

역문제를 이용한 디지털 필터 시스템의 소스 추정

김태용* · 이훈재*

*동서대학교 컴퓨터정보공학부

Source Estimation of Digital Filter System using Inverse Problem

Tae Yong Kim* · Hoon-Jae Lee*

*Div. of Computer & Information Engineering, Dongseo University

E-mail : tykimw2k@gdsu.dongseo.ac.kr

요 약

디지털 필터는 신호처리 시스템에서 매우 중요한 역할을 수행한다. 일반적으로 입력 신호는 디지털 필터의 전달함수에 의해 출력이 결정된다. 그러나 입력신호가 다양한 소리 환경에 노출되어 있어 확인이 어려운 경우가 발생할 수도 있다. 본 연구에서는 노이즈 환경에 노출된 입력신호로부터 원 입력신호를 추출하기 위한 역문제를 고려하였다.

ABSTRACT

Digital filter is very important role in signal processing system. In general, input signal is determined by transfer function of the digital filter. But if input signal was exposed in various sound environment, it is difficult to verify its original source. In this paper, inverse problem in order to extract original input signal from noisy environment is considered.

키워드

디지털 필터, 신호처리, 역문제, 노이즈

I. 서 론

디지털 필터는 현대 통신 시스템에서 매우 중요한 역할을 하며, 신호처리 분야에서도 없어서는 안될 존재이다. 그림 1에 나타낸 전형적인 디지털 수신기 시스템의 경우, 수신 신호 $r(t)$ 가 정상적으로 수신되었다고 할지라도 주변 노이즈(시스템 노후화에 따른 자체의 노이즈도 포함)에 영향을 받거나 또는 신호 자체가 이미 노이즈에 노출되어 수신되는 경우를 고려할 수 있다.

이와 같은 상황을 염두에 두고 역문제(inverse problem) 관점에서 수신 신호가 저역통과 필터를 통과한 후의 신호를 측정 신호로 두고 수신기에 입력된 신호를 추정하는 문제를 고려하였다. 일반적으로 역문제의 전형적인 응용 예는 컴퓨터 토모그래피, 전기 탐사와 같은 분야를 들 수 있다.

본 연구에서는 수신기의 입력단에 어떤 이유로 노이즈에 노출된 신호가 수신되었고, 이 신호가

저역통과필터를 거친 뒤의 출력 신호를 이용하여 원래의 신호를 추정하고자 한다.

II. 실험 결과

디지털 저역통과 필터는 샘플링 주파수 1000Hz, 차단 주파수 10Hz에 해당되는 elliptic filter를 먼저 설계하고, 그림 1에 나타낸 수신기 시스템의 대용으로 사용하였다(그림 2 참조).

정상적인 수신 신호는 식 (1)로 가정하였다. 아울러 정상적인 신호 $r(t)$ 가 노이즈에 노출된 경우를 모델링하기 위하여 식 (2)와 같이 분산 σ 로 제어되는 것으로 가정하였다.

$$r(t) = \sin(360t) \quad (1)$$

$$n(t) = r(t) + \sigma^2 \text{rand}() \quad (2)$$

먼저 $\sigma=0.1$ 로 노출된 신호 $r(t)$ 에 대한 역문제 계산 결과를 그림 3에 나타내었다. 여기서 σ 의 값이 커지면 신호대잡음비가 상대적으로 나빠지게 된다. 이 경우에는 원 신호와 상당히 가까운 형태로 신호 추정이 가능하였다. 마찬가지로 $\sigma=5.0$ 으로 두고 신호 추정을 시도한 결과를 그림 4에 나타내었다. 이 결과에서는 원 신호의 포락선은 어느 정도 추정했다고 볼 수 있으나 상대적인 노이즈의 영향을 크게 받고 있는 것으로 보인다.

이번에는 수신 신호가 식 (3)과 같이 조화파로 구성된 경우를 고려하고, $\sigma=5.0$ 에 의해 신호가 노이즈에 영향을 받은 상태로 수신되었다고 가정하고 신호를 추정 한 결과를 그림 5에 나타내었다.

$$r(t) = \sin(360t) + \cos(480t) \quad (3)$$

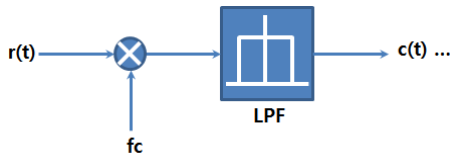


그림 1. 전형적인 디지털 수신기 예

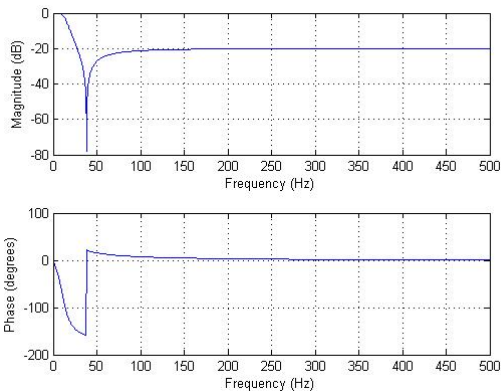


그림 2. LPF의 특성

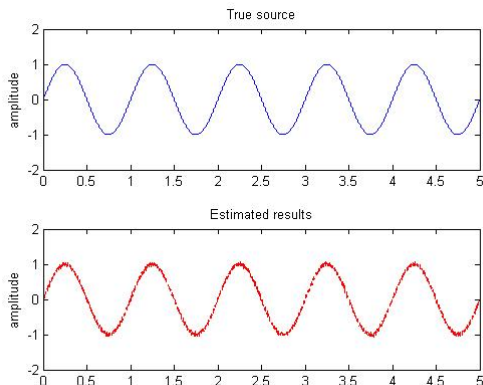


그림 3. 역문제를 통한 신호 추정($\sigma=0.1$)

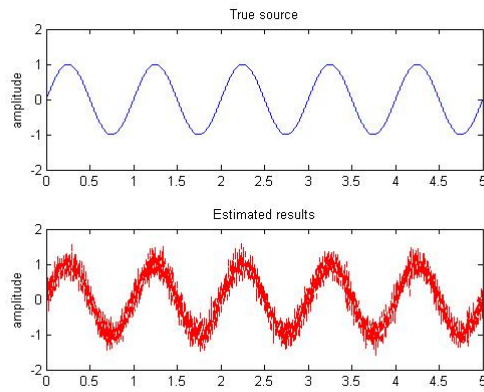


그림 4. 역문제를 통한 신호 추정($\sigma=0.5$)

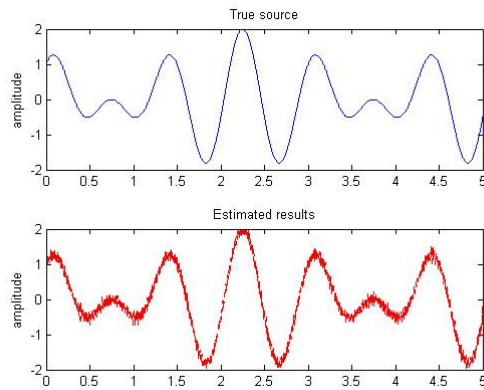


그림 5. 역문제를 통한 신호 추정($\sigma=5.0$)

그림 5의 경우는 톤 시그널에서 벗어나 조화파 형태로 수신된 경우에 해당되며 그림 3의 예와 유사한 결과를 나타내고 있다.

III. 결 론

노이즈에 노출된 수신 신호를 역문제를 이용하여 원 신호의 추정이 가능하다는 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Musha Toshimitu and Okamoto Yosio, Inverse problem and its solving method (Japanese ed.), Ohm Press.
- [2] Hasegawa Satomi et al., Templates for the solution of linear systems: Building blocks for iterative methods(Japanese ed.), Asakura Press.
- [3] Fatih Yaman et al., "A survey on inverse problems for applied sciences", Mathematical problems in engineering, Vol. 2013, pp. 1-19, 2013.