

OFDM 시스템을 위한 여러 가지 거친 시간 동기검출 방식의 비교

*손승호, 김준태

건국대학교 전자공학부

e-mail : holysons@konkuk.ac.kr, jtkim@konkuk.ac.kr

A comparison of Coarse Time Synchronization Algorithms for OFDM system

*Seungho Son, Joon tae Kim

School of Electronic Engineering
Konkuk University

Abstract

In this paper a comparison of several coarse time synchronization(CTS) algorithms for OFDM is presented. The goal of a CTS is to achieve a timing estimate that avoids ISI in the receiver. Five coarse timing estimation algorithms are examined and their performances are compared associated with hardware complexity. Simulations has been performed for DVB-T 2K system in thee different channels.

I. 서론

최근 디지털 전송 방식으로 널리 사용되는 OFDM(Orthogonal frequency division multiplexing) 시스템 [1]-[5]에서 OFDM신호의 원활한 수신을 위해 채널 보상을 하기에 앞서 시간 동기가 이뤄져야 한다. 시간 동기 방식으로 프레임 또는 심볼의 시작점을 검출하는 거친 시간 동기 방식이 있다.

일반적으로 거친 시간 동기는 OFDM신호의 마지막 부분과 같은 보호구간(guard interval)의 주기적 특성을 이용하여 수행한다. 동기 방법에는 주기적 특성을 가진 신호 성분의 상관 값을 이용한 방식들[2]-[4]과 차이를 이용한 차등 방식[5][6]이 있다. 각 방식들은 채널의 상황에 따라 다른 성능을 보일 수 있다. 여러 방식을 다양한 상황에서의 비교 연구는 시간 동기 방법을 선택 할 때 비용 효율적인 면에서 큰 도움을 줄

것이다.

본 논문에서는 거친 시간 동기 검출 방식들을 다양한 채널 (백색 잡음(AWGN) 채널, 시 불변 다중경로 채널 그리고 레일리 페이딩 채널) 하에서 적용시켜 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검출 성능을 분석한다. 다섯 가지의 시간 동기 방식들을 비교하고 이 결과를 토대로 복잡도 및 검출 성능 관점에서 각 방식을 비교해 보도록 한다.

II. 본론

상관 방식은 신호 속의 보호구간이 갖는 주기적 특성을 이용하여 시간 영역에서 동기를 수행하는 방식이다. 상관 연산 $F(k)$ 는 다음의 식으로 표현 된다.

$$F(k) = \sum_{i=0}^{N_g-1} r^*(k+i-N)r(k+i) \quad (1)$$

여기서 N 은 FFT 심볼 길이, N_g 는 보호구간 길이를 나타낸다. 식(1)은 수신신호와 이를 N 만큼 지연시킨 신호를 통해 이뤄지며 보호 구간과 신호 안의 원부분이 일치하게 될 때 OFDM신호의 동기를 검출 할 수 있다. 그러나 지연 채널의 간섭으로 보호 구간 내의 데이터 값에 잡음이 생겨 오차를 발생 시킨다. 시간 동기 오차를 줄이기 위해 개선된 방식이 다음 논문 [3]-[6]에서 소개 되었다. 각각의 방식들은 다음 식들로 표현 된다.

$$F'(k) = 2F(k) - \sum_{i=0}^{N_g-1} [|r(k+i-N)|^2 + |r(k+i)|^2] \quad (2)$$

$$F''(k) = F(k) - \frac{SNR}{2(SNR+1)} \sum_{i=0}^{N_g-1} |r(k+i-N)|^2 + |r(k+i)|^2 \quad (3)$$

$$F_{diff}(k) = \sum_{i=0}^{N_g-1} |r(k+i) - r(k+i+N)| \quad (4)$$

$$F_{mod}(k) = \sum_{i=0}^{N_g-1} |Z(k+i) - Z(k+i+N)| \quad (5)$$

$$Z(k) = |I(k)| + |Q(k)| \quad (6)$$

식(2)[4]과 (3)[3]에서는 시간 동기 검출을 위해 신호의 위상과 크기 차를 이용한다. 식(3)은 SNR의 감소의 영향으로 더 많은 잡음이 섞이는 것을 피하기 위해 weight factor를 포함 하여 연산한다. 식(4)[5]와 (5)[6]은 수신 신호와 보호구간의 주기적 특성 때문에 두 구간의 차가 0이 되는 것으로 동기 검출 점을 찾아내는 방식이다. 식(5)는 OFDM 신호의 in-phase와 quadrature 요소를 이용하여 동기점을 찾아낸다.

III. 모의 실험

각 시뮬레이션은 DVB-T 2K 방식의 OFDM 프레임을 사용하여 백색 잡음 채널과 2파와 5파의 지연 프로 필이 있는 레일레이 페이딩 채널 그리고 5파 고정 채널의 상황에서 수행되었다.

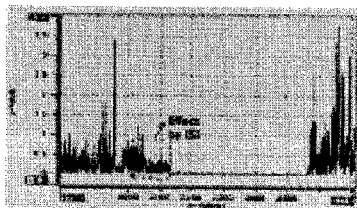


그림 1. 보호구간 내의 채널 간섭 영향

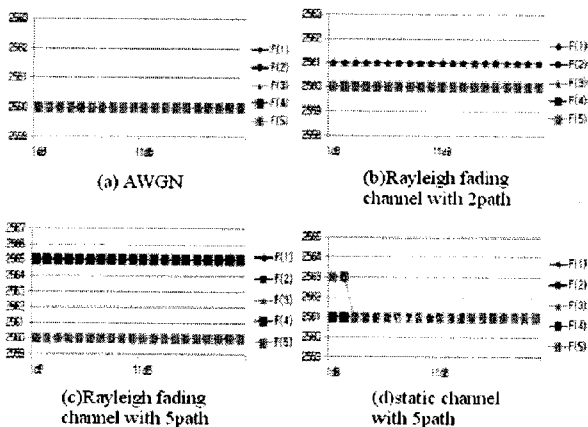


그림. 2 각 채널에서의 동기 검출 점

그림 1에서 채널 간섭이 보호 구간 영향을 미쳐 잡음이 생긴 것을 확인 하였다. 그림 2는 각 채널별 동기 복구 방식의 검출 점을 나타낸다. 백색 잡음과 시불변 지연 채널에서는 동일한 검출 점을 찾아내고 그림 2(b)와 (c)는 레일레이 페이딩 채널의 2파 5파에서의 검출 점을 나타낸다.

IV. 결론

본 논문에서는 거친 시간 동기 검출 방식들을 다양한 채널 상황에 적용시켜 보면서 시스템의 복잡도 및 검출 성능 관점에서 비교하였다. 채널 간섭의 영향으로 몇 샘플 내의 오차를 보였지만 보호 구간 내의 오차는 채널 추정기와 함께 사용한다면 OFDM 신호를 수신하는데 큰 영향을 주지 않는다. 개선된 방식들은 그 복잡도에 비해 성능의 큰 개선을 보이지 못 하므로 채널 추정기와 함께 OFDM 시스템을 구현 할 때 시간 동기 방식은 기본적인 식(1)과 식 (5)을 선택 한다면 충분한 성능을 보일 것이다.

참고문헌

- [1] Y. Wu, W. Zou, "Orthogonal Frequency Division Multiplexing: a multicarrier modulation scheme", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 41, No.3, Aug. 95, pp.392-398
- [2] J van de Beek, M. Sandell, M. Isaksson and P.O. Borjesson, "Low Complex Frame Synchronization in OFDM Systems", in Proc. ICUCP '95, pp. 982-986, Tokyo, Japan November 1995.
- [3] J van de Beek, M. Sandell, P.O. Borjesson, "ML Estimation of Time and Frequency Offset in OFDM Systems", IEEE Transactions on Signal Processing, vol.45, No. 7 Jul.1997, pp. 1800-1805
- [4] M. speth, F. Classen, H. Meyr, "Frame synchronization of OFDM systems in frequency selective fading channels", Vehicular Technology Conference Proceedings 1997. pp. 1807-1811.
- [5] K. Takahashi and T. Saba, "A novel symbol synchronization algorithm with reduced influence of ISI for OFDM systems," in Proc. IEEE GLOBECOM, vol. 1, pp.524-528, 2001.
- [6] Chang-Bok. J, Nam-Chun. P. "A Symbol Synchronization Detection by Difference Method for OFDM System" G300-j1229635X.v43n2TC, pp. 56~65 2006. 2