



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월07일

(11) 등록번호 10-1508522

(24) 등록일자 2015년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0051408

(22) 출원일자 2014년04월29일

심사청구일자 2014년04월29일

(56) 선행기술조사문헌

JP2006041782 A

KR1020000019276 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김황남

서울특별시 성동구 금호로 117, 103동 307호 (금호동2가, 금호자이1차)

김강호

부산광역시 금정구 구서중앙로 20, 5동 902호 (구서동, 선경1차아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

심경식, 홍성욱, 한승범, 유병욱

전체 청구항 수 : 총 16 항

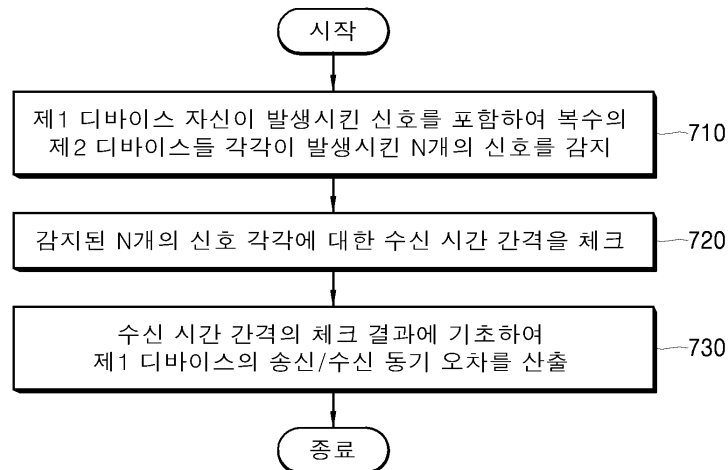
심사관 : 황철규

(54) 발명의 명칭 동기 오차 산출 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 장치는 제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들 각각이 발생시킨 N개의 신호를 감지하고, 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 수신 시간 간격을 체크하는 신호 감지부; 및 상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1 디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 동기 오차 산출부를 포함한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

정종택

서울특별시 서초구 방배중앙로9길 29, 202호 (방배
동, 양지빌라트)

이용희

서울특별시 송파구 토성로3길 21, 101호 (풍납동)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들 각각이 발생시킨 N개(여기서, N은 2이상의 자연수)의 신호를 감지하고, 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 수신 시간 간격을 체크하는 신호 감지부; 및

상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1 디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 동기 오차 산출부

를 포함하고,

상기 동기 오차 산출부는

상기 수신 시간 간격 각각을 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차로 표현하는 제1 연산부;

상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 변수로 취급하는 생성부; 및

상기 변수에 대해 연립 방정식을 적용하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 제2 연산부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신호 감지부는

상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 수신 시간 간격을 체크하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 신호 감지부는

상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 샘플 개수를 체크하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 연산부는

상기 생성부에 의해 변수로 취급되어 생성된 $N \times N$ 행렬(여기서, N은 2이상의 자연수)의 각 성분들에 대해 상기 연립 방정식을 적용하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 연산부는

상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분의 차이에 기초하여, 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분을 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현하고, 상기 $N \times N$ 행렬에서, 임의의 제1 성분에 있는 일차 방정식 중 어느 하나의 변수를 임의의 상수로 지정하며, 상기 제1 성분에 있는 일차 방정식을 임의의 다른 제2 성분에 있는 일차 방정식과 연립 방정식으로 계산하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 연산부는

상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분에 대해, 상기 제1 및 제2 디바이스를 포함한 N 개의 디바이스(여기서, N 은 2이상의 자연수) 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차의 차이에 기초하여, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전송 지연 시간의 차이는

상기 N 개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 거리가 일정한 것을 고려하여 0으로 설정되는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제2 연산부는

상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현된 $N \times N$ 행렬에서, 동일한 전송 지연 시간을 가지는 일차 방정식 중 하나를 제거하여 상기 $N \times N$ 행렬을 간소화시키는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 신호는

서로 식별이 가능하며, 동기 신호 또는 소리 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 장치.

청구항 10

동기 오차 산출 장치의 신호 감지부에서, 제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들 각각이 발생시킨 N 개(여기서, N 은 2이상의 자연수)의 신호를 감지하는 단계;

상기 동기 오차 산출 장치의 신호 감지부에서, 상기 감지된 N 개의 신호 각각에 대한 수신 시간 간격을 체크하는

단계; 및

상기 동기 오차 산출 장치의 동기 오차 산출부에서, 상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1 디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 단계

를 포함하고,

상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 단계는

상기 동기 오차 산출부의 제1 연산부에서, 상기 수신 시간 간격 각각을 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차로 표현하는 단계;

상기 동기 오차 산출부의 생성부에서, 상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 변수로 취급하는 단계; 및

상기 동기 오차 산출부의 제2 연산부에서, 상기 변수에 대해 연립 방정식을 적용하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 수신 시간 간격을 체크하는 단계는

상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 수신 시간 간격을 체크하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 수신 시간 간격을 체크하는 단계는

상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 샘플 개수를 체크하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계는

상기 생성부에 의해 변수로 취급되어 생성된 $N \times N$ 행렬(여기서, N은 2이상의 자연수)의 각 성분에 대해 상기 연립 방정식을 적용하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계는

상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분의 차이에 기초하여, 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분을 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현하는 단계;

상기 $N \times N$ 행렬에서, 임의의 제1 성분에 있는 일차 방정식 중 어느 하나의 변수를 임의의 상수로 지정하는 단계;
및

상기 제1 성분에 있는 일차 방정식을 임의의 다른 제2 성분에 있는 일차 방정식과 연립 방정식으로 계산하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 일차 방정식으로 표현하는 단계는

상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분에 대해, 상기 제1 및 제2 디바이스를 포함한 N 개의 디바이스(여기서, N 은 2이상의 자연수) 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차의 차이에 기초하여, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계는

상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현된 $N \times N$ 행렬에서, 동일한 전송 지연 시간을 가지는 일차 방정식 중 하나를 제거하여 상기 $N \times N$ 행렬을 간소화시키는 단계

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 오차 산출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 디바이스들 간의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 몇 년간 스마트 디바이스는 현대 사회 속에 급속도로 확산되어 왔으나, 현재까지는 각각의 기기에서 돌아가는 어플리케이션(Application)에 초점이 맞추어져 있으며, 주변 기기들과 협업으로 동작하는 Application에 대한 개발은 상대적으로 미미한 실정이다.

[0003] 이러한 상황의 원인 중 하나로는 기기들 간의 정확한 시간 동기가 힘들다는 것에 있다. 각각의 기기들은 성능과 구성 요소가 다르며, 동일한 기종이라 하더라도 미세한 딜레이(delay)의 차이가 존재하기 때문에 기기들 간의 정확한 시간 동기는 쉽지 않다.

[0004] 현재 사용되는 동기화 기술들은 주로 이동 기기의 기준 시간(Reference clock)을 동기화 하는 데 초점을 맞춘다. 기기들이 서로 현재 자신의 시간 정보를 담고 있는 신호를 보내 그 값을 맞추는 것이 일반적인 방식이다.

[0005] 그러나, 높은 수준의 동기화를 필요로 하는 응용 프로그램(Application)에 있어 기준 시간을 동기화 하는 것은 의미가 떨어진다. 동기화는 여러 기기가 서로 상호 작용을 하는데 필요한 것이며, 상호 작용에 있어서 필요한 것은 통신 모듈 간의 관계라는 점을 고려하면 기준 시간이 아닌 통신 모듈이 동기화 될 필요가 있다.

[0006] 관련 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 제2000-0019276호(발명의 명칭: 이동통신시스템에서의 시간동기오차 검출 장치 및 방법, 공개일자: 2000년 04월 06일)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예는 자신과 다른 디바이스에서 발생한 신호를 감지하여 그 수신 시점을 체크한 결과에 근거하여 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출할 수 있도록 하는 동기 오차 산출 장치 및 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 장치는 제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들 각각이 발생시킨 N개의 신호를 감지하고, 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 수신 시간 간격을 체크하는 신호 감지부; 및 상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1 디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 동기 오차 산출부를 포함한다.

[0010] 상기 신호 감지부는 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 수신 시간 간격을 체크할 수 있다.

[0011] 상기 신호 감지부는 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 샘플 개수를 체크할 수 있다.

[0012] 상기 동기 오차 산출부는 상기 수신 시간 간격 각각을 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차로 표현하는 제1 연산부; 상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 변수로 취급하여 $N \times N$ 행렬을 생성하는 생성부; 및 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분에 대해 연립 방정식을 적용하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 제2 연산부를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 제2 연산부는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분의 차이에 기초하여, 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분을 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현하고, 상기 $N \times N$ 행렬에서, 임의의 제1 성분에 있는 일차 방정식 중 어느 하나의 변수를 임의의 상수로 지정하며, 상기 제1 성분에 있는 일차 방정식을 임의의 다른 제2 성분에 있는 일차 방정식과 연립 방정식으로 계산하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출할 수 있다.

[0014] 상기 제2 연산부는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분에 대해, 상기 N개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차의 차이에 기초하여, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현할 수 있다.

[0015] 상기 전송 지연 시간의 차이는 상기 N개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 거리가 일정한 것을 고려하여 0으로 설정되는 것이 바람직하다.

[0016] 상기 제2 연산부는 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현된 $N \times N$ 행렬에서, 동일한 전송 지연 시간을 가지는 일차 방정식 중 하나를 제거하여 상기 $N \times N$ 행렬을 간소화시킬 수 있다.

[0017] 상기 신호는 서로 식별이 가능하며, 동기 신호 또는 소리 신호를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 추출 방법은 동기 오차 산출 장치의 신호 감지부에서, 제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들 각각이 발생시킨 N개의 신호를 감지하는 단계; 상기 동기 오차 산출 장치의 신호 감지부에서, 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 수신 시간 간격을 체크하는 단계; 및 상기 동기 오차 산출 장치의 동기 오차 산출부에서, 상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1

디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 단계를 포함한다.

- [0019] 상기 수신 시간 간격을 체크하는 단계는 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 수신 시간 간격을 체크하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 수신 시간 간격을 체크하는 단계는 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 샘플 개수를 체크하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 단계는 상기 동기 오차 산출부의 제1 연산부에서, 상기 수신 시간 간격 각각을 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차로 표현하는 단계; 상기 동기 오차 산출부의 생성부에서, 상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 변수로 취급하여 $N \times N$ 행렬을 생성하는 단계; 및 상기 동기 오차 산출부의 제2 연산부에서, 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분들에 대해 연립 방정식을 적용하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분의 차이에 기초하여, 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분을 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현하는 단계; 상기 $N \times N$ 행렬에서, 임의의 제1 성분에 있는 일차 방정식 중 어느 하나의 변수를 임의의 상수로 지정하는 단계; 및 상기 제1 성분에 있는 일차 방정식을 임의의 다른 제2 성분에 있는 일차 방정식과 연립 방정식으로 계산하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 일차 방정식으로 표현하는 단계는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분들에 대해, 상기 N개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차의 차이에 기초하여, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 단계는 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현된 $N \times N$ 행렬에서, 동일한 전송 지연 시간을 가지는 일차 방정식 중 하나를 제거하여 상기 $N \times N$ 행렬을 간소화시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자신과 다른 디바이스에서 발생한 신호의 수신 시점에 근거하여 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 송/수신 동기 오차의 산출을 통해 각 디바이스 간에 정확한 동기화가 되므로 TDOA source localization 기술을 이용하여 정확한 위치 추정이 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- 도 2는 도 1의 동기 오차 산출부의 상세 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 각 신호의 수신 시간 간격을 측정된 결과를 표시한 일례를 도시한 도면이다.
- 도 4는 각 신호의 수신 시간 간격 간의 오차를 토대로 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 일차 방정식으로 표현한 일례를 도시한 도면이다.
- 도 5는 각 신호의 수신 시간 간격을 행렬로 표현한 일례를 도시한 도면이다.
- 도 6은 도 5의 행렬을 토대로 각 디바이스 간의 동기 오차를 일차 방정식으로 표현한 행렬의 일례를 도시한 도

면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0030] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 장치(100)는 신호 감지부(110), 동기 오차 산출부(120), 및 제어부(130)를 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 상기 동기 오차 산출 장치(100)는 제1 디바이스(미도시)에 탑재되어 구현될 수 있다.
- [0033] 상기 신호 감지부(110)는 상기 제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들(미도시) 각각이 발생시킨 $N(2 \text{ 이상의 자연수})$ 개의 신호를 감지한다. 즉, 상기 신호 감지부(110)는 상기 제1 및 제2 디바이스를 포함한 N 개의 디바이스로부터 발생된 N 개의 신호를 감지할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에서는 각 디바이스가 한 번의 신호를 발생시킨다. 이는 신호 발생의 동기 오차를 한 번으로 줄이기 위함이며, N 개의 신호 감지를 동시에 진행하도록 하는데, 이 또한 마찬가지로 동기 오차를 한번으로 줄이기 위함이다. 각 한 번의 신호 발생과 한 번의 감지를 하는 것을 통하여 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차는 각 한 번씩만 일어나게 되고, 그것을 계산하는 것이 가능해진다. 이때, 송신 동기 오차는 송신 모듈에서 발생하는 동기 오차를 의미하고, 수신 동기 오차는 수신 모듈에서 발생하는 동기 오차를 의미한다.
- [0035] 여기서, 상기 N 개의 신호는 각각 상이한 시각에 발생할 수도 있고 동시에 발생할 수도 있는 등 발생 시점의 차이와는 무관할 수 있다. 다만, 상기 N 개의 신호는 서로 식별이 가능한 신호인 것이 바람직하며, 동기 신호 또는 소리 신호를 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 신호 감지부(110)는 상기 감지된 N 개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 수신 시간 간격을 체크한다. 상기 수신 시간 간격을 체크하는 경우, 상기 N 개의 신호는 상기 동기 신호일 수 있다.
- [0037] 보다 구체적으로, 상기 신호 감지부(110)는 상기 N 개의 동기 신호에 대한 수신 시간 간격을 체크하는 경우, 양방향 센싱(Two-way sensing) 기법을 사용할 수 있다. 상기 Two-way Sensing 기법이란 한 디바이스가 타 디바이스에서 발생된 신호뿐 아니라 자신에게서 발생된 신호도 모두 감지하는 방식으로, N 개의 디바이스가 존재할 경우 모든 디바이스가 한 번의 신호 발생과 N 번의 신호 수신을 하는 기법을 지칭한다.
- [0038] 또 달리, 상기 신호 감지부(110)는 상기 감지된 N 개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 샘플 개수를 체크할 수 있다. 상기 샘플 개수를 체크하는 경우, 상기 N 개의 신호는 상기 소리 신호일 수 있다.
- [0039] 보다 구체적으로, 상기 신호 감지부(110)는 상기 N 개의 소리 신호에 대한 샘플 개수를 체크하는 경우, 샘플 감지(Sample of Detection) 기법을 이용할 수 있다. 상기 Sample of Detection 기법이란 신호의 수신 시간 간격을 시간으로 전환시키지 않고 신호의 발생 시각에서의 샘플 번호와 신호의 수신 시각에서의 샘플 번호를 이용하여 수신 시간 간격에 해당하는 Sample 개수를 계산하는 기법이다. 상기 Sample of Detection 기법을 이용할 경우, 시간 동기는 해당 신호 모듈의 샘플링(sampling) 주기와 동일하다. 예를 들어, 일반적인 이동 디바이스

의 소리 신호 sampling 주기는 22 us로, 이는 거리로는 0.8cm에 해당한다.

- [0040] 상기와 같이 Sample of Detection 기법을 이용하게 될 경우, 시간으로 변환시키는 과정에서의 정보 손실을 피할 수 있고, 동기 오차에 영향을 받는 일도 피할 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는 상기 신호 감지부(110)가 상기 Sample of Detection 기법을 이용하여 상기 N개의 신호에 대한 수신 시간 간격을 체크하는 것이 더 바람직하다.
- [0041] 상기 동기 오차 산출부(120)는 상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1 디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출한다. 이를 위해, 상기 동기 오차 산출부(120)는 도 2에 도시된 바와 같이 제1 연산부(210), 생성부(220), 및 제2 연산부(230)를 포함할 수 있다. 참고로, 도 2는 도 1의 동기 오차 산출부(120)의 상세 구성을 도시한 블록도이다.
- [0042] 상기 제1 연산부(210)는 상기 N개의 신호에 대한 수신 시간 간격을 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차로 표현한다. 이때, 상기 제1 연산부(210)는 행렬을 이용하여 상기 N개의 신호에 대한 수신 시간 간격을 상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차로 표현할 수 있다.
- [0043] 여기서, 상기 신호는 각 디바이스가 수신하는 신호의 개수이므로 각 디바이스가 송신하는 신호까지 합하면 모두 $N*N$ 개가 된다. 따라서, 상기 제1 연산부(210)는 $N*N$ 행렬을 이용하여 각 신호의 수신 시간 간격을 상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차로 표현할 수 있다.
- [0044] 예를 들면, 도 3에 도시된 바와 같이, 디바이스 a가 자신이 발생한 신호를 수신한 수신 시간 간격은 A이고, 디바이스 a가 디바이스 b로부터 발생된 신호를 수신한 수신 시간 간격은 C이며, 디바이스 b가 디바이스 a로부터 발생된 신호를 수신한 수신 시간 간격은 B이고, 디바이스 b가 자신이 발생한 신호를 수신한 수신 시간 간격은 D이라고 가정한다. 이때, 수신 시간 간격 A, B, C, D 각각은 초, 분 등과 같이 시간으로 표시될 수도 있고, 샘플 개수로 표시될 수도 있다. 참고로, 도 3은 각 신호의 수신 시간 간격을 측정한 결과를 표시한 일례를 도시한 도면이다.
- [0045] 이러한 경우, 수신 시간 간격 A는 $R_a+S_a+T_{aa}$ 이고 수신 시간 간격 B는 $R_b+S_b+T_{ab}$ 이며, 수신 시간 간격 C는 $R_a+S_b+T_{ba}$ 이고, 수신 시간 간격 D는 $R_b+S_b+T_{bb}$ 로 표현된다. 이때, 송신 거리와 수신 거리가 동일하다고 가정한다. 그러면, $T_{ab}=T_{ba}$ 이므로 수신 시간 간격 B에 해당하는 일차 방정식 $R_b+S_b+T_{ab}$ 에서 수신 시간 간격 C에 해당하는 일차 방정식 $R_a+S_b+T_{ba}$ 을 빼면 도 4와 같이 전송 지연 시간 T_{ab} 와 T_{ba} 가 제거된 일차 방정식 $R_b+S_b-(R_a+S_b)$ 가만 들어지고, 이렇게 생성된 일차 방정식에 해당하는 값은 B-C가 된다. 그리고, C에 해당하는 일차 방정식은 값을 구하는 데 있어서 불필요하므로 도 4와 같이 -로 표시된다. 참고로, 도 4는 각 신호의 수신 시간 간격을 토대로 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 일차 방정식으로 표현한 일례를 도시한 도면이다.
- [0046] 상기 생성부(220)는 상기 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 변수로 취급하여 $N*N$ 행렬을 생성한다. 즉, 상기 생성부(220)는 도 3에 도시된 바와 같이, 각 신호의 수신 시간 간격을 토대로 해서 전송 지연 시간을 T, 송신 동기 오차를 S, 수신 동기 오차를 R과 같은 변수로 취급하여 도 5와 같은 $N*N$ 행렬을 생성할 수 있다. 참고로, 도 5는 각 신호의 수신 시간 간격을 행렬로 표현한 일례를 도시한 도면이다.
- [0047] 상기 제2 연산부(230)는 상기 생성된 $N*N$ 행렬의 각 성분에 대해 연립 방정식을 적용하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출한다. 이때, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값 각각은 시간으로 표시될 수도 있고, 샘플 개수로 표시될 수도 있다.
- [0048] 보다 구체적으로는, 상기 제2 연산부(230)는 도 5와 같이 생성된 $N*N$ 행렬의 각 성분의 차이에 기초하여, 상기 $N*N$ 행렬의 각 성분을 도 6에 도시된 바와 같이 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현할 수 있다. 참고로, 도 6은 도 5의 행렬을 토대로 각 디바이스 간의 동기 오차를 일차 방정식으로 표현한 행렬의 일례를 도시한 도면이다.
- [0049] 즉, 상기 제2 연산부(230)는 상기 생성된 $N*N$ 행렬의 각 성분에 대해, 상기 N개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 전송 지연 시간이 동일하다는 전제하에, 도 6과 같이 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성된 일차 방정식으로 표현할 수 있다.
- [0050] 여기서, 상기 디바이스가 역의 송수신 관계를 가지는 경우를 도 5를 참조하면 예로 들면, 디바이스 1에서 디바이스 2로 송수신하는 경우와 디바이스 2에서 디바이스 1로 송수신하는 경우가 있고, 이 경우 전송 지연 시간은 상호 간에 동일하다.

- [0051] 이때, 상기 제2 연산부(230)는 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현된 $N \times N$ 행렬에서, 동일한 전송 지연 시간을 가지는 일차 방정식 중 하나를 제거하여 상기 $N \times N$ 행렬을 간소화시킬 수 있다.
- [0052] 즉, 상기 제2 연산부(230)는 도 5의 $N \times N$ 행렬에서, '0' 표시된 성분이 '+' 표시된 성분과 전송 지연 시간이 동일하기 때문에, '+' 표시된 성분에서 '0' 표시된 성분을 빼서 전송 지연 시간(T)를 제거함으로써 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현할 수 있으며, '0' 표시된 성분은 모두 제거하여 도 6에 도시된 바와 같이 '0' 표시된 성분은 '-'로 표시하고 '+' 표시된 성분만 남도록 할 수 있다. 또한, 도 5에서 'X' 표시된 성분은 디바이스 자신이 발생한 신호를 감지한 경우이므로 이 성분 또한 '+' 표시된 성분과 함께 남도록 할 수 있다.
- [0053] 또한, 도 5에서 N 개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스들의 전송 지연 시간이 동일(예컨대, $T_{ab}=T_{ba}$)하다고 가정하고, 디바이스 자신이 발생한 신호를 자신이 수신한 경우의 전송지연시간을 0으로 가정하면, 도 6에서는 전송 지연 시간에 해당하는 변수 ' T '를 제거할 수 있게되어, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수 ' S ' 및 ' R '에 관한 일차 방정식으로만 표현될 수 있다.
- [0054] 이렇게 간소화된 행렬에 대해, 상기 제2 연산부(230)는 임의의 제1 성분에 있는 일차 방정식 중 어느 하나의 변수를 임의의 상수로 지정할 수 있다. 예를 들면, 도 6에서 R_1 을 '0'으로 지정할 수 있다.
- [0055] 상기 제2 연산부(230)는 상기 제1 성분에 있는 일차 방정식을 임의의 다른 제2 성분에 있는 일차 방정식과 연립 방정식으로 계산하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출할 수 있다.
- [0056] 상기 제어부(130)는 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 장치(100), 즉 상기 신호 감지부(110), 상기 동기 오차 산출부(120) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0057] 한편, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따라 동기 오차를 계산하는 방식에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0058] 각 기기(디바이스)가 한 번의 신호를 발생한다고 가정할 때, N 개의 기기가 존재하면, 각 기기는 N 개의 신호를 수신하게 된다. 각 신호의 송신 모듈과 수신 모듈 양측에 모두 동기 오차가 존재하는데, 한 대의 기기로 송/수신을 한 번씩만 하게 되면 각 모듈당 한 번의 오차만이 발생하게 된다. 각 기기 간의 동기 오차를 알 수 없는 변수로 취급할 때, $2N$ 개의 변수가 발생을 하게 된다.
- [0059] 해당 개념을 간편하게 표현할 수 있는 방법으로는 도 5와 같은 행렬이 있다. 행렬의 성분 M_{ij} 는 i 번째 기기가 송신한 신호를 j 번째 기기가 수신한 수신 시간 간격(예: 샘플 개수, SoD)이며, 각 수신 시간 간격은 i 번째 기기의 송신 동기 오차와 j 번째 기기의 수신 동기 오차, 그리고 신호가 기기 i 에서 기기 j 까지 이동하는 데 걸리는 시간(전송 지연 시간)의 합으로 나타내어진다. 기기의 송신 동기 오차는 S , 수신 동기 오차는 R , 그리고 전송 지연 시간은 T 로 나타내어진다.
- [0060] 기기 i 와 기기 j 사이의 거리가 일정하다는 가정($T_{ab} = T_{ba}$)과 각 기기의 자신과의 거리가 '0'이라는 가정을 하게 되면($T_{mm} = 0$), 도 5는 도 6처럼 나타낼 수 있다. 이는 같은 T 값을 가진 성분끼리 서로 뺄 것으로, T 가 사라지고 S 와 R 만을 계산할 수 있도록 한다. 해당 공식 상에서 존재하는 오차의 개수는 마찬가지로 $2N$ 이며, 이를 계산하기 위하여 사용할 수 있는 공식의 개수는 $N(N+1)/2$ 이다. 그러나, 도 6에서 얻을 수 있는 공식은 전부 '차의 공식'이므로, 그것을 가지고는 변수의 계산이 불가능하다.
- [0061] 여기서, '차의 공식'이란 ' $a-b=1$ ', ' $b-c=2$ ', ' $c-a=-3$ '과 같이 변수가 세 개가 있고 공식이 세 개가 있어도 서로 같은 계수를 가지는 상태에서 값들의 차만을 알 수 있는 상황에서는 a , b , c 의 값이 동일하게 증가/감소하여도 식은 그대로 성립하기 때문에 세 개의 연립 방정식으로 세 개의 변수를 찾을 수 없는 상태를 의미한다.
- [0062] 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에서는 동기 오차 값을 나타내는 변수 중 하나의 값을 임의로 정해주는 방식을 이용한다. 즉, 동기 오차 값을 나타내는 변수 중 하나의 값을 임의로 정해줌으로써, 나머지 값들이 그 변수의 값에 맞춰진 값들을 갖도록 하는 방식이다. 예를 들어, R_1 의 값을 '0'으로 정할 경우, 연립 일차 방정식을 풀면 모든 변수의 값이 그에 맞게 계산이 된다.

- [0063] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 오차 산출 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- [0064] 도 1 및 도 7을 참조하면, 단계(710)에서 상기 동기 오차 산출 장치(100)의 신호 감지부(110)는 제1 디바이스 자신이 발생시킨 신호를 포함하여 복수의 제2 디바이스들 각각이 발생시킨 N개의 신호를 감지한다.
- [0065] 다음으로, 단계(720)에서 상기 동기 오차 산출 장치(100)의 신호 감지부(110)는 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 수신 시간 간격을 체크한다.
- [0066] 이때, 상기 동기 오차 산출 장치(100)의 신호 감지부(110)는 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 수신 시간 간격을 체크할 수 있으며, 또 달리 상기 감지된 N개의 신호 각각에 대한 발생 시각부터 수신 시각까지의 샘플 개수를 체크할 수도 있다.
- [0067] 다음으로, 단계(730)에서 상기 동기 오차 산출 장치(100)의 동기 오차 산출부(120)는 상기 수신 시간 간격의 체크 결과에 기초하여 상기 제1 디바이스의 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출한다.
- [0068] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출하는 과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 즉, 도 8은 도 7의 단계(730)를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0069] 도 2 및 도 8을 참조하면, 단계(810)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 제1 연산부(210)는 상기 수신 시간 간격 각각을 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차로 표현한다.
- [0070] 다음으로, 단계(820)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 생성부(220)는 상기 전송 지연 시간, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 변수로 취급하여 $N \times N$ 행렬을 생성한다.
- [0071] 다음으로, 단계(830)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분에 대해 연립 방정식을 적용하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출한다.
- [0072] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출하는 과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 즉, 도 9는 도 8의 단계(840)를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0073] 도 2 및 도 9를 참조하면, 단계(910)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분의 차이에 기초하여, 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분을 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현한다.
- [0074] 즉, 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 생성된 $N \times N$ 행렬의 각 성분들에 대해, 상기 N개의 디바이스 중에서 역의 송수신 관계를 가지는 디바이스 간의 전송 지연 시간, 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차의 차이에 기초하여, 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 관한 일차 방정식으로 표현할 수 있다.
- [0075] 다시 말해, 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분 중에서 동일한 전송 지연 시간 값을 가지는 성분들간의 차이를 통해, 상기 $N \times N$ 행렬의 각 성분을 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현할 수 있다.
- [0076] 다음으로, 단계(920)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 송신 동기 오차 및 상기 수신 동기 오차를 나타내는 변수만으로 구성되는 일차 방정식으로 표현된 $N \times N$ 행렬에서, 동일한 전송 지연 시간을 가지는 일차 방정식 중 하나를 제거하여 상기 $N \times N$ 행렬을 간소화시킬 수 있다.
- [0077] 다음으로, 단계(930)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 간소화된 행렬에서, 임의의 제1 성분에 있는 일차 방정식 중 어느 하나의 변수를 임의의 상수로 지정할 수 있다.
- [0078] 다음으로, 단계(940)에서 상기 동기 오차 산출부(120)의 제2 연산부(230)는 상기 제1 성분에 있는 일차 방정식을 임의의 다른 제2 성분에 있는 일차 방정식과 연립 방정식으로 계산하여 상기 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 나타내는 변수에 해당하는 값을 산출할 수 있다.

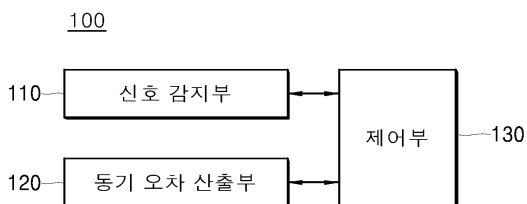
- [0079] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에서는 자신과 다른 디바이스에서 발생한 신호의 수신 시각에 근거하여 송신 동기 오차 및 수신 동기 오차를 산출할 수 있다.
- [0080] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 송/수신 동기 오차의 산출을 통해 각 디바이스 간에 정확한 동기화가 되므로 TDOA source localization 기술을 이용하여 정확한 위치 추정이 가능하게 한다.
- [0081] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 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, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 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.
- [0082] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.
- [0083] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0084] 110: 신호 감지부
120: 동기 오차 산출부
130: 제어부
- 210: 제1 연산부
220: 생성부
230: 제2 연산부

도면

도면1



도면2



도면3

Recv Send	Device a	Device b
Device a	A	B
Device b	C	D

도면4

Recv Send	Device a	Device b
Device a	$R_a + S_a + T_{aa}$	$R_b + S_a - (R_a + S_b)$
Device b	-	$R_b + S_b + T_{bb}$

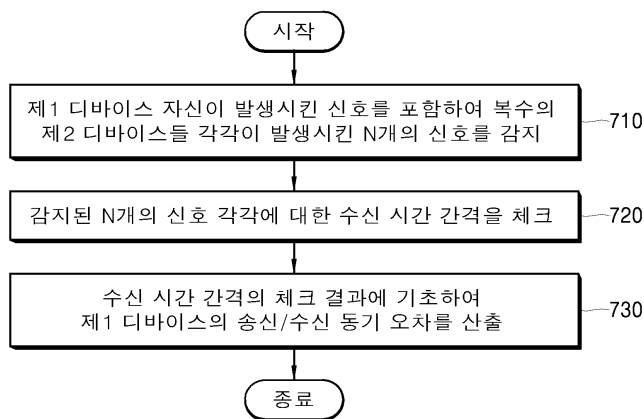
도면5

Recv Send	Device 1	Device 2	Device 3	Device 4	...	Device n
Device 1	$T_{11} + R_1 + S_1$	$T_{12} + R_2 + S_1$	$T_{13} + R_3 + S_1$	$T_{14} + R_4 + S_1$		$T_{1n} + R_n + S_1$
Device 2	$T_{21} + R_1 + S_2$	$T_{22} + R_2 + S_2$	$T_{23} + R_3 + S_2$	$T_{24} + R_4 + S_2$		$T_{2n} + R_n + S_2$
Device 3	$T_{31} + R_1 + S_3$	$T_{32} + R_2 + S_3$	$T_{33} + R_3 + S_3$	$T_{34} + R_4 + S_3$		$T_{3n} + R_n + S_3$
Device 4	$T_{41} + R_1 + S_4$	$T_{42} + R_2 + S_4$	$T_{43} + R_3 + S_4$	$T_{44} + R_4 + S_4$		$T_{4n} + R_n + S_4$
...						
Device n	$T_{n1} + R_1 + S_n$	$T_{n2} + R_2 + S_n$	$T_{n3} + R_3 + S_n$	$T_{n4} + R_4 + S_n$		$T_{nn} + R_n + S_n$

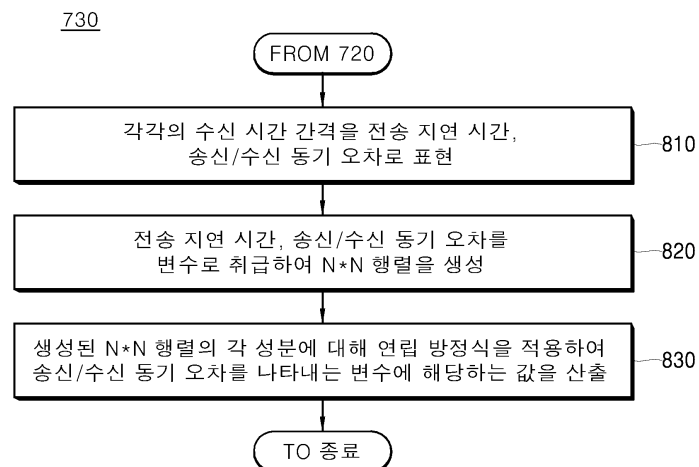
도면6

Recv Send	Device 1	Device 2	Device 3	Device 4	...	Device n
Device 1	R_1+S_1	R_2+S_1 $-(R_1+S_2)$	R_3+S_1 $-(R_1+S_3)$	R_4+S_1 $-(R_1+S_4)$		R_n+S_1 $-(R_1+S_n)$
Device 2	-	R_2+S_2	R_3+S_2 $-(R_2+S_3)$	R_4+S_2 $-(R_2+S_4)$		R_n+S_2 $-(R_2+S_n)$
Device 3	-	-	R_3+S_3	R_4+S_3 $-(R_3+S_4)$		R_n+S_3 $-(R_3+S_n)$
Device 4	-	-	-	R_4+S_4		R_n+S_4 $-(R_4+S_n)$
...						
Device n	-	-	-	-		R_n+S_n

도면7



도면8



도면9

