



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월28일
(11) 등록번호 10-2149610
(24) 등록일자 2020년08월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 25/02 (2006.01) H04B 17/309 (2014.01)
H04L 25/03 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 25/023 (2013.01)
H04B 17/309 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0104676
- (22) 출원일자 2019년08월26일
심사청구일자 2019년08월26일
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020080054410 A
KR1020160073656 A
KR1020180059133 A

- (73) 특허권자
한국교통대학교산학협력단
충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
- (72) 발명자
고균병
경기도 화성시 동탄반석로 41, 612동 1202호 (반송동, 나루마을신도브래뉴아파트)
류기훈
인천광역시 남동구 인주대로522번길 20, 702호 (구월동, 제니스빌9차)
- (74) 대리인
김중선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 황철규

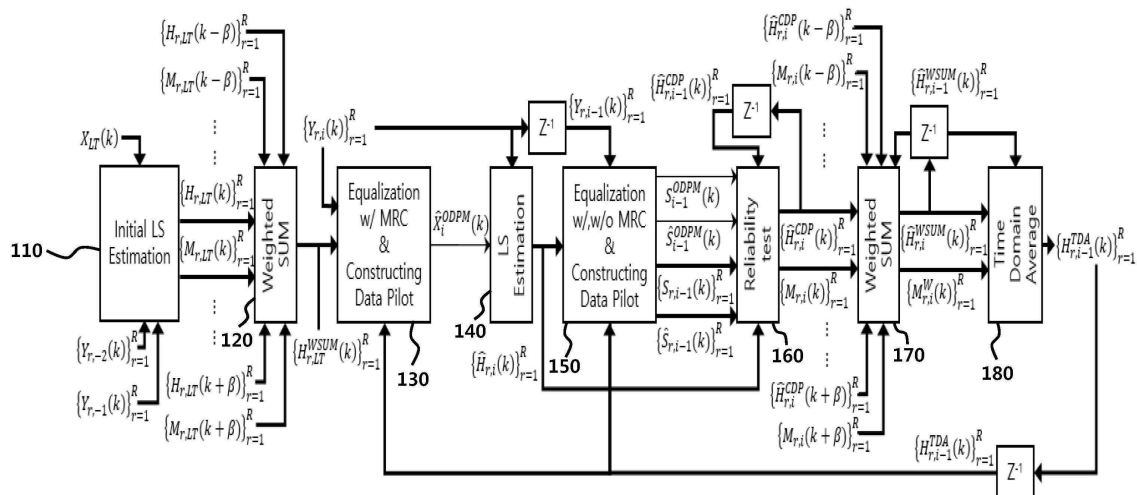
(54) 발명의 명칭 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치 및 그 채널추정방법

(57) 요약

본 발명은 MRC 기반 채널추정장치 및 그 채널추정방법에 제안한다. 본 발명은 채널 추정 방법에 있어 가중합 과정 수행시, 미리 제공된 특정 조건을 만족하는 경우에 WSUM 기법과 TDA 기법을 순서대로 적용하면서 주파수 축 및 시간 축에서 평균을 취하여 신뢰성 테스트를 수행하는 것이다. 따라서 무선 통신시스템에서 고속 이동 중에 전송되는 신호의 전송 성능을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도3

100



(52) CPC특허분류

H04L 25/0242 (2013.01)

H04L 25/03012 (2013.01)

H04L 27/2695 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711050198

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구(총연구비1.5억초과~3억이하)

연구과제명 IEEE 802.11p/WAVE-advanced 시스템의 저복잡도 채널 추정기법 및 비직교 다중접속 기법을
이용한 ISM 밴드 운용 가능성 연구

기여율 1/1

주관기관 한국교통대학교

연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

LS 기법에 의한 초기 채널 추정 값을 추정하는 초기 LS 추정부;

초기 채널 추정 값을 가중 합 처리하는 제1 가중합 수행부;

가중 합 수행된 초기 채널 추정 값에 MRC를 이용하여 데이터 파일럿 심벌을 생성하는 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부;

상기 생성된 데이터 파일럿 심벌과 i번째 수신신호를 이용한 등화과정을 수행하여 i번째 채널 추정 값을 추정하는 LS 추정부;

상기 추정된 i번째 채널 추정 값의 신뢰도 평가를 위해 수신안테나별 데이터 파일럿 2개와 MRC를 이용한 데이터 파일럿 2개의 총 4개의 데이터 파일럿을 생성하는 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부;

상기 4개의 데이터 파일럿을 이용하여 i번째 채널 추정 값의 신뢰도 평가를 수행하는 신뢰도 평가부;

상기 신뢰도 평가를 이용해 도출된 채널 추정 값과 그 채널 추정 값의 업데이트 매트릭스 정보를 이용하여 주파수 영역에서 가중합 과정을 수행하되, 특정 조건을 만족한 경우에 인접한 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하는 제2 가중합 수행부; 및

상기 가중합 과정을 수행한 채널 추정 값과 그 채널 추정 값의 가중 합 업데이트 매트릭스 정보를 이용하여 시간 영역에서 평균화 과정을 수행하고 최종 채널 추정 값을 제공하는 TDA(Time Domain Average)부를 포함하여 구성되는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부는,

R개의 수신 안테나의 (i - 1) 번째 최종채널 추정값 $\{H_{r,i-1}^{TDA}(k)\}_{r=1}^R$ 와 R개의 수신 안테나의 i번째 수신신호 $\{Y_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 MRC로 등화한 다음 디맵핑 과정을 수행하여 상기 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 을 생성하고,

상기 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 는 하기 수학적식으로 나타내는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

$$\hat{X}_i^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_i(k) & , \text{if } k \in S_p \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R H_{r,i-1}^{TDA*}(k) Y_{r,i}(k)}{\sum_{r=1}^R |H_{r,i-1}^{TDA}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부는,

$\hat{S}_{r,i-1}(k)$, $S_{r,i-1}(k)$, $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$, $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 의 4개의 데이터 파일럿을 생성하는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널 추정장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 $S_{r,i-1}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은,

$H_{r,i-1}^{TDA}(k)$ 와 (i - 1) 번째 수신신호 $Y_{r,i-1}(k)$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고,

하기 수학적식으로 나타내는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

$$S_{r,i-1}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_p \\ D \left(\frac{Y_{r,i-1}(k)}{H_{r,i-1}^{TDA}(k)} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은,

$\{\hat{H}_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 와 $\{Y_{r,i-1}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고,

하기 수학적식으로 나타내는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

$$\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_p \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R \hat{H}_{r,i}^*(k) Y_{r,i-1}(k)}{\sum_{r=1}^R |\hat{H}_{r,i}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은,

$\{H_{r,i-1}^{TDA}(k)\}_{r=1}^R$ 와 $\{Y_{r,i-1}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고,

하기 수학적식으로 나타내는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

$$S_{i-1}^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_p \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R H_{r,i-1}^{TDA*}(k) Y_{r,i-1}(k)}{\sum_{r=1}^R |H_{r,i-1}^{TDA}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 신뢰도 평가부는,

상기 4개의 데이터 파일럿 심벌을 이용하여 i번째 수신 신호에 대한 채널 추정값의 신뢰도를 평가하고,

상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 와 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 가 동일($S_{i-1}^{ODPM}(k) == \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$) 하면 상기 i번째 채널 추정 값의 신뢰도가 높다고

판단하고,

서로 상이($S_{i-1}^{ODPM}(k) \neq \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$)하면 각 수신 안테나별로 생성된 데이터 파일럿 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$ 와 $S_{r,i-1}(k)$ 를 비교하여 동일한 경우 상기 i번째 채널 추정 값의 신뢰도가 높다고 판단하는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 최종 채널 추정 값을 하기 수학적식으로 나타내는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널추정장치.

$$H_{r,i}^{TDA}(k) = \begin{cases} \frac{\hat{H}_{r,i}^{WSUM}(k) + \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)}{2}, & \text{if } M_{r,i}^W(k) = 1 \\ \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k), & \text{else} \end{cases}$$

청구항 9

OFDM 시스템의 채널을 추정하는 방법에 있어서,

4개의 데이터 파일럿을 이용하여 LS 기법으로 추정된 채널 추정 값의 신뢰도를 평가하는 신뢰도 평가단계;

상기 신뢰도 평가단계에 따라 도출된 채널 추정 값에 대하여 특정 조건을 만족할 경우에 인접 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하는 가중합 수행단계; 및

상기 가중합 된 채널 추정 값에 대하여 시간 영역에서 평균화과정을 수행하여 최종 채널 추정 값을 제공하는 시간영역 평균화 수행단계를 포함하고,

$$\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$$

상기 특정 조건은 $\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$ 를 만족하는 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널 추정방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 특정 조건을 만족하지 못하면, 상기 가중합 수행단계에서는 (i-1)번째 가중합 과정을 수행한 채널 추정값을 제공하는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널 추정방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 신뢰도 평가단계 이전에, MRC를 이용하여 상기 신뢰도 평가를 위해 필요한 수신안테나별 데이터 파일럿 심볼을 생성하여 제공하는 단계를 더 포함하는 OFDM 시스템에서의 MRC 기반 채널 추정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 채널추정장치 및 그 채널추정방법에 관한 것으로, 특히 다중 수신 안테나 환경에서 WSUM(Weight Sum using Update Matric) 기법과 TDA(Time Domain Averageing) 기법을 순서대로 적용하면서 특정 조건을 만족시킬 경우에만 주파수 축 및 시간 축에서 평균을 취하여 신뢰성 테스트를 수행함으로써, 무선 통신시스템에서 고속 이동 중에 전송되는 신호의 전송 성능을 향상시킬 수 있는 MRC 기반 채널추정장치 및 그 채널추정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 차량 및 정보통신의 발전으로 차세대 지능형 교통 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되면서 차량 간 네트워크

워크를 구성하여 운전자의 안정성을 향상시킬 수 있는 V2X(Vehicle to Everything)의 중요성이 대두되고 있다. 특히 시속 100km/h 이상의 고속이동 환경에서 차량 간 전송되는 데이터는 신뢰성과 함께 안정적인 통신이 필수적이어야 한다.

[0003] 이에 WAVE(Wireless Access for Vehicle Environment) 통신의 물리계층 및 매체접근제어 계층을 정의한 IEEE 802.11p가 정립되었다. 즉 운전자는 원하는 정보를 고속으로 송수신하기 위해서는 고정밀의 채널 추정이 반드시 수행되어야 하는데, 이를 위해 IEEE 802.11p의 물리계층에서 제안하는 채널추정방법이 이용되는 것이다.

[0004] 채널추정방법은 다양하다. 예를 들면 주파수축 및 시간 축에서 무조건 평균을 취하여 신뢰성 테스트를 수행하는 STA(Spectral Temporal Averaging) 방법이나 주파수축 또는 시간 축에서 평균을 취하지 않으면서 신뢰성 테스트를 수행하는 CDP(Constructed Data Pilots) 방법이 있다. 또한, 상기 CDP와 동일하게 신뢰성 테스트를 수행하면서 주파수 축에서 선택적으로 평균을 취하는 WSUM 방법도 있다.

[0005] 그러나 이러한 방법들은 차량의 고속 이동에 따른 채널 변화를 추적하는 것이 어려웠고, 만족할만한 채널 추정 성능을 기대할 수 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서 본 발명의 목적은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 특정 조건을 만족하는 조건에서 주파수 축과 시간 축을 대상으로 선택적으로 평균을 취하여 채널 추정을 수행함으로써, 향상된 채널 추정 성능을 기대할 수 있는 MRC를 이용한 채널추정장치 및 그 채널추정방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, LS 기법에 의한 초기 채널 추정 값을 추정하는 초기 LS 추정부; 초기 채널 추정 값을 가중 합 처리하는 제1 가중합 수행부; 가중 합 수행된 초기 채널 추정 값에 MRC를 이용하여 데이터 파일럿 심벌을 생성하는 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부; 상기 생성된 데이터 파일럿 심벌과 i번째 수신 신호를 이용한 등화과정을 수행하여 i번째 채널 추정 값을 추정하는 LS 추정부; 상기 추정된 i번째 채널 추정 값의 신뢰도 평가를 위해 수신안테나별 데이터 파일럿 2개와 MRC를 이용한 데이터 파일럿 2개의 총 4개의 데이터 파일럿을 생성하는 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부; 상기 4개의 데이터 파일럿을 이용하여 i번째 채널 추정 값의 신뢰도 평가를 수행하는 신뢰도 평가부; 상기 신뢰도 평가를 이용해 도출된 채널 추정 값과 그 채널 추정 값의 업데이트 매트릭스 정보를 이용하여 주파수 영역에서 가중합 과정을 수행하되, 특정 경우에만 인접한 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하는 제2 가중합 수행부; 및 상기 가중합 과정을 수행한 채널 추정 값과 그 채널 추정 값의 가중 합 업데이트 매트릭스 정보를 이용하여 시간 영역에서 평균화 과정을 수행하여 최종 채널 추정 값을 제공하는 TDA(Time Domain Average)부를 포함하여 구성되는 채널 추정장치를 제공한다.

$$\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$$

[0008] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 특정 조건은 이고, 상기 W는 가중합 조건을 만족하는 계수로 2의 값을 갖는다.

[0009] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부는 R개의 수신 안테나의 (i - 1) 번째 최종채널 추정값 $\{H_{r,i-1}^{TDA}(k)\}_{r=1}^R$ 와 R개의 수신 안테나의 i번째 수신신호 $\{Y_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 MRC로 등화한 다음 디맵핑 과정을 수행하여 상기 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 을 생성하고, 상기 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 는 하기 수학식으로 나타낸다.

$$\hat{X}_i^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_i(k) & , \text{if } k \in S_p \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R H_{r,i-1}^{TDA*}(k) Y_{r,i}(k)}{\sum_{r=1}^R |H_{r,i-1}^{TDA}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0010]

[0011] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부는 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$, $S_{r,i-1}(k)$, $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$, $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 의 4개의 데이터 파일럿을 생성한다.

[0012] 여기서 상기 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 와 (i - 1) 번째 수신신호 $Y_{r,i-1}(k)$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고 하기 수학적식과 같다.

$$\hat{S}_{r,i-1}(k) = \begin{cases} X_{r-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{Y_{r,i-1}(k)}{\hat{H}_{r,i}(k)} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0013]

[0014] 여기서 상기 $S_{r,i-1}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $H_{r,i-1}^{TDA}(k)$ 와 (i - 1) 번째 수신신호 $Y_{r,i-1}(k)$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고 하기 수학적식과 같다.

$$S_{r,i-1}(k) = \begin{cases} X_{r-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{Y_{r,i-1}(k)}{H_{r,i-1}^{TDA}(k)} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0015]

[0016] 여기서 상기 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $\{\hat{H}_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 와 $\{Y_{r,i-1}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고 하기 수학적식과 같다.

$$\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R \hat{H}_{r,i}(k) Y_{r,i-1}(k)}{\sum_{r=1}^R |\hat{H}_{r,i}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0017]

[0018] 여기서 상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $\{H_{r,i-1}^{TDA}(k)\}_{r=1}^R$ 와 $\{Y_{r,i-1}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고 하기 수학적식과 같다.

$$S_{i-1}^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R H_{r,i-1}^{TDA}(k) Y_{r,i-1}(k)}{\sum_{r=1}^R |H_{r,i-1}^{TDA}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0019]

[0020] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 신뢰도 평가부는 상기 4개의 데이터 파일럿 심벌을 이용하여 i번째 수신 신호에 대한 채널 추정값의 신뢰도를 평가한다.

[0021] 여기서 상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 와 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 가 동일($S_{i-1}^{ODPM}(k) == \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$)하면 상기 i번째 채널 추정 값의 신뢰도가 높다고 판단하고, 서로 상이($S_{i-1}^{ODPM}(k) \neq \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$)하면 각 수신 안테나별로 생성된 데이터 파일럿 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$ 와 $S_{r,i-1}(k)$ 를 비교하여 동일한 경우 상기 i번째 채널 추정 값의 신뢰도가 높다고 판단한다.

[0022] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 주파수 영역에서 가중합 과정을 수행한 채널 추정 값은 하기 수학적식과 같고,

상기 $\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$ 를 만족하지 못하면 (i - 1)번째 채널 $\hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)$ 을 사용한다. 여기서 상기 W는 2이다.

$$\hat{H}_{r,i}^{WSUM}(k) = \frac{\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} \hat{H}_{r,i}^{CDP}(k+\lambda) M_{r,i}(k+\lambda) \delta_{\lambda}}{\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \delta_{\lambda}}$$

$$\hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)$$

[0023]

[0024] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 최종 채널 추정 값은 하기 수학적식과 같다.

$$\hat{H}_{r,i}^{IDA}(k) = \begin{cases} \frac{\hat{H}_{r,i}^{WSUM}(k) + \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)}{2}, & \text{if } M_{r,i}^W(k) = 1 \\ \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k), & \text{else} \end{cases}$$

[0025]

[0026] 본 발명의 다른 특징에 따르면, OFDM 시스템의 채널을 추정하는 방법에 있어서, 4개의 데이터 파일럿을 이용하여 LS 기법으로 추정된 채널 추정 값의 신뢰도를 평가하는 신뢰도 평가단계; 상기 신뢰도 평가단계에 따라 도출된 채널 추정 값에 대하여 소정 조건을 만족할 경우에 인접 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하는 가중합 수행단계; 상기 가중합 된 채널 추정 값에 대하여 시간 영역에서 평균화과정을 수행하여 최종 채널 추정 값을 제공하는 시간영역 평균화 수행단계를 포함하고,

$$\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$$

[0027] 상기 특정 조건은 $\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$ 를 만족하는 것을 특징으로 하는 채널 추정방법을 제공한다.

[0028] 그리고 상기 W는 가중합 조건을 만족하는 계수이다.

[0029] 여기서, 상기 특정 조건을 만족하지 못하면, 상기 가중합 수행단계에서는 (i-1)번째 가중합 과정을 수행한 채널 추정값을 제공한다.

[0030] 또한, 본 실시 예에 따르면 상기 신뢰도 평가단계 이전에, MRC를 이용하여 상기 신뢰도 평가를 위해 필요한 수신안테나별 데이터 파일럿 심볼을 생성하여 제공하는 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

[0031] 이상과 같은 본 발명의 MRC를 이용한 채널추정장치 및 그 채널추정방법에 따르면, 시간과 주파수 영역 채널 추정 방법을 제안함으로써 IEEE 802.11p 표준의 경우 프레임 구조를 변화시키지 않으면서, WAVE 장치의 성능을 개선시킬 수 있는 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 IEEE 802.11p WAVE 패킷 구조
- 도 2는 IEEE 802.11p WAVE 주파수, 시간 영역에서의 패킷 구조
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 MRC를 이용한 채널추정장치를 보인 구성도
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 MRC를 이용한 채널추정방법을 보인 흐름도
- 도 5 내지 도 14는 Cohda channel에서 기존 채널추정방법과 본 발명의 채널추정방법의 성능비교 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명에 따른 동작 및 작용을 이해하는 데 필요한 부분을 중심으로 상세히 설명한다. 본 발명의 실시 예를 설명하면서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려졌고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0034] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 동일한 명칭의 구성 요소에 대하여 도면에 따라 다른 참조부호를 부여할 수도 있으며, 서로 다른 도면임에도 동일한 참조부호를 부여할 수도 있다. 그러나 이와 같은 경우

라 하더라도 해당 구성 요소가 실시 예에 따라 서로 다른 기능을 갖는다는 것을 의미하거나, 서로 다른 실시 예에서 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미하는 것은 아니며, 각각의 구성 요소의 기능은 해당 실시 예에서의 각각의 구성 요소에 대한 설명에 기초하여 판단하여야 할 것이다.

[0035] 본 발명은 OFDM 시스템의 다중 수신안테나 환경에서 WSUM 기법과 TDA 기법을 적용한 새로운 방법의 MRC 기반 채널추정방안을 제안하는 것이고, 이하에서는 도면에 도시한 실시 예에 기초하면서 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.

[0036] 도 1은 IEEE 802.11p WAVE 패킷 구조, 도 2는 IEEE 802.11p WAVE 주파수, 시간 영역에서의 패킷 구조이다. 본 발명에서 제안하는 기법은 이러한 IEEE 802.11p 표준의 프레임 구조를 변화시키지 않으면서도 특정 조건에서 전체적으로 향상된 채널 추정 성능을 제공할 수 있는 것이다. 또한 본 발명에서 제안하는 기법은 일반적인 OFDM 시스템에도 적용이 가능하며 IEEE 802.11p 표준과 같이 채널 추정을 위한 파일럿 심벌의 수가 적은 OFDM 시스템에서 더욱 우수한 성능을 나타낸다.

[0037] 이를 위한 채널 추정장치(100)는 도 3에 도시하고 있다. LS(Least Square) 기법으로 채널 추정을 수행하는 초기 LS 추정부(Initial LS Estimation)(110), 상기 초기 채널 추정값에 대한 가중 합 과정을 수행하는 제1 가중 합 수행부(Weighted SUM)(120), 가중합 과정을 수행한 초기 채널 추정값을 이용하여 데이터 파일럿 심벌을 생성하는 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부(Equalization w/ MRC & Constructing Data Pilot)(130), 생성된 데이터 파일럿 심벌을 이용하여 i번째 채널 추정값을 추정하는 LS 추정부(Least Square Estimation)(140), 신뢰도 평가를 위한 4개의 데이터 파일럿 심벌을 생성하는 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부(Equalization w/,w/o MRC & Constructing Data Pilot)(150), 4개의 데이터 파일럿 심벌을 이용한 신뢰도 평가부(Realiability test)(160), 가중 합 과정을 수행하는 제2 가중 합 수행부(Weighted SUM)(170), 시간 영역에서 인접한 채널의 높은 상관관계를 이용하여 평균화 과정을 수행하여 최종 채널 추정값을 제공하는 TDA(Time Domain Averageing)부(180)를 포함하여 구성된다.

[0038] LS 추정부(110)는 주파수 영역에서 수신된 두 개의 롱 트레이닝 심벌 $Y_{r,-2}(k)$, $Y_{r,-1}(k)$ 와 송수신기에서 약속된 롱 트레이닝 심벌 $X_{LT}(k)$ 를 이용하여 채널 추정값인 $H_{r,LT}(k)$ 을 도출한다. 상기 $H_{r,LT}(k)$ 는 다음 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

[0039]
$$H_{r,LT}(k) = \frac{Y_{r,-2}(k) + Y_{r,-1}(k)}{2X_{LT}(k)}, k \in (S_D \cup S_P).$$

[0040] 수학적 식 1에서 S_D 는 주파수축 데이터 심벌 인덱스를 원소로 갖는 집합을 의미하고, S_P 는 주파수축 파일럿 심벌 인덱스를 원소로 갖는 집합을 의미한다.

[0041] 상기 제1 가중 합 수행부(120)는 초기 채널 추정값에 대한 가중 합 과정을 수행하는데, 여기서 가중합 과정에 사용되는 업데이트 매트릭스 정보 $M_{r,LT}(k)$ 는 상기 $H_{r,LT}(k)$ 가 약속된 롱 트레이닝 심벌 $X_{LT}(k)$ 를 통해 추정된 채널 값이기 때문에, 상기 $M_{r,LT}(k)$ 는 하기 수학적 식 2로 표현된다.

수학적 식 2

[0042]
$$M_{r,LT}(k) = 1, k \in (S_D \cup S_P)$$

[0043] 여기서, 상기 $M_{r,LT}(k)$ 는 업데이트 된 정보만을 저장하기 때문에, 상기 제1 가중 합 수행부(120)가 가중 합 과정을 수행하여 얻어진 초기채널 추정 값 $H_{r,LT}^{WSUM}(k)$ 은 다음 수학적 식 3과 같다.

수학식 3

$$H_{r,LT}^{WSUM}(k) = \frac{\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} H_{r,LT}(k+\lambda)\delta_{\lambda}}{\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} \delta_{\lambda}}, k \in (S_D \cup S_P)$$

[0044]

[0045] 여기서, β 는 주파수 영역에서의 평균화를 위한 계수이고, 본 실시 예는 $\beta=1$ 로 한다. 또한 δ_{λ} 는 가중치 계수로, 본 실시 예는 $[\delta_{-1}, \delta_0, \delta_1] = [0.5, 1.0, 0.5]$ 로 한다.

[0046] 본 실시 예에 따른 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부(130)는 MRC 기법을 이용하여 하나의 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 을 생성하고 있다. 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부(130)는 등화 및 디맵핑 기능을 수행한다. 즉 R개의 수신 안테나의 (i - 1) 번째 최종채널 추정값 $\{H_{r,i-1}^{TDA}(k)\}_{r=1}^R$ 와 R개의 수신 안테나의 i번째 수신신호 $\{Y_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 MRC로 등화한 다음 디맵핑 과정을 수행하여 상기 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 을 생성하는 것이다. 여기서 변수 R은 수신 안테나 수를 의미한다.

[0047] 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부(130)가 생성한 추정된 데이터 파일럿 심벌은 다음 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$\hat{X}_i^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_i(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R H_{r,i-1}^{TDA*}(k) Y_{r,i}(k)}{\sum_{r=1}^R |H_{r,i-1}^{TDA}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0048]

[0049] 여기서 $Y_{r,i}(k)$ 는 $Y_{r,i}$ 의 k번째 원소이고, $Y_{r,i}$ 는 주파수 영역에서 r번째 수신 안테나의 i번째 수신 신호 벡터값을 의미한다. 여기서, $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 에서 $i = 1$ 일 경우에는 상기 수학식 3에서 구해진 초기채널 추정값 $\{H_{r,LT}^{WSUM}(k)\}_{r=1}^R$ 을 사용한다. 즉, 수학식 4에서 $H_{r,0}^{TDA}(k) = H_{r,LT}^{WSUM}(k)$ 를 사용한다. 또한, 부반송파의 위치가 파일럿 위치일 경우, 즉 $k \in S_P$ 인 경우에는 송수신기에서 약속된 파일럿 심벌 $X_i(k)$ 를 할당한다.

[0050] i번째 초기 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 을 추정하는 LS 추정부(140)는 생성된 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 와 $Y_{r,i}(k)$ 을 이용해 등화과정을 수행하여 추정한다.

[0051] 추정된 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 는 다음 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$\hat{H}_{r,i}(k) = \frac{Y_{r,i}(k)}{\hat{X}_i^{ODPM}(k)}, k \in (S_D \cup S_P)$$

[0052]

[0053] 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부(150)는 i번째 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 에 대한 신뢰도 평가 과정을 수행하는데, 이를 위하여 수신 안테나별 데이터 파일럿과 MRC를 이용한 데이터 파일럿의 총 4개의 데이터 파일럿 심벌을

생성한다.

[0054] 4개의 데이터 파일럿 심벌은 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$, $S_{r,i-1}(k)$, $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$, $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 이다.

[0055] 첫 번째, 상기 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 와 (i - 1) 번째 수신신호 $Y_{r,i-1}(k)$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고, 수학식 6으로 표현된다.

수학식 6

$$\hat{S}_{r,i-1}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{Y_{r,i-1}(k)}{\hat{H}_{r,i}(k)} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0056]

[0057] 여기서 부반송파의 위치가 파일럿 위치일 경우 즉, $k \in S_P$ 인 경우에는 송수신기에서 약속된 파일럿 심벌 정보 $X_{i-1}(k)$ 를 할당하게 된다.

[0058] 두 번째, 상기 $S_{r,i-1}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $H_{r,i-1}^{TDA}(k)$ 와 (i - 1) 번째 수신신호 $Y_{r,i-1}(k)$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고, 수학식 7로 표현된다. 상기 $H_{r,i-1}^{TDA}(k)$ 는 시간영역에서 평균화 과정을 수행한 최종 채널 추정값을 말한다.

수학식 7

$$S_{r,i-1}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{Y_{r,i-1}(k)}{H_{r,i-1}^{TDA}(k)} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0059]

[0060] 여기서 부반송파의 위치가 파일럿 위치일 경우 즉, $k \in S_P$ 인 경우에는 송수신기에서 약속된 파일럿 심벌 $X_{i-1}(k)$ 를 할당하게 된다.

[0061] 세 번째, 상기 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $\{\hat{H}_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 와 $\{Y_{r,i-1}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고 하기 수학식 8과 같다. 여기서 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 는 $Y_{r,i}(k)$ 와 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 를 이용하여 LS 기법으로 추정된 채널 추정 값이고, $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 는 주파수 영역에서 MRC를 이용하여 생성된 데이터 파일럿 심벌이다.

수학식 8

$$\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & , \text{if } k \in S_P \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R \hat{H}_{r,i}^*(k) Y_{r,i-1}(k)}{\sum_{r=1}^R |\hat{H}_{r,i}(k)|^2} \right) & , \text{else} \end{cases}$$

[0062]

[0063] 여기서 부반송파의 위치가 파일럿 위치일 경우 즉, $k \in S_P$ 인 경우에는 송수신기에서 약속된 파일럿 심벌 $X_{i-1}(k)$ 를 할당하게 된다.

[0064] 네 번째, 상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 데이터 파일럿 심벌은 $\{H_{r,i-1}^{IDA}(k)\}_{r=1}^R$ 와 $\{Y_{r,i-1}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 등화 및 디맵핑 과정에 의해 생성되고 하기 수학적 식 9와 같다.

수학적 식 9

$$S_{i-1}^{ODPM}(k) = \begin{cases} X_{i-1}(k) & \text{,if } k \in S_P \\ D \left(\frac{\sum_{r=1}^R H_{r,i-1}^{IDA*}(k) Y_{r,i-1}(k)}{\sum_{r=1}^R |H_{r,i-1}^{IDA}(k)|^2} \right) & \text{,else} \end{cases}$$

[0065]

[0066] 여기서 부반송파의 위치가 파일럿 위치일 경우 즉, $k \in S_P$ 인 경우에는 송수신기에서 약속된 파일럿 심벌 $X_{i-1}(k)$ 를 할당하게 된다.

[0067] 상기 신뢰도 평가부(160)는 상기 4개의 데이터 파일럿 심벌을 이용하여 신뢰도 평가 방식을 제안한다. 신뢰도 평가는 상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 와 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 가 동일($S_{i-1}^{ODPM}(k) == \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$)할 때, i번째 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도가 높다고 판단하여 i번째 수신신호에 대한 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 으로 판정한다. $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 는 신뢰도 평가를 이용해 도출된 채널 추정값이다.

[0068] 상기 신뢰도 평가에서 상기 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 와 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 가 상이($S_{i-1}^{ODPM}(k) \neq \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$)하면 기존의 각 수신 안테나별로 생성된 데이터 파일럿을 이용하여 다시 신뢰도 평가를 수행하게 된다. 이때는 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$ 와 $S_{r,i-1}(k)$ 를 이용한다. 상기 2개의 값이 동일할 경우 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도가 높다고 판단하여 r 번째 수신 안테나의 i번째 수신신호에 대한 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 으로 판정하고, 동일하지 않으면 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도가 낮다고 판단하여 r 번째 수신 안테나의 (i - 1) 번째 수신신호에 대한 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i-1}^{CDP}(k)$ 을 i 번째 수신 신호에 대한 채널 추정 값으로 판정한다.

[0069] 따라서 신뢰도 평가부(160)에서 i번째 수신신호에 대한 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 은 다음 수학적 식 10과 같이 표현할 수 있다. 또한, 신뢰도 평가부(160)는 후단의 제2 가중 합 수행부(170)가 가중합 과정을 수행하도록 하기 수학적 식 11과 같은 업데이트 매트릭스 정보 $M_{r,i}(k)$ 를 제공한다. 상기 $M_{r,i}(k)$ 는 상기 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 의 업데이트 매트릭스 정보이다.

수학적 식 10

$$\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k) = \begin{cases} \hat{H}_{r,i}(k) & \text{,if } S_{i-1}^{ODPM}(k) == \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k) \text{ or } \hat{S}_{r,i-1}(k) == \hat{S}_{r,i-1}(k) \\ \hat{H}_{r,i-1}^{CDP}(k) & \text{,else} \end{cases}$$

[0070]

수학식 11

[0071]

$$M_{r,i}(k) = \begin{cases} 1 & , \text{if } S_{i-1}^{ODPM}(k) == \hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k) \text{ or } S_{r,i-1}(k) == \hat{S}_{r,i-1}(k) \\ 0 & , \text{else} \end{cases}$$

[0072]

본 실시 예에 따르면 신뢰도 평가 이후 주파수 축 및 시간 축에서 각각 선택적으로 평균을 취하여 최종 채널 추정 값을 제공한다.

[0073]

제2 가중 합 수행부(170)는, 주파수 영역에서 인접한 부반송파끼리의 높은 상관관계를 이용하여 가중 합 과정을 수행한다. 이때 가중 합의 판단 기준은 $M_{r,i}(k)$ 를 기초로 수행된다.

[0074]

가중 합 과정은, 인접한 부반송파에 윈도우 구간 ($2\beta + 1$)를 설정하고 윈도우 구간 내에 특정 조건을 만족할 경우 인접한 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하고, 반면 특정 조건을 만족하지 못하면 ($i - 1$) 번째 채널 $\hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)$ 를 사용한다. $\hat{H}_{r,i}^{WSUM}(k)$ 는 가중 합 과정을 수행한 채널 추정 값으로, 수학식 12와 같다.

수학식 12

[0075]

$$\hat{H}_{r,i}^{WSUM}(k) = \begin{cases} \frac{\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} \hat{H}_{r,i}^{ODPM}(k+\lambda) M_{r,i}(k+\lambda) \delta_{\lambda}}{\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \delta_{\lambda}} & , \text{if } \sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W \\ \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k) & , \text{else} \end{cases}$$

[0076]

그리고 제2 가중 합 수행부(170)는, 시간 영역에서 평균화 과정을 수행하도록 가중 합 업데이트의 매트릭스 정보 $M_{r,i}^W(k)$ 를 제공한다. 상기 $M_{r,i}^W(k)$ 는 다음 수학식 13과 같다.

수학식 13

[0077]

$$M_{r,i}^W(k) = \begin{cases} 1 & , \text{if } \sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W \\ 0 & , \text{else} \end{cases}$$

[0078]

TDA(Time Domain Averaging)부(180)는 상기 $M_{r,i}^W(k)$ 를 기준으로 시간영역에서 인접한 채널의 높은 상관관계를 이용하여 평균화 과정을 수행하여 하기 수학식 14의 최종채널 추정 값 $H_{r,i}^{TDA}(k)$ 을 제공한다.

수학식 14

[0079]

$$H_{r,i}^{TDA}(k) = \begin{cases} \frac{\hat{H}_{r,i}^{WSUM}(k) + \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)}{2} & , \text{if } M_{r,i}^W(k) == 1 \\ \hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k) & , \text{else} \end{cases}$$

[0080]

다음에는 이와 같이 구성된 채널추정장치를 이용한 채널추정방법에 대해 살펴본다. 초기 LS 추정부(110)는 채널 추정값인 $H_{r,LT}(k)$ [수학식 1]과 가중합 과정에 사용되는 업데이트 매트릭스 정보 $M_{r,LT}(k)$ [수학식 2]을 출력한다

(s100).

[0081] 그러면 제1 가중 합 수행부(120)는 상기 $H_{r,LT}(k)$ 및 $M_{r,LT}(k)$ 를 입력받게 되며, 이에 가중 합 과정을 수행하여 초기 채널 추정 값인 $H_{r,LT}^{WSUM}(k)$ [수학식 3]을 출력한다(s102). 여기서 본 실시 예는 상기 $H_{r,LT}^{WSUM}(k)$ 의 β 를 1로 하며, 가중치 계수인 $[\delta_{-1}, \delta_0, \delta_1]$ 을 $[0.5, 1.0, 0.5]$ 로 하는데, 이는 시변 채널을 고려하여 k번째 채널추정 값에 높은 가중치를 부여하기 위한 것이라 할 것이다.

[0082] 이와 같이 가중 합 수행이 완료되면 제1 데이터 파일럿 심벌 추정부(130)는 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ [수학식 4]을 생성하게 되는데, 이때 본 실시 예는 안테나별로 독립적으로 수행하지 않고 MRC 기법을 이용하여 채널을 추정하고 있다(s104). 채널 추정은 R개의 수신 안테나의 (i - 1) 번째 최종채널 추정값 $\{H_{r,i-1}^{TDA}(k)\}_r^R$ 와 R개의 수신 안테나의 i번째 수신신호 $\{Y_{r,i}(k)\}_{r=1}^R$ 를 이용하여 MRC로 등화한 다음 디맵핑 과정에 의해 이루어진다.

[0083] 그러면 LS 추정부(140)는 상기 데이터 파일럿 심벌 $\hat{X}_i^{ODPM}(k)$ 와 $Y_{r,i}(k)$ 을 이용해 등화과정을 수행하여 i번째 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 을 추정한다(s106).

[0084] 이후, 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부는 i번째 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도 평가를 위해 데이터 파일럿을 생성한다(s108). 데이터 파일럿은 총 4개이며, 각각의 수신안테나별 데이터 파일럿 2개와 MRC를 이용한 데이터 파일럿 2개를 말한다.

[0085] 4개의 데이터 파일럿 심벌은 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$, $S_{r,i-1}(k)$, $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$, $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 이고, 상기 수학식 6 내지 수학식 9에 나타내고 있다.

[0086] 이처럼 4개의 데이터 파일럿 심벌이 생성되면 신뢰도 평가부(160)는 i번째 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 에 대한 신뢰도를 평가한다(s110). 평가방법은, 상기 데이터 파일럿 심벌 중 $S_{i-1}^{ODPM}(k)$ 와 $\hat{S}_{i-1}^{ODPM}(k)$ 가 동일할 때, $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도가 높다고 판단하여 i번째 수신신호에 대한 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 으로 판정한다.

[0087] 반면 서로 상이하면 기존의 각 수신 안테나별로 생성된 데이터 파일럿을 이용하여 다시 신뢰도 평가를 수행한다. 즉 $\hat{S}_{r,i-1}(k)$ 와 $S_{r,i-1}(k)$ 가 동일하면 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도가 높다고 판단하여 r 번째 수신 안테나의 i번째 수신신호에 대한 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 으로 판정하고, 동일하지 않으면 $\hat{H}_{r,i}(k)$ 의 신뢰도가 낮다고 판단하여 r 번째 수신 안테나의 (i - 1) 번째 수신신호에 대한 채널 추정 값 $\hat{H}_{r,i-1}^{CDP}(k)$ 을 i 번째 수신 신호에 대한 채널 추정 값으로 판정한다.

[0088] 따라서 신뢰도 평가부(160)의 상기 신뢰도 평가 방식에 따라 i번째 수신신호에 대한 채널 추정값 $\hat{H}_{r,i}^{CDP}(k)$ 은 상기 수학식 10과 같이 나타낼 수 있다.

[0089] 한편, 본 발명은 이와 같은 신뢰도 평가 수행 이후에 주파수 영역 및 시간 영역에서의 가중합 과정을 더 수행하여 최종 채널 추정 값 $H_{r,i}^{TDA}(k)$ 을 추정한다. 따라서 상기 신뢰도 평가부(160)는, 상기 $\hat{H}_{r,i-1}^{CDP}(k)$ 과 함께 업데이트 매트릭스 정보 $M_{r,i}(k)$ 를 제2 가중 합 수행부(170)로 제공하게 된다.

[0090] 이때, 제2 가중 합 수행부(170)는, $(2\beta + 1)$ 로 설정된 윈도우 구간 내에서 특정 조건, 즉

$$\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$$
을 만족할 경우에만(s112), 인접한 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하고(s114), 상기 특정 조건을 만족하지 못하면 $\hat{H}_{r,i-1}^{WSUM}(k)$ 을 사용한다(s113). 여기서 상기 W는 가중합 조건을 만족하기 위한 계수로서, 본 실시 예는 2로 셋팅된다.

[0091] 이처럼 주파수 영역에서 채널 값의 평균을 수행한 다음에는 시간영역에서도 채널 값의 평균을 수행하도록 TDA부(180)는 상기 제2 가중합 수행부(170)가 제공한 $M_{r,i}^{W(k)}$ 을 이용하여 평균화 과정을 수행한다(s116). 이러한 평균화 과정에 의해 최종 채널 추정 값 $H_{r,i}^{TDA}(k)$ [수학식 14]을 출력하게 된다(s118).

$$\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$$

[0092] 이와 같이 본 발명은 신뢰도 평가단계에 따라 도출된 채널 추정 값에 대하여 $\sum_{\lambda=-\beta}^{\beta} M_{r,i}(k+\lambda) \geq W$ 을 만족하는 경우에 주파수 영역에서 인접 채널 값에 가중치를 부여하여 채널 값의 평균을 수행하고, 이후 가중합된 채널 추정 값에 대하여 시간 영역에서 다시 평균화과정을 수행함으로써 최종 채널 추정 값을 제공함을 알 수 있다. 그러기 때문에 기존의 채널 추정방법에 비하여 IEEE 802.11p 표준의 프레임 구조를 변화시키지 않으면서 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있어 WAVE 장치의 성능을 개선할 수 있는 것이다. 또한 제안된 기법은 일반적인 OFDM 시스템에 적용이 가능하며 IEEE 802.11p 표준과 같이 채널 추정을 위한 파일럿 심벌의 수가 적은 경우에 보다 우수한 성능을 나타낸다.

[0093] 이러한 채널 추정성능의 예는 도 5 내지 도 14를 통해 확인할 수 있다.

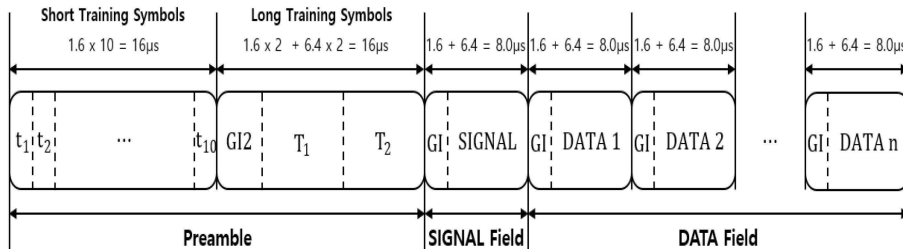
[0094] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

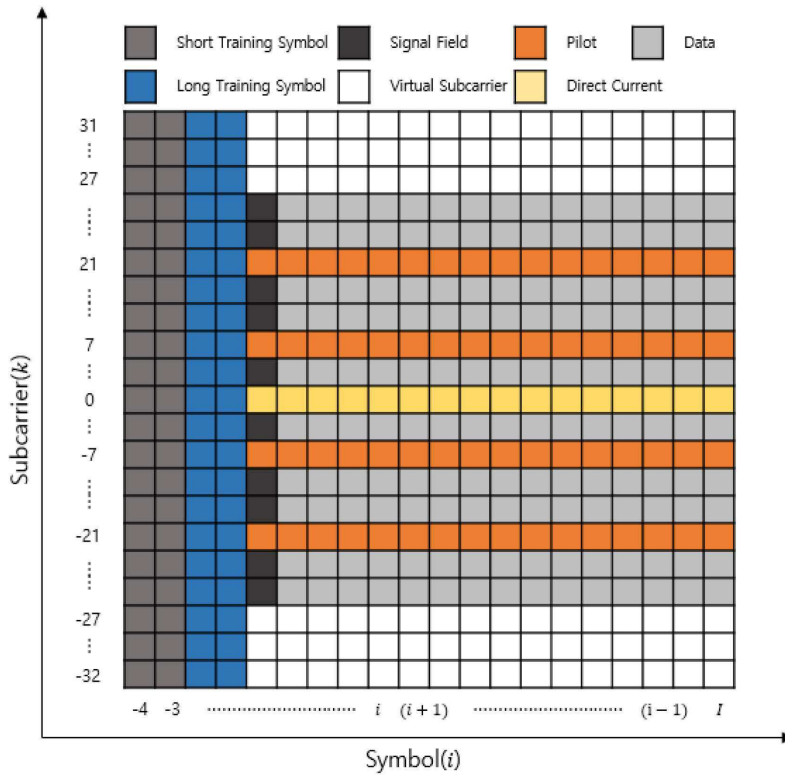
- [0095] 110: 초기 LS 추정부(Initial LS Estimation)
- 120: 제1 가중 합 수행부(Weighted SUM)
- 130: 제1 데이터 파일럿 심벌 생성부(Equalization w/ MRC & Constructing Data Pilot)
- 140: LS 추정부(LS Estimation)
- 150: 제2 데이터 파일럿 심벌 생성부(Equalization w/,w/o MRC & Constructing Data Pilot)
- 160: 신뢰도 평가부(Realiability test)
- 170: 제2 가중 합 수행부(Weighted SUM)
- 180: TDA(Time Domain Averaging)

도면

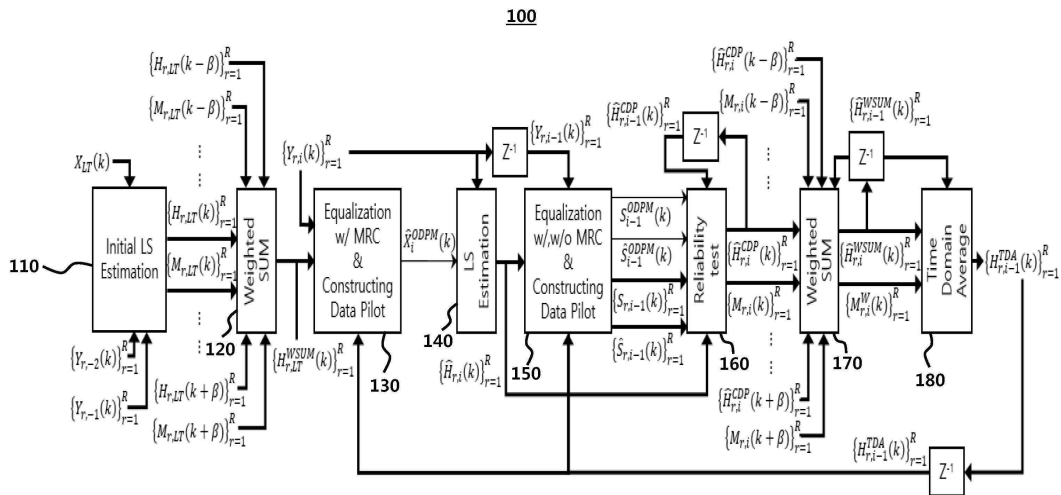
도면1



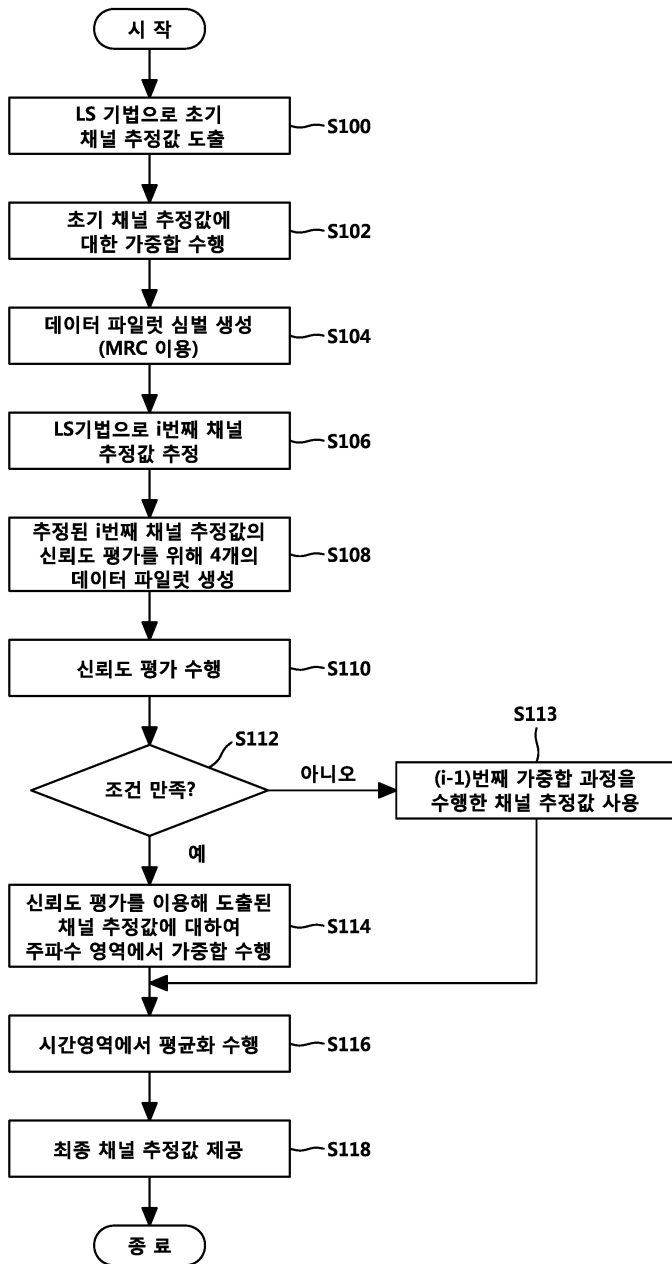
도면2



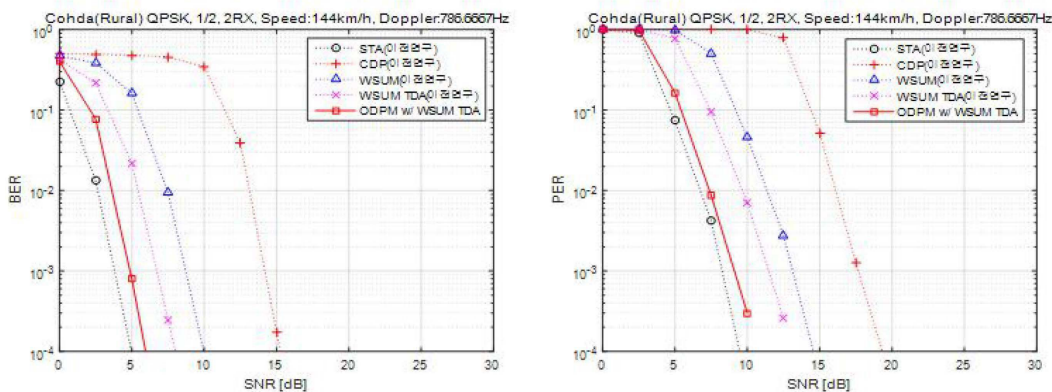
도면3



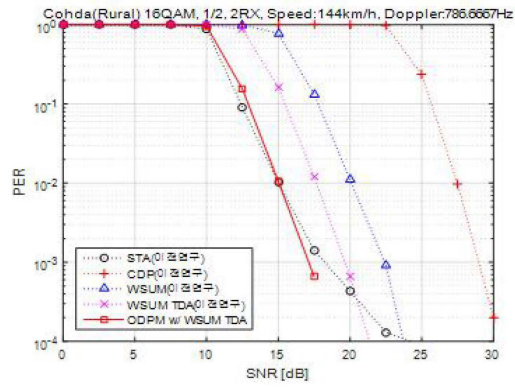
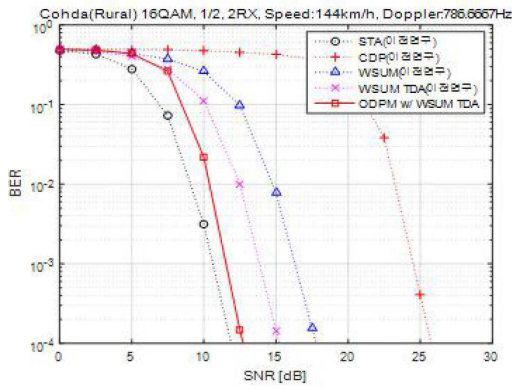
도면4



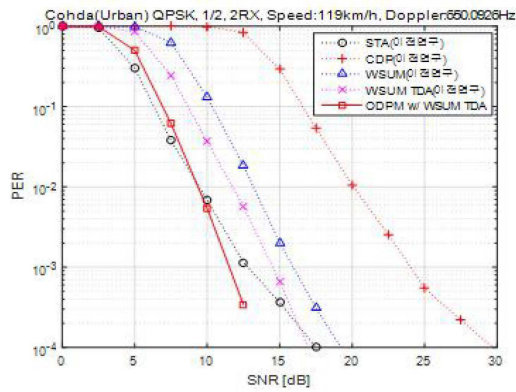
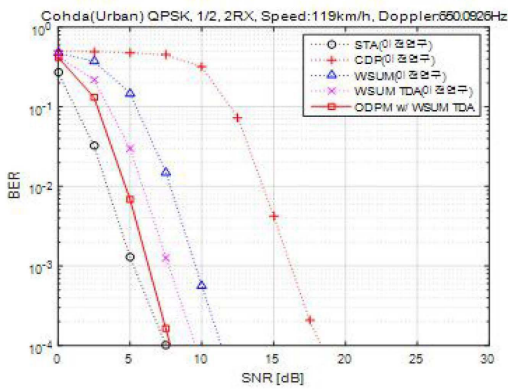
도면5



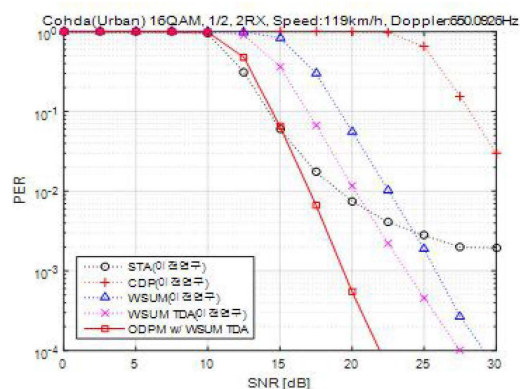
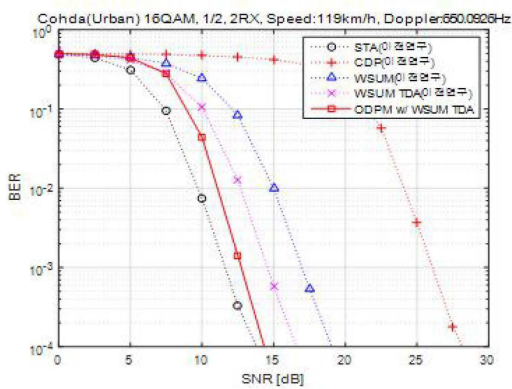
도면6



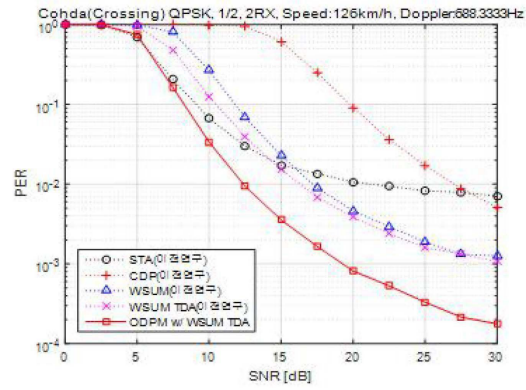
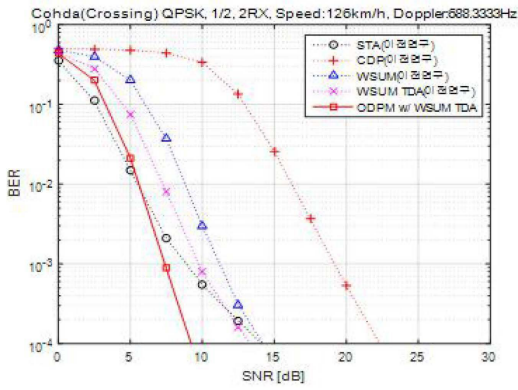
도면7



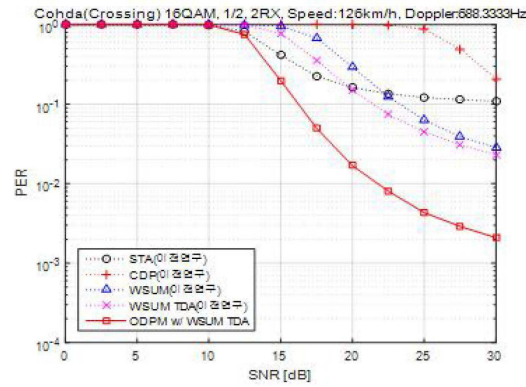
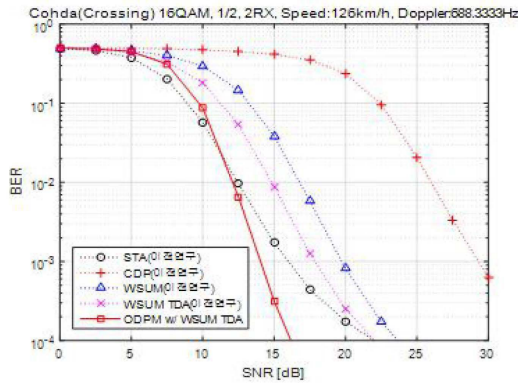
도면8



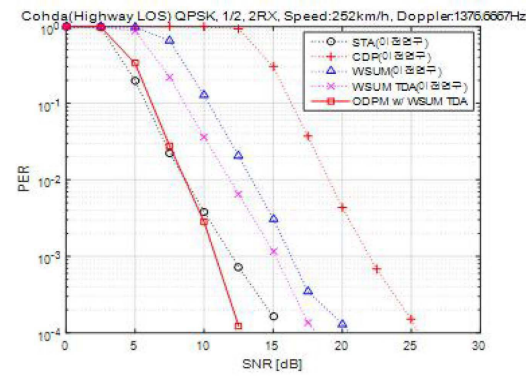
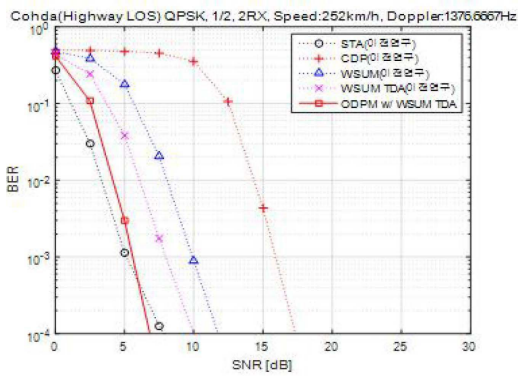
도면9



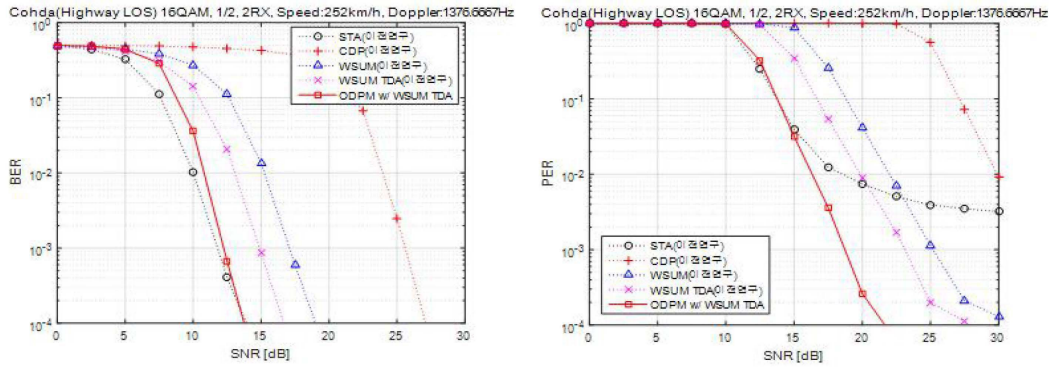
도면10



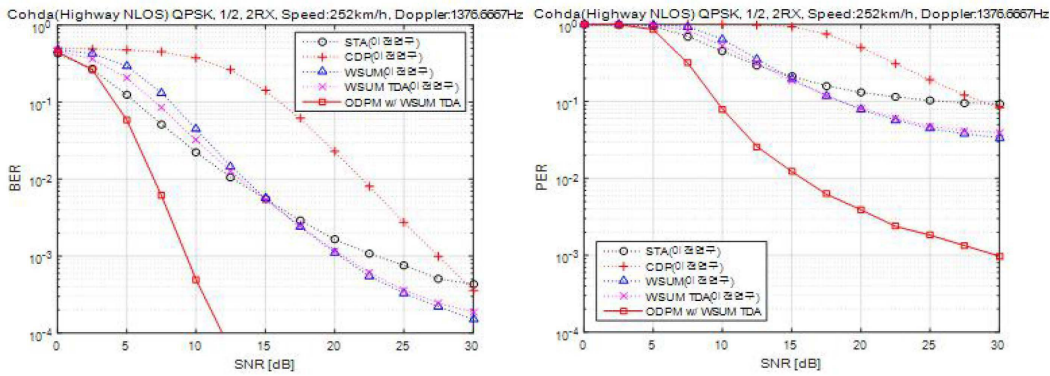
도면11



도면12



도면13



도면14

