

센서 네트워크를 이용한 공기청정기 제어 알고리즘

An Air Cleaner Control Algorithm Using Sensor Network

이상용 · 김영백 · 조진희

Sang-Yong Rhee, Young-Baek Kim and Jin-Hee Cho

경남대학교 컴퓨터공학부

E-mail: syrhee@kyungnam.ac.kr

요 약

실내에서 많은 시간을 보내는 현대인들에게 있어서 공기 청정기는 필수품이 되어가고 있다. 이런 상황에서 현재 출시된 대부분의 공기 청정기들은 본체에 장착된 센서만을 이용하기 때문에 효율적인 제어가 어렵다. 따라서 본 논문은 센서 네트워크를 이용하여 보다 효율적으로 공기 청정기를 제어하는 알고리즘을 제안한다.

키워드 : 공기 청정기, 센서 네트워크, 장치 제어

1. 서 론

실내에서 많은 시간을 보내는 현대인들에게 있어서 실내의 공기질은 현대인들의 건강과 밀접한 관계를 가지고 있다. 집안에 있는 먼지에 붙어사는 집먼지 진드기들은 알레르기성 비염의 원인이 되고 특히, 담배 연기는 흡연자뿐만 아니라 비 흡연자에게도 간접흡연을 하게끔 하여 폐암 발생률 등을 높인다. 이처럼 현대인들의 건강과 밀접한 관계를 가지고 있는 공기의 질을 높이기 위하여 많은 업체들이 여러 가지 방법의 공기 청정기들을 개발하여 판매하고 있다. 하지만 이러한 공기 청정기들은 대부분 청정기 내부에 있는 센서를 이용하여 먼지의 많고 적음을 판단하고 단순히 먼지가 많으면 바람을 강하게 보내고 적으면 바람을 약하게 보내는 형태를 취한다. 이러한 방식은 구현은 쉬우나 공기 청정기 근처의 먼지들에 대해서만 검출하기 때문에 집안 곳곳의 먼지들에 대해서 능동적으로 대처할 수 없다. 따라서 우리는 이러한 단점을 보완하기 위하여 센서네트워크 시스템[1]을 공기청정기에 적용하여 집안 곳곳에 발생 할 수 있는 먼지의 위치를 계산하여 먼지의 발생 위치에 따른 능동적인 공기 청정 시스템을 제안한다.

먼지 발생 위치를 계산하기 위하여 먼지를 검출 할 수 있는 센서를 집안 천장에 동서남북으로 설치한다. 이 센서들은 ZigBee 통신[2]을 이용하여 현재 집안의 먼지 정보를 센서 코디네이터에 전송한다. 센서 코디네이터는 센서들로부터 수신된 먼지 검출 시간을 이용하여 먼지의 위치를 계산하고 공기청정기의 풍향을 능동적으로 결정

한다. 즉, 하나의 센서에 먼지가 검출되어지면 검출된 시간을 저장한 후 공기청정기의 풍향을 먼지가 검출된 센서 쪽으로 향하게 한다. 그런 상태에서 다시 다른 하나의 센서에 먼지가 검출되면 각각의 센서에 먼지가 검출된 시간을 이용하여 거리차를 구하고 각각의 센서를 초점으로 하는 쌍곡선 방정식을 구한다. 구해진 쌍곡선은 먼지의 발생위치를 나타내게 되는데 공기 청정기의 풍향이 이 쌍곡선의 위치를 지날 때는 가중치를 두어 더 오래 공기를 청정 시키도록 한다. 마지막으로 세 군데 이상의 센서에서 먼지가 검출되면 두 개의 쌍곡선의 방정식을 연립하여 먼지 발생 위치를 보다 정밀하게 추정하여 풍향을 조절한다.

2. 센서 네트워크를 이용한 풍향제어 알고리즘

센서 네트워크를 이용한 풍향제어 알고리즘은 먼저 센서 네트워크를 이용하여 방안의 먼지를 검출한다. 이렇게 검출된 정보를 ZigBee 통신을 이용하여 센서 코디네이터에게 보내주면 센서 코디네이터는 먼지 발생 위치를 추정한다. 그리고 추정된 위치로 풍향 제어신호를 생성하고 공기 청정기에 그 신호를 보낸다. 공기 청정기는 그 신호에 따라서 작동한다. 그림 1은 이를 도식화 한 것이다.

2.1 먼지 확산 방정식

점오염원에 대한 정상상태의 확산방정식은 다음과 같이 표현된다[3].

$$u(z) \frac{\partial c(x, y, z)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y(x, z) \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z(z) \frac{\partial c}{\partial z} \right) + Q \delta(x-x_0) \delta(y-y_0) \delta(z-h) \quad (1)$$

본 연구는 산업자원부의 지역혁신인력양성사업에 의해 지원 받았습니다.

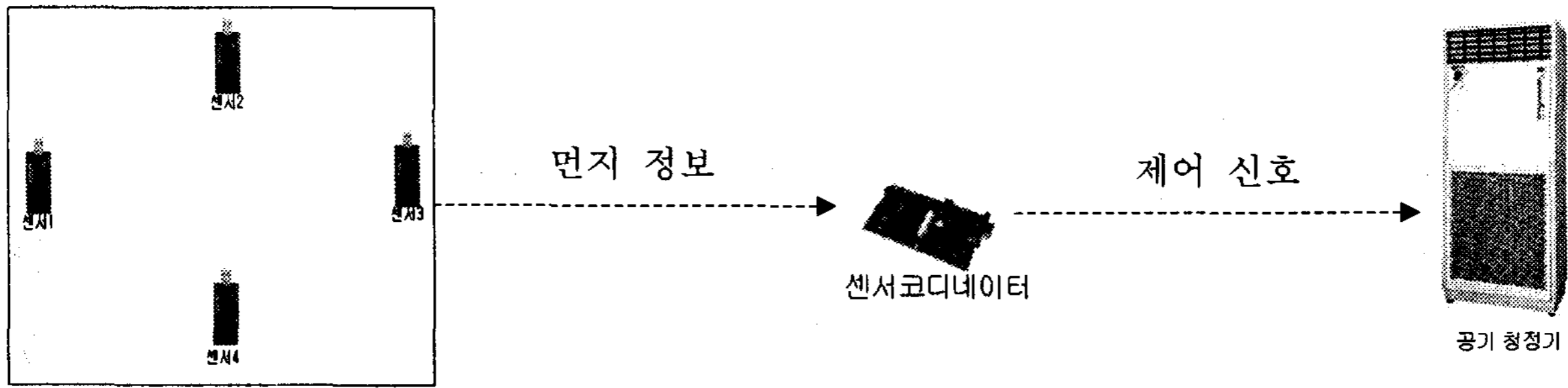


그림 1 센서 네트워크를 이용한 공기 청정기 풍향제어

여기서 c 는 오염농도, Q 는 오염발생량이며 δ 는 델타함수이다. 점오염원의 위치는 $(x = x_s, y = y_s, z = h)$ 이다.

2.2 먼지 발생 위치 추정

먼지 발생 위치의 추정은 하나의 점오염원이 정상적으로 확산된다는 가정 하에 이루어진다. 이러한 가정은 센서들 간의 먼지 검출 시간의 차이와 먼지 확산 방정식을 이용하여 먼지 발생 위치를 추정 가능하게 한다.

먼지 발생 위치 추정은 하나의 센서에서만 먼지가 검출된 경우, 두 개의 센서에서 먼지가 검출된 경우, 그리고 세 개 이상의 센서에서 먼지가 검출된 경우로 나누어서 이루어진다.

i) 하나의 센서에서 먼지가 검출된 경우

이 경우에는 하나의 센서에서만 먼지가 검출되었기 때문에 먼지의 발생 위치가 그 센서 주변이라고 가정할 수 있다. 즉, 먼지의 발생 위치는 주변의 다른 센서들보다는 먼지가 검출된 센서쪽에 가깝다는 것이다. 그러므로 공기 청정기 풍향을 먼지가 검출된 센서를 중심으로 주변의 센서까지 거리의 절반으로 한다. 그림 2는 하나의 센서에서 먼지가 검출된 경우 결정된 풍향을 보여주고 있다. 그림 2의 (a)는 왼쪽, (b)는 가운데, (c)는 오른쪽 센서에 먼지가 검출된 경우이다.

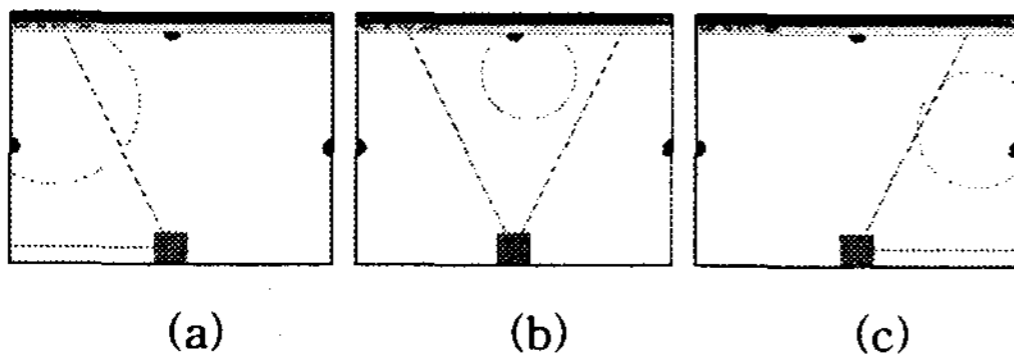


그림 2 하나의 센서에서 먼지가 검출된 경우의 풍향

ii) 두 개의 센서에서 먼지가 검출된 경우

이 경우는 처음 먼지가 검출된 센서와 두 번째 먼지가 검출된 센서간의 검출 시간의 차와 먼지 확산 방정식을 이용한 단위 시간당 먼지의 이동거리를 구한다. 이렇게 구해진 시간의 차와 시간당 먼지의 이동거리를 곱한 값을 이용하여 각 센서의 위치를 초점으로 하는 쌍곡선의 방정식을 얻을 수 있다. 그리고 먼지가 검출된 두 개의 센서 근처에서 먼지가 발생하였음을 가정 할 수 있다. 따라서 먼지 발생 가능 영역에서 쌍곡선의 방정식을 대입하면 먼지 발생 가능 위치에 대한 자취를 추정할 수 있다. 예를 들어 처음 먼지를 검출한 센서가 서쪽 센서 $F(wx, wy)$ 이고, 두 번째 먼지를 검출한 센서가 북쪽 센서 $F'(nx, ny)$ 라면 다음 식에 의해서 먼지 발생 위치를

추정 가능하다.

$$\sqrt{(nx-x)^2 + y^2} - \sqrt{x^2 + (wy-y)^2} = timeCount \times V \quad (2)$$

여기서, timeCount는 첫 번째 센서에 먼지가 검출된 후 두 번째 센서에 먼지가 검출되기까지의 시간이고 V 는 단위 시간당 먼지의 이동량이다.

청정기의 풍향이 위 식에 의해 추정된 위치를 향할 경우 가중치를 두어 더 오래 풍향이 그 방향을 향하도록 한다. 그림 3은 두 개의 센서에 먼지가 검출된 경우의 풍향과 가중치 영역을 보인다.

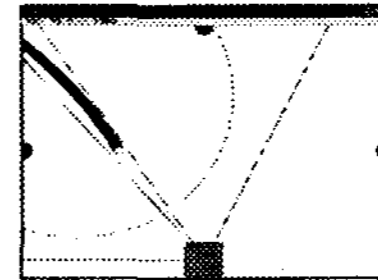


그림 3 두 개의 센서에 먼지가 검출된 경우의 풍향과 가중치 영역

iii) 세 개 이상의 센서에서 먼지가 검출된 경우

이 경우도 두 개의 센서에서 먼지가 검출된 경우와 같은 방법으로 먼지 발생 위치를 추정하는데 여기서는 쌍곡선의 방정식이 하나 더 나오기 때문에 두 개의 쌍곡선 방정식을 연립하여 풀어서 먼지 발생 가능 위치에 대한 자취가 아니라 한 점의 위치를 추정할 수 있다. 그러므로 두 개의 센서에서 먼지가 검출되었을 경우보다 정밀하게 공기 청정기 풍향에 대한 가중치를 부여할 수 있다. 그림 4는 세 개의 센서에서 먼지가 검출된 경우를 보인다.

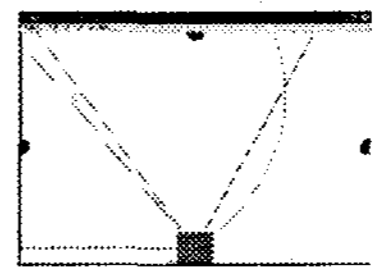


그림 4 세 개의 센서에서 먼지가 검출된 경우의 풍향과 가중치 영역

3. 결론

실내 특히 빌딩같이 환기가 어려운 공간에서 많은 시간을 보내는 현대인들에게 있어서 실내 공기는 중요한 환경 요소이다. 이러한 문제를 해결하기위해 많은 업체에서 공기청정기를 개발하여 판매하고 있다. 하지만 대부분이 공기청정 방법에만 초점을 맞추고 있다. 따라서 본 논문에서는 센서 네트워크를 이용하여 먼지 발생 위치를 추정하여 추정된 위치에 가중치를 두어 보다 효율

적으로 공기질을 개선할 수 있는 알고리즘을 제안했다.

본 논문은 공기청정기가 생활필수품으로 자리 잡아 가는 가운데 에너지 낭비를 줄이기 위하여 센서 네트워크 기술을 이용하여 효율적으로 공기청정기의 풍향을 결정하는 알고리즘을 제안 하였다는데 의의를 가진다.

참 고 문 헌

- [1] Young-Choong Park, Yang-Keun Ahn, Kwang-Soon Choi, Kwang-Mo Jung, Seong-Dong Kim , "The Sensor Network based Home Control System," Journal of Ubiquitous Convergence Technology Vol.1 No.1, pp. 23 ~ 27, 2007.
- [2] Galeev M., "Home Networking with ZigBee," EMBEDDED SYSTEMS PROGRAMMING, Vol.17 No.5, 2004.
- [3] 박영산, 백종진, "면오염원에 대한 확산방정식의 분석해," 한국대기환경학회 2006년 추계학술대회논문집, pp. 156 ~ 157, 2006.