

논문 2005-42TC-2-3

사용자간 상대적인 시간오차에 의한 OFDMA 역방향 시스템의 성능 분석

(Performance Analysis of OFDMA Uplink Systems with Symbol
Timing Misalignment)

박 명 희*, 홍 대 식**

(Myonghee Park and Daesik Hong)

요 약

본 논문에서는 OFDMA 역방향 시스템에서 시간오차에 의한 사용자간 간섭을 분석하고 역방향 수신기의 성능 열화 정도를 제시한다. 이를 위해, 각 사용자의 서로 다른 시간오차를 기준 사용자 대한 상대적인 시간오차로 표현한다. 그리고 역방향 수신기의 평균 신호대 간섭잡음비를 상대적인 시간오차의 최대값을 변수로 갖는 함수로 유도한다. 분석결과는 상대적인 시간오차 증가에 의한 평균 신호대 간섭잡음비의 성능 열화로 확인하였다. 또한, 데이터 부반송파 사이의 보호 부반송파를 사용하여 상대적인 시간오차에 의한 사용자간 간섭의 영향을 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

Abstract

This paper presents our investigation for the effect of symbol timing errors in orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) uplink systems. We express the symbol timing errors between users as the symbol timing misalignments with respect to the desired user. Then, we derive an explicit expression of the average effective signal-to-interference-plus-noise ratio (SINR) as a function of the maximum value of the symbol timing misalignments. Based on the resulting SINR degradation, we evaluate the SINR gain with guard subcarriers in order to mitigate the effect of the symbol timing misalignments.

Keywords : 성능분석, OFDMA 시스템, 시간오차, 신호대 간섭잡음비.

I. 서 론

최근 무선 채널 환경에서 광대역 멀티미디어 서비스의 원활한 제공을 위해 효율적인 다중 사용자 접속 방식에 대한 관심이 증가하고 있다^[1]. 그 중, OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 시스템은 무선 채널환경에서 발생할 수 있는 인접 신호간 간섭 (Intersymbol Interference)에 효과적으로 대처할 수 있으며 효율적인 자원 분배 능력으로 인해 광대역

무선 통신 서비스 시스템을 위한 대표적인 다중 사용자 접속 방식으로 인식되고 있다^{[2],[3]}.

OFDMA 시스템은 각 사용자에게 상호 직교하는 부반송파 또는 부반송파의 묶음을 할당하여 사용자간 직교성을 유지한다. 그러나 시간오차에 의해 직교성이 상실될 수 있으며 결과적으로 다중접속간섭 (MAI: Multiple Access Interference)이 발생할 수 있다. 순방향과 역방향 수신환경으로 구분하여 살펴보면, 순방향 수신 환경은 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 적용한 방송용 시스템과 동일한 수신 환경으로 간주할 수 있으므로 시간오차에 의한 사용자간 간섭이 발생하지 않는다. 그러나 OFDMA 역방향 수신 환경에서는 상호 독립적인 시간오차를 가진 사용자 신호가 동시에 수신기에 인가되므로 다중접속간섭이 발생할 수 있다. 특히, 보호구간 보다 큰 시간오차가

* 학생회원, ** 정회원, 연세대학교 전기전자공학과
(Dept. of Electrical and Electronic Eng., Yonsei University)

※ 본 논문은 한국산업기술평가원의 산업기초기술연구 개발사업(A19-03-08-10000046)의 지원으로 수행되었습니다.

접수일자: 2004년10월7일, 수정완료일: 2005년1월18일

발생할 경우 부반송파간 직교성 상실로 인해 시간오차 없이 완벽하게 수신된 사용자 신호에 심각한 성능 열화를 발생시킨다. 그럼에도 불구하고 OFDMA 관련 논문들에서는 완벽한 시간동기를 가정하거나^{[4],[5]} 보호구간 이내의 시간오차만을 언급하고 있다^{[6],[7]}.

본 논문에서는 OFDMA 역방향 시스템에서 시간오차에 의한 다중접속간섭을 분석한다. 이를 위해, 각 사용자의 시간오차를 기준 사용자에 대한 상대적인 시간오차로 정의하고 다중접속간섭을 분석한다. 최종적으로, 다중접속간섭을 포함한 평균 신호대 간섭잡음비 (Average effective SINR: signal-to-interference-plus-noise Ratio)를 유도하여 상대적인 시간오차에 의한 OFDMA 역방향 시스템의 성능 열화 정도를 제시하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 OFDMA 역방향 시스템 및 채널환경에 대해 간략히 설명한다. III장에서는 기준 사용자에 대한 상대적인 시간오차를 정의하고 다중접속간섭 및 이를 포함하는 평균 신호대 간섭잡음비를 유도한다. IV장에서는 분석된 결과를 컴퓨터 모의실험을 통하여 검증 및 확인하며 V장에서는 결론을 맺는다.

II. OFDMA 역방향 시스템 모델

OFDMA 시스템은 전체 대역폭을 N 개의 직교 부반송파로 나누고 단일 부반송파 또는 다수 부반송파들의 묶음을 각 사용자에게 증첩되지 않게 할당한다. 그림 1은 OFDMA 역방향 시스템의 기저대역 등가모델을 나타내고 있다. p 번째 사용자의 전송 데이터 심벌을 $a_{n,p}$ 이라 할 때, IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 입력을 위해 심벌 $s_{n,p}$ 로 변환한다. $a_{n,p}$ 와 $s_{n,p}$ 의 관계는 다음과 같다.

$$s_{n,p} = \begin{cases} a_{n,p}, & n \in C_p \\ 0, & n \notin C_p \end{cases} \quad (1)$$

여기서, 집합 C_p 는 p 번째 사용자에게 할당된 부반송파 인덱스 집합을 나타낸다. OFDMA 유효신호 길이를 T 라 할 때 IFFT 입력심벌 $s_{n,p}$ 은 T 시간 동안 IFFT단을 통과하고 전송을 위해 G 개의 보호구간이 IFFT 출력신호 전단에 삽입된다. 보호구간은 순환보호구간 (Cyclic Prefix)을 적용한다. 그 후, 보호구간을 포함한 전체 전송신호 길이를 $T_s (= T + T_G)$ 라 할때, T_s

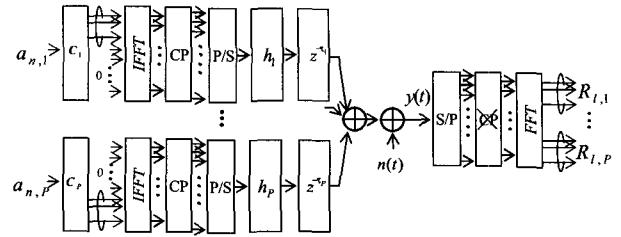


그림 1. OFDMA 역방향 시스템의 기저대역 등가모델
Fig. 1. Baseband system model for OFDMA uplink.

시간 동안 $N + G$ 개의 이산신호들은 아날로그신호로 변환되어 전송된다. 따라서, p 번째 사용자의 기저대역 전송신호는 다음과 같다.

$$x_p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{n=0}^{N-1} s_{n,p}[k] p(t - kT_s) e^{jw_n t} \quad (2)$$

여기서, k 는 역방향 전송신호 첨자를 나타내고 w_n 는 부반송파 주파수로 $w_n = 2\pi n/T$ 로 정의된다. 또한, 식 (2)에서 순환보호구간이 삽입된 전송신호를 표현하기 위해 함수 $p(t)$ 와 $g(t)$ 가 사용되었다. $p(t)$ 는 구간 $[-T_G, T]$ 에서 정의되는 구형파 함수이고, $g(t)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$g(t) = \begin{cases} (t+T) - kT_s, & kT_s - T_G \leq t < kT_s \\ t - kT_s, & kT_s \leq t < kT_s + T. \end{cases} \quad (3)$$

이렇게 각 사용자 송신기에서 전송된 신호는 상호 독립적인 다경로 페이딩 채널을 통과하고 부가백색잡음 (AWGN: Additive White Gaussian Noise)이 첨가되어 수신기에 인가된다.

p 번째 사용자와 수신기 사이의 다경로 페이딩 채널은 레일레이 다경로 페이딩 채널로 모델링할 수 있으며 충격과 응답은 일반적으로 TDL (Tapped delay line) 구조로 표현된다^[8].

$$h_p(t) = \sum_{l=0}^{L-1} \alpha_{l,p}(t) \delta(\tau - \tau_{l,p}) \quad (4)$$

여기서, L 은 경로수를 나타내고 $\alpha_{l,p}$ 는 l 번째 경로의 시변감쇄를 나타내며, $\tau_{l,p}$ 는 l 번째 경로의 시간지연을 나타낸다. 또한 채널의 주파수 응답 $H_p(t, f)$ 는 식(4)의 시간지연 변수 τ 에 대한 FFT 출력을 통해 얻을 수 있다. 즉, k 번째 전송신호 구간 동안 채널 특성이 시불변하다고 가정하면, p 번째 사용자의 n 번째 부반송파에 대한 채널의 주파수 응답은 $H_{n,p}[k] = H_p(k, n/T)$ 로 나타낼

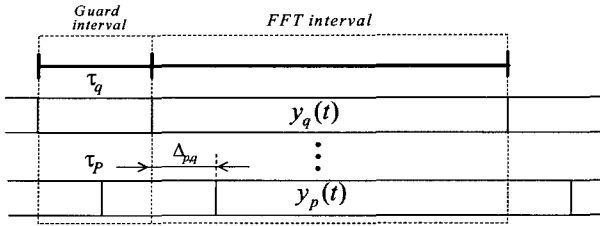


그림 2. 수신신호 및 $\Delta_{p,q}$ 의 정의

Fig. 2. Received signal model for OFDMA uplink systems.

수 있고 진폭응답과 위상응답을 이용하여 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$H_{n,p}[k] = \rho_{n,p}[k]e^{j\theta_{n,p}[k]}, n = 0, \dots, N-1 \quad (5)$$

여기서, 진폭응답 $\rho_{n,p}[k]$ 는 레일리 확률변수이고 위상응답 $\theta_{n,p}[k]$ 는 구간 $[-\pi, \pi)$ 에서 정의되는 균일분포 확률변수이다.

결과적으로, T_S 시간 동안 수신기에 인가되는 시간오차를 포함한 기저대역 신호는 상호 독립적인 레일리 페이딩 채널을 통과한 사용자 신호의 합과 부가백색잡음으로 표현된다 [9].

$$r(t) = \sum_{p=1}^P y_p(t) + n(t) \quad (6)$$

여기서, $n(t)$ 는 양측 전력밀도함수가 $N_0/2$ 로 정의되는 부가백색잡음이고 사용자 신호 $y_p(t)$ 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$y_p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{n=0}^{N-1} H_{n,p}[k]s_{n,p}[k] \cdot p(t - kT_S - \tau_p)e^{jw_n(t - \tau_p)} \quad (7)$$

또한, τ_p 는 p 번째 사용자의 시간오차를 나타낸다.

III. 상대적인 시간오차에 의한 다중접속간섭

1. 수신 신호

시간오차에 의한 다중접속간섭을 분석하기 위해 각 사용자의 시간오차를 기준 사용자에게 대한 상대적인 시간오차로 표현하도록 한다. q 번째 사용자를 기준 사용자로 가정하고, 수신기는 q 번째 사용자의 절대적인 시간오차 τ_q 를 알고 있다고 가정한다. 그러면, q 번째 사용자의 l 번째 부반송파 출력신호는 다음과 같이 표현할

수 있다.

$$R_{l,q} = \frac{1}{T} \int_{kT_S + \tau_q}^{kT_S + \tau_q + T} r(t) e^{-jw_l(t - kT_S - \tau_q)} dt \quad (8)$$

$$= D_{l,q} + MAI + N_p \quad l \in C_q$$

여기서, $D_{l,q}$ 는 유효신호로 전송 데이터 신호 $a_{l,q}$ 에 의한 영향을 나타내고 있고 MAI 는 다중접속간섭을 나타내며, N_l 은 부가백색잡음의 l 번째 부반송파 출력을 나타낸다. 식(6)과 식(7)을 식(8)에 대입하면 유효신호 $D_{l,q}$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$D_{l,q} = H_{l,q}[k]a_{l,q}[k] \quad (9)$$

각 사용자의 시간오차 τ_p 를 q 번째 사용자의 시간오차 τ_q 에 대한 차이만을 고려하면, p 번째 사용자의 q 번째 사용자에게 대한 상대적인 시간오차 $\Delta_{p,q}$ 를 다음과 같이 표현할 수 있다(그림 2 참조).

$$\Delta_{p,q} = (\tau_p - \tau_q) - m_{p,q}T_S \quad (10)$$

여기서, $p \neq q$ 이고 $m_{p,q}$ 는 $m_{p,q} = (\tau_p - \tau_q)/T_S$ (x 는 x 를 넘지 않는 최대 정수)로 정의되는 정수로서 q 번째 사용자의 시간오차를 기준으로 다른 사용자들의 시간오차와의 상대적인 차이를 OFDMA 전송 심벌 길이 T_S 의 정수배로 나타낸다. 따라서, 식(10)에 의해 $\Delta_{p,q}$ 는 구간 $[0, T_S)$ 에서 정의되는 균일 분포 확률변수로 표현된다. 이를 바탕으로 식(8)의 다중접속간섭을 나타내는 MAI 는 $\Delta_{p,q}$ 의 범위에 따라 고려되어야 한다.

우선, $0 \leq \Delta_{p,q} < T_G$ 일 때, $MAI = 0$ 이고, $T_G \leq \Delta_{p,q} < T_S$ 일때, MAI 는 다음과 같이 표현된다.

MAI

$$= \frac{1}{T} \sum_{p=1}^P \sum_{n=0}^{N-1} H_{n,p}[k - m_{p,q} - 1] s_{n,p}[k - m_{p,q} - 1] \cdot e^{jw_n(T_G - \Delta_{p,q})} \left\{ \frac{e^{j(w_n - w_l)(\Delta_{p,q} - T_G)} - 1}{j(w_n - w_l)} \right\} + \frac{1}{T} \sum_{p=1}^P \sum_{n=0}^{N-1} H_{n,p}[k - m_{p,q}] s_{n,p}[k - m_{p,q}] \cdot e^{jw_n(-\Delta_{p,q})} \left\{ \frac{1 - e^{j(w_n - w_l)(\Delta_{p,q} - T_G)}}{j(w_n - w_l)} \right\} \quad (11)$$

식(11)에서 첫 번째 신호는 기준 사용자 신호를 중심으로 먼저 도착한 신호에 의한 간섭을 나타내고 있으며 두 번째 신호는 기준 사용자 신호를 중심으로 나중에 도착한 신호에 의한 간섭을 나타내고 있다. 식(11)에서 보는 것과 같이 $T_G \leq \Delta_{p,q} < T_S$ 일 때만 다중접속간섭이 발생하므로 이후부터는 식(11)에 의한 다중접속간섭만 고려하도록 한다.

2. 다중접속간섭의 통계적 특성 및 신호대 잡음비

다중접속간섭 MAI의 1차 및 2차 통계적 특성을 구하기 위해 몇 가지 가정이 필요하다. 전송 데이터 심벌 $a_{n,p}$ 는 서로 다른 n 과 서로 다른 p 에 대해 독립적이며 평균은 0이고 전력은 P_a 라 가정한다. 채널 주파수 응답 $H_{n,p}[k]$ 는 신호관찰 구간 동안 시불변하다고 가정한다. 즉, $H_{n,p}[k] = H_{n,p} = \rho_{n,p} e^{j\theta_{n,p}}$ 이다. 그리고, $\theta_{n,p}$ 도 서로 다른 n 과 서로 다른 p 에 대해 독립적이라 가정한다.

위와 같은 가정을 바탕으로 MAI의 평균은 $E\{MAI\} = 0$ 이고, MAI의 분산은 다음과 같이 표현된다.

$$E\{MAI^2\} = \frac{1}{\pi} \sum_{p \neq q}^P \sum_{n=0}^{N-1} E\{\rho_{n,p}^2\} P_a \cdot \frac{1 - \cos\{2\pi(n-l)(\Delta_{p,q} - T_G)/T\}}{(n-l)^2} \quad (12)$$

식(12)는 q 번째 사용자 신호를 왜곡하는 다른 사용자에 의한 다중접속간섭의 평균전력을 나타내고 있다. 또한, 식(12)에서 확인할 수 있는 것과 같이 다중접속간섭의 평균전력은 상대적인 시간오차 $\Delta_{p,q}$ 의 함수로서 $\Delta_{p,q} = T_G + T/2$ 인 지점을 기준으로 대칭적인 값을 가지고 있다.

상대적인 시간오차에 의한 평균 신호대 간섭잡음비를 표현하기 위해 다음과 같은 다중접속간섭의 평균전력함수를 정의한다.

$$P_{MAI}(x) = \int_0^x E\{MAI^2\} f(\Delta_{p,q}) d\Delta_{p,q} \quad (13)$$

$$0 \leq x < T_S$$

여기서, $f(\Delta_{p,q})$ 는 확률변수 $\Delta_{p,q}$ 의 확률밀도 함수로서 $f(\Delta_{p,q}) = 1/x$ 로 정의된다. 식(13)에서 변수 x 는 상대

적인 시간오차 $\Delta_{p,q}$ 의 최대값이므로, q 번째 사용자를 기준으로 다른 모든 사용자의 상대적인 시간오차는 모두 구간 $[0, x]$ 범위에 존재한다. 따라서, 식(13)으로 정의되는 다중접속간섭 평균전력함수는 상대적인 시간오차가 구간 $[0, x]$ 에서 정의되는 균일분포 확률변수일 때 기준 사용자 신호를 왜곡하는 다중접속간섭의 평균전력을 나타내고 있다.

식(13)을 이용하여 다중접속간섭을 포함한 평균 신호대 간섭잡음비 $\bar{\gamma}_e$ 를 정의한다. 수신기 FFT 과정 후, 평균 신호대 간섭잡음비는 유효신호 전력에 대한 간섭신호 전력과 백색잡음신호 전력의 합에 대한 비로 정의되므로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\bar{\gamma}_e = \frac{P_D}{P_{MAI}(x) + P_N} = \frac{\bar{\gamma}}{1 + P_{MAI}(x)/P_N} \quad (14)$$

여기서, 유효신호 전력은 식(9)에 의해 $P_D = E\{\rho_{l,q}^2\} P_a$ 로 표현되고 백색잡음신호 전력은 $P_N = E\{N_l^2\}$ 로 표현된다. 그리고, $\bar{\gamma}$ 은 평균 신호대 잡음비로서 $\bar{\gamma} = P_D/P_N$ 로 정의된다. 식(14)에서 백색잡음신호 전력이 0인 경우 ($\bar{\gamma} = \infty$ 인 경우) 신호대 간섭비 (SIR: Signal-to-interference Ratio)로 해석된다.

IV. 모의실험 결과 및 분석

상대적인 시간오차 $\Delta_{p,q}$ 에 의한 다중접속간섭의 영향을 모의실험을 통하여 분석한다. 모의실험 시스템은 부반송파 개수가 256개이며 32개의 샘플을 순환보조구간으로 가지는 OFDMA시스템을 사용하였다. 각 사용자에게 인접한 16개의 부반송파를 할당하였으며 각 부반송파는 사용자에게 중복되어 할당될 수 없다. 따라서, 동시에 데이터를 전송할 수 있는 사용자 수는 16명이다. p 번째 사용자에게 할당되는 부반송파의 인덱스 집합은 다음과 같다.

$$C_p = \{16p - 16, \dots, 16p - 1\} \quad (15)$$

레일레이 다경로 페이딩 채널의 평균이득은 모든 사용자들에 대해 $E\{\rho_{n,p}^2\} = 1$ 이 되도록 설정하였다. 상대적인 시간오차를 표현하기 위해 8번째 사용자를 기준 사용자 ($q = 8$)로 설정하였으며, 상대적인 시간오차는 시간축 샘플 간격으로 정규화 하였다.

그림 3은 다중접속간섭의 평균전력을 기준 사용자인 8번째 사용자의 부반송파 인덱스에 대해 나타내고 있다. 기준 사용자를 제외한 다른 사용자들 ($p \neq 8$ for $p = 1, \dots, 16$)의 상대적인 시간오차 $\Delta_{p,8}$ 는 모두 동일한 값 160 또는 65로 설정하였다. 그림에서는 두 가지 주목할 점을 보여주고 있다. 첫째, III장에서 수행한 다중접속간섭에 대한 수식적 분석의 결과가 타당함을 나타내고 있다. 이것은 수식적 분석을 통해 얻은 식(12)의 $E\{MAI^2\}$ 와 모의실험을 통해 얻은 다중접속간섭의 평균전력이 매우 근소한 차이를 가지는 것으로 검증할 수 있다. 모의실험에 사용한 레일레이 페이딩 채널의 경로 수는 모든 사용자가 동일한 32개로 설정하였으며 (즉, $L = 32$) 채널은 지수적으로 감소하는 전력지연형태(Power Delay Profile)를 가정하였다. 그러나 각 경로의 감쇄값(Path Coefficient)은 경로 및 사용자에 대해 독립적으로 발생시켰다. 두 번째 주목할 점은, 다중접속간섭이 기준 사용자 신호에 미치는 평균전력의 분포 특성이다. 그림에서 기준 사용자의 주변 부반송파가 중심 부반송파보다 다중접속간섭에 더욱 심각한 영향을 받고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 상대적인 시간오차에 의한 다중접속간섭은 주파수오차에 의한 간섭과 같이 이웃 부반송파에 직교성 상실로 인한 누설 (leakage)을 발생시킨다^{[6],[7]}. 이것은 인접한 부반송파를 할당하는 OFDMA 시스템에서 각 사용자의 데이터 부반송파 사이에 보호 부반송파를 배치함으로써 주파수 오차에 의한 간섭뿐만 아니라 상대적인 시간오차에 의한 다중접속간섭 또한 완화시킬 수 있음을 나타내고 있다.

그림 4는 상대적인 시간오차의 최대값 변화에 대한 신호대 간섭잡음비 성능 열화를 다양한 신호대 잡음비

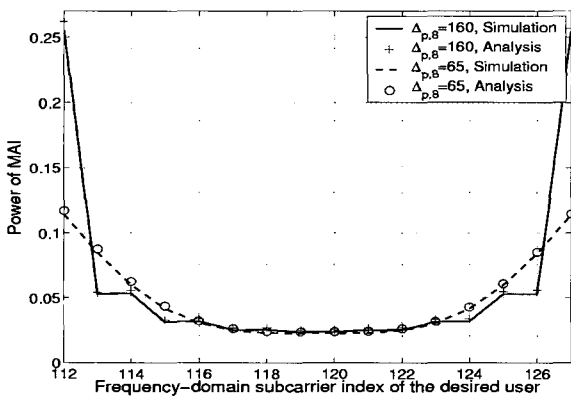


그림 3. 기준 사용자의 주파수축 부반송파 인덱스에 대한 다중접속간섭의 평균전력의 분포
Fig. 3. Interference power versus frequency-domain subcarrier index of desired user.

$\bar{\gamma}$ 값으로 비교하고 있다. III장의 분석에서 확인할 수 있는 것과 같이 상대적인 시간오차의 최대값 x 가 구간 $[0, T_G]$ 에 존재할 경우 다중접속간섭이 발생하지 않으므로 x 는 구간 $[T_G, T_S]$ 내의 값으로 가정하였고 x 에 의한 성능 열화 정도를 직관적으로 이해하기 위해 유효 신호길이 T 로 정규화하여 표현하였다. 또한 모든 사용자의 $\bar{\gamma}$ 값은 동일하게 설정하였다. 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이 상대적인 시간오차의 최대값이 커짐에 따라 OFDMA 역방향 수신기의 성능이 열화된다. 또한, $\bar{\gamma} = \infty$ 일 때 백색잡음신호의 전력이 0이므로 신호대 잡음비가 가질 수 있는 최대값을 나타내며 SIR로 표기할 수 있다. 이 곡선을 기준으로 신호대 간섭잡음비를 20dB 이상 유지하기 위한 상대적인 시간오차의 최대값을 결정할 수 있다. 본 논문의 실험환경에서는 보호구간을 포함하여 유효신호길이의 6.25%이내임을 확인할

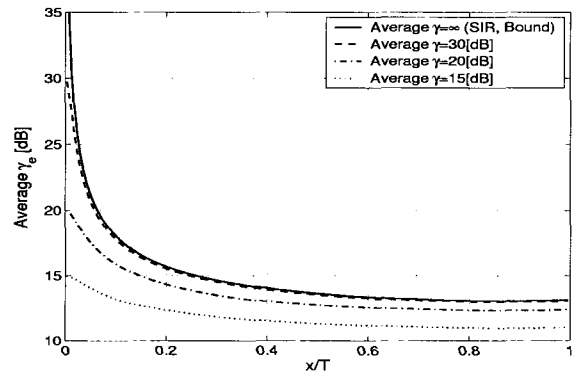


그림 4. 상대적인 시간오차 최대값 변화에 대한 신호대 간섭잡음비 성능 열화
Fig. 4. Performance of SNR versus maximum value of symbol timing misalignment.

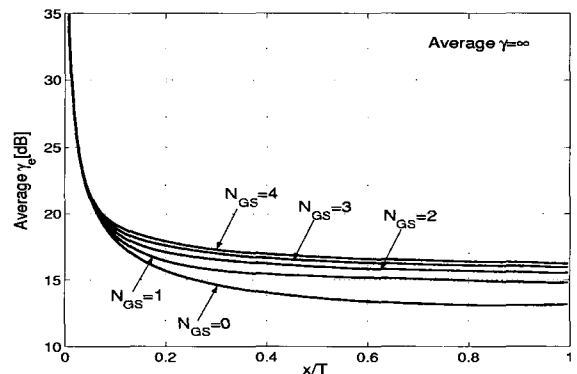


그림 5. 보호 부반송파 개수 변화에 대한 신호대 간섭 잡음비 성능 열화 개선
Fig. 5. Performance of SINR versus maximum value of symbol timing misalignment with respect to the number of guard subcarriers.

수 있다.

그림 5는 $\bar{\gamma} = \infty$ 일 때, 보호 부반송파 개수 변화에 대한 신호대 간섭잡음비 성능 열화 개선을 나타내고 있다. 모의실험에서는 각 사용자당 16개의 부반송파 중 양 끝의 부반송파를 보호 부반송파로 적용하였다. 따라서, $N_{GS} = n$ 일 경우 $16 - 2n$ 개의 부반송파가 데이터 전송을 위해 사용된다. 그림에서 보호 부반송파 개수가 증가함에 따라 다중접속간섭이 감소하므로 신호대 간섭잡음비 성능이 개선됨을 알 수 있다. 그러나, 보호 부반송파가 증가하면 전송을 손실이 증가하게 된다. 또한, 보호 부반송파 개수 증가에 대한 신호대 간섭잡음비 성능 열화 개선 폭이 감소함을 확인할 수 있다. 이것은 그림 3에서 언급한 것과 같이 기준 사용자의 주변 부반송파가 중심 부반송파보다 간섭의 영향을 더욱 많이 받으므로 보호 부반송파 증가에 따른 성능 열화 개선 폭이 감소하게 된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 OFDMA 역방향 시스템에서 시간오차에 의한 다중접속간섭의 영향을 분석하였다. 이를 위해, 기준 사용자에 대한 각 사용자들의 상대적인 시간오차 개념을 도입하여 수신기 FFT 출력신호에 대한 다중접속간섭 및 신호대 잡음비를 유도하였다. 유도된 다중접속간섭식을 모의실험을 통해 검증하였으며 특정 신호대 잡음비를 유지하기 위한 상대적인 시간오차의 최대값을 모의실험을 통해 제시하였다. 또한, 보호 부반송파를 사용하여 시간오차에 의한 신호대 잡음비 성능열화를 개선할 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] R. Berezdivin, R. Breinig, and R. Topp, "Next-generation wireless communications concepts and technologies," *IEEE Commun. Magazine*, vol. 40, pp. 108-116, March 2002.
- [2] C. Y. Wong, R. S. Cheng, K. B. Letaief, and R. D. Murch, "OFDM with adaptive subcarrier, bit, and power allocation," *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 17, pp. 1747-1757, Oct. 1999.
- [3] I. Koffman and V. Roman, "Broadband wireless access solutions based on OFDM access in IEEE 802.16," *IEEE Commun. Magazine*, vol. 40, pp. 96-103, April 2002.
- [4] J. Choi, C. Lee, H. W. Jung, and Y. H. Lee, "Carrier frequency offset compensation for uplink of OFDM-FDMA Systems," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 4, pp. 414-416, Dec. 2000.
- [5] H. Yoo, C. Kang, and D. Hong, "Edge sidelobe canceller for uplink of orthogonal frequency division multiple access systems," in *Proc. IEEE GLOBECOM 2002*, pp. 1569-1573, 2002.
- [6] J. J. van de Beek, P. O. Borjesson, M. L. Boucheret, D. Landstrom, J. M. Arenas, P. Odling, C. Ostberg, M. Wahlqvist, and S. K. Wilson, "A time and frequency synchronization scheme for multiuser OFDM," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 17, pp. 1900-1914, Nov. 1999.
- [7] M. S. El-Tanany, Y. Wu, and L. Hazy, "OFDM uplink for interactive broadband wireless: analysis and simulation in the presence of carrier, clock and timing errors," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 47, pp. 3-19, March 2001.
- [8] J. G. Proakis, *Digital communications*. New York: McGraw Hill, 1995.
- [9] K. Ko, T. Kim, C. Kang, and D. Hong, "Performance analysis of asynchronous MC-CDMA systems with a cyclic prefix," in *Proc. IEEE MILCOM 2002*, pp. 558-561, 2002.

저 자 소 개



박 명 희(학생회원)
1998년 연세대학교 전자공학과 학사 졸업.
2000년 연세대학교 전기전자공학과 석사 졸업.
2000년~현재 연세대학교 전기전자공학과 박사 과정.
<주관심분야 : 이동통신, 다중반송파시스템, 4G 시스템>



홍 대 식(정회원)
1990년 Purdue University Electrical Eng. 박사 졸업.
1991년~현재 연세대학교 전기전자공학과 교수.
<주관심분야 : 디지털통신, 통신신호처리, 4G 시스템, OFDM 시스템>