

---

# 미세먼지 센서 출력의 안정화를 위한 신호처리

정상욱 · 박준현 · 김주안 · 김재욱 · 천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## Signal Processing for Stabilizing Output of Fine Dust Sensor

Sang-Wook Jung · Jun-Hyeon Park · Ju-An Kim · Jae-Wook Kim ·

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim

Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

현대 산업사회가 발달함에 따라 대기오염이 사회적 문제로 대두되고 있다. 특히 미세먼지에 대한 관심이 높아지고 있고 미세먼지를 측정하기 위해 여러 종류의 센서가 사용되고 있다. 이 중 가장 보편적으로 사용되는 적외선 미세먼지 센서는 적외선 송, 수신기를 통해 빛의 회절을 탐지하여 공기 중의 먼지에 의해 반사되는 빛을 감지하는 방식으로 동작한다. 하지만 이런 방식은 계측 시 잡음으로 인한 편차가 발생하여 정확한 데이터 분석이 어려운 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 FIR(Finite Impulse Response) 필터의 저역통과필터 알고리즘을 적용하여 구현하였다.

### ABSTRACT

Air pollution has become a social issue. Particularly, interest in fine dust is increasing. Various kinds of sensors are being used to measure fine dust. The most commonly used infrared detection dust sensors operate by sensing the diffraction of light through an infrared receiver and sensing the light reflected by the dust in the air. However, this method has a drawback in which accurate data analysis is difficult due to deviation caused by the noise during measurement. In order to overcome such drawbacks, in this thesis, a low pass filter algorithm of FIR(Finite Impulse Response) filter was designed and implemented.

### 키워드

안정화, 미세먼지, FIR, 먼지 센서

## I. 서 론

현대 산업사회가 발달함에 따라 대기오염이 사회적 문제로 대두되고 있다. 미세먼지는 대기에 존재하는 부유성의 물질로 질병에 쉽게 노출되게 하고 농작물과 생태계에도 피해를 줄 수 있다. 이러한 문제점 등으로 인하여 최근 미세먼지에 대한 관심이 높아지고 있다. 미세먼지를 측정하기 위해 여러 종류의 센서가 사용되고 있으며 미세먼지를 측정하는 가장 대표적인 센서는 적외선 미세먼지 센서이다. 적외선 미세먼지 센서는 구동 시 외부회로와 입력 전압, 센서의 편차 등에 따라 발생하는 잡음이 출력에 포함된다. 이러한 신호에 발생하는 잡음을 완화하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 신호의 잡음을 제거하기 위해서는 디지털 필터가 사용된다. 디지털

필터의 종류로는 크게 FIR 필터와 IIR 필터가 있다. 본 논문에서는 신호의 잡음을 효과적으로 제거하기 위해 기존의 신호에 FIR 필터를 적용하여, 보다 안정화 된 값이 출력되는 것을 확인하였다.

## II. 관련 이론

### 2.1 FIR 필터

디지털 필터의 한 종류로 입력 신호의 유한한 값들만을 가지고 필터링을 수행하는데, 필터의 특성함수인 임펄스 응답이 유한한 길이를 가진다. 필터식의 형태에서 보면 회귀 성분을 갖지 않는 것이 특징이다. 그러므로 동일한 특성을 구

현할 때 차수가 IIR 필터에 비하여 높아져서 구현비용이 많이 들지만 위상 변이가 중요한 경우 FIR 필터를 사용할 수 있다.

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k]x[n-k] \quad (1)$$

## 2.2 나이퀴스트 주파수

나이퀴스트 주파수는 디지털 신호를 아날로그 신호로 할 때, 사용되는 방법으로 입력주파수보다 2배 이상 빠른 주파수를 이용해야 원래 신호로 복원시킬 수 있다는 내용이다. 수식으로 나타내면,  $f_s \geq 2f_m$ 으로 나타낼 수 있다.

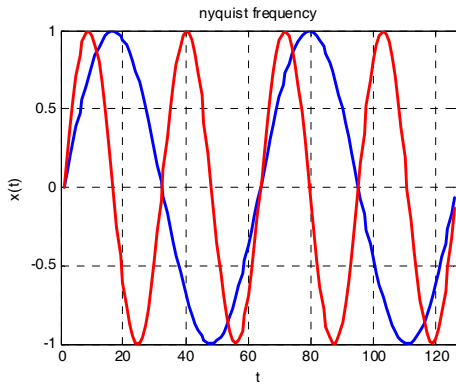


그림 1. 나이퀴스트 주파수.

그림 1은  $-2\pi$ 부터  $2\pi$ 까지  $\sin x$  와  $\sin 2x$ 의 출력을 비교한 것이다. 입력 주기신호의 2배 이상의 주기신호를 사용하여 샘플링 하면, 컨볼루션 적분을 통해 원래의 신호로 복원할 수 있다.

## 2.3 센서 회로도

센서를 구동하기 위해서 그림 2처럼 회로를 제작하였다. 측정이 필요한 순간에 커패시터에 축적된 전류를 방출해서 사용하는 구조이다. 따라서 먼지 농도를 측정할 때 적절한 시간 간격을 두어야 한다.

# III. 실험과정 및 결과

## 3.1 필터 비중 계수 선정

fir 필터를 설계하여 차분방정식이 나왔을 때, 각각의 이산 값에 필터설계에서 구해진 값을 곱하여 가중치를 두는 것을 비중이라고 한다. 일반적으로 차분방정식의 가운데 값에 가중치를 크게 두고 마지막과 처음의 값에 가중치를 작게

둔다. 본 논문에서는 샘플링 타임 1Hz, 나이퀴스트 주파수 3Hz를 적용하여 비중 계수를 선정하였다.

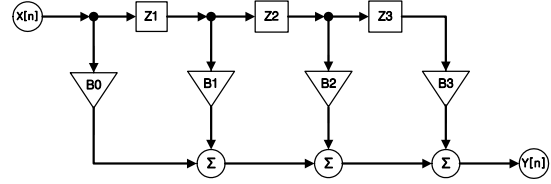


그림 2. FIR 블록선도.

그림 2는 비중 계수를 적용한 FIR 필터를 블록선도로 간략히 나타낸 것이다.

## 3.2 필터링 결과

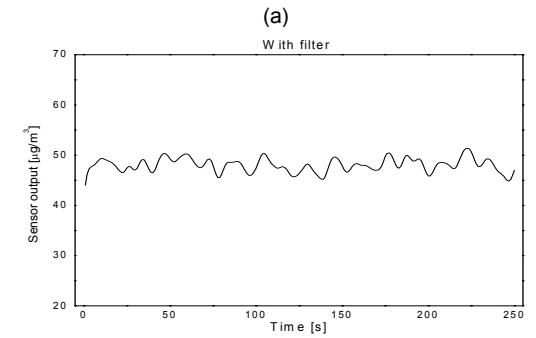
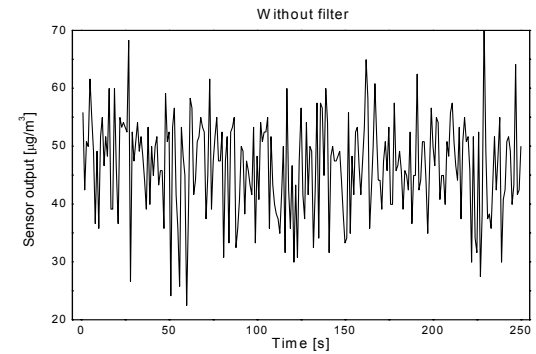


그림 3. 미세먼지 센서 출력 (a) FIR 적용 전 (b)FIR 적용 후.

그림 3의 (a)와 (b)는 250초간 미세먼지를 관측한 출력이다. (a)는 필터를 적용하지 않은 출력으로 약  $20\sim 70[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 이며, (b)의 출력은 (a)의 출력에 필터링을 적용한 것으로 약  $40\sim 55[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 으로 편차가 줄어든 것을 확인할 수 있다.

# IV. 결 론

본 논문에서는 미세먼지 센서 구동 시에 출력의 편차가 큰 것을 보다 안정화하여 측정하기 위해

---

FIR 필터를 제안하였다. 기존의 FIR 필터에 샘플링 타임을 계산하고 비중을 구하여 저역통과필터를 적용하였다. FIR필터 사용 전과 사용 후로 나누어 비교해 보았을 때, 필터 적용 전 출력이 비교적 짧은 시간에 편차가 크게 나타났지만 필터 적용 후에 안정화되고 선형적인 출력을 얻을 수 있게 되었다. FIR필터를 활용하여 미세먼지 측정뿐만 아니라 가속도 측정, 진동 측정 등 다양한 방향으로 활용이 가능할 것으로 사료 된다.

### 참고문헌

- [1] 정부영, 이영국, 김영권. “평탄한 통과대역과 등리플 저지대역을 갖는 선형위상 FIR 디지털 필터의 최적설계”. 한국자동제어학술회의 논문집, 제1권 제1호, 437-441, 1987.10
- [2] 천봉원, 권세익, 김남호. “부가 백색 가우스 잡음 제거를 위한 디지털 필터 구현”. 한국정보통신학회 2017 추계종합학술대회, 473-476, 2017