

Multi-Carrier DS-CDMA 시스템에서의 하이브리드 SC/MRC-Lc/L 다이버시티 수신 기법을 이용한 성능 개선

김영철*

요약

본 논문에서는 다중경로 페이딩 환경에서 하이브리드 SC/MRC-Lc/L 다이버시티 수신기법을 이용하여 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능 개선을 알아보고, 광대역 DS-CDMA 시스템과 비교, 분석하였다.

결과적으로 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템에서 부분대역간섭에 대한 영향은 성능 열화정도가 전체 주파수 대역 중 일부대역에서 만 받았다. 또한, 하이브리드 SC/MRC-Lc/L 다이버시티 수신 시 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템은 입력 다이버시티 가지의 수를 적절히 선택함으로써 시스템의 복잡성과 성능 대 비용을 결정할 수 있다.

Performance Improvement of Multi-Carrier DS-CDMA System using Hybrid SC/MRC-Lc/L Diversity Received Technique

Young-chul Kim*

Abstract

In this paper, we have considered the performance improvement of Multi-Carrier DS-CDMA system using hybrid SC/MRC-Lc/L diversity receiving technique over multipath fading environment and compared with that of a Wideband DS-CDMA system.

In the result, the PBI has caused a performance deterioration over partial bandwidth in Multi-Carrier DS-CDMA system. Also, Multi-Carrier DS-CDMA system using Hybrid SC/MRC-Lc/L diversity received can determined the complexity and the performance vs the expenses for the system that select the number of input branches.

Keywords : Multi-Carrier DS-CDMA, Hybrid SC/MRC-Lc/L Diversity, PBI

1. 서론

최근의 이동통신의 변화는 멀티미디어를 중심으로 하여 다양한 부가 서비스와 함께 이기종의 다양한 시스템이 구축되어 활용되고 있으며, 많은 무선 자원을 활용하고 있다. 예로서 이동통신은 PCS (Personal Communication Service)인 제 2.5 세대를 지나 제 3 세대, 그리고 무선 데

이터 서비스 및 영상 등의 방송과 통신이 융합된 제 4 세대를 준비하고 있다. 뿐만 아니라 실내·외를 구분하지 않고 고속의 무선 LAN (Local Area Network)과 양방향의 DMB (Digital Multimedia Broadcasting)와 같은 고용량의 서비스를 일부 시행중이거나 신규의 서비스를 준비 중에 있다[1],[2].

본 논문에서는 이미 상용화된 직접확산 CDMA (DS-CDMA : Direct Sequence-Code Division Multiple Access) 방식을 보완한 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템을 이용한다. 기존의 직접확산 신호는 대역폭이 넓으므로 채널의 동기 (coherent) 대역폭을 초과하게 되어, 주파수 선택성 페이딩의 영향을 받게 되는 단점을 가지고 있다. 따라서 다중경로 페이딩과 주파

* 제1저자(First Author) : 김영철

접수일자:2006년08월24일, 심사완료:2006년10월27일

* 한국정보통신기술대학 방송통신설비과

yckim@icpc.ac.kr

□ 본 연구는 2006년도 한국정보통신기술대학 학술연구비지원으로 수행되었음

수 선택성 페이딩의 영향을 받지 않도록 동기 대역폭 (Δf)보다 큰 칩 구간 (T_c)을 갖는 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템을 이용한다 [3]-[5].

본 논문은 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템에 대한 성능 개선 기법으로 다양한 다이버시티 기법 중에서도 선택 합성 (SC : Selection Combining) 다이버시티와 최대비 합성 (MRC : Maximal Rate Combining) 다이버시티 기법의 장점을 갖도록 하여 이의 구조를 간략화 한 하이브리드 (Hybrid) SC/MRC- L_c/L 수신기를 이용한다. Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 장점으로는 다중경로 페이딩에 강인성과 협대역 간섭 억제 효과를 가지게 되며, 낮은 칩 율의 DS-CDMA 시스템과 구성의 단순화로 인한 비용 절감이 가능하다. 또한, Multi-Carrier DS-CDMA 시스템과 광대역 DS-CDMA 시스템은 전체 대역폭에 대하여 동일한 대역폭을 갖게 된다면, Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 전체 대역폭은 반송파의 수 (M)에 의하여 M 개의 동일한 주파수 대역으로 나누어지고, 이는 광대역 DS-CDMA 시스템의 칩 구간 (T_c)보다 M 배가 커진 칩 구간 (MT_c)으로 확산 열이 변조되는 특징이 있다[4][5].

따라서 본 논문에서는 다중경로 페이딩 환경 하에서 부분대역간섭 (PBI : PartialBand Interference)과 다중접속간섭 (MAI : Multiple Access Interference)이 존재하는 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능과 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신을 채용한 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능을 광대역 DS-CDMA 시스템과 비교, 분석한다.

2. 채널 모델

2.1 무선 채널 모델

무선 채널은 다중 경로를 통하여 지연 확산이 T_m 인 느린 (slow) 레일리 페이딩 채널로 가정한다. 채널 모델 특성은 시간 영역과 주파수 영역의 형태인 두 가지로 나눌 수 있는데 먼저, 시간 영역의 채널 모델로 RAKE 수신기를 채용한 광대역 DS-CDMA 시스템에서 이용되는 다중

경로의 수 (L)로서 다음과 같다.

$$L = \left\lfloor \frac{T_m}{T_c} \right\rfloor + 1 \tag{1}$$

여기서, T_m 과 T_c 은 각각 지연 확산 시간과 광대역 시스템의 칩 주기이다. 그리고 무선 채널의 복소 저역등가 임펄스 응답은 다음과 같다.

$$c(t) = \sum_{l=0}^{L-1} \zeta_l \delta(t - lT_c) \tag{2}$$

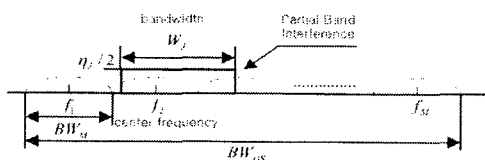
여기서, ζ_l 은 평균이 "0"인 복소 가우스 랜덤 변수이다. 또한, Multi-Carrier DS-CDMA 시스템은 주파수 영역의 채널 모델을 활용하며 동기 (coherent) 대역폭 (Δf) $_c$ 에 의하여 특성 지워지며 다음과 같다.

$$(\Delta f)_c \approx \frac{1}{T_m} \tag{3}$$

위의 조건을 이용하여 다중 반송파의 수(M)를 선택하기 위하여 가정한다면 각 반송파의 부대역은 $T_m/(MT_c) \leq 1$ 이기 때문에 주파수 선택성이 아니다. 또한, 모든 부대역은 $BW_M \geq (\Delta f)_c$ 으로 독립적인 페이딩을 받는다. 위의 두 조건을 만족하는 반송파의 수(M)의 범위는 다음과 같다.

$$\frac{T_m}{T_c} \leq M \leq (1 + \alpha) \frac{T_m}{T_c} \tag{4}$$

식 (4)에서 왼쪽 부등식이 만족하면, $M=L$ 을 선택하고, 오른쪽 부등식이 만족하면 $\alpha \geq T_c/T_m$ 을 선택한다. 여기서 $(\Delta f)_c = 1/T_m$ 이다[4]. 또한 부분대역간섭 (PBI)은 광대역 CDMA 시스템의 대역폭 (BW_{DS})과 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 대역폭 (BW_M)을 통하여 비교한다. (그림 1)은 부분대역간섭의 전력 스펙트럼이다[4],[5].

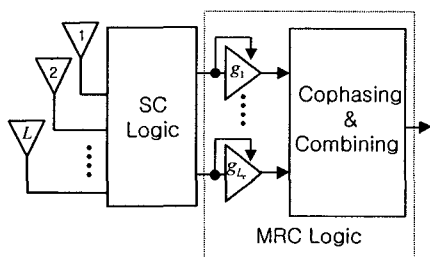


(그림 1) 부분대역간섭 (PBI)의 전력 스펙트럼

2.2 레일리 페이딩 환경에서 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 수신기의 출력

본 논문에서는 무선채널 환경을 열악한 환경인 레일리 페이딩 환경이라 가정하며, 수신 신호 중에는 반사파 성분만이 존재한다.

하이브리드 SC/MRC- L_c/L 수신기의 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템에서 M 개의 반송파는 각각 L 개의 입력 가지로 수신된다고 가정하며, 이 중에 최대치의 신호대 잡음 전력비 (SNR)을 갖는 L_c 개의 가지를 선택하도록 고려된다. 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신기의 구조는 다음과 같다[5],[6].



(그림 2) 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티

각 가지들의 신호대 잡음 전력비는 독립적인 랜덤 변수로서 모델링 되어진다. 선택 합성 Logic의 입력치에 할당된 페이딩 진폭은 큰 진폭에서 작은 진폭인 a_1, a_2, \dots, a_L 의 순서로 나열되며 각각에 대한 평균 신호 전력 (Ω)을 갖는다. 각 채널에 대한 비트 당 순시 신호대 잡음 전력비는 다음과 같이 정의한다면, $\gamma_l = a_l^2 E_b / n_0$, $l = 1, 2, \dots, L$ (E_b / n_0 는 비트 에너지대 잡음 전력비)이다. 각 채널에 부합되는 비트당 평균 신호대 잡음 전력비는

$\bar{\gamma}_l = a_l^2 E_b / n_0 = \Omega E_b / n_0$ 이다. 순시 신호대 잡음 전력비 (γ_l)의 최대치 가지 (L_c)의 결합 확률밀도함수는 다음과 같다[3].

$$p_{\gamma_1, \dots, \gamma_{L_c}}(\gamma_1, \dots, \gamma_{L_c}) = L_c! \binom{L}{L_c} [P_\gamma(\gamma_{L_c})]^{L-L_c} \prod_{l=1}^{L_c} p_\gamma(\gamma_l),$$

$$\gamma_1 \geq \dots \geq \gamma_{L_c} \geq 0 \quad (5)$$

$$\text{단, } \binom{L}{L_c} = \left(\frac{L!}{L_c! (L-L_c)!} \right).$$

여기서, $p_\gamma(\gamma)$ 는 γ 의 확률밀도함수이고 $P_\gamma(\gamma) = \int_0^\gamma p_\gamma(y) dy$ 는 조건부 분포함수이다. 이와 같이 $\gamma_1, \dots, \gamma_{L_c}$ 은 식 (5)로부터 독립적이지 않다. 무선채널에서 각 가지에 대하여 레일리 페이딩의 확률밀도함수 $p_\gamma(\gamma_l)$ 는 다음과 같다.

$$p_\gamma(\gamma_l) = \frac{1}{\gamma} \exp\left(-\frac{\gamma_l}{\gamma}\right) \quad (6)$$

그리고 $P_\gamma(\gamma_l) = \int_0^{\gamma_l} p_\gamma(y) dy = 1 - \exp\left(-\frac{\gamma_l}{\gamma}\right)$ 는 조건부 분포함수이다.

3. Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능 해석

본 논문은 다중경로 채널을 가정하고, Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 k 번째 사용자에 대한 i 번째 주파수 대역의 전달 함수는 $\zeta_{k,i} \equiv a_{k,i} \exp(j\beta_{k,i})$ 으로 주어지며, $a_{k,i}$ 와 $\beta_{k,i}$ 는 각각 2차 평균 레일리 랜덤 변수인 진폭과 $[0, 2\pi)$ 인 단위 랜덤 변수의 위상이다. AWGN (Additive White Gaussian Noise) 채널에서 수신된 Multi-Carrier DS-CDMA의 수신된 신호는 다음과 같이 주어진다[4],[5].

$$r(t) = \sum_{k=1}^U \left\{ \sqrt{2E_{c_n}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} d_n^{(k)} c_n^{(k)} h(t - nMT_c - \tau_k) \right. \quad (7)$$

$$\left. \sum_{m=1}^M a_{k,m} \cos(\omega_m t + \theta_{k,m}) \right\} + n_w(t) + n_f(t)$$

여기서, $h = \lfloor n/N \rfloor$ 는 칩 파형 형성 필터의 임펄스 응답이다. 위상은 $\theta_{k,m} = \theta_{k,m} + \beta_{k,m}$ 이고, $n_w(t)$ 는 양측파대의 전력이 $n_0/2$ 인 AWGN이다. $n_f(t)$ 는 부분대역간섭 전력이며, U 는 사용자 수이고 M 는 반송파의 수이다.

임의의 사용자에 대하여 반송파 동기 및 비트 동기가 이상적으로 이루어졌다고 가정하면, i 번째 칩 정합 필터기의 출력 $y_i(t)$ 는 다음과 같다.

$$y_i(t) = S_{y_i}(t) + I_{y_i}(t) + J_{y_i}(t) + N_{y_i}(t) \quad (8)$$

$$\text{단, } S_{y_i}(t) = \sqrt{E_c} a_{1,i} \sum_{n=-\infty}^{\infty} d_n^{(1)} c_n^{(1)} x(t - nMT_c) \quad (9)$$

$$I_{y_i}(t) = \sum_{k=1}^U \left\{ \sqrt{E_c} \zeta_{k,i} \sum_{n=-\infty}^{\infty} d_n^{(k)} c_n^{(k)} x(t - nMT_c - \tau_k) \right\} \quad (10)$$

$$J_{y_i}(t) = Lp\{n_{j,i}(t)\sqrt{2} \cos(\omega_i t + \theta_{1,i})\} \quad (11)$$

$$N_{y_i}(t) = Lp\{n_{w,i}(t)\sqrt{2} \cos(\omega_i t + \theta_{1,i})\} \quad (12)$$

여기서, $\zeta_{k,i} \equiv a_{k,i} \cos \phi_{k,i}$ 와 $\phi_{k,i} = \theta_{k,i} - \theta_{1,i}$ 는 가우스 분포하게 되며, $I_{y_i}(t)$ 는 다른 사용자로부터의 간섭과 $J_{y_i}(t)$ 는 부분대역간섭을 나타낸다. $N_{y_i}(t)$ 는 필터링 된 가우스 잡음이고, $n_w(t)$ 는 $n_w(t)$ 가 i 번째 대역통과 필터를 거친 신호이다. $Lp(\cdot)$ 는 저역통과 필터를 나타낸다. 또한 여러 명의 사용자를 고려하여 $c_n^{(1)}$ 이 M 열이면, 모든 상관기의 신호 출력 (Z)은 다음과 같다[5].

$$Z = \sum_{i=1}^M \sum_{l=1}^{L_i} g_{l,i} Z_i \quad (13)$$

여기서, $g_{l,i}$ 는 L_c 의 다이버시티 이득을 갖는 i 번째 경로에서의 이득이며, Z 가 최대가 된다. 이때 일반적인 수신기 구조에서는 M 개의 열을 얻게 되지만, 하이브리드 SC/MRC 수신기에서는 SC Logic에 의하여 L 개의 가지 중에 L_c 개가 선택된다. 다음으로 $g_{l,i}$ 는 다음과 같다.

$$g_{l,i} = \frac{E\{Z_i | a_{1,i}\}}{\text{Var}\{Z_i | a_{1,i}\}} \quad (14)$$

여기서, Z_i 의 조건부 평균과 분산이 추정 가

능하다면, Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 조건부 신호대 잡음 전력비 ($= \rho_m$)는 다음과 같다.

$$\rho_m = \frac{E^2\{Z | a_1\}}{\text{Var}\{Z | a_1\}} \equiv N^2 E_c \gamma \quad (15)$$

식 (15)를 정리하여 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \rho_m &= N^2 E_c \sum_{i=1}^M \frac{a_{1,i}^2}{\left(\frac{(U-1)NE_c}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{4}\right) + \frac{Nn_0}{2}\right)} \\ &= \left\{ \frac{U-1}{2MN} \left(1 - \frac{\alpha}{4}\right) + \frac{n_0}{2MNE_c} \right\}^{-1} \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M a_{1,i}^2 \end{aligned} \quad (16)$$

식 (16)에서 $M=1$, $L=1$ 인 경우, 단일 반송파 광대역 DS-CDMA 시스템의 조건부 신호대 잡음 전력 비가 되며, 이때는 $(1/M) \sum_{i=1}^M a_{1,i}^2$ 과 $\sum_{l=1}^{L-1} \hat{a}_{1,l}^2$ 가 동일한 확률밀도함수가 되어, 비트 에너지 스펙트럼밀도 E_b 는 $M=L$ 이므로 $MN=N_1$, $MNE_c=N_1E_{c1}=E_b$ 가 된다. 따라서 RAKE 수신기를 채용한 광대역 DS-CDMA 시스템과 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능 차이는 없게 된다.

최종적으로 다중경로 레일리 페이딩과 다중접속 사용자 간섭 채널에서 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 수신기의 Multi-Carrier DS-CDMA BPSK (Binary Phase Shift Keying) 신호의 비트 오류율은 다음과 같이 구할 수 있다[5].

$$Pe = \int_0^{\infty} \frac{1}{2} \text{Erfc}(\sqrt{\gamma}) \cdot p_{\gamma_1, \gamma_2}(\gamma_1, \gamma_2) d\gamma \quad (17)$$

단, $\text{Erfc}(\cdot)$ 는 오류 보함수이다.

4. 부분대역간섭이 존재하는 Multi-Carrier DS-CDMA 성능 해석

본 논문의 부분대역간섭 (PBI : Partial Band Interference)은 대역 제한 된 가우스 잡음과 같

다고 가정한다. 주파수 대역은 인접한 주파수 슬롯이 정수 배로 겹쳐서 간섭을 발생한다. 이에 대한, 부분대역간섭 (PBI)의 전력 스펙트럼 밀도 $S_{n_j}(f)$ (p.s.d : power spectrum density)는 다음과 같다[4],[7],[8].

$$S_{n_j}(f) = \begin{cases} \frac{n_j}{2} \cdot f_p - \frac{W_j}{2} \leq |f| \leq f_q + \frac{W_j}{2}, \\ 0, & \text{elsewhere.} \end{cases} \quad (18)$$

여기서, f_p 와 f_q 는 각각 p 번째와 q 번째의 반송파 주파수이고 $W_j = W(1+\alpha)$ 는 부분대역 간섭 (PBI)의 대역폭이다. $f_p \leq f_q$ 그리고 n_j 는 간섭의 한 측파대의 전력 스펙트럼 밀도이다. 따라서 간섭 전력 대 신호 전력비 (JSR: Joint interference power-to-Signal power Ratio)은 다음과 같다.

$$JSR = \frac{\text{interference power}}{\text{signal power}} = \frac{n_j W_j}{E_b/T} \quad (19)$$

이를 이용하여, 식 (16)으로부터 유도과정을 얻을 수 있으며, 부분대역간섭 (PBI)가 존재하는 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 조건부 신호 전력 대 잡음비 (ρ_{mPBI})는 다음과 같다.

$$\rho_{mPBI} = \left\{ \frac{U-1}{2MN} \left(1 - \frac{\alpha}{4}\right) + \frac{n_0}{2MNE_c} + \frac{JSR}{2N} \right\}^{-1} \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M a_{i,i}^2 \quad (20)$$

또한 식 (20)에서 $M=1$, $L=1$ 인 경우, 광대역 DS-CDMA 시스템의 조건부 신호 전력 대 잡음 전력비 (ρ_{sPBI})는 다음과 같다.

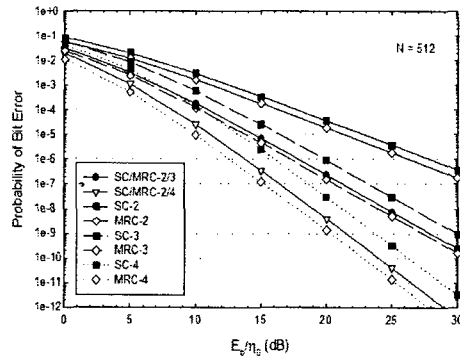
$$\rho_{sPBI} = \left\{ \frac{U-1}{2N_1} \left(1 - \frac{\alpha}{4}\right) + \frac{n_0}{2N_1 E_{c1}} + \frac{JSR}{2N_1} \right\}^{-1} \sum_{i=1}^{L-1} a_{i,i}^2 \quad (21)$$

따라서 최종 오율식은 식 (17)을 이용하여 얻을 수 있다.

5. 수치해석 결과 및 분석

본 논문에서는 열악한 레일리 페이딩 환경하에서 하이브리드 SC/MRC-Lc/L 다이버시티 수

신기법을 채용하여 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 오율 성능과 부분대역간섭이 존재하에서 광대역 DS-CDMA 시스템과 성능을 비교, 분석하였으며, 파라미터로서 사용자 수 (U), 반송파의 수 (M), 다중경로의 수 (L)와 간섭 전력대 신호 전력비 (JSR)을 이용하였다.

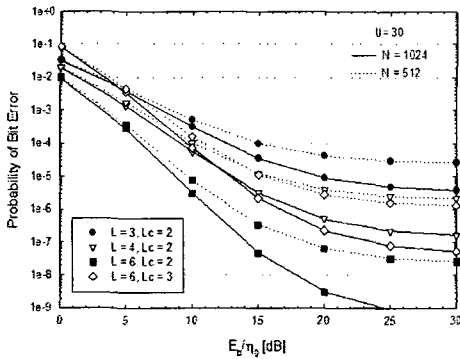


(그림 3) 레일리 페이딩 환경에서 여러 가지 다이버시티 수신시의 DS-CDMA/BPSK 신호의 오율 성능

(그림 3)은 반사파만이 존재하는 열악한 환경을 가정한 레일리 페이딩 환경으로서 다양한 다이버시티 수신시의 광대역 (Wideband) DS-CDMA 시스템의 성능을 나타내었다. 여기서 사용자 수 (U)는 1 명이고 처리이득 (M)은 512이다. 그림에서 다이버시티 수신 기법 중 성능 면에서 가장 나쁜 것은 2 개의 가지만을 갖는 선택합성 (SC) 다이버시티이며, 성능이 가장 우수한 것은 4 개의 가지를 갖는 최대비 합성 (MRC) 다이버시티임을 알 수 있다. 또한 하이브리드 SC/MRC-Lc/L 다이버시티는 선택합성 다이버시티와 최대비 합성 다이버시티의 사이에 위치함을 알 수 있다.

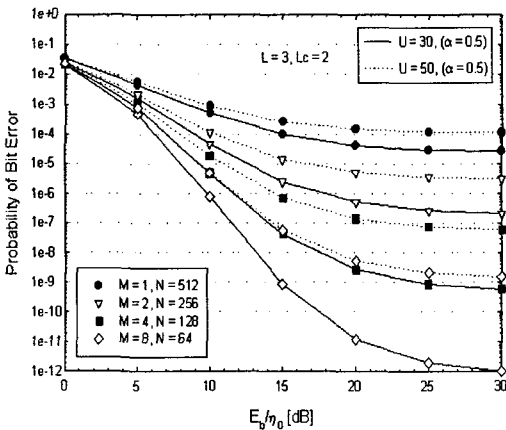
(그림 4)는 하이브리드 SC/MRC-Lc/L RAKE 수신기를 채용한 광대역 DS-CDMA 시스템의 오율 성능으로서 다양한 가지 수를 채용한 경우이다. 여기서 사용자 수 (U)는 30 명이고, 처리이득 (M)은 1024 와 512인 경우이다. 그림에서 광대역 DS-CDMA 시스템은 처리이득 (M)이 커짐으로서 RAKE 수신기의 가지 이득과 시너지 효과가 있음을 알 수 있다. 그리고

RAKE 수신기의 입력되는 가지 $L = 3$ 개, 4 개 그리고 6 개는 동일한 $L_c = 2$ 개인 경우에 가지의 수가 많을수록 성능 개선이 크음을 알 수 있다.



(그림 4) 하이브리드 SC/MRC- L_c/L RAKE 수신기를 채용한 광대역 DS-CDMA 시스템의 오율 성능

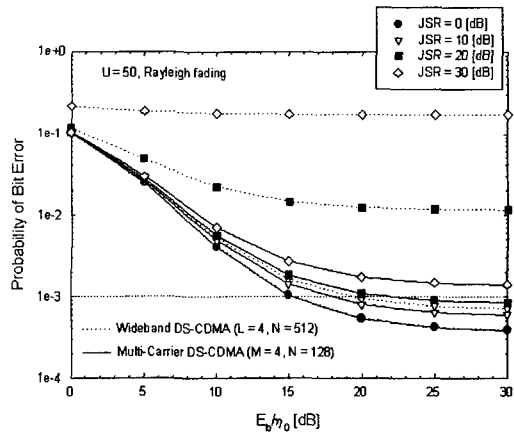
이는 입력 가지가 많을수록 선택의 폭이 커짐으로 성능 개선을 이룰 수 있음을 의미한다. 위의 결과 그림에서, 가지의 배수가 동일한 경우에는 가지의 수가 적은 $L = 4$, $L_c = 2$ 개가 시스템의 복잡성과 경제적인 면에서 더욱 효율적임을 알 수 있다.



(그림 5) 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 오율 성능 ($L = 3$, $L_c = 2$)

(그림 5)는 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 오율 성능으로서 다이버시티 가지의 수가 $L = 3$, $L_c = 2$ 개인 경우이다.

이 그림으로부터 반송파의 수 (M)가 증가할수록 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능은 향상된다. 예를 들면, 광대역 DS-CDMA 시스템 ($M = 1$)에서는 사용자 수 (U)가 30 명인 경우에도 무선 데이터 통신에서 요구되는 오율 10^{-6} 을 달성하지 못하였지만, Multi-Carrier DS-CDMA 시스템에서는 무선 데이터 통신에서 요구하는 오율 10^{-6} 을 반송파의 수 (M)가 4 와 8 개인 경우에 사용자 수 (U)가 50 명에서 E_b/n_0 가 약 14.5 dB와 약 12 dB에서 달성하게 됨을 알 수 있다.



(그림 6) 부분대역간섭 (PBI)이 존재하는 레일리 페이딩 채널에서 광대역 DS-CDMA 시스템과 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 오율 성능 비교

(그림 6)는 반사파 만이 존재하는 열악한 환경인 레일리 (Rayleigh) 페이딩 채널에서 사용자 수 (U)가 50 명에 대하여 부분대역간섭 (PBI)에 따른 변화를 보였다. 여기서, 광대역 DS-CDMA 시스템은 RAKE 수신기의 가지 (L)가 4 개인 경우로서, 부분대역간섭 (PBI)은 주파수 선택성 페이딩이나 강한 재밍으로 성능 감쇄가 심각함을 알 수 있다. 그러나 Multi-Carrier DS-CDM

A 시스템은 성능 열화정도가 부분적인 대역만을 받기 때문에 광대역 DS-CDMA 시스템보다는 열화정도가 심각하지 않음을 알 수 있다. 결과적으로 부분대역간섭 (PBI)은 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템인 경우에 협대역 간섭으로 영향을 미치지 않지만, 광대역 DS-CDMA 시스템은 주파수 선택성 페이딩이나 재밍 (jamming)으로 영향을 미치게 됨을 알 수 있다.

6. 결론

본 논문은 열악한 환경인 다중경로 레일리 페이딩 환경에서 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능을 해석하고, 부분대역간섭이 존재하는 환경하에서 광대역 DS-CDMA 시스템의 오율 성과 비교, 분석하였다. 주요한 성능 분석 파라미터로는 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 가지의 수 (L , L_c), 사용자 수 (U), 반송파의 수 (M) 그리고 간섭전력 대 신호전력비 (JSR) 을 이용하여 결과를 분석하였다.

반사과만이 존재하는 열악한 페이딩 환경인 레일리 페이딩 채널에서 입력 다이버시티 가지의 수를 적절히 선택하는 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템이 광대역 DS-CDMA 시스템보다 더욱 효율적임을 알 수 있었다. 이는 다이버시티 가지의 수를 적절히 선택함으로써 시스템의 복잡성과 성능 대 비용 등을 결정할 수 있으며, 선택된 다이버시티 가지 (L_c)가 입력 다이버시티 가지의 수 (L)의 배수만큼의 가지 이득을 얻게 됨을 알 수 있었다. 또한 부분대역간섭 (PBI)이 존재하는 환경에서는 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템인 경우에 협대역 간섭으로 영향을 미치지 않지만, 광대역 DS-CDMA 시스템은 주파수 선택성 페이딩이나 재밍 (jamming)으로 영향을 미치게 되어 성능이 더욱 열화 됨을 알 수 있다.

따라서 하이브리드 SC/MRC- L_c/L 다이버시티 수신 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템을 이 용함으로써 제4세대의 방송과 통신이 융합되어

진 다양한 서비스 등에 안정적인 시스템으로 활용가능하리라 사료되어진다.

참 고 문 헌

- [1] Harri Holma, WCDMA for UMTS. WILEY, 2000.
- [2] Vijay K. Garg, IS-95 CDMA and CDMA2000. Prentice Hall PTR, 2000.
- [3] T. Eng, N. Kong, and L. B. Milstein, "Comparison of diversity combining techniques for Rayleigh-fading channel," IEEE Trans. Commun., vol. 44, pp. 1117-1129, Sept. 1996.
- [4] S. Kondo and L. B. Milstein, "Performance of multicarrier DS CDMA systems," IEEE Trans. Commun., vol. 44, no. 2, pp. 238-246, Feb. 1996.
- [5] 김영철, 다중경로 페이딩 환경에서 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능 해석, 한국항공대학교 대학원, 항공통신정보공학과, 박사학위논문, 2002년 2월
- [6] Mohamed-Slim Alouini and Marvin K. Simon, "Performance of coherent receivers with hybrid SC/MRC over Nakagami-m fading channels," IEEE Trans. on Vehicular Techn., vol. 48, no. 4, pp. 1155-1164, July 1999.
- [7] M. K. Simon and M. Alouini, Digital Communication over Fading Channels. John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- [8] 김영철, 김동욱, "부분대역간섭이 존재하는 Multi-Carrier DS-CDMA 시스템의 성능 개선", 한국통신학회 하계종합학술발표회, Vol. 33, pp. 516, 2006년 7월.

김 영 철



1993년 : 동신대학교 정보통신공학과(공학사)

1995년 : 동신대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

2002년 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과(공학박사)

2000년 8월 - 2004년 3월 : 인하공업전문대학 정보통신과 초빙교수

2004년 2월 - 현재 : 한국정보통신기술대학 방송통신설비과 전임강사

관심분야 : UWB, 디지털방송기술, IPTV