



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월09일  
(11) 등록번호 10-1306552  
(24) 등록일자 2013년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)  
*H04L 27/26* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0010831  
(22) 출원일자 2010년02월05일  
심사청구일자 2010년02월05일  
(65) 공개번호 10-2011-0069662  
(43) 공개일자 2011년06월23일  
(30) 우선권주장  
1020090125878 2009년12월17일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20060133525 A1  
KR1020090018297 A  
WO99026338 A1  
전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
김청섭  
대전광역시 유성구 가정로 43, 102동 104호 (신성동, 한울아파트)  
손수호  
대전광역시 서구 청사로 70, 107동 1107호 (월평동, 누리아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인무한

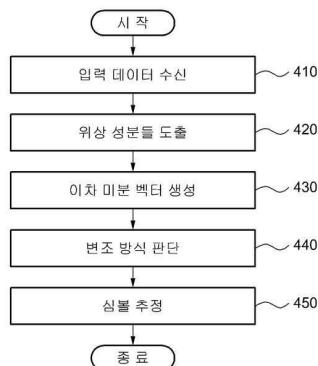
심사관 : 이상웅

(54) 발명의 명칭 이차 미분 위상 벡터를 이용한 심볼 추정 장치 및 방법

### (57) 요 약

심볼 추정 방법이 제공된다. 심볼 추정 방법은 입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 단계; 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 위상 성분들에 대해 이차(second order) 미분을 적용하는 단계; 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정하는 단계를 포함한다.

**내 표 도** - 도4



(72) 발명자

**태기철**

대전광역시 서구 둔산북로 175, 헛님아파트 5동  
1506호 (둔산동)

**박형근**

대전광역시 유성구 배울2로 61, 한화꿈에그린아파트 1013동 501호 (관평동)

**최용석**

대전광역시 유성구 어은로 57, 133동 701호 (어은동, 한빛아파트)

이) 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-F-012-02

부처명 방송통신위원회

연구사업명 IT원천기술개발

연구과제명 유비쿼터스 전파 측정 및 감시기술개발 (보안과제)

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2008-03-01 ~ 2013-02-28

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 위상 성분 도출기;

이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 위상 성분들에 대해 이차(second order) 미분을 적용하는 이차 미분기; 및

상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정하는 심볼 추정기  
를 포함하는 심볼 추정 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이차 미분기는

상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 생성하는 제1 미분기; 및

상기 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 제2 미분기  
를 포함하는 심볼 추정 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이차 미분기는

상기 이차 미분 위상 벡터에 포함된 n 번째 엘리먼트를 얻기 위하여 상기 위상 성분들 중 n 번째 위상 성분 및  
상기 n 번째 위상 성분과 인접한 적어도 두 개의 위상 성분들을 사용하는 심볼 추정 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 심볼 추정기는

상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 변조 방식 판단기  
를 포함하는 심볼 추정 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 변조 방식 판단기는

미리 설정된 값과 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 비교하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 심볼  
추정 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 입력 데이터의 크기(amplitude) 성분들을 포함하는 크기 벡터를 검출하는 크기 벡터 검출기  
를 더 포함하고,

상기 심볼 추정기는

상기 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 심볼 추정 장치.

#### 청구항 7

입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 단계;

이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 위상 성분들에 대해 이차(second order) 미분을 적용하는 단계; 및  
상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정하는 단계  
를 포함하는 심볼 추정 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 이차 미분을 적용하는 단계는

상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 도  
출하는 단계; 및

상기 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 단계  
를 포함하는 심볼 추정 방법.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 이차 미분을 적용하는 단계는

상기 이차 미분 위상 벡터에 포함된 n 번째 엘리먼트를 얻기 위하여 상기 위상 성분들 중 n 번째 위상 성분 및  
상기 n 번째 위상 성분과 인접한 적어도 두 개의 위상 성분들을 사용하는 단계

를 포함하는 심볼 추정 방법.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 심볼들을 추정하는 단계는

상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 단계  
를 포함하는 심볼 추정 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 변조 방식을 판단하는 단계는

미리 설정된 값과 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 비교하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 단계  
인 심볼 추정 방법.

#### 청구항 12

제7항에 있어서,

상기 입력 데이터의 크기(amplitude) 성분들을 포함하는 크기 벡터를 검출하는 단계

를 더 포함하고,

상기 심볼들을 추정하는 단계는

상기 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 단계인 심볼 추정 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 심볼들을 추정하는 단계는

상기 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터의 결합을 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 단계인 심볼 추정 방법.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 심볼들을 추정하는 단계는

상기 이차 미분 위상 벡터를 기초로 상기 크기 벡터를 조정하고, 상기 조정된 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 단계인 심볼 추정 방법.

**청구항 15**

입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 단계;

상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 도출하는 단계; 및

상기 입력 데이터의 주파수 읍셋을 자동적으로 보상하기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 단계를 포함하는 주파수 읍셋 보상 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 일차 미분 위상 벡터를 미분함으로써 생성된 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 단계

를 더 포함하는 주파수 읍셋 보상 방법.

**명세서****기술분야**

- [0001] 아래의 실시예들은 주파수 읍셋을 보상하거나 심볼을 추정하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 주파수 읍셋을 보상하거나 심볼을 추정하는 과정에서 이차 미분 위상 벡터를 이용하는 기술과 관련된 것이다.
- [0002] 본 발명은 방송통신위원회의 IT원천기술개발 사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제명: 유비쿼터스 전파 측정 및 감시기술개발(보안과제), 과제관리번호: 2008-F-012-02]

**배경기술**

- [0003] 일반적인 무선 통신 시스템에서, 수신기는 신호를 복원하는 과정에서 주파수 읍셋을 보상하는 기능을 요구한다. 주파수 읍셋을 보상하는 알고리즘들은 다양하게 존재한다. 다만, 주파수 읍셋을 보상하기 위하여 특정 알고리즘을 사용하는 경우, 특정 알고리즘의 결과는 필연적으로 오차를 포함한다. 이러한 오차는 수신기의 성능을 악화시킬 수 있다.
- [0004] 또한, 주파수 읍셋을 보상하기 위하여 사용되는 많은 알고리즘들은 높은 복잡도를 갖는다. 따라서, 낮은 복잡도로 정확하게 주파수 읍셋을 추정/보상하는 것이 요구된다.

**발명의 내용****해결하려는 과제**

- [0005] 본 발명은 낮은 복잡도로 정확하게 주파수 읍셋을 보상하기 위하여 입력 데이터의 위상 성분들에 대해 2차 미분

을 수행함으로써, 자동적으로 주파수 읍셋을 보상하는 장치 및 방법을 제공한다.

- [0006] 또한, 본 발명은 2차 미분 위상 벡터의 분산에 대해 별도의 프로세싱을 수행하지 않고도 상기 분산을 통해 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 장치 및 방법을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법은 입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 단계; 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 위상 성분들에 대해 이차(second order) 미분을 적용하는 단계; 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정하는 단계를 포함한다.
- [0008] 상기 이차 미분을 적용하는 단계는 상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 도출하는 단계; 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 이차 미분을 적용하는 단계는 상기 이차 미분 위상 벡터에 포함된 n 번째 엘리먼트를 얻기 위하여 상기 위상 성분들 중 n 번째 위상 성분 및 상기 n 번째 위상 성분과 인접한 적어도 두 개의 위상 성분들을 사용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 심볼들을 추정하는 단계는 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 변조 방식을 판단하는 단계는 미리 설정된 값과 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 비교하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 단계일 수 있다.
- [0011] 심볼 추정 방법은 상기 입력 데이터의 크기(amplitude) 성분들을 포함하는 크기 벡터를 검출하는 단계를 더 포함하고, 상기 심볼들을 추정하는 단계는 상기 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 단계일 수 있다. 상기 심볼들을 추정하는 단계는 상기 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터의 결합을 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 단계일 수 있다. 상기 심볼들을 추정하는 단계는 상기 이차 미분 위상 벡터를 기초로 상기 크기 벡터를 조정하고, 상기 조정된 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정하는 단계일 수 있다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 읍셋 보상 방법은 입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 단계; 상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 도출하는 단계; 및 상기 입력 데이터의 주파수 읍셋을 자동적으로 보상하기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 단계를 포함한다.
- [0013] 주파수 읍셋 보상 방법은 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분함으로써 생성된 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 장치는 입력 데이터의 위상 성분들을 도출하는 위상 성분 도출기; 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 위상 성분들에 대해 이차(second order) 미분을 적용하는 이차 미분기; 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정하는 심볼 추정기를 포함한다.
- [0015] 상기 이차 미분기는 상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 생성하는 제1 미분기; 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 제2 미분기를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 이차 미분기는 상기 이차 미분 위상 벡터에 포함된 n 번째 엘리먼트를 얻기 위하여 상기 위상 성분들 중 n 번째 위상 성분 및 상기 n 번째 위상 성분과 인접한 적어도 두 개의 위상 성분들을 사용할 수 있다.
- [0017] 상기 심볼 추정기는 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 변조 방식 판단기를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 변조 방식 판단기는 미리 설정된 값과 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 비교하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단할 수 있다.
- [0019] 심볼 추정 장치는 상기 입력 데이터의 크기(amplitude) 성분들을 포함하는 크기 벡터를 검출하는 크기 벡터 검출기를 더 포함하고, 상기 심볼 추정기는 상기 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정할 수 있다.

## 발명의 효과

- [0020] 본 발명은 낮은 복잡도로 정확하게 주파수 읍셋을 보상하기 위하여 입력 데이터의 위상 성분들에 대해 2차 미분을 수행함으로써, 자동적으로 주파수 읍셋을 보상하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명은 2차 미분 위상 벡터의 분산에 대해 별도의 프로세싱을 수행하지 않고도 상기 분산을 통해 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 입력 데이터의 위상 성분들에 대한 일예를 나타낸 그래프이다.  
 도 2는 도 1에 도시된 위상 성분들을 1차 미분함으로써 생성된 1차 미분 위상 벡터를 나타낸 그래프이다.  
 도 3은 도 1에 도시된 위상 성분들을 2차 미분함으로써 생성된 2차 미분 위상 벡터를 나타낸 그래프이다.  
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.  
 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 장치를 나타낸 블록도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명의 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0024] 도 1은 입력 데이터의 위상 성분들에 대한 일예를 나타낸 그래프이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 입력 데이터의 위상 성분들은 도 1에 도시된 것과 같이 분포한다고 가정한다. 이 때, 위상 성분들의 변화 속도는 '주파수'를 의미하므로, 입력 데이터의 주파수는 위상 성분들에 대해 1차 미분을 수행함으로써 표현될 수 있다.

$$\theta \quad \theta_n$$

- [0026] 또한, 아래에서는 입력 데이터의 위상 성분들을  $\theta$ 로 나타내며,  $\theta_n$ 는 n 번째 시간(time instance)에서의 위상 성분을 나타낸다.

- [0027] 도 2는 도 1에 도시된 위상 성분들을 1차 미분함으로써 생성된 1차 미분 위상 벡터를 나타낸 그래프이다.
- [0028] 도 2에 도시된 1차 미분 위상 벡터를 참조하면, 1차 미분 위상 벡터의 최대값이 존재하는 위치는 주파수 읍셋에 대응된다. 여기서, 1차 미분 위상 벡터는 위상 성분들에 대해 1차 미분을 수행함으로써 생성된다.
- [0029] 즉, 1 라디안에서 1차 미분 위상 벡터의 최대값이 존재하므로, 약 1 라디안에 대응하는 주파수 읍셋이 존재하는 것으로 추정될 수 있다.

- [0030] 도 3은 도 1에 도시된 위상 성분들을 2차 미분함으로써 생성된 2차 미분 위상 벡터를 나타낸 그래프이다.
- [0031] 도 3에 도시된 2차 미분 위상 벡터를 참조하면, 2차 미분 위상 벡터의 최대값이 존재하는 위치는 약 0 라디안에 존재함을 알 수 있다. 여기서, 2차 미분 위상 벡터는 1차 미분 위상 벡터를 다시 미분함으로써 생성된다.
- [0032] 2차 미분 위상 벡터의 최대값이 약 0 라디안에 존재하므로, 입력 데이터의 위상 성분들에 대하여 2차 미분 위상 벡터를 구하는 것은 주파수 읍셋을 자동적으로 보상하는 것임을 알 수 있다. 따라서, 본 발명은 주파수 읍셋을 추정/보상하는 알고리즘을 사용하지 않고도, 2차 미분 위상 벡터를 구함으로써 주파수 읍셋을 자동적으로 보상 할 수 있다.
- [0033] 아래에서는 본 발명의 구체적인 동작에 대해 설명한다.
- [0034] 하기 수학식 1은 2차 미분 위상 벡터에 속하는 n 번째 엘리먼트를 나타낸다.

[0035] [수학식 1]

$$\frac{d^2\theta_n}{dt^2} = \left( \frac{\theta_{n+2} - 2*\theta_{n+1} + \theta_n}{\Delta t} \right)$$

[0036]

[0037] 상기 수학식 1을 참조하면, 2차 미분 위상 벡터에 속하는 n 번째 엘리먼트는 n 번째 위상 성분  $\theta_n$  및 상기

$\theta_n$  n 번째 위상 성분 과 인접한 적어도 두 개의 위상 성분들(즉,  $\theta_{n+1}$ ,  $\theta_{n+2}$ )을 기초로 구해질 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명은 일차 미분 위상 벡터를 구한 후, 일차 미분 위상 벡터를 다시 미분함으로써 이차 미분 위상 벡터를 구할 수 있다. 여기서, 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 도출하기 위하여 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우  $h_n$ 가 하기 수학식 2와 같이 적용될 수 있다.

[0039] [수학식 2]

$$\frac{d\theta_n}{dt} = h_n \left( \frac{\theta_{n+2} - \theta_n}{\Delta t * 2} \right)$$

[0040]

[0041] 여기서, 일차 미분 위상 벡터는 주파수 읍셋을 추정하는 데에 사용될 수 있으나, 본 발명은 일차 미분 위상 벡터를 이용하여 주파수 읍셋을 추정/보상하는 것이 아니라 이차 미분 위상 벡터를 계산함으로써 자동적으로 주파수 읍셋을 보상한다.

[0042] 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 일차 미분 위상 벡터를 통해 주파수 읍셋의 위치를 알 수 있으며, 도 3에 도시된 바와 같이 이차 미분 위상 벡터를 계산하는 것은 주파수 읍셋을 자동적으로 보상하는 것이 된다.

[0043] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.

[0044] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법은 입력 데이터를 수신한다(410).

[0045] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법은 입력 데이터의 위상 성분들을 도출한다(420).

[0046] 즉, 본 발명은 입력 데이터의 실수부(real part)와 허수부(imaginary part)을 구한 후, 입력 데이터의 위상 성분들을 도출할 수 있다. 또한, 도 4에 도시되지 아니하였지만, 본 발명은 입력 데이터의 크기(amplitude) 성분들을 포함하는 크기 벡터를 검출할 수도 있다.

[0047] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법은 이차 미분 벡터를 생성한다(430).

[0048] 본 발명은 상기 수학식 1에 기재된 것과 같이 위상 성분들 중 n 번째 위상 성분 및 n 번째 위상 성분과 인접한 적어도 두 개의 위상 성분들을 기초로 이차 미분 위상 벡터에 포함된 n 번째 엘리먼트를 얻을 수 있다.

[0049] 이 때, 본 발명은 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 도출한 후, 일차 미분 위상 벡터를 다시 미분함으로써 이차 미분 벡터를 생성할 수도 있다.

[0050] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법은 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 입력 데이터의 변조 방식을 판단한다(440). 특히, 본 발명은 미리 설정된 값과 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 비교하여 입력 데이터의 변조 방식을 판단할 수 있다.

[0051] 예를 들어, 이차 미분 위상 벡터의 분산이 약 0.15보다 크다면, 입력 데이터는 OOK 방식에 따라 변조된 것으로 판단될 수 있으며, 6 dB 이상의 SNR에서 이차 미분 위상 벡터의 분산이 0.03보다 큰지 여부에 따라 입력 데이터가 PSK 방식에 따라 변조된 것인지, FSK 방식에 따라 변조된 것인지 판단될 수 있다.

[0052] 특히, 이차 미분 위상 벡터에 속하는 모든 엘리먼트들은 구간  $[-\pi, \pi]$ 에 존재하므로, 분산을 구하기 위한 이차 미분 위상 벡터에 대해 별도의 정규화 과정이 요구되지 않는다. 따라서, 본 발명에 따르면 적은 계산량으로도 효율적으로 입력 데이터의 변조 방식을 판단할 수 있다.

[0053] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 방법은 판단된 변조 방식 및 이차 미분 위상 벡터를 기초로 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정한다(450). 뿐만 아니라, 본 발명은 크기 벡터 및 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 심볼들을 정확히 추정할 수 있다.

[0054] 하기 수학식 3은 크기 벡터 및 이차 미분 위상 벡터의 결합을 나타낸다.  $A_1, A_2, A_n$ 은 크기 벡터의 엘리먼트들

$\theta_1, \theta_2, \theta_n$  을 나타내며,  $\tilde{E}$ 는 이차 미분 위상 벡터의 엘리먼트들을 나타낸다.

[0055] [수학식 3]

$$\tilde{E} = [A_1 e^{\theta_1}, A_2 e^{\theta_2}, \dots, A_n e^{\theta_n}]$$

[0056]

[0057] 본 발명은 상기 수학식 3을 이용하여 심볼들을 추정할 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명은 상기 수학식 3을 기초로 하기 수학식 4를 계산할 수 있고, 하기 수학식 4를 기초로 심볼들을 추정할 수도 있다.

[0058] [수학식 4]

$$E_{new\_i} = [\sum_{i=1}^{d_1} A_i e^{\theta_{d_1}}, \dots, \sum_{i=n-1}^{d_n} A_i e^{\theta_{d_n}}]$$

[0059]

$$\theta_d$$

[0060] 여기서,  $\theta_d$ 는 이차 미분 위상 벡터에 속하는 엘리먼트들 중 특정 위상 값 이상의 값을 갖는 엘리먼트를 나타낸다.

[0061] 즉, 본 발명은 이차 미분 위상 벡터를 기초로 크기 벡터를 변형한 후, 상기 수학식 4에 기재된 것과 같이 새로운 벡터  $E_{new\_i}$ 를 계산할 수 있다. 그리고, 본 발명은 새로운 벡터  $E_{new\_i}$ 를 기초로 심볼들을 추정할 수 있다.

[0062] 상술한 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 룸(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록

록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

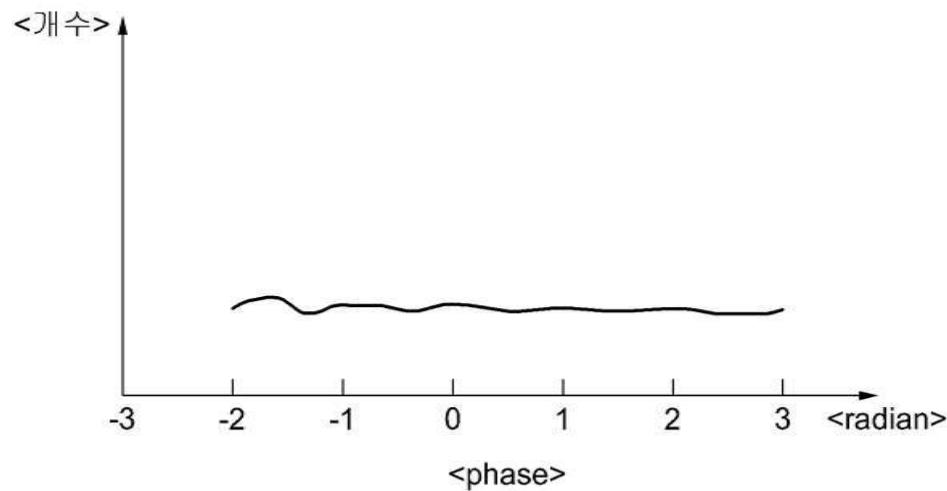
- [0063] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 심볼 추정 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0064] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 심볼 추정 장치는 위상 성분 도출기(510), 이차 미분기(520), 심볼 추정기(530) 및 크기 벡터 검출기(540)를 포함한다.
- [0065] 위상 성분 도출기(510)는 입력 데이터의 위상 성분들을 도출한다.
- [0066] 또한, 이차 미분기(520)는 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 위상 성분들에 대해 이차(second order) 미분을 적용한다. 이 때, 이차 미분기(520)는 도 5에 도시되지 아니하였지만, 상기 위상 성분들을 평균화하는 스무딩 윈도우를 이용하여 상기 위상 성분들에 대한 일차 미분 위상 벡터를 생성하는 제1 미분기; 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 얻기 위하여 상기 일차 미분 위상 벡터를 미분하는 제2 미분기를 포함할 수 있다.
- [0067] 또한, 심볼 추정기(530)는 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 입력 데이터에 대응하는 심볼들을 추정한다.
- [0068] 이 때, 크기 벡터 검출기(540)는 상기 입력 데이터의 크기(amplitude) 성분들을 포함하는 크기 벡터를 검출할 수 있고, 심볼 추정기(530)는 크기 벡터 및 상기 이차 미분 위상 벡터를 이용하여 상기 심볼들을 추정한다.
- [0069] 또한, 도 5에 도시되지 아니하였지만, 심볼 추정기(530)는 상기 이차 미분 위상 벡터의 분산을 이용하여 상기 입력 데이터의 변조 방식을 판단하는 변조 방식 판단기를 포함할 수 있다.
- [0070] 도 5에 도시된 심볼 추정 장치에는 도 1 내지 도 4를 통해 설명된 내용들이 그대로 적용될 수 있으며, 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0071] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0072] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### **부호의 설명**

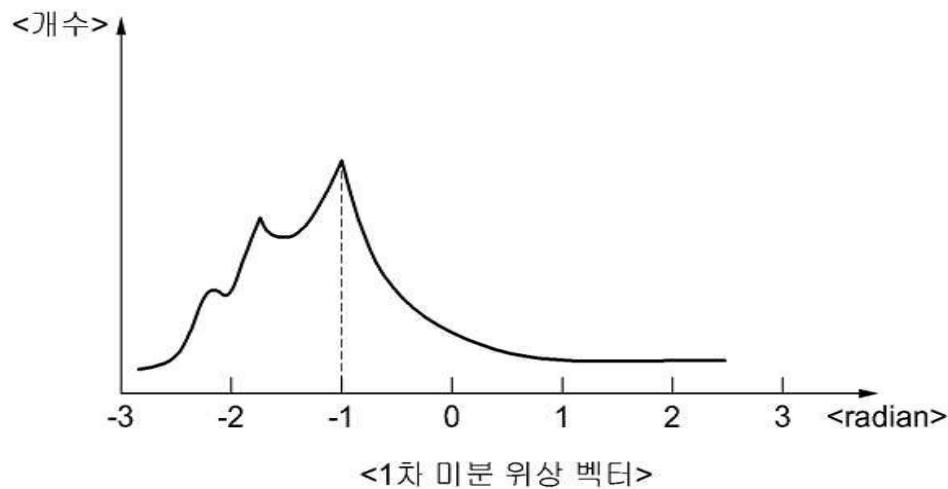
- [0073] 430: 이차 미분 위상 벡터 계산 단계

도면

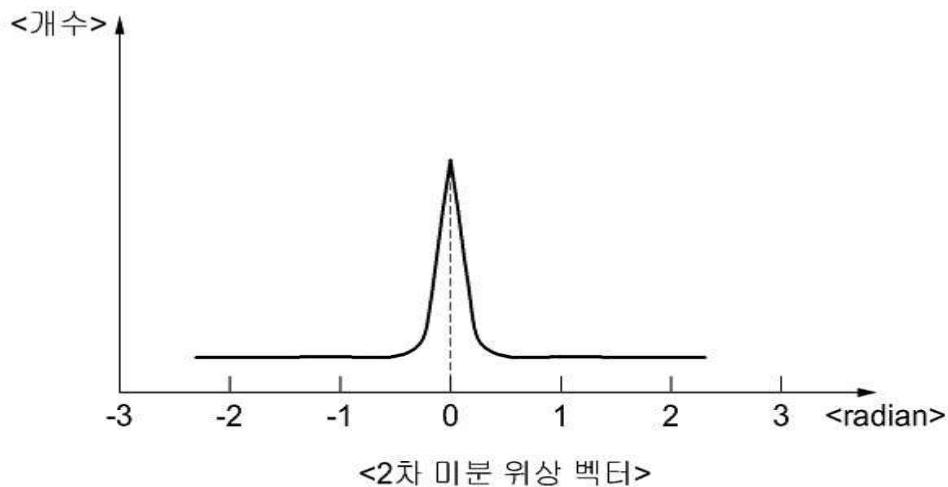
도면1



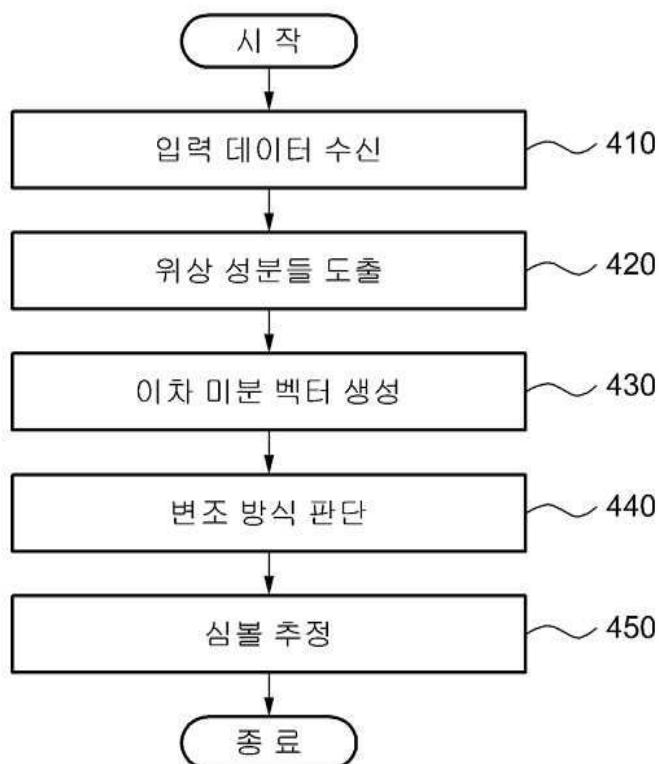
도면2



## 도면3



## 도면4



## 도면5

