

퍼지 온도제어기의 실용화 설계

신 덕 식*, 정 대 원
 호남대학교 공대 전기공학과 (4학년)

Practical Implementation of Fuzzy-Logic Thermostat

Duk-Sik Shin, Dae-Won Chung
 Electrical Engineering Dep't, Honam University

Abstract - 마이크로제어기의 성능과 기능이 강화되는 반면에, 가격은 점점 낮아져, 다양한 논리기능의 구현이 가능해져, 특히 퍼지논리 제어기의 구현이 매우 보편화 되고 있다. 이에 따라 종래의 On-Off 온도제어기로 구현이 어려웠던 다양한 제어기능을 구현함으로써 보다 쾌적하고 전기료를 절약한 절전형 온도제어기의 출현이 가능하게 되었다. 본 논문에서는 8비트형 마이크로 콘트롤러를 사용한 퍼지논리 제어기의 실용적인 설계를 fuzzyTECH의 상용화된 도구를 사용하여 구현하였다. 이 방법은 종래의 방법에 비해 성능, 가격 및 에너지 절약 측면에서 매우 우수한 성능을 발휘하였다.

1. 서 론

최근 경제적 여건과 문화수준 향상으로 보다 쾌적하고 안락한 온도제어기를 요구하고 있다. 1990년대부터 선보이기 시작한 퍼지 온도제어기는 주로 전기 에너지 절약 측면에서 선보이기 시작하였고, 최근에는 전기에너지 절약은 물론 보가 쾌적하고 안락한 분위기를 얻기 위해 사용된다. 하나의 제어기로 전기히터와 에어컨을 비롯한 냉난방용 제어기로 다용도로 사용하기 위하여 표준화된 Thermostat의 구현이 필요하다. Thermostat은 바이메탈형 스위치를 사용하고 설정된 온도를 실제 측정된 온도와 비교하여 일정한 Deadband의 오차범위를 기준으로 제어되어야 할 전기부하를 개폐한다. 이때 빈번한 개폐 현상을 방지하기 위해 히스테리시스형 제어기를 사용한다. 그림 1에서 종래에 널리 사용되어온 On-Off형 Thermostat의 온도제어기의 기능을 원리적으로 나타내고 있다. 이 제어기는 성능에 비해 기능이 단순하고 구현이 쉬워서 보편적으로 널리 사용되고 있다.

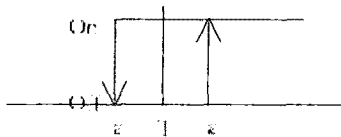


그림 1 종래의 온도 제어기

2. 퍼지 온도제어기의 설계

2.1 종래의 온도제어기 기능분석

일반적으로 실내 온도제어기는 원하는 온도로 일정하게 유지하기 위하여 여러 가지 제어수단을 강구하여 온도를 조절한다. 본래의 실내 온도제어기의 목적은 온도를 일정하게 유지함이 아니라 거주하는 사람들이 최대한

안락함과 쾌적함을 느끼도록 하는데 있다. 그러나, 온도 제어기는 사람들이 느끼는 온도에 적합하도록 조절하거나 응답하지 않는다. 예를 들면, 낮시간 동안에는 야간 시간에 비해 보다 높은 온도를 유지함으로써 안락함을 더 많이 느낄 수가 있다. 또한, 햇볕이 강할 때에는 같은 온도에서도 보다 따뜻함을 느낀다. 여기에서 사람들이 온도조절기의 온도 설정치를 변경할 때에도 다소 큰 온도의 변화량으로 조절기를 돌리게 되고, 이때 실제 온도의 변화량은 쾌적함을 느끼게 하는 온도보다 더 큰 온도량으로 변한다. 이 때문에 온도 조절을 위해 소비해야 할 에너지는 그 만큼 낭비하는 셈이 된다. 또한, 사람마다 쾌적함을 느끼는 온도가 서로 다르므로 다소 원하는 온도보다 낮거나 높더라도 대개의 경우 온도 설정치를 변경하기 않고 그대로 운전하거나 온도 조절량을 크게 한다. 이점이 원래 목적의 온도 제어기의 기능을 잃어버리는 셈으로 쾌적함과 과분한 에너지의 소비를 유발하게 된다.

2.2 지능형 퍼지 온도제어기

이와 같은 종래의 온도제어기의 단점을 보완하기 위해 인공지능형 온도제어기가 제안된다. 본제는 이러한 인공지능형 온도제어기를 구현하기 위해서는 디지털 마이크로 콘트롤러가 요구되고 이를 구현하는 것이 그렇게 용이하지 않다. 제어 알고리즘은 쾌적감을 느끼는 경험에 기반을 두어야 하고, 여기에는 여러 가지 요소와 조건이 판여된다. 즉, 수학적 모델이 정립이 쉽지 않다. 따라서, 수학적 모델의 정립이 불필요한 퍼지논리 제어기가 이를 위해 매우 적합하다. 그림 2에서 지능형 퍼지논리 온도제어기의 구조를 보이고 있다. 기본적으로 그림 1과 같이 동일한 기능을 수행하도록 한다. 그러나, 다음의 두 가지 점에서 차이점을 발견할 수 있다. 하나의 퍼지 제어기의 출력은 온도 설정치를 정정하며, 다른 하나는 히스테리시스의 간격을 조절한다. 즉, 주변의 상황에 따라 온도 설정치를 매우 적절히 조절하고, 온-오프의 주기를 조절하도록 한다. 이 퍼지 제어기의 입력신호로는 온도설정치 다이얼과 온도측정 센서 및 실내 밝기를 측정할 수 있는 LDR 포토 센서를 사용한다.

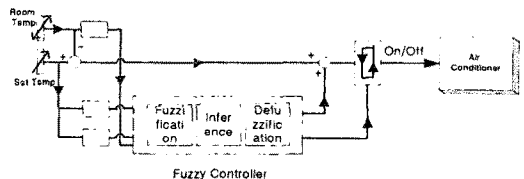


그림 2 퍼지 제어기의 구조도

2.3 퍼지 제어기의 설계 및 입력변수 설정

퍼지 제어기는 상용화된 설계 툴인 fuzzyTECH를 사용하며, 다음과 같은 5개의 입력변수를 선정하였다. 이 측정변수는 적절한 계측기를 사용하며, 제어신호전압에 적절하도록 정규화 하였다.

(1) 온도설정치의 변경 수량[ChangeNr]

온도제어기의 사용자가 온도 설정치를 변경한 횟수를 기억하여 얼마만큼 온도제어기의 설정치를 자주 변경하였는가를 측정한다. 이는 얼마만큼 실내의 사람이 쾌적한 상태에서 온도 제어기가 동작하였는가를 기억하고 히스테리시스를 최적화하는데 사용된다.

(2) 온도 편차량[TempError]

원하는 온도 설정치와 실제 측정된 온도와의 온도편차를 측정하고, 그 편차량의 크기에 따라 제어기의 출력 크기를 조절하기 위해 사용된다. 즉, 편차량이 클 경우에는 보다 많은 제어 출력을 내고 적을 경우에는 상대적으로 낮은 제어 출력을 얻기 위함이다. 이렇게 함으로써, 상대적으로 빠른 온도제어 응답을 얻을 수 있다.

(3) 최종온도 변화량[dTemp_by_dt]

이 온도 변화량의 크기는 온도 제어변화량의 크기를 의미하며, 강력한 히팅 혹은 쿨링 효과를 얻기 위해 사용된다. 또한, 이 신호는 설정치의 변화 없으면, 30분 이후에는 자동적으로 소멸된다.

(4) 온도변화의 횟수[RoomFluct]

이 변수는 실내의 방이 사람들에게 얼마나 중요하게 사용되었는가를 알려준다. 즉, 대규모 회의나 발열 혹은 냉각 기기들이 얼마나 많이 사용되었는가를 알려주는 변수이다.

(5) 방의 밝기[Brightness]

방의 밝기는 햇빛의 세기를 나타내며, 이 밝기에 따라 방의 주변온도도 자연스럽게 변한다. 또한, 밤과 낮에 따라 사람이 느끼는 체감 온도도 다르게 나타나므로 이 지수는 퍼지 제어기에서 새로운 중요한 평가지수로 작용한다.

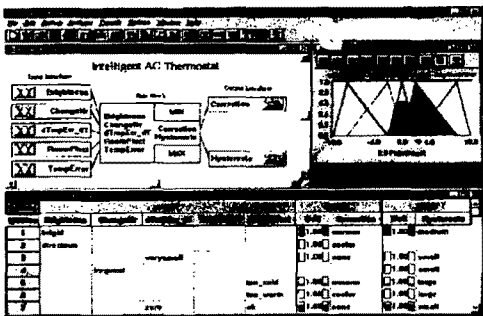


그림 3. fuzzyTECH를 이용한 퍼지 온도제어기의 설계

2.4 제어전략 및 알고리즘의 구현

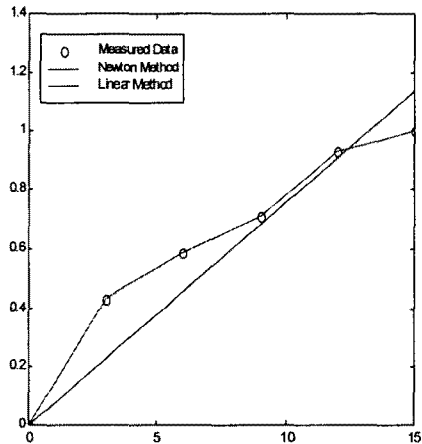
그림 3은 fuzzyTECH 퍼지 제어기 설계 툴의 기본 화면을 나타내고 있다. 이 소프트웨어를 사용함으로써 퍼지 제어기의 구조를 바로 설계할 수 있고, 제어규칙 및 퍼지추론을 동시에 구현할 수 있다. 입력변수의 멤버십 함수를 설정하고, 원하는 온도범위를 결정하여 입력하면, 퍼지 제어 추론과 제어규칙을 바로 구할 수 있고, 출력신호의 디퍼지화도 곧 바로 얻을 수 있다. 또한, 퍼지제어 툴은 Spreadsheet Rule 편집기로 직접 편집할 수

있고, 모든 편집창을 통하여 제어규칙을 확인할 수도 있다.

이 설계 툴을 이용하여 그래픽으로 표현되는 완전한 디지털 제어기의 프로그램 코드를 완성할 수 있다. 이 프로그램은 소-스 코드 형태의 C-언어와 PLC에 적용 가능한 기능 블럭선도 및 어셈블리로 생성된다. 이 퍼지 제어기는 PIC16C71과 같은 원칩 컨트롤러에 탑재하여 디지털 제어기로 구현이 가능하고, 이는 8비트형 마이크로 컨트롤러로 구현하여 표준화된 퍼지 논리 온도제어기로 표준화된 설계가 가능하다. 이 디지털 컨트롤러는 1024words의 ROM과 36 bytes의 RAM을 내부 칩에 탑재하여 외부 메모리를 사용하지 않아도 디지털 컨트롤러로 사용할 수 있는 장점이 있다. 다시 말해, fuzzyTECH 설계 툴을 사용하면, 퍼지 제어기의 설계는 물론 디지털 제어기의 프로그램 코드를 곧바로 생성할 수 있는 장점을 갖고 있다. 이밖에도 8051의 원칩 컨트롤러용 프로그램 소-스 코드를 생성할 수 있다.

2.5 시뮬레이션 결과

본 제어기의 성능을 확인하기 위하여 설계된 변수 및 파라미터를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션 조건은 여러 가지의 주변온도조건에서 제어변수를 변화에 대한 출력을 얻을 수 있었다. 그림 4-5에서 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 퍼지 제어기의 성능을 분석한 결과를 보면, 퍼지제어기는 자동으로 제어기가 동작할 상황을 체크하고, 이 결과에 따라 최적의 제어응답을 얻을 수 있었다. 실제 이 제어기를 사용하여 적용한 결과 일반 가정에서 약 3.5%의 에너지를 절약하였으며, 실내에서 사람들이 느끼는 온도는 매우 쾌적한 것으로 보고 되고 있다. 또한, 이 퍼지제어기는 기존의 에어컨 혹은 히터의 하드웨어를 바꾸거나 교체 없이도 제어기 자체만을 교체함으로써 쉽게 교환할 수 있는 장점도 갖고 있어 실용화가 매우 용이하다.



3. 결 론

본 퍼지 온도제어는 상용화된 도구인 fuzzyTECH를 이용하여 매우 쉽고 편리하게 설계할 수 있음을 본 연구를 통하여 확인하였다. 인공지능제어기를 통하여 종래의 제어기로 구현하기 어려웠던 제어기능을 구현하여 에너지 절약은 물론 보다 쾌적한 온도를 체감할 수 있도록 고려된 점이 기존의 제어기에 비해 갖는 장점이라 할 수 있다. 또한, 디지털 컨트롤러에 적용하기 위한 소스 프로그램을 직접 생성할 수 있는 장점도 갖고 있음을 확인하였고, 이를 통해 이 분야의 실용화와 상용화를 앞당길

수 있는 지름길이 되고 있다. 관련된 산업계도 향후 새로운 기술을 적용함으로써 많은 경제적 이득과 설비운용의 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Inform Software Corp., fuzzyTECH User's Manual, 1996.
- [2] S.D'Souza and V. von Altrock, "Fuzzy Logic in Appliance," Embedded System Conference, Santa Clara, CA, 1995
- [3] C. von Altrock, "A Fuzzy Logic Thermostat," The Computer Appliance Journal, Oct., 1996