(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0093445
(43) 공개일자 2010년08월25일

(51) Int. Cl.
G06F 17/00 (2006.01) *G06F 17/30* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0033527
(22) 출원일자 2009년04월17일
심사청구일자 2009년04월17일
(30) 우선권주장
1020090012625 2009년02월16일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
황인준
서울특별시 성북구 돈암동 한진아파트 202동 604호
탁윤식
서울특별시 도봉구 창1동 659-29 쉐르빌 퍼스티 514호
(74) 대리인
전종학

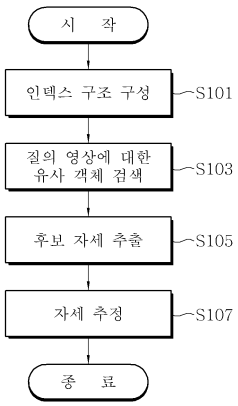
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 임의의 각도에서의 객체의 외형에 기반한 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법

(57) 요 약

본 발명은 임의의 각도에서의 객체의 외형에 기반한 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법에 관한 것으로, 본 발명의 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법은 (a) 데이터베이스에 저장된 모든 3차원 객체들의 외형 정보로서 거리 곡선(distance curve)을 계산하고, 카메라의 회전에 의해 발생되는 거울상을 가진 영상들을 하나의 특징 정보로 결합하며, 객체의 대칭성에 따라 중복 외형 패턴을 제거한 후 남은 영상들의 거리 곡선을 사용하여 인덱스를 구성하는 단계; (b) 질의 영상의 거리 곡선을 계산한 후, 상기 (a) 단계에서 구성된 3차원 객체 데이터 인덱스 구조를 통해 질의 영상의 거리 곡선과의 유사도 비교 방법을 적용하여 가장 유사한 외형에 기반한 유사 객체들을 검색하는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 검색된 가장 유사한 외형과 동일한 외형을 가지는 영상을 포함하는 객체의 후보 자세를 추출하는 단계; 및 (d) 상기 (c) 단계에서 추출된 객체의 후보 자세로부터 추출한 영상들과 질의 영상과의 SIFT 알고리즘을 적용하여 최종적으로 가장 유사하다고 판단된 자세를 질의 영상 속의 객체의 자세로부터 추정하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	KRF-2008-313-D00858
부처명	한국학술진흥재단
연구사업명	기초과학 『하반기_단독』
연구과제명	외형 기반 삼차원 서라운드 이미지 검색 시스템 개발
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2008년 11월 01일 ~ 2009년 10월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

임의의 각도에서의 객체의 외형에 기반한 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법에 있어서,

(a) 데이터베이스에 저장된 모든 3차원 객체들의 외형 정보로서 거리 곡선(distance curve)을 계산하고, 카메라의 회전에 의해 발생되는 거울상을 가진 영상들을 하나의 특징 정보로 결합하며, 객체의 대칭성에 따라 중복 외형 패턴을 제거한 후 남은 영상들의 거리 곡선을 사용하여 인덱스를 구성하는 단계;

(b) 질의 영상의 거리 곡선을 계산한 후, 상기 (a) 단계에서 구성된 3차원 객체 데이터 인덱스 구조를 통해 질의 영상의 거리 곡선과의 유사도 비교 방법을 적용하여 가장 유사한 외형에 기반한 유사 객체들을 검색하는 단계;

(c) 상기 (b) 단계에서 검색된 가장 유사한 외형과 동일한 외형을 가지는 영상을 포함하는 객체의 후보 자세를 추출하는 단계; 및

(d) 상기 (c) 단계에서 추출된 객체의 후보 자세로부터 추출한 영상들과 질의 영상과의 SIFT 알고리즘을 적용하여 최종적으로 가장 유사하다고 판단된 자세를 질의 영상 속의 객체의 자세로부터 추정하는 단계를 포함하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 (a) 단계는,

(a-1) 객체의 외형 정보로서 데이터베이스에 저장된 모든 3차원 객체의 중심점과 외곽선과의 거리를 계산한 거리 곡선이 계산되는 단계;

(a-2) 카메라의 회전에 의해 발생되는 거울상을 가진 영상들을 하나의 특징 정보로 결합하는 단계;

(a-3) 객체의 대칭성에 따라 중복되는 외형 패턴을 분석하여 중복 외형들을 제거하는 단계; 및

(a-4) 상기 (a-3) 단계를 통해 중복 외형을 제거하고 남은 영상들의 거리 곡선을 이용하여 인덱스를 구성하는 단계를 포함하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 (a-2) 단계는 하나의 이산 푸리에 변환 특징 값을 사용하여 상기 거울상을 가지는 영상들을 하나의 특징 정보로 결합하는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서, 상기 (a-3) 단계는,

객체의 대칭성에 따라 16개의 클래스를 구성하고, 상기 클래스에 따라 해당 객체를 분류하는 단계; 및

상기 분류된 해당 객체의 중복되는 외형 패턴을 분석하여 중복 외형들을 제거하는 단계를 포함하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 16개의 클래스는 객체의 수평 대칭에 따라 정의되는 서로 다른 4개의 수평 클래스와 객체의 수직 대칭에 따라 정의되는 서로 다른 4개의 수직 클래스의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 6

청구항 2에 있어서, 상기 (a-4) 단계는 이산 푸리에 변환을 사용하여 인덱스의 차원을 감소시키는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 (b) 단계는,

(b-1) UB_Dist()과 LB_Dist()의 두 개의 함수를 사용하여 질의 영상의 거리 곡선과 가장 비유사한 거리 곡선을 제거하는 단계;

(b-2) 상기 (b-1) 단계를 통해 다수의 후보들을 제거하고 남은 소수의 후보들만 동적으로 인덱싱하는 단계; 및

(b-3) 질의 영상의 거리 곡선으로부터 최소 거리를 가지는 거리 곡선을 검색하는 단계를 포함하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 검색은 동적 시간 정합(Dynamic Time Warping)에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 LB_Dist()는 LB_Keogh 거리이고, 상기 UB_Dist()는 유클리디언(Euclidean) 거리인 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 (c) 단계는 동적으로 상기 후보 자세를 계산하고 데이터베이스에서 해당 영상을 검색하는 방식으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서, 상기 (c) 단계는 CAD(computer-aided design)를 사용하여 데이터베이스에 있는 3차원 객체로부터 후보 자세를 생성하는 방식으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 후보 자세는 수평 반복 주기 H_{period}에 따라 180 / H_{period} 수만큼 얻어지고, 가장 유사한 자세와 후보 자세 사이의 수평각은 다음의 수학식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법.

$$j = \begin{cases} H_{period} * (i+1) - k & \text{if } i \text{ is odd} \\ H_{period} * i + k & \text{if } i \text{ is even} \end{cases}$$

여기서 $1 \leq i \leq (180 / H_{period})$이고, j는 가장 유사한 자세와 후보 자세 사이의 수평각이며, k는 가장 유사한 자세의 각이다.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로 임의의 각도에서의 객체의 외형에 기반한 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 3차원 데이터가 점차 다양한 영역에서 생성되고 사용됨에 따라, 단일 영상 질의를 통한 3차원 객체 검색 및 자세 예측 방법은 보안, CAD, 가상현실, 의료 영상 분석, 로봇 자동화 및 장소 인식 등의 많은 영역에서 활발히 연구되고 있다. 단일 영상 질의를 통해 이러한 목적을 달성하기 위해서는 카메라의 위치에 따른 객체의 가능한 모든 영상을 고려하여야 한다. 이는 막대한 양의 계산 시간과 저장 공간을 필요로 한다. 따라서 효율적인 인덱스 구조가 필요하다.

[0003] 한편, 단일 영상 질의를 사용한 3차원 객체 검색에서 사용되는 방법 중 하나로 객체의 외형 정보를 사용하는 방법이 있다. 사람이 객체를 인식하는 방법과 유사하게 객체의 외형 정보를 사용하는 이 방법은 비교적 빠른 시간 내에 만족할 만한 결과를 얻을 수 있지만, 객체의 자세에 따라 동일한 외형이 발생될 수 있기 때문에 외형 정보만을 사용할 경우 객체의 정확한 자세를 알 수 없다는 단점이 있다.

[0004] 단일 영상 질의를 통한 3차원 객체 검색 및 자세 예측을 위해 많이 사용되는 또 다른 방법은 크기 불변 특징 변환(Scale-Invariant Feature Transform; SIFT) 알고리즘이다. SIFT 알고리즘은 영상의 회전 및 크기 변화가 발생하더라도 정확하게 검색할 수 있는 장점이 있지만, 이를 위해 많은 양의 특징 정보를 추출해서 사용하기 때문에 전처리 과정이나 유사도 비교 과정에서 많은 시간이 걸린다는 큰 단점이 있다.

[0005] 이러한 SIFT 알고리즘의 속도를 빠르게 하기 위해서 Speed-Up Robust Feature(SURF)가 제안되었다. SURF는 SIFT보다 훨씬 빠른 시간 내에 유사도 비교가 가능하지만, 이렇게 유사도 비교를 빠르게 하기 위해 적은 양의 특징 정보를 사용함으로써 정확도가 많이 떨어진다는 단점이 있다.

[0006] 따라서 SIFT의 특성을 보완하기 위해서는 효과적인 인덱스 구조가 필요하다. 이러한 SIFT의 인덱스 구조로서 인식된 점들의 수를 기반으로 한 이진 트리 등의 다양한 방법이 제안되었지만, 일반화된 SIFT의 인덱스 구조의 부재로 인해 상당수의 관련 연구에서는 질의 영상과 3차원 데이터 간의 유사도 비교가 순차적으로 이루어지고 있다.

[0007] 따라서 실시간으로 3차원 객체를 검색하고 자세를 예측하기 위해서는 보다 효과적인 인덱스 구조의 구성 및 빠른 검색 방법에 대한 요구가 절실한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 3차원 객체 검색의 정확도에 영향을 주지 않으면서도 유사 객체 검색을 위한 데이터의 양을 효율적으로 줄이는 한편, 3차원 객체의 외형 정보만을 사용함으로써 빠른 검색 속도를 얻을 수 있는 3차원 객체 검색 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0009] 또한 본 발명은 3차원 객체의 질의 영상과 가장 유사한 자세를 예측할 수 있는 3차원 객체의 자세 추정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 임의의 각도에서의 객체의 외형에 기반한 3차원 객체 검색 및 자세 추정

방법은, (a) 데이터베이스에 저장된 모든 3차원 객체들의 외형 정보로서 거리 곡선(distance curve)을 계산하고, 카메라의 회전에 의해 발생되는 거울상을 가진 영상들을 하나의 특징 정보로 결합하며, 객체의 대칭성에 따라 중복 외형 패턴을 제거한 후 남은 영상들의 거리 곡선을 사용하여 인덱스를 구성하는 단계; (b) 질의 영상의 거리 곡선을 계산한 후, 상기 (a) 단계에서 구성된 3차원 객체 데이터 인덱스 구조를 통해 질의 영상의 거리 곡선과의 유사도 비교 방법을 적용하여 가장 유사한 외형에 기반한 유사 객체들을 검색하는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 검색된 가장 유사한 외형과 동일한 외형을 가지는 영상을 포함하는 객체의 후보 자세를 추출하는 단계; 및 (d) 상기 (c) 단계에서 추출된 객체의 후보 자세로부터 추출한 영상들과 질의 영상과의 SIFT 알고리즘을 적용하여 최종적으로 가장 유사하다고 판단된 자세를 질의 영상 속의 객체의 자세로부터 추정하는 단계를 포함한다.

효 과

[0011] 이상의 구성을 통한 본 발명의 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법에 따르면, 빠르고 정확한 3차원 객체 검색 및 자세 추정이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] 단일 카메라 영상 질의를 통한 3차원 객체 검색을 위해서는 객체의 가능한 모든 영상을 고려하여야 하기 때문에 지나칠 정도로 많은 양의 데이터를 유사 객체 검색을 위해 고려하여야 한다. 본 발명은 검색의 정확도에 영향을 주지 않으면서도 객체의 대칭성을 이용하여 이러한 데이터의 양을 획기적으로 줄일 수 있는 방법을 제안한다.

[0013] 또한 본 발명은 유사 객체 검색을 위해 3차원 객체의 다양한 카메라 영상의 외형 정보만을 사용하는 외형 정보 기반의 유사 객체 검색 방법을 제안한다. 나아가 외형 정보만을 객체 검색에 사용할 경우 동일 외형을 가지는 다수의 객체의 생길 수 있기 때문에, 본 발명은 이러한 동일 외형의 물체의 가능한 자세들 중에서 질의 영상과 가장 가까운 자세를 예측할 수 있는 방법을 제안한다.

[0014] 앞의 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명 모두 예시적이라는 것이 이해되어야 하며, 청구된 발명의 부가적인 설명이 제공되는 것으로 여겨져야 한다. 참조 부호들이 본 발명의 바람직한 실시예들에 상세히 표시되어 있으며, 그것의 예들이 참조 도면들에 표시되어 있다. 가능한 어떤 경우에도, 동일한 참조 번호들이 동일한 또는 유사한 부분을 참조하기 위해서 설명 및 도면들에 사용된다. 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도이다. 도 1을 참조하면, 먼저 데이터베이스에 저장된 모든 3차원 객체들의 외형 정보로서 거리 곡선(distance curve)을 계산하고, 카메라의 회전에 의해 발생되는 거울상을 가진 영상들을 하나의 특징 정보로 결합하며, 객체의 대칭성에 따라 중복 외형 패턴을 제거한 후 남은 영상들의 거리 곡선을 사용하여 인덱스를 구성한다(S101). 본 발명에 따른 인덱스 구성 방법에 대한 세부 절차는 이후 도 4를 통해 상세히 설명될 것이다.

[0016] 다음 단계에서 질의 영상의 거리 곡선을 계산한 후, 단계 S101에서 구성된 3차원 객체 데이터 인덱스 구조를 통해 질의 영상의 거리 곡선과의 유사도 비교 방법을 적용하여 가장 유사한 외형에 기반한 유사 객체들을 검색한다(S103). 이때 회전 불변을 보장하기 위해 동적 시간 정합(Dynamic Time Warping; DTW)에 기반한 동적 인덱싱이 구성된다.

[0017] 구체적으로, 먼저 UB_Dist()과 LB_Dist()의 두 개의 함수를 사용하여 질의 영상의 거리 곡선과 가장 비유사한 거리 곡선을 제거한다. UB_Dist()는 언제나 사용된 검색 방법의 거리보다 크거나 같은 거리를 반환한다. 마찬가지로, LB_Dist()는 언제나 사용된 검색 방법의 거리보다 작거나 같은 거리를 반환한다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

[0018] $UB_Dist() \geq Matching\ method() \geq LB_Dist()$

[0019] 본 발명은 검색 방법으로 동적 시간 정합(Dynamic Time Warping; DTW)을 사용한다. 따라서 LB_Dist 함수로 LB_Keogh 거리가, 그리고 UB_Dist 함수로 유클리디언(Euclidean) 거리가 사용될 수 있다. 모든 거리 곡선에 대한 UB_Dist 값들 중에서 가장 작은 거리를 찾은 후, LB_Dist 값이 가장 작은 UB_Dist 값보다 큰 모든 거리 곡선을 제거함으로써 후보 거리 곡선의 수를 줄인다. 이와 같은 과정을 거쳐 다수의 후보들을 제거하고 남은 소수의 후보들만 동적으로 인덱싱한 후 질의 영상의 거리 곡선으로부터 최소 거리를 가지는 거리 곡선을 검색한다.

[0020] 이후 검색된 가장 유사한 외형과 동일한 외형을 가지는 영상을 포함하는 객체의 후보 자세를 추출한다(S105). 구체적으로 다음과 같은 과정을 거친다.

[0021] 도 2는 다른 자세를 가지는 객체를 보여주는데, 도 2에서 (a)와 (d)는 상이한 카메라 영상이고, (b)와 (e)는 그들의 외형 윤곽이며, (c)와 (f)는 그들의 거리 곡선이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 비록 그들의 자세(시각적 특징)가 다를지라도, 그들의 외형 윤곽(거리 곡선)은 동일하거나 서로에 대하여 반대이다. 단계 S101의 인덱스 구조 구성 단계에서 중복 외형이 제거되었기 때문에 이와 같은 후보 자세는 더 이상 사용될 수 없다.

[0022] 따라서 동적으로 후보 자세를 계산하여 데이터베이스에서 해당 영상을 검색하거나 또는 CAD(computer-aided design)와 같은 소프트웨어 도구를 사용하여 데이터베이스에 있는 3차원 객체로부터 후보 자세를 생성할 필요가 있다. 후자의 경우에 후보 자세로부터 가장 유사한 자세와 그것의 각에 대한 좌표가 필요하다. 이는 다음과 같이 계산된다.

[0023] 먼저, 수평 반복 주기 H_{period}에 따라 180 / H_{period} 만큼의 후보 자세들을 얻을 수 있다. 가장 유사한 자세와 후보 자세 사이의 수평각은 다음의 수학식 1을 사용하여 쉽게 계산할 수 있다.

수학식 1

$$j = \begin{cases} H_{period} * (i+1) - k & \text{if } i \text{ is odd} \\ H_{period} * i + k & \text{if } i \text{ is even} \end{cases}$$

[0024]

[0025] 여기서 $1 \le i \le (180 / H_{period})$이고, j는 가장 유사한 자세와 후보 자세 사이의 수평각이며, k는 가장 유사한 자세의 각이다.

[0026] 단계 S105에서 추출된 객체의 후보 자세로부터 추출한 영상들과 질의 영상과의 SIFT 알고리즘을 적용하여 최종적으로 가장 유사하다고 판단된 자세를 질의 영상 속의 객체의 자세로부터 추정한다(S107). SIFT 알고리즘은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려진 것이므로 상세한 설명을 생략한다.

[0027] 도 3은 동일한 외형에 대한 두 개의 카메라 시점 변화 영상의 SIFT 특징을 보여준다. 도 3에 도시된 바와 같이 동일한 외형에 대한 카메라 시점 변화 영상은 다른 SIFT 특징을 가질 수 있기 때문에, SIFT를 사용하여 효과적으로 가장 유사한 자세를 식별할 수 있다. 일반적으로 SIFT는 특징을 계산하는데 상당한 양의 시간을 필요로 한다. 그러나 본 발명에서는 단계 S105를 통해 적은 수의 후보 자세들에 대한 SIFT 특징이 필요하므로 큰 문제가 되지 않는다.

[0028] 도 4는 본 발명에 따른 유사 객체 검색을 위한 인덱스 구조 구성 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도이다. 도 4를 참조하면, 먼저 객체의 외형 정보로서 데이터베이스에 저장된 모든 3차원 객체의 중심점과 외곽선과의 거리를 계산한 거리 곡선이 계산된다(S401). 도 5는 객체의 외형 정보로서 거리 곡선을 계산하는 세부 절차를 예시적으로 보여주는데, 도 5에서 (a)는 3차원 객체의 영상이고, (b)는 외곽선을 따라 중심점과 외곽선과의 거리를 계산하는 과정을 보여주며, (c)는 해당 영상의 거리 곡선이다.

[0029] 한편, 단일 영상 질의를 통한 3차원 객체 검색을 위해서는 객체의 가능한 모든 영상이 고려되어야 하는데, 이는 막대한 양의 계산 시간과 저장 공간을 필요로 한다. 대부분의 객체들은 좌우 및/또는 전후 대칭성을 가지는데, 이를 도 6에 나타낸 바와 같이 객체의 종류에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다. (1) 대칭적인 객체의 경우, 거울 영상(mirror image)은 거울상의 외형을 가진다; (2) 어떤 종류의 객체이든 후면 영상은 전면 영상의 거울상의 외형을 가진다; (3) 객체와 객체의 투영 영상은 동일한 외형을 가진다. 이와 같은 특징에 근거하여 본 발명은 거울상 영상 을 결합하고, 중복 외형 패턴을 제거함으로써 검색의 정확도에 영향을 주지 않으면서도 인덱스 되어야 할 영상의 수를 최소화할 수 있다. 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0030] 객체의 종류에 관계없이 전면 영상과 후면 영상은 동일한 거울상의 외형을 가진다. 이러한 경우에 그들의 거리 곡선은 서로에 대하여 반대이고 이에 따라 이산 푸리에 변환(discrete Fourier transform; DFT)은 동일한 값을 반환한다. 따라서 인덱싱에 이산 푸리에 변환 값을 사용하면 하나의 이산 푸리에 변환 특징 값을 사용하여 이러한 거울상 영상들을 결합할 수 있다(S403). 인덱스를 구성할 때 거울상 영상을 결합하고 검색할 때 거울상의 외

형을 복구함으로써 정확성을 유지하면서도 인덱스 공간을 반으로 줄일 수 있다.

[0031] 3차원 객체의 전체 시점은 수평 및 수직 카메라 움직임의 조합을 통해 생성될 수 있으므로, 수평과 수직 두 개의 평면에서 객체의 대칭이 고려될 수 있다. 객체의 대칭에 따라 각 평면에 대하여 4개의 다른 클래스가 정의될 수 있다. 먼저, 전면과 측면에서의 외형의 대칭에 따라 서로 다른 4개의 수평 클래스 H1 내지 H4가 다음과 같이 정의된다.

[0032] H1 : 이 클래스는 구(sphere)와 같이 가능한 모든 수평 방향 카메라 영상이 동일한 객체를 포함한다.

[0033] H2 : 이 클래스는 차(car)와 같이 외형 패턴이 매 90도마다 반복되는 객체를 포함한다.

[0034] H3 : 이 클래스는 주사위와 같이 외형 패턴이 90도보다 더 자주 반복되는 객체를 포함한다. 예컨대, 주사위와 같은 정육면체의 경우에는 외형 패턴이 매 45도마다 반복된다.

[0035] H4 : 이 클래스는 어떠한 수평 방향 카메라 영상으로부터도 외형 패턴이 반복되지 않는 객체를 포함한다.

[0036] 수평 클래스와 마찬가지 방법으로 전면과 평면에서의 외형의 대칭에 따라 수직 클래스 V1 내지 V4가 정의된다. 수직 클래스의 특성은 수평 클래스와 동일하다. 이와 같이 본 발명은 객체의 수평 및 수직 대칭성에 따라 16개의 클래스를 구성하고, 클래스에 따라 해당 객체를 분류한다. 이후 중복되는 외형 패턴을 분석하여 중복 외형들을 제거함으로써(S405) 검색의 정확성을 희생하지 않고도 인덱스 공간과 검색 시간을 줄일 수 있다.

[0037] 단계 S403에서의 거울상 영상 결합과 단계 S405에서의 중복 외형 패턴 제거 과정을 거친 후 남은 영상들의 거리 곡선을 이용하여 인덱스 구조를 구성한다(S407). 카메라의 위치에 따른 객체의 모든 가능한 영상을 고려하는 것은 엄청나게 많은 데이터베이스 용량을 필요로 하기 때문에 효율적인 인덱스 구조는 효율적인 3차원 객체 검색 성능을 위해 필수적이다. 그러나 완전한 거리 곡선에 대한 인덱스 구조를 구성하는 것은 “차원의 저주(curse of dimensionality)”라고 알려진 문제 때문에 비효율적이다.

[0038] 따라서 본 발명은 단계 S403의 거울상 영상 결합에서 사용된 DFT를 사용하여 인덱스의 차원을 감소시킨다. DFT는 회전 불변을 보장하기 때문에 회전 불변의 인덱스 구조를 구성하는데 사용될 수 있다.

[0039] 한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지로 변형할 수 있다. 그러므로 본 발명의 범위는 상술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명에 따른 3차원 객체 검색 및 자세 추정 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도.

[0041] 도 2는 동일 외형의 두개의 다른 자세를 보여주는 예시도.

[0042] 도 3은 동일한 외형에 대한 두 개의 카메라 시점 변화 영상의 SIFT 특징을 보여주는 예시도.

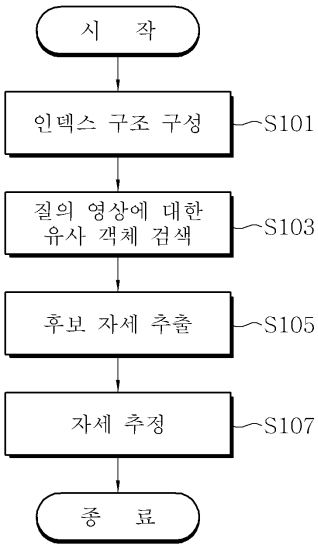
[0043] 도 4는 본 발명에 따른 유사 객체 검색을 위한 인덱스 구조 구성 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도.

[0044] 도 5는 객체의 외형 정보로서 거리 곡선을 계산하는 세부 절차를 보여주는 예시도.

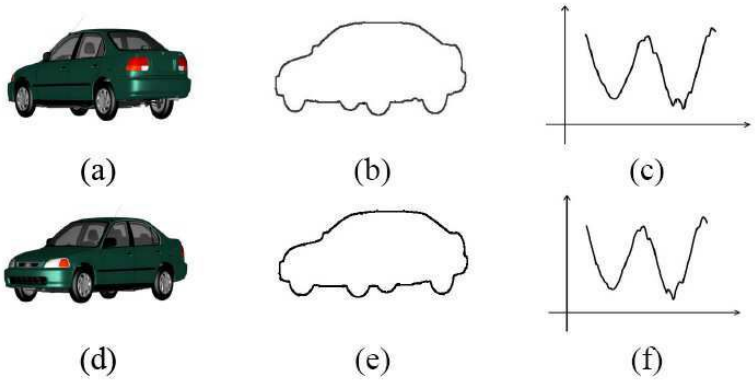
[0045] 도 6은 객체의 대칭에 따른 외형 패턴을 보여주는 예시도.

도면

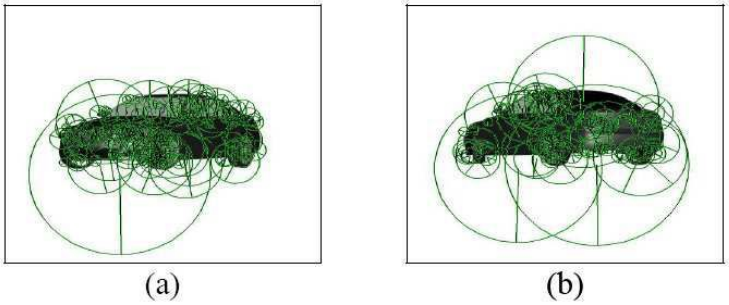
도면1



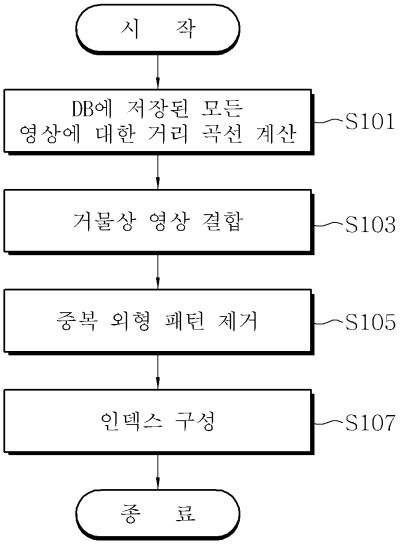
도면2



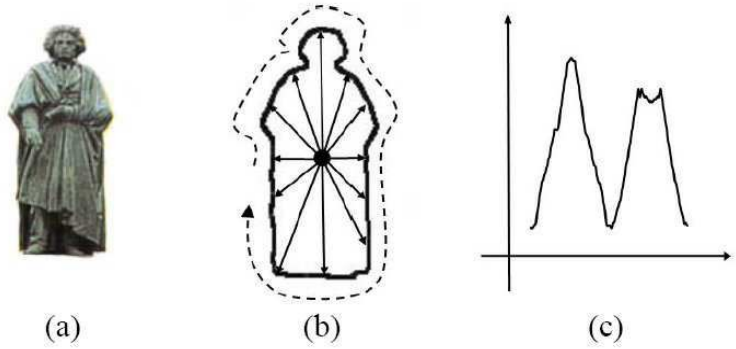
도면3



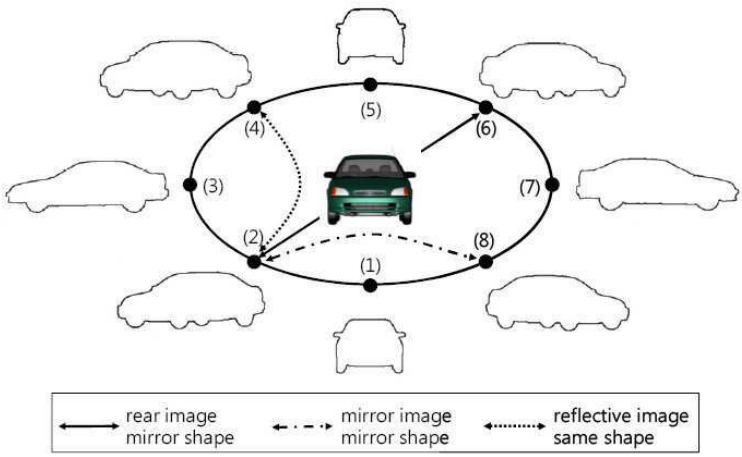
도면4


시 작
DB에 저장된 모든
영상에 대한 거리 곡선 계산
S101
거물상 영상 결합
S103
중복 외형 패턴 제거
S105
인덱스 구성
S107
종 료

도면5


(a)
(b)
(c)

도면6


(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
rear image
mirror shape
mirror image
mirror shape
reflective image
same shape