

유사 청감 재현용 열감 재현 모듈의 퍼지 제어를 이용한 성능 개선 Performance Enhancement of Thermal Display Module For Pseudo-aural Sense Display Using Fuzzy Control

*오현석¹, 정주노¹, #김희국¹

*H.S. Oh¹, J.N. Cheong¹, #W.K. Kim(wheekuk@korea.ac.kr)¹

¹고려대학교 제어계측공학과

Key words : Thermal display module, pseudo aural sense, peltier element, fuzzy control

1. 서론

최근에 김 등과¹ 오 등은² 스피커 진동과 열전소자의 열감과 같은 촉각정보를 활용하여 청각 장애인들에게 소리로부터의 느낌을 제공할 수 있는 유사청감 재현 방식을 제시하였다. 그리고 대상인들에게 시각 정보와 두 가지의 촉각정보(스피커 진동과 열전소자를 통한 열감)가 제공되는 의자형 유사청감 재현 시스템을 개발하여 그 효율 가능성을 확인하였다.

그러나 기 개발된 유사청감 재현 시스템에 사용된 열감 재현 모듈의 제어방식으로 PD 제어기법이 사용되었으나 온도 상승 및 하강 시에 요구되는 빠른 응답특성과 정상오차의 크기를 동시에 만족시키지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 하나의 열감소자로 구성된 열감 단위 모듈의 응답특성(응답속도와 정상오차)을 최소화하기 위하여 퍼지제어기를 사용하였으며 실험을 통하여 그 성능을 검증하였다.

2. 열감 재현 단위 모듈의 퍼지 제어

2.1 열감 재현 단위 모듈

열감 재현 단위 모듈은 크기가 15x30x3.1mm이며 출력이 18.7W인 하나의 열전소자(FALS1-06304T150), 온도센서(PT-100), 5.55 CFM인 용량을 가지는 40x40x10mm인 크기의 냉각팬, 크기가 50x50x20mm인 구리방열판, 12V, 29Amps. 용량의 전원 공급 장치, PWM motor driver(H-bridge type HD22), 그리고 DC 전원 공급을 위한 2 채널 DC-DC 변환기(5V, 10A)로 구성된다. 그리고 이를 제어하는 ATMEGA128 프로세서는 RS232 또는 Bluetooth(FB155BC)를 통하여 PC와 연결된다.

2.2 열감 재현 단위 모듈의 특성

그림 1은 오 등이 조사한 하나의 열감 재현 단위 모듈에 대한 실험 결과로서 온도 상승 및 하강시의 응답 특성은 실험실 온도와 단위 모듈의 현재 온도에 따라 크게 차이를 보여준다.² 이 때문에 PD 제어방식을 통한 응답 특성은 응답특성과 정상오차의 측면에서 개선이 요구되는 것으로 나타났다.

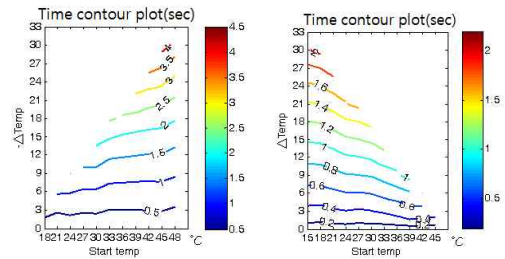


Fig. 1 Time contour plots²: (a) when temperature rises, (b) when temperature falls

2.3 퍼지 제어기 설계

그림 2와 그림 3은 각각 전체 열감 재현 단위 모듈의 제어 블록선도와 사용된 퍼지 제어기의 내부 구조를 보여주고 있다.

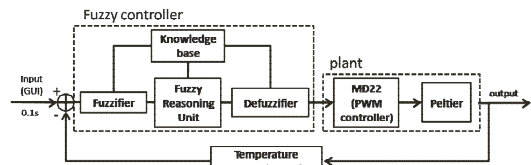


Fig. 2 Block diagram of fuzzy controlled thermal display unit module

퍼지 제어기는 목표온도 $T_d(k)$ 와 실제 온도 $T(k)$ 사이의 온도 오차 $E(k) = T_d(k) - T(k)$ 와 오

차 변화 $\Delta E(k) = E(k) - E(k-1)$ 를 입력으로 가지며 최종 출력은 이러한 두 입력에 대한 퍼지 제어기의 출력과 현재온도와 상온 T_0 사이의 차 $P(k) = T(k) - T_0$ 에 대한 보정 출력의 합으로 이루어지는 퍼지 제어기를 사용하였다. 여기서 k 는 k 번째 sampling 순간을 나타낸다.

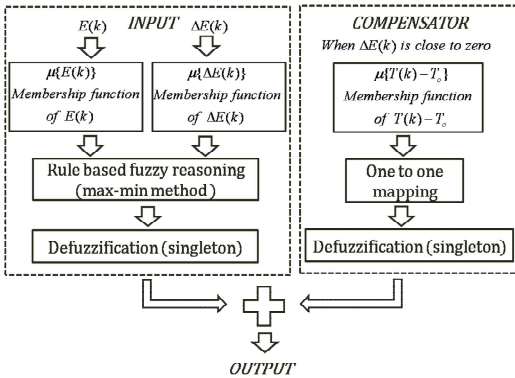


Fig. 3 Internal structure of the applied fuzzy controller

퍼지화 방법은 Sugeno 방법 (min-max 추론과 singleton 역퍼지화 방법 사용)을 사용하였고 각 퍼지 집합은 열전소자의 응답 특성을 반영하되 비교적 간단한 삼각형 형태를 사용하였다. 그림 4는 이상과 같은 두 개의 퍼지 입력과 하나의 출력을 가지는 퍼지 제어기의 입출력 관계를 나타내는 3차원 그림이다. 역퍼지화 방법으로는 가중평균법을 사용하였으며 이는 열감 재현 모듈의 프로세서로서 사용된 ATMEGA 128에 가해지는 전산하중을 최소화하기 위함이었다.

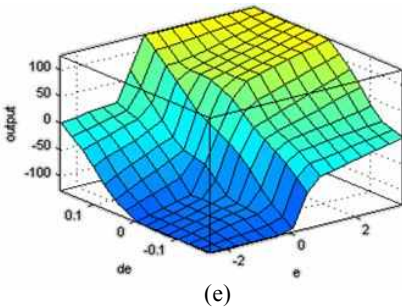
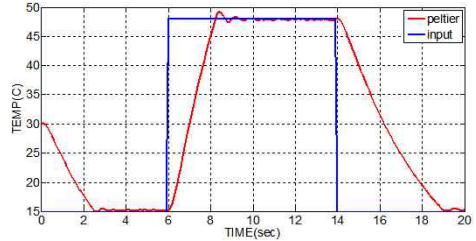


Fig. 4 Input-output relation of fuzzy controller

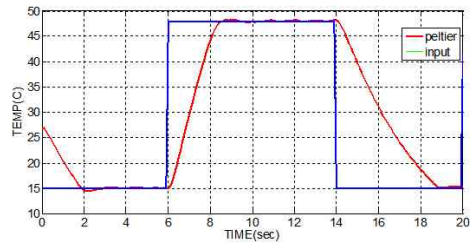
3. 특성 실험

그림 5(a)와 그림 5(b)는 각각 계단입력에 대한 PD 제어의 출력과 퍼지 제어기의 출력을 보여주고

있다. 이들 그림으로부터 두 제어기의 응답속도는 유사하지만 퍼지 제어기를 사용하는 경우에 PD 제어기에 비하여 과잉응답의 특성 뿐만 아니라 정상상태 오차도 크게 향상됨을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

Fig 5. Step responses of the thermal display unit module: (a) PD control, (b) fuzzy control

4. 결론

본 논문에서는 유사청감재현용 열감 재현 단위 모듈의 성능을 개선하기 위하여 퍼지제어를 적용하였으며 이를 통하여 향상된 응답특성을 얻을 수 있었다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011K000664)

참고문헌

1. 김성목, 정주노, 김희국, 박연규, 강대임, “스피커 진동을 활용한 유사 청감 재현 시스템,” 한국정밀공학회 춘계학술회의 논문집, June, 2011, pp.971-972.
2. 오현석, 김성목, 정주노, 김희국, 최인묵, 강대임, “열감소자 모듈의 유사 청감 재현 보조 매체의 열감 재현 특성,” 한국정밀공학회 춘계학술회의 논문집, Oct., 2011, pp.961-962.