



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0025414

(43) 공개일자 2011년03월10일

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0083468

(22) 출원일자 2009년09월04일

심사청구일자 2009년09월04일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

장경희

서울시 양천구 목5동 목동신시가지 아파트 220동
702호

김종훈

경기도 수원시 장안구 정자동 313-1 동신아파트
211동 606호

김영범

인천시 서구 불로동 금호어울림 아파트 106동 503호

(74) 대리인

이원희

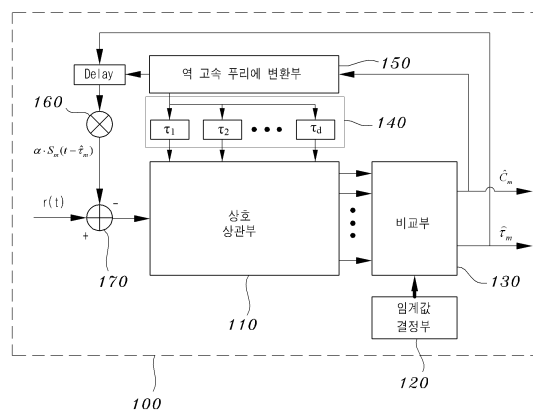
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) OFDMA 시스템에서 레인징 성능 향상을 위한 레인징 장치 및 그 방법

(57) 요약

레이징 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 레이징 장치는, OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레이징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력하는 상호상관부, 상호상관부에 입력되는 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정하는 임계값 결정부, 상호상관부에서 출력된 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정하고 최대값과 임계값을 비교하여 레이징 코드의 검출을 수행하며 최대값이 임계값보다 크면 검출된 레이징 코드 및 추정된 지연 시간을 출력 및 피드백하는 비교부, 비교부를 통해 피드백된 레이징 코드를 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱한 결과값을 제공하는 가중치 곱셈부 및 가중치 곱셈부에서 제공된 결과값을 수신 신호에서 감산하여 조정된 수신 신호를 상기 상호상관부에 제공하는 연산부를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KRF-2007-331-D00296

부처명 교육인적자원부

연구관리전문기관

연구사업명 신진교수연구지원사업

연구과제명 초고속 패킷 서비스를 위한 안테나 스케줄링 기반 복잡도 감소 MIMO HARQ 알고리즘

기여율

주관기관 한국학술진흥재단

연구기간 2008년 08월 01일 ~ 2009년 07월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

OFDMA 시스템에서 레인징 장치에 있어서,

OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력하는 상호상관부;

상기 상호상관부에 입력되는 상기 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정하는 임계값 결정부;

상기 상호상관부에서 출력된 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정하고 상기 최대값과 임계값을 비교하여 레인징 코드의 검출을 수행하며 상기 최대값이 상기 임계값보다 크면 검출된 레인징 코드 및 추정된 지연 시간을 출력 및 피드백하는 비교부;

상기 비교부를 통해 피드백된 레인징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱한 결과값을 제공하는 가중치 곱셈부; 및,

상기 가중치 곱셈부에서 제공된 결과값을 상기 수신 신호에서 감산하여 조정된 수신 신호를 상기 상호상관부에 제공하는 연산부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 레인징 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 비교부는,

상기 상호상관부에서 출력된 상호상관 결과값 중 최대값에 따른 지연 시간을 추정하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 상기 지연 시간을 추정하는 것을 특징으로 하는 레인징 장치.

$$\hat{\tau}_m = \arg \max \{ |r_m(\tau_m)| : \tau = 0, \dots, \tau_{\max} \}$$

여기서, $r_m(\tau_m)$ 은 상기 상호상관 결과값.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 비교부는,

상기 추정된 지연 시간을 이용하여 레인징 코드를 검출하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 레인징 코드를 검출하는 것을 특징으로 하는 레인징 장치.

$$|r_m(\hat{\tau}_m)| = \begin{cases} |S_m + I + W|, & m \in \hat{C}_i \\ |I + W|, & otherwise \end{cases}$$

$$\hat{C}_i = |r_m(\hat{\tau}_m)| > \eta$$

여기서, $r_m(\hat{\tau}_m)$ 은 상기 추정된 지연시간($\hat{\tau}_m$)에서의 상호상관 결과값, S_m 은 레인징 코드, I 는 다중 간섭 신호, W 는 부가적인 백색 가우시안 잡음, η 는 상기 임계값.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가중치 곱셈부는,

상기 피드백된 레인징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱하는 것으로 상기 결과값은 아래와 같은 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 레인징 장치.

$$\alpha \cdot S_m(t - \hat{\tau}_m)$$

여기서, α 는 가중치, $S_m(t - \hat{\tau}_m)$ 는 추정된 지연 시간($\hat{\tau}_m$)만큼 지연된 신호.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 연산부는,

아래의 수학적식으로 표현되는 상기 조정된 수신 신호를 상기 상호상관부에 제공하는 것을 특징으로 하는 레인징 장치.

$$r_M(t) = r_{M-1}(t) - \alpha \cdot S_m(t - \hat{\tau}_m)$$

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 임계값 결정부는,

상기 수신 신호, 상기 수신 신호에서의 다중 접속 간섭 특성 및 상기 수신 신호에서의 추가적인 백색 가우시안 잡음(AWGN) 특성에 따라 임계값을 결정하는 것을 특징으로 하는 레인징 장치.

청구항 7

OFDMA 시스템에서 레인징 방법에 있어서,

OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력하는 제1 단계;

상기 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정하는 제2 단계;

상기 출력된 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정하는 제3 단계;

상기 최대값과 상기 임계값을 비교하여 상기 최대값이 상기 임계값보다 크면 레인징 코드를 검출하여 검출된 레인징 코드 및 상기 지연 시간을 출력 및 피드백하는 제4 단계;

상기 피드백된 레인징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱하여 곱셈 결과값을 제공하는 제5 단계; 및

상기 제공된 곱셈 결과값을 상기 수신 신호에서 감산하여 조정된 수신 신호를 생성하고, 상기 조정된 수신 신호에 대해서 상기 제1 단계 내지 상기 제5 단계를 반복하는 제6 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레인징 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제4 단계는,

상기 출력된 상호상관 결과값 중 최대값에 따른 지연 시간을 추정하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 상기 지연 시간을 추정하는 것을 특징으로 하는 레인징 방법.

$$\hat{\tau}_m = \arg \max \{ |r_m(\tau_m)| : \tau = 0, \dots, \tau_{\max} \}$$

여기서, $r_m(\tau_m)$ 은 상기 상호상관 결과값.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제4 단계는,

상기 추정된 지연 시간을 이용하여 레인징 코드를 검출하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 레인징 코드를 검출하는 것을 특징으로 하는 레인징 방법.

$$|r_m(\hat{\tau}_m)| = \begin{cases} |S_m + I + W|, & m \in \hat{C}_i \\ |I + W|, & otherwise \end{cases}$$

$$\hat{C}_i = |r_m(\hat{\tau}_m)| > \eta$$

여기서, $r_m(\hat{\tau}_m)$ 은 상기 추정된 지연시간($\hat{\tau}_m$)에서의 상호상관 결과값, S_m 은 레인징 코드, I 는 다중 간섭 신호, W 는 부가적인 백색 가우시안 잡음, η 는 상기 임계값.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제5 단계는,

상기 피드백된 레인징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱하는 것으로 상기 결과값은 아래와 같은 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 레인징 방법.

$$\alpha \cdot S_m(t - \hat{\tau}_m)$$

여기서, α 는 가중치, $S_m(t - \hat{\tau}_m)$ 는 추정된 지연 시간($\hat{\tau}_m$)만큼 지연된 신호.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제6 단계는,

아래의 수학적식으로 표현되는 상기 조정된 수신 신호에 대해서 상기 제1 단계 내지 상기 제5 단계를 반복하는 것을 특징으로 하는 레인징 방법.

$$r_M(t) = r_{M-1}(t) - \alpha \cdot S_m(t - \hat{\tau}_m)$$

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제2 단계는,

상기 수신 신호, 상기 수신 신호에서의 다중 접속 간섭 특성 및 상기 수신 신호에서의 부가적인 백색 가우시안 잡음(AWGN) 특성에 따라 임계값을 결정하는 것을 특징으로 하는 레인징 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 OFDMA 시스템에서 레인징 성능 향상을 위한 레인징 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, OFDMA 시스템에서 레인징 코드 검출 및 지연 시간 검출 기능을 향상시키기 위한 레인징 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 시스템은 기존 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple) 시스템(예를 들어, IEEE 802.11a)보다 많은 수의 부반송파를 사용하면서 부반송파의 그룹을 하나의 집합으로 하여 구성된 부채널을 사용자별로 할당하는 다중 사용자 접속 방식이다.

[0003] OFDMA 시스템은 심볼 내 부반송파들 사이의 직교성 유지와 동시에, 하나의 OFDMA 심볼을 사용하는 다중 사용자들 사이에 엄격한 주파수와 심볼 동기가 필수적이다. 한 사용자의 OFDMA 심볼이 다른 사용자들의 OFDMA 심볼들과 동기가 맞지 않는다면 그 사용자의 OFDMA 심볼은 다른 사용자들에게 다중 접속 간섭(Multiple Access Interference)으로 작용하게 되며, 이동통신 시스템(예를 들어, M-WiMAX, Wibro 등) 전체의 성능 열화를 야기시키는 주원인으로 작용하게 된다.

[0004] 상술한 다중 접속 간섭은 상향링크 동기를 획득한 상태에서 기지국과 통신을 하는 사용자들의 심볼에서도 발생될 수 있으나, 상향링크 동기를 획득하지 않은 상태에서 기지국과 통신하여 초기 레인징 과정을 수행하는 사용자들의 심볼들에서 그 발생 가능성이 크다. 따라서, 다중 접속 간섭이 발생하는 OFDMA 시스템의 다중 사용자 환경에서 각 사용자의 초기 레인징 과정에서 기지국은 사용자마다 보다 정확한 레인징 코드를 검출하고, 지연 시간을 추정하여 이동통신 시스템의 성능 열화를 방지하기 위한 방안이 필요하다.

[0005] 종래의 이동통신 시스템에서의 레인징 방법은, 다수의 사용자 단말기로부터 수신된 신호를 고속 푸리에 변환한 후, 그로부터 레인징 채널 신호를 추출하고 선형 위상 성분을 보상하여 그 결과값을 레인징 코드와 상호상관하는 방식으로 이루어진다. 이 과정에서 상호상관 결과값 중 최대값을 기 설정된 고정 임계값과 비교하여 레인징 코드를 검출하고 지연 시간을 추정하게 된다. 하지만, 이 같은 방법은 상호상관 결과값을 기 설정된 고정 임계값과 비교하는 것으로, 수신 신호, 다중 접속 간섭 및 잡음 등의 영향으로 수신 신호가 변화될 경우 정확한 레인징 코드를 검출하고 지연 시간을 추정하는 것이 어렵게 된다. 따라서, 이동통신 시스템의 성능 열화가 증가하는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 수신 신호를 레인징 코드와 상호상관하여 그에 따른 상호상관 결과값을 출력하고, 수신 신호에 따라 적응적으로 변화하는 임계값을 결정하여 상호상관 결과값과 임계값의 비교 결과에 따라 검출된 레인징 코드 및 추정된 지연 시간을 출력 및 피드백함으로써, 다중 사용자 환경에서 보다 정확한 레인징 코드 검출 및 지연 시간 추정을 수행할 수 있는 레인징 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결수단

[0007] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDMA 시스템에서 레인징 장치는, OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력하는 상호상관부, 상기 상호상관부에 입력되는 상기 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정하는 임계값 결정부, 상기 상호상관부에서 출

력된 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정하고 상기 최대값과 임계값을 비교하여 레인징 코드의 검출을 수행하며 상기 최대값이 상기 임계값보다 크면 검출된 레인징 코드 및 추정된 지연 시간을 출력 및 피드백하는 비교부, 상기 비교부를 통해 피드백된 레인징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱한 결과값을 제공하는 가중치 곱셈부 및 상기 가중치 곱셈부에서 제공된 결과값을 상기 수신 신호에서 감산하여 조정된 수신 신호를 상기 상호상관부에 제공하는 연산부를 포함한다.

[0008] 이 경우, 상기 비교부는 상기 상호상관부에서 출력된 상호상관 결과값 중 최대값에 따른 지연 시간을 추정하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 상기 지연 시간을 추정할 수 있다.

$$\widehat{\tau}_m = \arg \max \{ |r_m(\tau_m)| : \tau = 0, \dots, \tau_{\max} \}$$

[0010] 여기서, $r_m(\tau_m)$ 은 상기 상호상관 결과값이다.

[0011] 또한, 상기 비교부는 상기 추정된 지연 시간을 이용하여 레인징 코드를 검출하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 레인징 코드를 검출할 수 있다.

$$|r_m(\widehat{\tau}_m)| = \begin{cases} |S_m + I + W|, & m \in \widehat{C}_i \\ |I + W|, & otherwise \end{cases}$$

$$\widehat{C}_i = |r_m(\widehat{\tau}_m)| > \eta$$

[0014] 여기서, $r_m(\widehat{\tau}_m)$ 은 상기 추정된 지연시간($\widehat{\tau}_m$)에서의 상호상관 결과값, S_m 은 레인징 코드, I 는 다중 간섭 신호, W 는 부가적인 백색 가우시안 잡음, η 는 상기 임계값이다.

[0015] 한편, 본 발명의 레인징 장치에서 상기 가중치 곱셈부는 상기 피드백된 레인징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱하는 것으로 상기 결과값은 아래와 같은 수학적식으로 표현될 수 있다.

$$\alpha \cdot S_m(t - \widehat{\tau}_m)$$

[0017] 여기서, α 는 가중치, $S_m(t - \widehat{\tau}_m)$ 는 추정된 지연 시간($\widehat{\tau}_m$)만큼 지연된 신호이다.

[0018] 한편, 상기 연산부는 아래의 수학적식으로 표현되는 상기 조정된 수신 신호를 상기 상호상관부에 제공할 수 있다.

$$r_M(t) = r_{M-1}(t) - \alpha \cdot S_m(t - \widehat{\tau}_m)$$

[0020] 여기서, $r_{M-1}(t)$ 는 상기 상호상관부에 입력된 상기 OFDMA 수신 신호이다.

[0021] 또한, 상기 임계값 결정부는 상기 수신 신호, 상기 수신 신호에서의 다중 접속 간섭 특성 및 상기 수신 신호에서의 부가적인 백색 가우시안 잡음(AWGN) 특성에 따라 임계값을 결정할 수 있다.

[0022] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 레인징 방법은, OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력하는 제1 단계, 상기 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정하는 제2 단계, 상기 출력된 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정하고 상기 최대값을 이용하여 레인징 코드의 검출을 수행하는 제3 단계, 상기 최대값과 상기 임계값을 비교하여 상기 최대값이 상기 임계값보다 크면

레이징 코드를 검출하여 검출된 레이징 코드 및 상기 지연 시간을 출력 및 피드백하는 제4 단계, 상기 피드백된 레이징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱하여 곱셈 결과값을 제공하는 제5 단계 및 상기 제공된 곱셈 결과값을 상기 수신 신호에서 감산하여 조정된 수신 신호를 생성하고, 상기 조정된 수신 신호에 대해서 상기 제1 단계 내지 상기 제5 단계를 반복하는 제6 단계를 포함한다.

[0023] 이 경우, 상기 제4 단계는 상기 출력된 상호상관 결과값 중 최대값에 따른 지연 시간을 추정하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 상기 지연 시간을 추정할 수 있다.

$$\tau_m = \arg \max \{ |r_m(\tau_m)| : \tau = 0, \dots, \tau_{\max} \}$$

[0024]

[0025] 여기서, $r_m(\tau_m)$ 은 상기 상호상관 결과값이다.

[0026] 또한, 상기 제4 단계는 상기 추정된 지연 시간을 이용하여 레이징 코드를 검출하는 것으로 아래의 수학적식을 통해 레이징 코드를 검출할 수 있다.

$$|r_m(\tau_m)| = \begin{cases} |S_m + I + W|, & m \in \hat{C}_i \\ |I + W|, & otherwise \end{cases}$$

[0027]

$$\hat{C}_i = |r_m(\tau_m)| > \eta$$

[0028]

[0029] 여기서, $r_m(\tau_m)$ 은 상기 추정된 지연시간(τ_m)에서의 상호상관 결과값, S_m 은 레이징 코드, I 는 다중 간섭 신호, W 는 부가적인 백색 가우시안 잡음, η 는 상기 임계값이다.

[0030] 한편, 상기 제5 단계는 상기 피드백된 레이징 코드를 상기 지연 시간만큼 지연시킨 후 가중치를 곱하는 것으로 상기 결과값은 아래와 같은 수학적식으로 표현될 수 있다.

$$\alpha \cdot S_m(t - \tau_m)$$

[0031]

[0032] 여기서, α 는 가중치, $S_m(t - \tau_m)$ 는 추정된 지연 시간(τ_m)만큼 지연된 신호이다.

[0033] 또한, 상기 제6 단계는, 아래의 수학적식으로 표현되는 상기 조정된 수신 신호에 대해서 상기 제1 단계 내지 상기 제5 단계를 반복할 수 있다.

$$r_M(t) = r_{M-1}(t) - \alpha \cdot S_m(t - \tau_m)$$

[0034]

[0035] 여기서, $r_{M-1}(t)$ 는 상기 상호상화부에 입력된 상기 OFDMA 수신 신호이다.

[0036] 한편, 상기 제2 단계는 상기 수신 신호, 상기 수신 신호에서의 다중 접속 간섭 특성 및 상기 수신 신호에서의 부가적인 백색 가우시안 잡음(AWGN) 특성에 따라 임계값을 결정할 수 있다.

효 과

[0037] 본 발명에 따르면, OFDMA 시스템의 상향 링크에서 레이징 처리에 있어서, OFDMA 수신 신호를 레이징 코드와 상

호상관하여 그에 따른 상호상관 결과값을 출력한다. 그리고, 상호상관 결과값과 임계값의 비교 결과에 따라 레인징 코드 및 지연 시간을 출력하고 피드백하여 수신 신호를 조정함으로써 다중 사용자 환경에서 다중 접속 간섭을 감소시킬 수 있게 되어 보다 정확한 레인징 코드 검출 및 지연 시간 추정을 수행할 수 있게 되어, 이동통신 시스템에서의 레인징 성능을 향상시킬 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0038] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 자세하게 설명한다.

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 레인징 장치의 구조를 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 레인징 장치(100)는 다수의 사용자 단말기(미도시)로부터 수신된 OFDMA 수신 신호를 처리하여 레인징에 필요한 레인징 코드를 검출하고, 지연 시간을 추정하여 각 사용자 단말기에 전송하여 초기 레인징이 처리될 수 있도록 하는 장치로써, 기지국(미도시)에 포함된 장치가 될 수 있다.

[0040] 도 1을 참조하면, 레인징 장치(100)는 상호상관부(110), 임계값 결정부(120), 비교부(120), 지연 시간부(140), 역 고속 푸리에 변환부(150), 가중치 곱셈부(160) 및 연산부(170)를 포함한다. 도 1에 도시된 레인징 장치(100)는 다수의 사용자 단말기로부터 수신된 OFDMA 수신 신호를 이용하여 다수의 사용자 단말기의 레인징 처리를 위한 레인징 코드를 검출하고, 지연 시간을 추정한다.

[0041] 상호상관부(110)는 OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력한다. 이 경우, 다수의 사용자 단말기로부터의 수신된 OFDMA 수신 신호 각각을 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드와 상호상관하는 것은 아래의 수학식 1을 통해 표현될 수 있다.

수학식 1

$$r_m(t) = S_m(t)r(t)$$

[0042]

[0043] 수학식 1에서, $S_m(t)$ 는 m번째 사용자 단말기의 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드이며, $r(t)$ 는 사용자 단말로부터 수신된 OFDMA 수신 신호이다.

[0044] 지연 시간 입력부(140)는 상호상관부(110)가 시간 t에 대하여 상호상관을 수행하는 동안, 시간 t에 τ_1 에서 τ_d 까지의 지연 시간을 순차적으로 입력한다.

[0045] 임계값 결정부(120)는 장치(100)에 입력되는 수신 신호, 즉, 상호상관부(110)에 입력되는 OFDMA 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정한다. 구체적으로, 수신 신호의 특성은, 수신 신호의 신호 구간과, 수신 신호에서의 다중 접속 간섭 및 부가적인 백색 가우시안 잡음(AWGN)에 따라 임계값을 적응적으로 변화하여 결정한다. 이 같은 임계값은 아래의 수학식 2로 결정할 수 있다.

수학식 2

$$\eta = \frac{|I+W| + |s_m + I+W|}{2}, \quad |I+W| = \frac{\sum_{\tau=0}^{\tau_{\max}-1} |r_q(\tau)|}{\tau_{\max}}$$

[0046]

[0047]

수학식 2에서, s_m 은 수신 신호의 크기와 임펄스 응답에 의존하는 신호 구간(signal term)이며, I 는 다중 접속 간섭, W 는 부가적인 백색 가우시안 잡음, q 는 상호상관 결과값 중 최소값을 갖는 레인징 코드의 인덱스이다.

[0048]

비교부(130)는 상호상관부(110)에서 출력된 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정한다. 구체적으로, 상호상관 결과값 중 최대값의 지연 시간, 즉, 지연 시간 입력부(140)로부터 입력된 지연 시간들 중 상호상관 결과값이 최대값이 되는 때의 지연 시간을 m 번째 사용자 단말기의 지연 시간으로 추정한다. 이러한 지연 시간은 아래의 수학식 3을 이용하여 추정될 수 있다.

수학식 3

$$\hat{\tau}_m = \arg \max \{ |r_m(\tau_m)| : \tau=0, \dots, \tau_{\max} \}$$

[0049]

[0050]

수학식 3에서, $\arg \max \{ |r_m(\tau_m)| \}$ 은 상호상관 결과값 중 최대값이다.

[0051]

한편, 비교부(130)는 지연 시간이 추정되면, 상호상관 결과값 중 최대값과 임계값을 비교하여 레인징 코드를 검출한다. 구체적으로, 상호상관 결과값 중 최대값이 임계값보다 크면, 그 최대값을 갖는 레인징 코드를 m 번째 사용자 단말기에서 전송한 레인징 코드로써 검출하게 된다. 이 경우, 임계값과의 비교에 있어서, 레인징 코드는 상호상관 결과값 중 최대값의 절대값이 될 수 있으며, 아래의 수학식 4를 이용하여 검출될 수 있다.

수학식 4

$$\hat{C}_i = |r_m(\hat{\tau}_m)| > \eta$$

[0052]

$$|r_m(\hat{\tau}_m)| = \begin{cases} |s_m + I + W|, & m \in \hat{C}_i \\ |I+W|, & otherwise \end{cases}$$

[0053]

[0054]

수학식 4에서, $|r_m(\hat{\tau}_m)|$ 은 τ_m 에 대한 상호상관 결과값의 절대값, s_m 은 신호 구간, I 는 다중 접속 간섭, W 는 부가적인 백색 가우시안 잡음이다. 이 같은 지연 시간 추정 및 레인징 코드 검출은 2004년 12월에 발표된 논문 "X. Fu, H. Minn, "Initial uplink synchronization and power control (ranging process) for OFDMA system," in proc. IEEE GLOBECOM'04, vol.6, pp.3999-4003"(이하, '참고 문헌 1'이라 함)에서 제공된 방법과 동일한 방법으로 이루어질 수 있다.

[0055]

한편, 비교부(130)는 지연 시간을 추정 및 레인징 코드의 검출을 수행하여 출력과 동시에 레인징 코드 및 지연 시간을 피드백한다. 이 경우, 출력되는 지연 시간과 레인징 코드를 이용하여 기지국은 m 번째 사용자 단말기에 대한 레인징 처리가 수행될 수 있도록 한다.

[0056]

반면, 피드백되는 지연 시간과 레인징 코드는 역 고속 푸리에 변환부(150), 지연부(Delay), 가중치 곱셈부(160)

및 연산부(170)를 거쳐 OFDMA 수신 신호를 조정하는데 사용된다.

[0057] 구체적으로, 역 고속 푸리에 변환부(150)는 이후 수행되는 과정에서 OFDMA 수신 신호와 상호상관하기 위하여, 피드백된 레인징 코드를 주파수 영역에서 시간 영역으로 변환하기 위해 역 고속 푸리에 변환을 수행한다.

[0058] 지연부(Delay)는 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드를 피드백된 지연 시간만큼 지연시킨다.

[0059] 가중치 곱셈부(160)는 지연부(Delay)로부터 전달된 레인징 코드에 가중치를 곱하여 곱셈 결과값을 제공한다. 가중치 곱셈부(160)에서 제공되는 곱셈 결과값은 아래의 수학적 식 5로 표현될 수 있다.

수학적 식 5

$$\alpha \cdot S_m(t - \tau_m)$$

[0060]

[0061] 수학적 식 5에서, α 는 가중치, $S_m(t - \tau_m)$ 은 추정된 지연 시간(τ_m)만큼 지연된 레인징 코드이다. 이 경우, 가중치 α 는 0보다 크고 1 이하의 값을 가질 수 있다.

[0062] 연산부(170)는 가중치 곱셈부(160)에서 제공된 곱셈 결과값을 상호상관부(110)에 입력되는 OFDMA 수신 신호에서 감산하여, 조정된 수신 신호를 상호상관부(110)에 제공한다. 이 경우, 연산부(170)에서 제공되는 조정된 수신 신호를 아래의 수학적 식 6으로 표현된다.

수학적 식 6

$$r_M(t) = r_{M-1}(t) - \alpha \cdot S_m(t - \tau_m)$$

[0063]

[0064] 수학적 식 6에서 $r_{M-1}(t)$ 는 상호상관부(110)에 입력된 다수의 사용자 단말기에 대한 OFDMA 수신 신호에서, 레인징 처리에 의해 검출 및 추정된 m번째 사용자 단말기의 레인징 코드와 지연 시간에 대한 수신 신호를 제외시킨 것이다. 즉, 레인징 장치(100)에 최초 M개의 OFDMA 수신 신호가 입력되었다고 가정하면, 첫 번째 피드백 과정에서는 M-1개의 OFDMA 수신 신호가 존재하게 된다.

[0065] 상호상관부(110)는 조정된 수신 신호를 레인징 코드와 상호상관하며, 비교부(130)는 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정한다. 그리고, 상호상관 결과값 중 최대값을 임계값과 비교하여 레인징 코드를 검출하는 과정을 거치게 된다. 이 과정에서, 임계값 결정부(120)는 조정된 수신 신호와, 조정된 수신 신호의 다중 접속 간섭 특성 및 부가적인 백색 가우시안 잡음 특성 등을 이용하여 임계값을 다시 결정하여 비교부(130)에 제공하게 된다.

[0066] 상술한 바와 같은 지연 시간 추정 및 레인징 코드 검출 과정은 상호상관 결과값 중 최대값이 임계값보다 작아질 때까지 수행한다. 이 같은 과정을 반복 수행하게 되면 레인징을 시도하는 다중 사용자에 의해 합성된 OFDMA 수신 신호에서 간섭 성분이 점차 감소하게 되어 지연 시간 추정 및 레인징 코드 검출에 따른 성능을 향상시킬 수 있다.

[0067] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 레인징 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 2는 이동통신 시스템의 상향 링크에서의 레인징 방법에 관한 것으로, 기지국(미도시) 내에 포함된 장치에서 이루어진다.

[0068] 도 2를 참조하면, 우선, 입력된 OFDMA 수신 신호를 역 고속 푸리에 변환된 레인징 코드들과 상호상관하여 상호상관 결과값을 출력한다(S210).

[0069] 이 후, 입력된 OFDMA 수신 신호의 특성에 따라 임계값을 결정한다(S220).

- [0070] 다음, 상호상관 결과값 중 최대값을 선택하여 지연 시간을 추정한다(S230). 그리고, 상호상관 결과값 중 최대값을 임계값과 비교하여 이용하여 레인징 코드를 검출한다(S240).
- [0071] 한편, 상호상관 결과값 중 최대값을 S220을 통해 결정된 임계값과 비교하여(S250), 최대값이 임계값보다 크면 추정된 지연 시간 및 검출된 레인징 코드를 출력과 동시에 피드백한다(S260).
- [0072] 다음, 피드백된 레인징 코드를 역 고속 푸리에 변환한 후 추정된 지연 시간만큼 지연시켜, 가중치를 곱한 곱셈 결과값을 제공한다(S270). 그리고, 제공된 결과값을 S210에서 입력된 OFDMA 수신 신호에서 감산하는 연산 과정을 거쳐 조정된 수신 신호를 생성하고(S280), 이 조정된 수신 신호에 대하여 S210 내지 S250 단계의 과정을 상호상관 결과값 중 최대값이 임계값보다 작아질 때까지 반복 수행한다.
- [0073] 한편, 상호상관 결과값 중 최대값을 S220을 통해 결정된 임계값과 비교하여(S250), 최대값이 임계값보다 작으면 레인징 채널을 통해 수신된 OFDMA 수신 신호에 대한 지연 시간 추정 및 레인징 코드 검출이 완료된 것으로 판단하여 동작을 종료한다.
- [0074] 도 3a 내지 도 3c는 단일 셀에서의 비교예 1, 2와 실시예에 따른 레인징 성능을 나타내는 그래프이다. 레인징 성능은 단일 셀(또는 다중 셀) 내에서의 간섭에 대한 영향을 확인하기 위한 것으로, 검출(detection) 확률, 오경보(false alarm) 확률 및 오류(error) 확률로 나타낼 수 있다. 여기서 검출 확률은 단일 셀(또는 다중 셀) 내의 모든 단말기의 레인징 코드 검출 및 지연 시간을 추정한 확률이며, 오경보 확률은 단일 셀(또는 다중 셀) 내의 모든 단말기의 레인징 코드는 검출하였으나, 하나 이상의 지연시간 추정 오류가 발생한 확률이고, 오류 확률은 하나 이상의 레인징 코드 검출 오류가 발생한 확률을 의미한다. 또한, 도 4는 단일 셀에서의 지연 시간 추정에 따른 에러를 나타내는 그래프이다.
- [0075] 도 3a는 내지 도 3c는 검출 확률을 나타내며, 도 3b는 오경보 확률을 나타내고, 도 3c는 오류 확률을 나타낸다. 도 3a 내지 도 3c에서 비교예 1은 일반적인 레인징 방법에 대한 것이며, 비교예 2는 적응적으로 변화하는 임계값을 적용시키는 레인징 방법으로 참고 문헌 1에 기재된 방법에 대한 것이고, 실시예는 본 발명에 대한 것으로 적응적으로 변화하는 임계값을 적용함과 동시에, 상호상관 결과값 중 최대값을 임계값과 비교하여 비교 결과에 따라 검출된 레인징 코드 및 추정된 지연 시간을 피드백하거나, 출력하는 레인징 방법에 대한 것이다.
- [0076] 도 3a 내지 도 3c에서, 비교예 1, 비교예 2 및 실시예의 레인징 구현 환경은 다음과 같다. 구체적으로, 레일레이(Rayleigh) 페이딩 환경을 구현하기 위해 JTC(Joint Technical Committee) 모델을 적용하였으며, 단말기는 255개의 레인징 코드를 포함하는 레인징 코드 집합과 최대 200 샘플을 포함하는 지연시간 내에서 각각 레인징 코드와 지연시간을 랜덤하게 선택된다.
- [0077] 또한, 실험에 적용된 파라미터는 아래 표 1에 기재된 값을 갖는다.

표 1

파라미터	값
중심 주파수	2.3GHz
시스템 대역폭	10MHz
FFT 크기	1024
부채널 할당 방식	PUSC
가중치(α)	0.02
셀 반경	1Km
셀 중첩 지역	100m
최대 사용자 수	8명
페이딩 채널(Fading Channel)	ITU-R M.1225 Veh-A 60Km/h

경로 손실(Path Loss) 모델	ITU-R M.1225-Path loss model (vehicular test environment) $L=40(1-4 \times 10^{-3} \cdot \Delta h_b) \log_{10} R - 18 \log_{10} \Delta h_b + 21 \log_{10} f + 80$
안테나 이득	$g(\theta) = -\min[12((\theta/\theta_{3dB})^2, A_m)]$ $A_m = 20\text{dB}, \theta_{3dB} = 60^\circ$ BS: Directional Ant., MS: Omni Ant.

[0079] 도 3a에 도시된 그래프를 참조하면, SNR 변화에 따른 검출 확률은, -6dB 내지 6dB 범위에서 비교예 1이 0 내지 0.15를 가지며, 비교예 2가 0.1 내지 0.25를 가지고, 실시예가 0.5 내지 0.9를 갖는다. 이 경우, 검출 확률이 1의 값에 가까울수록 레인징 코드 검출 및 지연 시간 추정에 따른 비율이 높은 것을 의미한다. 이를 고려할 경우, 실시예가 비교예 1 및 2와 비교할 때, 보다 향상된 검출 확률을 갖는 것을 알 수 있다.

[0080] 도 3b에 도시된 그래프를 참조하면, SNR 변화에 따른 오경보 확률은, -6dB 내지 6dB 범위에서 비교예 1이 0.55 내지 0.7을 가지며, 비교예 2가 0.65 내지 0.8을 가지고, 실시예가 0.1 내지 0.5를 갖는다. 오경보 확률은 0에 가까울수록 지연 시간 추정 오류에 따른 비율이 적은 것을 의미한다. 이를 고려할 경우, 실시예가 비교예 1 및 2와 비교할 때, 보다 감소된 오경보 확률을 갖는 것으로 레인징 성능이 향상된 것을 알 수 있다.

[0081] 도 3c에 도시된 그래프를 참조하면, SNR 변화에 따른 오류 확률은, -6dB 내지 6dB 범위에서 비교예 1이 0.3 내지 0.35를 가지며, 비교예 2가 0.05 내지 0.15를 가지고, 실시예가 0에 근사한 값을 갖는다. 오류 확률은 오경보 확률과 마찬가지로 0에 가까울수록 레인징 코드 검출 오류에 따른 비율이 적은 것을 의미한다. 따라서, 도 3c를 참조할 경우 실시예가 비교예 1 및 2에 비해 보다 감소된 오류 확률을 갖는 것으로 레인징 성능이 향상된 것을 알 수 있다.

[0082] 도 4에 도시된 그래프를 참조하면, 비교예 1은 -6dB 내지 6dB의 SNR에서 전체 샘플에서 2 내지 8의 오류가 발생하며, 비교예 2는 전체 샘플에서 1 내지 2의 오류가 발생하고, 실시예는 전체 샘플에서 1 이하의 오류가 발생한다. 이 경우, 지연 시간 추정에 따른 에러는 그 수치가 낮을수록 지연 시간 추정이 정확함을 나타낸다. 이를 고려할 때, 실시예가 비교예 1 및 2에 지연 시간 추정이 보다 정확해졌음을 알 수 있다.

[0083] 도 5a 내지 도 5c는 다중 셀에서 사용자 단말기 수에 따른 비교예 1 및 2와 실시예에 따른 레인징 성능을 나타내는 그래프이다.

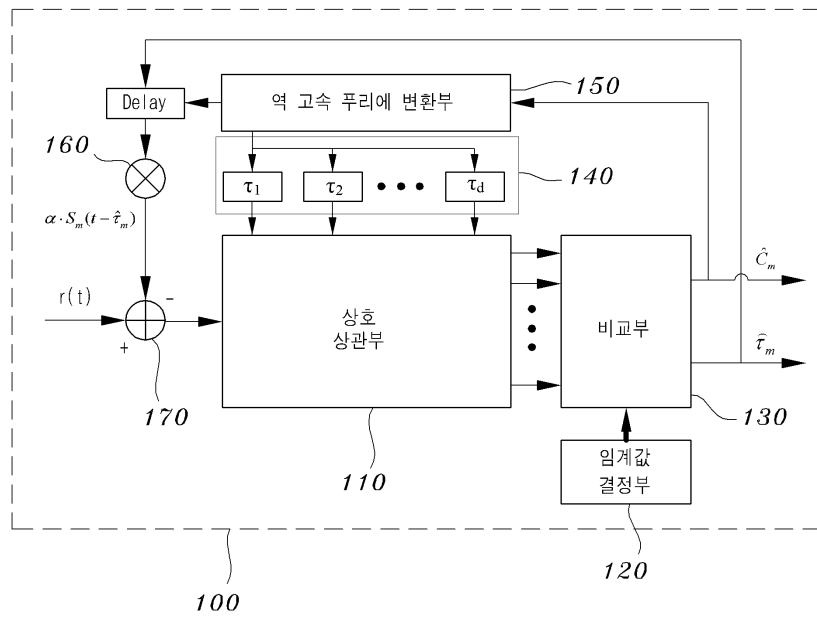
[0084] 한편, 다중 셀에서의 사용자 단말기 수에 따른 레인징 성능을 실험하는 과정에서 적용되는 레인징 구현 환경 및 파라미터는 단일 셀에서와 동일하게 적용하였다. 그리고, 사용자 단말기는 두 개의 다중 셀 내에 위치한다고 가정하였으며, 사용자 단말기가 2개, 4개, 8개로 증가되는 경우 사용자 단말기의 절반이 제1 셀 내에 위치하며, 나머지 절반이 제2 셀 내에 위치하는 것으로 인접 셀의 간섭을 제거하기 위하여 제1 셀의 기지국은 인접하는 제2 셀에 의한 레인징 코드를 알고 있음을 가정하였다.

[0085] 도 5a 내지 도 5c는 비교예 1 및 2와 본 발명에 따른 실시예에 대한 레인징 성능 그래프를 나타낸 것으로, 도 5a는 검출 확률을 나타내며, 도 5b는 오경보 확률을 나타내고, 도 5c는 오류 확률을 나타낸다. 이 경우, 비교예 1, 2 및 실시예는 도 3a 내지 도 3c에서와 동일하다.

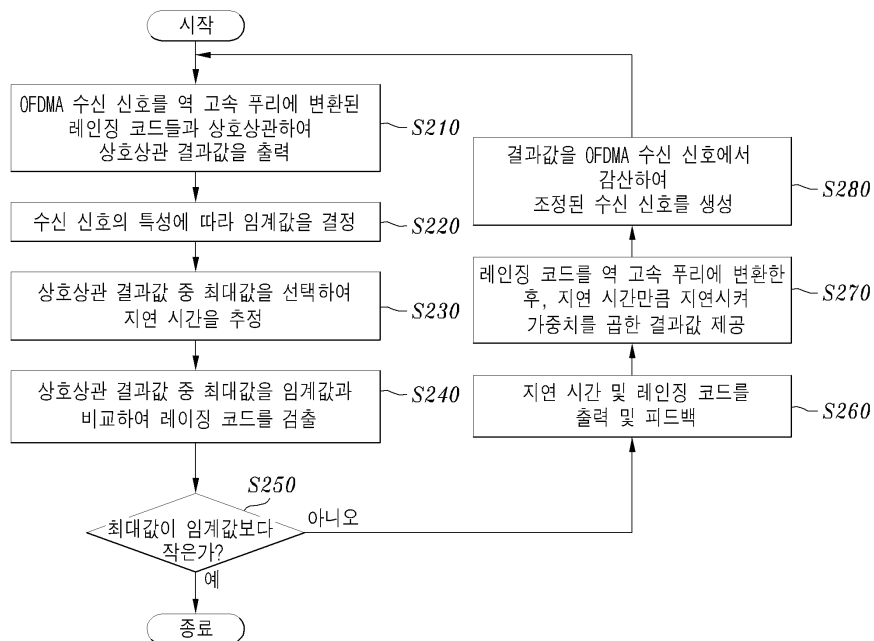
[0086] 도 5a에 도시된 그래프를 참조하면, 다중 셀 내에 사용자 단말기 수에 따른 검출(detection) 확률은 비교예 1이 0 내지 0.2를 가지며, 비교예 2가 0 내지 0.8을 가지고, 실시예가 0.5 내지 1을 갖는다. 따라서, 실시예가 비교

도면

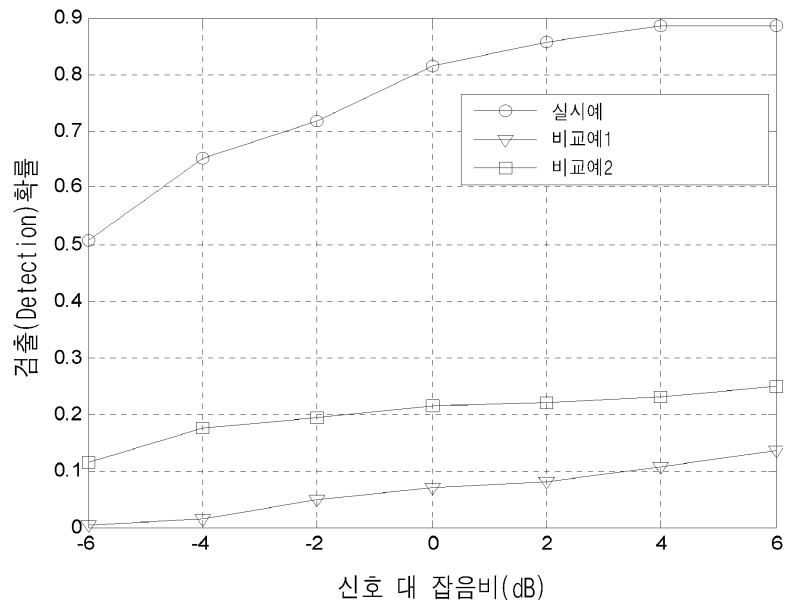
도면1



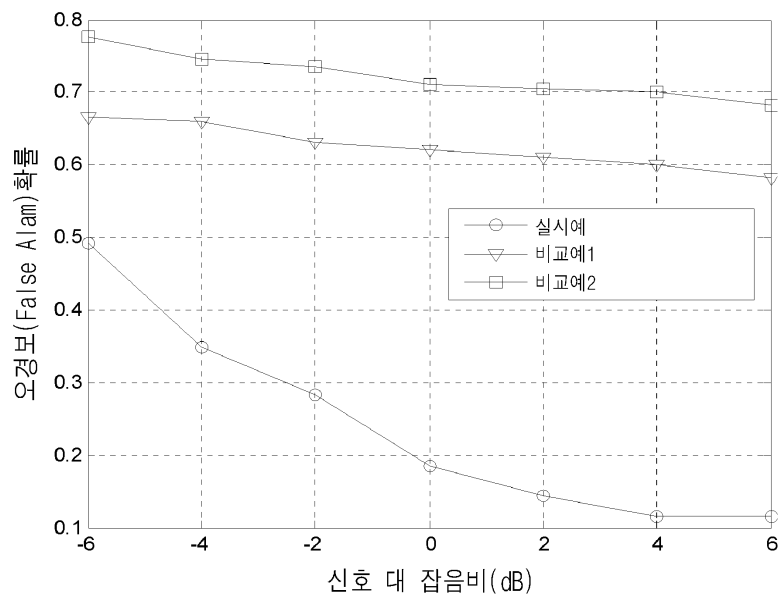
도면2



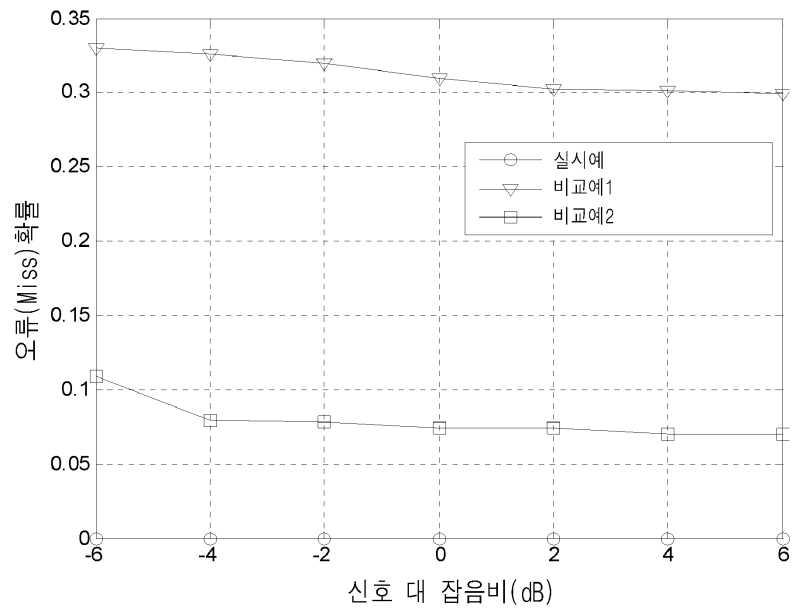
도면3a



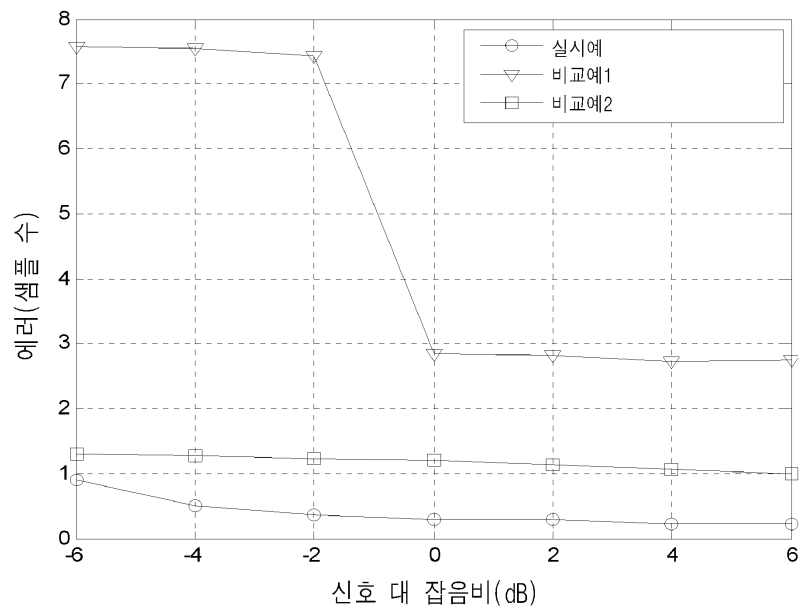
도면3b



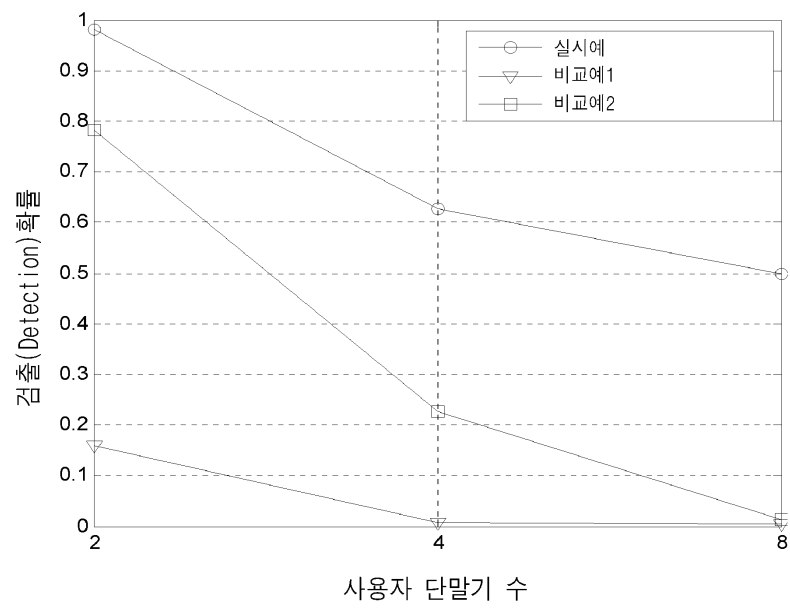
도면3c



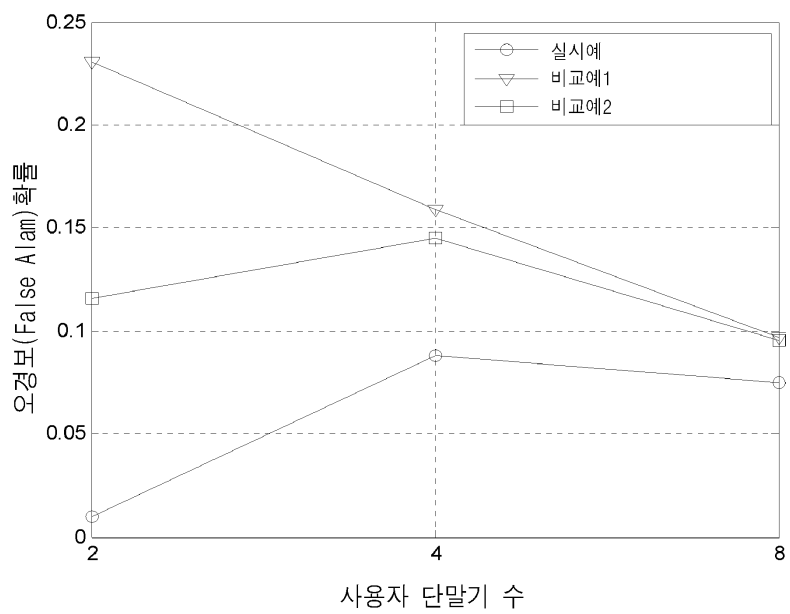
도면4



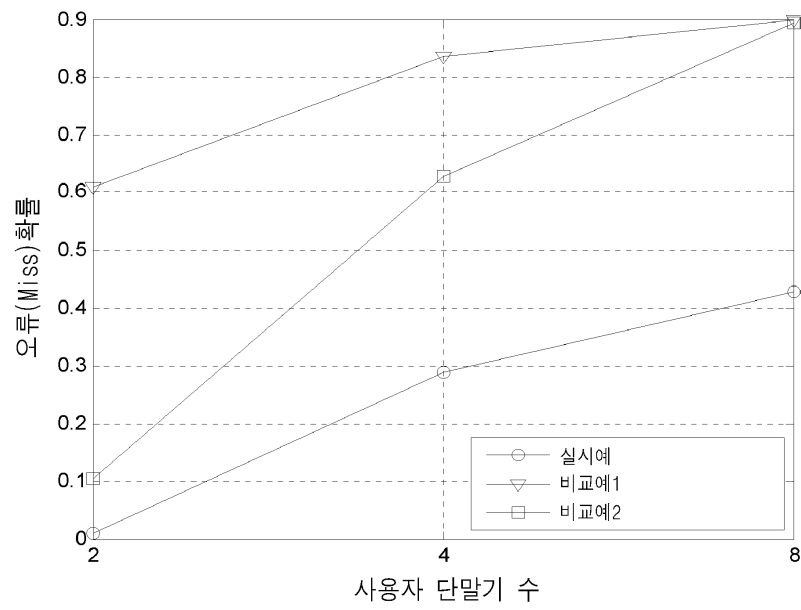
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

