2001년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2001.7.18-20

자동안개채취기를 위한 안개센서의 개발

박찬원, 김일환, 신상열, 김진영, 김혜나
강원대학교 전기전자정보통신 공학부

Development of the Fog Sensor for an Automatic Fog Water Collector

Park Chan-Won, Kim Il-Hwan, Shin Sang-Yourl, Kim Jin-Young, Kim Hye-Na
Department of Electrical & Computer Engineering

Abstract - 산성안개에 의한 환경 오염이 점차 증가하면서, 산성 안개에 대한 관심이 증대되고있다. 이러한 안개는 늦은 밤이나 새벽에 빈번하게 발생하므로 안개가 발생하고, 걷힐 때마다 사람이 일일이 수집하고 측정하는 것은 비효율적인 작업이다. 본 연구에서는 장기간의 실제 환경실험을 통하여 안개와 비를 구별하는 최적의 안개인식센서모듈을 개발하였으며 또한 마이크로 프로세서와 무선송수신모듈 이용하여 안개의 발생과 소멸을 자동으로 인식하고 수집된 데이터를 원격으로 컴퓨터와 연결하여 자동으로 안개채취에 관련된 자료들을 저장할 수 있도록 개발하였다. 본 연구의 결과로 특히 최근 문제시되고 있는 산성 안개의 데이터 수집이 용이해 지고, 주로 산악지역에서 많이 발생하는 안개를 원격지에서 측정이 가능해져 환경영향평가분야의 실제작업에 보다 편리함과 정확성을 제공할 것으로 기대된다.

1. 서 론

최근 산성비보다 산성안개가 더 많은 오염 물질을 포함하고 있는 것으로 알려지고 있다. 산성안개는 산성비에 비해 지표면 부근에 발생하여 대기 중에 장시간 체류하면서 농작물과 산림의 파괴, 건축물의 부식은 물론 인체의 건강에까지 영향을 미치는 요인으로 주목되고 있다. 이러한 피해를 줄이기 위하여 자동 안개 채취기를 개발하게 되었다.

본 장치는 자동 안개 채취기의 센서 부분으로써 안개의 유무를 판단하여 채집부에 그 신호를 보내주는 역할을 한다. 이 장치는 안개를 감지하는 센서부와 센서의 신호를 디지털로 바꾸는 A/D 컨버터 부분, 채집장치를 동작시키기 위한 릴레이 래치회로 부분 그리고, 안개의 감지 신호를 송신하는 통신부분으로 나누어진다.

2. 본 론

2.1 Fog Sensor Device

그림 1은 이 장치의 전체 외형도이다. 팬이 동작하여 공기를 빨아들이면 흡입구를 통해 들어온 공기는 센서를 통과하여 배기구로 나간다. 센서에서 측정된 값이 메인 보드로 전달되고 설정해놓은 값보다 작아질 경우 릴레이를 통해서 다른 장치들을 동작시킨다. 또 RF를 이용하여 소형 무전기에 현재 안개가 발생했음을 알리는 신호를 보낸다. 디스플레이는 현재 센서에서 측정된 값을 보여준다.

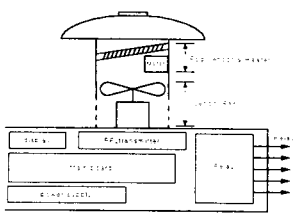

그림 1 안개센서 외형도

2.1.1 Fog Sensor & Heater

그림 2는 본 장치에서 안개를 감지하기 위한 부분이다. 이 부분은 철선을 좁은 간격으로 서로 평행하게 연결해 철선의 양 끝단의 전압을 측정할 수 있도록 되어 있다. 철선과 철선 사이에 물방울이 맺히면 저항값이 변화하여 소프트웨어상의 기준 값보다 작아질 경우 안개라 판단하고 안개 집진 장치를 동작시킨다.

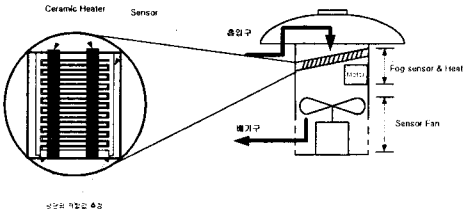

그림 2 안개 감지부

Sensor Fan은 안개를 검출하기 위해 공기를 빨아 들이는 부분이다.

공기를 흡입하여 이 부분 통과하여 지나갈 때 공기중의 수분이 철선과 부딪쳐서 물방울이 맺히는데 철선에 이미 물방울이 맺혀있을 경우 건조시킨 후 다시 센싱을 하기 위해 두 개의 세라믹 열선을 설치하였다. Heater는 Sensor Fan과 서로 Inter-Lock으로 동작하며 Sensor의 성능을 refresh시킨다. 세라믹 열선 밑에 있는 작은 모터는 철선에 맺힌 물방울을 빨리 건조시키기 위해 세라믹 열선이 동작할 때 진동을 주어서 물방울들이 흔들리도록 도와주는 역할을 한다.

2.1.2 제어부

그림 3은 본 장치의 시스템 블록도를 보여주는 것이다. 본 장치의 센서부에서 아날로그 신호 데이터가 들어오면 A/D 컨버터를 지나면서 디지털 신호로 변환된다. A/D 컨버터를 지난 데이터는 마이크로 컨트롤러로 전달되어 설정된 기준값과 비교하여 기준값보다 작아질 경우 안개로 판단하여 릴레이 래치 회로에 신호를 보내어 안개 집진 장치를 동작 시킨다. 그리고, 무선으로 현재 안개가 발생하였음을 알려준다. 데이터 디스플레이부는 센서를 통해 얻은 데이터를 보여준다.

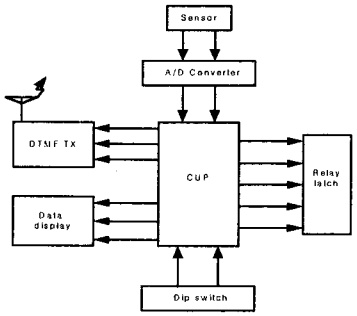

그림 3 시스템 블록도

본 장치는 CPU로 89C51을 사용하였고, 딥 스위치를 이용하여 센서의 민감도와 검출시간을 설정할 수 있다. 민감도의 경우 포트 2의 하위4비트를 이용하여 16가지로 나누었다. 시간 설정은 포트2의 4번 비트와 5번 비트를 이용하여 1분, 3분, 5분, 60분으로 설정할 수 있다.

본 장치에서 사용한 RF의 주파수대역은 448.75MHz에서 449.26MHz 사이이다. 그림 5는 사용한 RF의 주파수 대역을 관찰하기 위해 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정을 한 것이다.

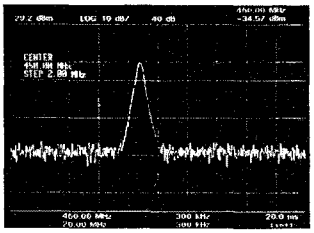

그림 4 RF 주파수 대역 스펙트럼

2.1.3 Program Flow Chart

그림 6은 본 장치의 프로그램 순서도 이다. 프로그램이 시작되면 최초 시스템의 초기화를 위해 모든 변수들의 값을 초기화시키고 타이머 인터럽트를 사용하기 위한 초기화 부분이 들어간다.

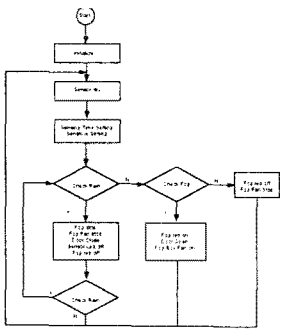

그림 5 Program Flow Chart

만약 센서에 물방울이 맺혀 있을 경우 건조시키기 위해 세라믹 열선을 동작시킨다. 비와 안개를 구분하기 위해 강우 센서를 연결하였다. 우선 강우 센서를 이용하여 현재 비가 오고 있는지를 판단하여 비가 오는 경우에는 안개 집진 장치를 동작시키지 않는다. 비가 오지 않을 경우 현재 설정된 기준 값보다 센서의 데이터가 작아질 경우 안개로 판단하고 안개 집진 장치를 동작시킨다.

2.1.4 시스템 타이밍도

아래 그림 7은 안개가 발생하지 않을 때 타이밍도이다. 그림에서 볼수 있듯이 1분, 3분, 5분, 60분으로 설정을 할수 있도록 되어있다. 이때 설정된 설정값은 안개가 발생하고 다시 안개를 검출하는 시간을 나타낸 것이다.

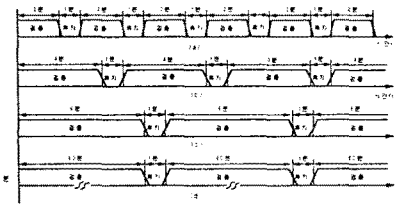

그림 6 시스템 타이밍도

일반적으로 안개가 발생하지 않을 경우, 1분으로 설정된 경우 검출 시간은 2분이고 잠시 멈춰있는 시간은 1분이다. 3분, 5분, 60분의 경우에도 모두 휴지 시간은 1분이다. 검출 시간은 현재 설정된 시간에 1분을 더한 것이 된다.

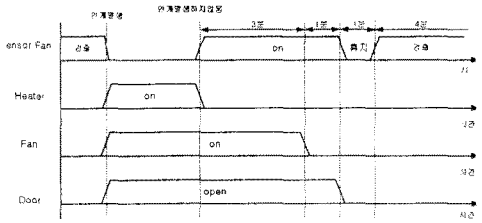

그림 7. 주기 3분 설정

설정된 기준값 보다 센서의 데이터가 작아질 경우 안개로 판단하고 센서부의 Sensor Fan의 동작을 정지하고, 안개 집진 장치의 문을 열고, 안개를 모으기 위한 Fan을 동작시킨 후 안개를 모으기 시작한다. 이때 안개가 아닌 빗물에 의해 센서부에 물방울이 맺혔을 경우를 대비해서 세라믹 열선을 이용하여 물방울이 맺힌 센서부를 건조시킨다. 그리고 다시 검출을 하여 이슬방울이 맺히면 계속 안개라 생각하고 안개 집진 장치를 계속 동작시킨다. 센서의 데이터가 기준값 보다 작으면 Heater는 계속 동작한다. 그러다 다시 기준값 보다 작아지면 Heater는 동작을 멈춘다. 1분으로 설정된 경우, 다시 안개가 발생하는지를 검출하는데 2분 동안 검출을 한다. 그동안 검출을 시작한지 1분이 지나면 안개집진 장치의 Fan의 동작이 멈춘다. 그리고 다시 1분이 지나고 난 후에도 안개가 검출되지 않으면 안개집진 장치의 Door가 닫힌다. 그림 7은 주기 3분 설정예의 타이밍도 이다.

2.2 실내 테스트

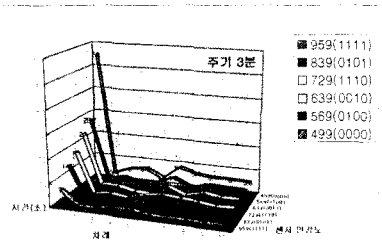

그림 8. 주기 3분 설정시 Fog Check 소요시간

그림 8에서 보여주는 실내 테스트결과를 보면, 야외에서 Fog Sensor를 작동시킬 때 어느 정도의 민감도 설정과 주기 설정이 필요한지 알 수 있다. 테스트 결과를 보면, 민감도는 639(0010)~569(0100)사이에서 적당한 수치가 나왔다. 그 이상의 민감도는 너무 예민하고 그 이하의 민감도는 Fog Sensing 까지의 시간이 길어 적당하지 못하다. 민감도는 1분, 3분, 5분이 크게 차이가 나진 않았지만 5분 정도가 적당하다.

2.3 데이터 수집 및 저장, 전송

2.3.1 데이터 수집 및 저장

안개를 주로 새벽이나 늦은 밤에 많이 발생한다. 안개가 발생하고 안개를 채집하기 시작한 시각과 안개가 걷히고 채집이 끝나는 시간을 자동으로 저장하기 위해 본 장치에서는 무선 송수신기를 이용한다. 송신부에서 현재 안개가 발생하여 안개를 채집하고 있다는 정보를 수신기로 보내면, 수신부는 컴퓨터와 연결된 통신용 보드를 통해 현재의 시각을 체크한다. 그리고 안개가 걷히고 채집

이 끝나는 순간, 다시 송신부는 채집이 끝났다는 정보를 무선으로 날려준다. 수신부는 통신용 보드를 통해 현재 시각을 체크한다.

수신기는 문이 열렸을 경우 '삐'하는 소리를 1초동안 발생하고, 문이 닫히는 경우 '삐'하는 소리는 1초 간격으로 두 번 발생한다. 아래 그림 10과 11는 수신기와 통신 보드를 연결한 상태에서 신호가 들어오는 것을 측정한 것이다.

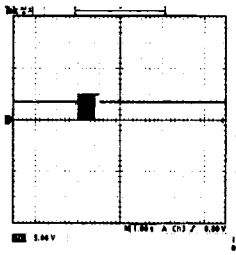

그림 9 문이 열릴 때 발생하는 신호

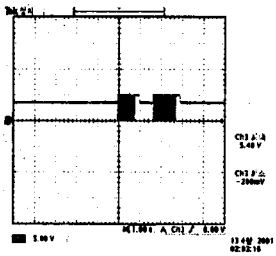

그림 10 문이 닫힐 때 발생하는 신호

그림 10의 경우 1초 동안 '삐'소리를 내고, 그림 11의 경우 3초 동안 1초 간격으로 소리를 낸다.

무선으로 데이터를 주고받기 때문에 수신부에 노이즈나 다른 데이터가 들어오는 경우가 발생한다. 이러한 경우 본 장비의 신호인기를 확인하기 위해 3초 동안 3000개의 샘플을 얻어서 Low의 샘플 개수가 그림 12의 범위 내에 있을 경우에는 문이 열려 있는 것으로 간주하고, Low의 샘플 개수가 그림 13의 범위에 있을 경우에는 문이 닫힌 것으로 간주한다. 그 외의 데이터는 본 장비에 아무런 영향을 주지 않는다.

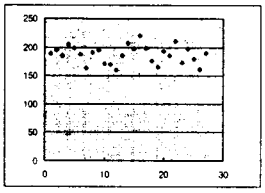

그림 11 문이 열릴 때 Low 샘플 개수

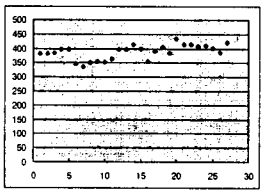

그림 12 문이 닫힐 때 Low 샘플 개수

그림 12와 13의 샘플 개수는 여러 번의 실험 통해 얻은 실험 데이터를 바탕으로 한 것이다. 문이 열린 경우 Low의 샘플 개수는 160개에서 220사이가 된다. Low 샘플 개수가 이 범위라면 통신 보드는 문이 열린 것으로 간주한다. 문이 닫힌 경우는 Low의 샘플 개수는 335에서 434사이가 된다. 이런 경우에는 통신 보드는 문이 닫힌 것으로 간주한다.

통신용 보드의 경우 Micro chip사의 PIC16F84를 이용하였다. PIC16F84의 경우 통신전용 하드웨어 단자가 없기 때문에 소프트웨어로 통신 기능을 처리하였다. 포트 B의 RB0인터럽트를 이용하여 신호가 들어오는 순간부터 3초 동안 3000개의 샘플을 한 후 그 결과가 그림 12나 13의 경우에 속하면 각각의 경우에 맞는 데이터를 컴퓨터로 보내준다. 컴퓨터는 통신 보드를 통해 데이터가 들어오면, 그 순간의 시간을 체크한다.

2.3.2 데이터 통신

본 장치는 안개 발생 시각을 자동으로 체크하여 자동으로 저장하는 시스템을 UART를 이용한 RS-232C 직렬 통신을 구현하였다.

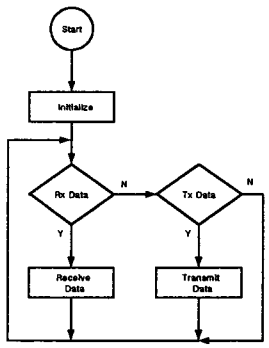

그림 13 통신용 보드 Flow Chart

그림 13은 컴퓨터와 보드간 통신을 하기 위한 프로그램 흐름도 이다. 컴퓨터의 직렬포트를 이용하여 통신을 하며 포트를 열기 위한 여러 가지 방법으로, 소프트웨어 인터럽트에 의한 방법과 도스에서 제공하는 입·출력 호출 함수들을 이용할 수 있다. 본 장치에서는 입·출력 함수들을 이용하여 프로그램을 제작하였다.

3. 결 론

현재 안개센서의 경우 비와 안개를 완벽하게 구별하지 못하는 아직 미완성의 단계에 있다. 그 점을 해결하기 위해 안개센서에 강우센서를 연동시켜 비와 안개를 구별하려 시도하였으나, Field Test에서 비와 안개의 구별에 아직까지 만족한 결과를 얻지 못하고 있다. 따라서, 안개센서 하나만을 이용하여 비와 안개를 구별하는 작업이 필요한데 이를 위해 현재 안개센서의 프로그램을 수정 개선하고 있다.

[참 고 문 헌]

[1] 기상연보, 기상청 (1989, 1990, 1991).
[2] WMO/UNEP: IPCC(1990): Climate Change -The IPCC Impacts Assessment. Australian Goverment Publishing Service.
[3] 村野 健太郎, 酸性霧, 公害と對策, 25, 725(1989).
[4] Hileman, B., Acid Fog, Environ. Sci. Technol., 17, 117A(1983).
[5] Waldman, J.M. et al., Chemical Composition of Acid Fog, Science, 218, 677(1982).
[6] 정용승, 김태군, 충북 청원군의 안개, 이슬, 서리의 산성도 연구, 한국대기보전학 회지, 8, 45(1992).
[7] Mrose, H., Tellus, 18, 266(1966).
[8] Lazrus, A. E., et al., Tellus, 22, 106(1970).
[9] Sadasivan, S., Atmos. Environ., 14, 33 (1980).
[10] Daube, B., et al., Atmos. Environ., 21, 893(1987).
[11] Brewer, R. L., et al., Atmos. Environ., 17, 2267(1983).
[12] Spink, A. J., et al., Atmos. Environ., 24A, 2263(1990).
[13] Fuzzi S., et al., Atmos. Environ., 24A, 2609(1990).
[14] Jacob, D. J., et al., Environ. Sci. Technol, 18, 827(1984).
[15] Kaze, U., Clermont-Ferrand, France, July 15-19, 1980.
[16] Hering, S. V., et al, Environ. Sci. Technol., 21, 654(1987).