

# OFDM System에서 시공간 부호기법으로 STTC의 성능분석

\*김 동 옥

\*한국정보통신 기능대학

핸드폰 : 011-9869-7345

## Performance Analysis of STTC Using Time Space Coding Method Appropriate for OFDM System

Dong Ok, KIM

Korea Information & Communication Polytechnic College

E-mail : dokim9432@hanmir.com

### Abstract

In this paper, presents a way to maximize transmission efficiency and reception ability through transmission diversity technology, which can be adapted to wireless multimedia OFDM system.

The presented method is a comparative analysis between a case where parameter  $\alpha$  for time average is 0.3, 1 with consideration of channel presumption with two types of rms delayed proliferation, which is 50nsec, 150nsec, for the performance analysis of STTC(Space-Time Trellis Code) using time-space code method appropriate for MIMO channel, and performance in the case where presumed channel value from long training column section is applied to according frame in a single frame. The result showed that BER brought SNR improvement of 1.0dB in  $10^{-3}$  when  $\alpha$  was 0.3 than using only the long training column, and showed increase of general performance improvement for the sake of time average rather than the case without.

### I. 서론

무선통신 채널의 물리적인 제약은 신뢰성 있는

통신을 위해 많은 기술들이 요구된다.

시공간 부호는 다중 송신 안테나를 이용하는 부호화 기법이다. 시공간 부호는 수신기에서 완전한 다이버시티 효과와 대역폭을 희생함이 없이 부호이득을 제공하기 위하여 다른 안테나로부터 전송되어진 신호들에 시간과 공간적으로 상관관계를 도입하는 기법이다 [1],[2][3].

본 논문에서는 무선 인터넷용 OFDM 시스템에 적용할 수 있는 송신 다이버시티 기술을 개발하여 전송 효율 및 수신성능을 최대로 하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 먼저 MIMO 채널에 적합한 space-time coding 기법을 이용한 송신 다이버시티 기법에 대해 논하고, 이를 토대로 IEEE 802.11a 시스템에 적합한 방안을 제시하고자 한다.

### II. IEEE 802.11a에서 STTC를 이용한 송신 다이버시티

#### 2.1. 시스템 구조 방안

IEEE 802.11a 시스템에서는 그림1에서와 같이 8  $\mu$ sec 길이의 짧은 훈련 심볼과 긴 훈련 심볼을 가지고 있다[4]. 여기서 채널 추정용으로 사용되는 신호는 긴 훈련 심볼이다. 따라서 초기의 채널추정을 위해서는

긴 훈련 심볼을 가지고 각 채널을 분리하고, 각 채널 상태를 추정해야만 한다.

본 논문에서는 STTC를 이용하는 경우 방안을 제시하고, 특징을 살펴보고자 한다.

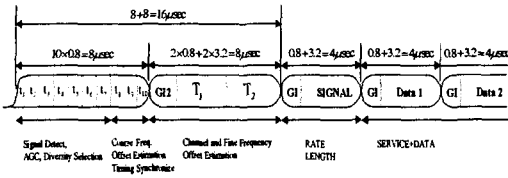


그림1. IEEE 802.11a의 프레임 구조

본 논문에서 제시한 방안은 IEEE 802.11a의 훈련 신호는 모두 그대로 이용하는 경우이다. 이 때 긴 훈련 심볼에 대해서만 각 채널 상태를 추정하기 위하여 STBC의 개념을 도입한다. 즉 송신 안테나 1로부터는 IEEE 802.11a의 긴 훈련 심볼을 그대로 전송하고 송신 안테나 2로부터는 식 (1)과 같이 STBC 전송행렬에 맞게 구성하여 전송한다.

한편 훈련 신호 실재시 동시에 고려해야 할 상황을 살펴보면 다음과 같다. 주파수 옵셋 추정, 시변 MIMO 채널에 대한 채널 추정, PAPR(Peak to Average Power Ratio)등이다. 일반적으로 PAPR의 지침은 약 3dB 이며, IEEE 802.11a의 긴 훈련 심볼의 PAPR은 3.1658 dB이다.

$$G_2 = \begin{pmatrix} T_1 & -T_2^* \\ T_2 & T_1^* \end{pmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

식 (1)에서  $T_1$  은 긴 훈련 심볼의 첫 번째 신호이고  $T_2$  는 두 번째 신호를 의미한다.

이러한 점을 고려하여 IEEE802.11a 시스템에 STTC를 적용하는 송신기 구조를 그림2에 보였다. 또한 복조된 신호의 복호과정은 space-time 디코더에 의해 복호되는데, 보통 식 (2)와 같은 metric을 이용한 비터비(Viterbi) 알고리즘에 의해 구현된다[4].

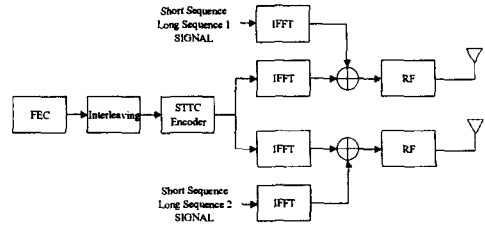


그림2. IEEE 802.11a에 STTC를 적용하기 위한 송신기 구조

$$\| Y[l, k] - \hat{H}[l, k] \hat{X}[l, k] \|^2 \quad (2)$$

### 2.2 STTC에 적용 가능한 채널 추정

훈련열에 대한 채널 추정은 STBC에 적용된 방법과 같이 수행되며, 데이터 구간에 대한 채널 추정은 훈련열의 블록으로부터 구해진 채널 추정 값을 이용하여 디코딩된 데이터를 이용하여 채널 추정을 하게 된다.

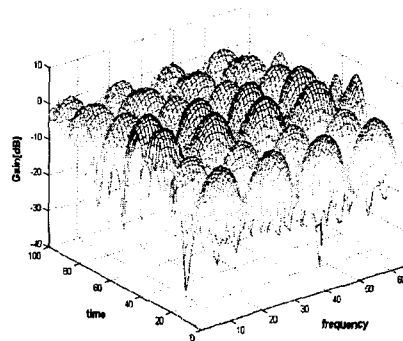


그림3. OFDM 시스템에서 겪는 채널 특성

따라서 훈련 열의 블록으로부터 구해진 주파수 응답을  $\hat{H}[l-1, k]$ 이라고 할 때, 이 채널 응답을 이용하여 비터비 알고리즘에 의해 디코딩된 데이터는 다시 space-time 인코더에 의해 부호화된 값을 이용하여 현재의 데이터 블록에 대한 채널 파라미터를 구한다. 즉,

$$\hat{H}_1[l, k] = \frac{Y[l, k] - \hat{H}_2[l-1, k] \hat{X}_2[l, k]}{\hat{X}_1[l, k]} \quad (3)$$

$$\hat{H}_2[l, k] = \frac{Y[l, k] - \hat{H}_1[l-1, k] \hat{X}_1[l, k]}{\hat{X}_2[l, k]} \quad (4)$$

식(3)와 식(4)을 이용하여 채널을 추정하게 된다. 이렇게 하여 추정된 채널 특성은 다음 블록에 대해 적용된다.

### III. 모의실험 및 성능 평가

Space-time trellis code의 성능을 분석하기 위하여 두 가지 rms 지연 확산, 즉 50 nsec와 150 nsec를 고려하였고, 이동성을 고려하여 도플러 주파수 40Hz와 100Hz를 고려하였다. 기본적으로 복호화시에 이용되는 채널추정은 이전 데이터 블록의 채널 추정 값을 이용하기로 한다. 성능평가는 수신안테나의 개수에 따른 다이버시티 효과를 살펴보기 위하여 채널 추정 값은 완벽한 경우의 성능을 먼저 분석하고 난 후, 채널 추정 기법의 성능을 분석하기로 한다. 여기서 완벽한 채널 추정이란 이전 OFDM 블록으로부터의 채널 추정이 완벽하다는 것을 의미한다.

그림5와 그림6은 도플러 주파수가 100Hz이고, rms 지연확산이 150 nsec인 경우 BER 성능과 Block Error Rate를 각각 나타낸 것이다. 이들 그림을 도플러 주파수가 40Hz인 경우의 그림4와 비교해 보면, 도플러 주파수가 증가함에 따라 성능이 열화됨을 알 수 있다. 특히 채널 추정의 성능이 도플러 주파수에 민감하게 작용하는 것을 알 수가 있다. 또한 rms delay spread가 50 nsec인 경우보다 성능열화가 더 심함을 알 수 있다. 그림5에서 보면 BER = 10<sup>-2</sup>을 얻기 위한 SNR은 완벽한 채널 추정인 경우 5.8 dB이고, α=0.3인 경우는 7.8dB임을 보여준다. 또한 α=1인 경우는 12dB이고, 긴 훈련 열만을 이용하였을 경우는 8.8dB임을 보여준다. 따라서 α=0.3인 경우가 긴 훈련 열만을 이용한 경우보다 1.0dB의 SNR개선을 가져옴을 알 수 있다. 그림6은 Block Error Rate를 보여주는 것으로 전반적인 성능의 경향은 그림 5와 같은 양상을 가짐을 알 수 있다.

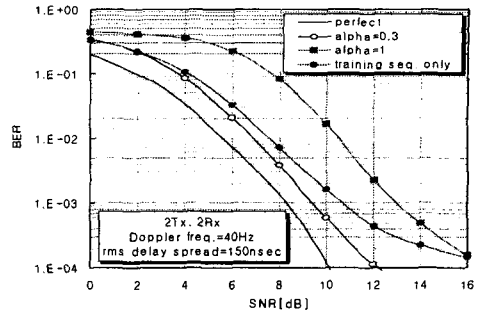


그림4. BER 성능 (fd=40Hz, rms delay spread=150nsec)

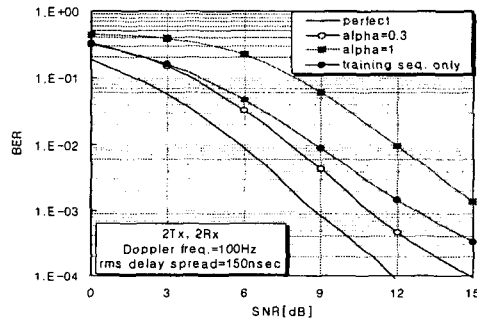


그림5. BER 성능 (fd=100Hz, rms delay spread=150nsec)

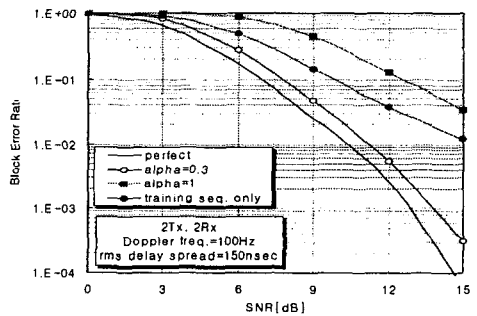


그림6. Block Error Rate 성능 (fd=100Hz, rms delay spread=150nsec)

### IV. 결론

IEEE802.11a 시스템에 STTC를 적용한 채널 추정 기법의 성능을 분석하기 위해 본 논문의 훈련열에 대한 채널추정은 STBC에 적용된 방법과 같으며, 데이터 구간에 대한 채널추정은 훈련열의 블록으로부터 구해

진 채널 추정값을 이용하여 디코딩된 데이터를 이용하여 채널 추정을 하였다.

BER이  $10^{-3}$ 를 얻기 위한 SNR은 완벽한 채널추정인 경우 9.0dB이고,  $\alpha = 0.3$ 인 경우는 10dB임을 보여 주었다.  $\alpha = 1$ 인 경우는 13.2dB이고, 긴 훈련 열만을 이용하였을 경우는 11dB로 1.0dB의 SNR이 개선됨을 확인하였다.

또한 채널 추정기법은 지연확산과 도플러 주파수에 따른 BER 성능과 Block Error Rate 의 전반적인 모의실험 성능의 사실로부터 도플러 주파수가 증가함에 따라 성능이 열화됨을 알 수 있었으며, 특히 채널추정의 성능이 도플러 주파수에 민감하게 작용하는 것을 확인하였고, 실험결과 시평균을 취하지 않은 경우는 긴훈련 열만을 이용한 경우보다 성능 열화가 크다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 성능을 개선하기 위해서는 시평균을 취하는 것이 유리하다.

본 논문에서 제안된 방법이 향후 무선 인터넷용 OFDM 멀티미디어 시스템의 신뢰성이 요구되는 통신 시스템에 적용할 수 있으리라 본다.

communication performance results," *IEEE J. Select Areas Commun.*, vol. 17, no. 3, pp. 451-460, Mar. 1999.

- [7] 김동욱, "OFDM 무선멀티미디어 통신 시스템의 오율성능 향상을 위한 효율적인 샘플링 클럭 동기방식", *한국해양정보통신학회 논문지*, Vol.7, No.1, pp. 69-74, Dec. 2002.

### 참고문헌(또는 Reference)

- [1] A. F. Naguib, N. Seshadri, and A. R. Calderbank, "Increasing data rate over wireless channels," *IEEE Signal Processing Mag.* vol.17, issue.3, pp.76-92, May 2000.
- [2] Ye Li, J. C. Chuang, N. R. Sollenberger, "Transmitter diversity for OFDM systems and its impact on high-rate data wireless networks," *IEEE J. Select Areas Commun.*, vol.17, no.7, pp.1233-1243, July 1999.
- [3] Y. Li, N. Seshadri, and S. Ariyavisitakul, "Channel estimation for OFDM systems with transmitter diversity in mobile wireless channels," *IEEE J. Select Areas Commun.*, vol. 17, no. 3, pp. 461-471, Mar. 1999.
- [4] G. J. Foschini and M. J. Gans, "On limits of wireless communications in fading environment when using multiple antennas,
- [5] *Wireless Personal Communications*, vol. 6, pp.311-335, 1998.
- [6] V. Tarokh, H. Jafarkhani, and A. R. Calderbank, "Space-time block coding for wireless