



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0008834
(43) 공개일자 2012년02월01일

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0070053

(22) 출원일자 2010년07월20일

심사청구일자 2010년07월20일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

정덕진

인천광역시 남구 소성로 71, 하이테크 510호 (용현동, 인하대학교)

이상설

인천광역시 남구 경인북길 59-21, 4동 201호 (용현동, 영동하이츠)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

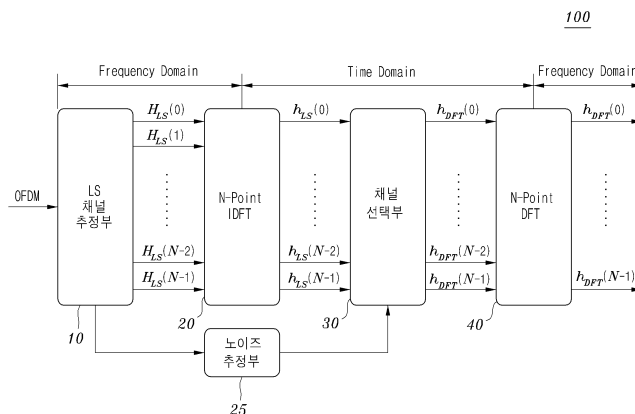
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치

(57) 요약

DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치를 개시한다. 상기 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치는 OFDM 신호 수신하여 주파수 영역으로 변환을 수행하고, 상기 변환된 결과값으로부터 다수의 파일렛 신호들을 추출하여 내삽을 이용하여 채널의 주파수 응답(CFR)값을 추정하는 LS 채널 추정부, 상기 채널의 주파수 영역 응답(CFR)값을 역고속푸리에 변환하여 시간영역 응답 값으로 변환한 후 채널의 임펄스 응답(CIR)값을 검출하는 역고속푸리에 변환부, 상기 변환 결과값 내의 잡음의 크기를 감지하여 출력하는 DWT 모듈, 상기 변환된 채널의 임펄스 응답(CIR)값 및 상기 DWT 모듈로부터 출력된 상기 잡음의 크기값 각각을 수신하여 중요 채널 신호를 출력하는 채널 선택부 및 상기 채널 선택부로부터 상기 중요 채널 신호를 수신받아 고속푸리에변환 과정을 통해 상기 중요 채널 내의 노이즈가 제거된 주파수 영역 응답값을 출력하는 고속푸리에변환부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김병수

인천광역시 연수구 연수1동 동남아파트 102동 402호

왕규열

인천광역시 남동구 구월1동 동아아파트 2-410

신성섭

인천광역시 남구 경인북길 59-21, 4동 201호 (용현동, 영동하이츠)

특허청구의 범위

청구항 1

OFDM 신호 수신하여 주파수 영역으로 변환을 수행하고, 상기 변환된 결과값으로부터 다수의 파일럿 신호들을 추출하여 내삽을 이용하여 채널의 주파수 응답(CFR)값을 추정하는 LS 채널 추정부;

상기 채널의 주파수 영역 응답(CFR)값을 역고속푸리에 변환하여 시간영역 응답 값으로 변환한 후 채널의 임펄스 응답(CIR)값을 검출하는 역고속푸리에변환부;

상기 변환 결과값 내의 잡음의 크기를 감지하여 출력하는 DWT 모듈;

상기 변환된 채널의 임펄스 응답(CIR)값 및 상기 DWT 모듈로부터 출력된 상기 잡음의 크기값 각각을 수신하여 중요 채널 신호를 출력하는 채널 선택부; 및

상기 채널 선택부로부터 상기 중요 채널 신호를 수신받아 고속푸리에변환 과정을 통해 상기 중요 채널 내의 노이즈가 제거된 주파수 영역 응답값을 출력하는 고속푸리에변환부를 포함하는 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 LS 채널 추정부는,

상기 OFDM 신호를 수신하여 순차적으로 출력하는 선입선출부(FIFO);

상기 OFDM 신호 내의 다수의 파일럿 신호들 중 짝수 심볼이 포함된 파일럿을 추출하는 제1 파일럿 추출부;

상기 선입선출부로부터 출력된 결과값 내의 다수의 파일럿 신호들 중 홀수 심볼이 포함된 파일럿을 추출하는 제2 파일럿 추출부; 및

상기 제1 파일럿 추출부 및 상기 제2 파일럿 추출부에서 각각 출력된 다수의 파일럿들을 사이의 채널을 내삽을 이용하여 추정하는 보간부를 포함하는 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보간부는 상기 제1 파일럿 추출부로부터 출력된 파일럿과 상기 제2 파일럿 추출부로부터 출력된 파일럿 간의 채널을 내삽을 이용하여 추정하는 것을 특징으로 하는 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 내삽은 상기 제1 파일럿으로부터 출력된 파일럿과 상기 제2 파일럿으로부터 출력된 파일럿 값의 차를 쉬프트와 덧셈을 이용하는 것을 특징으로 하는 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 역고속푸리에변환부는 DIF(Decimation in Frequency) 모드로 수행되는 것을 특징으로 하는 DWT를 이용한

적응형 채널 추정장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 고속푸리에변환부는 DIT(Decimation in Time) 모드로 수행되는 것을 특징으로 하는 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선통신장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 특히 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 직교 주파수 분할 다중)과 같이 주파수 영역 신호처리를 수행하는 시스템을 위한 채널추정 및 추정과정에서 발생하는 오류를 보상하여 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있는 DWT를 이용한 적응형 채널 추정 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선통신 환경에서는 다중경로에 의한 전송지연으로 인해 수신된 신호가 주파수 선택적인 전력 스펙트럼 특성을 가지게 된다. 이러한 채널상의 왜곡을 보상하기 위해 현재까지 다양한 채널추정 기법들이 연구되어 왔다.

[0003] 그 중, LMMSE(Linear Mean Square Error) 채널추정 방식은 잡음에 의한 추정오류를 최소로 줄일 수 있는 방법으로 잘 알려져 있다. 하지만, 이 방식은 채널의 통계적 특성을 얻기 위해 상당한 연산량을 필요로 하고, 구현상 복잡도가 크며, 처리 지연시간이 증가하는 단점이 있다. 즉, 수신기 구현 부담으로 인해 적용이 어렵다.

[0004] 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 현재 복잡도가 낮은 형태의 변형 방식들도 다양하게 제시되고 있다. 그 중 DFT(Discrete Fourier Transform) 기반의 채널 추정 방식은 채널의 통계적 특성에 관계없이 일정량의 잡음을 제거할 수 있는 특징이 있다. 또한, CEC(Correlation Error Cancellation) 방식은 DFT 기반의 채널 추정 방식에서 발생하는 추정오류를 복잡도의 큰 증가 없이 효과적으로 제거할 수 있는 채널추정 기법으로 알려져 있다. 그러나 이와 같은 복잡도 감소 방식들은 실제적인 무선채널 환경에 적용할 경우 심각한 추정오류가 발생한다.

[0005] 대표적인 추정 오류의 원인은 밀집된 다중경로 채널(Dense Multipath Channel)환경이며, 이와 더불어 전송 지연의 길이가 샘플 간격의 정수배로 모델링 된다고 보장할 수 없는 일반적인 무선채널 환경도 이러한 채널추정 오류의 한 가지로 볼 수 있다.

[0006] 일반적으로 OFDM 기반의 상용 무선통신 시스템에서는 인접 통신채널의 간섭을 최소화하고 디지털 필터의 적용을 용이하게 하기 위해 전송 가능한 대역 내 보호대역을 설정한다. 즉, 유효대역 내 부반송파에서는 데이터 및 파일럿을 전송하며, 보호대역 내 부반송파에는 어떠한 신호도 전송하지 않는다. 이러한 부반송파들을 유효 부반송파(Useful Subcarrier) 및 가상 부반송파(Virtual Subcarrier)라 한다.

[0007] 일반적으로 보호대역은 주파수 스펙트럼 상 양끝 대역에 위치한다. 한편, 이러한 보호대역의 설정은 시간영역 채널의 임펄스 응답(CIR; Channel Impulse Response, 이하 CIR)의 추정을 기반으로 하는 채널추정기의 구현을 어렵게 하는 단점이 있다. 일반적으로 OFDM 시스템의 초기 채널추정은 주파수 영역 유효 부반송파 중 송수신기간에 약속된 파일럿 부반송파 신호에 의해 수행되며, 데이터 부반송파 위치의 채널추정을 위해 다양한 보간 기법들을 사용한다. 또한, 추가적으로 잡음에 의한 추정오류를 최소화시키기 위해 다양한 형태의 개선 기법들이 적용되기도 한다.

[0008] 일 예로 DFT 기반의 채널추정 기법은 초기 채널추정기로부터 얻은 채널의 주파수 응답(CFR: Channel Frequency Response) 값을 역푸리에 변환(IFFT; Inverse Fast Fourier Transform)을 통해 채널의 임펄스 응답(CIR; Channel Impulse Response)형태로 변형한 후 잡음을 제거하는 형태로 동작한다.

[0009] 이러한 잡음 제거 방식은 채널 추정 성능을 개선시키는 것을 목적으로 하지만 보호대역이 설정되어 있는 OFDM

시스템에서는 잡음 제거 과정에서 유효한 채널 성분들까지 제거하는 오동작을 유발하여 오히려 성능이 저하되는 현상이 발생하기도 한다.

- [0010] 이때, 잡음제거 과정에서 발생하는 채널추정 오류를 보상하기 위해 상관로류제거(CEC; Correlation Error Cancellation)방식이 적용된다.
- [0011] 종래의 채널추정오류 보상과정은 다음과 같이 크게 4단계로 표현된다.
- [0012] 제1단계로, 초기 CIR(채널의 임펄스 응답, Channel Impulse Response) 값을 저장한다.
- [0013] 제2단계로, 최대 전력을 가지는 CIR의 샘플 위치를 추정한다. 반복 수행 과정에서 이전에 추정된 최대 전력 위치는 제외한다.
- [0014] 제3단계로 2단계에서 추정된 최대 전력 CIR 값을 기준으로 상관오류를 제거한다. 이 과정에서 비이상적 자기상관 함수가 적용된다.
- [0015] 그리고 일정 조건이 만족 될 때까지 위의 제2단계와 제3단계를 반복 수행한다.
- [0016] 그러나 이러한 종래의 채널추정 오류보상 방식 경우에도 여전히 문제점을 유발시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 OFDM 기반의 통신 시스템인 모바일 와이맥스는 주파수 선택적 페이딩에 강하고 직교성을 이용하여 채널을 효율적으로 이용하기에 높은 전송률이 가능하다. 하지만 고속으로 이동할 때 채널의 왜곡을 정확히 추정하지 않으면 성능이 급격하게 떨어지는 문제점을 해결하고자 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 DWT를 이용한 적응형 채널 추정장치는 OFDM 신호 수신하여 주파수 영역으로 변환을 수행하고, 상기 변환된 결과값으로부터 다수의 파일럿 신호들을 추출하여 내삽을 이용하여 채널의 주파수 응답값을 추정하는 LS 채널 추정부, 상기 채널의 주파수 영역 응답값을 역고속푸리에 변환하여 시간영역 응답 값으로 변환한 후 채널의 임펄스 응답값을 검출하는 역고속푸리에변환부, 상기 변환 결과값 내의 잡음의 크기를 감지하여 출력하는 DWT 모듈, 상기 변환된 채널의 임펄스 응답값 및 상기 DWT 모듈로부터 출력된 상기 잡음의 크기값 각각을 수신하여 중요 채널 신호를 출력하는 채널 선택부 및 상기 채널 선택부로부터 상기 중요 채널 신호를 수신받아 고속푸리에변환 과정을 통해 상기 중요 채널 내의 노이즈가 제거된 주파수 영역 응답값을 출력하는 고속푸리에변환부를 포함한다.
- [0019] 상기 LS 채널 추정부는, 상기 OFDM 신호를 수신하여 순차적으로 출력하는 선입선출부(FIFO), 상기 OFDM 신호 내의 다수의 파일럿 신호들 중 짝수 심볼이 포함된 파일럿을 추출하는 제1 파일럿 추출부, 상기 선입선출부로부터 출력된 결과값 내의 다수의 파일럿 신호들 중 홀수 심볼이 포함된 파일럿을 추출하는 제2 파일럿 추출부 및 상기 제1 파일럿 추출부 및 상기 제2 파일럿 추출부에서 각각 출력된 다수의 파일럿들을 사이의 채널을 내삽을 이용하여 추정하는 보간부를 포함한다.
- [0020] 상기 보간부는 상기 제1 파일럿 추출부로부터 출력된 파일럿과 상기 제2 파일럿 추출부로부터 출력된 파일럿 간의 채널을 내삽을 이용하여 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 내삽은 상기 제1 파일럿으로부터 출력된 파일럿과 상기 제2 파일럿으로부터 출력된 파일럿 값의 차를 쉬프트와 덧셈을 이용하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 역고속푸리에변환부는 DIF(Decimation in Frequency) 모드로 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 고속푸리에변환부는 DIT(Decimation in Time) 모드로 수행되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따르면 일반적인 무선채널 환경에서 적용 가능한 채널 추정기의 성능이 크게 향상된다.

[0025] 또한, 다중경로 채널의 지연 위치가 밀집됨으로 인한 오류 및 이산적인 샘플 간격의 정수배에 해당하지 않는 지연 위치가 존재하는 현실적인 채널환경에 대해서 보다 적합한 방법을 제공함으로써 성능이 훨씬 향상된 무선통신 시스템 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 발명에 따르면, DWT를 이용하여 주파수 영역에서 시간 영역 문턱값을 계산 함으로서 시간영역에서의 연산으로 인한 연산 지연과 메모리 공간을 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0027] 또한, 기존의 방법에 비해 연산 지연과 하드웨어 사이즈가 감소하였고 채널 추정 성능이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 DWT를 이용한 DFT 기반 적응형 채널 추정장치를 나타낸 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 LS 채널 추정부를 보다 상세하게 나타낸 예시도이다.

도 3은 도 1에 도시된 보간부를 보다 구체적으로 나타낸 예시도이다.

도 4는 도 1에 도시된 노이즈 추정부를 보다 구체적으로 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "~부", "~기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0031] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 DWT를 이용한 DFT 기반 적응형 채널 추정장치를 나타낸 블록도이다.

[0032] 도 1에 도시된 바와같이, 본 발명의 DWT를 이용한 DFT 기반의 적응형 채널 추정장치(100)는 LS 채널 추정부(10), 역고속푸리에변환부(20), 노이즈 추정부(25), 채널 선택부(30) 및 고속푸리에변환부(40)를 포함한다.

[0033] 상기 LS 채널 추정부(10)는 외부로부터 전송된 OFDM 신호를 수신하여 주파수 영역으로 변환을 수행하고, 상기 변환된 결과값으로부터 다수의 파일럿 신호들을 추출하여 내삽을 이용하여 채널의 주파수 응답값($H_{LS}(0)$ 부터 $H_{LS}(N-1)$)을 추정한다.

[0034] 상기 역고속푸리에변환부(20)는 상기 LS 채널 추정부(10)로부터 주파수 영역 응답값들($H_{LS}(0)$ 부터 $H_{LS}(N-1)$)을 역고속푸리에 변환하여 시간영역 응답 값으로 변환한 후 채널의 임펄스 응답값($h_{LS}(0)$ 부터 $h_{LS}(N-1)$)을 검출한

다.

- [0035] 상기 노이즈 추정부(25)는 DWT 모듈로 구현할 수 있으며, 상기 변환 결과값 내의 잡음의 크기를 감지하여 채널 선택부로 출력한다.
- [0036] 상기 채널 선택부(30)는 상기 변환된 채널의 임펄스 응답값($h_{LS}(0)$ 부터 $h_{LS}(N-1)$) 및 상기 노이즈 추정부로부터 출력된 상기 잡음의 크기값 각각을 수신하여 중요 채널 신호($(h_{DFT}(0)$ 부터 $h_{DFT}(N-1)$)를 상기 고속푸리에변환부(40)로 출력한다.
- [0037] 상기 고속푸리에변환부(40)는 상기 채널 선택부(30)로부터 상기 중요 채널 신호를 수신받아 고속푸리에변환 과정을 통해 상기 중요 채널 내의 노이즈가 제거된 주파수 영역 응답값($h_{DFT}(0)$ 부터 $h_{DFT}(N-1)$)을 출력한다.
- [0038] 상기 고속푸리에변환부는 DIT(Decimation in Time) 모드로 수행함으로써 고속푸리에변환 연산의 출력정렬하는 부분을 제거할 수 있다.
- [0039] 도 2는 도 1에 도시된 LS 채널 추정부를 보다 상세하게 나타낸 예시도이다.
- [0040] 보다 구체적으로, 도 2에 도시된 바와같이, 상기 LS 채널 추정부(10)는 선입선출부(FIFO), 제1 파일럿 추출부(12), 제2 파일럿 추출부(13) 및 보간부(14)를 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 선입선출부(FIFO: 11)는 외부로부터 전송된 OFDM 신호를 수신하여 순차적으로 출력하는 역할을 한다.
- [0042] 상기 제1 파일럿 추출부(12)는 외부로부터 전송된 OFDM 신호 내의 다수의 파일럿 신호들 중 짝수 심볼(even symbol)이 포함된 파일럿을 추출하는 기능을 할 수 있다.
- [0043] 상기 제2 파일럿 추출부(13)는 상기 선입선출부(11)로부터 출력된 결과값 내의 다수의 파일럿 신호들 중 홀수 심볼(odd symbol)이 포함된 파일럿을 추출하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0044] 상기 보간부(14)는 상기 제1 파일럿 추출부(12) 및 상기 제2 파일럿 추출부(13)에서 각각 출력된 다수의 파일럿들 사이의 채널을 내삽을 이용하여 추정하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0045] 도 3은 도 1에 도시된 보간부를 보다 구체적으로 나타낸 예시도이다.
- [0046] 도 2 및 도 3에 도시된 바와같이, 보간부(14)는 내삽을 이용하여 제1 파일럿 추출부(12)로부터 출력된 파일럿 예컨대, 파일럿1(Pilot1)과 제2 파일럿 추출부(13)로부터 출력된 파일럿 예컨대, 파일럿2(Pilot2) 값의 차를 연산하여, 연산된 값을 쉬프트(예컨대, 파일럿 간의 이동 $\gg 2$, $\gg 1$)와 덧셈을 이용하여 $1/4$, $2/4$, $3/4$ 값을 구하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0047] 즉, 본 발명의 보간부(14)는 곱셈과 나눗셈 연산 기능을 사용하지 않음으로서 하드웨어의 복잡도를 줄이는 역할 또한 수행할 수 있다.
- [0048] 다시, 도 1을 참조하면, 상기 역고속푸리에변환부(20)는 상기 LS 채널 추정부(10)로부터 전송된 주파수 영역 응답값($H_{LS}(0)$ 부터 $H_{LS}(N-1)$)을 역고속푸리에 변환하여 상기 주파수 영역 응답값($H_{LS}(0)$ 부터 $H_{LS}(N-1)$)을 시간영역 응답값으로 변환한 후 채널의 임펄스 응답값($h_{LS}(0)$ 부터 $h_{LS}(N-1)$)을 검출하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0049] 또한, 역고속푸리에변환부는 DIF(Decimation in Frequency) 모드로 수행되어 역고속푸리에변환 과정을 수행할 수 있다.
- [0050] 도 4는 도 1에 도시된 노이즈 추정부를 보다 구체적으로 나타낸 예시도이다.
- [0051] 도 1 및 도 4에 도시된 바와같이, 노이즈 추정부(25)는 DWT 모듈로 구현될 수 있으며, 27개의 16비트 레지스터(R)와 멀티플렉서 및 4개의 연산기(예컨대, 덧셈기)로 구성될 수 있다.
- [0052] 상기 노이즈 추정부(25)는 LS 채널 추정부(10)로부터 추정된 채널의 주파수 응답값($H_{LS}(0)$ 부터 $H_{LS}(N-1)$)을 수

신하여 시간 영역으로 변환하는 기능을 수행하고, 또한 잡음의 크기를 추정하는 기능을 수행할 수 있다.

[0053] 본 발명에서는 여러가지 DWT 필터들 중 본 발명의 DWT 모듈 내에 구성된 5/3 필터를 예들들어 설명하고자 한다. 참고로, 본 발명에서 사용된 상기 5/3 필터의 경우 필터 계수가 1/2, -1/4로 구성되어 있기 때문에 별도의 곱셈기가 필요하지 않다.

[0054] 상기 노이즈 추정부(25)는 LS 채널 추정부(10)로부터 추정된 채널의 주파수 응답값을 수신하여 시간영역으로 변환 과정을 수행한다.

[0055] 상기 시간영역으로 변환된 응답값은 가로 방향으로 필터링을 수행한 후에 1/2 다운 샘플링(down sampling)을 수행한다.

[0056] 상기 1/2 다운 샘플링 과정 시에 출력되는 결과값은 로우 패스값(low pass(L1))값과 하이 패스(high pass(H1))값으로 나누어 진다.

[0057] 여기서, 상기 L은 저역필터이며, 상기 H는 고역필터를 나타낸다. 또한, 상기 다운 샘플링 과정은 상기 저역 필터와 상기 고역 필터를 이용하여 고역과 저역의 두 대역으로 나누고, 그 결과 데이터를 반만 취하는 과정을 나타낸다.

[0058] 상기 다운 샘플링 과정을 반복 수행함으로써, 원하는 신호 레벨까지 분해하는 과정을 수행하도록 한다.

[0059] 따라서, 상기 노이즈 추정부(25)는 상기 추정된 채널의 주파수 응답값을 시간영역으로 변환하여, 고주파 성분인 상계계수와 저주파 성분인 근사계수로 분리하며, 이때, 상기 추정된 채널의 주파수 응답값 내의 잡음성분은 고주파 성분임으로, 상기 상계 계수 값을 이용하여 잡음성분의 크기를 얻을 수 있다.

[0060] 이하, 본 발명의 DWT를 이용한 DFT 기반 적응형 채널 추정장치의 성능을 검증하기 위해 매트랩의 시뮬링크를 이용하여 모의실험을 나타낸다. 모의실험을 위한 채널은 ITU-R 채널 모델을 레일리 페이딩을 이용하여 구현하였고 속도에 따른 도플러 효과를 적용하였다.

[0061] [표 1]

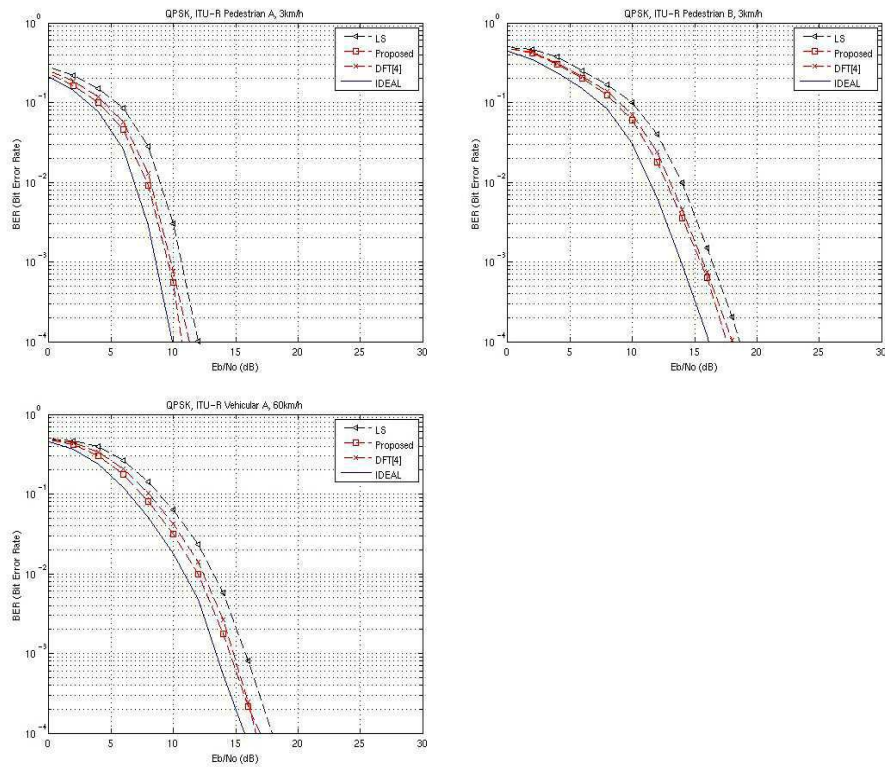
파라미터		값
Channel Coding (Convolutional)	Coding Rate	1/2
	Contrain Length	7
	Trellis Structure	Poly1trellis(7, [171 133])
Modulation Type		QPSK / 16-QAM / 64-QAM
FFT 크기		1024 포인트
Data Subcarrier		720
Pilot Subcarrier		120
Cyclic Prefix		128
Multipath Fading Channel Model		Rayleigh Fading (Jakes Model)

[0062]

[0063] 모의실험을 위하여 파라미터는 [표 1]에 기반하며, 다중 경로 채널의 모델은 ITU에서 제시한 Pedestrian A, B, Vehicular A 모델을 사용하였다.

[0064] 상기 모의실험 결과 일반적인 LS 채널 추정기와 DFT 기반의 채널 추정기의 성능을 모듈레이션 방법과 채널을 변경시키면서 BER(Bit Error Rate) 성능을 측정하였다.

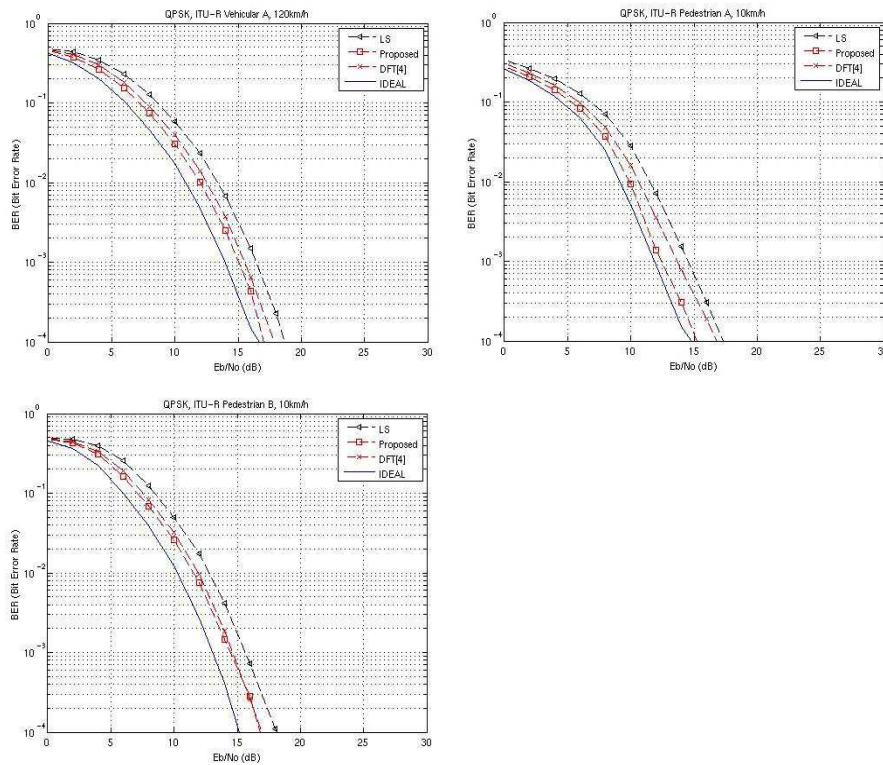
[0065] [표 2]



[0066]

[0067] 상기 [표 2]는 저속으로 움직일 때의 Pedestrian A, B 모델과 Vehicular A 모델의 모의실험 결과를 나타낸 그래프이다. Pedestrian A, B 모델의 이동속도는 3Km/h이고 Vehicular A 모델은 60Km/h로 정의하였다. BER 곡선은 본 발명이 일반적인 LS 추정기법에 비해 월등한 성능을 보임을 알 수 있다.

[0068] [표 3]



[0069]

[0070]

상기 [표 3]은 고속으로 움직일 때의 Pedestrian A,B 모델과 Vehicular B 모델의 모의실험 결과이다. Pedestrian A, B 모델의 이동속도는 10Km/h이고, Vehicular A 모델은 120km/h로 정의하였다. 저속에서와 마찬가지로 고속에서도 향상된 성능을 확인할 수 있었다

[0071]

따라서, 본 발명은 주파수 영역에서 잡음의 크기를 DWT를 이용하여 측정한 후, 상기 DWT를 이용하여 LS 추정부로부터 출력된 신호를 시간 영역으로 변환하여 고주파 성분인 상세계수와 저주파 성분인 근사계수로 신호를 분리하고, 상기 고주파 성분으로서 상세계수 값을 통해서 잡음성분의 크기를 구할 수 있다.

[0072]

또한 잡음성분의 크기를 시간영역으로 변환하기 전에 구함으로써 기존의 구조에서 발생한 지연시간을 줄일 수 있었다. 더 나아가서 역고속푸리에변환(IFFT)과 고속푸리에변환(FFT) 연산에서 DIF (Decimation in Frequency) 모드와 DIT (Decimation in Time) 모드를 적절하게 사용함으로써 고속푸리에변환(FFT) 연산의 출력의 정렬하는 부분을 제거할 수 있고, 또한, 출력 정렬에 따른 연산 지연을 추가로 감소시킬 수 있다.

[0073]

또한 역고속푸리에변환(IFFT)와 고속푸리에변환(FFT)의 출력을 정렬하는데 필요한 메모리를 줄일 수 있어서 추정장치의 사이즈를 줄일 수 있다.

[0074]

본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0075]

- | | |
|----------------|----------------|
| 10: LS 채널 추정부 | 11: FIFO |
| 12: 제1 파일럿 추출부 | 13: 제2 파일럿 추출부 |
| 14: 보간부 | 20: IDFT |

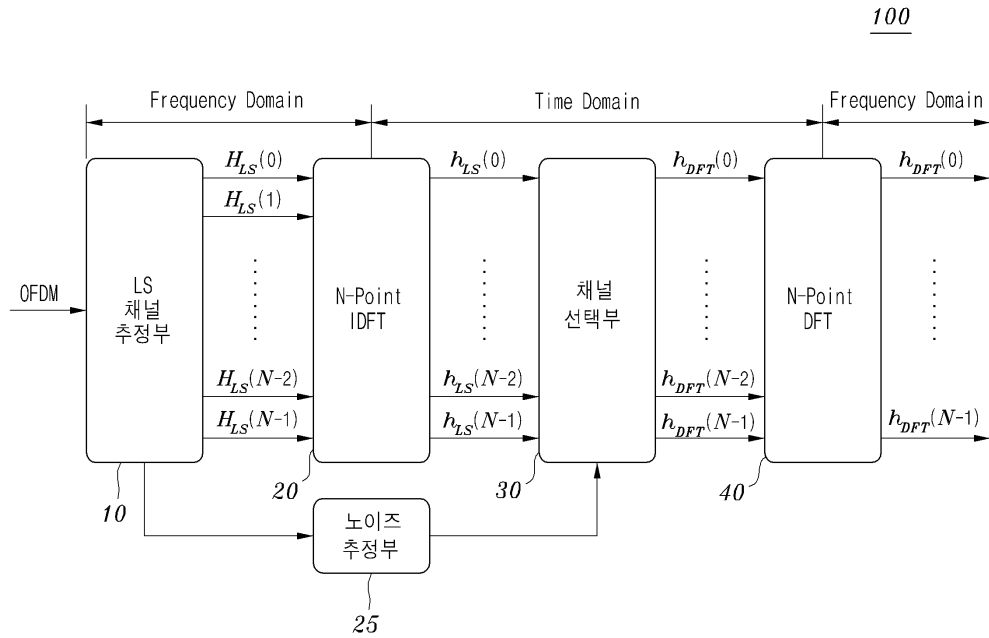
25: 노이즈 추정부

30: 채널 선택부

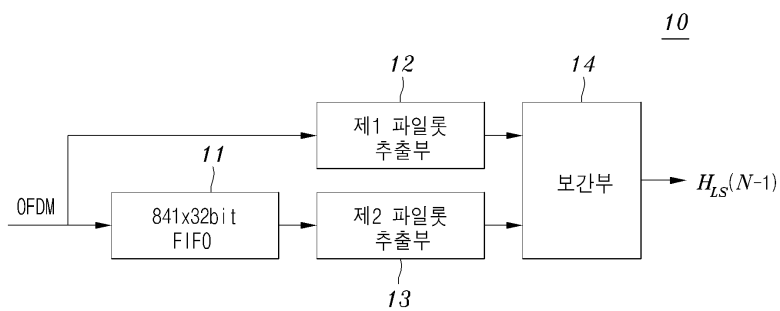
40: DFT

도면

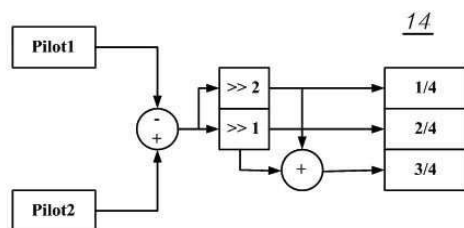
도면1



도면2



도면3



도면4

