



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0077841
(43) 공개일자 2010년07월08일

(51) Int. Cl.

B25J 13/08 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0135903

(22) 출원일자 2008년12월29일

심사청구일자 2008년12월29일

(71) 출원인

한국과학기술연구원

서울 성북구 하월곡동 39-1

이화여자대학교 산학협력단

서울 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교내

(72) 발명자

김수재

서울특별시 강서구 등촌1동 628-18 트라비하우스 503호

김진욱

서울특별시 은평구 응암동 109-3 서강스카이빌 1901호

김영준

서울특별시 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교 산학협력단

(74) 대리인

김영철, 김 순 영

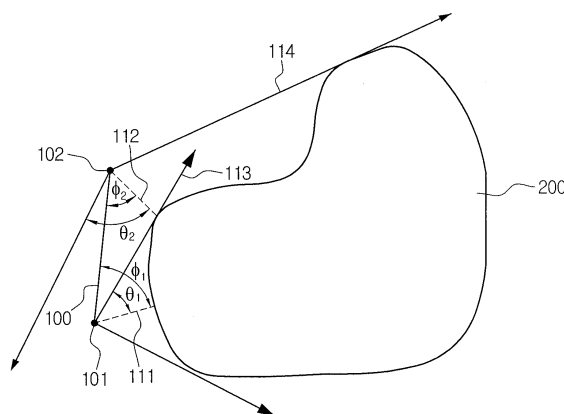
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 물체의 형상 이미지를 이용한 물체간의 교차판단 방법

(57) 요약

본 발명은 대상 형상의 이미지를 복수의 정점을 구비하는 복수의 메쉬로 변환하여 표현하고, 각각의 정점이 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부 및 정점에 의해 형성된 에지가 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하여 형상간의 교차 여부를 판단하는 교차판단 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 교차판단 방법은 물체의 형상 이미지를 이용해 대상 형상과 기준 형상간의 교차여부를 판단하는 교차판단 방법으로서, 상기 대상 형상을 복수의 정점을 구비하는 하나 이상의 메쉬로 표현하는 제1단계와, 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는 제2단계 및 상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는 것으로 판단되면, 상기 정점이 서로 연결되어 형성된 에지와 상기 기준 형상의 관계로부터 구해지는 각도(Φ)를 이용해 상기 에지와 상기 기준 형상의 교차 여부를 판단하는 제3단계를 포함한다. 본 발명은 두 정점의 위치만을 고려하여 교차여부를 판단하는 종래기술에 비해 판단 오류 가능성을 크게 감소시킬 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

물체의 형상 이미지를 이용해 대상 형상과 기준 형상간의 교차여부를 판단하는 교차판단 방법으로서,

상기 대상 형상의 표면을 복수의 정점을 구비하는 메쉬로 표현하는 제1단계;

상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는 제2단계;

상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는 것으로 판단되면, 상기 정점이 서로 연결되어 형성된 에지와 상기 기준 형상의 관계로부터 구해지는 각도(Φ)를 이용해 상기 에지와 상기 기준 형상의 교차 여부를 판단하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 에지의 중간에 새로운 정점을 삽입하는 제4단계; 및

상기 새로 삽입된 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는 제5단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제4단계 및 제5단계는, 상기 제3단계로부터 상기 기준 형상과 교차될 것으로 판단된 일부 에지에 대해서만 실시되는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 형상이 속한 공간을 이산화하여 복수의 셀로 구성하는 제6단계; 및

상기 셀 내부의 한점과 상기 기준 형상 표면의 관계를 통해 구해지는 거리 정보 및 각도 정보를 저장하는 제7단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 거리 정보는 상기 셀 내부의 한점으로부터 상기 기준 형상 표면에 이르는 최단거리를 나타내는 정보인 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부는 상기 정점이 속하는 셀의 거리 정보를 이용해 판단되는 것을 특징으로 하는 교차판단방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정점이 속하는 셀의 거리 정보는, 상기 정점과 상기 기준 형상 표면 사이의 최단 거리값으로 선형보간되어 상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는데 이용되는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 각도 정보는 상기 셀 내부의 한점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과, 상기 셀 내부의 한점을 지나면서 상기 기준 형상에 접하는 선분들이 이루는 각도들 중에서 최대각도를 나타내는 정보이고,

상기 각도(Φ)는 상기 에지를 형성하는 정점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과 상기 에지가 이루는 각도인 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 에지가 상기 기준 형상과 교차하는지 여부는 상기 에지를 형성하는 정점이 속하는 셀의 각도 정보와, 상기 각도(Φ)를 비교하여 판단되는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 에지를 형성하는 정점이 속하는 셀의 각도 정보는, 상기 에지를 형성하는 정점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과, 상기 에지를 형성하는 정점을 지나면서 상기 기준 형상에 접하는 선분들이 이루는 각도들 중에서 최대각도로 선형보간되어 상기 에지가 상기 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하는데 이용되는 것을 특징으로 하는 교차판단 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 물체의 형상 이미지를 이용해 형상 간의 교차여부를 판단하는 교차판단 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 대상 형상의 이미지를 복수의 정점을 구비하는 복수의 메쉬로 변환하여 표현하고, 각각의 정점이 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부 및 정점에 의해 형성된 에지가 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하여 형상간의 교차 여부를 판단하는 교차판단 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002]

물체를 설계나 조립함에 있어서, 설계 또는 조립되는 물체간의 충돌 여부를 미리 시뮬레이션하는 것은 설계나 조립과정에서의 오류가 최소화할 수 있도록 도와준다. 또한, 이동하는 로봇의 이동 경로를 생성함에 있어서, 사전에 경로를 시뮬레이션 하여 로봇이 주변 장애물과 충돌하지 않도록 할 수도 있으며, 이동 도중에 실시간으로 습득되는 주변 장애물의 형상 정보를 통해 장애물과의 충돌여부를 미리 피하여 경로를 생성하도록 할 수도 있다. 이뿐만 아니라 다양한 분야에서, 물체의 형상 이미지를 이용해 형상 간의 충돌여부를 미리 판단할 필요가 있는 경우가 있다.

- [0003] 물체의 형상 이미지를 이용해 형상 간의 충돌여부를 판단하기 위해서, 종래에는 교차판단의 대상이 되는 대상 형상의 이미지를 복수의 정점을 구비하는 복수의 메쉬로 표현되도록 변환하고, 상기 메쉬를 형성하는 정점을 이용해 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하는 방법이 이용되고 있다. 이러한 종래기술은 상기 정점이 교차 여부 판단의 기준이 되는 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단함으로써 상기 정점이 형성하는 각각의 메쉬가 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하는 방법이다. 즉, 상기 메쉬가 기준 형상과 교차하게 되면, 상기 메쉬를 포함하고 있는 대상 형상이 기준 형상과 서로 교차하게 되므로 형상간 충돌이 발생된다고 판단할 수 있게 된다. 종래 기술에 따른 형상간 교차판단 방법의 구체적인 내용은 다음과 같다.
- [0004] 도 1은 형상(1)을 복수의 정점을 구비하는 메쉬(mesh)로 표현한 개념도이다. 하나의 메쉬(14)는 복수의 정점(11, 12, 13)과, 상기 정점이 서로 연결되어 형성된 에지(edge)로 이루어진다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 사각형인 형상(1)은 정점(11, 12, 13)이 연결되어 형성되는 2차원 평면의 삼각형 형상 메쉬(14)를 비롯한 8개의 메쉬를 이용해 표현될 수 있다. 사각형 형상 뿐만 아니라 더 복잡한 형태의 형상도 그 표면을 복수의 메쉬를 이용해 분할하여 근사적으로 표현할 수 있으며, 특히 3차원의 형상 이미지도 2차원 평면인 메쉬를 이용하여 원래의 형상의 이미지와 근사된 이미지로 표현할 수 있다.
- [0005] 도 2는 종래 기술에 따라 메쉬(20)가 기준형상(30)과 교차하는지 여부를 판단하는 개념을 나타내는 개념도이다. 종래 기술에 따른 형상간 교차판단 방법에 의하면 메쉬를 형성하는 정점이 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하여, 이를 포함하고 있는 형상이 서로 교차하는지 여부를 판단한다.
- [0006] 도 2에 도시된 바와 같이, 메쉬(20)는 세 개의 정점(21, 22, 23)을 구비한다. 상기 세 개의 정점 중에서 하나의 정점(23)이 기준 형상(30)의 내부에 위치하고 있으므로, 메쉬(20)는 기준 형상(30)과 교차된다고 판단할 수 있으며, 메쉬(20)를 포함하고 있는 대상 형상(미도시)이 일부에서 기준 형상(30)과 교차된다고 판단할 수 있게 된다.
- [0007] 이와 같이 메쉬(20)를 형성하는 정점이 기준 형상(30)의 외부에 위치하는 여부를 판단하기 위해서, 종래에 정점과 기준 형상(30)의 표면과의 거리 정보를 이용하는 방법이 사용되고 있다.
- [0008] 도 2에 도시된 바와 같이, 종래기술에 따르면 교차 여부를 판단하기 위한 계산의 편의를 위하여 기준 형상(30)이 속하는 공간을 이산화하여 복수의 셀로 표현한다. 각각의 셀 내부의 한점과 기준 형상(30)의 표면 사이의 최단거리가 존재하게 되며, 그 최단거리에 대한 정보를 계산하여 일련의 거리 정보의 집합을 형성할 수 있다. 상기 셀 내부의 한점은 거리값을 계산하기 위한 임의의 지점이며, 일반적으로 셀의 중심점이 이용된다. 기준 형상(30)의 외부에 위치한 셀의 거리정보는 양의 값으로 표시된 거리정보로 계산되어 저장되며, 내부에 위치한 셀의 거리정보는 음의 값으로 표시된 거리정보로 계산되어 저장된다.
- [0009] 기준 형상(30)이 속하는 공간을 복수의 셀로 구성하게 되면, 메쉬(20)를 형성하는 정점(21, 22, 23)은 각각 상기 복수의 셀 중 하나의 셀(31, 32, 33)에 속하게 된다. 정점(21, 22, 23)과 기준 형상(30)의 표면 사이의 최단거리값은 정점(21, 22, 23)이 속하는 셀(31, 32, 33)의 거리 정보를 선형보간하여 구할 수 있게 된다. 도 2를 참고하면 정점(21, 22)과 기준 형상(30)의 표면 사이의 최단거리값은 각각 양의 값을 가지게 되나, 정점(23)과 기준 형상(30)의 표면 사이의 최단거리값은 음의 값을 가지게 되어 정점(23)이 기준 형상(30) 내부에 위치되므로, 메쉬(20)이 기준 형상(30)과 교차된다고 판단할 수 있게 된다.
- [0010] 하지만, 상기와 같은 종래의 방법은 다음과 같은 문제점이 있다.
- [0011] 도 3은 종래기술의 문제점을 나타내는 개념도이고, 도 4는 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 방법을 나타내는 개념도이다.
- [0012] 도 3에 도시된 바와 같이, 메쉬(40)를 형성하는 세 개의 정점(41, 42, 43)은 모두 기준 형상(50)의 외부에 위치하고, 정점(42, 43)이 형성하는 에지는 기준 형상(50)과 교차된다. 따라서, 종래기술에 따르면 세 개의 정점(41, 42, 43)이 모두 기준 형상(50)의 외부에 위치하므로, 메쉬(40)가 기준 형상(50)과 교차하지 않는다고 판단하게 되는 잘못된 교차판단을 하게 된다. 이와 같은 종래기술에 따르면 거리정보에 기반한 정점의 위치 판단만으로 교차여부를 판단하므로, 메쉬(40)의 크기가 커져서 정점과 정점 사이가 멀어질 수록 교차판단의 오류가 생길 가능성이 커진다는 문제점이 있다.
- [0013] 이를 해결하기 위해서 도 4와 같이 하나의 메쉬의 크기를 더 작게 즉, 판단 대상이 되는 정점(41, 42, 43, 44, 45, 46)의 수를 크게 증가시켜야만 하였다. 하지만, 정점의 수를 증가시키면, 교차여부 판단시 그만큼 판단하여야 할 대상이 많아지게 되어 고속 계산이 필요한 교차판단에 있어서 계산 효율이 떨어지는 문제점이 있다.

또한, 정점수를 증가 시켜 교차여부를 판단하여도 교차판단의 오류가 발생할 가능성을 여전히 배제되지 못한다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0014] 본 발명은 위와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 대상 형상의 이미지를 복수의 정점을 구비하는 복수의 메쉬로 표현하고, 상기 메쉬를 형성하는 정점과 기준 형상의 표면의 거리 정보, 및 정점에 의해 형성된 에지와 기준 형상이 이루는 각도 정보를 이용해 형상간의 교차여부를 판단함으로써 교차판단을 위한 계산량이 감소되고 판단 오류 가능성이 적은 교차판단 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0015] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 교차판단 방법은 물체의 형상 이미지를 이용해 대상 형상과 기준 형상 간의 교차여부를 판단하는 교차판단 방법으로서, 상기 대상 형상의 표면을 복수의 정점을 구비하는 메쉬로 표현하는 제1단계와, 상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는 제2단계 및 상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는 것으로 판단되면, 상기 정점이 서로 연결되어 형성된 에지와 상기 기준 형상의 관계로부터 구해지는 각도(Φ)를 이용해 상기 에지와 상기 기준 형상의 교차 여부를 판단하는 제3단계를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 에지의 중간에 새로운 정점을 삽입하는 제4단계 및 상기 새로 삽입된 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는 제5단계를 더 포함할 수도 있으며, 상기 제4단계 및 제5단계는 상기 제3단계로부터 상기 기준 형상과 교차될 것으로 판단된 에지에 대해서만 실시될 수도 있다.

[0017] 또한, 상기 기준 형상이 속한 공간을 이산화하여 복수의 셀로 구성하는 제6단계 및 상기 셀 내부의 한점과 상기 기준 형상 표면의 관계를 통해 구해지는 거리 정보 및 각도 정보를 저장하는 제7단계를 더 포함할 수도 있다.

[0018] 또한, 상기 거리 정보는 상기 셀 내부의 한점으로부터 상기 기준 형상 표면에 이르는 최단거리를 나타내는 정보일 수도 있다.

[0019] 또한, 상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부는 상기 정점이 속하는 셀의 거리 정보를 이용해 판단될 수도 있다.

[0020] 또한, 상기 정점이 속하는 셀의 거리 정보는, 상기 정점과 상기 기준 형상 표면 사이의 최단 거리값으로 선정보간되어 상기 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하는데 이용될 수도 있다.

[0021] 또한, 상기 각도 정보는 상기 셀 내부의 한점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과, 상기 셀 내부의 한점을 지나면서 상기 기준 형상에 접하는 선분들이 이루는 각도들 중에서 최대각도를 나타내는 정보이고, 상기 각도(Φ)는 상기 에지를 형성하는 정점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과 상기 에지가 이루는 각도일 수도 있다.

[0022] 또한, 상기 에지가 상기 기준 형상과 교차하는지 여부는 상기 에지를 형성하는 정점이 속하는 셀의 각도 정보와, 상기 각도(Φ)를 비교하여 판단될 수도 있다.

[0023] 또한, 상기 에지를 형성하는 정점이 속하는 셀의 각도 정보는, 상기 에지를 형성하는 정점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과, 상기 에지를 형성하는 정점을 지나면서 상기 기준 형상에 접하는 선분들이 이루는 각도들 중에서 최대각도로 선정보간되어 상기 에지가 상기 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하는데 이용될 수도 있다.

효 과

[0024] 본 발명에 따르면, 대상 형상이 정점과 정점 사이의 영역에서 기준 형상과 교차하는 경우에도 정점에 의해서 형성되는 에지가 기준 형상과 이루는 각도를 계산하여 교차 여부를 검출하므로, 두 정점의 위치만을 고려하여 교차여부를 판단하는 종래기술에 비해 판단 오류 가능성을 크게 감소시킬 수 있는 이점이 있다.

[0025] 또한, 판단 오류 가능성을 낮추기 위해서 많은 정점을 형성하지 않아도 되므로 교차 여부를 판단하기 위한 계산량을 그만큼 감소시킬 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 형상 간의 교차판단 방법에 의하면, 교차 판단의 대상이 되는 대상 형상의 표면은 복수의 메쉬(mesh)를 이용하여 근사적으로 표현된다. 상기 메쉬는 복수의 정점과, 상기 정점이 서로 이어져서 형성되는 에지에 의해 형성된다. 즉, 2차원 또는 3차원 형상인 대상 형상의 이미지는 그 표면이 2차원 평면인 메쉬에 의해 분할되어서 원래 형상과 근사된 형상으로 변환되어 표현된다. 본 실시예에 따르면, 상기 대상 형상과 교차 판단의 기준이 되는 기준 형상이 교차하는지 여부를 판단하기 위해서, 상기 메쉬를 형성하는 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단한다.
- [0028] 이 때, 상기 복수의 정점 가운데 하나라도 상기 기준 형상의 내부에 위치하는 것으로 판단되면, 상기 대상 형상이 상기 기준 형상과 교차하는 것으로 판단할 수 있다. 하지만 이와 달리 상기 복수의 정점이 모두 상기 기준 형상의 외부에 위치하는 것으로 판단되는 경우에도, 상술한 바와 같이 상기 대상 형상이 상기 기준 형상과 반드시 교차하지 않는다고 판단할 수는 없다.
- [0029] 따라서, 본 실시예에서는 상기 복수의 정점이 상기 기준 형상의 외부에 위치하는 것으로 판단되는 경우, 상기 정점이 서로 연결되어 형성된 에지가 상기 기준 형상과 이루는 각도를 이용해 형상간의 교차여부를 판단하게 된다.
- [0030] 도 5는 에지(100)가 기준 형상(200)과 이루는 각도를 이용해 교차여부를 판단하는 원리를 도시한 개념도이다.
- [0031] 도 5에 도시된 바와 같이, 두 정점(101, 102)은 서로 연결되어 에지(100)를 형성한다. 도 5에는 편의상 에지(100)가 형성하는 메쉬를 모두 도시하지는 않았다. 도 5를 참조하면, 정점(102)으로부터 기준 형상(200)의 표면에 위치한 한 점(103)을 잇는 중심선(110)을 형성할 수 있다. 상기 점(103)은 기준 형상(200)의 표면에 위치한 점 중에서 정점(102)과 가장 가까운 점이다. 다시 말해서, 정점(102)중심선(110)은 정점(102)에서부터 기준 형상(200)의 표면까지의 최단거리를 잇는 선분이다. 한편, 정점(102)을 지나면서 기준 형상(200)의 표면에 접하는 접선들을 형성할 수 있다. 상기 기준 형상(200)의 표면에 접하는 접선들은 기준 형상(200)의 형태에 따라 수없이 형성될 수 있으며, 각각의 선분은 중심선(110)과 일정한 각도를 형성하게 된다. 이와 같이 상기 기준 형상(200)의 표면에 접하는 접선들 중에는 중심선(110)과 이루는 각도가 최대인 선분(120)이 존재한다. 본 실시예에 따르면, 중심선(110)과 선분(120)이 이루는 각도(θ)가, 에지(100)와 기준 형상(200)이 교차하는지 여부를 판단하는 기준 각도로서 이용된다.
- [0032] 각도(θ)가 결정되면, 정점(102)을 지나면서 중심선(110)과 이루는 각도가 각도(θ)인 선분들(120, 121)로 이루어진 공간(122)을 형성할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 공간(122)은 기준 형상(200)을 감싸게 되며, 기준 형상(200)은 항상 공간(122) 내부에 위치하게 된다. 따라서, 에지(100)가 공간(122) 외부에 위치하게 되면 에지(100)와 기준 형상(200)은 교차하지 않는다.
- [0033] 본 실시예에 따르면 에지(100)가 공간(122)의 외부에 위치하는지 여부를 에지(100)와 기준 형상(200)이 이루는 각도(ϕ)를 이용하여 판단한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 각도(ϕ)는 정점(102)를 기준으로 중심선(110)과 에지(100)이 이루는 각도로 정의되며, 각도(ϕ)가 각도(θ) 보다 크면 에지(100)은 공간(122)의 외부에 위치하는 것이므로, 에지(100)는 기준 형상(200)과 교차하지 않는다.
- [0034] 도 5에는 도시되지 않았지만, 같은 원리로 정점(101)을 기준으로 하여 기준형상(200)에 대한 각도(ϕ , θ)를 계산하여 에지(100)가 기준형상(200)과 교차하는지 여부를 판단할 수 있다. 다시 말해서, 하나의 에지(100)가 기준 형상(200)과 교차하는지 여부는 에지(100)를 형성하는 두 정점(101, 102)을 기준으로 두번에 걸쳐 교차판단을 하게 된다. 상술한 교차 판단 원리는 대상 형상에 포함되는 모든 정점과 에지에 대해서 마찬가지로 적용되며, 대상 형상을 표현하는 모든 에지가 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단할 수 있다. 본 실시예에서는 각도(ϕ , θ)를 계산하는 기준선으로서 중심선(110)을 이용하고 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0035] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 교차판단 방법의 개념을 도시한 개념도이다.
- [0036] 본 실시예에 따르면, 먼저 정점(101, 102)이 기준 형상(200)의 외부에 위치하는지 여부를 판단한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 정점(101, 102)이 모두 기준 형상(200)의 외부에 위치하는 것으로 판단되면, 상술한 바와 같이, 정점(101, 102)과 기준 형상(200)의 표면까지의 최단거리를 잇는 중심선(111, 112)과, 정점(101, 102)를

지나고 기준 형상(200)의 표면에 접하는 선분(113, 114)이 이루는 두 각도(Φ_1 , Φ_2)를 구한다. 또한 예지(100)와 중심선(111, 112)이 이루는 두 각도(Θ_1 , Θ_2)를 구하여, 각도(Φ_1)와 각도(Θ_1) 및 각도(Φ_2)와 각도(Θ_2)의 크기를 각각 비교한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 각도(Φ_2)가 각도(Θ_2) 보다 작아도, 각도(Φ_1)는 각도(Θ_1)보다 크다면 예지(100)와 기준 형상(200)이 교차하지 않는다고 판단한다. 물론, 각도(Φ_1)가 각도(Θ_1)보다 크고 각도(Φ_2)가 각도(Θ_2) 보다 큰 경우에도 예지(100)와 기준 형상(200)이 서로 교차하지 않는다고 판단하게 된다.

[0037] 본 실시예에 따르면, 메쉬로 표현된 대상 형상에 포함되는 모든 정점이 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부를 판단하여, 모든 정점이 기준 형상의 외부에 위치한다고 판단되는 경우, 상술한 방법에 의해 메쉬를 형성하는 모든 예지가 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하는 과정을 반복함으로써, 대상 형상이 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단할 수 있게 된다.

[0038] 본 실시예에 따른 교차판단 방법에 의하면 메쉬로 표현된 대상 형상에 포함되는 모든 정점이 기준 형상의 외부에 위치하는 경우에도 상기 정점이 형성하는 모든 예지가 기준 형상과 교차하는지 여부를 다시 판단하게 되므로, 교차 판단 오류가 발생 가능성이 감소되는 이점이 있다.

[0039] 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 교차판단 방법의 개념을 도시한 개념도이다.

[0040] 도 7에 도시된 바와 같이, 대상 형상(300)은 정점(311, 312, 313)과 예지(310, 320, 330)로 이루어진다. 대상 형상(300)이 기준 형상(400)과 교차하는지 여부를 판단하기 위해서 먼저 정점(311, 312, 313)이 기준 형상(400)의 외부에 위치하는지 여부가 판단된다. 도 7에 도시된 바와 같이, 모든 정점(311, 312, 313)이 기준 형상(400)의 외부에 위치하게 되므로, 예지(310, 320, 330)가 기준 형상(400)과 교차하는지 여부를 판단하게 된다. 상술한 방법에 따라 예지(310)를 형성하는 정점(311, 312)를 기준으로 구한 각도(Φ_1)와 각도(Θ_1) 및 각도(Φ_2)와 각도(Θ_2)의 크기를 각각 비교하면, 각도(Φ_1)는 각도(Θ_1)보다 작고 각도(Φ_2)는 각도(Θ_2) 보다 작다. 이러한 경우, 예지(310)는 도 6의 예지(100)과 달리 기준 형상(400)과 교차하거나 교차하지 않는다고 단정적으로 판단할 수가 없게 된다. 따라서, 도 8에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따르면 메쉬(300)를 형성하는 정점(311, 312, 313) 사이에 새로운 정점(314, 315, 316)을 형성하고 새로 형성된 정점(314, 315, 316)이 기준 형상(400)의 외부에 위치하는지 여부를 판단한다. 이 경우, 새로 삽입되는 정점은 반드시 메쉬(300)의 모든 예지(310, 320, 330)에 삽입될 필요는 없으며, 예지(310)과 같이 기준 형상(400)의 교차가 의심되는 예지에만 삽입되어, 새로 삽입된 정점이 기준 형상(400)의 외부에 위치하는지 여부가 판단될 수도 있다.

[0041] 종래 기술에 따르면, 교차 판단의 오류 가능성을 낮추기 위해서는 대상 형상 이미지를 표현하는 메쉬의 수를 증가시켜서 정점의 개수를 증가시켜야 했다. 즉, 판단대상이 되는 정점을 매우 많이 형성하여야만 하고, 이에 따라 교차판단을 위한 계산량이 그만큼 증가될 수 밖에 없었다. 하지만, 본 실시예에 따르면, 교차가 의심되는 예지에만 새로운 정점을 삽입하여 교차여부를 판단하게 되므로, 처음부터 많은 정점을 형성할 필요가 없어 그만큼 교차판단을 위한 계산량이 줄어든다는 이점이 있다.

[0042] 이하, 대상 형상을 형성하는 정점이 교차 판단의 기준이 되는 기준 형상의 외부에 위치하는지 여부 및 상기 정점이 서로 연결되어 형성된 예지와 상기 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하는 구체적인 방법을 나타내는 실시예를 도 9 및 도 10을 참조하여 설명한다.

[0043] 도 9 및 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 교차판단 방법의 개념을 도시한 개념도이다.

[0044] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따르면 기준 형상(600)이 속한 공간이 이산화되어 복수의 셀로 구성된다. 대상 형상을 이루는 정점이 기준 형상(600)의 외부에 위치하는지 여부를 판단하기 위해서 셀 내부의 한점과 기준 형상(600)의 표면까지의 거리 정보가 이용된다. 본 실시예에서의 상기 거리 정보는 셀 내부의 한점으로부터 기준 형상(600)의 표면에 이르는 최단거리를 나타내는 정보를 말한다.

[0045] 구체적으로 설명하면, 셀(620)의 한점인 중심점(621)로부터 기준 형상(600)의 표면에 이르는 최단 거리인 거리(d)가 구해져 셀(620)의 거리정보로 저장된다. 마찬가지로 방법에 의해서, 다른 모든 셀의 중심점에서 기준 형상(600)의 표면까지 이르는 최단거리값을 구하여 해당 셀의 거리 정보로 저장됨으로써 일련의 거리 정보의 집합이 형성될 수 있다. 이러한 거리 정보 중에서 기준 형상(600)의 외부에 위치한 셀(610, 620)의 거리 정보는 양의 값으로, 기준 형상(600)의 내부에 위치한 셀(630)의 거리 정보는 음의 값으로 표시된다.

[0046] 정점(501, 502)이 기준 형상(600)의 외부에 위치하는지 여부를 판단하기 위해서, 정점(501, 502)이 속하는 셀

(610, 620)의 거리 정보가 이용된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 정점(501, 502)은 기준 형상(600)이 속한 공간을 이산화하여 구성한 복수의 셀 중 하나에 속하게 된다. 정점(501, 502)은 각각 정점이 속해있는 셀의 중심점과 근접해서 위치하게 된다. 따라서, 도 10에 도시된 바와 같이, 정점(501, 502)이 속해 있는 셀(610, 620)의 거리 정보를 선형보간하여, 정점(501, 502)으로부터 기준 형상(600)의 표면에 이르는 최단 거리값(d')으로 변환할 수 있다.

[0047] 즉, 정점(501, 502)이 기준 형상(600)의 외부에 위치하는지 여부를 판단하기 위해 먼저 정점(501, 502)이 속한 셀(610, 620)의 거리 정보가 나타내는 거리값(d)을 선형보간하여 정점(501, 502)로부터 기준 형상(600)의 표면에 이르는 최단 거리값(d')으로 변환하고, 구해진 거리값(d')의 부호를 판별하여 정점(501, 502)이 기준 형상(600)의 외부에 위치하는지 여부를 판단한다.

[0048] 한편, 도 9에 도시된 바와 같이, 정점(501, 502)이 모두 기준 형상(600)의 외부에 위치한다고 판단되는 경우 정점(501, 502)이 형성하는 에지(500)가 기준 형상(600)과 교차하는지 여부를 판단한다.

[0049] 본 실시예에 따르면, 대상 형상을 이루는 에지가 기준 형상과 교차하는지 여부를 판단하기 위해서 셀 내부의 한 점과 기준 형상 표면의 관계를 통해 구해지는 각도(θ) 정보를 이용한다. 본 실시예에서의 상기 각도(θ) 정보는 셀 내부의 한점으로부터 상기 기준 형상 표면까지의 최단거리를 잇는 선분과, 상기 셀 내부의 한점을 지나면서 상기 기준 형상에 접하는 선분들이 이루는 각도들 중에서 최대인 각도(θ)를 나타내는 정보이다.

[0050] 구체적으로, 셀(620)의 한점인 중심점(621)로부터 기준 형상(600)의 표면에 이르는 최단 거리를 잇는 선분인 중심선(531)을 형성할 수 있다. 또한 중심점(621)을 지나면서 기준 형상(600)의 표면에 접하는 선분을 형성할 수 있다. 상기 기준 형상(600)의 표면에 접하는 선분은 기준 형상(600)의 형태에 따라 수많이 형성될 수 있으며, 각각의 선분은 중심선(531)과 일정한 각도를 형성하게 된다. 이와 같이 상기 기준 형상(600)의 표면에 접하는 선분들 중에는 중심선(531)과 이루는 각도가 최대인 선분(632)이 존재하게 된다. 이 때, 중심선(531)과 선분(632)이 이루는 각도(θ)가 셀(620)의 각도(θ) 정보로 저장된다. 마찬가지로 방법에 의해서, 다른 모든 셀의 중심점을 기준으로 기준 형상(600)의 표면과 이루는 각도값이 구해져 해당 셀의 각도(θ) 정보로 저장됨으로써 일련의 각도(θ) 정보의 집합이 형성된다.

[0051] 본 실시예에 따르면 에지(500)가 기준 형상(600)과 교차하는지 여부를 판단하기 위해서, 정점(501, 502)가 속하는 셀(610, 620)의 각도(θ) 정보가 이용된다. 상술한 바와 같이, 정점(501, 502)은 각각 정점이 속해있는 셀의 중심점과 근접해서 위치하게 되므로, 도 10에 도시된 바와 같이, 정점(502)이 속해 있는 셀(620)의 각도(θ) 정보를 선형보간하여, 정점(502)으로부터 기준 형상(600) 표면까지의 최단거리를 잇는 선분(532)과, 정점(502)을 지나면서 기준 형상(600)에 접하는 선분들이 이루는 각도들 중에서 최대인 각도(θ')로 변환하여 에지(500)가 기준 형상(600)과 교차하는지 여부를 판단하는데 이용한다.

[0052] 에지(500)가 기준 형상(600)과 교차하는지 여부를 판단은 상술한 바와 같이, 각도(ϕ)와 각도(θ')의 크기를 비교함으로써 판단되며, 도 10의 경우 각도(ϕ)가 각도(θ') 보다 크므로, 에지(500)는 기준 형상(600)과 교차하지 않는 것으로 판단된다.

[0053] 본 실시예에 따르면, 기준 형상(600)이 속하는 공간을 복수의 셀로 구성하고, 각각의 셀에 대한 거리 정보와 각도 정보를 저장해두고, 형상간에 교차판단을 함에 있어서, 대상 형상에 포함되는 정점이 속하는 셀의 거리 정보와 각도 정보를 이용함으로써 더 빠르고 효율적으로 교차판단을 할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0054] 도 1은 형상(1)을 복수의 정점을 구비하는 메쉬(mesh)로 표현한 개념도이다.

[0055] 도 2는 종래 기술에 따라 메쉬(20)가 기준형상(30)과 교차하는지 여부를 판단하는 개념을 나타내는 개념도이다.

[0056] 도 3은 종래기술의 문제점을 나타내는 개념도이다.

[0057] 도 4는 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 방법을 나타내는 개념도이다.

[0058] 도 5는 에지(100)가 기준 형상(200)과 이루는 각도를 이용해 교차여부를 판단하는 원리를 도시한 개념도이다.

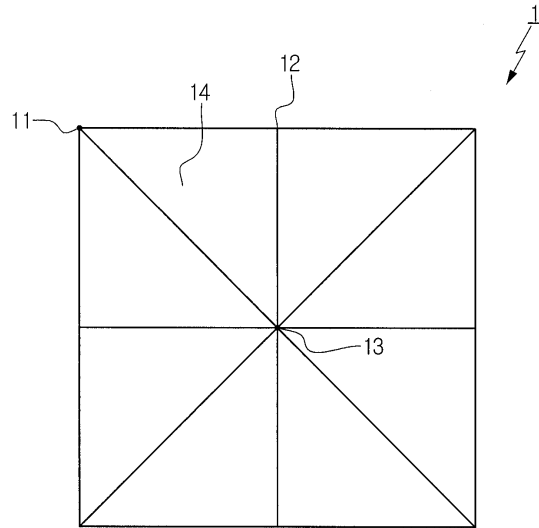
[0059] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 교차판단 방법의 개념을 도시한 개념도이다.

[0060] 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 교차판단 방법의 개념을 도시한 개념도이다.

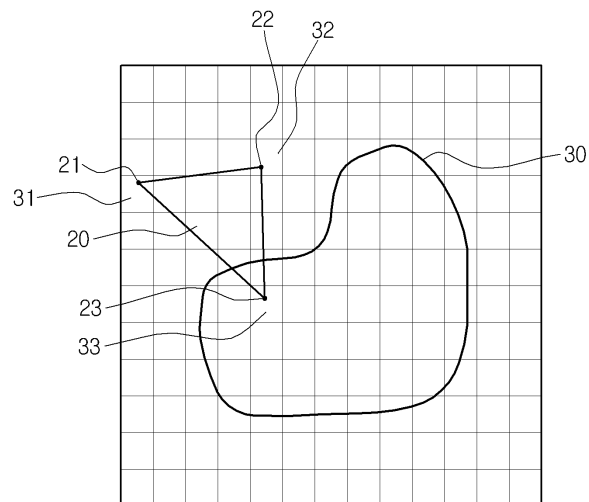
[0061] 도 9 및 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 교차판단 방법의 개념을 도시한 개념도이다.

도면

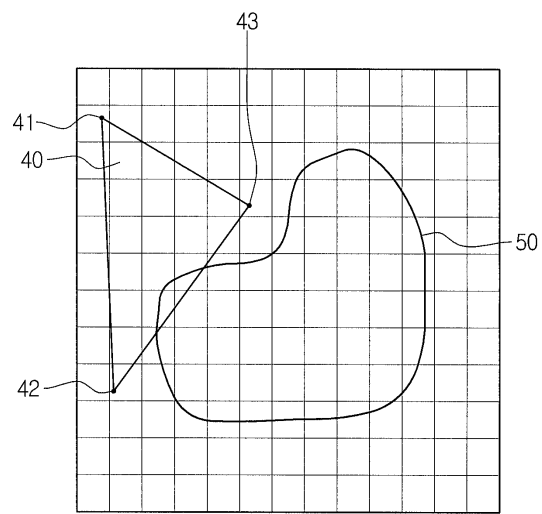
도면1



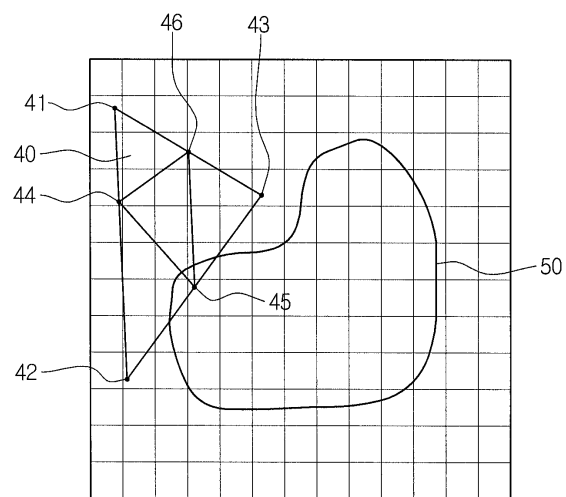
도면2



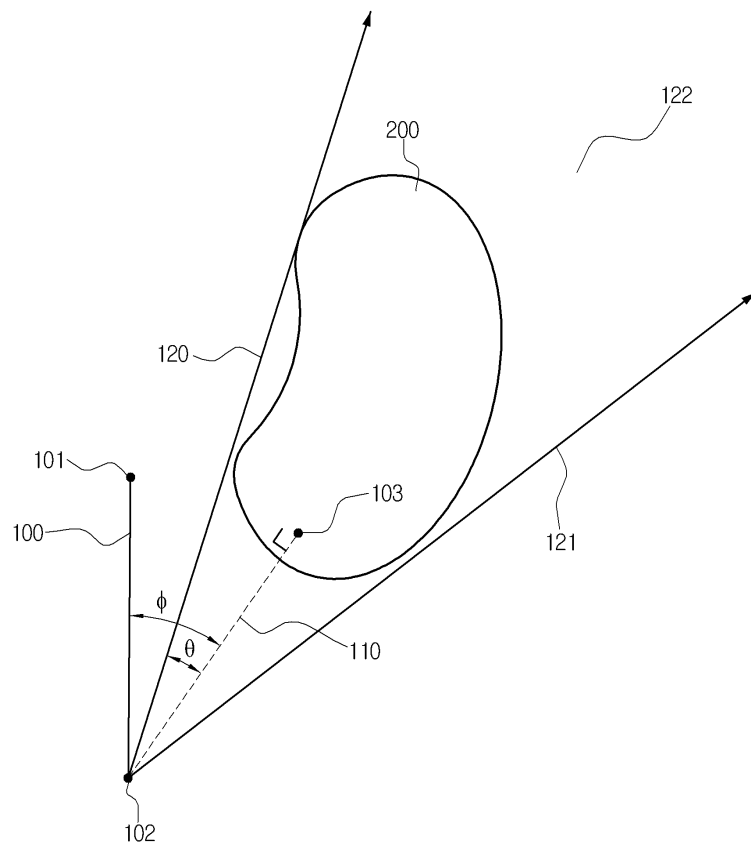
도면3



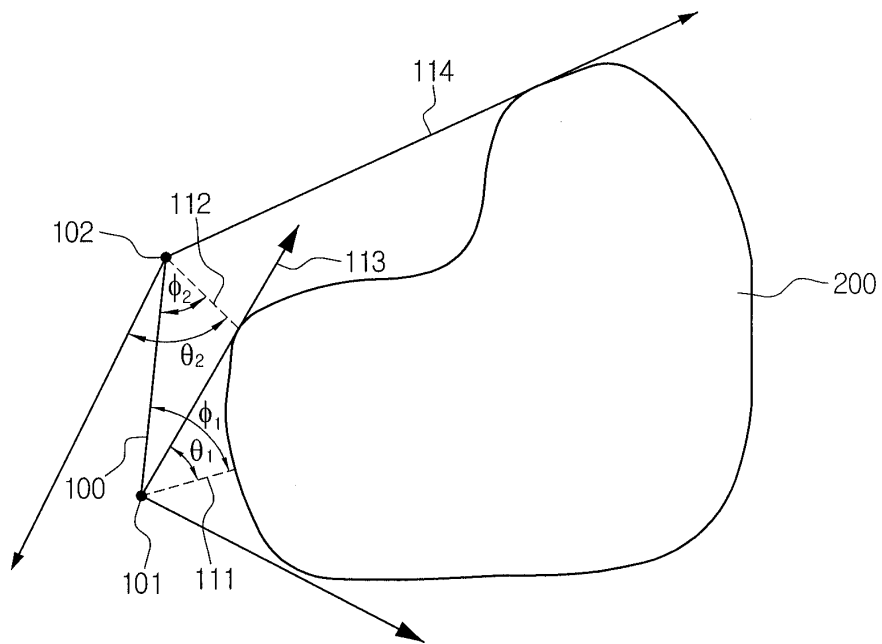
도면4



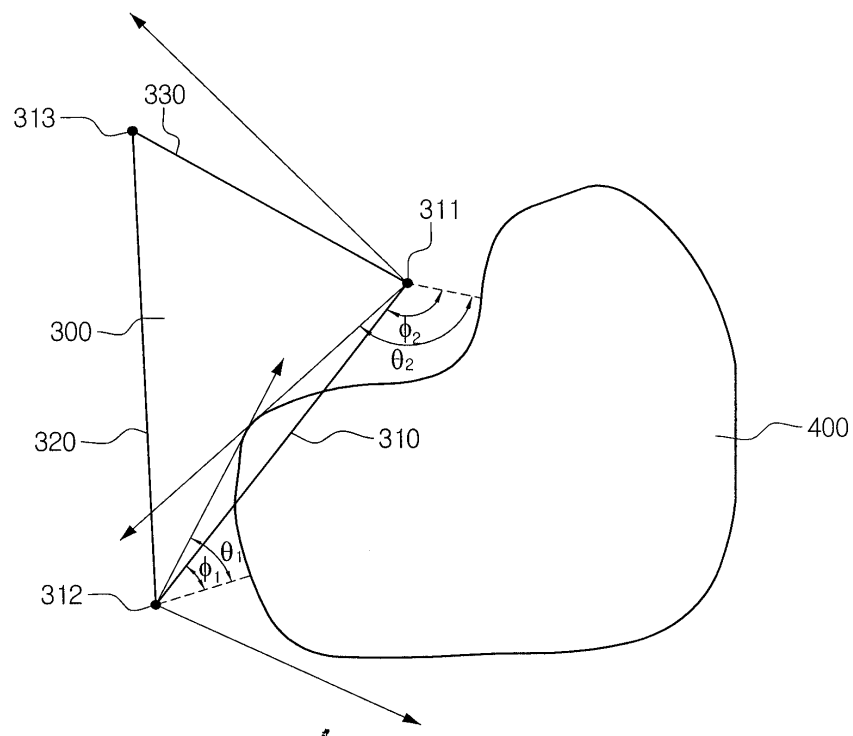
도면5



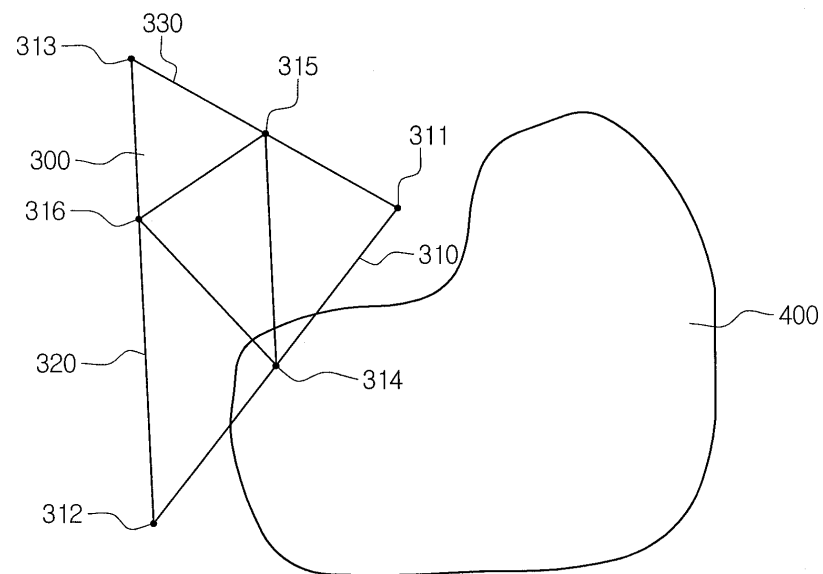
도면6



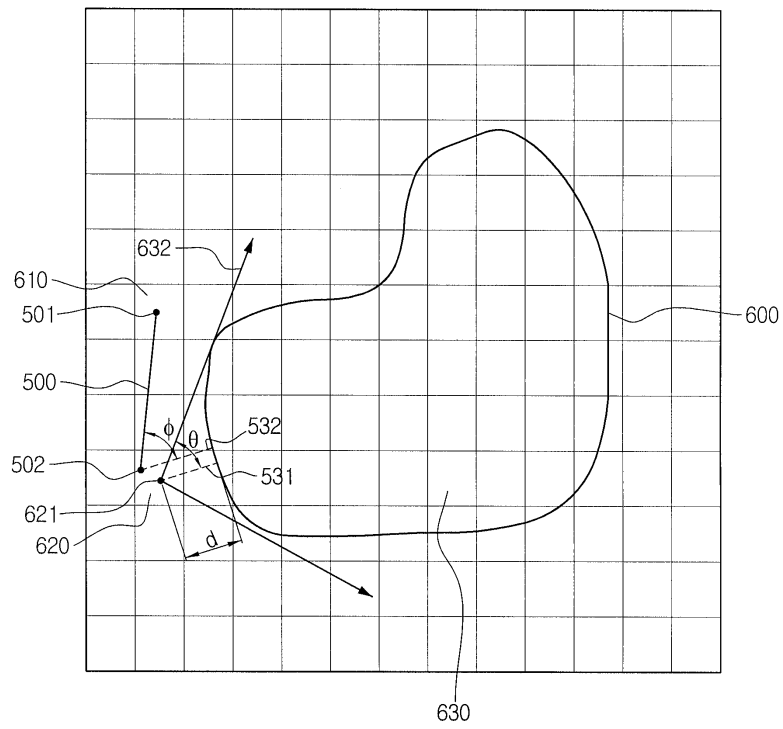
도면7



도면8



도면9



도면10

