

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0084813 (43) 공개일자 2014년07월07일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06T 17/10 (2006.01)		(71) 출원인 이화여자대학교 산학협력단 서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(21) 출원번호	10-2012-0154711	(72) 발명자 김영준 서울 서대문구 이화여대길 52, 신공학관 559호 (대현동, 이화여자대학교)
(22) 출원일자	2012년12월27일	장 시뉴 서울 서대문구 이화여대길 52, 공학관 122호 (대현동, 이화여자대학교)
심사청구일자	2012년12월27일	(74) 대리인 특허법인무한

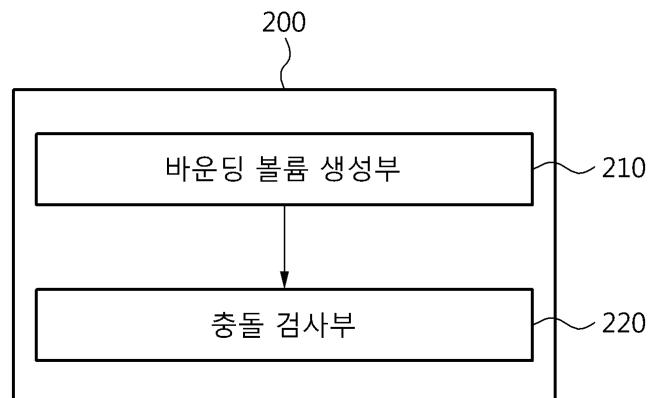
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 구들의 교집합을 이용한 바운딩 볼륨 생성 장치 및 방법

(57) 요약

바운딩 볼륨 생성 기법이 개시된다. 바운딩 볼륨은 3D 오브젝트간의 충돌 여부를 손쉽게 판단하기 위하여 사용된다. 개시된 바운딩 볼륨은 2K+1개의 구들의 교집합으로 정의된다. 따라서, 특정한 바운딩 볼륨들이 서로 충돌하는지 여부를 손쉽게 파악할 수 있으며, 또한 특정한 광선(ray)와 바운딩 볼륨이 충돌하는지 여부도 손쉽게 파악할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	K1001818
부처명	지식경제부
연구사업명	산업융합원천기술개발사업
연구과제명	e-Entertainment를 위한 실시간 물리 시뮬레이션 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	이화여자대학교산학협력단
연구기간	2011.01.01 ~ 2012.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

3D 오브젝트를 포함하고, 복수의 구들에 공통적으로 포함되는 영역(intersection)으로 상기 3D 오브젝트에 대한 바운딩 볼륨을 생성하는 바운딩 볼륨 생성부

를 포함하는 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구들의 중심점은 서로 다른 위치인 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 구들의 중심점은 동일한 직선상에 위치하는 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 구들 중에서 어느 하나의 구의 반지름은 다른 구들의 반지름과 상이하고, 상기 다른 구들의 반지름은 서로 동일한 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 바운딩 볼륨 생성부는 상기 3D 오브젝트의 모든 꼭지점을 포함하는 회전 타원체(ellipsoid)를 설정하고, 상기 복수의 구들에 포함된 제1 구의 반지름은 상기 회전 타원체의 장반경과 동일하고, 상기 제1 구의 중심점은 상기 회전 타원체의 중심점과 동일하도록 결정하는 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 바운딩 볼륨 생성부는 하기 수학식 1에 따라서 상기 복수의 구들에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고, 하기 수학식 2에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 중심점을 결정하는 바운딩 볼륨 생성 장치.

[수학식 1]

$$r_1 = r_2 = \frac{a^2}{c}$$

여기서, r_1 은 상기 제2 구의 반지름이고, r_2 는 상기 제3 구의 반지름이고, a 는 상기 회전 타원체의 장반경이고, c 는 상기 회전 타원체의 단반경이다.

[수학식 2]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 - c) \cdot \vec{e}_2$$

여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 중심점이고, $\vec{o}_0$ 는 상기 제1 구의 중심점이고, $\vec{e}_2$ 는 상기 회전 타원체의 단반경의 방향이다.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 바운딩 볼륨 생성부는 상기 3D 오브젝트를 포함하는 상기 복수의 구에 포함된 제1 구를 설정하고, 상기 3D 오브젝트에 대하여 PCA(Principal Component Analysis)를 수행하여 상기 3D 오브젝트의 주축(Principal Axes)에 대한 정보를 획득하고,

상기 주축에 대한 정보에 기반하여 하기 수학식 3 또는 하기 수학식 5에 따라서 상기 복수의 구에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고 하기 수학식 4에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 중심점을 결정하는 바운딩 볼륨 생성 장치.

[수학식 3]

$$r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{r_0^2 - c^2}}{\sin \frac{\pi}{6}}$$

여기서, r_1 및 r_2 는 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 반지름이고, r_0 는 상기 제1 구의 반지름이고, c 는 상기 주축 중에서 가장 짧은 축 방향의 길이이다.

[수학식 4]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 \cos \frac{\pi}{6} - c) \cdot \vec{e}_2$$

여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 중심점이고, c 는 PCA 수행 결과에서, 가장 짧은 축($\vec{e}_2$)으로의 길이이다.

[수학식 5]

$$\vec{o}_1^* = \vec{o}_1 + (r_1 - r') \cdot \vec{e}_2$$

여기서, $\vec{o}_1^*$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, r' 는 제 2구를 평행 이동하여 얻을 수 있는 구의 최소 반경이다.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 복수의 구의 개수는 상기 회전 타원체의 장반경, 중반경 및 단반경의 비율에 따라서 결정되는 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 생성된 바운딩 볼륨이 다른 바운딩 볼륨과 충돌하는지 여부 또는 상기 바운딩 볼륨과 상기 다른 바운딩 볼륨간의 거리를 추정하는 충돌검사부

를 더 포함하는 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 10

3D 오브젝트를 포함하고, 복수의 구들에 공통적으로 포함되는 영역(intersection)으로 상기 3D 오브젝트에 대한 바운딩 볼륨을 생성하는 단계

를 포함하는 바운딩 볼륨 생성 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 구들의 중심점은 서로 다른 위치인 바운딩 볼륨 생성 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 구들의 중심점은 동일한 직선상에 위치하는 바운딩 볼륨 생성 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 복수의 구들 중에서 어느 하나의 구의 반지름은 다른 구들의 반지름과 상이하고, 상기 다른 구들의 반지름은 서로 동일한 바운딩 볼륨 생성 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 바운딩 볼륨을 생성하는 단계는 상기 3D 오브젝트의 모든 꼭지점을 포함하는 회전 타원체(ellipsoid)를 설정하고, 상기 복수의 구들에 포함된 제1 구의 반지름은 상기 회전 타원체의 장반경과 동일하고, 상기 제1 구의 중심점은 상기 회전 타원체의 중심점과 동일하도록 결정하는 바운딩 볼륨 생성 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 바운딩 볼륨을 생성하는 단계는 하기 수학식 6에 따라서 상기 복수의 구들에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고, 하기 수학식 7에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 중심점을 결정하는 바운딩 볼륨 생성 방법.

[수학식 6]

$$r_1 = r_2 = \frac{a^2}{c}$$

여기서, r_1 은 상기 제2 구의 반지름이고, r_2 는 상기 제3 구의 반지름이고, a 는 상기 회전 타원체의 장반경이고, c 는 상기 회전 타원체의 단반경이다.

[수학식 7]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 - c) \cdot \vec{e}_2$$

여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 중심점이고, $\vec{o}_0$ 는 상기 제1 구의 중심점이고, $\vec{e}_2$ 는 상기 회전 타원체의 단반경의 방향이다.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 바운딩 볼륨을 생성하는 단계는 상기 3D 오브젝트를 포함하는 상기 복수의 구에 포함된 제1 구를 설정하고, 상기 3D 오브젝트에 대하여 PCA(Principal Component Analysis)를 수행하여 상기 3D 오브젝트의 주축(Principal Axes)에 대한 정보를 획득하고,

상기 주축에 대한 정보에 기반하여 하기 수학식 8 또는 하기 수학식 10에 따라서 상기 복수의 구에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고 하기 수학식 9에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 중심점을 결정하는 바운딩 볼륨 생성 방법.

[수학식 8]

$$r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{r_0^2 - c^2}}{\sin \frac{\pi}{6}}$$

여기서, r_1 및 r_2 는 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 반지름이고, r_0 는 상기 제1 구의 반지름이고, c 는 상기 주축 중에서 가장 짧은 축 방향의 길이이다.

[수학식 9]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 \cos \frac{\pi}{6} - c) \cdot \vec{e}_2$$

여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 중심점이고, c 는 PCA 수행 결과에서, 가장 짧은 축($\vec{e}_2$)으로의 길이이다.

[수학식 10]

$$\vec{o}_1^* = \vec{o}_1 + (r_1 - r') \cdot \vec{e}_2$$

여기서, $\vec{o}_1^*$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, r' 는 제 2구를 평행 이동하여 얻을 수 있는 구의 최소 반경이다.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 복수의 구의 개수는 상기 회전 타원체의 장반경, 중반경 및 단반경의 비율에 따라서 결정되는 바운딩 볼륨

생성 방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 생성된 바운딩 볼륨이 다른 바운딩 볼륨과 충돌하는지 여부 또는 상기 생성된 바운딩 볼륨과 상기 다른 바운딩 볼륨간의 거리를 추정하는 단계

를 더 포함하는 바운딩 볼륨 생성 방법.

청구항 19

제10항 내지 제18항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명세서

기술 분야

[0001] 하기의 실시예들은 바운딩 볼륨을 생성하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 좀더 구체적으로는 복수의 구들의 교집합으로 정의되는 바운딩 볼륨을 생성하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3D 오브젝트는 복수의 폴리곤으로 구성되며, 비정형적이고 복잡한 형상을 가지는 것이 일반적이다. 따라서, 복수의 3D 오브젝트들이 서로 충돌하는지, 또는 특정한 오브젝트와 특정한 광선(ray) 등이 서로 충돌하는지 여부를 판단하는 것은 복잡한 계산을 필요로 한다.

[0003] 3D 오브젝트는 복잡한 형상을 가지며, 그 표면은 복수의 폴리곤으로 표현된다. 따라서, 제1 3D 오브젝트가 제2 3D 오브젝트와 충돌하는지 여부를 판단하는 것은 제1 3D 오브젝트를 구성하는 폴리곤들 중에서 어느 하나가 제2 3D 오브젝트를 구성하는 폴리곤들 중에서 어느 하나와 충돌하는지 여부에 따라서 판단되며, 매우 많은 계산량을 필요로 한다.

[0004] 유사한 방법으로, 3D 오브젝트와 특정한 광선이 충돌하는지 여부를 판단하는 것은, 특정한 광선이 3D 오브젝트를 구성하는 복수의 폴리곤들 중에서 어느 하나와 충돌하는지 여부에 따라서 판단된다. 역시 매우 많은 계산을 필요로 한다.

[0005] 3D 오브젝트들간의 충돌 여부 또는 3D 오브젝트와 특정한 광선의 충돌 여부를 판단하는 것은 3D 영상 처리의 기초적인 기술이므로, 이러한 판단을 신속히 수행할 수 있는 기술이 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 하기 실시예들의 목적은 충돌 검사에 효과적인 바운딩 볼륨을 생성하는 것이다.

[0007] 하기 실시예들의 목적은 구들의 교집합으로 정의되는 바운딩 볼륨을 생성하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 예시적 실시예에 따르면, 3D 오브젝트를 포함하고, 복수의 구들에 공통적으로 포함되는 영역(intersection)으로 상기 3D 오브젝트에 대한 바운딩 볼륨을 생성하는 바운딩 볼륨 생성부를 포함하는 바운딩 볼륨 생성 장치가 제공된다.

[0009] 여기서, 상기 구들의 원점은 서로 다른 위치일 수 있다.

[0010] 그리고, 상기 구들의 원점은 동일한 직선상에 위치할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 복수의 구들 중에서 어느 하나의 구의 반지름은 다른 구들의 반지름과 상이하고, 상기 다른 구들의 반지름은 서로 동일할 수 있다.

[0012] 여기서, 상기 바운딩 볼륨 생성부는 상기 3D 오브젝트의 모든 꼭지점을 포함하는 회전 타원체(ellipsoid)를 설정하고, 상기 복수의 구들에 포함된 제1 구의 반지름은 상기 회전 타원체의 장반경과 동일하고, 상기 제1 구의 원점은 상기 회전 타원체의 원점과 동일하도록 결정할 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 바운딩 볼륨 생성부는 하기 수학식 1에 따라서 상기 복수의 구들에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고, 하기 수학식 2에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 원점을 결정할 수 있다.

[0014] [수학식 1]

$$r_1 = r_2 = \frac{a^2}{c}$$

[0016] 여기서, r_1 은 상기 제2 구의 반지름이고, r_2 는 상기 제3 구의 반지름이고, a 는 상기 회전 타원체의 장반경이고, c 는 상기 회전 타원체의 단반경이다.

[0017] [수학식 2]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 - c) \cdot \vec{e}_2$$

[0019] 여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 원점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 원점이고, $\vec{o}_0$ 는 상기 제1 구의 원점이고, $\vec{e}_2$ 는 상기 회전 타원체의 단반경의 방향이다.

[0020] 그리고, 상기 바운딩 볼륨 생성부는 상기 3D 오브젝트를 포함하는 상기 복수의 구에 포함된 제1 구를 설정하고, 상기 3D 오브젝트에 대하여 PCA(Principal Component Analysis)를 수행하여 상기 3D 오브젝트의 주축(Principal Axes)에 대한 정보를 획득하고,

[0021] 상기 주축에 대한 정보에 기반하여 하기 수학식 3 또는 하기 수학식 5에 따라서 상기 복수의 구에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고 하기 수학식 4에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 원점을 결정할 수 있다.

[0022] [수학식 3]

$$r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{r_0^2 - c^2}}{\sin \frac{\pi}{6}}$$

[0024] 여기서, r_1 및 r_2 는 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 반지름이고, r_0 는 상기 제1 구의 반지름이고, c 는 상기 주축 중에서 가장 짧은 축 방향의 길이이다.

[0025] [수학식 4]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 \cos \frac{\pi}{6} - c) \cdot \vec{e}_2$$

[0027] 여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 원점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 원점이고, c 는 PCA 수행 결과에서, 가장 짧은 축 ($\vec{e}_2$)으로의 길이이다.

[0028] [수학식 5]

$$\vec{o}_1^* = \vec{o}_1 + (r_1 - r') \cdot \vec{e}_2$$

[0030] 여기서, $\vec{o}_1^*$ 는 상기 제2 구의 원점이고, r' 는 제 2구를 평행 이동하여 얻을 수 있는 구의 최소 반경이다.

[0031] 또한, 상기 복수의 구의 개수는 상기 회전 타원체의 장반경, 중반경 및 단반경의 비율에 따라서 결정될 수 있다.

[0032] 여기서, 상기 생성된 바운딩 볼륨이 다른 바운딩 볼륨과 충돌하는지 여부 또는 상기 바운딩 볼륨과 상기 다른 바운딩 볼륨간의 거리를 추정할 수 있다.

[0033] 또 다른 예시적 실시예에 따르면, 3D 오브젝트를 포함하고, 복수의 구들에 공통적으로 포함되는 영역 (intersection)으로 상기 3D 오브젝트에 대한 바운딩 볼륨을 생성하는 단계를 포함하는 바운딩 볼륨 생성 방법이 제공된다.

[0034] 여기서, 상기 구들의 원점은 서로 다른 위치일 수 있다.

[0035] 그리고, 상기 구들의 원점은 동일한 직선상에 위치할 수 있다.

[0036] 또한, 상기 복수의 구들 중에서 어느 하나의 구의 반지름은 다른 구들의 반지름과 상이하고, 상기 다른 구들의 반지름은 서로 동일할 수 있다.

[0037] 여기서, 상기 바운딩 볼륨을 생성하는 단계는 상기 3D 오브젝트의 모든 꼭지점을 포함하는 회전 타원체 (ellipsoid)를 설정하고, 상기 복수의 구들에 포함된 제1 구의 반지름은 상기 회전 타원체의 장반경과 동일하고, 상기 제1 구의 원점은 상기 회전 타원체의 원점과 동일하도록 결정할 수 있다.

[0038] 그리고, 상기 바운딩 볼륨을 생성하는 단계는 하기 수학식 6에 따라서 상기 복수의 구들에 포함된 제2 구 및 제 3 구의 반지름을 결정하고, 하기 수학식 7에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 원점을 결정할 수 있다.

[0039] [수학식 6]

$$r_1 = r_2 = \frac{a^2}{c}$$

[0041] 여기서, r_1 은 상기 제2 구의 반지름이고, r_2 는 상기 제3 구의 반지름이고, a 는 상기 회전 타원체의 장반경이고, c 는 상기 회전 타원체의 단반경이다.

[0042] [수학식 7]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 - c) \cdot \vec{e}_2$$

[0044] 여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 원점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 원점이고, $\vec{o}_0$ 는 상기 제1 구의 원점이고, $\vec{e}_2$ 는 상기 회전 타원체의 단반경의 방향이다.

[0045] 또한, 상기 바운딩 볼륨을 생성하는 단계는 상기 3D 오브젝트를 포함하는 상기 복수의 구에 포함된 제1 구를 설정하고, 상기 3D 오브젝트에 대하여 PCA(Principal Component Analysis)를 수행하여 상기 3D 오브젝트의 주축(Principal Axes)에 대한 정보를 획득하고, 상기 주축에 대한 정보에 기반하여 하기 수학식 8 또는 하기 수학식 10에 따라서 상기 복수의 구에 포함된 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정하고 하기 수학식 9에 따라서 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 원점을 결정할 수 있다.

[0046] [수학식 8]

$$r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{r_0^2 - c^2}}{\sin \frac{\pi}{6}}$$

[0048] 여기서, r_1 및 r_2 는 상기 제2 구 및 상기 제3 구의 반지름이고, r_0 는 상기 제1 구의 반지름이고, c 는 상기 주축 중에서 가장 짧은 축 방향의 길이이다.

[0049] [수학식 9]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm (r_1 \cos \frac{\pi}{6} - c) \cdot \vec{e}_2$$

[0050]

[0051] 여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 원점이고, $\vec{o}_2$ 는 상기 제3 구의 원점이고, c 는 PCA 수행 결과에서, 가장 짧은 축 ($\vec{e}_2$)으로의 길이이다.

[0052] [수학식 10]

$$\vec{o}_1^* = \vec{o}_1 + (r_1 - r') \cdot \vec{e}_2$$

[0053]

[0054] 여기서, $\vec{o}_1^*$ 는 상기 제2 구의 원점이고, r' 는 제 2구를 평행 이동하여 얻을 수 있는 구의 최소 반경이다.

[0055] 그리고, 상기 복수의 구의 개수는 상기 회전 타원체의 장반경, 중반경 및 단반경의 비율에 따라서 결정될 수 있다.

[0056] 또한, 상기 생성된 바운딩 볼륨이 다른 바운딩 볼륨과 충돌하는지 여부 또는 상기 생성된 바운딩 볼륨과 상기 다른 바운딩 볼륨간의 거리를 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0057] 하기 실시예들에 따르면, 충돌 검사에 효과적인 바운딩 볼륨을 생성할 수 있다.

[0058] 하기 실시예들에 따르면, 구들의 교집합으로 정의되는 바운딩 볼륨을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0059] 도 1은 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨을 이용한 충돌 검사를 설명한 도면이다.

도 2는 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨 생성 장치의 구조를 도시한 블록도이다.

도 3은 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨의 개념을 설명한 도면이다.

도 4는 회전 타원체(ellipsoid)를 이용하여 바운딩 볼륨을 생성하는 예시적 실시예를 설명하는 도면이다.

도 5는 PCA를 이용하여 바운딩 볼륨을 생성하는 또 다른 예시적 실시예를 설명하는 도면이다.

도 6은 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨 생성 방법을 단계별로 설명한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0060] 이하, 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0061] 도 1은 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨을 이용한 충돌 검사를 설명한 도면이다.

[0062] 도 1의 (a)는 바운딩 볼륨을 이용한 충돌 검사의 일예를 설명한 도면이다. 각각의 바운딩 볼륨(120, 140)은 3D 오브젝트(110, 130)를 포함한다. 도 1의 (a)에서는 각각의 3D 오브젝트(110, 130)를 포함하는 사각형의 바운딩 볼륨(120, 140)이 도시되었다.

- [0063] 3D 오브젝트(110, 130)들 간의 충돌 여부를 판단하는 것은 매우 복잡한 계산을 필요로 하며, 3D 오브젝트(110, 130)를 처리하는데 있어 가장 큰 기술적 난제의 하나로 생각되고 있다.
- [0064] 각 3D 오브젝트(110, 130)를 포함하는 바운딩 볼륨(120, 140)을 이용하여 3D 오브젝트(110, 130)간의 충돌 여부를 간단히 판단할 수 있다. 도 1의 (a)와 같이, 각 3D 오브젝트(110, 130)를 포함하는 바운딩 볼륨(120, 140)들이 서로 충돌하지 않는다면, 각 바운딩 볼륨(120, 140)에 포함된 3D 오브젝트들(110, 130)은 서로 충돌하지 않는다.
- [0065] 도 1의 (b)와 같이, 3D 오브젝트들(150, 170)을 포함하는 바운딩 볼륨(160, 170)이 서로 충돌하는 경우에는, 3D 오브젝트들(150, 170)은 서로 충돌할 수도 있고, 충돌하지 않을 수도 있다. 따라서, 이 경우에는 각 3D 오브젝트들(150, 170)이 서로 충돌하는지 여부를 판단하기 위하여 계산을 수행할 수 있다.
- [0066] 도 1에서 설명된 바와 같이 3D 오브젝트(110, 130, 150, 170)들을 포함하는 바운딩 볼륨(120, 140, 160, 180)을 사용하면, 도 1의 (a)와 같이 바운딩 볼륨(120, 140)들이 서로 충돌하지 않는 경우에는 복잡한 계산을 수행할 필요가 없으므로, 3D 오브젝트들(110, 130, 150, 170)간의 충돌 검사를 적은 계산량 만으로 수행할 수 있다.
- [0067] 도 1에서는 3D 오브젝트(110, 130, 150, 170)를 포함하고, 직사각형(rectangular)의 형상을 가지는 바운딩 볼륨(120, 140, 160, 180)들이 개시되었다. 그러나, 충돌여부를 신속히 판단하기 위해서는 다른 형상의 바운딩 볼륨이 사용될 수도 있다.
- [0068] 본 명세서에서는 복수 개의 구(sphere)들의 교집합을 이용하여 바운딩 볼륨을 생성하는 구성에 대하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0069] 도 2는 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨 생성 장치의 구조를 도시한 블록도이다. 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨 생성 장치(200)는 바운딩 볼륨 생성부(210) 및 충돌 검사부(220)를 포함한다.
- [0070] 바운딩 볼륨 생성부(210)는 3D 오브젝트를 포함하고, 복수의 구들에 공통적으로 포함되는 영역(교집합, intersection)으로 정의되는 바운딩 볼륨을 생성한다.
- [0071] 이하 도 3을 참고하여 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨의 개념을 설명하기로 한다.
- [0072] 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨(350)은 3D 오브젝트(310)를 포함하며, 복수의 구(320, 330, 340)들에 공통적으로 포함되는 영역, 예를 들어 교집합으로 정의된다. 바운딩 볼륨(350)은 하기의 수학식 1과 같이 표현될 수도 있다.

[0073] [수학식 1]

[0074]
$$k\text{-IOS} = \cap S_i (i = 0, 1, \dots, k-1)$$

[0075] 여기서, $k\text{-IOS}$ 는 k 개의 구들의 교집합(Intersection Of Spheres)으로 정의되는 바운딩 볼륨을 나타내고, S_i 는 i 번째 구를 나타내고, $\cap$ 는 구들의 교집합을 나타낸다.

[0076] 3차원 공간에서, 구(sphere)는 각각의 중심점(321, 331, 341)으로부터 일정한 거리에 위치하는 점들의 집합으로 정의된다. 따라서, 특정한 광선이 바운딩 볼륨(350)과 충돌하는지 여부를 판단하는 것은 특정한 광선과 바운딩 볼륨(350)을 구성하는 각각의 구(310, 320, 330)들의 중심점(321, 331, 341)간의 거리를 이용하여 간단히 계산될 수 있다. 또한, 바운딩 볼륨간의 충돌 여부를 판단하는 것도, 각 바운딩 볼륨을 구성하는 구들간의 거리를 이용하여 간단히 계산될 수 있다. 결과적으로, 구들의 교집합으로 정의되는 바운딩 볼륨을 이용하면, 바운딩 볼

를들간의 충돌은 물론, 바운딩 볼륨과 광선과의 충돌을 간단히 계산할 수 있는 기술적 효과가 있다.

[0077] 도 3에 도시된 바운딩 볼륨(350)은 3개의 구(320, 330, 340)의 교집합으로 정의되나, 다른 실시예에 따른 바운딩 볼륨은 더 많은 개수의 구들의 교집합으로 정의될 수도 있다. 바운딩 볼륨을 정의하는 구의 개수가 증가하면, 바운딩 볼륨의 부피가 감소한다. 따라서, 3D 오브젝트와 모양과 크기가 유사한 바운딩 볼륨을 생성할 수 있으며, 이 경우에, 바운딩 볼륨간의 충돌 여부 판단 결과와 3D 오브젝트간의 충돌 여부 판단 결과가 유사해지는 기술적 효과가 있다.

[0078] 일측에 따르면, 바운딩 볼륨 생성부(210)는 회전 타원체(ellipsoid)를 이용하는 방법 또는 PCA(Principle Component Analysis)를 이용하는 방법을 이용하여 3D 오브젝트(310)에 대한 최적의 바운딩 볼륨(350)을 생성할 수 있다.

[0079] 이하 도 4를 참고하여 회전 타원체(ellipsoid)를 이용하여 바운딩 볼륨을 생성하는 예시적 실시예를 설명하기로 한다.

[0080] 바운딩 볼륨 생성부(210)는 3D 오브젝트(410)을 포함하는 가장 작은 크기의 원형 타원체(smallest ellipsoid, 420)를 설정한다. 여기서, 원형 타원체(420)은 3D 오브젝트(410)를 구성하는 폴리곤들의 모든 꼭지점을 원형 타원체(420)의 내부 영역에 포함한다.

[0081] 여기서, 원형 타원체(420)의 중심점(center)를 $\vec{o}_0$ (431)이라고 한다. 또한, 원형 타원체(420)의 주축(principal directions)을 각각 $\vec{e}_0$ (423), $\vec{e}_1$, $\vec{e}_2$ (424)라고 한다. 여기서, $\vec{e}_0$ (423)는 원형 타원체(420)의 세 주축 중에서 원형 타원체(420)의 길이가 가장 긴 방향의 축이고, $\vec{e}_2$ (424)는 원형 타원체(420)의 주축 중에서, 원형 타원체(420)의 길이가 가장 짧은 방향의 축이다. 이하 본 명세서에서는 원형 타원체(420)의 세 주축($\vec{e}_0$ (423), $\vec{e}_1$, $\vec{e}_2$ (424)) 방향의 반지름을 각각 a , b , c 라고 한다. $\vec{e}_0$ (423)는 원형 타원체(420)의 길이가 가장 긴 방향의 축이고, $\vec{e}_2$ (424)는 원형 타원체(420)의 주축 중에서, 원형 타원체(420)의 길이가 가장 짧은 방향의 축 이므로, $a \geq b \geq c$ 라고 가정할 수 있다.

[0082] 바운딩 볼륨 생성부(210)는 3D 오브젝트(410)를 포함하는 제1 구(430)를 설정한다. 이 경우에, 제1 구(430)의 중심점은 원형 타원체의 중심점(431)과 동일할 수 있다. 또한, 제1 구(430)의 반지름은 원형 타원체(420)의 장반경(421)과 동일하거나 작을 수 있다. 원형 타원체(420)의 장반경(421)은 원형 타원체(420)의 가장 긴 방향의 축(423)의 길이이다. 제1 구(430)는 원형 타원체(420)와 마찬가지로, 3D 오브젝트(410)를 구성하는 폴리곤들의 모든 꼭지점을 포함한다.

[0083] 바운딩 볼륨 생성부(210)는 바운딩 볼륨을 구성하는 제2 구(440)를 설정할 수 있다. 여기서, 제2 구(440)의 중심점(441)은 원형 타원체(420)의 중심점(431)에서, 원형 타원체의 길이가 가장 짧은 방향의 축 $\vec{e}_2$ (424)위에 존재한다. 또한, 바운딩 볼륨 생성부는 하기 수학식 1에 따라서 제2 구(440)의 반지름을 설정할 수 있다.

[0084] [수학식 1]

$$r_1 = \frac{a^2}{c}$$

[0085]

[0086] 여기서, r_1 은 제2 구(440)의 반지름이다.

[0087] 일측에 따르면, 제2 구(440)의 중심점(441)은 하기 수학식 2에 따라서 결정될 수 있다.

[0088] [수학식 2]

$$\vec{o}_1 = \vec{o}_0 - (r_1 - c) \cdot \vec{e}_2$$

[0090] 여기서, $\vec{o}_1$ 는 제2 구(440)의 중심점(441)이다.

[0091] 일측에 따르면, 제3 구의 반지름 r_2 는 제2 구의 반지름 r_1 과 동일한 값으로 결정될 수 있다. 즉, 제3 구의 반지름은 하기 수학식 3과 같이 결정될 수 있다.

[0092] [수학식 3]

$$r_1 = r_2$$

[0094] 또한, 제3 구의 위치는 제1 구(430)의 중심점(441)을 중심으로 제2 구(440)의 반대편에 대칭되는 위치에 존재할 수 있다.

[0095] 따라서, 제3 구의 중심점(451)은 하기 수학식 4에 따라서 결정될 수 있다.

[0096] [수학식 4]

$$\vec{o}_2 = \vec{o}_0 + (r_1 - c) \cdot \vec{e}_2$$

[0098] 위에서 설명된 바에 따르면, 도 3에 도시된 바운딩 볼륨을 구성하는 복수의 구(320, 330, 340)들 중에서 어느 하나의 구(320)의 반지름은 다른 구(330, 340)들의 반지름과 상이하고, 다른 구(330, 340)들의 반지름은 서로 동일할 수 있다. 또한, 바운딩 볼륨을 구성하는 복수의 구(320, 330, 340)들은 동일한 직선상의 서로 다른 위치(321, 331, 341)에 존재할 수 있다.

[0099] 또 다른 측면에 따르면, 바운딩 볼륨은 $2K+1$ 개의 구들로 구성될 수 있다(여기서, K 는 자연수), 이 경우에, $2K$ 개의 구들은 다른 구와 K 개의 쌍(pair)을 이루고, 1개의 구만 쌍을 이루지 못한다. 서로 쌍(pair)을 이루는 2개의 구들의 반지름은 서로 동일할 수 있다. 반지름이 서로 동일한, 서로 쌍을 이루는 2개의 구들의 중심점은 쌍을 이루지 못하는 구의 중심점을 통과하는 직선상의 서로 대칭되는 위치에 존재할 수 있다.

[0100] 예를 들어, 도 3에서는 3개의 구(320, 330, 340)로 구성된 바운딩 볼륨이 도시되었으나, 다른 실시예에 따르면,

5개의 구를 이용하여 바운딩 볼륨을 구성할 수 있다. 이 경우에, 추가된 2개의 구들의 반지름은 제2 구 및 제3 구와 동일 할 수 있다. 추가된 2개의 구들의 중심점의 위치는 하기 수학식 5에 따라서 결정될 수 있다.

[수학식 5]

$$\vec{o}_{3,4} = \vec{o}_0 \pm (r_3 - b) \cdot \vec{e}_1$$

여기서, $\vec{o}_3$ 는 제4 구의 중심점이고, $\vec{o}_4$ 는 제5 구의 중심점이다.

이하 도 5를 참고하여 PCA를 이용하여 바운딩 볼륨을 생성하는 또 다른 예시적 실시예를 설명하기로 한다.

먼저, 바운딩 볼륨 생성부(210)는 3D 오브젝트(510)를 포함하는 제1 구(540)를 설정한다. 제1 구(540)는 3D 오브젝트(510)를 구성하는 폴리곤들의 모든 꼭지점을 포함할 수 있다.

그리고, 바운딩 볼륨 생성부(210)는 3D 오브젝트(510)에 대한 PCA(Principle Component Analysis)를 수행한다. 바운딩 볼륨 생성부(210)는 PCA 수행에 따라서 3차원 공간 상에서 3D 오브젝트(510)의 주요한 3개 축(Principal Axes)의 방향을 알 수 있다.

도 5를 참고하면, PCA 수행 결과는 박스(560)으로 도시될 수 있다. 여기서, 박스(560)의 가장 긴 축(523) 방향($\vec{e}_0$)으로의 길이를 a (521)이라 하고, 가장 짧은 축(524) 방향($\vec{e}_2$)으로의 길이를 c (522)라 할 수 있다. 도 5에는 도시되지 않았으나, 도 5의 화면 방향($\vec{e}_1$)으로의 길이를 b 라 할 수 있다.

여기서, 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨을 구성하는 제2구(530) 및 제3구의 반지름은 하기 수학식 6에 따라서 결정될 수 있다.

[수학식6]

$$r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{r_0^2 - c^2}}{\sin \frac{\pi}{6}}$$

여기서, r_1 은 제2 구(530)의 반지름이고, r_2 는 제3 구의 반지름이다. 제3 구는 제2 구와 서로 쌍을 이루며, 제1 구(540)의 중심점을 통과하는 직선상에서 제2 구(530)와 서로 대칭되는 위치에 존재한다. 제2 구(530)의 중심점 및 제3 구의 중심점을 하기 수학식 7에 따라서 결정될 수 있다.

[수학식 7]

$$\vec{o}_{1,2} = \vec{o}_0 \pm \left(r_1 \cos \frac{\pi}{6} - c \right) \cdot \vec{e}_2$$

[0113]

[0114] 여기서, $\vec{o}_1$ 는 상기 제2 구의 중심점이고, $\vec{o}_0$ 는 상기 제1 구의 중심점이다. 또한, $\mathbf{C}$ 는 PCA 수행 결과에서, 가장 짧은 축($\vec{e}_2$)으로의 길이이다.

[0115] 도 5에서, 제2구(530)는 상기 수학식 7에 따라서 결정된 중심점을 이용하여 설정된 것이다. 수학식 7에 따라서 결정된 중심점을 이용한다면, 3D 오브젝트(510)를 포함하는 바운딩 볼륨을 생성할 수 있다.

[0116] 일측에 따르면, 수학식 7에 따라서 결정된 중심점을 이용하여 생성된 바운딩 볼륨은 3D 오브젝트(510)에 충분히 근접하여 생성되지 않을 수도 있다. 즉, 3D 오브젝트(510)와 바운딩 볼륨의 표면(532) 간에 공간이 있을 수도 있다. 이 공간은 충돌 검사시 불필요한 연산을 증가시킬 수 있다. 따라서, 좀더 3D 오브젝트(510)에 타이트하게 근접하는 바운딩 볼륨을 생성할 필요가 있다.

[0117] 다른 측면에 따르면, 제2 구(530)의 중심점을 이동시켜, 제2 구(530)의 표면으로 형성되는 바운딩 볼륨의 표면(532)을 이동시킬 수 있다. 일측에 따르면, 제2 구(530)의 중심점이 이동하면 바운딩 볼륨의 표면(550)이 이동할 수 있고, 이 경우 바운딩 볼륨과 3D 오브젝트(510)가 좀더 근접하게 된다. 일측에 따르면, 제2 구의 중심점은 하기 수학식 8에 따라서 이동할 수 있다.

[0118] [수학식 8]

$$\vec{o}_1^* = \vec{o}_1 + (r_1 - r') \cdot \vec{e}_2$$

[0119]

[0120] 여기서, $\vec{o}_1^*$ 은 제1 구의 중심점 $\vec{o}_1$ 이 이동하여 생성된 제2 구의 새로운 중심점이고, r' 는 제 2구를 평행 이동하여 얻을 수 있는 구의 최소 반경 이다.

[0121] 바운딩 볼륨을 구성하는 제 3구는 제2 구의 중심점이 이동함에 따라서 대칭적으로 이동할 수 있다.

[0122] 도 5에서는 3개의 구를 이용하여 바운딩 볼륨을 구성하는 실시예가 도시되었으나, 다른 실시예에 따르면, 5개의 구를 이용하여 바운딩 볼륨을 구성할 수 있다. 이 경우, 바운딩 볼륨 생성부(210)는 도 5에 도시된 3개의 구에 2개의 구를 추가할 수 있다. 추가된 2개의 구들의 중심점은 하기 수학식 9에 따라서 결정되며, 반지름은 제2 구 및 제3 구와 동일할 수 있다.

[0123] [수학식 9]

$$\vec{o}_{3,4} = \vec{o}_0 \pm \left(\sqrt{r_1^2 - (a^2 + c^2)} - b \right) \cdot \vec{e}_1$$

[0124]

- [0125] 여기서, $\vec{o}_3$ 는 제4 구의 중심점이고, $\vec{o}_4$ 는 제5 구의 중심점이다.
- [0126] 도 4 및 5에서, 바운딩 볼륨을 구성하는 구의 최적 개수는 도 3에서의 회전 타원체의 비율 또는 도 4에서의 PCA 수행 결과에 따라서 결정될 수 있다.
- [0127] 도 4를 참고하면, 원형 타원체(420)의 세 주축($\vec{e}_0$ (423), $\vec{e}_1$, $\vec{e}_2$ (424)) 방향의 반지름을 각각 a , b , c ($a \geq b \geq c$)라고 할 수 있다. 이 경우에, a , b , c 의 각 비율에 따라서 바운딩 볼륨을 구성하는 구의 개수 K는 하기와 같이 결정될 수 있다.
- [0128] 1) $\frac{a}{b} > 1.5$ 이고, $\frac{a}{c} > 1.5$ 인 경우에, K의 값은 5
- [0129] 2) $\frac{a}{b} < 1.5$ 이고, $\frac{a}{c} > 1.5$ 인 경우에, K의 값은 3
- [0130] 3) $\frac{a}{b} < 1.5$ 이고, $\frac{a}{c} < 1.5$ 인 경우에, K의 값은 1
- [0131] 도 5에서, PCA 수행 결과에 따라 박스(560)의 세 축 방향의 길이를 각각 a , b , c ($a \geq b \geq c$)라고 할 수 있다. 이 경우에, 바운딩 볼륨을 구성하는 구의 개수 K는 위에 설명된 수학적식에 따라 결정될 수 있다.
- [0132] 도 2에서, 바운딩 볼륨 생성부(210)가 3D 오브젝트를 포함하는 바운딩 볼륨을 생성하면, 충돌 검사부(220)는 생성된 바운딩 볼륨이 다른 바운딩 볼륨과 충돌하는지 여부를 판단할 수 있다. 또는, 충돌 검사부(220)는 생성된 바운딩 볼륨과 다른 바운딩 볼륨간의 거리를 추정하거나, 생성된 바운딩 볼륨과 직선이 충돌하는지 여부 등을 판단할 수 있다.
- [0133] 도 6은 예시적 실시예에 따른 바운딩 볼륨 생성 방법을 단계별로 설명한 순서도이다.
- [0134] 단계(610)에서, 바운딩 볼륨 생성 장치는 3D 오브젝트를 포함하고, 복수의 구들에 공통적으로 포함되는 영역(교집합, intersection)으로 정의되는 바운딩 볼륨을 생성한다.
- [0135] 일측에 따르면, 바운딩 볼륨을 구성하는 구들의 중심점을 서로 다른 위치에 있을 수 있다. 특히, 바운딩 볼륨을 구성하는 구들의 중심점은 동일한 직선상에 위치할 수도 있다.
- [0136] 일측에 따르면, 바운딩 볼륨 생성 장치는 2K+1개의 구들로 구성되는 바운딩 볼륨을 생성할 수 있다. 이 경우에, 2K 개들의 구들은 다른 구와 K개의 쌍을 이루고 1개의 구는 쌍을 이루지 못할 수 있다. 서로 쌍(pair)을 이루는 2개의 구들의 반지름은 서로 동일할 수 있다. 반지름이 서로 동일한, 서로 쌍을 이루는 2개의 구들의 중심점은 쌍을 이루지 못하는 구의 중심점을 통과하는 직선상의 서로 대칭되는 위치에 존재할 수 있다.
- [0137] 일측에 따르면, 바운딩 볼륨 생성 장치는 단계(610)에서, 1) 회전 타원체(ellipsoid)를 이용하는 방법 또는 2) PCA(Principle Component Analysis)를 이용하는 방법을 이용하여 3D 오브젝트에 대한 최적의 바운딩 볼륨을 생성할 수 있다.
- [0138] 회전 타원체를 이용하는 방법에서, 바운딩 볼륨 생성 장치는 3D 오브젝트의 모든 꼭지점을 포함하는 회전 타원체(ellipsoid)를 설정한다.

- [0139] 바운딩 볼륨 생성 장치는 회전 타원체의 장반경과 동일하거나 작고, 중심점은 회전 타원체의 중심점과 동일한 제1 구를 설정한다.
- [0140] 또한, 바운딩 볼륨 생성 장치는 회전 타원체의 장반경 a 및 단반경 C 를 이용하여 제2 구 및 제3 구를 설정할 수 있다. 예를 들어, 바운딩 볼륨 생성 장치는 위에서 설명된 수학적 식 1, 수학적 식 3에 따라서 제2구 및 제3 구의 반지름을 결정하고, 수학적 식 2 및 수학적 식 4에 따라서 제2구의 중심점 및 제3 구의 중심점을 결정할 수 있다.
- [0141] 바운딩 볼륨 생성 장치는 회전 타원체의 중반경 b 를 이용하여 제4 구 및 제5 구를 설정할 수 있다. 예를 들어, 바운딩 볼륨 생성 장치는 위에서 설명된 수학적 식 5에 따라서 제4 구 및 제5 구의 중심점을 결정할 수 있다. 제4 구 및 제5 구의 반지름은 제2 구 및 제3 구의 반지름과 동일하게 결정될 수 있다.
- [0142] 회전 타원체(ellipsoid)를 이용하여 바운딩 볼륨을 생성하는 실시예에 대해서는 도 3에서 상세히 설명하였으므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0143] PCA를 이용하는 방법에서, 바운딩 볼륨 생성 장치는 3D 오브젝트를 포함하는 제1 구를 설정한다. 여기서, 제1 구의 반지름은 r_0 이고, 중심점은 $\vec{d}_0$ 로 표현될 수 있다.
- [0144] 또한, 바운딩 볼륨 생성 장치는 3D 오브젝트에 대한 PCA를 수행하여 3D 오브젝트의 주요한 3개 축의 방향에 대한 정보를 획득한다. 여기서, PCA 수행 결과는 도 5에 도시된 박스의 형태로 도시될 수 있다. 박스의 가장 긴 축 방향($\vec{e}_0$)으로의 길이를 a 라 하고, 가장 짧은 축 방향($\vec{e}_2$)으로의 길이를 c 라 할 수 있다.
- [0145] 이 경우에, 바운딩 볼륨 생성 장치는 박스의 각 방향의 길이를 이용하여 제2 구 및 제3 구를 설정할 수 있다. 예를 들어, 바운딩 볼륨 생성 장치는 수학적 식 6에 따라서 제2 구 및 제3 구의 반지름을 결정할 수 있다. 또한, 바운딩 볼륨 생성 장치는 수학적 식 7에 따라서 제2 구 및 제3 구의 위치를 설정할 수 있다.
- [0146] 일측에 따르면, 바운딩 볼륨 생성 장치가 생성한 바운딩 볼륨은 3D 오브젝트에 충분히 근접하여 생성되지 않을 수도 있다. 즉, 3D 오브젝트와 바운딩 볼륨의 표면(532) 간에 공간이 있을 수도 있다. 이 공간은 충돌 검사시 불필요한 연산을 증가시킬 수 있다. 따라서, 좀더 3D 오브젝트에 타이트하게 근접하는 바운딩 볼륨을 생성할 필요가 있다.
- [0147] 일측에 따르면, 바운딩 볼륨 생성 장치는 수학적 식 8에 따라서 제2 구의 중심을 이동시켜 바운딩 볼륨이 3D 오브젝트에 근접되도록 설정할 수 있다. 바운딩 볼륨을 구성하는 제 3구는 제2 구의 중심이 이동함에 따라서 대칭적으로 이동할 수 있다.
- [0148] 단계(610)에서, 바운딩 볼륨을 구성하는 구의 최적 개수는 회전 타원체의 비율 또는 PCA 수행 결과에 따라서 결정될 수 있다.
- [0149] 원형 타원체를 이용하는 방법의 경우에, 원형 타원체의 세 주축 방향의 반지름을 각각 a , b , C ($a \geq b \geq c$)라고 할 수 있다. 이 경우에, a , b , C 의 각 비율에 따라서 바운딩 볼륨을 구성하는 구의 개수 K는 하기와 같이 결정될 수 있다.
- [0150] 4) $\frac{a}{b} > 1.5$ 이고, $\frac{a}{c} > 1.5$ 인 경우에, K의 값은 5
- [0151] 5) $\frac{a}{b} < 1.5$ 이고, $\frac{a}{c} > 1.5$ 인 경우에, K의 값은 3
- [0152] 6) $\frac{a}{b} < 1.5$ 이고, $\frac{a}{c} < 1.5$ 인 경우에, K의 값은 1
- [0153] PCA를 이용하는 방법의 경우에, PCA 수행 결과에 따라 박스의 세 축 방향의 길이를 각각 a , b , C

($a \geq b \geq c$)라고 할 수 있다. 이 경우에, 바운딩 볼륨을 구성하는 구의 개수 K 는 위에 설명된 수학적식에 따라 결정될 수 있다.

[0154] 단계(620)에서, 바운딩 볼륨 생성 장치는 생성된 바운딩 볼륨이 다른 바운딩 볼륨과 충돌하는지 여부를 판단할 수 있다. 또는, 바운딩 볼륨 생성 장치는 생성된 바운딩 볼륨과 다른 바운딩 볼륨간의 거리를 추정하거나, 생성된 바운딩 볼륨과 직선이 충돌하는지 여부 등을 판단할 수 있다.

[0155] 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.

[0156]

[0157] 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.

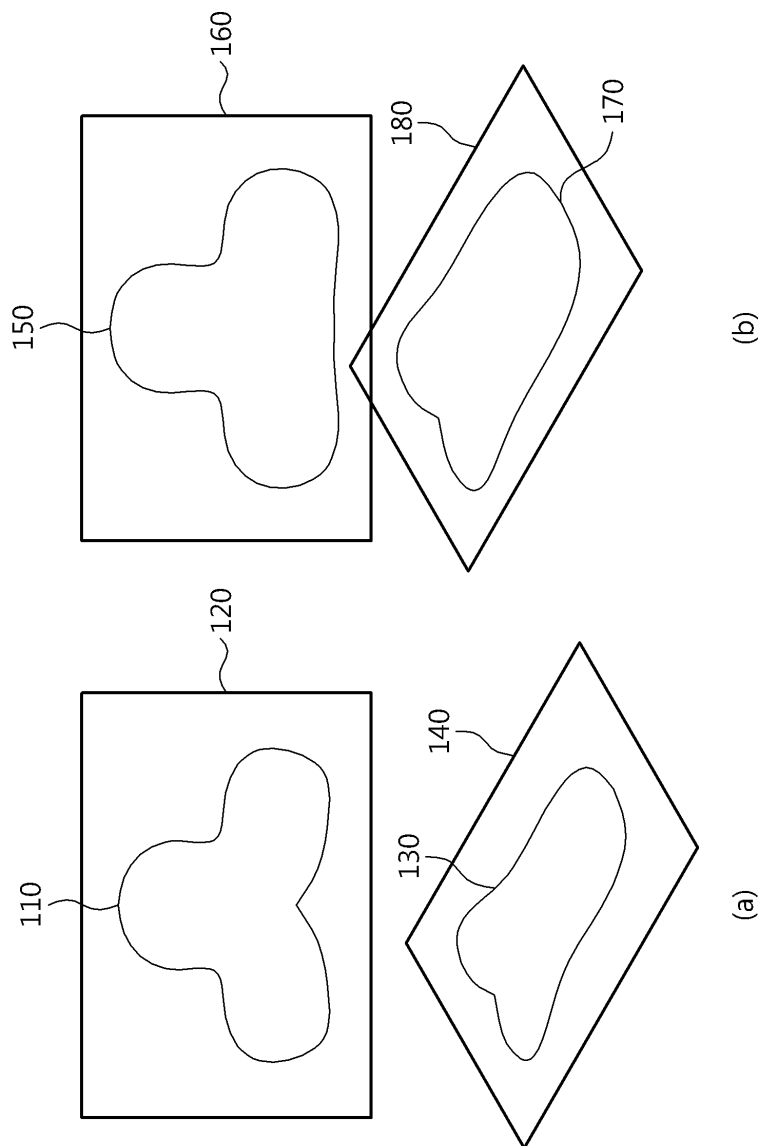
[0158] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

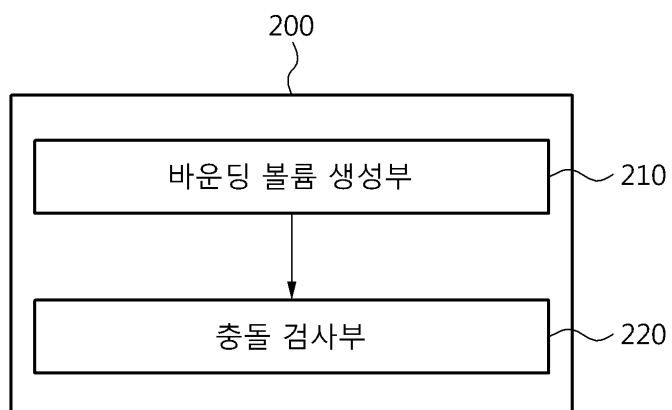
[0159] 200: 바운딩 볼륨 생성 장치
210: 바운딩 볼륨 생성부
220: 충돌 검사부

도면

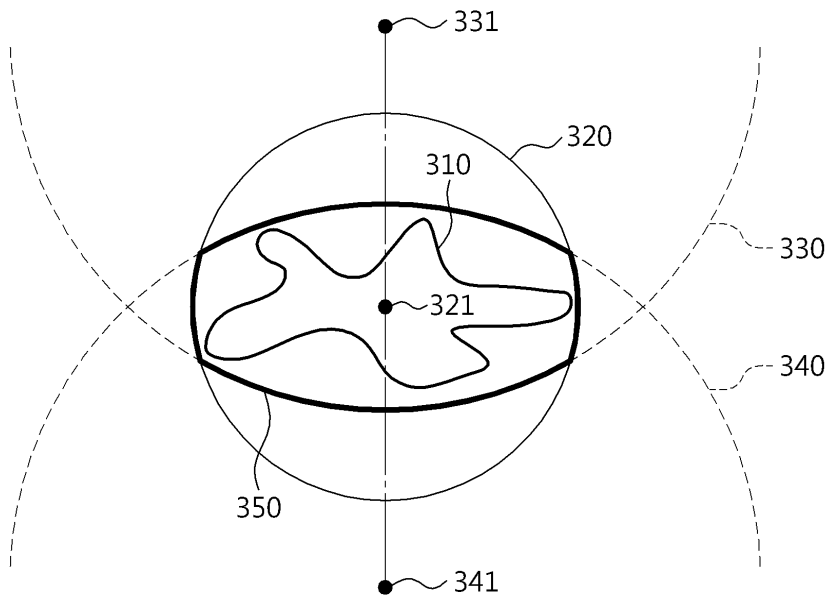
도면1



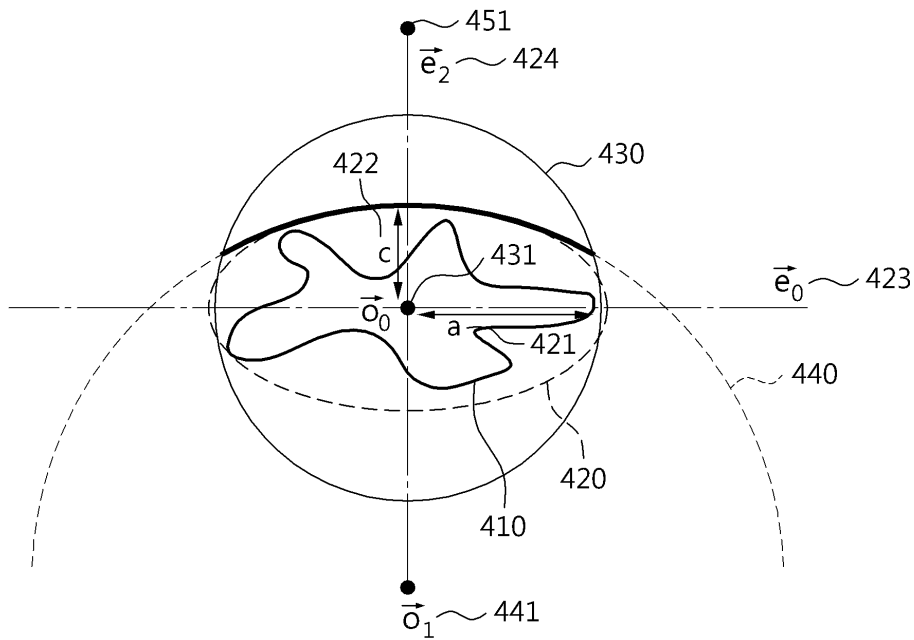
도면2



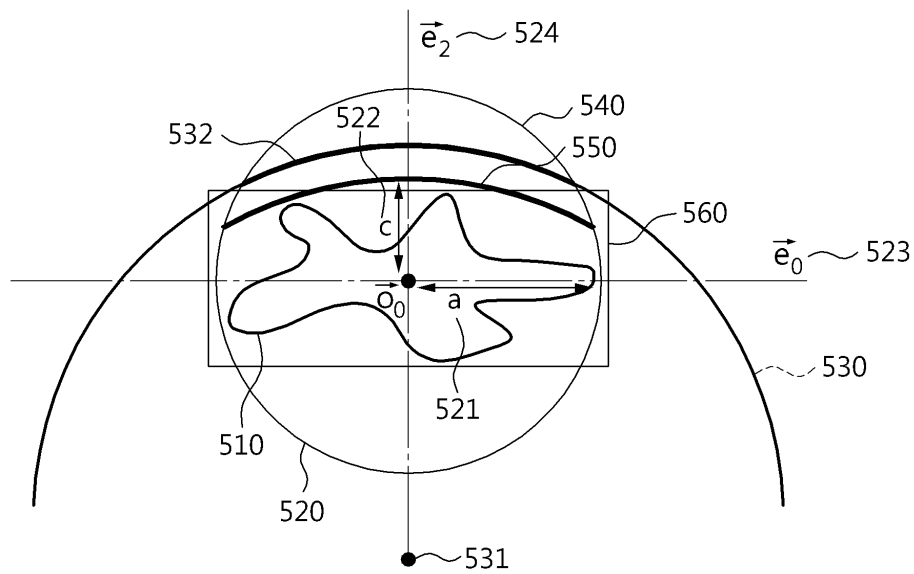
도면3



도면4



도면5



도면6

