



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0078656
(43) 공개일자 2016년07월05일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G01S 5/02</i> (2010.01) <i>A61F 9/08</i> (2006.01)
 <i>G01C 21/10</i> (2006.01) <i>G01C 21/24</i> (2006.01)
 <i>G01S 5/14</i> (2006.01) <i>H04B 5/02</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-0188363
 (22) 출원일자 2014년12월24일
 심사청구일자 2014년12월24일</p> | <p>(71) 출원인
 인하대학교 산학협력단
 인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)</p> <p>(72) 발명자
 신병석
 서울특별시 서초구 방배로 14, 3동 903호(방배동, 임광아파트)</p> <p>이진희
 인천 남구 인하로 100, 하이테크관 1401호 미디어 연구실 (용현동, 인하대학교)</p> <p>(74) 대리인
 양성보</p> |
|---|--|

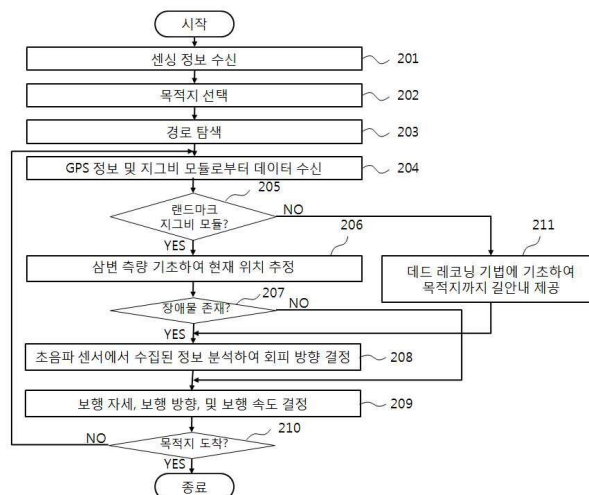
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **유전자 알고리즘을 이용한 실외 위치 추정 방법 및 장치**

(57) 요약

유전자 알고리즘을 이용하여 사용자의 위치를 추정하는 실외 위치 추정 방법 및 장치가 개시된다. 실외 위치 추정 방법은, 가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 가속도 정보와 각속도 정보를 수신하는 단계, 상기 가속도 정보와 각속도 정보에 기초하여 사용자의 보행 자세, 보행 속도 및 보행 방향을 결정하는 단계, 사용자 주변에 위치하는 복수의 랜드마크 지그비 모듈(landmark zigbee module)에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정하는 단계, 및 상기 사용자의 현재 위치 보행 자세, 보행 속도, 및 보행 방향에 기초하여 목적지까지 길 안내를 제공하는 단계를 포함하고, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 유전자 알고리즘에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈일 수 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1465015726

부처명 보건복지부

연구관리전문기관 한국보건산업진흥원

연구사업명 의료기기기술개발사업

연구과제명 발달장애아동을 위한 Tangible UX 기반의 완구형 교육시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 수집된 가속도 정보와 각속도 정보를 수신하는 단계;

상기 가속도 정보와 각속도 정보에 기초하여 사용자의 보행 자세, 보행 속도 및 보행 방향을 결정하는 단계;

사용자 주변에 위치하는 복수의 랜드마크 지그비 모듈(landmark zigbee module)에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정하는 단계; 및

상기 사용자의 현재 위치 보행 자세, 보행 속도, 및 보행 방향에 기초하여 목적지까지 길 안내를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 랜드마크 지그비 모듈은,

실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 유전자 알고리즘에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈인 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 랜드마크 지그비 모듈은,

실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 순위 선택 기법에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈인 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 랜드마크 지그비 모듈은,

실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서, 현재 세대의 커버리지(coverage)와 간섭율(interference rate)에 기초하여 계산된 적합도(fitness value)를 이용하여 기설정된 조건을 만족하는 모듈인 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 사용자의 현재 위치를 추정하는 단계는,

상기 사용자 주변에 위치하는 적어도 3개의 랜드마크 지그비 모듈을 감지하는 단계; 및

감지된 랜드마크 지그비 모듈로부터 수신되는 신호의 세기 및 각 랜드마크 지그비 모듈의 GPS 좌표에 기초하여 사용자의 현재 위치를 계산하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 길 안내를 제공하는 단계는,

상기 사용자 주변에 위치하는 상기 랜드마크 지그비 모듈이 감지됨에 따라, A* 알고리즘을 이용하여 목적지까지의 경로를 탐색하는 단계; 및

상기 사용자의 현재 위치부터 상기 목적지까지 탐색된 경로로 길 안내를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 길 안내를 제공하는 단계는,

상기 사용자 주변에 위치하는 상기 랜드마크 지그비 모듈이 감지되지 않음에 따라, 데드 레코닝(dead reckoning) 기법을 이용하여 목적지까지의 길안내를 제공하는 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 길 안내를 제공하는 단계는,

사용자가 길 안내를 위해 탐색된 경로를 이탈하는 경우, 상기 사용자의 현재 위치를 기준으로 상기 탐색된 경로 상에서 가장 가까운 랜드마크 지그비 모듈의 위치로 사용자가 이동하도록 길 안내를 제공하는 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 방법.

청구항 8

가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 수집된 가속도 정보와 각속도 정보를 수산하는 정보 수신부;

상기 가속도 정보와 각속도 정보에 기초하여 사용자의 보행 자세, 보행 속도 및 보행 방향을 결정하는 보행 정보 결정부;

사용자 주변에 위치하는 복수의 랜드마크 지그비 모듈(landmark zigbee module)에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정하는 위치 추정부; 및

상기 사용자의 현재 위치 보행 자세, 보행 속도, 및 보행 방향에 기초하여 목적지까지 길 안내를 제공하는 길 안내 제공부

를 포함하고,

상기 랜드마크 지그비 모듈은,

실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 유전자 알고리즘에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈인 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 랜드마크 지그비 모듈은,

실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 순위 선택 기법에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈인 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 랜드마크 지그비 모듈은,

실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서, 현재 세대의 커버리지(coverage)와 간섭율(interference rate)에 기초하여 계산된 적합도(fitness value)를 이용하여 기설정된 조건을 만족하는 모듈인 것을 특징으로 하는 실외 위치 추정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 거리기반 지그비 모듈(Zigbee module)을 이용하여 사용자의 실외 위치를 추정하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 실시간 위치 추적 시스템(RTLS)와 같은 이동성 기반의 위치 추정 기술과 추정된 위치를 기반으로 하는 서비스가 제공되고 있다. 1990년대 후반까지는 다양한 센서들과 이동 로봇 기술을 활용하여 장애물 유무와 이동 방향을 인식하여 시각 장애인에게 전달하였다. 예를 들어, 가이드 캐인(Guide Cane), Pan-AID, Sonic Path Finder, MELDOG, HARUNOBU 등이 존재한다.

[0003] 2000년도 이후에는 RF 기술을 이용하여 시각 장애인의 보행을 도울 수 있는 이동 보조 기기가 개발되었다. 예를 들어, RF 센서가 내장된 지팡이를 RFID 태그가 내장된 보도 블록에 근접시키면, 태그 ID가 RF 지팡이와 사용자 단말에 전달된다. 그러면, 이동 통신망을 통해 태그 ID가 서버로 전송되어 사용자의 위치를 확인할 수 있다. 이처럼, RF 기술을 이용하여 사용자의 위치를 확인하는 기술은, 이동 통신 인프라가 갖추어진 도심지의 건물이나 대중 교통 등을 활용한다.

[0004] 그러나, 이동 통신망을 이용한 위치 기반 시스템(Location Based System: LBS)은 인프라를 구축하는데 시간이 많이 소요되어 시각 장애인들이 간편하게 이용하는 데 어려움이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] LBS를 구축하는 것 보다 적은 비용으로 구축된 지그비 모듈을 이용하여 실외에서 사용자의 위치를 추정하여 길 안내를 제공하는 사용자의 위치 추정 방법 및 장치가 제공된다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 있어서, 실외 위치 추정 방법은, 가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 가속도 정보와 각속도 정보를 수집하는 단계, 상기 가속도 정보와 각속도 정보에 기초하여 사용자의 보행 자세, 보행 속도 및 보행 방향을 결정하는 단계, 사용자 주변에 위치하는 복수의 랜드마크 지그비 모듈(landmark zigbee module)에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정하는 단계, 및 상기 사용자의 현재 위치 보행 자세, 보행 속도, 및 보행 방향에 기초하여 목적지까지 길 안내를 제공하는 단계를 포함하고, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 유전자 알고리즘에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈일 수 있다.

[0007] 일측면에 따르면, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 순위 선택 기법에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈일 수 있다.

[0008] 다른 측면에 따르면, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서, 현재 세대의 커버리지(coverage)와 간섭율(interference rate)에 기초하여 계산된 적합도(fitness value)를 이용하여 기 설정된 조건을 만족하는 모듈일 수 있다.

[0009] 또 다른 측면에 따르면, 상기 사용자의 현재 위치를 추정하는 단계는, 상기 사용자 주변에 위치하는 적어도 3개의 랜드마크 지그비 모듈을 감지하는 단계, 및 감지된 랜드마크 지그비 모듈로부터 수신되는 신호의 세기 및 각 랜드마크 지그비 모듈의 GPS 좌표에 기초하여 사용자의 현재 위치를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 또 다른 측면에 따르면, 상기 길 안내를 제공하는 단계는, 상기 사용자 주변에 위치하는 상기 랜드마크 지그비 모듈이 감지됨에 따라, A* 알고리즘을 이용하여 목적지까지의 경로를 탐색하는 단계, 및 상기 사용자의 현재 위치부터 상기 목적지까지 탐색된 경로로 길 안내를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 길 안내를 제공하는 단계는, 상기 사용자 주변에 위치하는 상기 랜드마크 지그비 모듈이 감지되지 않음에 따라, 데드 레코닝(dead reckoning) 기법을 이용하여 목적지까지의 길안내를 제공할 수

있다.

[0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 길 안내를 제공하는 단계는, 사용자가 길 안내를 위해 탐색된 경로를 이탈하는 경우, 상기 사용자의 현재 위치를 기준으로 상기 탐색된 경로 상에서 가장 가까운 랜드마크 지그비 모듈의 위치로 사용자가 이동하도록 길 안내를 제공할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에 있어서, 실외 위치 추정 장치는, 가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 수집된 가속도 정보와 각속도 정보를 수신하는 정보 수신부, 상기 가속도 정보와 각속도 정보에 기초하여 사용자의 보행 자세, 보행 속도 및 보행 방향을 결정하는 보행 정보 결정부, 사용자 주변에 위치하는 복수의 랜드마크 지그비 모듈(landmark zigbee module)에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정하는 위치 추정부, 및 상기 사용자의 현재 위치 보행 자세, 보행 속도, 및 보행 방향에 기초하여 목적지까지 길 안내를 제공하는 길 안내 제공부를 포함하고, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 유전자 알고리즘에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈일 수 있다.

[0014] 일측면에 따르면, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서 순위 선택 기법에 기초하여 상기 길 안내를 위한 랜드마크로 기결정된 모듈일 수 있다.

[0015] 다른 측면에 따르면, 상기 랜드마크 지그비 모듈은, 실외에 설치된 복수의 지그비 모듈들 중에서, 현재 세대의 커버리지(coverage)와 간섭율(interference rate)에 기초하여 계산된 적합도(fitness value)를 이용하여 기설정된 조건을 만족하는 모듈일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 유전자 알고리즘 및 지그비 모듈들을 이용함에 따라, 적은 비용으로 길 안내를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 실외 위치 추정 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 실외 위치 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 랜드마크 지그비 모듈 및 삼변 측량을 이용하여 현재 위치를 추정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 곡선 좌표, 바디 좌표, 네비게이션 좌표의 연관성을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 순위 선택 기법을 유전자 알고리즘에 적용하여 랜드마크 지그비 모듈을 결정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 그리드 기반 맵 설계를 제공하는 화면의 예시도이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 실외 위치 추정 방법으로 길 안내 시 실제 보행 경고 사이와의 오차를 측정한 실험 결과를 도시한 도면이다.

도 9 및 도 10은 실내 및 실외 환경에서 목적지까지 도착 성공률을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 실외 위치 추정 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 실외 위치 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다. 도 2의 실외 위치 추정 방법(201 내지 211 단계)은 실외 위치 추정 장치(100)의 구성 요소인 정보 수신부(110), 보행 정보 결정부(120), 위치 추정부(130), 및 길 안내 제공부(140)에 의해 수행될 수 있다.

[0020] 도 1에 따르면, 실외 위치 추정 장치(100)는, 스마트폰, 태블릿 등의 사용자 단말(101)과 통신을 수행하는 서버로서, 사용자는 사용자 단말(101)을 소지하고 실외를 이동할 수 있다. 본 발명의 실시예들은 시각 장애인들의 길 안내를 제공하기 위한 것으로서, 사용자 단말(101)은 시각 장애인을 위한 길 안내 서비스를 사용자 단말에 제공하기 위해 해당 애플리케이션을 실외 위치 추정 장치(100)로부터 다운로드 받아 실행할 수 있다. 그러면,

애플리케이션을 통해 실외 위치 추정 장치(100)와 사용자 단말(101) 간의 인터페이스가 형성되며, 실외 위치 추정 장치(100)는 인터페이스를 통해 수신된 센싱 정보들에 기초하여 사용자의 현재 위치를 결정하고, 결정된 현재 위치로부터 목적지까지의 길 안내를 제공할 수 있다.

- [0021] 예를 들어, 사용자 단말(101)은 시각 장애인을 위한 길 안내 서비스와 관련된 웹/모바일 사이트의 접속 또는 서비스 전용 애플리케이션의 설치 및 실행이 가능한 모든 단말 장치를 의미할 수 있다. 이때, 사용자 단말(101)은 웹/모바일 사이트 또는 전용 애플리케이션의 제어 하에 서비스 화면 구성, 데이터 입력, 데이터 송수신, 데이터 저장 등 서비스 전반의 동작을 수행할 수 있다. 시각 장애인을 위한 길 안내 어플의 경우, 목적지까지의 경로 중에 위치하는 장애물을 탐지하고, 탐지된 장애물을 피하여 다른 방향으로 길 안내를 제공하고, 이후 다시 원래의 경로로 되돌아가 목적지까지 길 안내를 제공해야 하는 기능이 필요하므로, 일반적인 길 안내와는 상이할 수 있다.
- [0022] 201 단계에서, 정보 수신부(110)는 실외 추정 장치(100)에 탑재된 가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 가속도 정보 및 각속도 정보를 수신할 수 있다.
- [0023] 예를 들어, 가속도 센서 및 자이로 센서는 사용자가 이동함에 따라, 실외 위치 추정 장치(100)의 이동 또는 움직임을 감지하여 가속도 정보와 각속도 정보를 생성할 수 있다. 그러면, 사용자 단말(101)은 가속도 정보와 각속도 정보를 설치된 애플리케이션을 통해 정보 수신부(110)로 전소할 수 있다. 여기서, 가속도 정보와 각속도 정보는 사용자의 보행 자세, 보행 방향, 및 보행 속도를 결정하기 위해 이용될 수 있으며, 데드 레코닝(dead reckoning) 기법을 이용하여 목적지까지의 길 안내를 제공하기 위해 이용될 수도 있다.
- [0024] 202 단계에서, 보행 정보 결정부(120)는 길 안내를 제공받기 위한 목적지를 사용자로부터 선택 또는 입력받을 수 있다.
- [0025] 예를 들어, 실외 위치 추정 장치(100)의 디스플레이(미도시)에 목적지 입력을 위한 화면이 디스플레이되거나, 목적지를 입력하라는 멘트가 음성 또는 오디오로 출력될 수 있다. 그러면, 사용자는 디스플레이된 화면을 터치하거나, 실외 위치 추정 장치(100)의 측면, 상/하부 등에 물리적으로 마련된 해당 버튼을 누르거나, 음성으로 목적지를 이야기함에 따라, 길 안내를 위한 목적지를 실외 위치 추정 장치(100)에 입력할 수 있다.
- [0026] 203 단계에서, 목적지가 입력됨에 따라, 길 안내 제공부(140)는 사용자의 현재 위치부터 목적지까지의 경로를 탐색할 수 있다.
- [0027] 예를 들어, 길 안내 제공부(140)는 가속도 정보, 각속도 정보와 A* 알고리즘을 이용하여 목적지까지의 최단 경로를 탐색할 수 있다. 이때, 사용자의 현재 위치는 GPS 좌표를 이용하여 획득할 수도 있고, 집, 학교, 회사 등과 같이 이미 등록된 장소인 경우, 음성, 버튼 등을 이용하여 사용자로부터 출발지가 선택될 수도 있다. 이외에, 실외 위치 추정 장치(100)는 사용자 주변에 위치하는 지그비 모듈을 이용하여 사용자의 현재 위치를 추정할 수도 있다.
- [0028] 204 단계에서, 위치 추정부(130)는 위성으로부터 GPS 정보, 사용자 주변에 위치하는 지그비 모듈로부터 데이터 중 적어도 하나를 수신할 수 있다. 여기서, GPS 정보는, 사용자의 현재 위치를 나타내는 위도 및 경도 위치 좌표를 포함하고, 지그비 모듈로부터 수신된 데이터는, 신호의 세기, 각 모듈의 식별자 정보, 각 모듈의 위치 좌표 등을 포함할 수 있다.
- [0029] 예를 들어, 위치 추정부(130)는 길 안내 서비스를 제공하기 위해 시작 출발지에 해당하는 사용자의 현재 위치는 GPS 좌표를 이용하여 결정할 수 있으며, 이후, 탐색된 경로를 따라 사용자가 이동함에 따라 변화되는 사용자의 현재 위치는 지그비 모듈로부터 수신된 데이터를 이용하여 추정할 수 있다.
- [0030] 205 단계에서, 위치 추정부(130)는 사용자 주변에 위치하는 복수의 지그비 모듈들로부터 수신된 데이터에 기초하여 랜드마크 지그비 모듈이 존재하는지 여부를 확인할 수 있다.
- [0031] 이때, 위치 추정부(130)는 각 모듈의 데이터에 포함된 식별자 정보를 확인하여 랜드마크 지그비 모듈을 나타내는지 여부를 확인할 수 있다. 예를 들어, 랜드마크 지그비 모듈인 경우, 상기 식별자 정보가 "0", "1", "-1" 등과 같이 기설정된 랜드마크 지그비 모듈을 나타내는 태그값을 포함할 수 있다. 그러면, 위치 추정부(130)는 태그값을 확인하여 랜드마크 지그비 모듈이 존재하는지 여부를 결정할 수 있다.
- [0032] 206 단계에서, 랜드마크 모듈이 존재하는 것으로 결정됨에 따라, 위치 추정부(130)는 삼변 측량(Trilateration) 기법에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정할 수 있다. 삼변 측량을 이용하여 현재 위치를 추정하는 동작은

도 3을 참조하여 후술하기로 한다.

- [0033] 207 단계에서, 길 안내 제공부(140)는 추정된 현재 위치 주변에 장애물이 위치하는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 길 안내 제공부(140)는 목적지까지 탐색된 경로 및 위치 추정부(130)에서 추정된 현재 위치에 기초하여, 현재 위치 주변에 전봇대, 건물 등의 장애물이 존재하는지 여부를 결정할 수 있다.
- [0034] 208 단계에서, 장애물이 존재함에 따라, 길 안내 제공부(140)는 초음파 센싱 정보를 분석하여 장애물 회피 방향을 결정할 수 있다. 정보 수신부(110)는 사용자 단말(101)에 탑재된 초음파 센서에서 수집된 초음파 센서 정보를 애플리케이션을 통해 수신하여 길 안내 제공부(140)로 전달할 수 있다.
- [0035] 209 단계에서, 보행 정보 결정부(120)는 가속도 정보 및 각속도 정보에 기초하여 사용자의 보행 자세, 보행 방향, 및 보행 속도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 보행 정보 결정부(120)는 아래의 수학식 1 및 수학식 2에 기초하여 보행 자세 A^n , 보행 속도 V^n , 및 보행 방향 L^n 을 결정할 수 있다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} L^n \\ V^n \\ A^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N^{-1} V^n \\ D_b^n F^b G^n \\ C_b^n W^b \end{bmatrix}$$

[0036]

수학식 2

$$\begin{aligned} L^n &= [\phi \quad \lambda \quad h]^T, \quad V^n = [v_N^n \quad v_E^n \quad v_D^n]^T \\ A^n &= [\phi \quad \theta \quad \psi]^T, \quad F^b = [f_x^b \quad f_y^b \quad f_z^b]^T \\ G^n &= [0 \quad 0 \quad g]^T, \quad W^b = [w_x^b \quad w_y^b \quad w_z^b]^T \end{aligned}$$

[0037]

- [0038] 수학식 1 및 2에서, L^n 은 GPS의 위도와 경도로 이루어진 곡선 좌표의 진행 방향 벡터, 즉, 보행 방향을 나타내고, V^n 는 네비게이션 좌표의 속도 벡터, 즉, 보행 속도를 나타내고, A^n 은 바디 좌표의 사용자 자세 벡터, 즉, 보행 자세를 나타낼 수 있다.

- [0039] 수학식 2에서, F^b 는 사용자 단말로부터 수신된 각속도 정보로서, x,y,z축 각속도값을 포함, W^b 는 사용자 단말로부터 수신된 가속도 정보로서, x,y,z축 가속도값을 포함하며, g 는 중력 가속도를 나타낼 수 있다. 그리고, ϕ , θ , ψ 는 오일러각(Euler angle)의 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)를 각각 나타낼 수 있다.

- [0040] 수학식 1에 따르면, 보행 정보 결정부(120)는 사용자의 좌표를 표현하는 바디 좌표(body coordinate) C^b 와 가속도 정보 W^b 의 곱으로서, 보행 자세 A^n 을 계산할 수 있다. 보행 정보 결정부(120)는 중력 가속도 G^n , 각속도 정보 F^b , 및 D_b^n 의 곱을 통해 보행 속도 V^n 을 계산할 수 있다. 보행 정보 결정부(120)는 보행 속도 V^n 와 네비게이션 좌표(navigation coordinate)와 곡선 좌표(curvilinear coordinate)의 변환식인 N^{-1} 을 곱하여 진행 방향 L^n 을 계산할 수 있다.

- [0041] 여기서, D_b^n 은 D_b^b 의 전치 행렬로서, 네비게이션 좌표에서 바디 좌표로의 방향 코사인 행렬(DCM)을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 보행 정보 결정부(120)는 아래의 수학식 3에 기초하여 D_b^b 을 계산할 수 있다.

수학식 3

$$D_b^n = [D_n^b]^T = D_z(-\psi)D_y(-\theta)D_x(-\phi)$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\psi & -\sin\psi & 0 \\ \sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\phi & -\sin\phi \\ 0 & \sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix}$$

[0042]

[0043]

수학식 3에서, Φ , Θ , Ψ 는 오일러각(Euler angle)의 롤(roll), 피치(pitch), dy(yaw)를 각각 나타내고, D 는 3x3으로 구성된 방향 코사인 행렬(DCM)을 나타낼 수 있다. D_b^n 은 바디 좌표에서 네비게이션 좌표로의 방향 코사인 행렬(DCM)을 나타낼 수 있다. 그리고, D_x , D_y , D_z 는 각 축에서의 오일러각을 각각 나타낼 수 있다. 예를 들어, 도 4에서는, 네비게이션 좌표, 바디 좌표, 및 곡선 좌표의 연관 관계가 도시된 것으로서, 보행 정보 결정부(120)는 각 좌표의 연관 관계를 참고하여 가속도 정보, 각속도 정보를 서로 융합하여 사용자의 보행 자세, 보행 속도, 및 보행 방향을 결정함을 알 수 있다.

[0044]

이처럼 보행 자세, 보행 속도, 보행 방향이 결정되면, 길 안내 제공부(140)는 보행 방향 및 보행 속도에 맞추어 탐색된 경로로 목적지까지 길 안내를 계속 제공할 수 있다. 이때, 길 안내 제공부(140)는 보행 자세가 뛰는지, 혹은 걷는지 여부 등을 함께 고려하여 길 안내를 음성 또는 진동으로 제공할 수 있다. 예를 들어, 좌회전, 우회전이 필요하거나, 횡단보도, 장애물 등이 탐지된 경우, 길안내 제공부(140)는 음성 또는 진동으로 현재 상황을 사용자에게 알려줄 수 있다.

[0045]

210 단계에서, 길 안내 제공부(210)는 추정된 사용자의 현재 위치에 기초하여 목적지에 도착했는지 여부를 확인할 수 있다.

[0046]

이때, 목적지에 도착한 경우, 길 안내 제공부(210)는 길 안내를 종료할 수 있다. 목적지에 도착하지 않은 경우, 정보 수신부(110)는 GPS 좌표 및 랜드마크 지그비 모듈들로부터 데이터를 다시 수신하고, 위치 추정부(130)는 현재 위치를 다시 추정할 수 있다. 이처럼, 데이터 수신 및 위치를 추정하는 동작은 사용자가 목적지에 도착할 때까지 계속하여 반복될 수 있다.

[0047]

한편, 205 단계에서, 사용자 주변에 위치하는 지그비 모듈들 중 랜드마크 지그비 모듈이 탐지되지 않은 경우가 발생할 수 있다.

[0048]

211 단계에서, 위치 추정부(211)는 데드 레코닝(dead reckoning) 기법을 이용하여 사용자의 현재 위치를 추정할 수 있다.

[0049]

일례로, 위치 추정부(211)는 가속도 정보 및 각속도 정보에 기초하여 위치를 알고 있는 지점부터 현재 위치까지의 이동 거리 및 방향을 계산함에 따라, 현재 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 이전에 랜드마크 지그비 모듈을 이용하여 현재 위치로 추정된 마지막 GPS 좌표와 가속도 정보 및 각속도 정보에 기초하여, 위치 추정부(211)는 상기 마지막 GPS 좌표로부터 상대적인 이동 방향과 이동 거리를 계산하여 현재 위치를 추정할 수 있다. 이어, 현재 위치가 추정되면, 위치 추정부(211)는 장애물이 존재하는지 여부를 탐지하고, 보행 자세, 속도, 및 방향을 결정하여 목적지까지 길 안내를 제공(207 내지 210 단계)할 수 있다.

[0050]

이상의 도 1 및 도 2에서는 탐색된 경로를 따라 사용자가 정상적으로 목적지까지 이동하는 것으로 설명하였으나, 사용자가 탐색된 경로를 이탈하는 경우가 발생할 수 있다.

[0051]

이처럼, 길 안내 제공부(140)는 사용자가 탐색된 경로를 이탈하는 것을 감지한 경우, 이탈 이전에 마지막으로 탐지된 랜드마크 지그비 모듈의 GPS 좌표로 사용자가 이동하도록 길 안내를 제공할 수 있다. 예를 들어, 길 안내 제공부(140)는 맵-매칭(map-matching) 기법을 이용하여 이탈 시 경로 상의 랜드마크 지그비 모듈로 이동하도록 길 안내를 제공할 수 있다. 그리고, 길 안내 제공부(140)는 이동된 지점부터 목적지까지 다시 길 안내를 제공할 수 있다. 이외에, 길 안내 제공부(140)는 이탈 이전에 마지막으로 탐지된 랜드마크 지그비 모듈을 이용하여 추정된 현재 위치로 사용자가 이동하도록 길 안내를 제공할 수도 있다.

- [0052] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 있어서, 랜드마크 지그비 모듈 및 삼변 측량을 이용하여 현재 위치를 추정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 예시도이다.
- [0053] 도 3을 참고하면, 위치 추정부(130)는 사용자 주변에 존재하는 복수의 지그비 모듈들 중 사용자로부터 가장 가까운 3개의 랜드마크 지그비 모듈을 선택할 수 있다. 예를 들어, 위치 추정부(130)는 복수의 랜드마크 지그비 모듈들 중 신호의 세기가 가장 센 3개의 모듈(301, 302, 303)을 선택할 수 있다.
- [0054] 그리고, 위치 추정부(130)는 선택된 3개의 모듈로부터 수신된 데이터에 기초하여 삼변 측량을 수행하여 현재 위치를 결정할 수 있다. 예를 들어, 모듈 1(301)로부터 수신된 데이터 1은 모듈 1의 GPS 좌표를 포함하고, 모듈 2(302)로부터 수신된 데이터 2는 모듈 2의 GPS 좌표를 포함하고, 모듈 3의 데이터 3은 모듈 3의 GPS 좌표를 포함할 수 있다. 그러면, 위치 추정부(130)는 각 모듈의 GPS 좌표를 중심으로 하여 3개의 모듈이 오버랩되는 위치에 사용자 단말이 위치하도록 3개의 원을 유도할 수 있다. 그리고, 위치 추정부(130)는 유도된 세 원의 방정식에 기초하여 사용자의 현재 위치를 추정할 수 있다.
- [0055] 이하에서는, 유전자 알고리즘을 이용하여 실외에 위치하는 복수의 지그비 모듈들 중 현재 위치 추정에 이용될 랜드마크 지그비 모듈을 결정하는 동작에 대해 설명하기로 한다.
- [0056] 도 3을 참고하면, 실외에는 복수의 지그비 모듈들이 배치될 수 있다. 이때, 복수의 지그비 모듈들 중 유전자 알고리즘을 이용하여 커버리지(coverage)를 최대화하면서 간섭(interference)을 최소화하는 랜드마크 지그비 모듈의 위치가 미리 결정될 수 있다. 자신이 랜드마크 지그비 모듈인지 아닌지가 미리 결정됨에 따라, 사용자가 길 안내 서비스를 이용하고자 하는 경우, 주변의 지그비 모듈들로부터 수신된 데이터는 랜드마크 지그비 모듈인지 여부를 나타내는 식별 정보를 포함하고 있을 수 있다. 랜드마크 지그비 모듈로 결정된 지그비 모듈의 식별 정보와 배치된 GPS 위치 좌표가 함께 매칭되어 데이터베이스에 저장될 수 있다.
- [0057] 일례로, 실외 위치 추정 장치(100)는 실외에 설치하고자 하는 지그비 모듈의 개수와 위치(GPS 좌표)를 임의로 결정하고, 도 3과 같이 그리드(grid) 기반의 맵(map)에 배치할 수 있다. 이때, 각각의 염색체(chromosome) G_i 는 아래의 수학식 4와 같이 표현될 수 있다. 여기서, 수학식 4를 이용하여 랜드마크 지그비 모듈을 결정하는 동작은 실외 위치 추정 장치(100)의 모듈 결정부(미도시)에 의해 수행될 수 있다. 이에 따라, 도 1의 실외 위치 추정 장치(100)는 모듈 결정부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

수학식 4

$$G_i = (g_{i1}, g_{i2}, g_{i3}, \dots, g_{iN})$$

$$f_i = \omega_1 C_{G_i} + \omega_2 I_{G_i}$$

$$\left| F_{\max} - F_{\text{avg}} \right| \leq \varepsilon$$

- [0058]
- [0059] 위의 수학식 4에서, C는 현재 세대의 커버리지(coverage)이고, I는 현재 세대의 간섭율(interference rate)를 나타낼 수 있다. 또한, ω_1 과 ω_2 는 C와 I를 위해 미리 정의된 가중치를 나타낼 수 있다. f_i 는 현재 세대의 적합도(fitness value)로서, 현재 세대의 커버리지와 간섭율에 기초하여 계산될 수 있다.
- [0060] 실외 위치 추정 장치(100)는 현재 세대들의 적합도에 따라 랭킹(ranking)을 결정하고, 순위가 높은 세대를 다음 세대의 부모로 선택하는 순위 선택 기법을 이용하여 랜드마크 지그비 모듈을 결정할 수 있다. 예를 들어, 실외 위치 추정 장치(100)는 복수의 지그비 모듈들 각각의 적합도를 계산할 수 있다. 그리고, 실외 위치 추정 장치(100)는 각 모듈들의 적합도 중 순위가 높은 기설정된 개수의 모듈을 다음 세대의 부모로 결정할 수 있다. 실외 위치 추정 장치(100)는 크로스오버(crossover) 연산과 뮤테이션(mutatuion)을 이용하여 결정된 부모 세대와 자손 세대의 유전자 일부를 조합하여 다음 세대를 생성할 수 있다. 여기서, 크로스 오버 연산은, 균등 교차 분배 기법에 기초하여 수행되고, 뮤테이션을 이용하여 간섭율이 가장 낮은 세대가 선택될 수 있다. 이때, 실외 위치 추정 장치(100)는 도 5와 같이, 크로스오버 연산과 뮤테이션을 반복하여 최적의 해를 결정할 수 있다. 즉, 랜드마크 지그비 모듈을 결정할 수 있다. 도 5에서, (a)는 적합도 컨버전스(fitness convergence)가

75.27%, (b)는 적합도 컨버전스가 79.87%, (c)는 적합도 컨버전스가 87.89%, (d)는 적합도 컨버전스가 99.77% 일 수 있다.

[0061] 예를 들어, 실외 위치 추정 장치(100)는 복수의 지그비 모듈들의 적합도 중 가장 큰 최대 적합도 F_{max} 과 복수의 지그비 모듈들의 적합도의 평균인 평균 적합도 F_{avg} 간의 차의 절대값이 기설정된 임계값(ϵ) 이하일 때까지 위의 수학적 4를 반복하여 수행할 수 있다. 이처럼, 수학적 4를 반복 수행함에 따라, 복수의 지그비 모듈들 중에서 일부가 랜드마크 지그비 모듈로 결정될 수 있다.

[0062] 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 그리드 기반 맵 설계를 제공하는 화면의 예시도이다.

[0063] 시각 장애인을 위한 맵 설계에서는, 위험한 주변 환경에 대한 상세한 모델링이 요구될 수 있다.

[0064] 도 6을 참고하면, 맵(map)은 사용자가 임의로 정한 간격(grid)로 나타낼 수 있으며, 맵 위에 유전자 알고리즘을 이용하여 결정된 랜드마크(landmark) 지그비 모듈의 위치, 출발지, 목적지, 관심 지점(Point Of Interest: POI) 등의 위치가 자세히 표시될 수 있다.

[0065] 이때, 출발지, 목적지가 입력되면, 실외 위치 추정 장치(100)는 그리드(grid) 기반의 A* 알고리즘을 이용하여 목적지까지 길안내를 제공할 수 있다. 지도 제작 툴(map authoring tool)을 이용하여 랜드마크 지그비 모듈의 배치 위치가 미리 저장되므로, 실외 위치 추정 장치(100)는 사용자가 보행 중에 지그비 모듈들로부터 수신된 데이터에 기초하여 랜드마크 지그비 모듈임이 감지되면, 사용자의 현재 위치를 신속히 추정할 수 있다.

[0066] 도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 실외 위치 추정 방법으로 길 안내 시 실제 보행 경로 사이의 오차를 측정된 실험 결과를 도시한 도면이다.

[0067] 도 7은, 일반인 3명의 평균 궤적(red line)과 사용자 단말을 착용한 시각 장애인 4명의 평균 궤적(black line)을 도시하고 있다. 예를 들어, 사용자 단말은 시각 장애인에게 길 안내 서비스를 제공하기 위해 실외 위치 추정 장치(100)로부터 다운받은 애플리케이션을 실행한 스마트폰, 태블릿 등의 모든 이동 단말을 포함할 수 있다. 또한, 사용자 단말은, 시각 장애인이 목에 걸거나 팔에 차는 등의, 시계, 목걸이, 안경, 지팡이 등의 웨어러블 디바이스(wearable device) 형태로 제작될 수도 있다. 도 8은 도 7이 궤적에 따른 일반인과 시각 장애인들의 오일러각(롤, 피치, 요) 값을 도시하고 있다.

[0068] 도 7 및 도 8에 따르면, 본 발명에 따른 길 안내 서비스를 제공하는 애플리케이션이 설치된 사용자 단말을 착용한 시각 장애인의 경로는 일반인의 보행과 비교하여 각 시점마다 약 4.2m 오차로 더 길고, 전체 보행 시간도 일반인에 비해 약 1.7배 더 소요됨을 확인할 수 있다. 그러나, 시각 장애인을 위한 길안내 서비스는 최단 경로보다는 시각 장애인이 목적지까지 안전하게 보행하는 것이 보다 중요하므로, 상기 실험 결과를 통해 시각 장애인이 목적지까지 안전하게 도착함을 확인할 수 있다.

[0069] 이하에서는, 순위 선택 기법을 이용하여 랜드마크 지그비 모듈을 결정하는 방법의 유효성을 검증하는 것에 대해 설명하고자 한다.

[0070] 유전자 알고리즘에서, 다음 세대의 부모를 선택 시, 토너먼트 기법과 순위 선택 기법을 이용할 수 있으며, 아래의 표 1에서는 순위 선택 기법과 토너먼트 기법을 이용한 시뮬레이션 실험 결과이다.

표 1

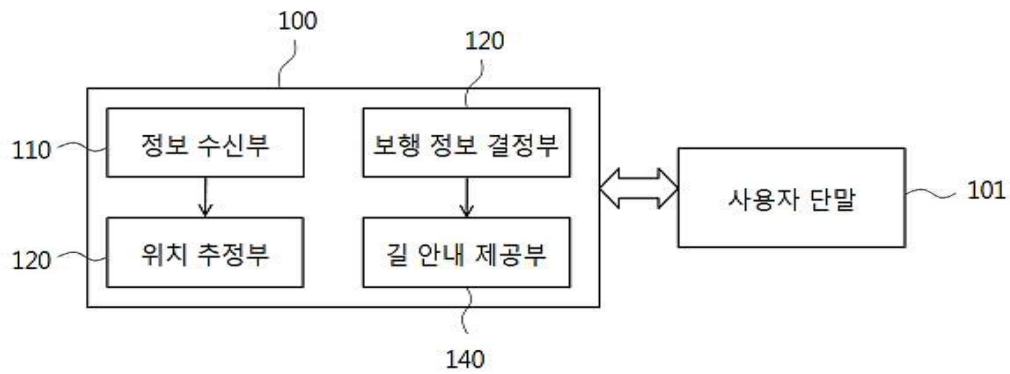
Method	Cover (%)	Inference (%)	Number of Modules	
			Init.	Optimal
Tournament	92.80	19.81	9500	154
Ranking selection	98.73	6.97		132

[0072] 표 1을 참고하면, 토너먼트 기법을 적용한 유전자 알고리즘은 커버율 (cover rate)이 92.8%, 간섭율 (interference rate)가 19.81%이고, 순위 선택 기법을 적용한 유전자 알고리즘은 커버율이 98.73%, 간섭율이 6.97%임을 확인할 수 있다. 즉, 순위 선택 기법이, 토너먼트 기법보다 높은 커버리지를 가지면서 낮은 간섭을 가지는 해(즉, 랜드마크 지그비 모듈)를 결정함을 확인할 수 있다. 실외에 배치 가능한 랜드마크 지그비 모듈의 최소 개수는, 토너먼트 기법 154개, 순위 선택 기법 132개로, 순위 선택 기법이 비용 측면에서도 절감 효과가 높은 것을 확인할 수 있다.

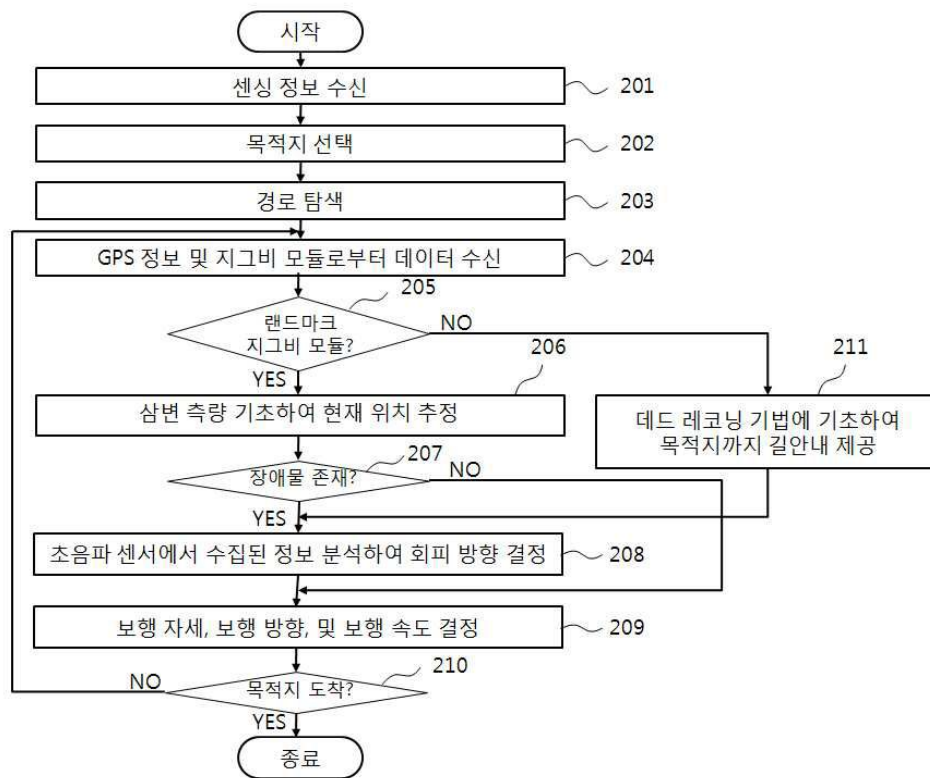
- [0073] 도 9 및 도 10은 실내 및 실외 환경에서 목적지까지 도착 성공률을 도시한 도면이다.
- [0074] 도 9 및 도 10은, 보행 경로를 나타낸 지도(901, 1001)와 5명의 피실험자의 목적지 도착 성공률을 도시한 그래프(902, 1002)를 포함할 수 있다.
- [0075] 도 9 및 도 10에서는, 초음파, GPS 뿐만 아니라, 가속도 센서와 자이로 센서, 지그비 모듈을 이용한 본 발명의 실외 위치 추정 방법의 성능을 비교하기 위해 초음파 센서 만을 사용하는 경우, 일반인이 눈으로 보면서 걷는 경우로 나누어 비교 실험한 실험 결과이다.
- [0076] 1) 실내 환경에서는, 본 발명에 따른 사용자 단말을 착용하여 목적지에 도착하는 것이 눈으로 보면서 걷는 경우보다 1.3배 정도 시간이 더 소요됨을 확인할 수 있다. 2)실외 환경에서는, 본 발명에 따른 사용자 단말을 착용하여 목적지에 도착하는 것이 눈으로 보면서 걷는 경우보다 1.43배 정도 시간이 더 소요됨을 확인할 수 있다. 위의 두 가지 경우(1), 2))에서, 초음파 센서만을 이용하여 목적지에 도착하는 경우의 성공률은 5% 미만으로 매우 낮음을 확인할 수 있다. 초음파 센서만 사용하는 경우, 경로 탐색이 매우 어려우므로, 도착 성공률이 낮을 수 있다.
- [0077] 이상의 실외 위치 추정 장치(100)는 200m 마다 경로를 재탐색하여 목적지까지의 도착 성공률을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 제안하는 실외 위치 추정 방법 및 장치는, 경로 상의 장애물을 회피하면서 약 1.8km/h의 보행 속도로 목적지까지 사용자가 안전하게 도착하도록 길 안내 서비스를 제공할 수 있다.
- [0078] 실시예에 따른 방법은 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 실시예를 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 롬(ROM), 램(RAM), 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0079] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0080] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

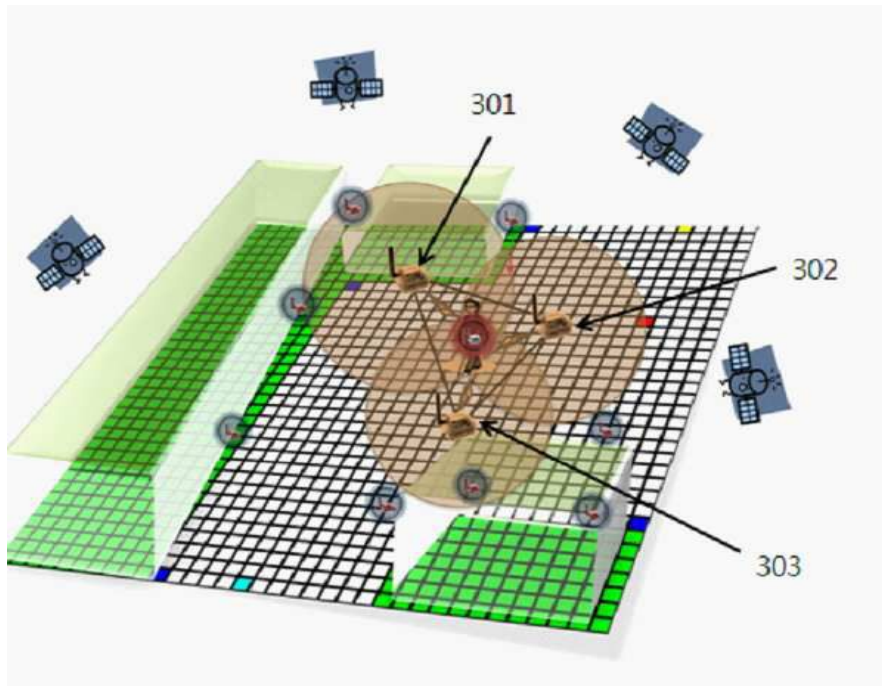
도면1



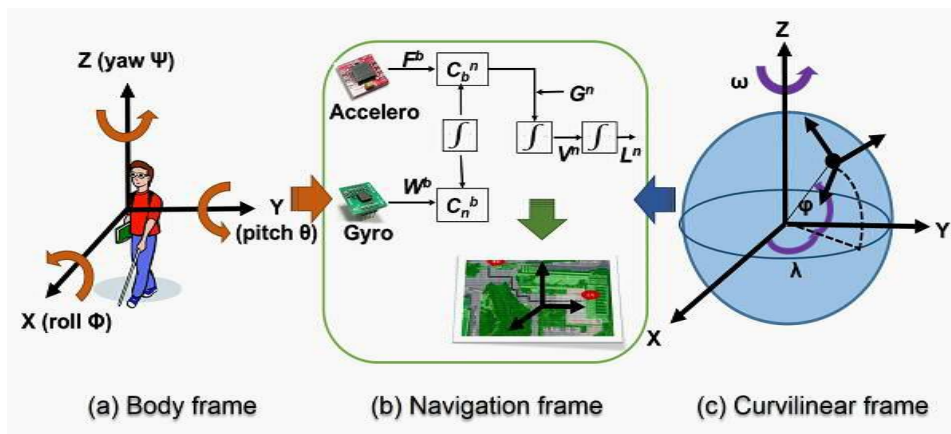
도면2



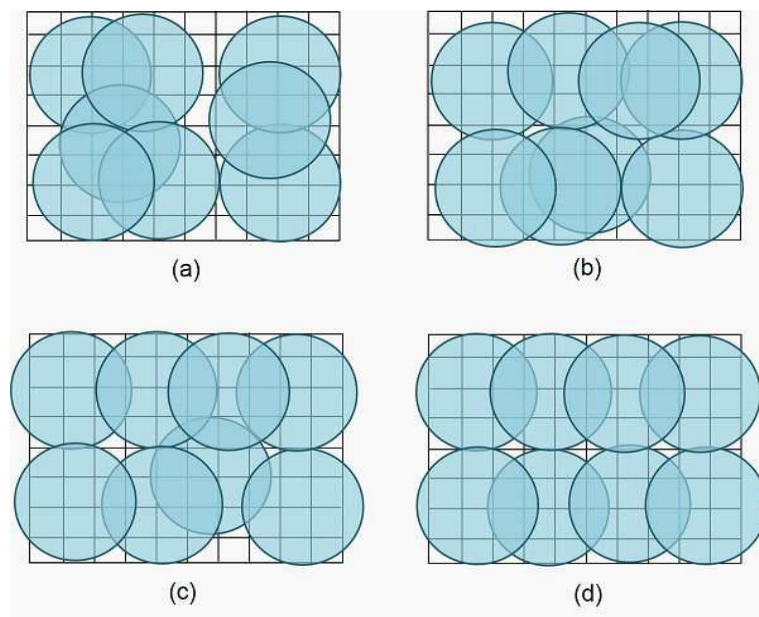
도면3



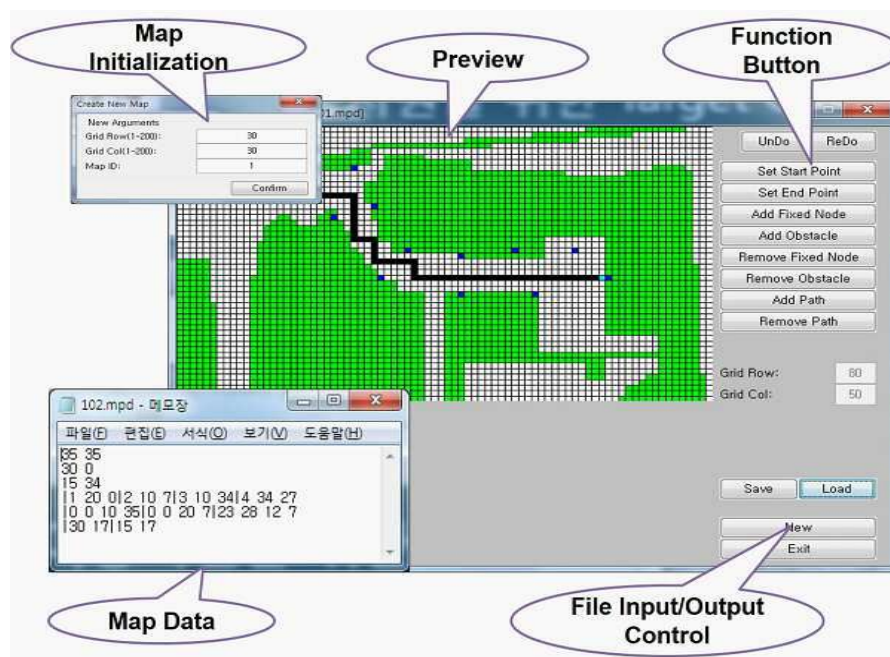
도면4



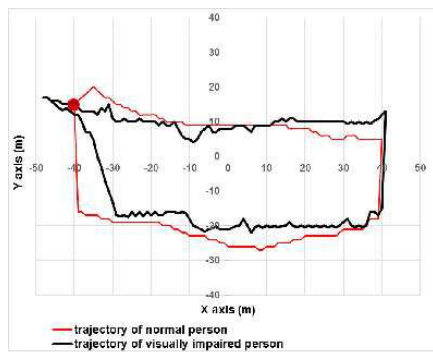
도면5



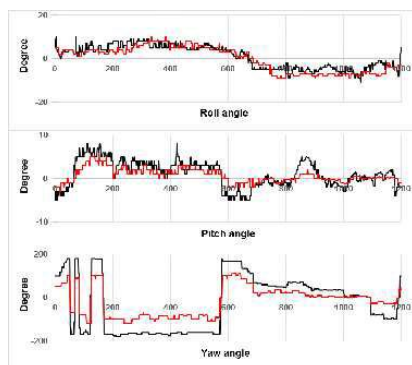
도면6



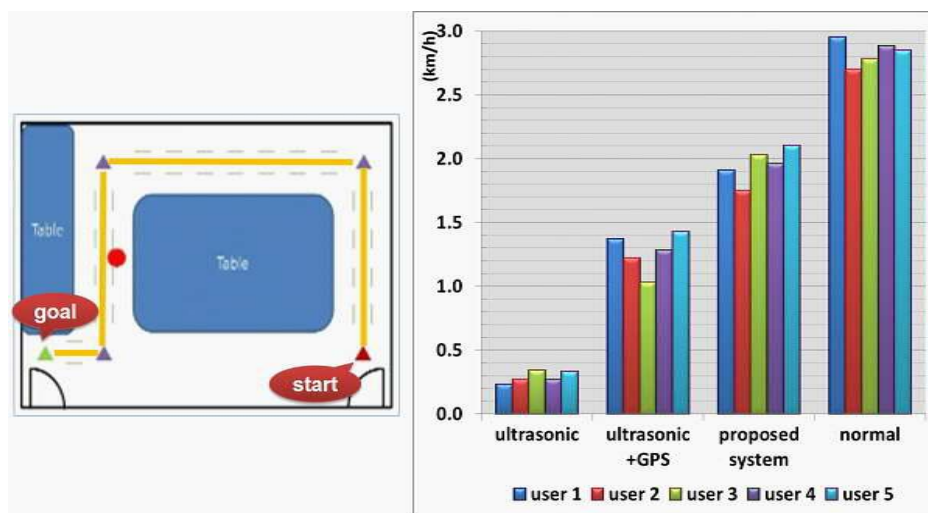
도면7



도면8



도면9



도면10

