

지연 추정 LMS 적응 알고리즘을 이용한 무선 중계 간섭 제거기

*강용진, *송주태, *전익태, *김주완

하성희, **반지훈, *이종현

*에스케이텔레시스, **기가디에스피, ***제주대학교

e-mail : {jupiterk, jtsong, igtae, kjw}@sktelesys.com, chonglee@cheju.ac.kr

Wireless Repeating Interference Canceller Using Delay Estimation Least Mean Square Adaptive Algorithm

*Yong-Jin Kang, *Joo-Tae Song, *Ig-Tae Jeon, *Joo-Wan Kim

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

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

Abstract

The operation of interference cancellation algorithm for wireless repeater cancellation depends on either existing correlation properties between desired signal and reference signal or not. At the time, due to the correlation properties at the ICS system, adaptive algorithms without considering system delay do not function properly. Thus, this system should be oscillated. In this paper, to solve these problems, we use the delayed least mean square algorithm. For the best performance of ICS, the system delays must be estimated. To efficiently estimate the delay of ICS, we use relations between bandwidth and correlation properties of the received signal.

I. 서론

무선 중계기 장치에서 사용되는 간섭제거 알고리즘은 원 신호는 레퍼런스 신호와 상관관계가 없을 경우 알고리즘에서 제거되지 않고 그대로 통과하나 상관특성이 있을 경우 알고리즘은 이를 제거하는 방향으로 동작한다. 이때 적절한 지연을 고려하지 않은 간섭 제

거 알고리즘은 원 신호와 상관관계가 존재하여 시스템 성능의 열화를 가져오게 되어 이는 무선 중계기에서 원하는 isolation을 얻을 수 없고 결국 발전하게 된다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해서 지연 추정 LMS 알고리즘을 사용하였다^{[1]-[3]}. 이 알고리즘은 두 신호의 상관관계가 없게 해 주는 역할을 하게 된다. 이때 가장 중요한 요소는 알맞은 지연 성분을 추정하는 것이다. 이를 효과적으로 추정하기 위해서 수신된 신호의 대역폭과 상관특성과의 관계를 이용하였다.

II. 본론

아래 수식(1)은 일반적인 LMS 알고리즘의 수식을 보여준다. 적응 필터는 스텝사이즈인 μ 와 에러신호인 e 와 레퍼런스 신호인 r_N 의 연산으로 구해지는데 수식(2)에서와 같이 스텝사이즈인 μ 값을 수신신호 크기에 따른 추적성능 파라미터 rg 와 수신신호 주파수 대역폭에 따른 추적성능 파라미터 fb 에 의해 구해진다. rg 는 실험 치에 따른 상수 값으로 수신신호의 크기에 따라 특정 값이 들어가도록 하고 fb 는 간섭신호가 제거된 수신신호로부터 자기 상관 특성(Auto-correlation)을 통해 계산되어진다. 수식(3)은 적응필터의 계수로 전 랫의 적응필터 계수와 수식(1)에 의하여 업데이트 된 양의 합으로 구해진다.

$$u_N = \mu \times e \times r_N \quad (1)$$

$$\mu = rg \times fb \quad (2)$$

$$w_{N+1} = w_N + u_N \quad (3)$$

e : 에러신호

r_N : 레퍼런스신호

μ : 스텝사이즈

u_N : 적응필터 계수의 업데이트 양

w_N : 적응필터 계수

rg : 수신신호 크기에 따른 추적성능 파라미터

fb : 수신신호 주파수 대역폭에 따른 추적성능 파라미터

u_N 값은 수신신호 크기에 상관없이 일정한 값을 유지하여야만 시스템이 안정적으로 동작 할 수 있다. 이때 수신신호의 크기가 크면 μ 는 상대적으로 작아야 하고 수신신호의 크기가 작으면 μ 는 상대적으로 큰 값을 유지 하여야 한다. rg 는 μ 의 값을 수신신호의 크기에 따라 조절 해 주는 값으로 수신신호의 크기에 따른 실험값을 Table 형식으로 갖고 있다가 수신신호에 따라 맞는 값을 취한다. 또한 u_N 값은 수신신호의 주파수 대역폭에 따라 변화 하여야 한다. 이 변화량에 따라 크기를 조절 해주는 파라미터가 fb 이다. fb 는 e 의 자기 상관 특성(Auto-correlation)을 통해 구해진 값과 w_N 을 통해 채널환경을 알아내어 채널환경에 따른 일정한 상수 값의 곱으로 구해진다. Feedback되는 신호 간섭의 제거를 위해 위에서 설명한 LMS 필터로 채널 간섭 신호를 추출하고 feedback 신호는 시간 지연되어 입력되므로 추출된 채널 간섭 신호의 지연을 입력신호에서 제거하여 성능을 향상시키고자 하는 것이 지연 추정 LMS 적응 알고리즘을 이용한 무선 중계 간섭 제거기이며 이의 구현은 3절에서 설명한다.

III. 구현

지연 추정 LMS 적응 알고리즘을 구현하기 위해서는 수신신호와 레퍼런스 신호와의 상관관계를 구해야 한다. 즉, 구현된 LMS Adaptive filter 알고리즘은 들어오는 수신신호성분 중 알고리즘에서 사용되는 reference 신호와 상관성이 있는 신호성분을 제거하도록 동작하며, 수신신호에서 간섭신호가 reference 신호와 상관관계가 있기 때문에 간섭신호는 제거된다.

단, 간섭신호가 없는 원신호만 있을 경우 reference 신호와 상관관계가 없기 때문에 간섭신호 합성부의 출력신호는 0이되어 원신호가 그대로 송신되어야 한다. 그러나 reference 신호를 강제 지연시키지 않은 상태로 알고리즘부의 입력으로 들어갈 경우 원신호와 reference 신호간에 상관특성이 존재하여 알고리즘부의 원신호에서 상관특성이 있는 성분을 제거하려 하므로 원 신호가 그대로 전송되지 않고 왜곡되어 성능의 열화를 가져오게 된다. 이 같은 특성을 지닌 지연 추정 LMS 적응 알고리즘은 크게 LMS 적응 알고리즘을 수행하는 FPGA, 수신신호와 레퍼런스 신호와의 상관관계(cross correlation)는 처리하는 DSP로 구성될 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

지연 추정 LMS 적응 알고리즘의 장점은 LMS 알고리즘의 Adaptive Filter 탭 수를 줄여 FPGA 사용량을 줄일 수 있다는 것이다. 즉, 송신된 신호가 귀환되어 들어오는 간섭신호 성분은 최소한 장비로 인한 지연 시간 후에 들어오므로 알고리즘에서 장비지연 시간 동안의 간섭성분을 추정 및 합성할 필요가 없다. 무선채널 환경에서 간섭성분을 제거하기 위해서는 다수의 탭이 필요한데 장비 지연을 고려하지 않는다면 장비 지연만큼의 더 많은 필터 탭이 필요하게 된다. 그러나 지연 추정 LMS 적응 알고리즘을 사용하면 이와 같은 불필요한 계산량을 줄일 수 있다.

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] Vinay K. Ingle & John G. Proakis, *Digital Signal Processing Using MATLAB*,
- [4] Alan V. Oppenheim & Ronald W. Schaffer, *Discrete-Time Signal Processing* 2nd Edition, Prentice-Hall
- [5] Richard G. Lyons, *Understanding Digital Signal Processing*, Prentice Hall