

【명세서】**【발명의 명칭】**

로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법, 로봇 및 기록 매체

【기술분야】

- <1> 본 발명은 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법, 로봇, 및 기록 매체에 관한 것이다.

【배경기술】

- <2> 선박의 선체면 검사, 청소 등의 목적을 위해 선체면 위에서 로봇을 주행시킬 때, 주행면의 형상 특성을 파악하지 않고 로봇을 주행시킬 경우 다양한 문제가 발생할 수 있다. 예를 들면, 로봇이 주행 중 주행면의 특정 부위에 부딪쳐 주행면에 손상을 줄 수 있고, 굴곡이 심한 부분에서는 로봇이 주행면에서 떨어져 탈착될 수 있다. 또한 주행면의 움푹 파인 부분에 갇혀 빠져나올 수가 없는 경우가 발생할 수도 있다.

- <3> 기존에는 이런 문제를 회피하기 위해, 작업자가 카메라를 이용하여 주행면의 형상을 확인하거나 센서 정보를 이용해 장애물을 확인해가며 로봇을 주행시켰다. 이런 방법에서는 로봇이 주행하는 동안에는 작업자가 계속 로봇의 움직임을 관찰해야 한다.

- <4> 또한 로봇이 자율주행을 통해 계획적으로 주행면 상을 이동시키기 위해서는 사전에 로봇이 주행할 수 있는 영역을 파악해야 한다. 가장 일반적으로 생각할 수 있는 방법으로는 주행면의 기하모델을 이용하여 곡률을 분석함으로써 곡률이 큰 부분에 대해서는 로봇이 주행하지 못하도록 하는 방법이 있다.

- <5> 그러나 주행면, 예를 들어 선체면의 기하모델은 도 2a과 같이 다수의 트림 곡면(trimmed surface)으로 구성되어 있기 때문에, 곡률 분석을 위해서는 곡면 간에 곡률 연속성(C2 연속)이 보장되어야 하지만, 대부분 설계 형상이 이를 보장하지 못하고, 또한 설계 형상의 처리를 위해 설계 형상을 불러오는(loading) 과정에서 C2 연속이 깨지게 된다. 또한 곡면 위의 한 지점에 대해서 곡률은 방향에 따라 값이 변하기 때문에 주행가능 영역을 판단하는 기준으로 사용하기에 적합하지 않다.

- <6> 또한 곡률만 고려하는 것은 로봇의 크기가 고려되지 않았기 때문에, 로봇이 실제 주행할 경우에는 곡률이 작아도 주행할 수 없는 경우도 발생한다.

【발명의 상세한 설명】**【기술적 과제】**

- <7> 본 발명의 일 실시예는 주행면을 주행하는 로봇의 주행 가능 영역을 확인하

는 방법, 로봇 및 기록 매체를 제공하고자 한다.

【기술적 해결방법】

- <8> 본 발명의 일 측면에 따르면, 곡면의 주행면을 로봇이 자율주행하기 위하여, 주행 가능 영역을 확인하는 방법으로서, a) 다수의 곡면으로 분할된 상기 주행면의 기하 모델을 형성하는 단계; b) 상기 기하 모델을 이용하여 상기 다수의 곡면을 다수의 삼각형으로 분할하는 단계; c) 상기 다수의 삼각형을 각각 서로 인접하는 삼각형과의 각도를 계산하는 단계; 및 d) 상기 각도가 소정 범위 내인지를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법이 제공된다.
- <9> 이 때, 상기 b)단계에서, 상기 다수의 삼각형 각각은 실질적으로 평면일 수 있다.
- <10> 이 때, 상기 b)단계는, 상기 하나의 곡면 내에서 인접하는 삼각형과 모서리 및 꼭지점을 공유하도록 다수의 삼각형으로 분할할 수 있다.
- <11> 이 때, 상기 c)단계에서, 모서리 또는 꼭지점을 공유하여 인접하는 삼각형 간의 각도를 계산할 수 있다.
- <12> 이 때, 상기 c) 단계에서, 서로 인접하는 두 곡면의 경계에 인접하는 서로 다른 곡면에 위치하는 삼각형 간에는, 모서리와 모서리, 모서리와 꼭지점, 또는 꼭지점과 꼭지점이 만나는 삼각형 간의 각도를 계산할 수 있다.
- <13> 이 때, 상기 d)단계 후, e) 상기 각도가 소정 범위 내인 경우, 주행 가능 영역인 것으로 규정하는 1차 주행 가능 영역 확인 단계를 더 포함할 수 있다.
- <14> 이 때, 상기 c)단계에서, 상기 각도는 인접하는 삼각형들의 법선 벡터 간의 각도로부터 계산될 수 있다.
- <15> 이 때, 상기 e) 단계 후, 상기 로봇을 소정 크기를 갖는 것으로 설정하고, 상기 주행 가능 영역으로 상기 로봇을 주행시켜, 상기 로봇이 상기 주행면과 교차되지 않는 영역을 주행 가능 영역인 것으로 규정하는 2차 주행 가능 영역 확인 단계를 더 포함할 수 있다.
- <16> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법을 실행하기 위한 프로그램이 내장되어 있거나, 상기 프로그램이 내장되어 있는 외부 장치로부터 제어되어 주행면을 주행하는 로봇이 제공된다.
- <17> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체가 제공된다.

【유리한 효과】

<18> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 로봇의 주행면 주행 가능 영역을 용이하게 확인할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

<19> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법의 순서도이다.

<20> 도 2a는 선체의 일부면에 형성된 기하 모델을 도시한 도면이다.

<21> 도 2b는 도 2a의 기하 모델을 삼각화하여 생성된 삼각 메쉬를 도시한 도면이다.

<22> 도 3a는 도 2a의 기하 모델에서 곡면과 곡면 사이의 경계 모서리부를 나타낸 부분 확대도이다.

<23> 도 3b는 도 3a의 곡면을 삼각화하여 삼각 메쉬를 생성한 상태의 도면이다.

<24> 도 4는 삼각 메쉬가 생성된 상태에서 이웃하는 삼각 메쉬 간의 각도를 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

<25> 도 5는 삼각 메쉬 내부에 있는 삼각형을 도시한 도면이다.

<26> 도 6은 삼각 메쉬의 경계에 있는 삼각형을 도시한 도면이다.

【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

<27> 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

<28> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법의 순서도이다.

<29> 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행면 주행가능 영역 확인 방법은 기하 모델 생성 단계(S101), 메쉬 생성 단계(S102), 이웃하는 삼각형 간의 각도를 계산하는 단계(S103), 1차 주행 가능 영역을 확인하는 단계(S104), 로봇과 주행면의 교차를 검사하는 단계(S105) 및 2차 주행 가능 영역을 확인하는 단계(S106)를 포함할 수 있다.

<30> 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법에서는, 먼저 3D 캐드와 같은 프로그램을 이용하여 선체 곡면의 기하 모델을 생성한다.

(S101) 도 2a에는 캐드 프로그램에 의하여 생성된 선체 일부 곡면의 기하 모델(2)이 도시되어 있다.

<31> 본 발명의 일 실시예에 따른 주행면 주행 가능 영역 확인 방법에서는 이와 같이 생성된 선체 곡면의 기하 모델(2)을 이용하여 선체의 곡면 각각에 대한 삼각화(triangulation)를 통해 선체 곡면에 대한 삼각 메쉬를 생성한다. 도 2b에는 도 2a에 도시된 기하 모델(2)을 삼각화하여 선체 곡면에 대한 삼각 메쉬(4)를 생성한 도면이 도시되어 있다. 이와 같이 선체의 곡면 각각에 대하여 삼각 메쉬를 생성하면 각각의 곡면에 대한 삼각 메쉬는 각각의 모서리(edge) 및 절점(vertex)에 대한 위치 정보와 인접 관계를 알고 있는 복수의 삼각형을 포함하게 된다.

<32> 이 때, 선체의 곡면을 삼각화하는 과정에서 선체의 기하 모델이 곡면 간에 인접 정보를 가지고 있는 경우에는 선체 모델 전체를 하나의 삼각 메쉬로 변환시킬 수 있다. 이와 같은 경우에는 선체를 형성하는 곡면 간의 구분이 사라지고, 선체에 대하여 하나의 삼각 메쉬 만이 형성된 것으로 가정할 수 있다.

<33> 한편, 선체의 기하 모델이 이웃하는 곡면 간에 인접 정보를 가지고 있지 않은 경우에는 곡면마다 하나의 삼각 메쉬가 생성되며, 이웃하는 삼각 메쉬 간에 절점(vertex)과 모서리(edge)가 공유되지 않는다.

<34> 도 3a는 기하 모델이 형성하는 곡면의 모서리의 일 부분이 도시되어 있으며, 도 3b에는 도 3a를 삼각화하여 각각의 곡면에 대하여 삼각 메쉬가 형성된 상태가 도시되어 있다.

<35> 도 3a에는 선체의 기하 모델의 일 모서리(130)가 도시되어 있는데, 도 3a에서 볼 때, 이와 같은 모서리(130)를 중심으로 좌측 곡면(110)과 우측 곡면(120)이 만나도록 형성되는 경우라 하더라도 모서리(130)에 대한 정보를 가지고 있지 않은 경우, 이와 같은 좌측 곡면(110) 및 우측 곡면(120)을 이용하여 삼각 메쉬를 형성하면 도 3b에 도시된 바와 같이 각 곡면에 대응하는 삼각 메쉬 내의 삼각형들은 해당 모서리(130)에서 절점이 공유되지 않는 삼각형들을 형성하게 된다.

<36> 예를 들어, 좌측 곡면(110)에 대응하여 형성된 삼각 메쉬 내의 삼각형 중 모서리(130) 상에 절점(112a)이 위치되는 삼각형(112)과, 우측 곡면에 대응하여 대응하여 형성된 삼각 메쉬 내의 삼각형 중 모서리(130) 상에 절점(122a)이 위치되는 삼각형(122)은 인접 정보, 즉 모서리(130)의 정보가 공유될 경우에는 공통의 절점을 가지나, 모서리(130)의 정보가 공유되지 않으면, 도 3b에 도시된 바와 같이 서로 다른 절점을 갖도록 형성된다.

<37> 본 발명의 일 실시예에 따른 주행면 주행 가능 영역 확인 방법에서는, 이와

같이 이웃하는 꼭면 간에 모서리의 인접 정보를 공유하는 경우 기하 모델을 이용하여 삼각 메쉬를 형성하면 서로 다른 꼭면이 하나의 메쉬를 형성하므로, 이와 같은 하나의 메쉬 내의 삼각형 간의 관계를 이용하여 주행면 주행 가능 영역을 계산한다. 그리고, 이웃하는 꼭면 간에 모서리의 인접 정보를 공유하지 않는 경우에는 각각의 꼭면이 삼각 메쉬를 형성하므로, 복수 개의 삼각 메쉬 각각의 내부의 삼각형 간의 관계 및 이웃하는 삼각 메쉬 사이의 삼각형 사이의 관계를 고려하여 주행면 주행 가능 영역을 계산한다.

<38> 보다 상세히, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기하 모델을 이용하여 삼각 메쉬를 형성한 후, 삼각 메쉬 내에 위치되는 복수의 삼각형 각각에 대하여 인접한 삼각형 모두와 각도를 계산(S103)하고, 이에 근거하여 주행면 주행 가능 영역을 1차적으로 확인한다. (S104)

<39> 이 때, 삼각형 간의 각도는 이웃하는 삼각형 간에 서로 공유하는 모서리 또는 꼭지점을 기준으로 하나의 삼각형이 형성하는 면과 이웃하는 삼각형이 형성하는 면이 이루는 각도를 의미한다.

<40> 이와 같은 삼각형 간의 각도는 삼각형 하나의 삼각형과 이웃하는 삼각형의 법선 벡터를 이용하여 계산할 수 있다.

<41> 이와 같은 삼각형의 법선 벡터를 이용하여 이웃하는 삼각형 간의 면과 면이 하나의 모서리를 사이에 두고 만나는 각도의 계산은 공지된 계산 방식을 이용하여 쉽게 계산이 가능하며 당업자라면 용이하게 알 수 있는 계산 방식이므로 그에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다.

<42> 한편, 3차원 공간 상에 위치되는 삼각형의 중심에 형성된 법선 벡터를 이용하여 이웃하는 삼각형 간의 각도를 계산한 후, 인접 삼각형 중 어느 한 개와의 각도가 로봇의 주행 허용 범위 밖에 있을 경우 해당 삼각형은 주행 불가 영역으로 규정될 수 있다.

<43> 예를 들어, 도 4에는 제 1 삼각형(10)을 기준으로 이웃하는 3개의 제 2 내지 제 4 삼각형(20, 30, 40) 및 각각의 삼각형의 법선 벡터(11, 21, 31, 41)가 도시되어 있다. 이 때, 제 1 삼각형(10)과 제 2 내지 제 4 삼각형(20, 30, 40)이 이루는 각도가 각각 190도, 185도, 120도라고 할 때 로봇의 주행할 수 있는 허용 범위가 135~ 225도라면, 제 1 삼각형(10)은 제 4 삼각형(40)과의 각도가 주행 허용 범위 밖에 있다. 따라서, 제 1 삼각형(10)은 로봇이 주행 불가능한 주행 불가 영역이 된다.

<44> 한편, 이와 같이 1차로 로봇이 주행가능한지 여부를 판단하는 과정에 있어

서, 삼각 메쉬 내에 위치되는 삼각형은 두 가지 경우 즉, 메쉬 내부에 있는 삼각형과 메쉬 경계에 있는 삼각형으로 구별될 수 있다.

<45> 이 때, 메쉬 내부에 있는 삼각형은 반드시 이웃하는 3개의 삼각형과 인접 관계를 이룬다. 도 5에는 메쉬 내부에 위치되는 복수의 삼각형(501, 502, 503, 504)이 도시되어 있다.

<46> 이 때, 삼각형 내부의 점선들(511, 521, 531)은 각각의 삼각형들의 중심(501c, 502c, 503c, 504c)을 서로 연결한 가상의 선이다.

<47> 이 때, 삼각 메쉬 내부에 있는 삼각형들의 중심을 서로 모서리를 공유하며 이웃하는 삼각형들의 중심과 연결한 경우 삼각 메쉬 내부에 있는 삼각형의 중심은 모두 3개의 선분이 만나는 꼭지점이 된다.

<48> 즉, 도 5에서, 삼각형(501)의 중심(501c)은 3개의 삼각형(502, 503, 504)의 중심(502c, 503c, 504c)과 연결한 선분(511, 521, 531)이 만나는 꼭지점이 된다.

<49> 이와 같이 메쉬 내부에 있는 삼각형의 경우 이웃하는 삼각형들과 인접 관계가 메쉬를 생성하는 삼각화 과정에서 계산되며, 삼각화 후 도 5에 도시된 인접 관계 정보가 삼각 메쉬에 저장된다.

<50> 이에 따라, 삼각형의 각도 계산시 이와 같은 인접 관계 정보를 이용하여 인접 삼각형을 바로 찾을 수 있으며, 인접하는 삼각형 간의 각도도 용이하게 계산될 수 있다.

<51> 이와 달리, 도 6을 참조하면, 삼각 메쉬의 경계에 있는 삼각형(601)은 동일 메쉬 내에 있는 두 개의 삼각형(602, 603)과 인접 관계를 형성한다. 즉, 도 6에서의 삼각 메쉬의 경계(800)에 있는 삼각형(601)의 중심(601c)을 동일 메쉬 내부에 있는 삼각형(602, 603)의 중심과 연결할 경우 두 개의 선분(621, 631)만을 가지게 된다.

<52> 이 때, 삼각 메쉬의 경계(800)에 있는 삼각형(601)은 이웃하는 메쉬에 있는 삼각형과는 여러 개의 삼각형(701, 702)과 인접 관계를 형성할 수 있다.

<53> 그러나, 하나의 메쉬에는 이웃하는 메쉬에 있는 삼각형과의 인접 관계 정보는 저장되어 있지 않다

<54> 이와 같은 경우에는 삼각 메쉬 경계에 있는 삼각형과 이웃하는 삼각 메쉬의 경계에 있는 삼각형의 거리를 계산하여 두 개의 삼각형이 서로 이웃하고 있는지 여부를 판단한다.

<55> 보다 상세히, 하나의 메쉬 내부에 있는 삼각형의, 그 위치에 대한 정보, 예를 들어 꼭지점 및 3변의 위치 정보와, 이웃하는 삼각 메쉬 내부에 있는 다른 삼각형의 정보, 예를 들어 꼭지점 및 3변의 위치 정보를 이용하여, 두 삼각형간의 거리

를 계산할 수 있다.

<56> 이 때, 어느 한 모서리에서 두 삼각형 간의 거리가 0이 되면, 두 삼각형은 해당 모서리에서 서로 접하고 있는 것으로 계산될 수 있다.

<57> 이와 같이 삼각 메쉬의 경계에 있는 삼각형은 삼각형 간의 거리를 계산하여 서로 이웃하고 있는 삼각형인지 여부를 판단한 후, 서로 각도가 로봇의 주행 허용 범위 밖에 있을 경우 해당 삼각형은 주행 불가 영역으로 규정하도록 한다.

<58> 이와 같은 방식으로 모든 삼각 메쉬 내의 삼각형에 대하여 주행 가능 및 주행 불가 여부를 판단함으로써 1차적으로 로봇 주행 가능 영역을 계산한다.

<59> 이와 같이 1차적으로 로봇 주행 가능 영역을 계산한 후, 로봇의 크기를 고려한 주행 가능 영역을 찾기 위하여 로봇과 주행면 간의 교차 검사를 수행한다. (S105)

<60> 보다 상세히, 주행면을 주행할 수 있는 로봇을, 예를 들어, 가로, 세로 및 높이가 1m x 1m x 1m인 박스 형태로 단순화시킨 후, 삼각 메쉬로 표현된 선체 곡면 상에서 1차로 로봇 주행 가능 영역으로 계산된 삼각형 위를 이동시키면서 박스 형태의 로봇이 주행면과 교차하는 곳은 없는지 여부를 검사한다.

<61> 이 때, 로봇이 주행면과 교차하는 경우 로봇이 주행면 상에서 이동하는 경우 선체면과 부딪히는 경우로 판단할 수 있다. 이에 따라 로봇과 주행면 간의 교차 검사시, 이와 같이 로봇이 주행면과 교차한다고 판단될 때, 로봇이 위치하는 삼각형은 주행 가능 영역에서 제외하도록 한다.

<62> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이와 같이 로봇이 주행면과 교차하는 영역을 검사함으로써 2차로 로봇의 주행 가능 영역을 확인한다. (S106)

<63> 이와 같이 2차로 로봇의 주행 가능 영역이 계산되면 최종적으로 로봇이 주행면 상에서 주행가능한 영역의 확인이 완료된다.

<64> 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법은 주행면의 기하 모델을 이용하여 삼각 메쉬를 형성한 후, 삼각 메쉬 내부의 삼각형간의 각도 관계를 계산하여 1차적으로 로봇이 주행가능한 영역을 확인하고, 이와 같이 계산된 로봇의 주행 가능 영역 중 로봇과 주행면과의 교차 검사를 수행하여 로봇이 주행면과 교차하지 않는 영역을 최종적으로 로봇의 주행가능 영역으로 판단함으로써, 주행면 상에서 로봇이 이동할 수 있는 주행 가능 영역을 정확하게 확인할 수 있다.

<65> 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법에서는 로봇이 선박의 선체면을 주행하는 것을 예시하였으나, 로봇이 주행하는 주행면이

이에 제한되는 것은 아니며 로봇이 주행할 수 있는 면이라면 어떠한 면이라도 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 가능 영역 확인 방법을 통하여 주행 가능 영역을 확인할 수 있을 것이다.

<66> 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

【산업상 이용가능성】

<67> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 로봇의 주행면 주행 가능 영역을 용이하게 확인할 수 있다.

【청구의 범위】**【청구항 1】**

곡면의 주행면을 로봇이 자율주행하기 위하여, 주행 가능 영역을 확인하는 방법으로서,

- a) 다수의 곡면으로 분할된 상기 주행면의 기하 모델을 형성하는 단계;
- b) 상기 기하 모델을 이용하여 상기 다수의 곡면을 다수의 삼각형으로 분할하는 단계;
- c) 상기 다수의 삼각형을 각각 서로 인접하는 삼각형과의 각도를 계산하는 단계; 및
- d) 상기 각도가 소정 범위 내인지를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 b)단계에서, 상기 다수의 삼각형 각각은 실질적으로 평면인 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 b)단계는, 상기 하나의 곡면 내에서 인접하는 삼각형과 모서리 및 꼭지점을 공유하도록 다수의 삼각형으로 분할하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서,

상기 c)단계에서, 모서리 또는 꼭지점을 공유하여 인접하는 삼각형 간의 각도를 계산하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 c) 단계에서, 서로 인접하는 두 곡면의 경계에 인접하는 서로 다른 곡면에 위치하는 삼각형 간에는, 모서리와 모서리, 모서리와 꼭지점, 또는 꼭지점과 꼭지점이 만나는 삼각형 간의 각도를 계산하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 d)단계 후,

e) 상기 각도가 소정 범위 내인 경우, 주행 가능 영역인 것으로 규정하는 1차 주행 가능 영역 확인 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서,

상기 c)단계에서, 상기 각도는 인접하는 삼각형들의 법선 벡터 간의 각도로 부터 계산되는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 8】

제 6 항에 있어서,

상기 e) 단계 후,

상기 로봇을 소정 크기를 갖는 것으로 설정하고, 상기 주행 가능 영역으로 상기 로봇을 주행시켜, 상기 로봇이 상기 주행면과 교차되지 않는 영역을 주행 가능 영역인 것으로 규정하는 2차 주행 가능 영역 확인 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법.

【청구항 9】

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법을 실행하기 위한 프로그램이 내장되어 있거나, 상기 프로그램이 내장되어 있는 외부 장치로부터 제어되어 주행면을 주행하는 로봇.

【청구항 10】

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 로봇의 주행면 주행 가능 영역 확인 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.