

적응형 간섭제거 중계기에서의 이미지 제거를 통한 성능 개선

*김원택, *권중화, *박경호, *김주완

하성희, 반지훈, *이종현

*에스케이텔레시스, **기가디에스피, ***제주대학교

e-mail : {wtkim, maca7, jinsilro, kjw}@sktelesys.com, chonglee@cheju.ac.kr

Performance Improvement of Adaptive Interference Cancellation Repeater based on Image Rejection

*Won-Taek Kim, *Jong-Hwa Kwon, *Kyoung-Ho Park, *Joo-Wan Kim

Sung-Hee Ha, Ji-Hun Van, *Jong-Hyun Lee

*SK telesys, **GigaDSP, ***Cheju National University

Abstract

The received signal of ICS repeater is composed of BS(Base Station) and feedback signals. In this case, if the feedback signal is not rejected, system is oscillated. we use the IF signal for rejecting the feedback signal at ICS system. In general, SAW filter is used to reject the image of IF signal. the use of this filter generates the system delay problems. In this paper, instead of SAW filter we use the Hilbert transform for rejecting image signal.

I. 서론

일반적인 디지털 간섭제거 중계기는 크게 ADC, DSP, DAC로 구성되어진다. 기존의 간섭제거 중계기에서는 현저히 느린 반응속도로 동작함으로써 송수신 안테나간의 전파환경이 비교적 slow fading 환경에서만 성능을 보장하였다. 하지만 차량의 이동에 의해서 발생하는 도플러에 의한 fast fading 환경, 중계기 설치 환경에 의해서 feedback 되는 신호가 상대적으로 높음으로써 isolation을 확보하지 못하는 환경에서는 RF신호를 IF로 변환 후 다시 기저대역 신호로 변환하여 처리하는 방식은 inphase/quadrature 간의 비대칭으로 인해 발생하는 DC offset 잡음 등과 같은 오

차 발생과 inphase/quadrature에 의한 처리 데이터 양의 증가와 같은 문제점이 발생한다. 따라서 기저대역 신호로 전환하는 것은 실시간 처리와 시스템 성능에 문제를 발생시킬 수 있다. 따라서 간섭제거를 수행하는 디지털 신호처리는 기저대역이 아닌 IF 신호를 사용한다. 그러나 IF 신호는 기저대역 신호에 비해 이미지 성분을 제거하기 위해 복잡도가 증가하여 DAC 출력 후에 cut-off 성능이 우수한 SAW 필터를 사용하여 이미지 성분을 제거하는 방식을 사용해야 한다. 그러나 RF SAW 필터의 cut-off 특성을 크게 가져가기에는 비용이 증가하고 시스템 지연이 증가하는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 위에서 언급한 문제를 해결하기 위해서 DAC 입력신호의 이미지 성분을 디지털 신호처리부(FPGA 또는 DSP)에서 제거하는 것을 제안한다^{[1]-[3]}.

II. 본론

디지털 처리부에서 이미지 성분을 제거하기 위해서 Hilbert transform을 사용한다. Hilbert transform의 시간 및 주파수 응답에 대한 설명은 다음과 같다.

$h(t)$ 는 Hilbert transform의 시간 영역에서의 응답을 나타내며 $\hat{s}(t)$ 는 $h(t)$ 를 이용하여 계산된 임의의 연속신호 $s(t)$ 의 Hilbert transform 결과이다. 여기서,

$$h(t) = \frac{1}{\pi t} \text{이다.}$$

$$\begin{aligned} \hat{s}(t) &= h(t) \otimes s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) h(t-\tau) d\tau \quad (1) \\ &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(\tau)}{t-\tau} d\tau \end{aligned}$$

그리고 Hilbert transform의 주파수 영역의 특성, $H(\omega)$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} H(\omega) &= F[h(t)] = -i \operatorname{sgn}(\omega) \quad (2) \\ \operatorname{sgn}(\omega) &= \begin{cases} 1, & \text{for } \omega > 0, \\ 0, & \text{for } \omega = 0, \\ -1, & \text{for } \omega < 0, \end{cases} \end{aligned}$$

여기서, F는 Fourier transform, ω 는 각주파수이다. 그림 1.과 그림 2.는 61 tap, 11 coefficient로 구성된 digital Hilbert transform filter의 시간/주파수 특성을 나타낸다.

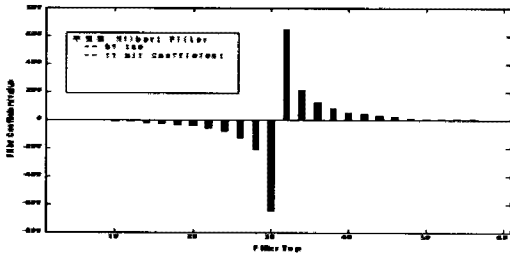


그림 1. Hilbert Filter 시간응답

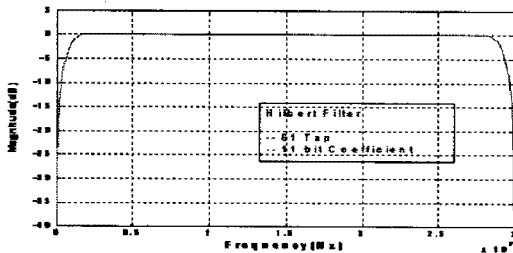


그림 2. Hilbert Filter 주파수 응답

그림 3.은 디지털 처리부에서 이미지 성분을 제거하지 않는 기존 구조를 나타낸 것으로 Q 채널에 0이 입력되는 것을 보여주며 이 결과로 생성된 DAC 출력 스펙트럼을 나타낸다.

그림 4.는 Hilbert transform을 통해 디지털 처리부에서 이미지 성분을 하는 구조를 나타낸 것으로 Q 채널에 Hilbert 변환 신호가 입력되는 것을 보여주며 이 결과로 생성된 DAC 출력 스펙트럼을 나타낸다.

III. 결론

본 논문에서는 Hilbert transform을 이용하여 디지털 출력 단에서 필터링을 통해 I/Q 신호로 만들어주고 이

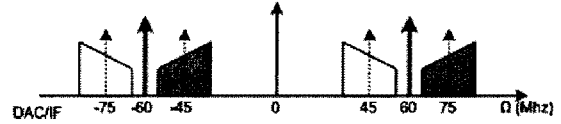
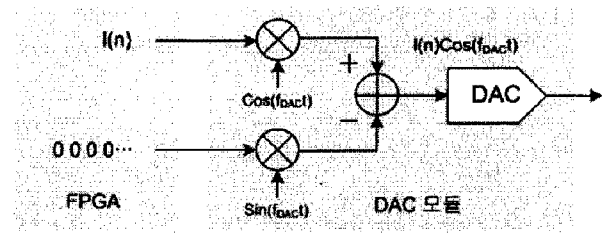


그림 3. 기존 신호의 출력

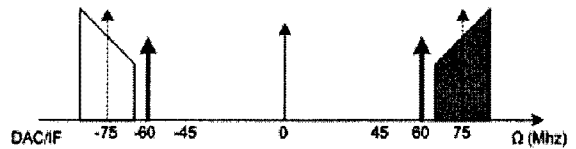
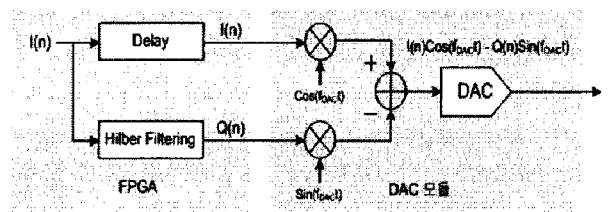


그림 4. Complex 신호를 통해 이미지 성분을 제거한 신호의 출력

를 더해주는 방식을 취함으로써 DAC 출력에서 발생되었던 이미지 성분을 효과적으로 제거함과 동시에 비교적 완만한 cut-off 특성의 RF SAW를 사용함으로써 시스템 지연시간을 줄이는 시스템 구조를 제안하였다. 실제 구현한 시스템에 그림 1.과 그림 2.에서 나타낸 디지털 Hilbert transform filter를 적용하여 이미지 성분을 제거하지 않은 시스템보다 gain이 약 6dB 증가함을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Bernard Widrow, Robert C. Goodlin et al., "Adaptive Noise Cancelling: Principles and Applications", Proceedings of the IEEE, vol. 63, pp. 1692-1716, Dec. 1975
- [2] Simon Haykin, Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 1996
- [3] Understanding Digital Signal Processing, Richard G. Lyons, Prentice Hall