



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0075268
(43) 공개일자 2010년07월02일

(51) Int. Cl.

H04W 84/18 (2009.01) H04W 64/00 (2009.01)
H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0133916

(22) 출원일자 2008년12월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

주식회사 케이티

경기 성남시 분당구 정자동 206

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

이주철

서울특별시 서초구 우면동 17

정학진

서울특별시 서초구 우면동 17번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 15 항

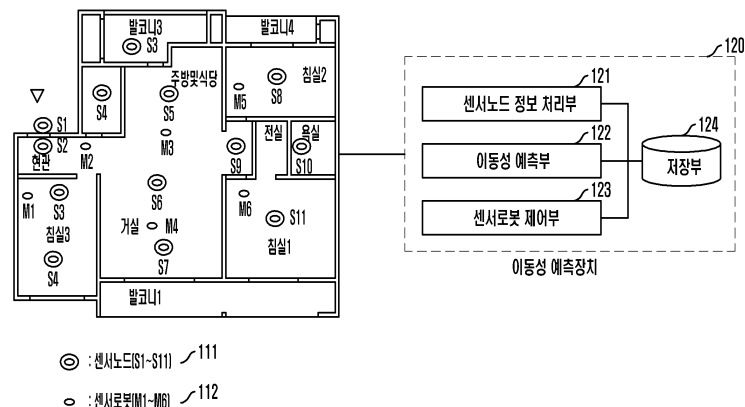
(54) 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치와 센서로봇의 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치와 센서로봇의 제어 방법에 관한 것으로, 트리구조를 이용한 구성원의 이동성을 예측할 때 센서로봇의 센싱정보를 이용하여 구성원이 다음 이동할 지점을 미리 예측하여 구성원의 이동성 예측성능을 향상시키기 위한, 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치와 센서로봇의 제어 방법을 제공하고자 한다.

이를 위하여, 본 발명은 이동성 예측 장치에 있어서, 센서노드를 통해 구성원의 움직임을 감지하여 상기 구성원의 이동성을 예측하기 위한 트리구조를 형성하기 위한 센서노드 정보 처리 수단; 상기 트리구조를 이용한 상기 구성원의 이동성 예측 시에, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하고, 상기 센서로봇에게 해당 경로로 이동하도록 명령을 내리기 위한 센서로봇 제어 수단; 및 상기 센서로봇의 센싱정보에 기초하여 상기 구성원의 이동성을 예측하기 위한 이동성 예측 수단을 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김동민

서울특별시 서대문구 신촌동 연세대학교

김소영

서울특별시 서대문구 신촌동 연세대학교

김성륜

서울특별시 서대문구 신촌동 연세대학교

특허청구의 범위

청구항 1

이동성 예측 장치에 있어서,

센서노드를 통해 구성원의 움직임을 감지하여 상기 구성원의 이동성을 예측하기 위한 트리구조를 형성하기 위한 센서노드 정보 처리 수단;

상기 트리구조를 이용한 상기 구성원의 이동성 예측 시에, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하고, 상기 센서로봇에게 해당 경로로 이동하도록 명령을 내리기 위한 센서로봇 제어 수단; 및

상기 센서로봇의 센싱정보에 기초하여 상기 구성원의 이동성을 예측하기 위한 이동성 예측 수단

을 포함하는 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 센서노드 정보 처리 수단은,

소정의 시간 동안에 상기 구성원의 움직임 패턴을 계속적으로 추적해 트리 알고리즘에 따라 가중치를 부여하여 상기 트리구조를 형성하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 센서로봇 제어 수단은,

상기 트리구조를 이용한 상기 구성원의 이동성 예측 시에, 상기 트리구조의 경로별 이동확률을 내림차순으로 정렬하여 이동확률이 큰 경로부터 상기 센서로봇을 배치할지를 결정하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 센서로봇 제어 수단은,

상기 센서로봇을 배치할지를 결정할 때, 해당 경로에 대한 이동확률을 '다른 경로들의 이동확률의 합'과 비교하여, 상기 센서로봇을 배치할지를 결정하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 센서로봇 제어 수단은,

상기 센서로봇을 배치할지를 결정할 때, 해당 경로에 대한 이동확률을 '다른 경로들의 이동확률의 합보다 큰 기 설정된 임계값'과 비교하여, 상기 센서로봇을 배치할지를 결정하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 센서로봇 제어 수단은,

상기 센서로봇을 배치하기로 결정하면, 상기 구성원의 움직임이 감지된 센서노드를 통해 상기 센서로봇을 탐색하여 상기 센서로봇을 배치하기로 결정된 경로로 이동하도록 명령하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 이동성 예측 수단은,

상기 구성원의 이동성을 예측하여, 상기 구성원이 이동하려는 영역에 기 설정된 서비스를 상기 구성원에게 제공하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 이동성 예측 수단은,

상기 센서로봇의 센싱정보가 제공되면, '상기 트리구조를 이용하여 예측된 구성원의 예측경로'를 '상기 센서로봇의 센싱정보를 통해 파악된 구성원의 실제 이동경로'로 보정하여 구성원이 이동할 경로를 예측하는

무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치.

청구항 9

센서로봇의 제어 방법에 있어서,

구성원의 이동성을 예측하기 위해 형성된 트리구조를 이용하여 상기 구성원의 움직임이 임의의 센서노드에서 감지되면, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하는 결정 단계; 및

상기 결정 결과에 따라, 상기 구성원의 움직임이 감지된 센서노드를 통해 해당 경로에 있는 센서노드의 식별정보가 포함된 이동명령을 상기 센서로봇으로 전송하는 전송 단계

를 포함하는 센서로봇의 제어 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 결정 단계는,

상기 트리구조를 이용한 상기 구성원의 이동성 예측 시에, 상기 트리구조의 경로별 이동확률을 내림차순으로 정렬하여 이동확률이 큰 경로부터 상기 센서로봇을 배치할지를 결정하는 센서로봇의 제어 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 결정 단계는,

상기 센서로봇을 배치할지를 결정할 때, 해당 경로에 대한 이동확률을 '다른 경로들의 이동확률의 합'과 비교하여, 상기 센서로봇을 배치할지를 결정하는 센서로봇의 제어 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 결정 단계는,

상기 센서로봇을 배치할지를 결정할 때, 해당 경로에 대한 이동확률을 '다른 경로들의 이동확률의 합보다 큰 기 설정된 임계값'과 비교하여, 상기 센서로봇을 배치할지를 결정하는 센서로봇의 제어 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 전송 단계는,

상기 센서로봇을 배치하기로 결정하면, 상기 구성원의 움직임이 감지된 센서노드를 통해 상기 센서로봇을 탐색하여 상기 센서로봇을 배치하기로 결정된 경로로 이동하도록 명령하는 센서로봇의 제어 방법.

청구항 14

제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 트리구조는,

소정의 시간 동안에 구성원의 움직임 패턴이 계속적으로 추적되어 트리 알고리즘에 따라 가중치가 부여되어 형성되는 센서로봇의 제어 방법.

청구항 15

프로세서를 구비한 이동성 예측 장치에,

구성원의 이동성을 예측하기 위해 형성된 트리구조를 이용하여 상기 구성원의 움직임이 임의의 센서노드에서 감지되면, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하는 기능; 및

상기 결정 결과에 따라, 상기 구성원의 움직임이 감지된 센서노드를 통해 해당 경로에 있는 센서노드의 식별정보가 포함된 이동명령을 상기 센서로봇으로 전송하는 기능

을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치와 센서로봇의 제어 방법에

관한 것으로, 더욱 상세하게는 트리구조를 이용한 구성원의 이동성을 예측할 때 센서로봇의 센싱정보를 이용하여 구성원이 다음 이동할 지점을 미리 예측하여 구성원의 이동성 예측성능을 향상시키기 위한, 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치와 센서로봇의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근에 각광받고 있는 무선 센서 네트워크는, 스마트 홈 네트워크에서 실내에 활동 중인 구성원의 이동성을 감지하여 구성원이 이동하려는 바를 미리 예측하는 위치 예측 기술에 응용되고 있다.
- [0003] 종래에는 단일 구성원의 이동성을 예측하는 방식에 대한 연구가 주로 진행되어 왔다. 종래에는 대표적인 방식으로 하이브리드 마코프 모델(Hybrid Markov Models) 또는 레지 알고리즘(LeZi-Update algorithm)을 이용해 트리구조를 생성하여 단일 구성원의 이동성을 예측하였다. 즉, 종래에는 루트를 중심으로 연속정보가 연결되어 트리구조가 생성되며, 동일한 연속정보가 발생되면 가중치가 부여되는 방식을 통해 단일 구성원의 이동성을 예측하였다.
- [0004] 일반적으로, 이와 같은 종래의 방식은 트리구조에서 발생빈도에 따른 확률값을 이용하여 단일 구성원의 이동성을 예측한다. 이에 따라, 종래의 방식에서는 트리구조에서 발생빈도에 따른 확률값이 큰 영역으로 구성원이 이동할 것으로 예측하게 된다.
- [0005] 그런데, 종래의 방식은 확률값이 유사한 경우에 항상 하나의 결과만을 예측결과로 제공함으로써, 트리구조를 이용한 구성원의 이동성 예측성능을 저하시키는 한계가 있다. 예를 들어, 구성원이 A영역으로 이동할 확률값이 0.4이고, B영역으로 이동할 확률값이 0.3이고, C영역으로 이동할 확률값이 0.3인 경우를 가정하면, 구성원이 이동할 다음 영역은 확률값이 큰쪽인 A영역으로 예측된다. 하지만, 구성원이 A영역으로 이동할 확률값은 구성원이 B, C영역으로 이동할 확률값과 불과 0.1 정도의 차이가 나기 때문에, 구성원의 이동성 예측성능이 떨어질 수밖에 없다.
- [0006] 따라서 종래 방식은 센서노드의 감지결과에 따라 형성된 트리구조를 이용하여 구성원의 이동성을 예측할 때, 특히 트리구조의 확률값이 유사한 경우에 구성원의 이동성에 대한 예측성능을 향상시킬 필요가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 따라서 상기와 같은 종래 기술은 센서노드의 감지결과에 따라 형성된 트리구조에서 확률값이 유사한 경우에 구성원의 이동성 예측성능이 떨어지는 문제점이 있으며, 이러한 문제점을 해결하고자 하는 것이 본 발명의 과제이다.
- [0008] 따라서 본 발명은 트리구조를 이용한 구성원의 이동성을 예측할 때 센서로봇의 센싱정보를 이용하여 구성원이 다음 이동할 지점을 미리 예측하여 구성원의 이동성 예측성능을 향상시키기 위한, 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치와 센서로봇의 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0009] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 이동성 예측 장치에 있어서, 센서노드를 통해 구성원의 움직임을 감지하여 상기 구성원의 이동성을 예측하기 위한 트리구조를 형성하기 위한 센서노드 정보 처리 수단; 상기 트리구조를 이용한 상기 구성원의 이동성 예측 시에, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하고, 상기 센서로봇에게 해당 경로로 이동하도록 명령을 내리기 위한 센서로봇 제어 수단; 및 상기 센서로봇의 센싱정보에 기초하여 상기 구성원의 이동성을 예측하기 위한 이동성 예측 수단을 포함한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 센서로봇의 제어 방법에 있어서, 구성원의 이동성을 예측하기 위해 형성된 트리구조를 이용하

여 상기 구성원의 움직임이 임의의 센서노드에서 감지되면, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하는 결정 단계; 및 상기 결정 결과에 따라, 상기 구성원의 움직임이 감지된 센서노드를 통해 해당 경로에 있는 센서노드의 식별정보가 포함된 이동명령을 상기 센서로봇으로 전송하는 전송 단계를 포함한다.

[0012] 또한, 본 발명은 프로세서를 구비한 이동성 예측 장치에, 구성원의 이동성을 예측하기 위해 형성된 트리구조를 이용하여 상기 구성원의 움직임이 임의의 센서노드에서 감지되면, 상기 트리구조의 경로별 이동확률에 따라 센서로봇을 배치할지를 결정하는 기능; 및 상기 결정 결과에 따라, 상기 구성원의 움직임이 감지된 센서노드를 통해 해당 경로에 있는 센서노드의 식별정보가 포함된 이동명령을 상기 센서로봇으로 전송하는 기능을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

효 과

[0013] 상기와 같은 본 발명은, 트리구조를 이용한 구성원의 이동성을 예측할 때 센서로봇의 센싱정보를 이용하여 구성원이 다음 이동할 지점을 미리 예측하여 구성원의 이동성 예측성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 구성원의 움직임에 따라 센서로봇의 위치를 최적화시켜 이동성 예측에 상당한 효과를 가져 올 수 있을 뿐만 아니라 중계노드 기능을 수행하여 통신측면에서도 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되어 있는 상세한 설명을 통하여 보다 명확해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치에 대한 일 실시예 구성도이다.

[0017] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치(이하 "이동성 예측 장치"라 함, 120)는, 무선 센서 네트워크를 형성하는 센서노드(111)를 통해 감지된 구성원에 대한 센싱정보에 기초하여 구성원의 이동성을 예측하기 위한 이동상황 트리구조를 관리하고, 트리구조를 이용해 구성원의 이동성을 예측할 때 센서로봇(112)의 최적위치를 판단한 후 해당 위치로 센서로봇(112)을 미리 이동시켜 구성원을 감지함으로써 구성원의 이동성 예측성능을 향상시킨다.

[0018] 다시 말해, 본 발명의 이동성 예측 장치(120)는 센서노드(111) 및 센서로봇(112)을 통해 전달된 구성원의 이동정보를 수집한 후 구성원의 이동성을 예측할 때, 센서로봇(112)을 적합한 위치로 이동하도록 명령하여 센서로봇(112)을 통해 감지된 구성원의 센싱정보(즉, 이동정보)를 이용하여 구성원의 이동성을 예측한다.

[0019] 본 발명에서는 이동성 예측 장치(120)가 태내에서 구성원의 움직임을 예측하는 경우를 가정하여 설명한다.

[0020] 본 발명의 무선 센서 네트워크는 센서노드(111)(도 1에서 'S'로 표시) 및 센서로봇(112)(도 1에서 'M'으로 표시)을 통해 구성된다. 즉, 도 1에서는 11개의 센서노드(S1~S11)가 해당 위치에 고정되어 있고, 6개의 센서로봇(M1~M6)이 해당 지역 내에서 이동한다.

[0021] 구체적으로, 센서노드(111)는 고정형 센서의 일종으로서 통상의 센싱방식에 따라 구성원을 감지하는데, 일례로 적외선을 이용하여 구성원을 감지한다. 여기서, 센서노드(111)는 타 센서노드 혹은 센서로봇(112)을 통해 전송된 센싱정보를 중계한다. 또한, 센서노드(111)는 구성원이 감지될 때 해당 센싱정보를 이동성 예측 장치(120)로 전송하는 것이 바람직하다. 이는 이동성 예측 장치(120)가 구성원의 이동성을 예측할 때, 해당 센싱정보에 기초한 트리구조에 대응시켜 구성원의 이동경로로 예측되는 위치에 센서로봇(112)을 미리 이동시킬 수 있도록 하기 위함이다. 또한, 센서노드(111)는 각각의 센싱범위가 서로 겹치지 않도록 설치되어 감지된 센싱정보를 이동성 예측 장치(120)로 제공하는 것이 바람직하다. 이는 이동성 예측 장치(120)에서 센싱정보를 통해 구성원의 이동

성을 예측하므로, '구성원의 이동경로에 대응되는 센싱정보'의 정확도에 따라 구성원의 이동성을 신뢰성 있게 예측하기 위함이다.

- [0022] 다음으로, 센서로봇(112)은 이동형 로봇의 일종으로서 이동성 예측 장치(120)의 이동명령에 따라 해당 위치로 이동한 후 해당 위치에서 구성원을 감지한다. 여기서, 센서로봇(112)은 구성원에 대한 센싱정보를 센서노드(111) 또는 타 센서로봇을 통해 최종적으로 이동성 예측 장치(120)로 전송하거나, 센서노드(111) 혹은 타 센서로봇에서 전송된 센싱정보를 중계한다.
- [0023] 센서로봇(112)은 현재 위치를 알아낼 수 있는 위치결정 기술, 현재 작업중인 환경을 파악해 내는 지도형성 기술, 작업 수행을 위한 이동경로를 생성한 후 이동을 수행할 수 있는 자율주행 기술이 적용된다. 이를 통해, 센서로봇(112)은 구성원이 이동할 경로가 복수인 지점[즉, 센서로봇(112)이 배치될 필요성이 있는 지점]을 미리 파악할 수 있다.
- [0024] 한편, 이동성 예측 장치(120)는 센서노드 정보 처리부(121), 이동성 예측부(122), 센서로봇 제어부(123), 저장부(124)를 포함한다.
- [0025] 먼저, 센서노드 정보 처리부(121)는 구성원의 움직임에 따라 센서노드(111)를 통해 수집되는 센싱정보를 이용하여 구성원의 움직임 패턴(즉, 이동성)을 나타내는 트리구조를 형성한다(후술할 도 2 참조). 이때, 센서노드 정보 처리부(121)는 센싱정보가 수집됨에 따라 트리구조를 갱신하며, 특히 트리구조에서 동일한 경로에 해당되는 센싱정보가 반복적으로 감지되면 해당 경로에 대한 가중치를 부여한다. 이를 통해, 센서노드 정보 처리부(121)는 베이시안 추정(bayesian estimation)을 적용하여 트리구조의 경로별 구성원 이동확률을 계산할 수 있다.
- [0026] 바람직하게는, 센서노드 정보 처리부(121)는 구성원이 현관을 통해 들어올 때(즉, S1 및 S2 순서대로 감지될 때) 구성원의 움직임에 관한 센싱정보를 수집하기 시작하고, 이후 소정의 시간(일례로, 하루) 동안에 구성원의 움직임을 계속적으로 추적해 트리 알고리즘에 따라 가중치를 부여하여 구성원의 움직임 패턴을 나타내는 트리구조를 형성한다. 이는 구성원의 움직임 패턴에 대한 정보가 어느 정도 미리 형성된 상태(즉, 트리구조가 소정의 시간 동안에 미리 형성된 상태)에서 이를 토대로 센서로봇(112)을 적합한 위치로 미리 이동시켜 구성원의 이동성 예측확률을 높일 수 있도록 하기 위함이다.
- [0027] 이동성 예측부(122)는 상기와 같이 구성원의 움직임 패턴에 대한 정보가 어느 정도 미리 형성되면, 구성원의 다음 움직임을 미리 예측하여 구성원이 이동하려는 영역에 기 설정된 서비스(예를 들어, 전등 켜기, 에어컨 켜기, 커튼 치우기 등)를 구성원에게 제공할 수 있도록 한다. 그런데, 이동성 예측부(122)는 일반적으로 트리구조의 구성원 이동확률만을 이용하여 구성원의 다음 움직임을 예측하는 경우에, 트리구조의 경로별 이동확률이 비슷할 때 항상 하나의 경로를 구성원이 다음에 이동할 경로로 예측함으로써, 트리구조를 이용한 구성원의 이동성 예측 성능을 떨어뜨린다. 이를 극복하기 위해, 이동성 예측부(122)는 구성원의 이동성을 예측할 때 센서로봇 제어부(123)에 의해 미리 배치된 센서로봇(112)을 이용하여, 실제 구성원이 예측경로(즉, 이동확률이 최대인 경로)와 다른 경로로 이동하더라도 구성원이 다른 경로에 있는 센서노드(111)에 의해 감지되기 전 센서로봇(112)의 센싱정보를 전달받아 구성원의 이동성을 미리 파악한다(후술할 도 2 참조). 이때, 이동성 예측부(122)는 트리 알고리즘에 따라 구성원의 움직임을 추적하여 트리구조에서 구성원이 다음에 이동할 경로를 예측하는데, 트리구조에서 구성원이 다음에 이동할 경로가 복수인 경우에 경로별로 미리 배치되도록 센서로봇(112)의 제어를 센서로봇 제어부(123)에 요청한다. 이후, 이동성 예측부(122)는 센서로봇(112)에 의해 구성원이 예측경로와 다른 경로로 이동하는 경우가 감지되면, '트리 알고리즘에 따라 판단된 구성원의 예측경로'를 '센서로봇(112)의 센싱정보를 통해 파악된 구성원의 실제 이동경로'로 보정하여 구성원이 다른 경로에 있는 센서노드(111)에 의해 감지되기 전 구성원이 다음에 이동할 경로를 예측한다.
- [0028] 센서로봇 제어부(123)는 트리구조에서 구성원이 다음에 이동할 경로가 복수인 경우에 경로별로 센서로봇(112)이 미리 배치될 수 있도록 제어한다(후술할 도 3 및 도 4 참조). 여기서, 센서로봇(112)은 사전탐색을 통해 덕내에서 자신(112)이 이동할 경로를 미리 파악하고 있으며, 구성원이 이동할 경로가 복수인 지점[즉, 센서로봇(112)이 배치될 필요성이 있는 거점]을 미리 인식함에 따라 해당 지점의 근접영역에 대기하는 것이 바람직하다.
- [0029] 구체적으로, 센서로봇 제어부(123)는 센서로봇(112)의 개수가 제한될 수 있어 경로별 이동확률을 내림차순으로 정렬하여 이동확률이 큰 경로부터 센서로봇(112)을 배치할지를 판단한다. 다만, 센서로봇 제어부(123)는 소정의 경로에 대한 이동확률이 다른 경로들에 대한 이동확률의 합보다 큰 경우(즉, 소정의 경로에 대한 이동확률이 P 라면, $P > 1 - P$ 를 만족하는 경우)나, 해당 경로로 구성원이 이동할 예측가능성을 월등히 기대할 수 있는 임계값보다 큰 경우(즉, 소정의 경로에 대한 이동확률이 P 이고 임계값이 0.7이면, $P > 0.7$ 을 만족하는 경우)에 해당 경로

에 센서로봇(112)을 배치하지 않도록 판단한다. 본 발명에서는 센서로봇 제어부(123)가 소정의 경로에 대한 이동확률을 기 설정된 임계값(여기서는, 0.7로 가정함)과 비교하여 해당 경로에 센서로봇(112)을 배치할지를 판단하는 경우를 적용하여 설명하기로 한다.

[0030] 다시 말하면, 센서로봇 제어부(123)는 해당 경로의 이동확률이 다른 경로의 이동확률보다 큰 경우이더라도 다른 경로의 이동확률과 비슷하면(즉, 이동확률이 임계값보다 크지 않으면), 해당 경로에 센서로봇(112)을 배치하도록 결정한다. 이는 해당 경로의 이동확률이 가장 크기 때문에 구성원이 이동할 것으로 예측할 수 있으나, 상대적으로 다른 경로로 이동할 이동확률이 해당 경로의 이동확률에 비해 차이가 크지 않아 구성원의 이동성에 대한 예측성능이 떨어지므로 해당 경로에 센서로봇(112)을 이동시켜 실제로 구성원이 이동했는지를 확인하여 구성원의 이동성에 대한 예측성능을 향상하기 위함이다.

[0031] 한편, 센서로봇 제어부(123)는 상기와 같이 해당 경로에 센서로봇(112)을 배치할 필요가 있음을 판단하면, 해당 경로에 배치할 센서로봇(112)을 탐색하여 해당 경로로 센서로봇(112)을 이동시킨다. 이때, 센서로봇 제어부(123)는 현재 구성원의 움직임이 감지된 센서노드(111)에서 센서로봇(112)의 탐색신호를 브로드캐스트하면, 현재 구성원의 움직임이 감지된 센서노드(111) 근처에서 신호세기가 가장 센 응답신호를 전송한 센서로봇(112)에게 해당 경로로 이동하도록 명령한다. 여기서, 센서로봇 제어부(123)는 이동명령에 센서로봇(112)이 이동해야 할 해당 경로에 대한 정보로서 센서노드(111)의 식별정보를 포함한다. 이는 센서로봇(112)이 센서노드(111) 및 타 센서로봇과 상호 통신하여 해당 경로로 이동할 수 있도록 하기 위함이다.

[0032] 만약에, 센서로봇 제어부(123)는 댁내에 배치되어 있는 센서로봇(112)의 개수가 제한되어 있음으로, 현재 구성원의 움직임이 감지된 센서노드(111)에서 센서로봇(112)의 탐색신호를 브로드캐스트한 후 센서로봇(112)의 응답신호가 없으면, 현재 구성원의 움직임이 감지된 센서노드(111)의 이웃노드로 센서로봇(112)의 탐색신호를 전달하여 필요한 센서로봇(112)을 탐색하여 인접 영역의 센서로봇(112)을 이용할 수 있도록 한다.

[0033] 센서로봇(112)이 해당 경로에 배치된 후, 센서로봇 제어부(123)는 센서로봇(112)을 통한 구성원의 센싱정보를 이동성 예측부(122)로 전달한다. 이때, 이동성 예측부(122)는 센서로봇(112)을 통한 구성원의 센싱정보에 기초하여 구성원의 이동성을 예측하고 전송한 바와 같이 구성원이 이동하려는 영역에 기 설정된 서비스를 구성원에게 제공하도록 한다.

[0034] 저장부(124)는 센서노드 정보 처리부(121)에 의해 관리되는 트리구조, 댁내 영역별로 구성원에게 제공할 서비스 정보 등을 저장한다.

[0035] 도 2는 본 발명에 따른 트리구조에 대한 일 실시 예시도이다.

[0036] 본 발명의 이동성 예측 장치(120)는 구성원이 'G'에서 'H'로 이동하면, 트리구조에서 'G'에서 'H'를 따라 추적하고 트리구조에서 구성원이 다음에 이동할 지점으로 {E, I, G}가 있으므로 이중 한 지점을 구성원이 다음에 이동할 지점으로 예측한다. 이때, 구성원이 다음에 이동할 지점으로 {E, I, G}로의 이동확률 $\{P_1, P_2, P_3\}$ 을 나타내는데, 이는 구성원이 해당 경로로 이동한 횟수를 누적하는 트리 알고리즘을 이용하여 정해진다.

[0037] 만약에, 이동확률 P_1 이 가장 큰 경우에, 일반적인 트리 알고리즘에서는 구성원이 다음에 이동할 지점으로 'E'로 예측한다. 하지만, 전송한 바와 같이 이동성 예측 장치(120)는 I 및 G에 센서로봇(112)을 이동시켜 배치시킨면, 구성원이 E가 아닌 I 혹은 G로 이동하더라도 구성원이 해당 지점의 센서노드(111)에 의해 감지되기 전에 센서로봇(112)에 의해 감지된 센싱정보를 이용하여 구성원이 다음에 이동할 지점에 대한 예측을 보정할 수 있다.

[0038] 도 3은 본 발명에 따른 센서로봇 제어부의 동작절차에 대한 일 실시 예 흐름도이다. 여기서는 센서로봇 제어부(123)에서 도 2의 트리구조를 이용하여 센서로봇(112)을 제어하는 절차에 대해 설명한다.

[0039] 센서로봇 제어부(123)는 경로별 이동확률을 내림차순으로 정렬하여 이동확률에 따른 경로별로 센서로봇(112)을 배치할지를 차례로 결정한다(301). 즉, 센서로봇 제어부(123)는 H에서 구성원이 이동할 수 있는 경로 E, I, G 각각에 대한 이동확률 P_1, P_2, P_3 를 내림차순으로 정렬하여 차례로 센서로봇(112)을 배치할지를 결정한다. 이때, 센서로봇 제어부(123)는 해당 경로의 이동확률이 임계값(전술한 예에서 0.7로 설정)보다 크면, 해당 경로에 센서로봇(112)을 배치하지 않는다(302). 이는 임의의 경로에 대한 이동확률이 다른 경로의 이동확률의 합보다 월등히 큰 경우에, 해당 경로에 센서로봇(112)을 배치하지 않기 위함이다. 예를 들어, 센서로봇 제어부(123)는 경

로 E의 이동확률 P_1 이 0.8로 확인되면, 경로 E로 센서로봇(112)을 이동시키지 않는다.

[0040] 반면에, 센서로봇 제어부(123)는 해당 경로가 가장 큰 이동확률을 가지더라도, 다른 경로의 이동확률과 비슷한 경우(즉, 해당 경로의 이동확률이 임계값보다 작은 경우)에 해당 경로로 센서로봇(112)을 배치한다(303 내지 305). 즉, 센서로봇 제어부(123)는 해당 경로에 배치할 여분의 센서로봇(112)이 존재하는지를 확인하여 센서로봇(112)이 존재하면 센서로봇(112)을 해당 경로로 이동하도록 명령한다. 이때, 센서로봇 제어부(123)는 여분의 센서로봇(112)이 존재하지 않으면, 다른 경로에 대한 판단절차가 남아있더라도 센서로봇(112)을 제어하는 모든 절차를 종료한다. 예를 들어, 일반적으로 $P_1=0.4$, $P_2=0.3$, $P_3=0.3$ 인 경우에 P_1 의 이동확률이 가장 크기 때문에 구성원이 P_1 의 경로 E로 이동한다고 예측할 수 있다. 하지만, P_1 의 경로 E로의 이동확률이 0.4이고, 다른 경로인 경로 I 및 경로 G로의 이동확률이 0.6이므로, 결국 구성원이 경로 E로의 이동확률이 다른 경로인 경로 I 및 경로 G로의 이동확률보다 낮아져 이동성 예측의 신뢰도가 떨어진다. 따라서 센서로봇 제어부(123)는 가장 큰 이동확률인 P_1 인 경로 E로 센서로봇(112)을 배치시켜 실제로 구성원이 이동했는지를 확인하도록 한다.

[0041] 여기서, 센서로봇 제어부(123)는 경로별 이동확률의 합이 0.9 이상이 되면(즉, 구성원의 이동성 예측확률이 90% 이상이면), 나머지 다른 경로에 센서로봇(112)을 배치하지 않고, 센서로봇(112)을 제어하는 모든 절차를 종료한다(306). 이는 센서로봇 제어부(123)가 이동확률의 합이 0.1 이하(즉, 구성원의 이동성 예측확률이 10%이하)인 경로들에 대해서 센서로봇(112)을 배치하지 않음으로써, 센서로봇(112)을 이용한 구성원의 이동성에 대한 예측확률이 90% 정도를 유지할 수 있도록 하기 위함이다. 만약, 경로 E의 이동확률 P_1 이 0.9 이상이면, 센서로봇 제어부(123)는 경로 E에서 이동확률이 임계값보다 크기 때문에 센서로봇(112)을 배치하지 않고 경로 I 및 경로 G에도 이미 경로 E의 이동확률이 0.9 이상이 되므로, 결국 전체 경로 E, I, G에 센서로봇(112)을 배치하지 않는다.

[0042] 특히, 전체 경로의 이동확률이 비슷하여 각 경로에 대한 구성원의 이동성 예측이 거의 비슷한 경우에, 본 발명은 종래의 트리 알고리즘에 비해 높은 예측성능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 현재 노드에서 구성원이 다음에 이동할 수 있는 경로가 9가지 있고, 각 경로의 이동확률이 {0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1}라고 가정하면, 종래의 트리 알고리즘은 첫 번째 경로로 구성원이 이동할 것으로 예측한다. 이때, 첫 번째 경로로 구성원이 이동할 예측 성공 확률은 0.2가 된다. 즉, 예측 성공 확률 ' $0.2 = 0.2 / (0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1)$ '이다. 반면에, 극단적으로 본 발명의 센서로봇(112)을 9대를 각 경로에 배치하고 미리 감지하면, 다른 경로로 구성원이 이동하더라도 센서로봇(112)이 미리 감지하고 센싱정보를 제공함으로써 구성원의 이동성 예측을 100% 성공할 수 있다.

[0043] 도 3과 같이 센서로봇 제어부(123)는 경로별 이동확률에 대해 센서로봇(112)을 배치할지를 결정하여 경로별로 센서로봇(112)을 배치할 수 있으나, 전체 경로에 필요한 센서로봇(112)의 개수를 미리 확인한 후 각 경로를 이동확률 순서에 따라 센서로봇(112)을 배치할지를 결정하여 전체 경로에 센서로봇(112)을 한 번에 배치할 수도 있다.

[0044] 도 4는 본 발명에 따른 센서로봇 제어부에서 센서로봇으로의 이동명령 전달 과정에 대한 일 실시 예시도이다.

[0045] 센서로봇 제어부(123)는 임의의 센서노드(111)에서 구성원의 움직임이 감지되어 경로별 이동확률에 따라 해당 경로에 센서로봇(112)을 배치하기로 결정하면, 임의의 센서노드(111)에 가까운 센서로봇(112)이 해당 경로로 이동하도록 센서노드(111)를 통해 센서로봇(112)으로 이동명령을 내린다. 예를 들어, 구성원의 움직임이 센서노드 S9에서 감지되었을 경우, 센서로봇 제어부(123)는 센서노드 S9에서 센서노드 S8 및 센서노드 S11로의 경로에 센서로봇(112)을 배치할지를 결정한다. 이때, 센서로봇 제어부(123)는 센서노드 S9에서 센서노드 S8로 센서로봇(112)을 배치하기로 결정하면, 센서노드 S9의 주변에 있는 센서로봇(112)에 탐색신호를 전송하여 응답하는 센서로봇(112)에게 센서노드 S8의 식별정보가 포함된 이동명령을 내린다. 여기서는 센서로봇 M5가 응답하여 센서노드 S8로 이동하는 경우라 가정한다. 마찬가지로 센서로봇 제어부(123)는 센서노드 S11에 센서로봇(112)을 배치한다. 여기서는 센서로봇 M6가 응답하여 센서노드 S11로 이동하는 경우라 가정한다.

[0046] 만약에, 센서로봇 제어부(123)는 센서노드 S9에서 신호가 미치는 범위에 해당 경로에 배치할 여분의 센서로봇(112)이 존재하지 않으면[즉, 소정의 시간동안 센서로봇(112)의 응답이 없는 경우], 센서노드 S9의 이웃노드인 센서노드 S6를 통해 센서로봇(112)을 탐색하는 신호를 전송함으로써 인접 영역의 센서로봇(112) 즉, 센서로봇 M3 및 M4를 이용할 수 있도록 한다.

[0047] 도 5a는 본 발명의 성능검증에 대한 일실시에 모형도이고, 도 5b는 상기 도 5a에서 구성원이 1명인 경우에 센서 로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이고, 도 5c는 상기 도 5a에서 구성원이 2명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이고, 도 5d는 상기 도 5a에서 구성원이 3명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이다.

[0048] 도 5a는 본 발명의 성능검증에 대한 모의실험 모형으로서, 9개의 센서노드가 경로위에 고정적으로 분산배치되어 있음을 나타낸다. 도 5b 내지 5d는 상기와 같은 모의실험 모형에서 이동하는 구성원의 수를 증가시킬 때, 센서 로봇의 개수를 증가시키기에 따라 예측확률이 향상되는 결과를 확인할 수 있다. 먼저, 도 5b와 같이 1명의 구성원이 이동하는 상황에서는, 센서로봇의 개수가 늘어갈 때, 센서로봇의 개수를 1대만 추가해도 대략 30%의 예측확률이 향상되는 효과를 확인할 수 있다. 이때, 센서로봇이 2대인 경우에는 추가로 3% 정도의 예측확률이 향상되는 효과가 나타났지만, 센서로봇의 수가 2대 이상으로 증가하는 경우에 효과가 나타나지 않았다. 다음으로, 도 5c와 같이 2명의 구성원이 독립적으로 이동하는 상황에서는, 센서로봇이 2대인 경우에 약 23% 정도의 예측확률이 향상되었고, 센서로봇이 4대인 경우에 추가로 6%, 센서로봇이 6대인 경우에 추가로 3%의 예측확률이 향상되었다. 다음으로, 도 5d와 같이 3명의 구성원이 독립적으로 이동하는 상황에서는, 센서로봇이 3대인 경우에 약 25% 정도의 예측확률이 향상되었다.

[0049] 도 6a는 본 발명의 성능검증에 대한 다른 실시예 모형도이고, 도 6b는 상기 도 6a에서 구성원이 1명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이고, 도 6c는 상기 도 6a에서 구성원이 2명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이고, 도 6d는 상기 도 6a에서 구성원이 3명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이다.

[0050] 도 6a는 도 5a 보다 현실적인 모의실험 모형으로서, 도 1의 집 모형을 토대로 만들어졌다. 이 모형에서는 24개의 센서노드가 고정되어 분포되어 있으며, 분포된 센서노드들은 무선으로 통신한다. 여기서는 센서노드 간 연결 경로를 확률적으로 이용할 수 있도록 구성원에 대한 움직임 패턴을 발생시켜 실험하였다. 특히, 구성원에 대한 움직임 패턴을 파악하기 위하여 1000개의 선행학습을 진행한 후 10000개의 테스트를 수행하였다. 먼저, 도 6b와 같이 1명의 구성원이 이동하는 상황에서는, 센서로봇이 없는 경우의 예측성공률이 77%였지만, 센서로봇이 1대인 경우에 추가로 17%의 예측확률이 향상되었다. 다만, 센서로봇이 3대 이상인 경우에는 예측확률이 더 이상 향상하지 않았다. 다음으로, 도 6c와 같이 2명의 구성원이 독립적으로 이동하는 상황에서는, 센서로봇이 없는 경우의 예측성공률이 60%였지만, 센서로봇이 2대인 경우에 추가로 40%의 예측확률이 향상되었다. 이때, 예측확률이 90% 이상이 되기 위해서는 필요한 센서로봇이 4대가 필요하다. 다음으로, 도 6d와 같이 3명의 구성원이 독립적으로 이동하는 상황에서는, 센서로봇이 없는 경우에 예측성공률이 47%였지만, 센서로봇이 3대인 경우에 추가로 53%의 예측확률이 향상되었다. 이때, 예측확률이 90% 이상이 되기 위해서는 필요한 센서로봇이 12대가 필요하다.

[0051] 한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 방법은 컴퓨터 프로그램으로 작성이 가능하다. 그리고 상기 프로그램을 구성하는 코드 및 코드 세그먼트는 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 상기 작성된 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(정보저장매체)에 저장되고, 컴퓨터에 의하여 판독되고 실행됨으로써 본 발명의 방법을 구현한다. 그리고 상기 기록매체는 컴퓨터가 판독할 수 있는 모든 형태의 기록매체를 포함한다.

[0052] 이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 센서노드 및 센서로봇의 협업적 이동성 예측 장치에 대한 일실시에 구성도,

[0054] 도 2는 본 발명에 따른 트리구조에 대한 일실시 예시도,

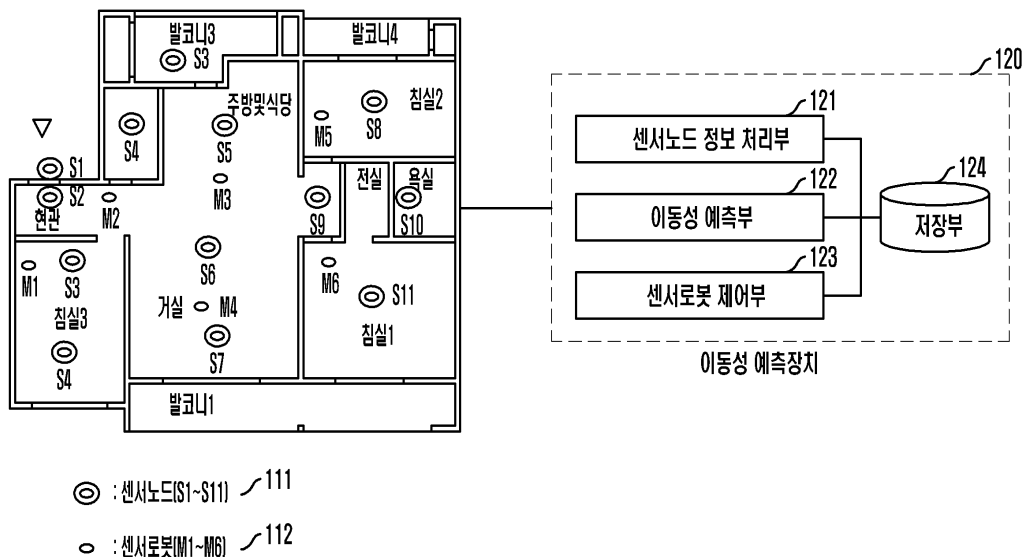
[0055] 도 3은 본 발명에 따른 센서로봇 제어부의 동작절차에 대한 일실시에 흐름도,
 [0056] 도 4는 본 발명에 따른 센서로봇 제어부에서 센서로봇으로의 이동명령 전달 과정에 대한 일실시 예시도,
 [0057] 도 5a는 본 발명의 성능검증에 대한 일실시에 모형도,
 [0058] 도 5b는 상기 도 5a에서 구성원이 1명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프,
 [0059] 도 5c는 상기 도 5a에서 구성원이 2명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프,
 [0060] 도 5d는 상기 도 5a에서 구성원이 3명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프,
 [0061] 도 6a는 본 발명의 성능검증에 대한 다른 실시예 모형도,
 [0062] 도 6b는 상기 도 6a에서 구성원이 1명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프,
 [0063] 도 6c는 상기 도 6a에서 구성원이 2명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프,
 [0064] 도 6d는 상기 도 6a에서 구성원이 3명인 경우에 센서로봇의 개수에 따른 예측확률을 나타낸 그래프이다.

[0065] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

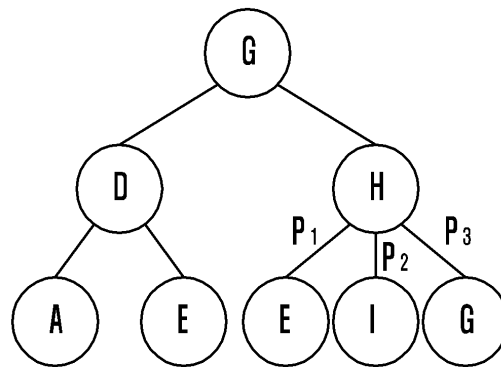
[0066] 111 : 센서노드
 [0067] 112 : 센서로봇
 [0068] 120 : 이동성 예측 장치
 [0069] 121 : 센서노드 정보 처리부
 [0070] 122 : 이동성 예측부
 [0071] 123 : 센서로봇 제어부
 [0072] 124 : 저장부

도면

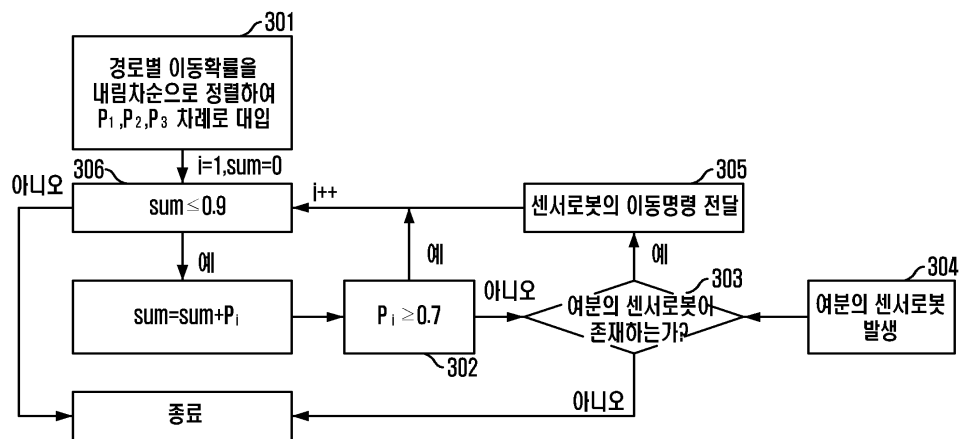
도면1



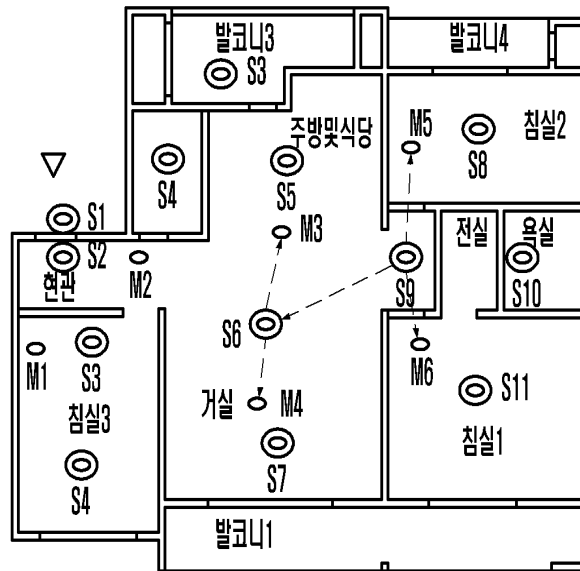
도면2



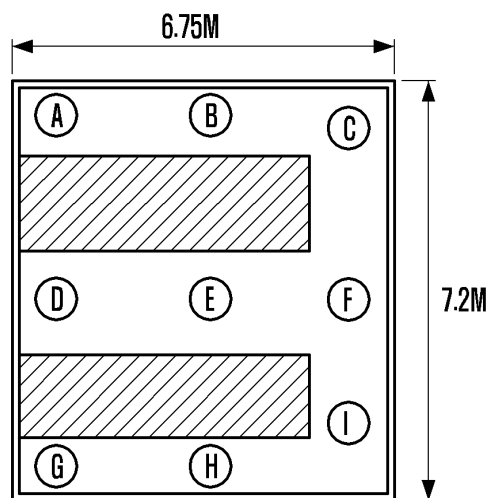
도면3



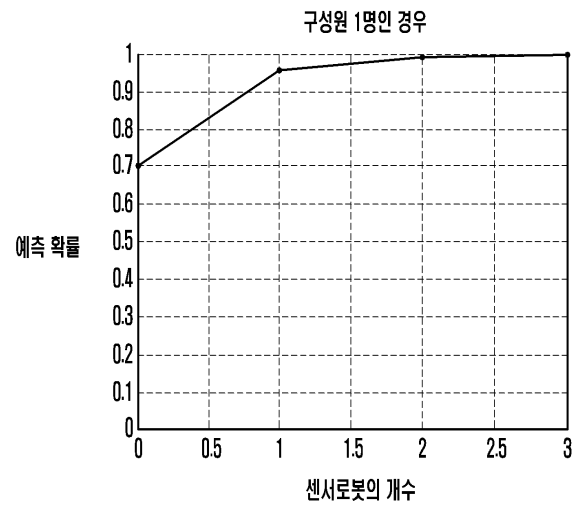
도면4



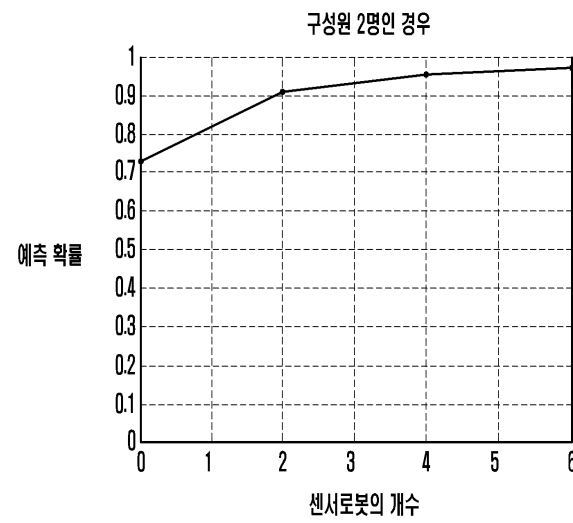
도면5a



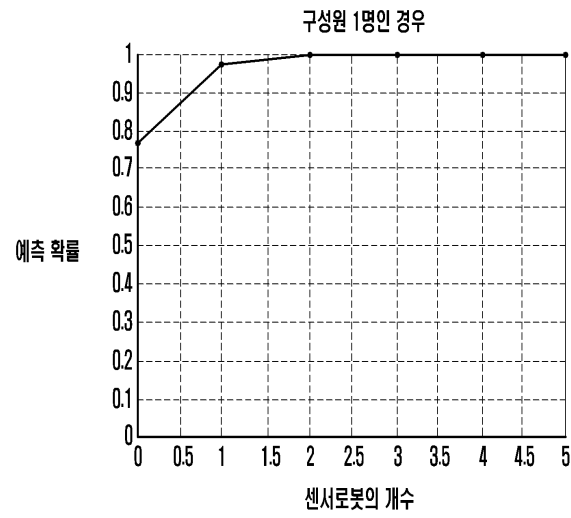
도면5b



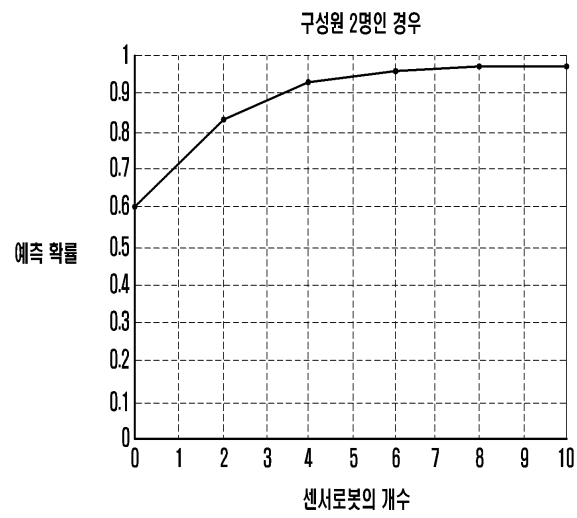
도면5c



도면6b



도면6c



도면6d

