

W-CDMA용 무선중계기에서의 적응알고리즘을 이용한 궤환 간섭 잡음 제거

*문우식, *김선호, *임성빈, **조준경
*송실대학교 정보통신공학과, **(주)휴텍21
e-mail : *moonsday@ssu.ac.kr*, *sbi@ssu.ac.kr*

Feedback Interference Cancellation for W-CDMA Repeaters Using the Adaptive Algorithms

*Woosik Moon, *Sun Ho Kim, *Sungbin Im, **Jun-Kyung Cho
*School of Information and Communication Engineering
Soongsil University
**HUTECH21 Co., Ltd.

Abstract

As the mobile communication service is widely used, the demand for wireless repeaters is rapidly increasing because of the easiness of extending service areas. But wireless repeaters has a problem that the output of the transmit antenna is partially fed back to the receive antenna, which results in feedback interference. In this paper, we investigate the performance of adaptive variable step-size NLMS-based algorithms for cancelling the interference signals in the W-CDMA system under time-varying multipath channels. The criteria for comparison are tracking capability, convergence speed, and complexity.

I. 서론

무선중계기는 설치 및 유지보수가 용이하고 유지비가 저렴한 장점이 있다. 그러나 수신 신호와 송신 신호가 동일 주파수를 사용하므로 수신 안테나와 송신 안테나 사이에 isolation이 충분히 확보되어 있지 않으면 궤환 간섭 잡음이 수신 신호와 결합하여 중계기의 성능을 저하시키고 발진의 원인이 된다. 그러므로 궤환 간섭 잡음을 제거하는 것은 중계기의 성능 향상에 매우 중요한 기술이다.

본 논문에서는 궤환 간섭 잡음을 제거하기 위하여 채널 계수를 추정하는 적응 알고리즘을 제안하고 있다.

W-CDMA용 무선중계기에서의 궤환 간섭 잡음 제거 알고리즘은 실시간으로 적용 가능하여야 하며, 간섭제거 성능이 일정 수준 이상을 만족하여야 한다.

2장에서는 제안한 알고리즘에 대해 설명하고 3장에서 시불변 채널과 시변 채널에서의 성능 비교를 수행하고 4장에서 결론을 맺는다.

II. 본론

무선 중계기에서 궤환 간섭 잡음은 중계기의 송신 안테나에서 방사된 신호가 무선채널을 거쳐 다시 수신 안테나로 수신 되는 것이다. 따라서 무선채널을 추정함으로써 송신된 신호를 이용하여 궤환 간섭 잡음과 유사한 신호를 생성할 수 있고, 이를 이용하여 궤환 간섭 잡음을 제거 할 수 있다.

무선 채널은 FIR 필터로 모델링 할 수 있고, 적응 알고리즘을 이용하여 필터계수를 구함으로써 무선 채널을 추정 할 수 있다.

LMS(Least Mean Square) 알고리즘은 연산량이 적어 실시간으로 적용 가능한 적응 알고리즘으로 여러 시스템에서 널리 사용되고 있지만 수렴속도가 느리고, step-size와 신호의 크기에 따라 수렴성이 떨어지는 단점이 있다.

LMS의 수렴성은 신호의 크기를 일정하게 유지하여 줌으로써 향상시킬 수 있다. 이런 알고리즘을 NLMS(Normalized LMS)라고 하고, 필터 계수의 갱신 수식은 다음과 같다.

$$\hat{w}(n+1) = \hat{w}(n) + \frac{\tilde{\mu}}{\|u(n)\|^2} u(n)e^*(n) \quad (1)$$

여기에서 $\tilde{\mu}$ 는 step-size로 NLMS의 수렴속도와 수렴오차를 결정하는 상수이다. $\tilde{\mu}$ 값이 커지면 수렴속도는 빨라지지만 수렴오차는 커진다. 그리고 $\tilde{\mu}$ 값이 작아지면 수렴속도는 느려지지만 수렴오차는 작아진다 [1].

중계기에서 궤환 간섭을 제거하는데 수렴오차가 크면 일정 이상의 간섭제거 성능을 얻을 수 없다. 또한 수렴속도가 느리면 시변 채널환경에서 수렴하지 못하고 발산하게 된다. 따라서 $\tilde{\mu}$ 값은 위 조건에 의해 제한된다. 또한 채널 추정이 부정확하면 수렴속도를 높이고, 추정이 정확할수록 수렴오차를 줄여야 한다. 이는 다음과 같이 표현할 수 있다 [2],[3].

$$\tilde{\mu} = \begin{cases} \tilde{\mu}_{\max} & , \tilde{\mu}_{\max} < \frac{\beta|e|^2}{\|u(n)\|^2} \\ \frac{\beta|e|^2}{\|u(n)\|^2} & , \text{otherwise} \\ \tilde{\mu}_{\min} & , \tilde{\mu}_{\min} > \frac{\beta|e|^2}{\|u(n)\|^2} \end{cases} \quad (2)$$

여기에서 β 는 평균적인 $\tilde{\mu}$ 값의 크기를 결정하는 상수로서 $\tilde{\mu}_{\max}$, $\tilde{\mu}_{\min}$ 와 함께 채널의 통계적인 특성에 의해 결정된다.

III. 모의실험 및 결과

모의실험을 위하여 그림 1과 같은 제안된 알고리즘의 실험 모형을 사용하였다.

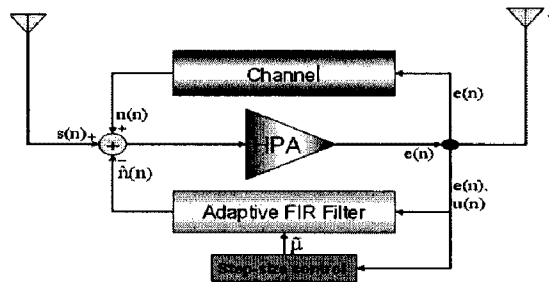


그림 1. 제안된 알고리즘 모형

실험은 W-CDMA 1FA 신호를 IF로 내려 12.5MHz로 샘플링 하였고, 궤환 조건은 다음 표1과 같다.

표 1. 다중경로 채널의 조건

	Path #1	Path #2	Path #3	Path #4	Path #5	Path #6	Path #7	Path #8
Relative Delay (ns)	0	310	710	1030	1730	2010	2220	2400
Average Power (dB)	0	-3	-3	-3	-6	-6	-9	-9

그림 2는 표1과 같은 시불변 채널 환경에서 NLMS 방법과 제안된 방법의 성능을 비교 분석하였다. 그림은 채널추정의 오차를 보여주는 것으로 제안된 방법이 수렴속도와 수렴오차에서 더 뛰어난 것으로 나타났다.

그림 3은 표1의 다중경로 채널의 조건에 Doppler 주파수 100Hz를 주었을 때의 채널 추정 오차이다. 채널이 시변함에 따라 차이는 줄어들었지만, NLMS보다 더 좋은 성능을 보여주고 있다.

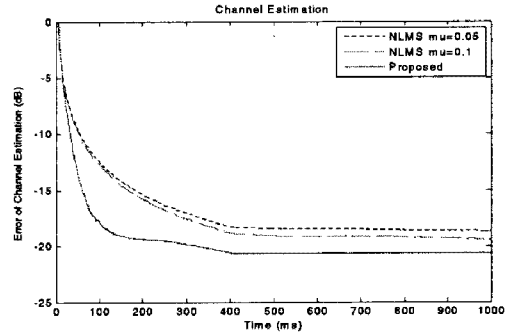


그림 2. 시불변 채널에서의 채널 추정 수렴 곡선

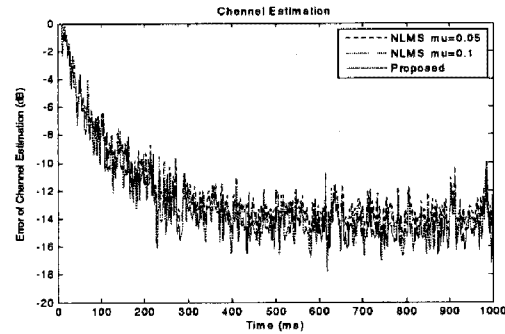


그림 3. 시변 채널에서의 채널 추정 수렴 곡선
(Doppler 주파수 100Hz)

IV. 결론 및 연구방향

본 논문에서는 무선 중계기에서 발생하는 궤환 간섭 잡음 제거를 위해 적응 알고리즘을 제안하였고 시불변 및 시불변 채널 환경에서 성능 분석을 수행하였다. 향후 무선중계기에 적용하기 위한 fixed point 연산에서도 안정적인 성능을 가지도록 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] Chi-Chou Kao, "Design of echo cancellation and noise elimination for speech enhancement," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 49, issue 4, pp. 1468-1473, Nov. 2003.
- [2] A.K. Kohli and D.K. Mehra, "Tracking of time-varying channels using two-step LMS-type adaptive algorithm," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 54, issue 7, pp. 2606-2615, July 2006.
- [3] Yan Li and Xinan Wang, "A Modified VS LMS Algorithm," The 9th International Conference on Advanced Communication Technology, vol. 1, pp. 615-618, Feb. 2007.