



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0094880
(43) 공개일자 2017년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 25/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/2691 (2013.01)
H04L 25/0242 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0016150
(22) 출원일자 2016년02월12일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
채찬병
경기도 과천시 별양로 12, 315동 903호(원문동, 래미안슈르아파트)
김수민
서울특별시 송파구 양재대로 1218, 120동 503호(방이동, 올림픽선수기자촌아파트)
심민수
서울특별시 강남구 삼성로 649, 3동 102호(삼성동, 상아아파트)
(74) 대리인
민영준

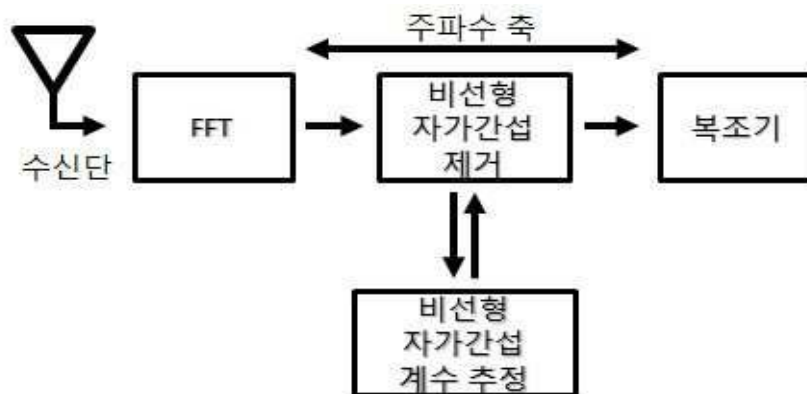
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 회로의 비선형성이 고려된 시스템에서의 자가간섭 제거 방법 및 장치

(57) 요약

회로의 비선형성이 고려된 시스템에서의 자가간섭 제거 방법 및 장치가 개시된다. 개시된 자가간섭 제거 방법은 샘플을 수신하는 단계; 상기 샘플을 순환행렬로 표현하는 단계; 상기 순환행렬을 대각화하는 단계; 상기 대각화를 통해 자가간섭 계수를 추정하는 단계; 및 상기 추정된 자가간섭 계수를 제거하는 단계를 포함하되, 상기 자가간섭 계수는 주파수 축에서 추정되는 것을 특징으로 한다. 개시된 자가간섭 제거 방법에 따르면, 시스템 변화 없이 모듈을 추가하는 것만으로도 자가간섭 제거가 가능한 장점이 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H04L 27/2672 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 B0126-15-1017

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 방송통신산업기술개발 사업 전파 위성 분야

연구과제명 주파수 센싱 기반의 스펙트럼 관리 및 미래전파통신 플랫폼 연구

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2015.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

샘플을 수신하는 단계;

상기 샘플을 순환행렬로 표현하는 단계;

상기 순환행렬을 대각화하는 단계;

상기 대각화를 통해 자가간섭 계수를 추정하는 단계; 및

상기 추정된 자가간섭 계수를 제거하는 단계를 포함하되,

상기 자가간섭 계수는 주파수 축에서 추정되는 것을 특징으로 하는 자가간섭 제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자가간섭 제거 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 회로의 비선형성이 고려된 시스템에서의 자가간섭 제거 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에 트래픽 증가로 인한 네트워크 용량의 증대를 해결하고자 상향/하향통신 (uplink/downlink)을 같은 주파수 대역에서 사용함으로써 주파수 효율을 높이는 전이중통신이 차세대 통신 기술로 연구되고 있다. 전이중통신을 구현하기 위해서는 같은 단말기의 송수신부간에 발생하는 자가간섭 제거가 필수적인데, 특히 digital domain에서의 제거 기술 중에 전력증폭기 (power amplifier)로 인해 발생하는 비선형성을 뺀 자가간섭을 제거하는 비선형적 (nonlinear) 알고리즘이 많이 연구되고 있다. 종래에는 시스템 변화를 통해 시간 축에서 자가간섭을 제거하는 방향으로 연구가 이루어졌다.

[0003] 직교주파수분할 (OFDM)기반 무선통신 환경에서의 전이중통신(full duplex)이 구현된 시스템을 고려한다. 송신단을 나간 자가간섭신호는 상용 송신 전력증폭기(power amplifier)와 무선채널을 통과하여 수신단으로 들어오게 된다.

[0004] 종래기술의 시스템에서는 비선형성을 가진 자가간섭신호를 추정하고 제거하기 위해 FFT 연산 이전에 시간 축에서 비선형 자가간섭을 추정하고 제거하는 과정을 진행했었다. 이는 대부분의 신호처리가 FFT 연산 이후에 이뤄지는 기존 OFDM 시스템과 달리 이전에 자가간섭제거를 위한 연산이 이뤄져야 한다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 시스템 변화를 최소화할 수 있는 회로의 비선형성이 고려된 시스템에서의 자가간섭 제거 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 샘플을 수신하는 단계; 상기 샘플을 순환행렬로 표현하는 단계; 상기 순환행렬을 대각화하는 단계; 상기 대각화를 통해 자가간섭 계수를 추정하는 단계; 및 상기 추정된 자가간섭 계수를 제거하는 단계를 포함하되, 상기 자가간섭 계수는 주파수 축에서 추정되는 것을 특징으로 하는 자가간섭 제거 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0007] 본 발명은 시스템 변화 없이 모듈을 추가하는 것만으로도 자가간섭 제거가 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 종래기술의 자가간섭 제거 방법의 구조도이다.

도 2는 종래기술의 자가간섭 제거 방법의 수신된 샘플을 행렬 형태로 표현한 것이다

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법의 구조도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법의 수신된 샘플을 행렬 형태로 표현한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 자세히 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0010] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0012] 도 1은 종래기술의 자가간섭 제거 방법의 구조도이다.

[0013] 도 1을 참조하면, 종래기술의 자가간섭 제거 방법에서 수신된 샘플은 하기 수학식으로 모델링될 수 있다.

수학식 1

$$y(n) = \sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L b_{2k+1,l} |z(n-l)|^{2k} z(n-l)$$

[0015] 수학식 1에서, $(\phi_k(z) = |z|^{k-1}z)$ 이다.

[0016] 도 2는 종래기술의 자가간섭 제거 방법의 수신된 샘플을 행렬 형태로 표현한 것이다.

[0017] 도 2를 참조하면, 종래기술의 자가간섭 제거 방법의 수신된 샘플은 송신된 샘플로 만든 행렬과 전력증폭기로 발생한 비선형성 계수의 곱으로 나타낼 수 있으며, 이는 하기 수학식과 같다.

수학식 2

$$y = \Phi(z)b$$

[0018]

수학식 3

$$\mathbf{b} = \Phi(\mathbf{z})^\dagger \mathbf{y}$$

[0019]

[0020] 이러한 종래기술의 자가간섭 제거 방법에서는 비선형성을 가진 자가간섭신호를 추정하고 제거하기 위해 FFT 연산 이전에 시간 축에서 비선형 자가간섭을 추정하고 제거하는 과정을 진행하므로, 대부분의 신호처리가 FFT 연산 이후에 이뤄지는 기존 OFDM 시스템과 달리 이전에 자가간섭제거를 위한 연산이 이뤄져야 한다는 문제점이 있다.

[0022] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법의 구조도이다.

[0023] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법에서 수신된 샘플은 하기 수학식으로 모델링 될 수 있다.

수학식 4

$$y(n) = \sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L b_{2k+1,l} |z(n-l)|^{2k} z(n-l)$$

[0024]

[0025] 수학식 4에서, $(\phi_k(z) = |z|^{k-1}z)$ 이다. 또한, 수학식 4를 주파수 축에서 처리하기 위해 circulant 행렬 형태로 표현할 수 있다.

[0026] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법의 수신된 샘플을 행렬 형태로 표현한 것이다.

[0027] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법의 수신된 샘플은 전력 증폭기로 발생한 비선형성 계수와 송신된 샘플의 곱으로 나타낼 수 있으며, 이는 circulant 행렬로도 표현 가능하다. 얻어낸 행렬은 B_{2k+1} 이 circulant 하므로, 대각화 기법(Singular Value Decomposition)을 통해 대각화하여 최종적으로 자가간섭 계수를 주파수 축에서 추정해낼 수 있으며, 이는 하기 수학식과 같다.

수학식 5

$$\mathbf{y} = \sum_{k=0}^K \mathbf{B}_{2k+1} \boldsymbol{\phi}_{2k+1}(\mathbf{z})$$

[0028]

수학식 6

$$\mathbf{y} = \sum_{k=0}^K \mathbf{F}^{-1} \mathbf{C}_{2k+1} \mathbf{F} \boldsymbol{\phi}_{2k+1}(\mathbf{z})$$

[0029]

수학식 7

$$Y = (Fy) = \sum_{k=0}^K C_{2k+1} (F\phi_{2k+1}(z))$$

[0030]

[0031]

수학식 5 내지 수학식 7에서, $B_{2k+1} = F^{-1} C_{2k+1} F$ 이고, C_{2k+1} 은 대각 행렬이며, F 는 DFT 행렬이다.

[0032]

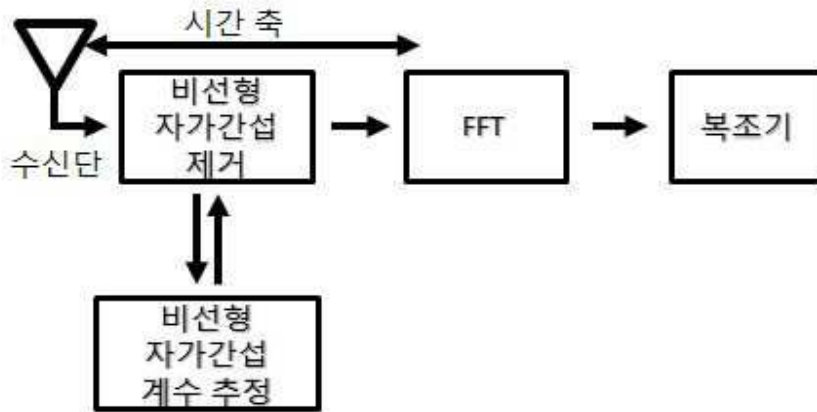
이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 제거 방법은 전이중통신 구현 환경에서 수신된 샘플에 대해 자가간섭 제거를 진행할 때, 샘플을 대각화하여 주파수 축에서 추정 및 제거하는 기법이다. 따라서, 본 발명은 시스템 변화 없이 모듈을 추가하는 것만으로도 자가간섭 제거가 가능한 장점이 있다.

[0034]

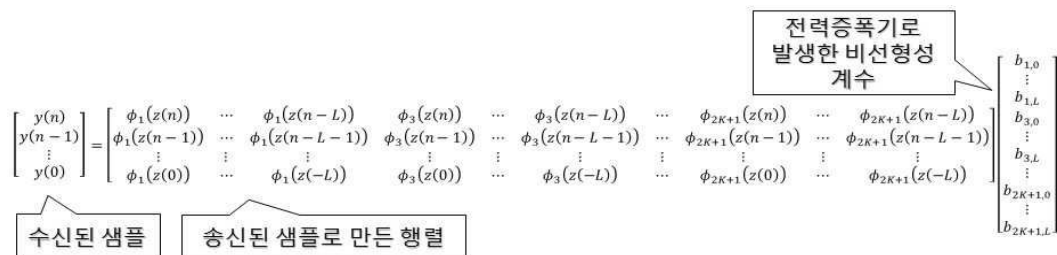
이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

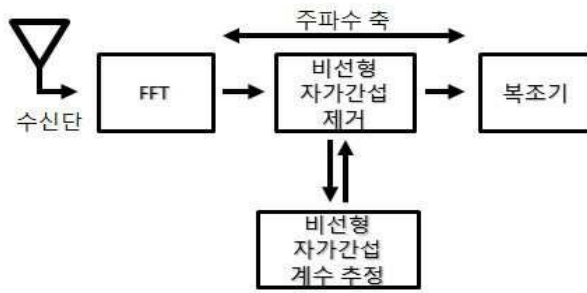
도면1



도면2



도면3



도면4

$$\begin{aligned}
 & \text{수신된 샘플} \quad \begin{bmatrix} y(n) \\ y(n-1) \\ \vdots \\ y(0) \end{bmatrix} = \sum_{k=0}^K \begin{bmatrix} b_{2k+1,0} & b_{2k+1,1} & \cdots & b_{2k+1,L} & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & b_{2k+1,0} & b_{2k+1,1} & \cdots & b_{2k+1,L} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 & b_{2k+1,0} & b_{2k+1,1} & \cdots & b_{2k+1,L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{2k+1}(z(n)) \\ \phi_{2k+1}(z(n-1)) \\ \vdots \\ \phi_{2k+1}(z(0)) \\ \vdots \\ \phi_{2k+1}(z(-L)) \end{bmatrix} \\
 & \begin{bmatrix} y(n) \\ y(n-1) \\ \vdots \\ y(0) \end{bmatrix} = \sum_{k=0}^K \begin{bmatrix} b_{2k+1,0} & b_{2k+1,1} & \cdots & b_{2k+1,L} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & b_{2k+1,0} & b_{2k+1,1} & \cdots & b_{2k+1,L} & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{2k+1,1} & \cdots & b_{2k+1,L} & 0 & 0 & \cdots & 0 & b_{2k+1,0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{2k+1}(z(n)) \\ \phi_{2k+1}(z(n-1)) \\ \vdots \\ \phi_{2k+1}(z(0)) \end{bmatrix} \\
 & \text{전력증폭기로 발생한 비선형성 계수} \quad \text{Circulant 행렬}
 \end{aligned}$$