

형광등의 지능형 Dimming Converter에 대한 연구

A Study on Intelligent Dimming Converter of Fluorescent Lamp

최정내 · 백진열 · 오성권

Jeoung-Nae Choi, Jin-Yeol Baek, and Sung-Kwun Oh

수원대학교 전기공학과

요 약

본 논문에서는 지능형 Dimming Converter의 새로운 구조 및 설계 방법론을 소개하고 일련의 수치적인 실험을 통하여 제안된 모델 및 시스템을 평가한다.

기존의 형광 램프용 디밍 전자식 안정기는 전용의 디밍 IC를 사용하여 전자식 안정기 대비 최대 83%의 램프 및 안정기의 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 간략추론 방식의 지능이론(Fuzzy Inference System)을 전자식 안정기에 적용하여 지능형 Dimming Converter 기반 전자식 안정기에 대한 연구 및 외부조도 조건과 사용자 설정에 따른 에너지 절약을 도모하는데 중점을 두었다. 또한, 제안된 시스템의 하드웨어에 지능 모델을 적용함으로써 기존 전자식 안정기와 성능평가를 통해 제안된 지능형 Dimming Converter의 우수성을 보인다.

키워드 : 지능형 디밍 컨버터, 지능형 이론, 전자식 안정기, 형광등

Abstract

In this thesis, 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.

Electronic ballast enable prolongation of life for Fluorescent-Lamp and ballast. However, There are no merit in case that user impossible manual control.

Therefore 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 settings by applying the intelligent model to a fluorescent lamp. Also, 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 hardware of systems.

Key Words : Intelligent Dimming Converter, Fuzzy Inference System, Electronic Ballast, Fluorescent-Lamp

1. 서 론

안정기는 초기 점등에 필요한 고전압을 공급하여 램프를 점등시키고 점등 후에는 램프의 전류를 제어하여 일정한 밝기를 유지 시켜주는 역할을 한다. 형광 램프용 안정기는 회로의 분류에 의해 자기식과 전자식이 있다. 60Hz로 형광 램프를 점등시키는 자기식 안정기에 비하여 전자식 안정기는 전력전자 기술의 진보로 반도체 소자를 적극 사용하여 20~60KHz의 고주파로 형광 램프를 점등함으로써 높은 점등 효율과 에너지 절약 차원에서 큰 장점을 가지고 있다. 이러한 장점을 갖는 전자식 안정기에 디밍 전용 집적회로(Integrated Circuit, IC)를 장착한 Dimming 전자식 안정기는 사용자가 보낸 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 0~10 사이의 전압으로 변환하여 5 - 100%의 밝기를 선택하

도록 설계되며 최대 83%의 램프 및 안정기 수명 연장과 에너지 절약을 가능하게 한다. 하지만 인버터를 이용한 리모컨(RemoteControl)이나 셀렉션 컨트롤 스위치(Selection Control Switch)를 사용하여 사용자가 조도를 단계별로 설정해야만 하는 불편함이 있다. 따라서 사용자가 수동적인 조도 제어를 할 수 없는 경우 에너지 절약이나 램프의 수명 연장의 실효를 얻지 못한다.

본 논문에서 센서를 이용하여 주변 환경의 변화에 따라 능동적으로 조광제어가 가능한 지능형 Dimming Converter를 설계하여 에너지 절약과 램프 및 안정기 수명 연장을 극대화 하는데 목표를 둔다.

2. 퍼지 모델과 전자식 디밍 안정기

2.1 퍼지 추론 시스템

일반적으로 퍼지모델의 동정은 전반부와 후반부의 동정으로 나누어진다. 전반부 동정은 입력 정보, 즉 퍼지규칙의 전반부 변수 선택과 입력변수 공간의 퍼지분할 결정, 그리고 입력공간의 파라미터 결정이 필요하다. 후반부 동정은 후반

접수일자 : 2007년 4월 1일

완료일자 : 2007년 6월 12일

감사의 글 : 이논문은 2006년 교육인적자원부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2006-351-D00032 & KRF-2006-311-D00194)

부 변수의 선택과 후반부 변수의 파라미터를 결정하는 것이다. 전반부의 입력변수와 퍼지집합의 멤버십 함수는 입력변수의 공간을 규칙 수만큼의 퍼지 분할된 부분공간으로 나누는 것과 관련되고, 후반부의 파라미터는 각각 퍼지 분할된 부분공간에서 입출력 관계를 묘사한다. 그림 1은 퍼지모델 동정의 전체 구조를 보여준다.

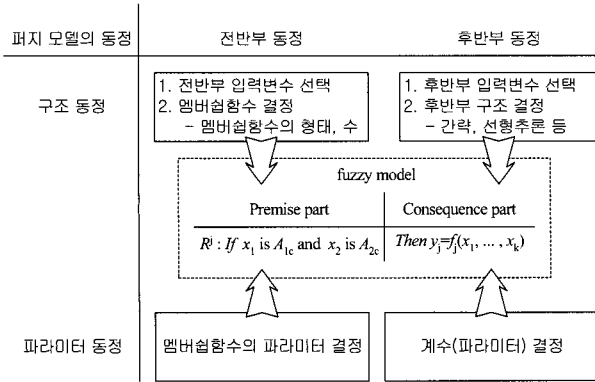


그림 1. 퍼지 모델 동정의 구조.

Fig. 1. Structure of fuzzy model identification.

▶전반부 동정

퍼지모델링에서 전반부 동정, 즉 구조 동정 및 파라미터 동정은 비선형 시스템을 표현하는데 있어서 매우 중요하다. 왜냐하면 전반부 입력 변수의 선택과 선택된 입력 변수의 공간 퍼지 분할 그리고 파라미터 동정은 비선형 시스템의 성능을 결정하는데 많은 영향을 미치기 때문이다. 기존의 방법은 멤버십 함수를 입력 변수의 최소값과 최대값 사이에서 임의의 개수로 등분하여 정의한다. 그림 2는 삼각형 형태의 멤버십 함수에 대하여 입력 X_i 의 소속함수 값 u 를 나타낸다.

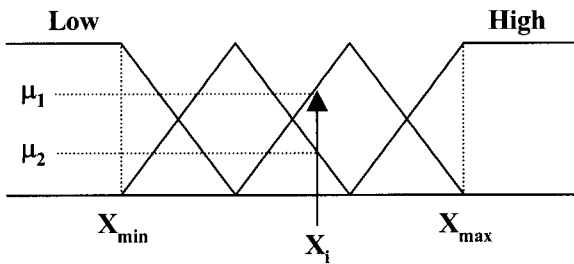


그림 2. 멤버십 함수의 구성

Fig 2. Construction of membership function

▶후반부 동정

퍼지 모델의 후반부 동정도 전반부와 마찬가지로 구조 동정과 파라미터 동정으로 나누어진다. 후반부 구조로는 퍼지 추론에 의해 구별되는 구조 1(간략 퍼지추론), 구조 2(선형 퍼지추론), 구조 3(2차식 퍼지추론) 그리고 구조 4(변형된 2차식 퍼지추론)를 사용한다. 후반부 파라미터 동정은 최대 피벗팅(maximal pivoting) 알고리즘을 가지는 가우스 소거법에 의한 최소자승법을 이용한다.

구조 1(간략 퍼지추론)의 퍼지 규칙은 다음과 같은 형태를 가진다.

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

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 다음과 같이 수행된다.

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ji} y_j}{\sum_{j=1}^n w_{ji}} = \sum_{j=1}^n \hat{w}_{ji} a_{j0} \quad (2)$$

여기서, 전반부 적합도 w_{ji} 와 정규화된 적합도 \hat{w}_{ji} 는 다음과 같다.

$$w_{ji} = A_{1c}(x_{1i}) \times \dots \times A_{kc}(x_{ki}) \quad (3)$$

$$\hat{w}_{ji} = \frac{w_{ji}}{\sum_{j=1}^n w_{ji}} \quad (4)$$

후반부의 파라미터는 a_{j0} 는 최소자승법에 의해 구해진다. 구조 1의 퍼지모델에서 파라미터는 최적화 문제를 풀기 위해 추정할 수 있다.

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

여기서,

$$V(a, m) = \sum_{i=1}^m e_i^2 = \sum_{i=1}^m (y_i - y_i^*)^2 = \sum_{i=1}^m \left(y_i - \sum_{j=1}^n \hat{w}_{ji} a_{j0} \right)^2 = \sum_{i=1}^m (y_i - x_i^T a)^2 \quad (5)$$

최소자승법에 의한 최소값은 다음 식으로부터 구하여진다.

$$\hat{a} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (6)$$

여기서,

$$x_i^T = [\hat{w}_{1i} \dots \hat{w}_{ni}], \quad \hat{a} = [a_{10} \dots a_{n0}]^T, \\ Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_m]^T, \quad X = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_i \ \dots \ x_m]^T$$

2.2 전자식 Dimming 안정기의 기본구조

전자식 안정기는 EMI 필터부와 역률보상회로부, 인버터부, 인버터구동부, LC탱크부로 구성되어있다. EMI필터는 CM, DM Noise를 제거하기 위한 대책으로 CM Choke coil 과 Cx, Cy Capacitor를 사용하고, 역률보상회로는 수동역률회로인 Valley Fill 회로로 구성된다. 인버터 구동부는 전용 드라이브IC를 이용하여 타락식으로 구동함으로써 원하는 주파수로 변환할 수 있어 램프를 디밍 할 수 있도록 설계되며, LC탱크는 43KHz의 공진특성을 갖도록 설계하여 20KHz 이상에서 동작해 효율을 극대화 시킬 수 있도록 설계된다. 안정기의 기본구성의 블록도는 그림 3과 같으며, 전자식 디밍 안정기의 구조는 그림 4와 같다.

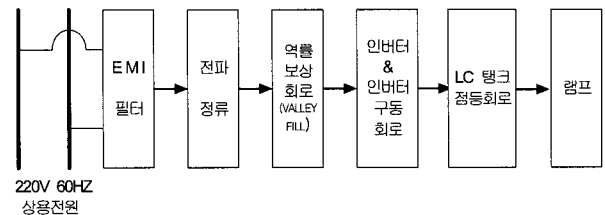


그림 3. 전자식 디밍 안정기의 블록선도.

Fig. 3. Block diagram of electronic dimming ballast.

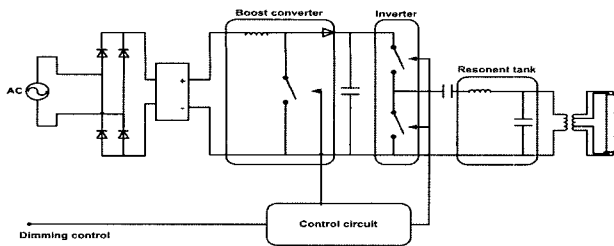


그림 4. 전자식 디밍 안정기의 구조.
Fig. 4. Structure of electronic dimming ballast.

3. 지능형 Dimming Converter

3.1 지능형 Dimming Converter의 설계

그림 5의 A-type은 전자식 안정기 및 IC를 이용한 디밍 전자식 안정기를 포함한 구조로써 60Hz의 상용 전원 주파수를 직류 평활한 후 고주파 인버터회로에서 20~50KHz이상의 고주파로 변환하여 램프에 공급하는 방식이며 EMI 필터부와 역률 보상 회로부, 인버터부, 인버터구동부, LC탱크부 등으로 구성되어 있다. 또한 IC를 이용한 전자식 안정기는 리모콘 방식의 수동으로 작동하는 방식으로 A-type 모델에 포함시켰다. 그림 5의 B-type은 지능형 Converter를 사용하여 설계된 지능형 디밍 전자식 안정기이다. 기본 구성은 전자식 안정기와 같으며 추가로 지능형 Converter Circuit를 추가하여 지능이론을 이용한 Dimming Control을 구현하는 시스템이다. 외부(DayLight)적인 요인과 내부(사용자 설정값)적 요인을 퍼지 이론에 이용하여 최적의 출력값(0~10V)을 전자식 안정기에 입력 후 주변 밝기에 따라 최적의 조도 제어를 통한 에너지 절약을 하는데 목적이 있다. CDS 센서는 내부환경(형광램프)에 따른 큰 영향을 주지 않고 정확한 데이터로 품질을 높이기 위하여 조광기에 장착하였다.

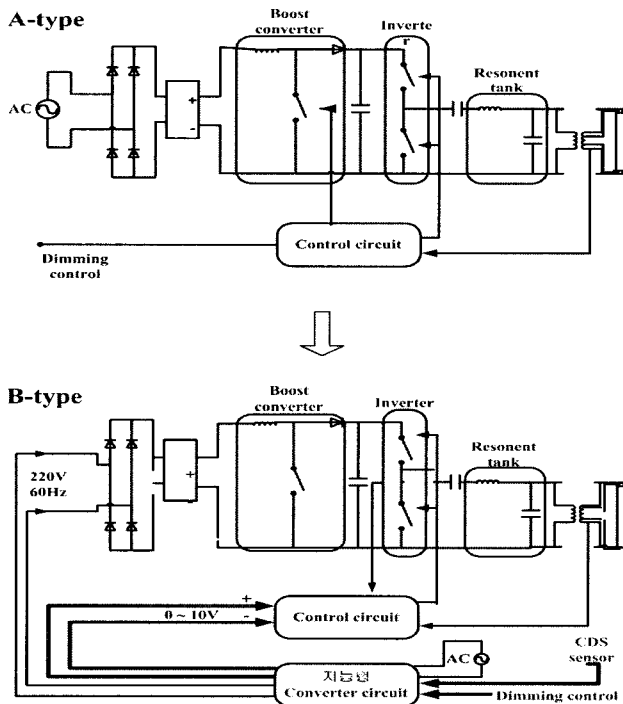


그림 5. 지능형 Dimming Converter의 구성.
Fig. 5. Construction of intelligent dimming converter.

아래의 그림 6은 지능형 Dimming Converter의 시스템 흐름도를 나타낸다.

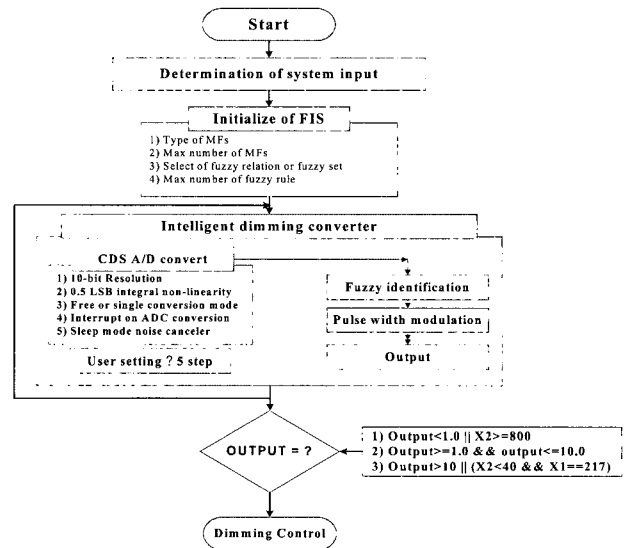


그림 6. 지능형 Dimming Converter의 흐름도.
Fig. 6. Flowchart of intelligent dimming converter.

3.2 지능형 모델 구축을 위한 데이터 획득

전자식 안정기와 디밍 전자식 안정기는 데이터 획득이 필요 없다. 가변저항 또는 PFM(Pulse Frequency Modulation)을 이용한 단계별 제어이기 때문에 규칙이 필요 없는 것이다. Fuzzy Model의 전부분과 후부분 파라미터를 얻기 위해서는 실험적인 데이터 획득이 필요하다. 표 1은 목적과 방법에 따른 데이터 획득조건이다. 제안된 지능형 Dimming 컨버터의 지능 모델을 구축하기 위해서 특정조건에 의한 데이터를 획득하였다. 이 특정조건은 다음과 같다. 내부적 요인으로 목표밝기를 총 5단계로 나누었고, 이 단계는 사용자가 설정하는 값으로 목표 조도를 의미한다. 외부적 요인으로는 주변 환경에 따른 조도를 최소 0[lux]에서 최대 360[lux](A/D변환시 0~1023)으로 설정하였다. 이 설정된 값을 20단계로 나누어 A/D변환된 값을 컴퓨터에 저장하였고, 그 때 최적으로 출력되는 전압을 측정하여 최종 Dimming 전압 값으로 설정하였다.

표 1. 데이터 획득 조건
Table 1. Condition of data acquisition

목적	A모델 (디밍 전자식 안정기)	B모델 (지능형 디밍 전자식 안정기)			
구분		내부적인 요인		외부적인 요인	
방법		목표밝기(lux)		외부밝기(lux) 컨버터 출력	
단계	필요 없음.	1단계	17	0 - 360 총 20단계	0.0 Volt - 10.0 Volt
		2단계	50		
		3단계	100		
		4단계	150		
		5단계	260		

3.3 지능형 모델 구축을 위한 데이터 획득 구성도 및 평가

데이터 집합을 얻기 위해 사용된 측정방법은 그림 4와 같은 구성으로 설계 하였다. 그림에서 보여주듯이 Dimming 제어기가 가능한 전자식 안정기, 램프, 주위 조도를 센싱하는 CDS 센서, Micro-Controller(Micom), 데이터를 저장하기 위한 컴퓨터로 구성된다.

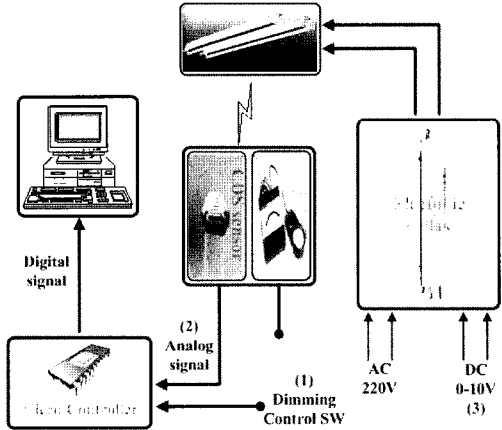


그림 4. 데이터 획득 구성도
Fig. 4. Organization of data acquisition

표 2는 본 논문에서 실험을 통하여 획득한 데이터 SET으로 목표 조도값(단계별 목표 설정값)과 주위 조도에 따른 출력 전압(0-10V)으로 이루어져있다. 목표 설정값은 5단계로 나누었고, 외부 조도값은 0-360 lux를 A/D변환하여 각각 X_1 과 X_2 , 두개의 시스템 입력으로 사용하였다.

표 2. 획득 데이터
Table 2. Acquired data

외부 조건 (Lux)	단계별 목표 설정값(Lux)					
	1단계 (17 Lux)	2단계 (50 Lux)	3단계 (100 Lux)	4단계 (150 Lux)	5단계 (217 Lux)	
1	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	840	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V	0.1 V

그림 6은 획득한 데이터를 3차원 그래프로 나타낸 것이다.

이 그래프는 X축이 사용자가 설정하는 목표치(5단계)이고, Y축은 외부에서 입력되는 빛의 조도값(0~1023)이다. 그리고 Z축은 X축과 Y축의 조건에 따라 전자식 안정기로 입력되는 최적의 전압값을 나타내고 있다. 획득된 데이터의 분포를 보면 주위 환경의 밝기에 대해 컨버터에서 출력되는 DC 전압은 Gaussian 형태로 변함을 알 수 있다.

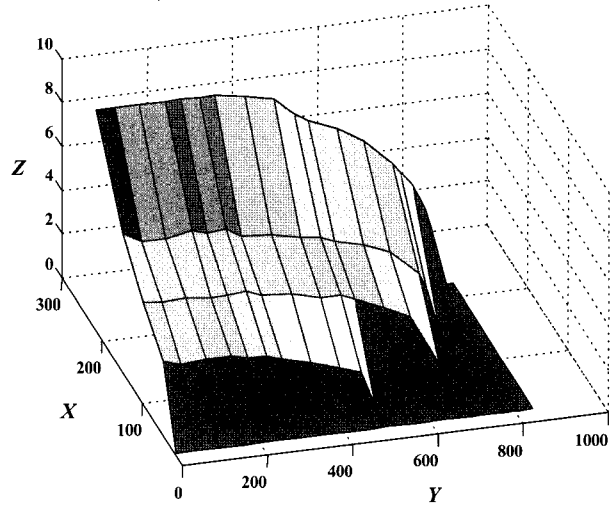


그림 5. 입·출력 값에 의한 데이터 분포
Fig. 5. Data distribution chart by input-output

4. Fuzzy 모델의 설계 및 평가

4.1 간략추론 기반의 Fuzzy 모델 설계

본 논문에서 제안한 지능형 Dimming Converter는 퍼지 추론 시스템을 기반으로 전자식 안정기의 직류 전압을 제어 한다. 퍼지 모델의 후반부 구조에 따라 모델을 성능이 다르기 때문에 후반부의 구조 선택은 매우 중요하다.

다음은 후반부 형태가 간략추론 방식에 따른 제안된 시스템의 성능을 나타낸다. 이 모델은 실제 획득한 100개의 데이터에서 모델을 형성하기 위해 50개의 데이터를 사용 하였고, 형성된 모델의 성능을 평가하기 위해 나머지 50개를 사용한 다. 데이터의 분할은 random 방식을 사용한다.

◆ 간략추론에 대한 Fuzzy model 평가

다음은 Fuzzy model의 후반부 다항식이 간략추론일 때의 Fuzzy rule을 보여주고 있다. $y=a$ (a는 상수)의 형태가 간략 추론으로 입력에 대한 출력응답속도가 빠르다는 장점이 있다.

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

위 식과 같이 퍼지 모델을 설계하였을 때, 실제 출력에 대한 모델 출력은 그림 5와 같은 그래프로 나타나고 있으며, 표 3은 간략 추론에 대한 Performance index로 실제 출력에 대한 모델 출력의 오차가 우수함을 알 수 있다.

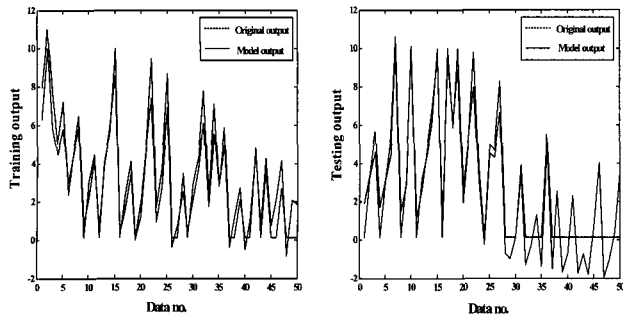


그림 5. 간략 추론에 대한 모델의 출력 비교
 Fig. 5. Original output and Model output for constant identification

표 3. 퍼지 추론에 대한 성능지수

Table 3. Performance index for fuzzy identification

후반부 다항식 형태	성능평가	
	PI	Evaluation PI
Constant	1.0653	1.8153

4.2 Fuzzy 지능형 Dimming Converter 시스템의 성능 평가

표 3은 외부 조도변화에 따른 안정기별 소모전류 변화량을 보여주고 있다. 하루 일조량에 따른 전류변화량이 지능형 Dimming Converter는 빠르게 적응해 가는 반면에 기존 안정기는 일정한 조도를 출력하고 있어 매우 비효율적인 면을 보여주고 있다. 또한 Dimming 안정기는 제안된 모델과 비슷하게 제어되고 있지만, 수동적인 사람의 제어를 통해서만 지능형 Dimming Converter와 비슷한 결과를 얻을 수가 있다. 따라서 제안된 모델을 통하여 에너지 절감의 효율성과 전자동 시스템이라는 두 가지 장점을 얻을 수 있다.

표 3. 안정기 종류에 따른 소모전류

Table 3. A kind of ballast waste-current

외부조도 (lux)	안정기 종류별 소모전류 (uA)		
	A모델		B모델
	전자식 안정기	다밍 전자식 안정기	지능형 다밍 전자식 안정기
147	115	84	88
250	115	84	87
292	115	78	82
605	115	76	78
600	115	76	78
590	115	76	78
185	115	76	84
135	115	76	87
90	115	87	92
80	115	115	97
0	115	115	115
0	115	115	115
0	115	115	115

5. 결 론

지능형 Dimming Converter는 기존 형광 램프용 전자식 안정기에 회귀 다항식 퍼지 모델을 이용·접목하였다. 퍼지 모델의 후반부 다항식으로 간략추론을 사용하여 기존 안정기와 제안된 시스템의 성능 평가와 소모 전류를 상호 비교하였고, 지능형 Dimming Converter를 이용한 전자식 안정기는 기존의 Dimming 전자식 안정기를 적정 시간마다 최적의 제어했을 경우와 비슷한 성능을 보여주었다.

또한 본 논문에서는 제안한 지능형 Dimming Converter를 형광등에 국한하여 회귀 다항식 퍼지 모델을 적용하였다. 하지만 기타 산업용 고출력 광원으로의 응용과 개선된 지능형 모델의 접목을 통한 연구가 수행된다면 에너지 절약과 편의성에서 보다 큰 이익을 바라 볼 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Intizyz Interior Design의 「전등의 역사」 기술 자료 편
- [2] 「Vision 2020 : The Lighting Technology Roadmap 미국에너지성」 및 「Advance Lighting Program Development LBNL 보고서」
- [3] 지바스콘(주) “전자식 안정기 기술 자료 편”
- [4] 박종연, 정동열, 조계현, “Lamp용 안정기의 종류 및 특징”, 1999
- [5] 박준용, 박종연, “전자식 안정기에 의한 형광램프의 조광제어”, 2003. 07
- [6] 유니룩스 기술연구소, “기술 자료의 전자식안정기 관련 기술 자료 편”
- [7] 지바스콘(주) “전자식 안정기 기술 자료 편”
- [8] Vision 2020 “The Lighting Technology Roadmap 미국에너지성” 및 “Advance Lighting Program Development LBNL 보고서”
- [9] 박민용 외 2명, “차세대 지식기반 사회 구축을 위한 CI 기술”, 한국과학재단 특정기초 연구, 1999.9-2004.8
- [10] 오성권, “프로그래밍에 의한 하이브리드 퍼지추론시스템”, 내하출판사, 2005. 11
- [11] 오성권, “프로그래밍에 의한 컴퓨터지능(퍼지, 신경 회로망 및 진화알고리즘을 중심으로)”, 내하출판사, 2002. 8
- [12] 오성권, “C 프로그래밍에 의한 퍼지모델 및 제어시스템”, 내하출판사, 2002. 2
- [13] 고효율 조명기기제조협회 발표자료 “2004. 4. 4 디지털타임스”
- [14] W. Pedrycz and J. F. Peters, Computational Intelligence and Software Engineering, World Scientific, Singapore, 1998

저 자 소 개



최정내(Jeoung-Nae Choi)
1997년 : 원광대 제어계측과 졸업.
1999년 : 동 대학원 제어계측과 졸업(공학 석사).
2004년 : 동 대학원 전기공학과 졸업(공학 박사).
2006년~현재 : 수원대학교 전기공학과 Post-Doc.

관심분야 : 지능 제어, 최적화 기법, 퍼지이론, 신경망 이론 등.

Phone : (031) 222-6544
E-mail : cjn9828@hanmail.net



백진열(Jin-Yeol Baek)
2007년 : 수원대 전기전자공학부 졸업.
2007년~현재 : 동 대학원 전기공학과 석사과정.

관심분야 : 퍼지추론시스템, 신경회로망, 유전자 알고리즘 및 최적화이론, 지능시스템 및 제어, 마이크로프로세서 등

Phone : (031) 222-6544
E-mail : qorwlsdudf@suwon.ac.kr



오성권(Sung-Kwun Oh)
1981년 : 연세대학교 전기공학과 졸업.
1983년 : 동 대학원 전기공학과 졸업(공학 석사).
1983~1989년 : 금성산전연구소(선임연구원).
1993년 : 연세대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사).

1996~1997년 : 캐나다 Manitoba대학 전기 및 컴퓨터공학과 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.

Phone : (031) 229-8162
E-mail : ohsk@suwon.ac.kr