



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월09일
(11) 등록번호 10-1080969
(24) 등록일자 2011년11월01일

(51) Int. Cl.

H04N 7/015 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-0065130
(22) 출원일자 2004년08월18일
심사청구일자 2009년08월18일
(65) 공개번호 10-2006-0016623
(43) 공개일자 2006년02월22일
(56) 선행기술조사문헌

IEEE Global Telecommunication Conference, GLOBECOMM '03, 2003.12.1-5, Hong Chen et al., "A Comparison of Frequency Offset Trackings Algorithms for OFDM", pp.1069-1073*

IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol.44, Issue 3, Aug. 1998., Yono-Jung Kim et al., "A new Fast Symbol Timing Recovery Algorithm for OFDM Systems", pp.1134-1141*

KR1020030004798 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

이태원

경기도 광명시 철산동 광복현대아파트 106-901호

이동근

서울특별시 강남구 일원본동 상록수아파트 205동 306호

(74) 대리인

김용인, 심창섭

전체 청구항 수 : 총 6 항

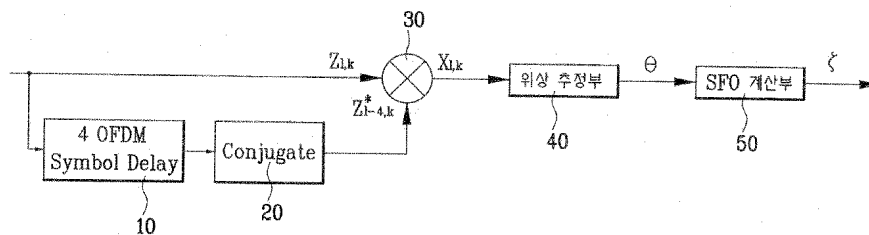
심사관 : 조남신

(54) 디지털 수신기의 SFO 추정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 디지털 수신기에서 SFO 추정을 위한 SFO 추정 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은 하나의 OFDM 심볼 구간에 포함된 분산 파일럿을 추출하는 단계와, 상기 추출된 분산 파일럿을 4 심볼 구간동안 지연시킨 값과 상기 추출된 현재의 분산 파일럿의 상관 관계를 취하고, 상기 취한값에 아크 탄젠트 연산하여 위상을 구하는 단계와, 상기 위상값을 이용하여 SFO 값을 추정하는 단계를 제공한다. 따라서, 분산 파일럿을 이용하여 SFO를 추정함으로써 연속 파일럿을 이용한 추정 방법보다 정확하게 SFO를 추정하며, 오버 슈트에 의한 지터링을 제로 포싱 알고리즘을 통해 줄임으로써 위상의 심한 왜곡으로 인한 SFO 추정 장애를 극복하는 효과가 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

하나의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 구간에 포함된 분산 파일럿을 추출하는 단계;
 상기 추출된 분산 파일럿을 4 심볼 구간동안 지연시킨 값과 상기 추출된 현재의 분산 파일럿의 상관값을 계산하
 고, 상기 상관값을 아크 탄젠트 연산하여 위상값을 구하는 단계;
 주파수 추정 모드가 추적 모드인 경우, 상기 위상값이 기설정된 표준편차 값보다 큰 경우 상기 위상값을 0으로
 설정하여 저장하는 단계; 및
 상기 저장된 위상값을 이용하여 SFO(Sampling Frequency Offset) 값을 추정하는 단계를 포함하는, 디지털 수신
 기의 SFO 추정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 SFO값 추정 단계는,
 상기 저장된 위상값 중 하나의 심볼 구간에 해당하는 위상값을 중앙 부반송파를 기준으로 좌측과 우측으로 나누
 어 각각 누적하는 단계; 및
 상기 누적된 좌측과 우측의 위상값의 차분값을 구하여 SFO를 추정하는 단계를 포함하는, 디지털 수신기의 SFO
 추정 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 비교 결과 상기 위상값이 상기 기설정된 표준편차 값보다 크지 않은 경우 상기 위상값을 저장하는 단계를
 더 포함하는, 디지털 수신기의 SFO 추정 방법.

청구항 5

하나의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 구간에 포함된 분산 파일럿을 입력받아 4 심
 볼 구간동안 지연시키는 지연기,
 상기 지연기 출력값의 켈레근을 구하는 컨쥬게이트 연산기,
 상기 컨쥬게이트 연산기의 출력값 및 상기 입력되는 분산 파일럿의 상관값을 계산하는 곱셈기,
 상기 상관값을 아크 탄젠트 연산하여 위상값을 구하는 위상 추정부, 및
 샘플링 주파수의 추적 모드에서 상기 위상값이 기설정된 표준편차 값보다 큰 경우 상기 위상값을 0으로 설정하
 여 저장하고, 상기 저장된 위상값을 이용하여 SFO(Sampling Frequency Offset) 값을 추정하는 SFO 계산부를 포
 함하는, 디지털 수신기의 SFO 추정 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 SFO 계산부는 샘플링 주파수의 추적 모드에서 상기 위상값이 기설정된 표준편차 값보다 크지 않은 경우 상
 기 위상값을 저장하는, 디지털 수신기의 SFO 추정 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 SFO 계산부는 상기 저장된 위상값 중 하나의 심볼 구간에 해당하는 위상값을 중앙 부반송파를 기준으로 좌측과 우측으로 나누어 각각 누적하고, 상기 누적된 값들의 차를 통해 SFO를 추정하는, 디지털 수신기의 SFO 추정 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0015] 본 발명은 디지털 수신기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 OFDM 디지털 수신기에 적용될 수 있는 SFO 추정 방법 및 장치에 관한 것이다.
- [0016] 지상파 디지털 TV의 유럽식 전송 방식의 표준으로 선정된 DVB-T(Digital Video Broadcasting - Terrestrial), DVB-H(DVB-Handheld)는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 전송 방식을 채택하고 있으며, 상기 OFDM 전송 방식은 무선 광대역 방송 시스템에서 다중 경로에 의한 채널 왜곡에 대해 강력한 전송 방식으로 알려져 있다.
- [0017] 반면, 상기 OFDM 전송 방식은 동기에 민감하여 송수신간에 정확한 동기화를 못하게 되면, 수신 신호의 왜곡이 발생하므로 이러한 문제를 해결하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.
- [0018] 특히, 수신기에서 샘플링 동기를 정확하게 맞추지 못할시에는 수신 신호에 심볼간 간섭(Inter Symbol Interference : ISI)과 성상(Constellation)의 회전을 초래하게 되어 수신 신호를 복조하지 못하게 된다. 이를 해결하기 위한 방법으로 종래에는 도 1과 같은 CP(Continual Pilot)를 이용하여 SFO(Sampling Frequency Offset)를 추정하는 방법이 제안되었다.
- [0019] 도 1은 일반적인 연속적 파일럿(CP)의 위치를 나타낸 도면으로, 도 1과 같이, 2k 모드에서는 45개의 파일럿을 8k 모드에서는 177개의 파일럿을 위치시킨다.
- [0020] 즉, 2k 모드를 예로 들어 설명하면, 하나의 OFDM 심볼 구간에는 총 1705개의 데이터 부반송파(subcarrier)가 존재하는바, 도 1과 같이, 0번째, 48번째, 54번째 등등의 부반송파 위치에 파일럿을 위치시키는 것이다. 이때, 상기 파일럿의 위치는 다음의 OFDM 심볼에서도 동일한 위치를 갖게 되므로, 연속적 파일럿(Continual Pilot : CP)이라 명명하였다.
- [0021] 상기 도 1과 같은 연속적 파일럿(CP) 정보를 이용하여 SFO를 구하는 방법은 첨부한 도 2에 도시하였다.
- [0022] 도 2는 종래 기술에 따른 SFO 추정을 위한 블록도이다.
- [0023] 도 2를 참조하여, 종래 기술에 따른 SFO 추정 방법을 설명하면, 먼저, 도 2와 같이 하나의 $Z_{l,k}$ 신호를 입력 받는다. 상기 $Z_{l,k}$ 신호는 1번째 OFDM 심볼에서 k번째 부반송파를 의미하는 것으로, 도 1의 2k 모드를 예로 들면, 1번째 OFDM 심볼에서 0, 48, 53, ... 중 하나의 파일럿을 의미하는 것이다.
- [0024] 상기 $Z_{l,k}$ 신호는 지연기(Delay)(1)를 거쳐 $Z_{l-1,k}$ 신호로 출력되고, 상기 $Z_{l-1,k}$ 신호는 켄쥬게이트(conjugate) 연산기(3)를 통해 그 켄레근인 $Z_{l-1,k}^*$ 이 구해진다.
- [0025] 상기 $Z_{l,k}$ 신호와 $Z_{l-1,k}^*$ 신호는 곱셈기(5)에서 곱해져(correlation) 위상 정보 $x_{l,k}$ 를 얻게 된다.

상기 위상 정보 $x_{l,k}$ 는 위상 추정부(7)에서 다음의 수학적 식 1과 같은 연산을 통해 2k 모드인 경우에는 총 45개의 위상 데이터를, 8k 모드인 경우에는 총 177개의 위상 데이터를 얻게 된다.

수학적 식 1

$$\tan^{-1} \frac{Re(x_{l,k})}{Im(x_{l,k})}$$

[0026]

[0027] 상기 위상 추정부(7)에서 출력되는 위상 데이터를 이용하여 SFO 계산부(9)에서 상기 위상 데이터간 기울기를 구하고 그 평균을 구함으로써 SFO 값을 계산한다.

[0028] 이와 같은 종래 기술에 따른 SFO 추정 방법은 두 개의 OFDM 심볼의 상관 관계를 취하여 위상을 얻고 그 위상의 변화율을 계산함으로써 SFO 값을 추정하였다.

[0029] 이와 같은 SFO 추정 방법은 상기 연속적 파일럿(CP)의 불규칙한 분포로 인해 SFO 추정에 있어 복잡도를 요구하고 있으며, 또한 상기 연속적 파일럿(CP)의 제한된 개수(2k 모드 : 45개, 8k 모드 : 177개)로 인해 충분한 위상 정보를 갖는데 어려움이 있었다.

[0030] 특히, 종래 기술에 따른 SFO 추정 방법은 딥 페이딩(deep fading)에 의한 불규칙한 오버슈트(overshoot) 발생시 정확한 SFO 추정에 어려움이 있었다. 이러한 불규칙적인 오버 슈트는 샘플링 주파수의 포착 모드(acquisition mode)에서는 큰 영향을 주지 않지만, 추적 모드(tracking mode)에서는 큰 영향을 주게 된다. 이를 첨부한 도 3에 도시하였다.

[0031] 도 3은 샘플링 주파수의 포착 및 추적 모드에서 추정된 SFO 값을 나타낸 도면으로, 도 3과 같이, 추적 모드에서 오버 슈트가 발생되면 지터링(jittering) 범위가 넓게 나타남을 알 수 있다.

[0032] 이와 같이 추적모드에서 오버 슈트에 의해 지터링 범위가 넓어지게 되면 정확한 SFO 추정을 통한 샘플링 주파수 보정에 악영향을 미치게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0033] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 연속적 파일럿(CP) 대신 분산 파일럿(Scattered Pilot)을 이용하여 SFO를 추정하는 방법을 제공하는 것이다.

[0034] 본 발명의 다른 목적은 주파수의 추적 모드에서 오버 슈트에 의한 지터링을 줄이는 SFO 추정 방법을 제공하는 것이다.

[0035] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 추정된 SFO를 이용하여 샘플링 주파수를 보정하는 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

[0036] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 하나의 OFDM 심볼 구간에 포함된 분산 파일럿을 추출하는 단계와, 상기 추출된 분산 파일럿을 4 심볼 구간동안 지연시킨 값과 상기 추출된 현재의 분산 파일럿의 상관 관계를 취하고, 상기 취한값에 아크 탄젠트 연산하여 위상을 구하는 단계와, 상기 위상값을 이용하여 SFO 값을 추정하는 단계를 포함하여 이루어지는 디지털 수신기의 SFO 추정 방법을 제공한다.

[0037] 그리고, 상기 SFO값 추정 단계는, 상기 위상값을 하나의 심볼 구간동안 저장하고, 상기 저장된 위상값을 중앙 부반송파를 기준으로 좌측과 우측으로 나누어 각각 누적하는 단계와, 상기 누적된 좌측과 우측의 위상값의 차를 구하여 SFO를 추정하는 단계를 포함하여 이루어진다.

[0038] 또한, 상기 SFO값 추정 단계는, 상기 위상값을 입력받고, 현재의 주파수 추정 모드를 판단하는 단계와, 상기 판단 결과 현재의 주파수 추정 모드가 추적 모드인 경우, 상기 위상값과 기설정 입력된 표준편차 값과의 크기를 비교하는 단계와, 상기 비교 결과 상기 위상값이 기설정 표준편차 값보다 큰 경우 상기 위상값을 강제로 0으로 설정하는 단계를 포함하여 이루어진다.

[0039] 본 발명은, 하나의 OFDM 심볼 구간에 포함된 분산 파일럿을 입력받아 4 심볼 구간동안 지연시키는 지연기와, 상

기 지연기 출력값의 켈레근을 구하는 컨쥬게이트 연산기와, 상기 컨쥬게이트 연산기의 출력값 및 상기 입력되는 분산 파일럿의 상관 관계를 취하는 곱셈기와, 상기 곱셈기의 출력값에 아크 탄젠트 연산하여 위상을 구하는 위상 추정부와, 상기 위상 추정부의 출력값을 입력받아 한 심볼 구간동안 저장하고, 상기 저장된 위상을 이용하여 SFO 값을 추정하는 SFO 계산부를 포함하여 구성되는 디지털 수신기의 SFO 추정 장치를 제공한다.

- [0040] 그리고, 상기 SFO 계산부는, 샘플링 주파수의 추적 모드에서 위상의 오버 슈트를 제로-포싱하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 또한, 상기 SFO 계산부는, 상기 저장된 위상의 중앙 부반송파를 기준으로 좌측과 우측으로 나누어 각각 그 위상 값을 누적하고, 상기 누적된 값들의 차를 통해 SFO를 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 이하 상기의 목적으로 구체적으로 실현할 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.
- [0043] 도 4는 본 발명에 따른 파일럿의 삽입 패턴을 나타낸 도면이다.
- [0044] 도 4와 같은 파일럿의 배치는 DVB-H 전송 규격에서 명시하고 있는 패턴이다. 이러한 파일럿 배치는 크게 연속 파일럿(Continual Pilot : CP)과 분산 파일럿(Scattered Pilot)으로 구분되어 OFDM 심볼의 데이터 부반송파(Sub-carrier) 사이에 배치된다.
- [0045] 상기 연속 파일럿은 각 OFDM 심볼간 동일 위치에 배치되며, 상기 분산 파일럿은 12개의 부반송파 간격으로, 배치 패턴이 4개의 OFDM 심볼을 주기로 동일하게 반복되는 형태를 갖는다.
- [0046] 따라서, 상기 분산 파일럿은 도 4에서 보듯, 연속 파일럿에 비해 보다 많은 위상 정보를 갖을 수 있으며, 그 간격이 일정하여 하드웨어로 구현하는데 있어 복잡도를 덜 요구한다.
- [0047] 하지만, 상기 분산 파일럿은 연속된 2개의 OFDM 심볼간에는 연속 파일럿과 다르게 서로 다른 위치에 배치되어 있어서 인접한 2개의 OFDM 심볼간 상관 관계를 취하는데 어려움이 있는바, 본 발명에 따르면 4개의 OFDM 심볼 구간 동안 지연(delay)시킨 뒤 현재의 OFDM 심볼과 상관(correlation) 관계를 취하도록 한다. 이를 첨부한 도 5를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [0048] 도 5는 본 발명에 따른 분산 파일럿을 이용하여 상관 관계를 취하는 알고리즘을 나타낸 개념도이다.
- [0049] 도 5와 같이, 분산 파일럿의 경우, 4개의 OFDM 심볼을 주기로 패턴의 반복성을 갖기 때문에, 1번째 OFDM 심볼과 상기 1번째 OFDM 심볼을 4번 지연시킨 1-4번째 OFDM 심볼을 상관시킨다.
- [0050] 따라서, 분산 파일럿의 패턴이 동일하게 나타나는 OFDM 심볼간 상관 관계를 취할 수 있게 되며, 이와 같은 방법으로 상관시킨 데이터의 아크 탄젠트(arc data) 값을 구함으로써 원하는 위상 정보를 얻을 수 있다. 이를 첨부한 도 6을 참조하여 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.
- [0051] 도 6은 본 발명에 따른 분산 파일럿을 이용하여 SFO를 추정하기 위한 구성 블록도이다.

[0052] 도 6과 같이, 먼저, 하나의 $Z_{1,k}$ 신호를 입력 받는다. 상기 $Z_{1,k}$ 신호는 1번째 OFDM 심볼에서 k번째 파일럿을 의미한다.

[0053] 상기 $Z_{1,k}$ 신호는 4 OFDM 심볼 지연기(symbol delay)(10)를 통해 4 심볼 구간 동안 지연된 $Z_{1-4,k}$ 신호로 출력되고, 상기 $Z_{1-4,k}$ 신호는 컨쥬게이트(conjugate) 연산기(20)를 통해 그 켈레근인 $Z_{1-4,k}^*$ 이 구해진다.

[0054] 상기 $Z_{1,k}$ 신호와 $Z_{1-4,k}^*$ 신호는 곱셈기(30)에서 곱해져(correlation) 위상 정보 $x_{1,k}$ 를 얻는다. 상기 위상 정보 $x_{1,k}$ 를 이용해 위상 추정부(40)에서 그 아크 탄젠트(arctan, 수학식 1 참조)값을 구함으로써, 2k 모드인 경우 총 142개의 위상(θ) 데이터를, 8k 모드인 경우에는 568개의 위상 데이터를 얻게 된다.

[0055] 상기 위상 추정부(40)에서 얻어진 위상 데이터를 이용하여 SFO 계산부(50)에서는 SFO 값을 계산함으로써 SFO를 추정하게 된다. 상기 SFO 계산부(50)에서 SFO를 추정하는 알고리즘은 첨부한 도 7에 도시된바, 상기 도 7을 참조하여 SFO 추정 방법을 살펴보면 다음과 같다.

[0056] 도 7은 본 발명에 따른 SFO 추정 알고리즘을 나타낸 플로우 차트이다.

[0057] 도 7과 같이, 먼저, 상기 위상 추정부(40)를 통해 얻어진 위상(θ)을 입력받게 되면, 상기 SFO 계산부(50)에서는 현재의 주파수 추정 모드가 추적 모드(tracking mode)인지 확인하는 단계를 거친다.(S10)

[0058] 상기 확인 결과 추적 모드가 아니면, 상기 위상 추정부(40)를 통해 추정된 위상(θ)을 상기 SFO 계산부(50)내 버퍼에 저장한다.(S20)

[0059] 이때, 만일 상기 확인 결과 추적 모드인 경우에는, 상기 추정된 위상(θ)이 기설정되어 입력된 표준 편차(σ_{ph})보다 큰값인지 여부를 확인하는 단계를 거친다.(S30)

[0060] 상기 추정된 위상의 크기와 기설정되어 입력된 표준 편차의 크기를 비교한 결과, 상기 추정된 위상의 크기가 표준 편차의 크기를 넘게 되는 경우, 이는 추적 모드에서 딥 페이딩(deep fading)에 의해 오버 슈트가 발생한 경우라 판단하고, 상기 추정된 위상을 강제로 0으로 설정한다. 이를 추정된 위상의 제로-포싱(Zero-forcing)이라 한다.

[0061] 즉, 추정된 위상을 강제로 0으로 설정하여 SFO 계산부(50)내의 버퍼에 저장하는 것이다.(S40) 이러한 방법을 통해 추적 모드에서 위상의 오버 슈트를 제로 포싱함으로써 SFO를 정확하게 추정할 수 있도록 한다.

[0062] 한편, 상기 비교(S30) 결과 추정된 위상의 크기가 표준 편차의 크기를 넘지 않는 경우에는 오버 슈트가 발생하지 않은 경우라 판단하고, 상기 추정된 위상을 그대로 SFO 계산부(50)내의 버퍼에 저장한다.

[0063] 이러한 방법을 통해, 상기 SFO 계산부(50) 내의 버퍼에는, 앞선 위상 추정부(40)에서 4심볼 이전의 파일럿 값과 현재의 파일럿 값을 상관 관계를 취하여 얻어진 위상(θ)이 저장되며, 이러한 위상은 하나의 심볼 구간동안 수집된다.

[0064] 상기 수집된 위상값을 중앙 부반송파(Sub-carrier)를 기준으로 좌측(Left Half : LH)과 우측(Right Half : RH)로 구분하고, 상기 구분된 좌측(LH) 및 우측(RH) 각각의 위상값을 누적시켜 누적된 위상값(ϕ_{RH} , ϕ_{LH})을 구한다.

[0065] 이후, 상기 누적된 위상값들의 차($\phi_{RH} - \phi_{LH}$)를 통해 SFO를 구한다.(S60) 이는 다음의 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 2

$$\phi_{RH} = \sum_{k \in RH} \theta_k$$

$$\phi_{LH} = \sum_{k \in LH} \theta_k$$

$$SFO(\zeta) = \phi_{RH} - \phi_{LH}$$

[0066]

[0067] 이와 같은 방법을 통해 분산 파일럿을 이용하여 SFO(ζ)를 추정하게 되면, 종래 연속 파일럿(2k 모드 : 45개, 8k 모드 : 177개)을 이용한 방법보다 훨씬 많은 파일럿의 개수(2k 모드 : 142개, 8k 모드 : 568개)를 사용하게 되므로 충분한 위상 정보를 갖게 되어 좀 더 정확한 SFO 값을 얻게 된다. 이를 첨부한 도면을 통해 살펴보면 다음과 같다.

[0068] 도 8의 (a)는 본 발명에 따른 분산 파일럿을 이용한 경우의 위상 변화를 나타낸 도면이며, 도 8의 (b)는 상기 분산 파일럿을 이용한 경우와 비교 분석하기 위해 종래 기술에 따른 연속 파일럿을 이용한 경우의 위상 변화를 나타낸 도면이다.

- [0069] 도 8의 (a) 및 (b)와 같이, 틱니와 같이 생긴 위상 그래프에서 한 주기는 한 심볼 구간 동안의 위상 회전량을 보여주는 것으로, 분산 파일럿을 이용한 (a)의 경우가 연속 파일럿을 이용한 (b)의 경우보다 위상의 분산이 더 작음을 알 수 있다.(위상 그래프의 선이 더 부드럽다(smooth).) 이와 같이, 위상의 분산이 더 작아지는 것은 정확한 SFO를 추정하는데 결정적인 역할을 한다.
- [0070] 한편, 첨부한 도 9는 본 발명에 따라 분산 파일럿을 이용한 SFO 추정 알고리즘에서, 추적 모드인 경우 위상의 오버 슈트를 제로 포싱했을때 추정된 SFO 값을 나타낸 도면이다.
- [0071] 도 9와 같이, 시간에 따라 추정된 SFO 값은 앞선 도 3의 경우와 비교해 봤을때, 추적 모드에서 지터링 범위가 줄어들음을 알 수 있다. 이는, 추적 모드에서 위상의 오버 슈트를 제로 포싱한 결과로, 이와 같이, 추적 모드에서 지터링이 줄어드는 것은 수신 신호의 심볼간 간섭(ISI)이 줄어드는 것을 의미하며, 성상의 회전이 발생하지 않게 됨을 의미한다.
- [0072] 첨부한 도 10은 본 발명에 따른 기술 사상이 구현되는 OFDM 수신기의 구조를 나타낸 블록도이다.
- [0073] 도 10과 같이, OFDM 수신기는 수신된 아날로그 신호를 프론트-엔드 처리하고, 디지털로 변환하는 아날로그 프론트-엔드(analog frontend) 및 ADC(Analog Digital Converter)부(100)와, 수신된 병렬 신호를 직렬로 변환 시켜 주는 P/S(Parallel to Serial)부(200)와, 본 발명에 따라 추정된 SFO에 의한 샘플링 주파수로 샘플링하는 재표본기(Resampler)(300)와, 수신 신호의 가드(guard) 구간을 시간 영역에서 제거하는 가드 구간 제거부(Guard Interval Removal)(400)와, 시간 영역의 신호를 주파수 영역으로 변환하는 FFT(Fast Fourier Transform)부(500)와, 상기 주파수 영역으로 변환된 신호에서 샘플링 동기를 정확히 맞추어 주기 위한 SFO 보정부(600)와, 주파수 영역에서 채널 등화를 위한 주파수 영역 채널 등화기(Frequency-domain Equalizer : FEQ)(700)와, 주파수 영역에서 신호의 가드 구간을 제거하는 가드 제거기(Guard Removal)(800)를 포함하여 구성된다.
- [0074] 이때, 특히 본 발명에 따른 상기 SFO 보정부(600)는, 상기 주파수 영역으로 변환된 신호에서 분산 파일럿 신호를 추출해내기 위한 파일럿 추출기(extractor)(610)와, 상기 추출된 분산 파일럿 신호를 입력받아 앞서 설명한 본 발명에 따른 추출 알고리즘으로 SFO(ζ)값인 타이밍 에러 값을 계산하는 타이밍 에러 계산기(Timing Error Detector)(630)와, 상기 SFO(ζ) 값을 입력받아 누적 보정하는 루프 필터(Loop Filter : L/F)(650)와, 상기 누적 보정된 SFO 값을 입력받아 샘플링 주파수를 제어하기 위한 수치제어 발진기(Numerical Controlled Oscillator : NCO)(670)를 포함하여 구성된다.
- [0075] 따라서, 본 발명에 따른 방법으로 정확하게 추정된 SFO값을 이용하여 재표본기(300)에서 샘플링이 이루어지도록 하여, 정확한 샘플링 동기를 맞출수 있게 된다.
- [0076] 한편, 본 발명은 DVB-T 및 DVB-H 수신기에 적용 가능하다.
- [0077] 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 첨부된 청구범위에서 알 수 있는 바와 같이 본 발명이 속한 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 변형이 가능하고 이러한 변형은 본 발명의 범위에 속한다.

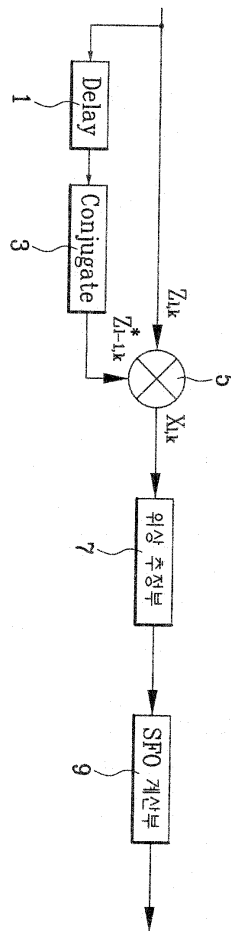
발명의 효과

- [0078] 상기에서 설명한 본 발명에 따른 디지털 수신기의 SFO 추정 방법 및 장치의 효과를 설명하면 다음과 같다.
- [0079] 첫째, 분산 파일럿을 이용하여 SFO를 추정함으로써 연속 파일럿을 이용한 추정 방법 보다 정확하게 SFO를 추정하는 효과가 있다.
- [0080] 둘째, 오버 슈트에 의한 지터링을 제로 포싱 알고리즘을 통해 줄임으로써 위상의 심한 왜곡으로 인한 SFO 추정 장애를 극복하는 효과가 있다.
- [0081] 셋째, 상기 추정된 SFO를 이용하여 샘플링 주파수를 정확하게 보정하는 효과가 있다.

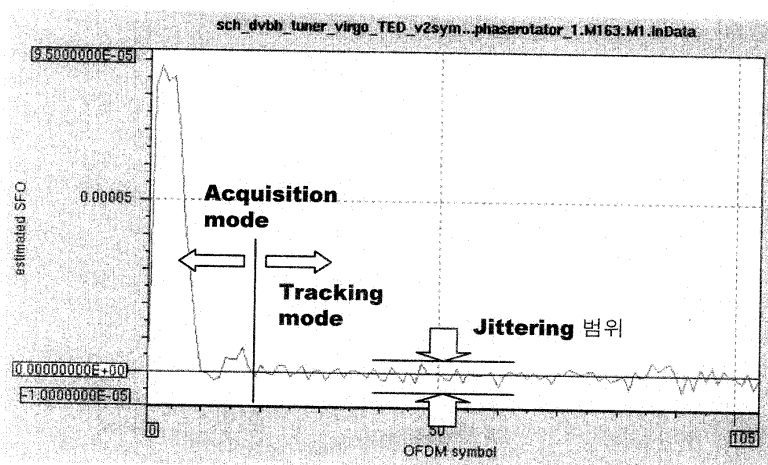
도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 일반적인 연속적 파일럿(CP)의 위치를 나타낸 도면
- [0002] 도 2는 종래 기술에 따른 연속 파일럿을 이용하여 SFO를 추정하기 위한 구성 블록도
- [0003] 도 3은 종래 기술에 따른 샘플링 주파수의 포착 및 추적 모드에서 추정된 SFO 값을 나타낸 도면
- [0004] 도 4는 본 발명에 따른 파일럿의 삽입 패턴을 나타낸 도면

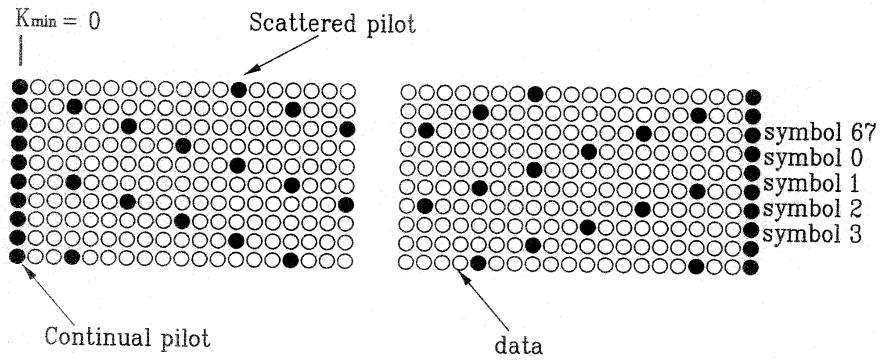
도면2



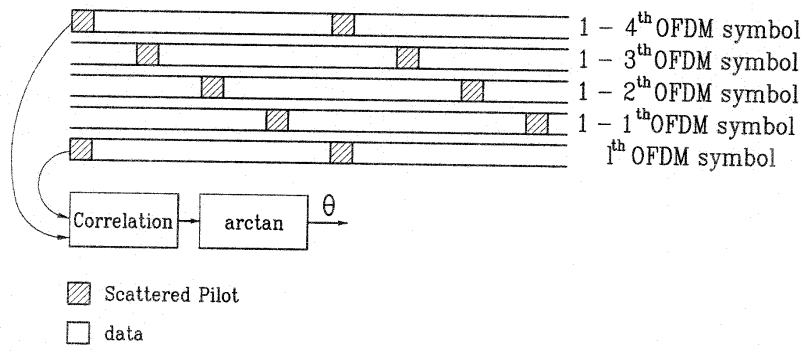
도면3



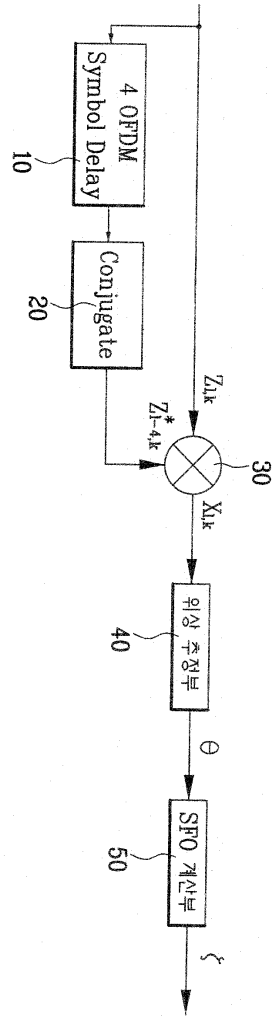
도면4



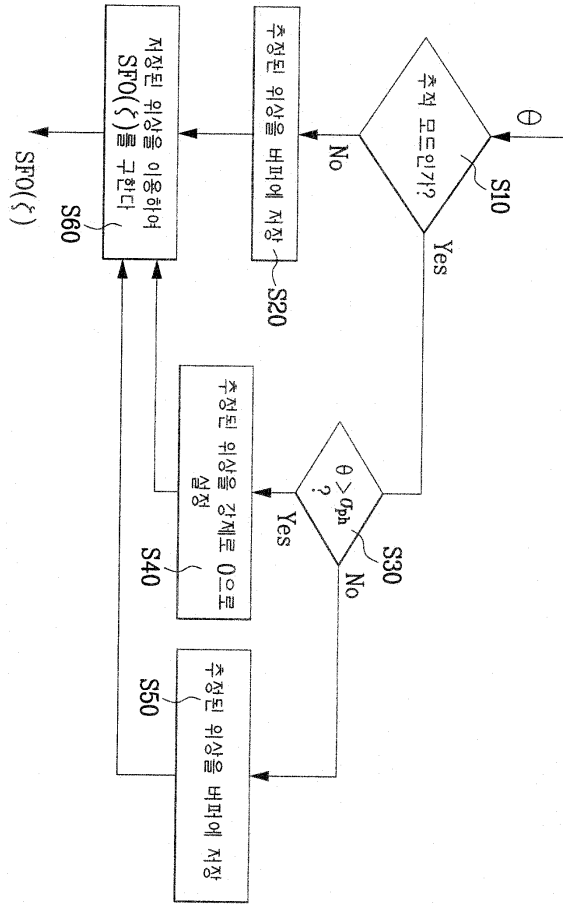
도면5



도면6

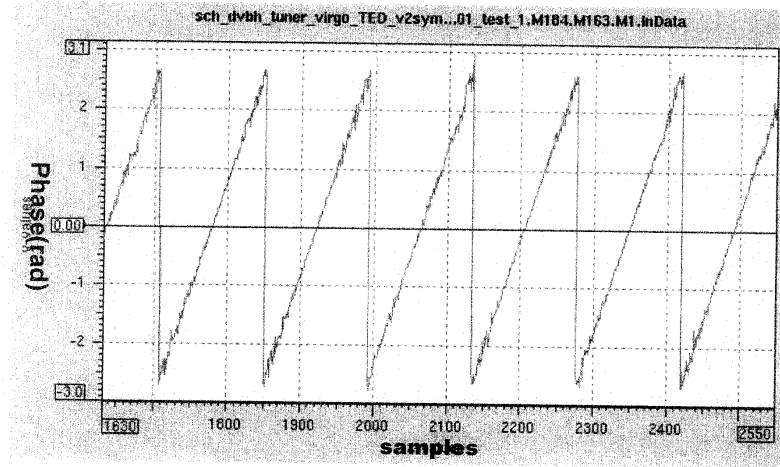


도면7

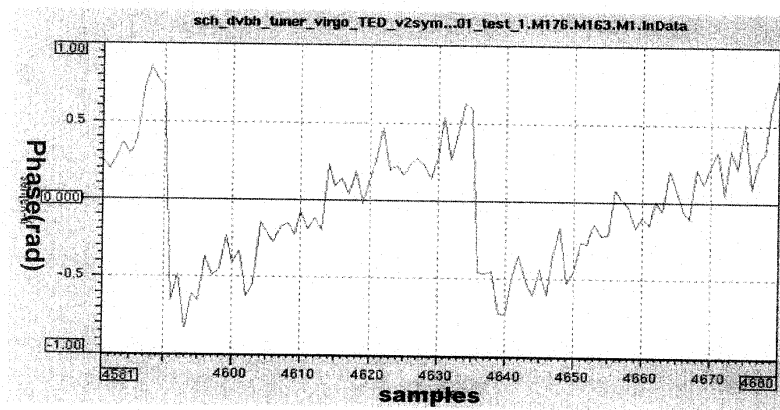


도면8

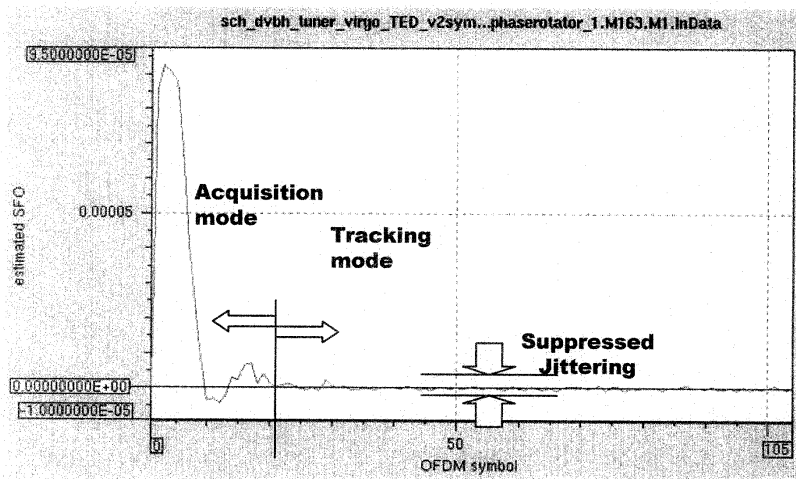
(a)



(b)



도면9



도면10

