



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월01일  
(11) 등록번호 10-2258548  
(24) 등록일자 2021년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 5/02 (2010.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 5/0205 (2020.05)  
(21) 출원번호 10-2019-0108347  
(22) 출원일자 2019년09월02일  
심사청구일자 2019년09월02일  
(65) 공개번호 10-2021-0026911  
(43) 공개일자 2021년03월10일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100136177 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
국방과학연구소  
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)  
한양대학교에리카산학협력단  
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55  
(72) 발명자  
강인성  
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55 (사동)  
남해운  
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55 (사동)  
안준일  
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 7 항

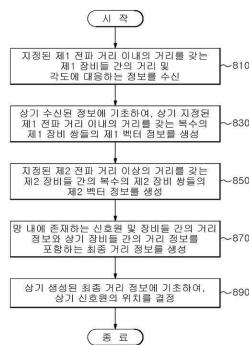
심사관 : 나영준

(54) 발명의 명칭 **신호원의 위치 추정을 위한 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 신호원의 위치 추정을 위한 장치에 있어서, 통신 회로, 및 상기 통신 회로를 이용하여, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하며, 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하며, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하며, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 모든 장비들을 포함하는 전체 장비들 간의 최종 거리 정보를 생성하며, 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

대표도 - 도8



공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

신호원의 위치 추정을 위한 장치에 있어서,

통신 회로; 및

상기 통신 회로를 이용하여, 서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 제1 장비들 간의 거리 및 상기 제1 장비들의 신호의 각도에 대응하는 정보를 수신하며,

상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하며,

상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 서로 전파가 닿지 않는 연결 관계가 2-홉 이상인 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하며,

상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보 집합을 생성하며,

상기 생성된 최종 거리 정보 집합에 대해, 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정하고, 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 프로세서를 포함하는 신호원의 위치 추정을 위한 장치.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 제1 벡터 정보를 기초로, 상기 복수의 제2 장비 쌍들 각각에 대응하는 두 개의 장비들이, 서로 정보를 송수신하기 위해 연결되는 장비들을 결정하고, 상기 정보를 송수신하기 위해 연결되는 장비들의 벡터 성분들을 합하는 연산을 실행하여, 상기 제2 벡터 정보를 생성하도록 제어하는 신호원의 위치 추정을 위한 장치.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 상기 장비들 간의 복수의 장비 쌍들의 벡터 집합을 생성하며,

상기 복수의 장비 쌍들의 벡터 집합 및 상기 제1 장비들 간의 거리에 대응하는 정보에 기초하여 생성된 거리 정보의 집합에 기초하여, 상기 최종 거리 정보에 대응하는 최종 거리 정보 집합을 생성하도록 제어하는 신호원의 위치 추정을 위한 장치.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보에서, 상기 신호원과 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 장비 중 거리정보를 계산할 수 없을 경우 미리 정해놓은 특정 값으로 추가 설정하여, 상기 최종 거리 정보 집합을 생성하도록 제어하는 신호원의 위치 추정을 위한 장치.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

신호원의 위치 추정을 위한 방법에 있어서,

서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 제1 장비들 간의 거리 및 상기 제1 장비들의 신호의 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작;

상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작;

상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 서로 전파가 닿지 않는 연결 관계가 2-홉 이상인 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작;

상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보 집합을 생성하는 동작; 및

상기 생성된 최종 거리 정보 집합에 대해, 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정하고, 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 신호원의 위치 추정을 위한 방법.

### 청구항 7

컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 제1 장비들 간의 거리 및 상기 제1 장비들의 신호의 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작;

상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작;

상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 서로 전파가 닿지 않는 연결 관계가 2-홉 이상인 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작;

상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보 집합을 생성하는 동작; 및

상기 생성된 최종 거리 정보 집합에 대해, 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정하고, 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는, 컴퓨터 프로그램.

### 청구항 8

컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 제1 장비들 간의 거리 및 상기 제1 장비들의 신호의 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작;

상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 서로 전파가 닿는 연결 관계가 1-홉 내에 위치하는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작;

상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 서로 전파가 닿지 않는 연결 관계가 2-홉 이상인 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작;

상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보 집합을 생성하는 동작; 및

상기 생성된 최종 거리 정보 집합에 대해, 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정하고, 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

### 발명의 설명

**기술분야**

[0001] 본 발명의 다양한 실시 예는 신호원의 위치 추정을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 벡터 조합을 이용한 신호원의 위치 추정을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 신호원의 위치를 추정하기 위해, 하나 이상의 전자 장치는 지정된 하나 이상의 기준점으로부터 신호원까지의 TDOA(time difference of arrival), AOA(Angle of arrival), 또는 FDOA(frequency difference of arrival) 등의 정보를 이용할 수 있다. 상기 신호원의 위치는 지정된 하나 이상의 기준점으로부터 상대적인 위치로 표현할 수 있으며, 상기 하나 이상의 기준점의 위치는 위치 항법 장치(GPS; global positioning system)를 이용하여 실시간으로 측정하거나, 또는 미리 측정된 값을 이용하여 확인할 수 있다.

[0003] GPS를 이용할 수 없고, 상기 신호원이 전파를 수신할 수 있는 전자 장치의 위치를 미리 측정하지 않은 경우, 위치를 알고 있는 전자 장치들과 이러한 전자 장치들과 연결할 수 있는 위치를 알 수 없는 전자 장치들을 연결한 대규모 망이 구성되어 망에 포함된 전자 장치들의 위치 및 신호원의 위치를 확인할 수 있다. 예를 들어, GPS를 이용할 수 없는 대규모 망에서는 다차원 척도(MDS; multi-dimensional scaling) 기법을 이용하여 전자 장치들의 위치가 계산될 수 있다. 상기 다차원 척도 기법은 데이터의 차이를 시각적으로 표현할 수 있는 기법이지만, 상기 다차원 척도 기법을 이용할 때 전자 장치들 간의 거리 정보를 데이터 입력으로 적용 할 경우, 상기 다차원 척도 기법을 신호원의 위치를 추정할 수 있는 측위 기술로 활용할 수 있다.

[0004] 다차원 척도 기법 기반의 측위 기술은 오랫동안 연구되어 왔다. 다차원 척도 기법 기반의 전통적인 측위 방식(Classical MDS)의 경우 모든 전자 장치 쌍의 거리를 입력으로 하여 신호원의 위치를 확인할 수 있다. 특정 두 전자 장치들 간의 거리가 전파 범위보다 커서 상기 특정 두 전자 장치들 간의 거리를 직접 측정할 수 없을 경우, 거리 정보는 다이크스트라(dijkstra) 또는 플로이드(floyd) 알고리즘에 의한 최단 경로의 길이로 대체할 수 있으며, 이러한 방식은 다차원 척도 기법 기반 측위 기술에서 유용하게 활용되고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2009-0104838호(공개일: 2009. 10. 06.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 종래의 다차원 척도 기법 기반의 S-MDS(super multi-dimensional scaling) 측위 시스템(장치라고도 함)에서는 입력으로 전자 장치들 간의 거리 정보 및 각도 정보를 조합한 벡터 정보를 이용하여 전통적인 다차원 척도 기법 기반 시스템보다 더 좋은 측위 성능을 제공할 수 있다. 그러나, S-MDS 측위 시스템은 하나의 기준점으로부터 모든 전자 장치들 간의 벡터를 측정해야 하므로, 하나의 기준점에서의 전파 범위 내에 모든 전자 장치들이 위치하는 제한적인 네트워크 환경에서만 동작하는 한계점을 가지고 있다.

[0007] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, GPS를 이용할 수 없고 신호원의 전파를 수신할 수 있는 전자 장치의 위치 정보를 확인할 수 없는 상황에서, 신호원의 위치를 추정할 수 있는 신호원의 위치 추정을 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 예를 들어, GPS를 이용할 수 없고 신호원의 전파를 수신할 수 있는 전자 장치의 위치 정보를 확인할 수 없는 상황에서, 전자 장치들 간의 거리 정보 및 각도 정보가 확인되어, 상기 확인된 거리 정보 및 각도 정보와 이미 위치를 알고 있는 다른 전자 장치들에 기초하여 신호원의 위치를 추정하는 시스템을 제공할 수 있다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재들로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에 의해 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 다양한 실시 예에 따르면, 신호원의 위치 추정을 위한 장치에 있어서, 통신 회로, 및 상기 통신 회로를 이용하여, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하며, 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하며, 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하며, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하며, 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0010] 다양한 실시 예에 따르면, 신호원의 위치 추정을 위한 방법에 있어서, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작, 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작, 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하는 동작, 및 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0011] 다양한 실시 예에 따르면, 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작, 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작, 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하는 동작, 및 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.

[0012] 다양한 실시 예에 따르면, 컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체로서, 상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작, 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작, 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하는 동작, 및 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

[0013] 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 신호원의 위치 추정을 위한 장치 및 방법은 GPS를 이용할 수 없고 신호원의 전파를 수신할 수 있는 전자 장치의 위치 정보를 확인할 수 없는 상황에서, 신호원의 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, GPS를 이용할 수 없고 신호원의 전파를 수신할 수 있는 전자 장치의 위치 정보를 확인할 수 없는 상황에서, 전자 장치들 간의 거리 정보 및 각도 정보가 확인되어, 상기 확인된 거리 정보 및 각도 정보와 이미 위치를 알고 있는 다른 전자 장치들에 기초하여 신호원의 위치를 추정할 수 있는 시스템을 제공할 수 있다. 예를 들어, 거리 정보와 각도 정보를 함께 이용할 경우, 거리 정보만을 이용한 종래의 측위 시스템보다 더 좋은 성능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 각 전자 장치가 절대 방위를 측정할 경우, 종래의 S-MDS 측위 시스템에서 모든 전자 장치가 하나의 기준 전자 장치의 전파 범위 내에 존재해야 한다는 실현 가능성이 낮은 한계점을 극복할 수 있으며, 종래의 거리 정보만을 이용하는 Classical MDS 기반 측위 시스템 보다 더 향상된 측위 성능을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0014] 도 1은 다양한 실시 예에 따른 신호원의 위치 추정을 위한 시스템의 블록도이다.



도 2는 다양한 실시 예에 따른 장비들 간의 거리를 확인하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 다양한 실시 예에 따른 전자 장치의 신호원의 위치 추정 동작의 흐름도이다.

도 4는 다양한 실시 예에 따른 복수의 장비들 중 적어도 하나의 장비의 동작 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 신호원의 위치 추정 기술과 종래의 거리 정보만을 이용하여 신호원의 위치를 추정하는 기술 간의 신호원의 위치 추정 성능을 비교한 그래프이다.

도 6은 거리 정보를 이용한 신호원의 위치 추정 결과를 시각적으로 나타낸 도면이다.

도 7은 거리 정보 및 각도 정보 모두를 이용한 신호원의 위치 추정 결과를 시각적으로 나타낸 도면이다.

도 8은 다양한 실시 예에 따른 전자 장치의 신호원의 위치 추정 동작의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0015] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.
- [0016] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0018] 도 1은 다양한 실시 예에 따른 신호원의 위치 추정을 위한 시스템(101)의 블록도이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 시스템(101)은 전자 장치(110)(장비라고도 할 수 있음), 신호원(120), 및 복수의 장비들을 포함할 수 있다. 상기 복수의 장비들(전자 장치, 장비라고도 함)은, 예를 들어, 제1 장비(130), 제2 장비(140), 및/또는 제3 장비(150) ...를 포함할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치(110)는, 프로세서(111), 메모리(113), 및/또는 통신 회로(115)를 포함할 수 있다. 어떤 실시 예에서는, 전자 장치(110)의 상기의 구성 요소들 중 적어도 하나가 생략되거나 다른 구성 요소가 추가될 수 있다.
- [0021] 프로세서(111)는, 중앙처리장치, 어플리케이션 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서(communication processor(CP)) 중 하나 또는 그 이상을 포함할 수 있다. 프로세서(111)는, 예를 들면, 전자 장치(110)의 적어도 하나의 다른 구성 요소들의 제어 및/또는 통신에 관한 연산이나 데이터 처리를 실행할 수 있다.
- [0022] 메모리(113)는, 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(113)는, 예를 들면, 전자 장치(110)의 적어도 하나의 다른 구성 요소에 관계된 명령 또는 데이터를 저장할 수 있다. 한 실시 예에 따르면, 메모리(113)는 소프트웨어 및/또는 프로그램을 저장할 수 있다.
- [0023] 통신 회로(115)는, 예를 들면, 전자 장치(110)와 장비들(예: 제1 장비(130), 제2 장비(140), 및/또는 제3 장비(150)) 간의 통신을 설정할 수 있다. 예를 들면, 통신 회로(115)는 무선 통신 또는 유선 통신을 통해서 장비들(예: 제1 장비(120), 제2 장비(130), 및/또는 제3 장비(140))과 통신할 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 따르면, 프로세서(111)는 상기 복수의 장비들 각각으로부터 수신한 장비들과의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 기초로, 신호원의 위치를 계산하기 위해 전체 장비 맵을 형성할 수 있으며, 이를 위해, 먼저, 장비들 사이의 벡터를 형성할 수 있다. 프로세서(111)는 장비들 사이의 벡터를 형성한 이후, 상기 형성한 벡터를 이용하여 모든 장비들의 위치를 계산할 수 있다.
- [0025] 도시하지는 않았지만, 신호원(120)은 상기 전자 장치(110)의 구성들, 예를 들어, 프로세서(111), 메모리(113), 및/또는 통신 회로(115) 중 적어도 하나와 대응되는 구성을 포함할 수 있다.
- [0026] 도시하지는 않았지만, 상기 복수의 장비들 각각은, 예를 들어, 제1 장비(130), 제2 장비(140), 및/또는 제3 장

비(150)는 상기 전자 장치(110)의 구성들, 예를 들어, 프로세서(111), 메모리(113), 및/또는 통신 회로(115) 중 적어도 하나와 대응되는 구성을 포함할 수 있다.

- [0027] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 장비들 각각의 프로세서(미도시)는, 수신 전계 강도(received signal strength indication; RSSI) 또는 도착 시간 차이(time difference of arrival; TDOA) 등의 기술을 이용하여, 전파 범위 내의 장비들과의 거리를 확인할 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 장비들 각각의 프로세서는, 상기 전파 범위 내의 지정된 제1 전파 거리(예: 1홉(hop)) 내의 장비들과의 거리를 측정할 수 있다.
- [0028] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 장비들 각각의 프로세서는, 빔포밍 기술 등을 이용하여 전파 범위 내의 장비들과의 각도를 확인할 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 장비들 각각의 프로세서는, 안테나 어레이의 방사 패턴을 조정하여 상기 전파 범위 내의 지정된 제1 전파 거리(예: 1홉) 내의 장비들과의 신호의 각도를 알아낼 수 있는 빔포밍 기술 등을 이용하여, 장비들과의 각도를 측정할 수 있다.
- [0029] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 장비들 각각의 프로세서는, 통신 회로(미도시)를 이용하여 상기 확인된 장비들과의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 전자 장치(110)로 전송할 수 있다.
- [0030] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 장비들 각각의 프로세서(미도시)는 통신 회로를 통해 신호원(120)으로부터 전파(신호)를 수신할 수 있다
- [0031] 다양한 실시 예에 따르면, 신호원의 위치 추정을 위한 장치에 있어서,
- [0032] 통신 회로(예: 통신 회로(115)), 및 상기 통신 회로를 이용하여, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하며, 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하며, 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하며, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하며, 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 프로세서(예: 프로세서(111))를 포함할 수 있다.
- [0033] 다양한 실시 예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 제1 벡터 정보를 기초로, 상기 복수의 제2 장비 쌍들 각각에 대응하는 두 개의 장비들이, 서로 정보를 송수신하기 위해 연결되는 장비들을 결정하고, 상기 정보를 송수신하기 위해 연결되는 장비들의 벡터 성분들을 합하는 연산을 실행하여, 상기 제2 벡터 정보를 생성하도록 제어할 수 있다.
- [0034] 다양한 실시 예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 상기 장비들 간의 복수의 장비 쌍들의 벡터 집합을 생성하며, 상기 복수의 장비 쌍들의 벡터 집합 및 상기 제1 장비들 간의 거리에 대응하는 정보에 기초하여 생성된 거리 정보의 집합에 기초하여, 상기 최종 거리 정보에 대응하는 최종 거리 정보 집합을 생성하도록 제어할 수 있다.
- [0035] 다양한 실시 예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 신호원과 상기 장비들 중 상기 신호원으로부터 전파를 수신한 장비들 간의 거리 정보를 1로 추가로 설정하여, 상기 최종 거리 정보 집합을 생성하도록 제어할 수 있다.
- [0036] 다양한 실시 예에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 최종 거리 정보 집합에 대해, 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정하고, 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값, 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정하도록 제어할 수 있다.
- [0037] 예를 들어, 후술하는 수학식 4, 5, 6를 통해 상기 신호원과 상기 모든 장비들 각각의 상대 위치를 결정할 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 후술하는 수학식 7 내지 11을 통해 상기 모든 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값, 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정할 수 있다.
- [0039] 도 2는 다양한 실시 예에 따른 장비들 간의 거리를 확인하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 전자 장치(예: 전자 장치(110) 및/또는 전자 장치(110)의 프로세서(111))는 제1 장비(i; 예: 제1 장비(130))와 제2 장비(j; 예: 제2 장비(140))의 실제 거리  $d_{ij}$  를,  $\|\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}\|$  로 계산할 수 있지만, 본 발명의 실시 예에 따르면, 지정된 알고리즘(예를 들어, dijkstra 또는 floyd 알고리즘 등의 최단 경



로 알고리즘)을 이용하여 제1 장비(i)와 제2 장비(j) 사이의 거리를  $\|\vec{a}\| + \|\vec{b}\| + \|\vec{c}\|$  로 계산할 수 있다.

[0041] 상기 지정된 알고리즘을 이용하여 계산된 제1 장비(i)와 제2 장비(j) 사이의 거리는, 실제 거리와 상이하지만, 상기 전자 장치가 장비들로부터 거리에 대응하는 정보만 수신하고, 각도에 대응하는 정보를 수신하지 않은 상황의 경우, 상기 지정된 알고리즘을 이용하여 계산된 제1 장비(i)와 제2 장비(j) 사이의 거리는, 지정된 제2 전파 거리 이상의 장비들 사이의 실제 거리를 대체할 수 있다.

[0042] 상기 전자 장치가 상기 거리에 대응하는 정보 뿐 아니라 각도에 대응하는 정보를 수신한 경우, 벡터들의 합  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$  를 계산할 수 있고, 실제 거리인  $\|\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}\|$  및 장비 사이의 각도  $\theta_{ij}$  를 계산할 수 있다.

[0043] 도 3은 다양한 실시 예에 따른 전자 장치(예: 전자 장치(110) 및/또는 전자 장치(110)의 프로세서(111))의 신호원의 위치 추정 동작의 흐름도이다.

[0044] 310 동작에서 전자 장치는, 복수의 장비들(예: 제1 장비(130), 제2 장비(140), 및/또는 제3 장비(150)...) 사이에서 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 장비들 간의 거리 및/또는 각도를 확인할 수 있다.

[0045] 일 실시 예에 따르면, 상기 지정된 제1 전파 거리는, 장비들 간에 전파가 도달하는 1홉(hop) 거리 일 수 있다.

[0046] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 통신 회로(예: 통신 회로(115))를 이용하여 장비들로부터 장비들 간의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 수신할 수 있으며, 상기 수신된 정보를 기초로 상기 지정된 제1 전파 거리 내의 장비들 간의 거리 및/또는 각도를 확인할 수 있다.

[0047] 예를 들어, 상기 장비들 간의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보는, 장비들의 식별 정보, 장비들 간의 거리, 및/또는 장비들 간의 각도를 포함할 수 있다.

[0048] 예를 들어, 전자 장치는, 제1 장비(예: 제1 장비(130))로부터 제1 장비와 다른 장비들(예: 제2 장비(140) 및/또는 제3 장비(150)...) 간의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 수신할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 제2 장비(예: 제2 장비(140))로부터 제2 장비와 다른 장비들(예: 제1 장비(130), 및/또는 제3 장비(150)...) 간의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 수신할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 제3 장비(예: 제3 장비(150))로부터 제3 장비와 다른 장비들(예: 제1 장비(130) 및/또는 제2 장비(140)...) 간의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 수신할 수 있다.

[0049] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 상기 지정된 제1 전파 거리 내의 장비들 간의 거리를 기초로, 상기 지정된 제1 전파 거리 내의 모든 장비 쌍의 거리 정보의 제1 집합(edge E 라고도 함)을 생성할 수 있다. 전자 장치는 상기 지정된 제1 전파 거리 내의 장비들 간의 각도를 기초로, 상기 지정된 제1 전파 거리 내의 모든 장비 쌍의 각도 정보의 제2 집합(angle A)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 상기 지정된 제1 전파 거리는 1홉(hop) 거리일 수 있으며, 상기 제1 집합 및 상기 제2 집합은 장비들 간의 직접 연결된 1홉 거리에 대응되는 값만을 포함할 수 있다.

[0050] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 신호원(예: 신호원(120))과의 거리가 상기 지정된 제1 전파 거리에 대응하는 장비를 확인하고, 상기 신호원과의 거리가 상기 지정된 제1 전파 거리에 대응하는 장비의 거리 정보를 확인할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 통신 회로를 이용하여 장비들 중 적어도 하나로부터 신호원과의 거리가 지정된 제1 전파 거리에 대응한다는 정보를 수신할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 상기 장비들 중 적어도 하나의 신호원과의 거리가 상기 지정된 제1 전파 거리에 대응한다는 정보에 기초하여, 신호원과의 거리가 지정된 제1 전파 거리에 대응하는 장비를 확인할 수 있다. 또한, 전자 장치는 상기 장비들 간의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보에 기초하여, 상기 신호원과의 거리가 지정된 제1 전파 거리에 대응하는 장비의 거리 정보를 확인할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 상기 신호원과의 거리가 지정된 제1 전파 거리에 대응하는 장비의 거리 정보를 1로 설정할 수 있다.

[0051] 일 실시 예에 따르면, 실제 측정되는 장비들 간의 거리 값은 아래의 수학적 식 1과 같이 계산될 수 있다.

[0052] 예를 들어, 상기 지정된 제1 전파 거리, 예를 들어, 1홉 거리 이내의 두 장비들 사이의 거리( $P_{ij}$ )에는 적산성 값이 포함되어 있으며, 이에 따라 실제 측정되는 장비(i)와 장비(j) 사이의 거리  $P_{ij}$ 는 다음의 수학적 식 1을 통해 계산될 수 있다.

수학식 1

$$p_{ij} = d_{ij} + N(0, d_{ij} \times \eta_r^2) \quad \text{여기서, } \eta_r^2 = \mu d_{ij}^{\text{pathloss}-1}$$

- [0053]
- [0054] ( $d_{ij}$ 는 장비(i)와 장비(j)의 실제 거리,  $\eta_r^2$ 는 거리값의 오차의 분산,  $\mu$ 는 특정한 스칼라 값, pathloss는 경로 손실 지수 (path loss exponent)임.)
- [0055] 330 동작에서 전자 장치는 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 장비들 간의 거리 및/또는 각도에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 장비 쌍의 벡터 정보(이하에서는, 제1 벡터 정보라고 함)를 생성할 수 있다.
- [0056] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 상기 거리 정보의 제1 집합 및 상기 각도 정보의 제2 집합에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 모든 장비 쌍의 벡터 정보의 집합( $V_p$ )를 생성할 수 있다. 예를 들어, 상기  $p$ 는 벡터 집합의 인덱스로 1 내지  $n$ 의 정수일 수 있으며, 상기  $n$ 은 벡터 집합의 개수이다.
- [0057] 일 실시 예에 따르면, 상기  $V_p$ 는 각도를 측정할 수 있는 장비들의 배치에 따라 복수의 집합들이 생성될 수 있다. 예를 들어, 각도를 측정하는 장비들이 서로 상기 제1 전파 거리 내에 있지 않거나, 서로 벡터를 형성할 수 없는 경우, 장비들은 각각 임의의 다른 벡터 정보의 집합에 속할 수 있다. 예를 들어, 상기 지정된 제1 전파 거리는 1홉(hop) 거리일 경우, 상기  $V_p$ 는 장비들이 서로 직접 연결될 수 있는 상기 1홉에 대응되는 값만을 포함할 수 있다.
- [0058] 350 동작에서 전자 장치는 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 장비 쌍의 벡터 정보(이하에서는 제2 벡터 정보라고 함)를 생성할 수 있다.
- [0059] 일 실시 예에 따르면, 상기 지정된 제2 전파 거리는 장비들 간에 전파가 도달하는 2홉(hop) 거리 일 수 있으며, 장비들 간에 전파가 닿지 않는 거리일 수 있다.
- [0060] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치는, 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 장비들 중 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 장비 쌍의 제2 벡터 정보를 생성할 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 전자 장치는 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 장비들 간의 거리가 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 벡터들을 계산할 수 있다. 예를 들어, 상기 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 벡터들은, 대응하는 장비 쌍이 정보를 주고 받기 위해 경유하는 장비들의 벡터 성분의 합을 통해 계산될 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 상기 지정된 제2 전파 거리, 예를 들어, 2홉 거리 이상의 거리를 갖는 장비들의 벡터는, 대응하는 장비들을 연결할 수 있는 최단 경로를 찾고, 경유하는 장비들의 벡터들을 합하여 계산될 수 있으며, 이에 따라 잡음의 영향이 최대한 감소될 수 있다.
- [0063] 370 동작에서 전자 장치는 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 모든 장비 쌍의 벡터 정보와 상기 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 장비 쌍의 벡터 정보를 기초로, 망 내에 존재하는 신호원 및 모든 장비들을 포함하는 전체 장비들 사이의 최종 거리 정보를 생성할 수 있다.
- [0064] 일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 모든 장비 쌍의 벡터 정보와 상기 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 장비 쌍의 벡터 정보를 결합하여 모든 장비 쌍의 벡터들의 정보를 생성할 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 전자 장치는, 장비들 간의 거리가 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 벡터들을, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 모든 장비 쌍의 벡터 정보의 집합( $V_p$ )에 추가하여, 모든 장비 쌍의 벡터들의 정보의 집합( $V_p'$ )을 생성할 수 있다. 예를 들어, 모든 장비 쌍의 벡터들의 정보의 집합( $V_p'$ )은 다음의 수학식 2와 같을 수 있다.

수학식 2

$$V_p' = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1(m-1)} & v_m \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2(m-1)} & v_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ v_{(m-1)1} & v_{(m-1)2} & \dots & v_{(m-1)(m-1)} & v_{(m-1)m} \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{m(m-1)} & v_{mm} \end{bmatrix}$$

[0066]

[0067]

( $V_p'$  는 벡터들의 정보의 집합 중 하나이며,  $m$ 은 해당하는 벡터 집합 안에 존재하는 장비들의 수이며,  $V_{ij}$ 는 벡터 집합의 각 원소이며 장비( $i$ )와 장비( $j$ ) 사이에 형성된 벡터 값 임.)

[0068]

일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 상기 모든 장비 쌍의 벡터들의 정보의 집합( $V_p'$ ) 및 상기 거리 정보의 제1 집합을 이용하여, 망 내에 존재하는 신호원 및 모든 장비들을 포함하는 전체 장비들 사이의 최종 거리 정보 집합(D)을 생성할 수 있다.

[0069]

예를 들어, 전자 장치는 상기 모든 장비 쌍의 벡터들의 정보의 집합( $V_p'$ )에서 크기들을 추출하여, 장비들 사이의 거리로 대체할 수 있다.

[0070]

예를 들어, 전자 장치는 상기 모든 장비 쌍의 벡터들의 정보의 집합( $V_p'$ )에서 추출한 크기들과 상기 거리 정보의 제1 집합에 포함된 거리들을 혼합하고, 지정된 알고리즘(예: dijkstra 알고리즘)을 이용하여, 최단 경로를 계산하여, 망 내에 존재하는 모든 장비들 사이의 거리 정보를 계산할 수 있다.

[0071]

예를 들어, 전자 장치는 상기 상술한 실시 예의 동작에서 신호원과의 거리가 지정된 제1 전파 거리에 대응하는 장비의 거리 정보를 1로 설정한 것을 상기 전체 장비들 사이의 최종 거리 정보 집합(D)의 생성에 이용할 수 있다.

[0072]

예를 들어, 상기 전체 장비들 사이의 최종 거리 정보, 즉, 상기 전체 장비들 사이의 최종 거리 정보 집합(D)은 다음의 수학식 3과 같을 수 있다.

수학식 3

$$D = \begin{bmatrix} \bar{d}_{11} & \bar{d}_{12} & \dots & \bar{d}_{1(N-1)} & \bar{d}_{1N} \\ \bar{d}_{21} & \bar{d}_{22} & \dots & \bar{d}_{2(N-1)} & \bar{d}_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \bar{d}_{(N-1)1} & \bar{d}_{(N-1)2} & \dots & \bar{d}_{(N-1)(N-1)} & \bar{d}_{(N-1)N} \\ \bar{d}_{N1} & \bar{d}_{N2} & \dots & \bar{d}_{N(N-1)} & \bar{d}_{NN} \end{bmatrix}$$

[0073]

[0074]

(D는 전체 장비들 사이의 최종 거리 정보 집합,  $\bar{d}_{ij}$  는 장비(또는 신호원)  $i$ 와 장비(또는 신호원)  $j$  사이의 거리를 dijkstra 알고리즘을 이용하여 계산한 값,  $N$ 은 모든 장비들의 개수에 신호원 개수 1을 더한 값)

[0075]

상기 수학식 3에서  $i$ 와  $j$ 가 같다면 0을 대입할 수 있다.

[0076]

390 동작에서 전자 장치는 최종 거리 정보 집합(D)을 기초로 신호원의 위치를 결정할 수 있다.

[0077]

일 실시 예에 따르면, 상기 최종 거리 정보 집합(D)이 신호원 및 모든 장비 쌍의 거리를 포함하고 있으므로, 전

자 장치는, 아래의 수학식 4를 통하여, 더블센터링 계산을 한 양의 정부호 행렬 B를 구할 수 있다.

**수학식 4**

$$B = -\frac{1}{2} C_N D^{\odot} C_N$$

[0078]

$$C = I_N - \frac{1}{N} \mathbf{1}\mathbf{1}^T, \quad D^{\odot} = \bar{d}_{ij}^2$$

[0079]

( $I_N$ 은 N by N 단위행렬,  $\bar{d}_{ij}$ 는 장비(또는 신호원) i와 장비(또는 신호원) j 사이의 거리를 dijkstra 알고리즘을 이용하여 계산한 값, N은 모든 장비들의 개수에 1을 더한 값, T는 전치 행렬, 1은 1로 구성된 크기가 N인 열 벡터)

[0080]

일 실시 예에 따르면, 전자 장치는 상기 수학식 4를 통해 계산된 B를 수학식 5, 6을 통해 특이값 분해하여 신호원과 모든 장비들의 상대 위치  $\hat{X}$ 를 계산할 수 있다.

**수학식 5**

$$B = U\Lambda U^T = U\sqrt{\Lambda} \sqrt{\Lambda} U^T$$

[0081]

(U는 고유 값 분해(eigenvalue decomposition) 시의 고유벡터행렬,  $\Lambda$ 는 고유 값 분해 시의 고유값(eigenvalue)을 모아놓은 고유 값 행렬,  $U^T$ 는 U의 전치 행렬)

**수학식 6**

$$\hat{X} = U\sqrt{\Lambda}$$

[0083]

( $\hat{X}$ 는 신호원과 모든 장비들의 상대 위치, U는 고유 값 분해(eigenvalue decomposition) 시의 고유벡터행렬,  $\Lambda$ 는 고유 값 분해 시의 고유값(eigen value)를 모아놓은 고유 값 행렬)

[0084]

일 실시 예에 따르면, 상기 계산된 상대 위치  $\hat{X}$ 에서 각 장비들은 임의의 가정된 거리인 1만큼을 간격을 두고 있을 뿐이어서, 신호원의 위치를 알고 있는 기준점들로부터의 보정이 필요할 수 있다. 이에 따라, 전자 장치는 다음의 수학식 7 내지 11을 통하여, 상기 상대 위치  $\hat{X}$ 에 보정할 크기 값 s, 각도 값 R, 이동 값 t를 계산할 수 있으며, 수학식 12를 통하여, 신호원과 모든 장비들의 최종 위치  $\bar{X}$ 를 구할 수 있다. 상기 최종 위치  $\bar{X}$ 에 는, 신호원의 위치 정보가 포함되어 있으므로, 전자 장치는 상기 최종 위치  $\bar{X}$ 를 통해 신호원의 위치를 결정(추정)할 수 있다.

[0085]

수학식 7

$$A = Y^T C_k \tilde{X}$$

[0086]

(Y는 위치를 알고 있는 장비들의 실제 좌표 정보,  $\tilde{X}$  는  $\hat{X}$  에서 계산한 해당 장비들의 예상 좌표,  $Y^T$ 는 Y의 전

[0087]

$$C = I_k - \frac{1}{k} \mathbf{1}\mathbf{1}^T$$

치 행렬,  $C_k$ 는 크기가 k by k 인 센터링 매트릭스 )

수학식 8

$$A = P\Phi Q^T$$

[0088]

(P,  $\Phi$  , Q는 상기 수학식 7을 통해 계산된 A를 특이값 분해(singular value decomposition)하는 과정에서 나오는 값들, P는  $AA^T$ 를 고유 값 분해하여 획득된 고유 벡터 행렬임,  $\Phi$  는  $AA^T$  또는  $A^T A$ 를 고유 값 분해하여 획득된 고유 값(eigenvalue)들의 제곱근(square root)을 대각원소로 하는 행렬이며, 해당 대각 원소들을 A의 특이값(singular value)이라고 함, Q는  $A^T A$ 를 고유 값 분해하여 획득된 고유 벡터 행렬임,  $Q^T$ 는 Q의 전치 행렬)

[0089]

수학식 9

$$R = QP^T$$

[0090]

(Q, P는 상기 수학식 7을 통해 계산된 A를 특이값 분해(singular value decomposition)하는 과정에서 나오는 값들, P는  $AA^T$  를 고유 값 분해하여 획득된 고유 벡터 행렬임, Q는  $A^T A$ 를 고유 값 분해하여 획득된 고유 벡터 행렬임,  $P^T$ 는 P의 전치 행렬)

[0091]

수학식 10

$$s = (\text{tr } Y^T C_k \tilde{X} R) / (\text{tr } \tilde{X}^T C_k \tilde{X})$$

[0092]

(Y는 위치를 알고 있는 장비들의 실제 좌표 정보,  $\tilde{X}$  는  $\hat{X}$  에서 계산한 해당 장비들의 예상좌표,  $\tilde{X}^T$  는  $\tilde{X}$  의

[0093]

전치 행렬,  $C_k$  는 크기가 k by k 인 센터링 매트릭스  $C = I_k - \frac{1}{k} \mathbf{1}\mathbf{1}^T$  ,  $R = QP^T$  )

수학식 11

$$t = \frac{1}{k} (Y - s \tilde{X} R)^T \mathbf{1}$$

[0094]

[0095] ( $k$ 는 위치를 알고 있는 장비들의 개수,  $Y$ 는 위치를 알고 있는 장비들의 실제 좌표 정보,  $\tilde{X}^T$  는  $\tilde{X}$ 의 전치 행렬,  $s = (\text{tr } Y^T C_k \tilde{X} R) / (\text{tr } \tilde{X}^T C_k \tilde{X})$ ,  $R = QP^T$ ,  $1$ 은 1로 구성된 크기가  $N$ 인 열 벡터)

**수학식 12**

$$\bar{X} = s \hat{X} R + 1t^T$$

[0096]

[0097] ( $s = (\text{tr } Y^T C_k \tilde{X} R) / (\text{tr } \tilde{X}^T C_k \tilde{X})$ ,  $\hat{X}$  는 신호원과 모든 장비들의 상대 위치,  $R = QP^T$ ,  $1$ 은 1로 구성된 크기가  $N$ 인 열 벡터,  $t$ 는 이동 값,  $T$ 는 전치 행렬)

[0098] 도 4는 다양한 실시 예에 따른 복수의 장비들 중 적어도 하나의 장비(예: 제1 장비(130), 제2 장비(140), 제3 장비(150), 제1 장비(130)의 프로세서, 제2 장비(140)의 프로세서, 및/또는 제3 장비(150)의 프로세서)의 동작 흐름도이다.

[0099] 410 동작에서 장비는, 복수의 장비들(예: 제1 장비(130), 제2 장비(140), 및/또는 제3 장비(150)...) 중 전파 범위 이내의 거리를 갖는 장비들과의 거리 및/또는 각도를 확인할 수 있다.

[0100] 일 실시 예에 따르면, 장비는 수신 전계 강도(received signal strength indication; RSSI) 또는 도착 시간 차이(time difference of arrival; TDOA) 등의 기술을 이용하여, 전파 범위 내의 장비들과의 거리를 확인할 수 있다. 예를 들어, 장비는, 상기 전파 범위 내의 지정된 제1 전파 거리(예: 1홉(hop)) 내의 장비들과의 거리를 측정할 수 있다.

[0101] 일 실시 예에 따르면, 장비는 빔포밍 기술 등을 이용하여 전파 범위 내의 장비들과의 각도를 확인할 수 있다. 예를 들어, 장비는, 안테나 어레이의 방사 패턴을 조정하여 상기 전파 범위 내의 지정된 제1 전파 거리(예: 1홉) 내의 장비들과의 신호의 각도를 알아낼 수 있는 빔포밍 기술 등을 이용하여, 장비들과의 각도를 측정할 수 있다.

[0102] 430 동작에서 장비는 확인된 장비들과의 거리 및/또는 각도에 대응하는 정보를 전자 장치(예: 전자 장치(110))로 전송할 수 있다.

[0103] 일 실시 예에 따르면, 장비는 통신 회로를 이용하여, 상기 확인된 장비들과의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 전자 장치(예: 전자 장치(210))로 전송할 수 있다. 예를 들어, 상기 확인된 장비들과의 거리 및 각도에 대응하는 정보는, 상기 장비들 각각의 식별 번호, 상기 장비들 각각과의 거리, 및/또는 상기 장비들 각각과의 각도를 포함할 수 있다.

[0104] 상기 실시 예에 추가로, 장비는 신호원(예: 신호원(120))으로부터 전파를 수신할 수 있으며, 통신 회로를 이용하여 상기 신호원으로부터 전파를 수신하였음을 전자 장치로 전송할 수도 있다.

[0105] 종래의 측위 기술에 따르면, 종래에는 위치를 알고 있는 하나의 장비(수신 장치)에서 복수의 정보를 추출하고, 상기 추출한 정보의 분석에 기초하여 신호원의 위치를 추정하거나 또는 서로 다른 위치에 존재하는 복수의 장비들을 이용하여 신호원의 위치를 추정할 수 있었다. 또한, 종래에는, 신호원과 전파가 닿는 장비의 위치를 모르는 상황의 경우, 위치를 알고 있는 다른 장비들을 함께 이용하여 신호원의 위치를 추정하기 위해, 다차원 척도 기법 기반의 측위 기술을 적용하여 신호원의 위치를 추정할 수 있는 전통적인 측위 방식(classical MDS) 기반 측위 기술이 있다.

[0106] 상기 전통적인 측위 방식 기반 측위 기술의 경우, 거리 정보만을 이용하여 신호원의 위치를 추정할 수 있지만, 추정된 신호원의 위치의 오차 발생 가능성이 컸다. 그러나, 본 발명의 실시 예에 따르면, 본 발명은 거리 정보와 각도 정보를 이용하므로, 종래 기술에 비해, 추정된 신호원의 위치의 오차 발생 가능성을 줄여서 신호원의 측위 성능을 향상시킬 수 있다. 종래에도 거리 정보와 각도 정보를 이용하는 S-MDS(super multi-dimensional scaling) 방식의 측위 기술이 있긴 하지만, S-MDS 방식의 측위 기술의 경우, 모든 장비들이 하나의 기준 장비의 전파 범위 내에 위치해야 하며, 이와 같은 장비들의 배치는 실현 가능성이 낮다.



[0107] 이에 따라, 본 발명의 실시 예는 종래의 기술들에 비해 측위 성능을 향상시키며, 현실적으로 가능한 장비들의 배치를 고려한 신호원의 위치 추정을 위한 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0108] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 신호원의 위치 추정 기술과 종래의 거리 정보만을 이용하여 신호원의 위치를 추정하는 기술 간의 신호원의 위치 추정 성능을 비교한 그래프이다.

[0109] 특정 신호원의 위치 추정을 위해, 측정되는 장비들 간의 각도가 실제 각도와 유사한 환경( $\sigma_\phi = 2.25^\circ$ )에서, 측정되는 거리 값에 적산성 잡음의 비율을 조절하면서 모의실험을 수행하였으며, 상기의 모의실험을 통해, 도 5와 같은 특정 신호원의 측위 성능을 비교한 결과를 도출하였다.

[0110] 각도의 경우, 다음의 수학적 식 13을 이용하여 가우시안 잡음을 추가하였다.

**수학적 식 13**

$$\bar{\phi} = \phi + N(0, \sigma_\phi^2)$$

[0111]

( $\phi$ 는 장비들 간의 각도,  $\sigma_\phi = 2.25^\circ$ )

[0112]

[0113] 신호원의 경우 거리 정보만을 이용할 수 있다고 가정하였고, 나머지 장비들의 경우 전체 장비들의 수 대비 거리 및 각도 정보를 모두 이용할 수 있는 장비들의 수의 비율을 백분율 %로 계산하여 각각 100%, 70%, 30% 그리고 0%인 거리 정보만을 이용한 기존의 측위 기술을 통한 실험 결과와 비교하였다.

[0114] 상기의 조건에 따라 모의실험을 수행한 결과, 도 5를 참조하면, 각도 측정 가능한 장비의 비율이 높을수록 신호원의 위치 추정 오차가 감소하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과에 따르면, 본 발명의 실시 예의 신호원의 위치 추정 기술이, 종래 기술에 비해 측위 오차를 감소시키는 것을 확인 할 수 있다.

[0115] 도 6은 거리 정보를 이용한 신호원의 위치 추정 결과를 시각적으로 나타낸 도면이고, 도 7은 거리 정보 및 각도 정보 모두를 이용한 신호원의 위치 추정 결과를 시각적으로 나타낸 도면이다. 도 6 및 도 7을 참조하면, 위치를 알고 있는 장비들과 위치를 모르는 장비, 및 신호원을 포함하는 시스템에서,

[0116] 도 8은 다양한 실시 예에 따른 전자 장치((예: 전자 장치(110) 및/또는 전자 장치(110)의 프로세서(111))의 신호원의 위치 추정 동작의 흐름도이다.

[0117] 810 동작에서 전자 장치는 지정된 제1 전파 거리(예: 제1 홉) 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신할 수 있다.

[0118] 830 동작에서 전자 장치는 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성할 수 있다.

[0119] 850 동작에서 전자 장치는 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리(예: 제2 홉) 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성할 수 있다.

[0120] 예를 들어, 전자 장치는 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 상기 복수의 제2 장비 쌍들 각각에 대응하는 두 개의 장비들이, 서로 정보를 송수신하기 위해 연결되는(서로 정보를 주고 받기 위해 경유하는) 장비들을 결정하고, 상기 정보를 송수신하기 위해 연결되는 장비들의 벡터 성분들을 합하는 연산을 실행하여, 상기 제2 벡터 정보를 생성할 수 있다.

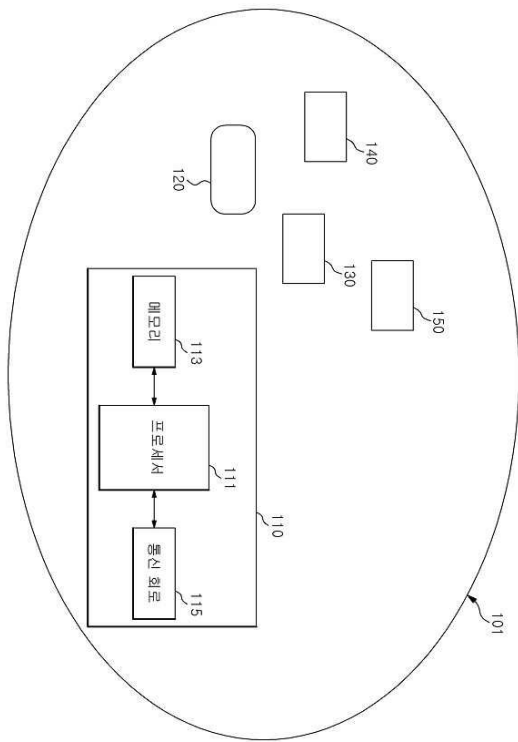
[0121] 870 동작에서 전자 장치는 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들(모든 장비들)간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성할 수 있다.

[0122] 예를 들어, 전자 장치는 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 상기 장비들 간의 복수의 장비 쌍들의 벡터 집합을 생성하며, 상기 복수의 장비 쌍들의 벡터 집합 및 상기 제1 장비들 간의 거리에 대응하는 정보에 기초하여 생성된 거리 정보의 집합에 기초하여, 상기 최종 거리 정보에 대응하는 최종 거리 정보 집합을 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 상기 신호원과 상기 장비들 중 상기 신호원으로부터 전파를 수신한 장비들 간의 거리 정보를 1로 추가로 설정하여, 상기 최종 거리 정보 집합을 생성할 수 있다.

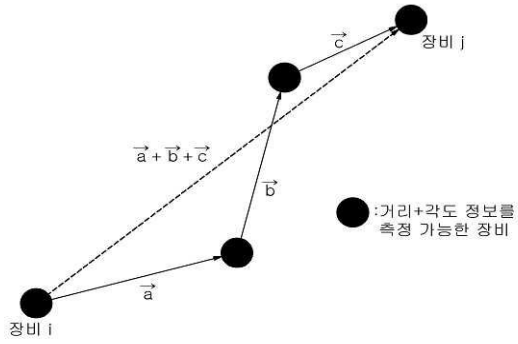
- [0123] 890 동작에서 전자 장치는 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정할 수 있다.
- [0124] 예를 들어, 전자 장치는 상기 최종 거리 정보 집합에 대해, 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정하고, 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값, 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정할 수 있다. 예를 들어, 상술한 수학식 4, 5, 6를 통해 상기 신호원과 상기 장비들 각각의 상대 위치를 결정할 수 있다.
- [0125] 예를 들어, 상술한 수학식 7 내지 11을 통해 상기 장비들 각각의 상기 상대 위치의 크기 값, 각도 값, 및 이동 값을 보정하여, 상기 신호원의 위치를 결정할 수 있다.
- [0126] 본 문서의 다양한 실시 예들은 기기(machine)(예: 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체(machine-readable storage media)(예: 메모리(113))에 저장된 명령어를 포함하는 소프트웨어(프로그램)로 구현될 수 있다. 기기는, 저장 매체로부터 저장된 명령어를 호출하고, 호출된 명령어에 따라 동작이 가능한 장치로서, 개시된 실시 예들에 따른 전자 장치(예: 전자 장치(110))를 포함할 수 있다. 상기 명령이 프로세서(예: 프로세서(111))에 의해 실행될 경우, 프로세서가 직접, 또는 상기 프로세서의 제어 하에 다른 구성요소들을 이용하여 상기 명령에 해당하는 기능을 수행할 수 있다. 명령은 컴파일러 또는 인터프리터에 의해 생성 또는 실행되는 코드를 포함할 수 있다. 기기로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, ‘비일시적’은 저장매체가 신호(signal)를 포함하지 않으며 실체(tangible)하다는 것을 의미할 뿐 데이터가 저장매체에 반영구적 또는 임시적으로 저장됨을 구분하지 않는다.
- [0127] 다양한 실시 예에 따르면, 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장되어 있는 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작; 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작; 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작; 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하는 동작; 및 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.
- [0128] 다양한 실시 예에 따르면, 컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체로서, 상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 제1 장비들 간의 거리 및 각도에 대응하는 정보를 수신하는 동작; 상기 수신된 정보에 기초하여, 상기 지정된 제1 전파 거리 이내의 거리를 갖는 복수의 제1 장비 쌍들의 제1 벡터 정보를 생성하는 동작; 상기 제1 벡터 정보에 기초하여, 지정된 제2 전파 거리 이상의 거리를 갖는 제2 장비들 간의 복수의 제2 장비 쌍들의 제2 벡터 정보를 생성하는 동작; 상기 제1 벡터 정보 및 상기 제2 벡터 정보에 기초하여, 망 내에 위치하는 신호원 및 장비들 간의 거리 정보와 상기 장비들 간의 거리 정보를 포함하는 최종 거리 정보를 생성하는 동작; 및 상기 생성된 최종 거리 정보에 기초하여, 상기 신호원의 위치를 결정하는 동작을 포함하는 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함할 수 있다.
- [0129] 이상의 설명은 본 발명의 기술사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경 등이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다. 즉, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것으로서, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0130] 따라서, 본 발명의 보호 범위는 후술되는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

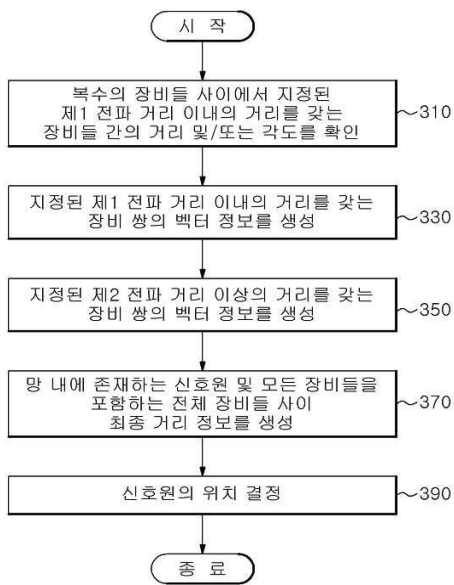
도면1



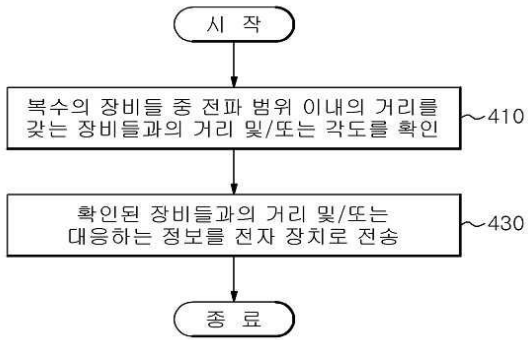
도면2



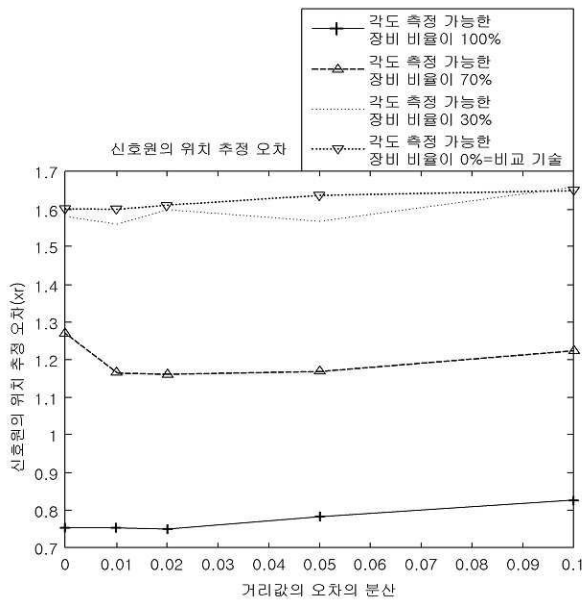
도면3



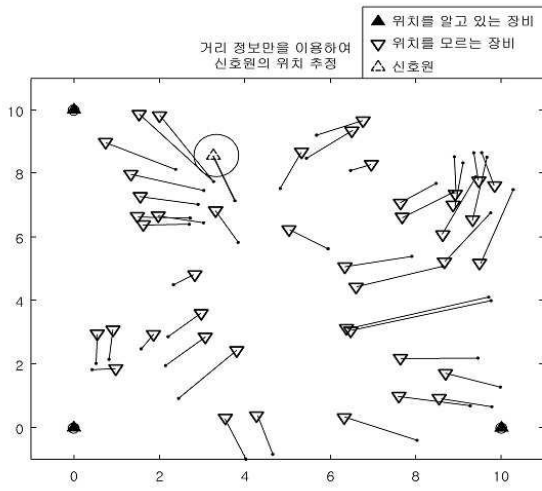
도면4



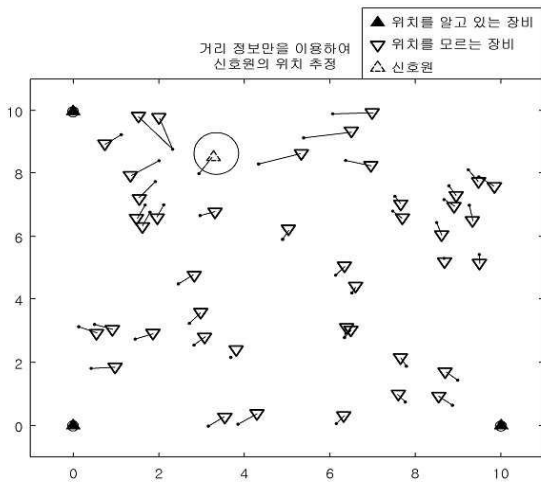
도면5



도면6



도면7





도면8

