

ATmega128 마이크로 컨트롤러를 사용한 스마트 선풍기 속도제어

원재혁, 김정운, 이성준
 한양대학교 전자정보시스템공학전공

Speed Control of Smart Electric Fan using ATmega128 Microcontroller

Won Jae-Hyuk, Kim Jung-Woon, Lee Song-Jun
 School of Electronic Information System, Hanyang University

Abstract - This paper presents the smart fan which is operated by a small conventional motor and an ultrasonic sensor. The smart fan generates cool wind with regulated speed of wing by the distance between the user and the fan. In this research, an 8-bit microcontroller (ATmega128) and an ultrasonic sensor (NT-TS601) are utilized for the system control and sensing information. In order to obtain the speed information from the encoderless DC motor, a stroboscope is used, which provides the voltage variation by the motor speed. The proposed smart fan makes the user feel cool, convenient and safe at a low cost.

1. 서론

지구환경문제가 심각해지고 화석에너지의 고갈이 점점 가까워짐에 따라 신재생에너지에 대한 관심이 커지고 에너지 절약 대책이 전 세계적으로 세워지고 있다. 이와 함께 각 가정에서 사용되고 있는 전기에너지의 효율적인 절약대책이 요구되고 있다. 예를 들어, 전기 소모가 큰 에어컨을 사용하는 대신에 절전이 가능한 선풍기의 개발이 필요하다.

과거에는 선풍기는 바람의 세기, 시간, 그리고 회전을 버튼이나 다이얼을 통하여 동작하는 방식이었다. 최근에는 여러 가지 기능을 가진 선풍기가 출시되고 있으며 리모트 제어에 의한 동작이 되므로 편리하지만, 사람과 선풍기 사이 거리에 따른 자동적인 제어 기능은 없다.

보통 선풍기의 동작은 사람의 유무에 상관없이 주어진 명령에 동작되는 형태가 대부분이다. 이러한 선풍기의 문제점은 바람의 세기가 일정하게 제어된다. 그 결과로서 선풍기 바람을 오랜 기간 동안 인체에 접촉하게 되고 이로 인해 체온이 급격히 떨어지는 저체온으로 위험하게 되는 경우가 종종 발생한다. 또한 사람이 없을 경우에도 선풍기가 돌아가기 때문에 에너지 낭비라는 문제가 발생한다.

또한 어린이들이 가까이 선풍기에 접근 할 때도 언제나 똑같은 속도로 선풍기 팬이 돌고 있기 때문에 종종 위험한 상황이 발생 된다.

이러한 선풍기의 문제를 개선하기 위하여 가까이 다가서거나 멀리 떨어져 있을 때 선풍기의 동작을 제어하여 안전하게 사용될 수 있다.

본 논문에서는 어린이에게 안전하고 인체에 가장 상쾌한 바람의 양을 일정하게 공급하도록 Atmel 사의 8비트 마이크로컨트롤러인 ATmega128를 이용한 스마트 선풍기를 개발하였다.

2. 본론

2.1 선풍기 Motor 제어 방식 및 시스템구성

일반적으로 선풍기는 가격이 저렴한 단상 유도전동기를 사용한다. 본 논문은 소형선풍기에 제어가 간단한 직류전동기, 한 개의 IGBT소자와 프리휠링(Free-wheeling) 다이오드를 사용하여 비교적 저렴하게 개루프 제어방식을 선택하였다.

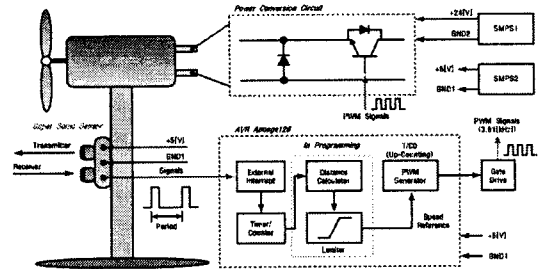


그림 1. 스마트 선풍기의 전체 시스템 블록도

그림1은 스마트 선풍기 시스템의 전체 구성도이며, 직류전동기 및 초음파 센서를 포함한 선풍기, 전력용 반도체 소자 드라이버, 게이트 신호 및 초음파센서 입력처리용 제어기, 전동기 구동을 위한 제어기 및 시스템구동을 위한 전원(SMPS)으로 되어있다.

24V의 전원에 의해 구동되는 IGBT소자를 이용하여 정방향으로 제어를 하였다. 선풍기의 특성상 역방향 회전이 불필요하기 때문에 좀 더 간단하게 구성하였다.

직류전동기의 속도측정은 엔코더가 부착이 되어있지 않기 때문에 날개부분에 은박지를 붙이고 전압을 증가하면서 스트로브스코프를 이용하여 속도를 기록하였다.

그림 2는 입력전압과 속도에 대한 관계를 나타낸 그래프이다. 본 논문에서 사용된 전력변환회로는 초음파 센서를 이용하여 이동거리가 변함에 따라 전압이 가변되도록 하였다.

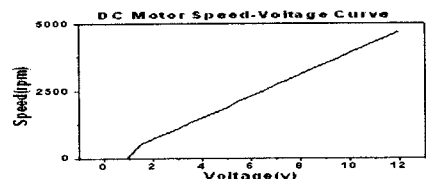


그림 2. 본 논문에서 사용한 DC 전동기의 전압-속도 특성곡선

초음파 센서는 엔텍스사의 NT-TS601을 사용하였고, 이 초음파 모듈은 비접촉 초음파 기술을 이용하여 2[cm]~3.3[m]까지 측정할 수 있다. 본 논문에서는 10[cm]~2[m]까지 거리를 한정하여, 어린이가 선풍기를 접촉하기 위해 가까운 거리에 오게 되면 자동적으로 정지를 하게 하였다. 초음파 센서를 이용한 물체의 거리는 물체와의 거리(D)는 음속(V), 시간(t)에 대한 곱으로 표현된다.

$$D[m] = V[m/s] * t[s]$$

$$= (331.5 + 0.60714 T) * (t / 2)$$

본 논문에서는 온도(T)를 상온 25C를 기준으로 하였기 때문에 T=25, 그리고 시간은 왕복을 고려하므로 t/2로 나타내었다.

그림 3은 직류전동기 제어를 위한 회로도도를 보여준다. 직류전동기 구동을 위해 한 개의 IGBT 소자를 이용하여 단방향으로 제어되도록 구성하였고, 프리휠링 다이오드를 삽입하여 초기 구동 시 전류피크에 의한 소자의 파괴를 방지하였다. IGBT 소자를 구동하기 위한 게이트 회로는 절연을 위해 PC923을 사용하였고, 트랜지스터 2개를 이용하여 PWM을 설계하였다.

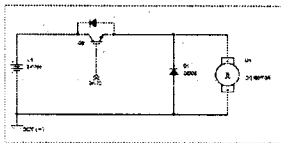
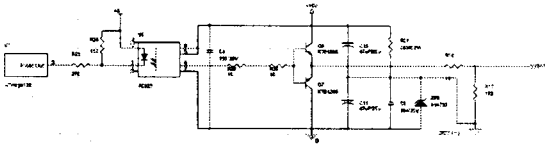


그림 3. 직류전동기 구동을 위한 전력변환 및 구동회로

2.3 시뮬레이션 결과

그림 4는 본 논문에서 수행한 시뮬레이션의 전체 블록을 나타내는 회로도이다.

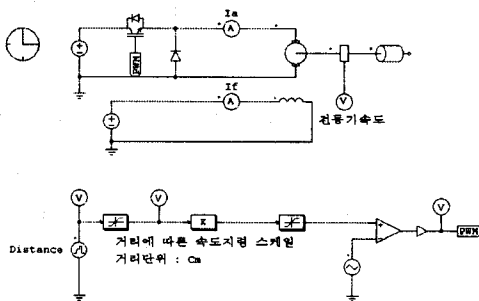


그림 4. 시뮬레이션 전체 회로도

시뮬레이션 회로도 상에서 거리는 선풍기 사용자의 이동거리를 의미한다. 본 논문의 스마트 선풍기는 사용자와 선풍기 사이의 거리를 초음파 센서로 측정하고 이를 이용하여 날개의 회전속도를 가변하여 풍량을 조절한다. 즉, 사용자가 선풍기로부터 거리가 멀어지면 선풍기의 회전속도를 빠르게 회전하여 원거리에서도 충분한 냉방 효과를 갖게 하는 장점이 있다. 하지만, 사용자의 거리가 2[m]을 초과하게 되면 초음파센서는 정확한 거리 측정이 불가능하다.

따라서 본 시뮬레이션에서는 리미터를 이용하여 거리

제한을 두었다. 그리고 속도지령 스케일 상수 K는 이동거리 대비 듀티비를 100[%]로 설정하기 위해 사용된 상수로 K=0.5로 설정되어 있다.

예를 들어 사용자의 거리가 선풍기로부터 1[m](100[cm])이면 듀티비는 100[cm] * 0.5 = 50[%]이고, 2[m] 이상(제한거리 2[m])이면 200[cm] * 0.5 = 100[%]이 된다. 그림 5는 이동거리와 선풍기 회전속도와의 관계를 나타낸다.

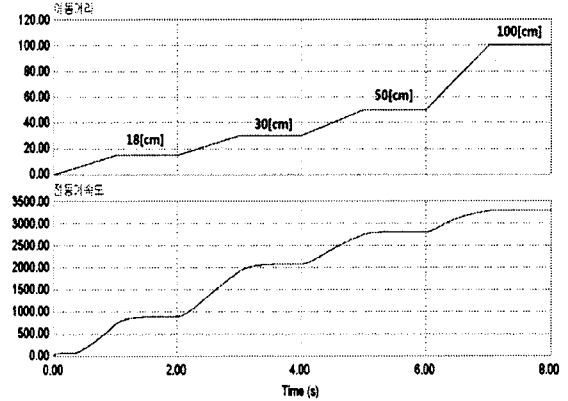


그림 5. 이동거리와 선풍기 회전속도와의 관계

2.4 실험 결과

그림6은 본 논문에서 구성한 스마트 선풍기의 실험 세트를 나타낸 그림이다.

그림 6의 첫 번째 사진에서 좌측 상단에 제어보드와 선풍기용 DC 전동기에 전원을 공급하기 위한 SMPS이고, 좌측 하단은 DC 전동기를 제어하기 위한 전력변환 장치이다. 그리고 우측 상단에 있는 하드웨어 장치는 스마트 선풍기를 제어하기 위한 ATmega128로 구성된 메인 제어보드이다.

제어보드 ATmega128(8bit)은 내부에 PWM 출력기능, ADC(10bit) 그리고 외부인터럽트 기능이 내장되어 있어, 외부에 별도로 구성할 필요가 없기 때문에 소형으로 제작할 수 있다. 제어기의 동작 속도가 20[MHz]로 동작하기 때문에 PWM 주파수는 3.91[kHz]로 설계하였다. 또한 초음파 센서는 10[μs]단위로 체크하여 거리를 측정하도록 프로그래밍을 하였다.

제어기 전원 및 모터전원은 시중에서 쉽게 구할 수 있는 SMPS(5[V], 15[V], 24[V])로 연결하였다. 노이즈를 차단하기 위해서 제어기 전원과 게이트 전원 및 전동기 전원은 분리하여 사용하였다.

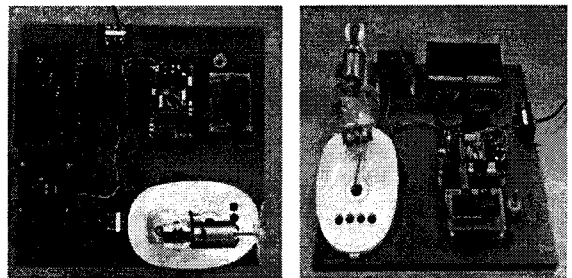


그림 6. 스마트 선풍기 실험세트

선풍기의 동작구간을 10[cm]~2[m]로 구성하였고 15[cm], 30[cm], 50[cm], 1[m], 1.5[m]로 이동거리를 변화시켜 가면서 실험을 수행하였다.

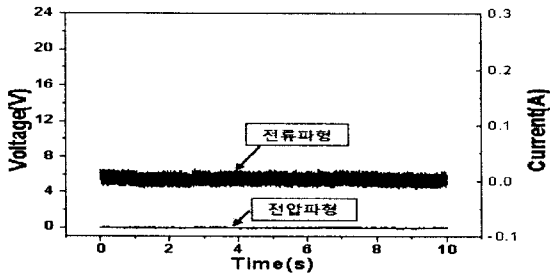


그림 7. 이동거리 0[cm]에서의 DC 전동기 전압과 전류 파형

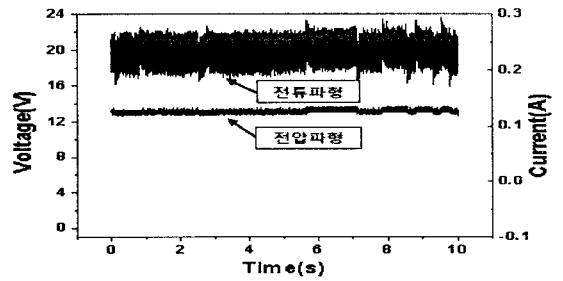


그림 12. 이동거리 150[cm]에서의 DC 전동기 전압과 전류 파형

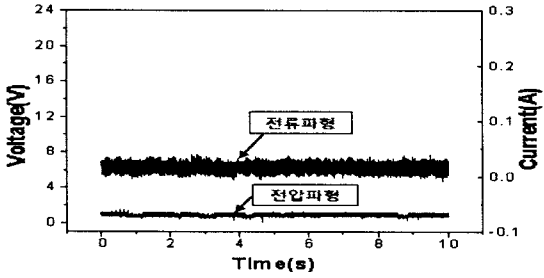


그림 8. 이동거리 15[cm]에서의 DC 전동기 전압과 전류 파형

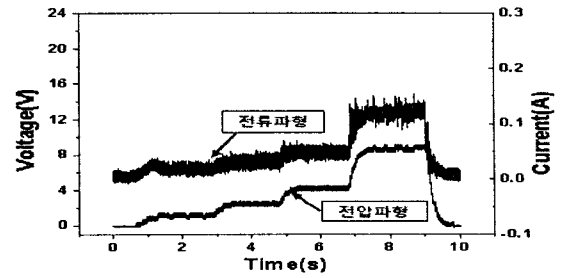


그림 13. 연속적인 이동거리의 변화에 따른 DC 전동기의 전압과 전류 파형 (0~150[cm])

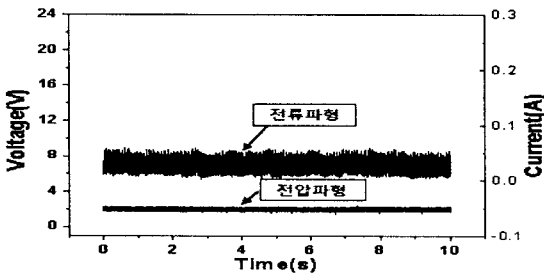


그림 9. 이동거리 30[cm]에서의 DC 전동기 전압과 전류 파형

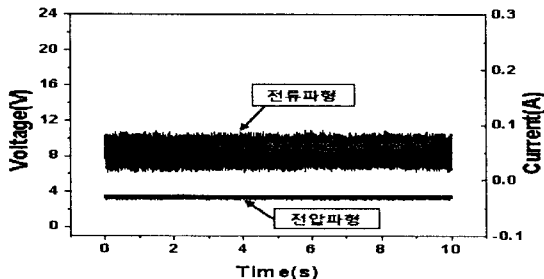


그림 10. 이동거리 50[cm]에서의 DC 전동기 전압과 전류 파형

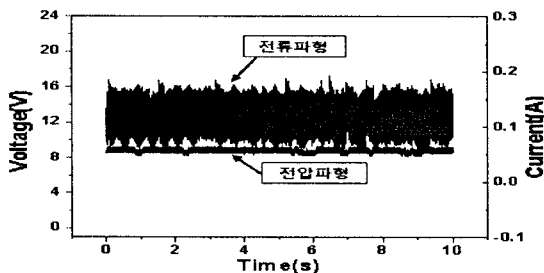


그림 11. 이동거리 100[cm]에서의 DC 전동기 전압과 전류 파형

그림 7부터 12까지는 사람이 선풍기에 접근하는 경우에 이동거리에 따른 스마트 선풍기용 DC 전동기의 전압과 전류파형을 측정할 결과이다.

그림 13은 연속적으로 사용자가 이동함에 따라 변하는 DC 전동기의 전압과 전류파형을 측정할 결과 그래프이다.

3. 결 론

본 논문에서는 스마트 선풍기에 대한 체계적인 설계를 한 후에 시뮬레이션과 실험을 통해 에너지 절약에 대한 새로운 방향을 제시 하였다.

또한 실험을 통해 실제 구현이 가능하고, 거리에 따른 선풍기 바람의 세기를 조절하여 어린이들에게 안전하고 실용적인 선풍기 동작을 구현하였다. 구조가 간단하고 실생활에 적용이 용이 하므로 온도 및 바람의 세기에 대한 연구를 통하여 좀 더 실용화가 가능할 것으로 생각된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 신동욱, 오창현, "알기쉽게 배우는 AVR ATmega128", Ohm사
- [2] Yuang-Shung Lee, Te-Tsung Yang, Ming-Wang Cheng, "Measurement and Mitigation of Conducted Emission for Voltage Phase Controlled Capacitor Run Single Phase Induction Motor", IEEE PEDS 2005, pp. 1622~1627, 2005.
- [3] Sumant.G. Kadwane, Simeswara Phani Vepa, B. M.Karan, T. Ghose, "Converter Based DC Motor Speed Control using TMS320LF2407A DSP", IEEE IEIEA 2006, 2006.
- [4] 장도현, 차귀수, 신대철, 홍성기 공역, "전기기기공학", 사이텍미디어, 1998.
- [5] 홍순찬, 전희중, 백형래, 원충연, "Pspice를 활용한 전력전자공학", 인터비전, 1999.
- [6] Y.S.E. Ali, S.B. M. Noor, S.M Bashi and M.K. Hassan, "Microcontroller Performance for DC Motor speed Control System", IEEE Pecon, pp. 104~109, 2003.
- [7] 안민욱, 이철직, 진근영, 오광식 공저, "Lab-Volt 장비를 이용한 전기기기 실험", 삼성복스, 2009.