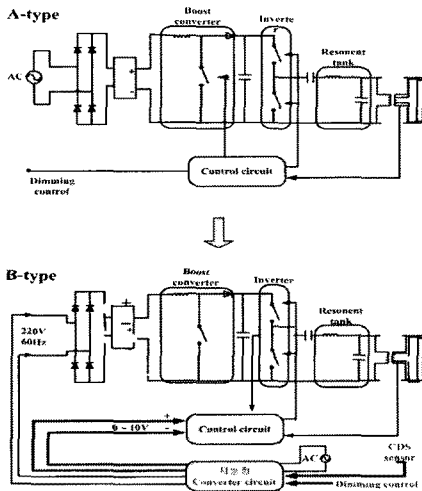
전자식 안정기는 EMI 필터부와 역률보상회로부, 인버터부, 인버터구동부, LC탱크부로 구성되어있다. EMI 필터는 CM, DM Noise를 제거하기 위한 대책으로 CM Choke coil 과 Cx, Cy Capacitor를 사용하고, 역률보상회로는 수동역률회로인 Valley Fill 회로로 구성된다. 인버터 구동부는 전용 드라이브 IC를 이용하여 타력식으로 구동함으로써 원하는 주파수로 변환할 수 있어 램프를 디밍 할 수 있도록 설계되며, LC탱크는 43kHz 공진특성을 갖도록 설계하여 20kHz 이상에서 동작해 효율을 극대화 시킬 수 있도록 설계된다. 안정기의 기본구성 블록도는 그림 1과 같다.



[그림 1] 전자식 안정기의 구조

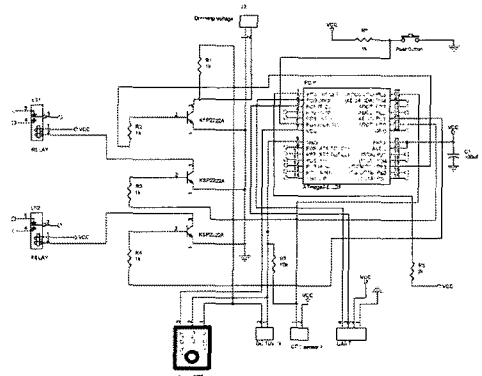
### 2.2 지능형 컨버터의 설계

그림 2의 A-type은 전자식 안정기 및 디밍 IC를 사용한 디밍 전자식 안정기로 리모컨에 의한 수동 조도 조작 방식을 갖는다.



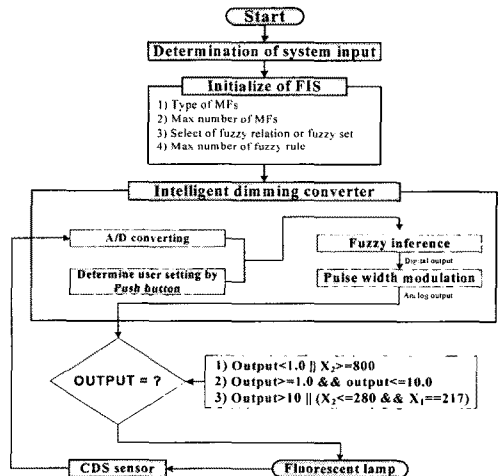
[그림 2] 지능형 컨버터에 의한 디밍 시스템

반면에, 그림 2의 B-type은 지능형 컨버터를 사용하여 설계된 지능형 디밍 전자식 안정기이다. 기본 구성은 전자식 안정기와 동일하며, 지능형 컨버터 회로를 추가하여 지능이론을 이용한 디밍 제어를 구현하는 시스템이다. 제안된 지능형 컨버터는 외부적인 요인(Daylight)과 내부적 요인(사용자 설정값)을 퍼지 이론에 이용하여 최적의 출력값(0-10V)을 전자식 안정기에 입력 후, 주변 밝기에 따라 능동적 조도 제어의 역할을 한다. 여기서, 주변 밝기를 측정하는 CDS센서는 내부 환경(형광램프)에 의한 영향을 최소화하기 위해 형광램프로부터 되도록 멀리 설치하였다. 그림 3은 본 논문에서 제안된 지능형 디밍 컨버터의 회로도다.



[그림 3] 지능형 컨버터의 회로도

그림 4는 본 논문에서 제안된 지능형 디밍 컨버터의 제어 흐름도 이다.



[그림 4] 디밍 컨버터의 제어 흐름도

2.2.1 지능형 모델 구축을 위한 데이터 획득

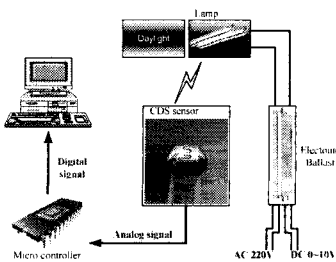
디밍 전자식 안정기는 가변저항 또는 PFM(Pulse Frequency Modulation)을 이용한 단계별 제어이기 때문에 지능형 모델을 위한 데이터 획득이 필요 없다. 이와 달리 본 논문에서 제안된 지능형 디밍 시스템의 지능형 모델의 전반부와 후반부 파라미터를 얻기 위해서는 실험적인 데이터 획득이 필요하다. 표 1은 목적과 방법에 따른 데이터 획득조건으로 지능형 모델을 구축하기 위하여 특정조건에서 데이터를 획득하였다. 이 특정조건은 내부적 요인관 외부적 요인으로 나뉘어 진다. 내부적 요인으로 목표밝기를 총 5단계로 나누었고, 이 단계는 그림 3의 푸쉬 버튼 스위치를 통하여 사용자가 설정하는 값으로 실내의 목표 조도를 의미한다. 외부적 요인으로는 주변 환경에 따른 조도를 최소 0에서 최대 360 lux(A/D변환시 0~1024)로 설정하였다. 이 설정된 값을 20단계로 나누어 A/D변환된 값을 컴퓨터로 저장하였고, 20단계의 외부밝기에 따라 총 5단계의 목표밝기값을 유지하기 위해 디밍 안정기로 인가되는 최소 전압을 측정하여 디밍 전압으로 사용하였다.

【표 1】 데이터 획득 조건

모델	A모델 (디밍 전자식 안정기)	B모델 (지능형 디밍 전자식 안정기)		
		내부 요인 (목표밝기)	외부 요인 (외부밝기)	컨버터 출력
구분	필요 없음	1단계 17 lux	0~360 (총 20단계)	0 ~ 10 volt
		2단계 50 lux		
		3단계 100 lux		
		4단계 150 lux		
		5단계 217 lux		

2.2.2 데이터 획득 구성도 및 평가

데이터 집합을 얻기 위해 사용된 측정방법은 그림 5와 같은 구성으로 설계 하였다. 그림에서 보여주듯이 디밍 제어가 가능한 전자식 안정기, 램프, 주위 조도를 센싱하는 CDS 센서, Micro controller, 그리고 데이터를 저장하기 위한 컴퓨터로 구성된다.



【그림 5】 데이터 획득 구성도

표 2는 본 논문에서 실험을 통하여 획득한 데이터로 목표 조도값과 주위 조도에 따른 안정기의 인가전압으로 이루어져있다. 목표 설정값은 5단계로 나누어 지능형 모델의 입력변수  $X_1$ 으로, CDS 센서를 통하여 측정된 외부 조도값을 A/D변환하여 두 번째 시스템 입력변수  $X_2$ 로 사용하였으며, 마지막으로 각 조건에서 사용자의 선택 조도를 유지하기 위한 안정기의 인가전압을 출력으로 갖는 2 입력 1출력의 지능형 모델을 설계한다.

【표 2】 획득 데이터

순번	외부 조건		단계별 목표 설정값(Lux)				
	외부 밝기 (lux)	A/D 변환값	1단계 (17 lux)	2단계 (50 lux)	3단계 (100 lux)	4단계 (150 lux)	5단계 (217 lux)
1	0	0	0.1 V	3.3 V	4.6 V	6.3 V	10.0 V
2		45	0.1 V	3.1 V	4.5 V	5.8 V	10.0 V
3		103	0.1 V	3.2 V	4.5 V	5.8 V	10.0 V
4		163	0.1 V	3.2 V	4.4 V	6.0 V	10.0 V
5		200	0.1 V	3.0 V	4.4 V	5.8 V	10.0 V
6		244	0.1 V	3.0 V	4.5 V	5.9 V	10.0 V
7		280	0.1 V	2.8 V	4.2 V	5.5 V	10.0 V
8		350	0.1 V	2.4 V	4.1 V	5.4 V	9.8 V
9		418	0.1 V	2.0 V	3.8 V	5.1 V	9.5 V
10		467	0.1 V	1.7 V	3.8 V	5.0 V	8.7 V
11		500	0.1 V	0.1 V	3.5 V	4.7 V	8.3 V
12		568	0.1 V	0.1 V	3.0 V	4.4 V	7.8 V
13		628	0.1 V	0.1 V	2.4 V	3.9 V	7.1 V
14		698	0.1 V	0.1 V	0.1 V	2.8 V	5.9 V
15		715	0.1 V	0.1 V	0.1 V	2.1 V	5.5 V
16		744	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V	4.8 V
17		776	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V	3.6 V
18		790	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V	2.7 V
19		804	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V
20	360	840	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V

2.3 능동적 디밍 전압의 결정을 위한 지능형 모델 설계

본 논문에서 제안한 지능형 디밍 컨버터는 퍼지 추론 시스템을 기반으로 전자식 안정기의 직류 전압을 제어한다. 다음은 지능형 모델의 두 가지 후반부 형태에 따른 제안된 시스템의 성능을 비교한다. 이 두 모델은 실제 획득한 100개의 데이터에 대해 모델을 형성하기위해 50개 데이터를 사용 하였고, 형성된 모델의 성능을 평가하기 위해 나머지 50개를 사용한다. 데이터의 분할은 랜덤 방식을 사용하였으며, 각 시스템 입력변수마다 2개의 멤버십 함수를 사용함으로써 규칙 4개의 모델을 설계하였다.

2.3.1 간략 추론에 의한 퍼지 모델 설계 및 평가

다음은 Fuzzy 모델의 후반부 다항식이 간략추론일 때의 Fuzzy 규칙을 보여주었고 있다.  $y=a$ ( $a$ 는 상수)의 형태가 간략추론으로 입력에 대한 출력응답속도가 빠르다는 장점이 있다.

$$\begin{aligned}
 R^1 &: \text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ then } y_1 = 1.9139 \\
 R^2 &: \text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ then } y_2 = -1.9736 \\
 R^3 &: \text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ then } y_3 = 11.006 \\
 R^4 &: \text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ then } y_4 = 3.724
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)의 후반부 구조가 단일 상수항만을 가지는 것으로, 이와 같은 추론법을 간략 퍼지추론법이라 한다. 퍼지 규칙은 다음 식 (2)와 같은 형태로 구성된다.

$$R^j : \text{If } x_1 \text{ is } A_{1c} \text{ and } \dots \text{ and } x_k \text{ is } A_{kc} \text{ then } y_j = a_{j0} \tag{2}$$

여기서  $R_j$ 는  $j$ 번째 규칙,  $x_k$ 는 입력변수,  $A_{kc}$ 는 퍼지집합의 멤버십함수, 그리고  $a_{j0}$ 는 상수이다. 모델의 추론된 값  $y^*$ 는 잘 알려진 가중 평균에 의해 식 (3) 같이 수행된다.

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_j y_j}{\sum_{j=1}^n w_j} = \sum_{j=1}^n \hat{w}_j a_{j0} \tag{3}$$

여기서, 전반부 적합도  $w^j$ 와 정규화된 적합도  $\hat{w}_j$ 는 다음과 같다.

$$w_{ji} = A_{1c}(x_{1i}) \times \dots \times A_{kc}(x_{ki}) \tag{4}$$

$$\hat{w}_{ji} = \frac{w_{ji}}{\sum_{j=1}^n w_{ji}} \tag{5}$$

후반부의 파라미터는  $a_{j0}$ 는 최소자승법에 의해 구해진다. 간략추론의 퍼지모델에서 규칙 후반부 파라미터의 최적화 문제를 풀기 위해 식 (6)과 같이 추정할 수 있다.

$$\text{MIN}_a V(a, m) \tag{6}$$

여기서, 식 (7)은 최소자승법에 의하여 다음의 식 (8)로부터 구한다.

$$\begin{aligned}
 V(a, m) &= \sum_{i=1}^m e_i^2 = \sum_{i=1}^m (y_i - y_i^*)^2 = \sum_{i=1}^m \left( y_i - \sum_{j=1}^n \hat{w}_{ji} a_{j0} \right)^2 \\
 &= \sum_{i=1}^m (y_i - x_i^T a)^2
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

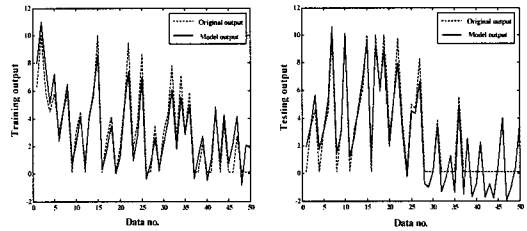
$$\hat{a} = (X^T X)^{-1} X^T Y \tag{8}$$

여기서,

$$x_i^T = [\hat{w}_{1i} \dots \hat{w}_{ni}], \quad \hat{a} = [a_{10} \dots a_{n0}]^T, \tag{10}$$

$$Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_m]^T, \quad X = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_i \ \dots \ x_m]^T \tag{11}$$

이다.



[그림 6] 간략 추론에 대한 모델의 출력 비교

그림 6은 위의 과정을 통하여 모델을 형성하였을 때, 실제 출력에 대한 모델 출력을 나타낸 것으로 다소의 오차를 보이고 있으나 비교적 안정된 성능을 보여준다.

2.3.2 선형 추론에 의한 퍼지 모델 설계 및 평가

다음의 식 12는 선형 추론일 때의 Fuzzy 규칙을 보여주고 있다. 이 선형 추론은 간략에 비해 입력을 출력식에 반영하여 보다 안정된 출력을 얻는데 사용되며 비선형성이 강한 시스템에 대해 간략보다 우수한 성능을 보여준다.

$$R^1 : \text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ then } y_1 = 0.4666 + 0.036787x_1 + 0.000541x_2$$

$$R^2 : \text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ then } y_2 = -0.026382x_1 + 8.08e^{-6}x_2$$

$$R^3 : \text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ then } y_3 = 0.041864x_1 + 0.021065x_2$$

$$R^4 : \text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ then } y_4 = 0.00226x_2$$

(12)

선형 퍼지추론법은 후반부 구조가 입출력 변수사이에서 선형관계의 형태로 표현되며, 퍼지 규칙은 다음의 식 (13)과 같은 형태를 갖는다.

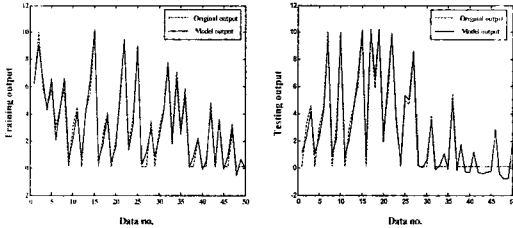
$$R^j : \text{If } x_1 \text{ is } A_{1r} \text{ and } \dots \text{ and } x_k \text{ is } A_{kr} \text{ then } y_j = f_j(x_1, \dots, x_k) \tag{13}$$

여기서,  $f_j$ 는 식 (14)로 표현되는 입력 변수의 선형 함수이다.

$$f_j(x_1, \dots, x_k) = a_{j0} + a_{j1}x_1 + \dots + a_{jk}x_k \tag{14}$$

모델의 출력  $y^*$ 는 간략추론의 식 (3)과 동일한 방법으로 결정되며, 후반부 파라미터는 앞에서 설명한 것처럼

최소자승법에 의해 결정된다. 위와 같이 Fuzzy 규칙을 갖는 모델을 구축하여, 그 결과를 그림 7에 보인다. 그림 7로부터 학습 오차 및 테스트 오차 모두에서 간략추론 방식보다 우수한 성능을 보이고 있다.



[그림 7] 선형 추론에 대한 모델의 출력 비교

### 2.3.3 간략추론과 선형추론의 성능비교

앞 절에서 설계된 간략과 선형 퍼지추론의 결과로부터 제안된 지능형 디밍 컨버터 시스템에서 보다 우수한 성능을 보이는 추론 방식은 선형추론 방법이며, 이에 대한 근사화 성능과 일반화 성능을 표 3에 나타내었으며, 평가 지표로는 식 15의 mean square error(MSE)를 사용하였다.

$$PI \text{ or } EPI = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (15)$$

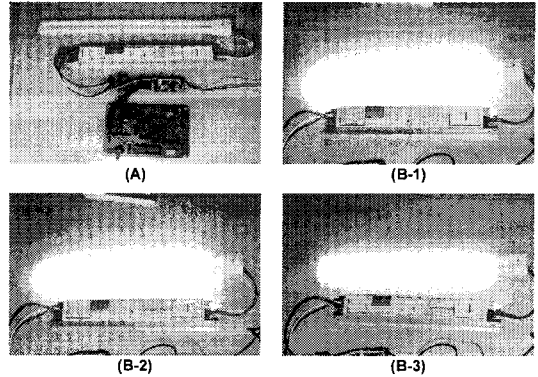
여기서, PI(Performance Index)는 학습데이터에 대한 성능지수를, EPI(Evaluated Performance Index)는 테스트 데이터에 대한 성능지수를 나타내고, m은 데이터 수를 의미한다.

[표 3] 추론 형태에 따른 성능 비교

규칙 후반부 다항식 형태	성능지수	
	Performance Index	Evaluation Performance Index
간략	1.0653	1.8153
선형	0.2952	0.6058

## 3. 지능형 디밍 시스템의 성능평가

그림 8의 (A)는 제안된 지능형 디밍 시스템으로 지능형 컨버터와 디밍용 전자식 안정기, 그리고 형광램프로 구성된다. 그림 8의 (B)는 지능형 디밍 컨버터를 사용하여 3 단계로 이루어진 밝기를 보여주고 있다.



[그림 8] 전자식 안정기와 지능형 컨버터(A), 지능형 컨버터에 밝기변화(B-1,2,3)

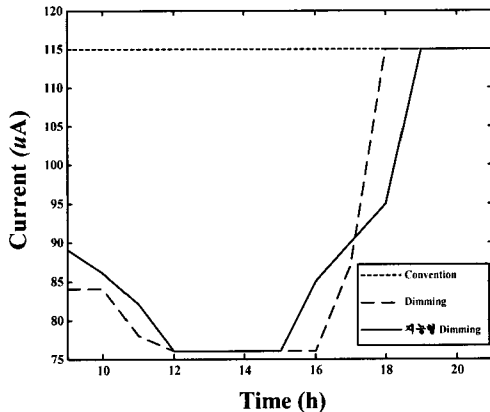
30%의 밝기를 유지하고 있는 그림 8(B-3)은 3.5V에 의해 구동되고 그림 8(B-2)는 50%의 밝기로 5V, 그림 8(B-1)은 80%의 밝기로 8.2V에서 구동되고 있다.

표 4는 외부 조도변화에 따른 안정기별 소모전류 변화량을 보여주고 있다. 하루 일조량에 따른 전류변화량이 지능형 디밍 컨버터는 빠르게 적응해 가는 반면에 기존 안정기는 일정한 조도를 출력하고 있어 매우 비효율적인 면을 보여주고 있다. 또한 디밍 안정기는 제안된 모델과 비슷하게 제어되고 있지만, 수동적인 사람의 제어를 통해 야만 지능형 디밍 컨버터와 비슷한 결과를 얻을 수가 있다. 따라서 에너지 절감 효율성과 능동적 조도 제어 시스템이라는 두 가지 이점을 얻을 수 있다.

[표 4] 안정기 종류에 따른 소모전류

실험조건		안정기 종류별 소모전류 (uA)		
		A 모델		B 모델
시간	외부조도(lux)	전자식 안정기	디밍 전자식 안정기	지능형 디밍 전자식 안정기
09:00	147	115	84	88
10:00	250	115	84	86
11:00	292	115	78	80
12:00	605	115	76	76
13:00	600	115	76	76
14:00	590	115	76	76
15:00	185	115	76	83
16:00	135	115	76	86
17:00	90	115	87	90
18:00	80	115	115	95
19:00	0	115	115	115
20:00	0	115	115	115
21:00	0	115	115	115

그림 9에서 보여주듯이 전체적으로 보았을 때, 디밍 전자식 안정기가 절약 면에서는 가장 뛰어났다. 하지만 시간에 따른 조도변화에 수동으로 제어하는 것은 효율 면에서 가치가 떨어진다. 더욱이 수동적인 제어가 불가능한 경우 효율성이나 에너지 절약을 기대 할 수 없다. 때문에 디밍 전자식 안정기(A모델)가 지능형 디밍 전자식 안정기(B모델)보다 효율적이라고 볼 수는 없다.



[그림 9] 외부조도 변화에 의한 안정기별 소모전류 그래프

또한 표 4의 결과를 통하여 디밍 전자식 안정기와 지능형 디밍 전자식 안정기는 기존 전자식 안정기와 비교했을 때 최대 66% 수준의 전류 소모를 확인 하였다.

#### 4. 결론

지능형 디밍 컨버터는 회귀 다항식 퍼지 모델을 이용하여 구현하였다. 퍼지 모델의 후반부 다항식은 성능 평가를 통해 선형 추론을 사용하여 기존 안정기와 제안된 시스템의 소모 전류를 상호 비교하였다. 또한 지능형 디밍 컨버터의 접목을 통한 전자식 안정기를 설계 하였을 때 기존의 디밍 전자식 안정기를 적정 시간마다 최적의 제어했을 경우와 비슷한 성능을 보여주었다. 본 논문에서 제안한 지능형 디밍 컨버터는 형광등에 회귀 다항식 퍼지 모델을 적용하였다. 하지만 산업용 고효율 광원으로의 응용 연구와 개선된 지능 모델의 접목에 대한 연구를 수행한다면 에너지 절약과 편의성에서 보다 큰 이익을 바라 볼 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 박종연, 정동열, 조계현, "Lamp 용 안정기의 종류 및 특징", 한국조명-전기설비학회, Vol. 13, No. 1, pp. 47-63, 1999. 03.
- [2] 박준용, 박종연, "전자식 안정기에 의한 형광램프의 조광제어", 정보통신 논문지, Vol. 7, pp. 173-178, 2003. 07.
- [3] 최홍규, 전광호, 강태은, 최선웅, "디밍 안정기를 이용한 형광등의 퍼지 제어기 설계", 산업기술, Vol. 7, pp. 521-536, 1997.
- [4] 유니룩스 기술연구소, "기술 자료의 전자식안정기 관련 기술 자료 편"
- [5] 미 에너지성, Vision 2020 - The Lighting Technology Roadmap, 2000. 03.
- [6] Francis Rubinstein and Steve Johnson, "Advanced Lighting Program Development (BG9702800) Final Report", Lawrence Berkeley National Laboratory. Paper LBNL-41679., 1998. 02.
- [7] 박민용 외 2명, "차세대 지식기반 사회 구축을 위한 CI 기술", 한국과학재단 특정기초연구, 1999.09. - 2004.08.
- [8] 오성권, "프로그래밍에 의한 하이브리드 퍼지추론시스템", 내하출판사, 2005. 11.
- [9] 오성권, "프로그래밍에 의한 컴퓨터지능(퍼지, 신경회로망 및 진화알고리즘을 중심으로)", 내하출판사, 2002. 08.
- [10] 오성권, "C 프로그래밍에 의한 퍼지모델 및 제어시스템", 내하출판사, 2002. 02.

백진열(Jin-Yeol Baek)

[정회원]



- 2007년 2월 : 수원대학교 공과대학 전기공학과 졸업.
- 2007년~현재 : 동 대학원 전기공학과 석사과정.

<관심분야>

퍼지 추론 시스템, 신경회로망, 최적화이론, 마이크로프로세서 등.

**이 인 태(In-Tae Lee)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 원광대 전기전자 및 정보공학부 졸업.
- 2007년 2월 : 수원대 대학원 전기공학과 졸업 (공학석사).
- 2007년 2월~현재 : 송도자원화정센터 연구원.

<관심분야>

퍼지이론, 신경회로망, 컴퓨터지능 응용 및 제어 등.

**장 성 환(Seong-Whan Jang)**

[정회원]



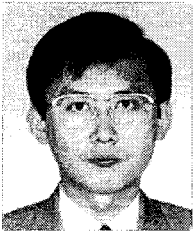
- 1974년 홍익대 전기공학과 졸업)
- 1982년 연세대 대학원 전기공학과 졸업(공학석사, 박사)
- 1985-1986년 Northwestern 대학 전기 및 컴퓨터공학과 방문교수
- 1980 - 현재 원광대 전기전자 및 정보공학부 교수
- 2005 - 2006년 미국 미시시피주립대학교 전기 및 컴퓨터 공학과 교환교수

<관심분야>

자동제어, 지능제어 및 응용

**오 성 권(Sung-Kwun Oh)**

[정회원]



- 1981년 : 연세대학교 전기공학과 졸업.
- 1983년 : 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사).
- 1983~1989년 : 금성산전연구소 (선임연구원).
- 1993년 : 연세대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사).
- 1996~1997년 : 캐나다 Manitoba대학 전기 및 컴퓨터 공학과 Post-Doc.
- 1993~2005년 : 원광대 전기전자 및 정보공학부 교수.
- 2005년~현재 : 수원대 전기공학과 교수.
- 2002년~현재 : 대한전기학회, 퍼지및지능시스템학회 및 제어자동화시스템 공학회 편집위원.

<관심분야>

시스템 자동화, 퍼지이론, 신경회로망 응용 및 제어, 컴퓨터 지능 등.