

부가 백색 가우스 잡음 제거를 위한 디지털 필터 구현

천봉원* · 권세익* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Implementation of Digital Filter for Additive White Gaussian Noise Removal

Bong-Won Cheon* · Se-Ik Kwon* · Nam-Ho Kim*

*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

디지털 정보화 시대의 사회로 발전함에 따라 수많은 전자통신장비들이 대중화 되고 있다. 그러나 통신장비간 신호 전송 과정에서 여러 가지 원인으로 잡음이 발생한다. 통신시스템에 발생하는 잡음에는 모든 주파수 대역에 고르게 분포하여 나타나는 백색 잡음이 대표적이다. 이러한 백색 잡음은 시스템의 오류를 일으켜 신뢰도를 저하시킨다. 따라서, 본 논문에서는 백색 잡음을 제거하기 위한 기존의 가우시안 필터, 메디언 필터, 알파 트림드 평균 필터, 최소/최대 필터를 구현, 각 필터들의 특성 및 성능을 서로 비교하였다.

ABSTRACT

As the society has developed into a digital information age society, a lot of electronic communication equipments are popularized. However, there are various causes of noise during signal transmission between communication devices. The noise generated in the communication system is a white noise that is distributed evenly in all frequency bands. This white noise causes system errors and lowers reliability. Therefore, in this paper, the existing Gaussian filter, Median filter, Alpha trimmed mean filter, and min/max filter for removing white noise are described and the characteristics and performance of each filter are compared with each other.

키워드

신호 전송, 백색 잡음, AWGN, 디지털 필터

I. 서 론

최근 디지털 정보화 시대의 사회로 발전함에 따라 전자통신장비들이 여러 분야에 활용되고 있다. 디지털 통신장비간 신호 전송 과정의 중요성이 증가되었으며, 여러 가지 원인으로 발생하는 잡음의 제거가 주목받고 있다. 통신시스템에 발생하는 대표적인 잡음으로 모든 주파수 대역에 고르게 분포하며 나타나는 백색 잡음이 있다. 이러한 신호에 발생하는 잡음을 완화하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다.

신호의 잡음을 제거하기 위한 디지털 필터는 많은 종류가 있으며, 가장 대표적인 잡음 제거 필터로는 가우시안 필터, 메디언 필터, 알파 트림드 평균 필터, 최소/최대 평균 필터 등이 있다.

본 논문에서는 가우시안 노이즈를 효과적으로 제거하기 위한 기존의 필터의 성능을 비교하기 위해 정상적인 신호에 부가 백색 가우스 잡음(AWGN: additive whithe Gaussian noise)을 첨

가하여 필터의 성능을 확인하였다.

II. 각종 필터

2.1 가우시안 필터

가우시안 분포는 모든 분야 등에서 가장 보편적인 분포로 자연 현상을 가장 잘 표현하는 이상적인 확률 모형이며 실험 오차 측정 등에 많이 쓰이는 분포이다. 가우시안 분포는 평균을 중심으로 좌우 대칭의 종 모양 형태로 분포가 줄어드는 형태를 갖는다. 평균이 0이고, 표준 편차가 σ 인 1차원 가우시안 분포는 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$G_{\sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

가우시안 필터는 가우시안 분포를 필터로 적

용한 것으로 정규분포, 확률분포에 의해 생성된 잡음을 제거하기 위해 사용된다. 그림 1은 가우시안 분포를 나타낸 것이다.

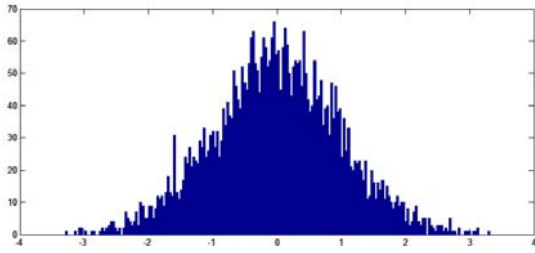


Fig. 1 Gaussina distribution

가우시안 분포를 기준으로 만든 가우시안 필터의 수학적 표현은 식 (2)와 같다.

$$y(out) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m g(i)x(i) \quad (2)$$

여기서 $g(i)$ 는 가우시안 분포를, $x(i)$ 는 입력신호를 나타낸다.

2.2 메디언 필터

메디언 필터는 입력 신호의 값들을 오름 또는 내림 차순으로 정렬하여 그 중앙에 있는 값으로 출력 값을 대체하는 방식의 필터이다. 메디언 필터는 입력 신호의 값에 계산을 취하는 필터가 아니기 때문에 비선형 필터링 기법으로 분류된다. 메디언 필터는 특히 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하는 능력을 가지고 있다. 메디언 필터는 식 (3)과 같이 표현된다.

$$y(out) = median\{x(i)\}, i \in m \quad (3)$$

메디언 필터의 동작을 도식적으로 나타내면 그림 2와 같다.

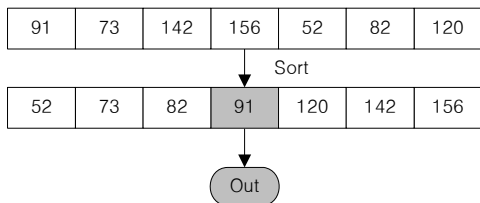


Fig. 2 Example of median filter

그림에서는 m 의 값이 7인 경우를 가정하였다. 필터에 입력된 7개의 신호 값을 크기 순서로 정렬한다. 정렬된 데이터의 중앙 픽셀 값의 크기가 91이므로 이를 출력 값으로 사용한다.

2.3 알파 트림드 평균 필터

알파 트림드 평균 필터(alpha-trimmed mean

filter)는 a 크기에 따라 평균값 필터와 메디언 필터를 수행할 수 있다. 입력 신호의 값들을 크기 순서로 정렬한 후, a 에 따라 정렬된 신호의 양쪽을 자르고 나머지 가운데 값들의 평균값을 출력한다. a 가 최소일 때는 평균값 필터, a 가 최대일 때는 메디언 필터처럼 동작한다. 알파 트림드 평균 필터는 식 (4)와 같이 표현된다.

$$y(out) = \frac{1}{m - 2[am]} \sum_{i=[am]+1}^{m-[am]} x(i) \quad (4)$$

여기서 $[*]$ 는 올림 함수를 나타내고, a 의 값의 범위는 $0 \leq a < 0.5$ 이다. 이에 따라 알파 트림드 평균 필터는 변수 a 에 의해 필터 특성이 변화된다. a 가 0.3, m 이 7인 경우 $[am]$ 이 2가 되므로 크기 순서로 정렬된 데이터의 양 끝을 2개씩 자른 뒤 남은 데이터의 평균을 출력으로 사용한다. 알파 트림드 평균 필터의 동작을 도식적으로 나타내면 그림 3과 같다.

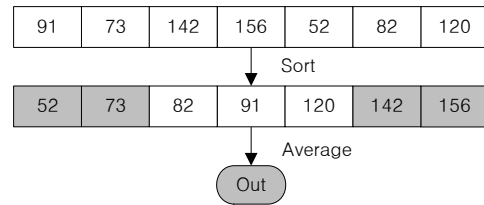


Fig. 3 Example of alpha-trimmed mean filter

7개의 신호 값을 크기 순서로 정렬 후 지정된 a 에 따라 데이터 중 크기가 큰 최소값과 최대값을 제외한다. 그리고 남은 데이터의 평균값을 출력 값으로 사용한다.

2.4 최소/최대 평균 필터

출력 값을 중간 값으로 치환하는 대신 최소값이나 최대값으로 치환하는 방법을 최소/최대 필터링이라고 한다. 극단적인 임펄스 값을 제거하는데 사용되며 혼합된 임펄스 잡음을 제거하기는 어렵다. 최소/최대 평균 필터는 식 (3)에서 식 (5)와 같이 구하여 식 (6)으로 유도 가능하다.

$$\begin{cases} y_{min} = y(1) \\ y_{max} = y(m) \end{cases} \quad (5)$$

$$y(out) = \frac{y_{max} + y_{min}}{2} \quad (6)$$

최소/최대 평균 필터의 동작을 도식적으로 나타내면 그림 4와 같다.

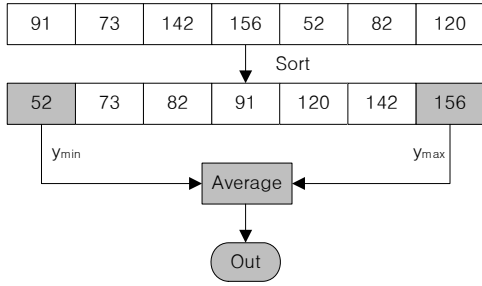


Fig. 4 Example of min/max average filter

7개의 신호 값을 크기 순서로 정렬 후 데이터 중 크기가 가장 큰 최대값과 가장 작은 최소값의 평균을 출력 값으로 사용한다.

2.5 잡음제거 특성 결과

본 논문에서는 가우시안 잡음을 제거하는 디지털 필터를 구현하여 필터의 성능을 비교하였다. 100Hz 정현파 신호에 AWGN을 첨가하여 훼손된 신호와 필터 처리후 신호를 오실로스코프를 통해 확인하였다.

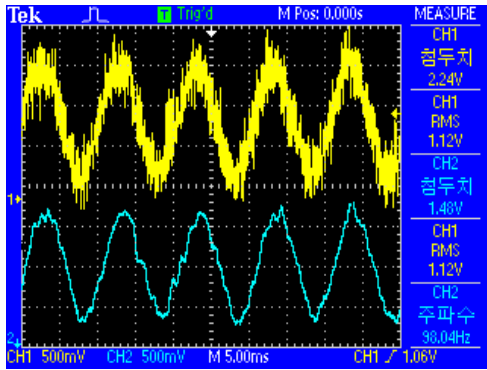
그림 5는 AWGN으로 훼손된 신호의 필터링

전후의 파형을 측정된 결과이다. 그림 5에서 (a)는 가우시안 필터, (b)는 메디안필터, (c)는 알파 트림드 필터, (d)는 최소/최대 필터로 처리한 결과이다.

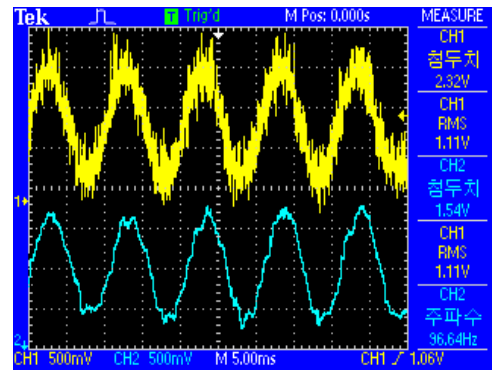
필터링 결과 가우시안 필터는 우수한 잡음 제거 특성을 보였으며 출력에서 정현파 신호의 특징을 확인하는 것이 가능하였다. 알파 트림드 필터는 가우시안 필터보다 우수한 잡음제거 특성을 보였지만 정현파의 모습이 많이 사라져 삼각파 형태의 파형에 가까워진 것을 확인할 수 있었다. 메디안 필터는 가우시안 잡음에 다소 약한 모습을 보였으며 최소/최대치 필터는 가우시안 잡음에 미흡한 잡음제거 특성을 보였다.

III. 결론

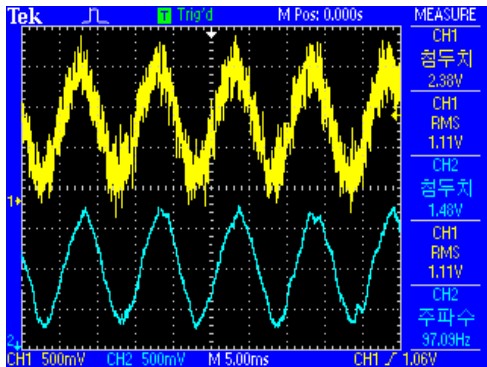
본 논문은 잡음 환경에 훼손된 센서의 잡음제거를 위해 사용되는 기존의 필터들의 성능을 비교하였다. 가장 보편적으로 존재하는 잡음인 가우시안 잡음을 제거하기 위해 AWGN을 통해 훼손된 정현파로 실험을 진행하였으며, 필터의 성능을 확인하였다. 그 결과, 가우시안 노이즈에



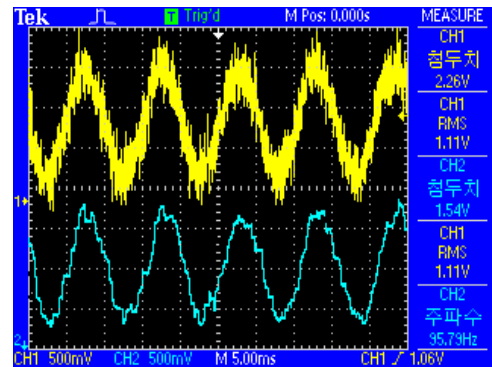
(a) Gaussian filter



(b) Median filter



(c) Alpha-trimmed mean filter



(d) Min/max averager filter

Fig. 5 Filtered signal

대해 가우시안 필터와 알파 트림드 평균 필터가 비교적 우수한 특성을 보였다. 메디언 필터와 최소/최대 평균 필터는 가우시안 노이즈에 다소 미흡한 특성을 보였다.

추후 임펄스 및 혼합 잡음 등 다양한 환경의 필터 성능과 위에 언급된 필터 외에도 다양한 필터들을 비교 실험 할 예정이다. 본 논문에서 비교한 결과는 잡음 환경에서 사용되는 센서들의 필터시스템에 유용하게 사용될 것이라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2017.

참고문헌

- [1] Xu Long, Nam-Ho Kim "A study on Directionally Weighted Filter Alogrithm in Impulse Noise Environments", 한국정보통신학회논문지, Vol. 18, No. 7, 1734-1739, July. 2014
- [2] 김재석, 정성욱, 오무송. "비임펄스 잡음이 포함된 이진영상의 잡음제거". 한국정보과학회 학술발표논문집, 29(2 II), 511-513. 2002
- [3] 조진수, 배중우. "국지적 최소/최대 필터링 기반의 슈트 억제 방법." 대한전자공학회 학술대회, 614-617. 2006
- [4] 이상래, 노성민, 김주년, 마근수. "데이터 획득 시스템에서 아날로그 vs. 디지털 필터의 비교분석" 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 1733-1737. 2012
- [5] Akira Taguchi. An adaptive α -trimmed mean filter with excellent detail-preservation and evaluation of its performance, 1995