(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012 년 5 월 18 일 (18.05.2012)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2012/063994 A1

(51) 국제특허분류:
G03B 13/36 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2010/009367

(22) 국제출원일: 2010 년 12 월 27 일 (27.12.2010)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2010-0112166 2010 년 11 월 11 일 (11.11.2010) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)** [KR/KR]; 서울시 성북구 안암동 5 가 1 고려대학교, 136-713 Seoul (KR).

(72) 발명자; 겸

(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **고성제 (KO, Sung-Jea)** [KR/KR]; 서울시 서초구 방배동 725 신삼호아파트 나-304, 137-060 Seoul (KR). **한종우 (HAN, Jong-Woo)** [KR/KR]; 서울시 동대문구 이문 3 동 현대아파트 101-2503, 130-766 Seoul (KR). **이승용 (LEE, Seung-Yong)** [KR/KR]; 서울시 서초구 서초 4 동 삼풍아파트 16 동 1209 호, 137-779 Seoul (KR). **이효태 (LEE, Hyo-Tae)** [KR/KR]; 서울시 동대문구 제기 2 동 148-9 201 호, 130-060 Seoul (KR).

(74) 대리인: **송경근 (SONG, Kyeong-Keun)**; 서울시 서초구 서초동 1621-25 웰스빌딩 3 층, 137-878 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

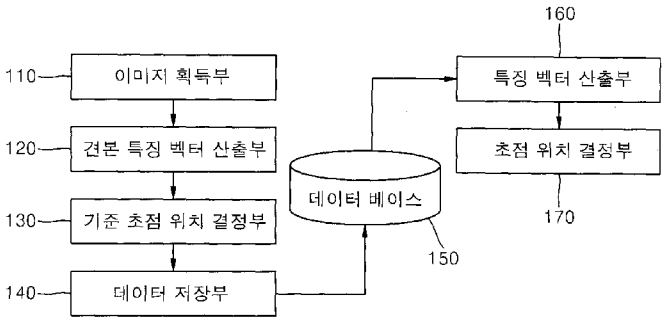
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

[다음 쪽 계속]

(54) Title: TRAINING-BASED AUTO-FOCUS DEVICE AND METHOD

(54) 발명의 명칭 : 트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법

【도 1】



110 ... Image acquisition unit
120 ... Sample feature vector calculation unit
130 ... Reference focus position determination unit
140 ... Data storage unit
150 ... Database
160 ... Feature vector calculation unit
170 ... Focus position determination unit

(57) **Abstract**: Disclosed are a training-based auto-focus device and method. A feature vector calculation unit calculates a feature vector corresponding to a target area on the basis of a changing rate of focus values that are calculated from adjacent input images, among a plurality of input images that are obtained by sequentially photographing the target area at a plurality of focus positions which are separated at preset intervals. A focus position determination unit determines, as an optimal focus position for photographing the target area, a reference focus position which is stored with correspondence to a reference feature vector that has a minimum difference with the feature vector corresponding to the target area in a database, in which a plurality of reference feature vectors and reference focus positions corresponding to each of the reference feature vectors are stored. According to the present invention, when an optimal focus position for photographing a target area is determined, focus positions which are stored in a database are searched by using a feature vector that is calculated on the basis of a changing rate of focus values between adjacent images, rather than on the basis of the focus values, thereby providing greatly improved speed compared to existing auto-focus techniques, and showing reliable accuracy.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2012/063994 A1

트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법이 개시된다. 특징 벡터 산출부는 사전에 설정된 간격으로 이격된 복수의 초점 위치에서 순차적으로 대상영역을 촬영하여 얻 어진 복수의 입력영상 중에서 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값의 변화 율을 기초로 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출한다. 초점 위치 결정부는 복수 의 기준 특징 벡터 및 각각의 기준 특징 벡터에 대응하는 기준 초점 위치가 저장된 데이터베이스에서 대상영역에 대응하는 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터 에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정한다. 본 발명에 따르면, 대상영역의 촬영을 위한 최적 초점 위치를 결정하는 데 있어서, 초점값을 기준으로 하는 것이 아닌 인접한 영상 사이에서의 초점값 변 화율을 기초로 산출된 특징 벡터를 사용하여 데이터베이스에 저장된 초점 위치를 검색함으로써, 기존의 자동 초점 기법에 비해 크게 향상된 속도를 가지며, 신뢰할 수 있는 정확도를 보인다.

【명세서】

【발명의 명칭】

트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법

【기술분야】

본 발명은 트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 영상으로부터 추출된 특징 벡터를 기초로 사전에 저장된 데이터를 참고하여 최적 초점 거리를 결정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

【배경기술】

자동 초점(Auto-Focus) 기술은 모바일 기기에 구비된 카메라 및 디지털 카메라 등에서 선명한 영상을 얻기 위해 사용되며, 능동(active) 방식과 수동(passive) 방식으로 나누어진다. 능동 방식의 자동 초점에서는 렌즈와 물체 사이의 거리를 측정하기 위해 부가적인 센서를 사용하기 때문에 제작 단가가 상승하며, 카메라의 크기가 커지게 된다는 문제가 있다. 따라서 대부분의 모바일 기기용 카메라에는 영상 자체의 정보를 기반으로 하는 수동 방식의 자동 초점 기술이 사용된다.

영상으로부터 얻어지는 정보들 중에서 초점값(Focus Value : FV)은 최적 초점 렌즈 위치를 탐색하기 위한 중요한 단서로 사용된다. 초점이 맞추어진 영상은 그렇지 않은 영상에 비해 고주파 성분을 더 많이 포함하고 있기 때문이다. 초점값은 tenengrad, Sq-Grad(squared-gradient) 및 SML(Sum-Modified-Laplacian)과 같은 다양한 방법에 의해 산출되며, 자동 초점 기술은 초점값이 최대인 지점을 최적 초점 렌즈 위치로 결정한다.

자동 초점 기술에서 최적 초점 렌즈 위치를 탐색하기 위한 가장 간단한 기법은 모든 렌즈 위치에서 초점값을 계산하는 HCS(Hill-Climbing Searching)로, HCS는 매우 정확하지만 속도가 느리므로 실제 제품에 적용하기 어려우며, 계산량이 많다는 단점이 있다. 따라서 속도 향상을 위해 규칙 기반 기법 및 초점값 모델링 기반 기법이 제안되었다.

규칙 기반 기법(이하, '선행기술1'이라 한다)은 최적 초점 렌즈 위치의 탐색 속도를 높이기 위해 초점값의 증가율에 따라 초점값 산출을 위한 렌즈 위치의 개수를 조절한다. 즉, 최적 초점 렌즈 위치가 결정되지 않을 것으로 판단되는 지역에서는 렌즈 위치의 수를 줄이고, 반대의 경우에는 렌즈 위치의 수를 늘리는 방법이다.

또한 초점값 모델링 기반 기법은 몇몇 렌즈 위치에서의 초점값을 산출한 후, DDEPM(Discrete Differential Equation Prediction Model)(이하, '선행기술2'라 한다) 또는 2차 다항식 모델(second order polynomial model)(이하, '선행기술3'이라

한다)을 사용하여 최적 초점 렌즈 위치를 추측한다.

한편, 탐색 속도를 더욱 높이기 위하여 제안된 트레이닝 기반 자동 초점 기술은 설정된 2~3개의 렌즈 위치에서만 초점값을 계산하므로 매우 향상된 탐색 속도를 보인다. 이러한 트레이닝 기반 자동 초점에서는 특징 벡터(feature vector)의 선택에 따라 결과의 정확도가 결정된다. 그런데 초점값을 특징 벡터로 사용한 트레이닝 기반 자동 초점 기법(이하, '선행기술4'라 한다)은 물체의 세부형태 및 조도와 같은 영상 촬영 환경에 영향을 받으며, 특히 물체에 평평한 영역이 포함되거나 낮은 조도의 환경에서 영상을 촬영할 때 최적 초점 렌즈 위치를 잘못 추정하기도 한다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 최적 초점 렌즈 위치를 정확하게 탐색하면서도 속도가 빠른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 최적 초점 렌즈 위치를 정확하게 탐색하면서도 속도가 빠른 트레이닝 기반의 자동 초점 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

【기술적 해결방법】

상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치는, 사전에 설정된 간격으로 이격된 복수의 초점 위치에서 순차적으로 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상 중에서 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출하는 특징 벡터 산출부; 및 복수의 기준 특징 벡터 및 각각의 기준 특징 벡터에 대응하는 기준 초점 위치가 저장된 데이터베이스에서 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 상기 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정하는 초점 위치 결정부;를 구비한다.

상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 방법은, (a) 사전에 설정된 간격으로 이격된 복수의 초점 위치에서 순차적으로 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상 중에서 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산

출하는 단계; 및 (b) 복수의 기준 특징 벡터 및 각각의 기준 특징 벡터에 대응하는 기준 초점 위치가 저장된 데이터베이스에서 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 상기 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정하는 단계;를 갖는다.

【유리한 효과】

본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법에 의하면, 대상영역의 촬영을 위한 최적 초점 위치를 결정하는 데 있어서, 초점값을 기준으로 하는 것이 아닌 인접한 영상 사이에서의 초점값 변화율을 기초로 산출된 특징 벡터를 사용하여 데이터베이스에 저장된 초점 위치를 검색함으로써, 기존의 자동 초점 기법에 비해 크게 향상된 속도를 가지며, 신뢰할 수 있는 정확도를 보인다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도,

도 2는 초점 위치, 즉 렌즈 위치의 변화에 따른 일반적인 초점값 곡선의 예를 도시한 도면,

도 3은 카메라로부터 다른 거리에 각각 위치하는 두 가지 객체를 촬영하여 얻어진 렌즈 위치에 따른 초점값의 변화를 도시한 그래프,

도 4는 다양한 대상객체 및 카메라로부터 각각의 대상객체까지의 다양한 거리에 대해 얻어진 복수의 이미지셋을 나타낸 도면,

도 5는 영상에 설정되는 초점 윈도우의 형태를 나타낸 도면,

도 6은 각각의 하위 윈도우에 대해 설정되는 가중 인자의 일 예를 도시한 도면,

도 7은 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 방법 중에서 데이터베이스를 구축하는 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도,

도 8은 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 방법 중에서 데이터베이스를 이용하여 최적 초점 위치를 결정하는 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도,

도 9는 모바일 기기의 카메라 모듈을 사용하는 실험 환경을 나타낸 도면,

도 10은 카메라로부터 서로 다른 거리에 놓인 객체를 촬영하여 얻어진 특징 벡터를 나타낸 그래프,

도 11은 기존에 사용된 초점 윈도우와 본 발명에서 제안된 하위 윈도우를 사용하여 얻어진 초점값 변화를 각각 나타낸 도면, 그리고,

도 12는 기존의 자동 초점 기법과 본 발명에 따른 자동 초점 기법에 의해 촬영된 영상을 나타낸 도면이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

이하에서 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치 및 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도이다.

도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치는, 이미지 획득부(110), 견본 특징 벡터 산출부(120), 기준 초점 위치 결정부(130), 데이터 저장부(140), 데이터베이스(150), 특징 벡터 산출부(160) 및 초점 위치 결정부(170)를 구비한다. 이들 중에서 이미지 획득부(110), 견본 특징 벡터 산출부(120), 기준 초점 위치 결정부(130) 및 데이터 저장부(140)는 데이터베이스(150)의 구축에 사용되며, 특징 벡터 산출부(160) 및 초점 위치 결정부(170)는 실제로 대상영역을 촬영할 때 초점 위치를 자동으로 결정하기 위해 사용된다.

이하에서는 먼저 트레이닝 기반의 자동 초점 위치 결정을 위한 데이터베이스(150) 구축 방법에 대하여 설명한 후, 구축된 데이터베이스(150)를 기반으로 한 초점 위치 결정 방법에 대하여 설명한다.

도 2는 초점 위치, 즉 렌즈 위치의 변화에 따른 일반적인 초점값 곡선의 예를 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, A 구간에서 초점값은 급격하게 증가하며, B 구간에서는 초점값의 증가율이 점차 감소하여 최고치에 도달한 후 C 구간에서는 초점값이 감소하기 시작하여 D 구간에서는 급격하게 감소하는 형태를 보인다. 즉, B 구간과 C 구간의 경계 지점에서 초점값의 증가율은 0이 되며, 이때의 렌즈 위치가 최적 초점 렌즈 위치에 해당한다.

이와 같이 초점값은 최적 초점 렌즈 위치를 결정하기 위해 유용하게 사용될 수 있으나, 앞에서도 설명한 바와 같이 트레이닝 기반의 자동 초점 기법에서는 특징 벡터로서 부적절하다. 초점값은 촬영 대상인 객체의 질감 및 촬영 환경에 민감하여, 예를 들면, 카메라로부터 동일한 거리에 위치하더라도 복잡한 질감의 객체를 촬영할 때의 초점값이 단순한 패턴의 객체를 촬영할 때의 초점값보다 높게 나타날 수 있다. 또한 동일한 위치에 놓인 동일한 객체라도 조도 조건에 따라 다른 초점값이 얻어질 수 있다.

본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치는 이러한 문제를 해결하기 위해 기존의 트레이닝 기반의 자동 초점 기법인 선행기술4와는 달리 초점값이 아닌

초점값의 증가율(Focus Value Increment Ratio : FVIR)로부터 특징 벡터를 결정하여 사용한다. 따라서 대상영역의 촬영을 위한 최적 초점 위치는 선택된 초점 위치에서 촬영된 영상의 FVIR 값을 산출하여 얻어진 특징 벡터를 데이터베이스(150)에서 검색함으로써 결정된다.

도 2에 도시된 것과 같은 초점값 곡선의 형태는 객체의 질감 및 촬영 환경에 무관하게 거의 일정하기 때문에, 최적 초점 위치 결정에는 초점값보다 FVIR 값이 더 적합하다.

도 3은 카메라로부터 다른 거리에 각각 위치하는 두 가지 객체를 촬영하여 얻어진 렌즈 위치에 따른 초점값의 변화를 도시한 그래프이다. 도 3의 (a)는 카메라로부터 멀리 떨어진 단순한 패턴의 객체1을 촬영한 영상이고, 도 3의 (b)는 카메라로부터 가깝게 위치한 복잡한 질감의 객체2를 촬영한 영상이다. 도 3의 (c)에 도시된 그래프를 참조하면, 객체1과 객체2를 촬영하기 위한 최적 초점 렌즈 위치는 전혀 상이하지만, A로 표시된 구간에서의 초점값은 유사하게 나타난다. 따라서 이러한 경우에 초점값은 최적 초점 위치를 결정하기에 적합하지 않으나, 객체1에 대응하는 초점값 그래프와 객체2에 대응하는 초점값 그래프의 형태는 매우 상이하게 나타나므로, 구간 A에서 두 그래프는 FVIR 값에 의해 구별이 가능하다.

이미지 획득부(110)는 이와 같이 FVIR 값으로부터 생성되는 특징 벡터로 데이터베이스(150)를 구축하기 위해 사전에 설정된 간격으로 이격된 복수의 초점 위치에서 대상객체를 촬영하여 얻어지는 복수의 견본영상으로 이루어진 이미지셋을 복수의 대상객체 각각의 식별정보 및 카메라로부터 대상객체까지의 거리에 대응하여 복수 개 생성한다.

이하에서 이미지셋 S(l,m)은 카메라로부터 m의 거리에 위치하는 대상객체 l을 가능한 모든 렌즈 위치에서 촬영한 견본영상의 집합을 나타낸다. 또한 I(l,m,n)은 이미지셋 S(l,m)에 포함된 견본영상들 중에서 n번째 렌즈 위치에서 촬영된 견본영상을 나타낸다. 이때 각각의 견본영상을 촬영하기 위한 렌즈 위치, 즉 초점 위치는 카메라 자체의 설계에 따르며, 일 예로서 각각의 초점 위치는 일정한 간격으로 20개가 설정될 수 있다. 따라서 각각의 이미지셋을 구성하는 견본영상의 개수는 20개가 될 수 있다.

도 4는 다양한 대상객체 및 카메라로부터 각각의 대상객체까지의 다양한 거리에 대해 얻어진 복수의 이미지셋을 나타낸 도면이다. 도 4에서 각각의 이미지셋 S(l,m)은 N개의 초점 위치에서 각각 촬영된 N개의 견본영상을 포함하며, 이 중에서 최적 초점 위치 p에서 촬영된 영상이 초점이 맞추어진 견본영상에 해당한다.

견본 특징 벡터 산출부(120)는 이미지 획득부(110)에 의해 얻어진 복수의 이미지셋 각각에 대하여 이미지셋에 포함된 복수의 견본영상 중에서 서로 인접한 견본영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 견본 특징 벡터를 산출한다.

일 실시예로서, 견본 특징 벡터 산출부(120)는 각각의 이미지셋마다 두 개씩의 FVIR 값을 산출하며, 다음의 수학식 1과 같이 두 개의 FVIR 값으로 이루어진 견본 특징 벡터를 산출한다.

【수학식 1】

$$V(l,m)=\begin{bmatrix} v_{\alpha,\alpha+\beta} \\ v_{\alpha+\beta,\alpha+2\beta} \end{bmatrix}$$

여기서, V(l,m)은 이미지셋 S(l,m)에 대응하여 산출된 견본 특징 벡터이고, $v_{\alpha,\alpha+\beta}$ 및 $v_{\alpha+\beta,\alpha+2\beta}$는 각각 인접한 견본영상 사이에서 산출된 FVIR 값으로, FVIR 값은 다음의 수학식 2에 의해 산출된다.

【수학식 2】

$$v_{i,j}=(FV_i-FV_j)/FV_i$$

여기서, $v_{i,j}$는 초점 위치 i에서 촬영된 영상과 초점 위치 j에서 촬영된 영상 사이의 FVIR 값이고, FV_i는 초점 위치 i에서 촬영된 영상의 초점값, 그리고 FV_j는 초점 위치 j에서 촬영된 영상의 초점값이다.

다시 수학식 1을 참조하면, 견본 특징 벡터 산출부(120)는 이미지셋에 포함된 복수의 견본영상 중에서 초점 위치 α, α+β 및 α+2β에서 촬영된 견본영상을 견본 특징 벡터의 산출에 사용한다. 여기서 α는 최적 초점 위치를 추정하기 위한 초기 초점 위치이며, β는 각각의 초점 위치 사이의 간격이다. 따라서 견본 특징 벡터의 산출에 사용되는 견본영상은 초기 초점 위치로부터 연속하여 촬영된 세 개의 견본영상에 해당한다. 그러나 이는 일 실시예일 뿐이며, 견본 특징 벡터의 산출을 위한 견본영상의 개수 및 간격은 설정에 따라 달라질 수 있다.

기준 초점 위치 결정부(130)는 복수의 이미지셋 각각에 대하여 이미지셋에 포함된 복수의 견본영상 중에서 초점값이 최대인 견본영상이 촬영된 초점 위치를 기준 초점 위치로 결정하여 데이터베이스(150)에 저장한다.

도 4에 나타난 바와 같이 복수의 견본영상 중에서 가장 초점이 잘 맞추어진 견본영상, 즉 초점값이 최대인 견본영상은 복수의 초점 위치 중에서 가장 적합한 초점 위치인 p에서 촬영된 것이다. 기준 초점 위치 결정부(130)는 각각의 이미지셋마다 초점값이 최대인 견본영상이 촬영된 초점 위치를 탐색하여 이를 각각의 이미

지셋에 대응하는 기준 초점 위치로 결정한다. 즉, 기준 초점 위치의 결정은 기존의 최적 초점 위치 결정 알고리즘인 HCS에 의해 수행된다.

이상에서 설명한 바와 같이 견본 특징 벡터 산출부(120) 및 기준 초점 위치 결정부(130)에 의해 각각의 이미지셋 S(l,m)에 대응하는 견본 특징 벡터 V(l,m) 및 기준 초점 위치 p가 얻어진다. 데이터 저장부(140)는 기준 초점 위치의 값을 기준으로 복수의 이미지셋을 사전에 설정된 개수의 그룹으로 분류하고, 각각의 그룹에 속하는 이미지셋에 대하여 산출된 견본 특징 벡터들의 평균을 기준 특징 벡터로 결정하여 데이터베이스(150)에 저장한다.

데이터베이스(150)에는 각각의 이미지셋에 대응하여 얻어진 기준 초점 위치 p가 저장되어 있다. 그런데 서로 다른 견본 특징 벡터가 산출된 이미지셋에 대응하여 동일한 기준 초점 위치가 결정될 수 있으므로, 각각의 기준 초점 위치에 대응하여 데이터베이스(150)에 저장되는 기준 특징 벡터는 동일한 기준 초점 위치를 가지는 복수의 이미지셋에 대하여 산출된 견본 특징 벡터들을 모두 포함할 필요성이 있다.

구체적으로, 도 4에 도시된 바와 같이 하나의 이미지셋에 N개의 견본영상이 포함되어 있을 때, 복수의 이미지셋에 각각 대응하는 기준 초점 위치는 1 내지 N 중에서 하나의 값으로 결정된다. 따라서 데이터 저장부(140)는 기준 초점 위치의 값을 기준으로 복수의 이미지셋을 N개의 그룹으로 분류한다. 또한 각각의 그룹에 대응하는 기준 특징 벡터는 다음의 수학식 3에 의해 산출된다.

【수학식 3】

$$\overline{V}_n = \frac{1}{K_n} \sum_{(l,m)\in\Omega_n} V(l,m)$$

여기서, $\overline{V}_n$은 n번째 그룹에 대응하여 산출된 기준 특징 벡터, K_n은 n번째 그룹에 포함된 견본 특징 벡터의 개수, 그리고 Ω_n은 n번째 그룹, 즉 기준 초점 위치가 N개의 초점 위치 중에서 n번째인 이미지셋들로 이루어진 그룹이다.

결과적으로, 데이터베이스(150)에는 n번째 그룹에 대응하여 산출된 기준 특징 벡터 및 기준 초점 위치가 매핑되어 저장되고, 이후 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치는 데이터베이스(150)에 저장된 기준 특징 벡터 및 그에 대응하는 기준 초점 위치를 기초로 대상영역의 촬영을 위한 최적 초점 위치를 결정한다.

특징 벡터 산출부(160)는 복수의 초점 위치에서 순차적으로 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상 중에서 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값

의 변화율을 기초로 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출한다.

특징 벡터 산출부(160)는 견본 특징 벡터 산출부(120)가 각각의 이미지셋에 대응하는 견본 특징 벡터를 산출하기 위해 사용한 견본영상이 촬영된 초점 위치와 동일한 초점 위치에서 대상영역을 촬영하여 생성된 복수의 입력영상을 기초로 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출한다.

즉, 수학식 1에서 초점 위치 α, α+β 및 α+2β에서 촬영된 견본영상을 이미지셋의 견본 특징 벡터를 산출하기 위해 사용하였으므로, 특징 벡터 산출부(160)는 초점 위치 α, α+β 및 α+2β에서 대상영역을 각각 촬영하여 얻어진 세 개의 입력영상을 사용하여 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출한다. 따라서 대상영역에 대응하는 특징 벡터는 세 개의 입력영상의 초점값을 기초로 산출된 두 개의 FVIR 값으로 이루어진다.

다음으로 초점 위치 결정부(170)는 데이터베이스(150)에서 대상영역에 대응하는 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정한다.

트레이닝 기반의 자동 초점 기법에서는 데이터베이스(150)에 저장된 값을 사용하여 최적 초점 위치를 결정하며, 따라서 초점 위치 결정부(170)는 특징 벡터 산출부(160)에 의해 산출된 대상영역에 대응하는 특징 벡터와 가장 근접한 기준 특징 벡터를 데이터베이스(150)로부터 검색한다.

먼저 초점 위치 결정부(170)는 다음의 수학식 4에 의해 데이터베이스(150)에 저장된 복수의 기준 특징 벡터와 대상영역에 대응하는 특징 벡터 사이의 비용을 산출한다.

【수학식 4】

$$C_n=\|\overline{V}_n-V_{int}\|_2$$

여기서, C_n은 데이터베이스(150)에 저장된 기준 특징 벡터들 중에서 n번째 기준 특징 벡터와 대상영역에 대응하는 특징 벡터 사이의 비용, $\overline{V}_n$은 n번째 기준 특징 벡터, V_{int}는 대상영역에 대응하는 특징 벡터이고, $\|\cdot\|_2$는 L2 놈(norm)을 나타낸다.

다음으로 초점 위치 결정부(170)는 각각의 기준 특징 벡터에 대응하여 데이터베이스(150)에 저장된 기준 초점 위치들 중에서 수학식 4의 비용을 최소화하는 기준 초점 위치를 다음의 수학식 5와 같이 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정한다.

【수학식 5】

$$\tilde{p}=\arg\min_{n} C_n, \quad n=1,2,\cdots,N$$

여기서, $\tilde{P}$는 최적 초점 위치이고, N은 데이터베이스(150)에 저장된 기준 특징 벡터 및 기준 초점 위치의 개수이다.

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치는 초점값 증가율을 특징 벡터로 하여 데이터베이스(150)를 구축하고, 사전에 설정된 소수의 초점 위치에서 촬영된 입력영상을 기초로 특징 벡터를 산출하여 초점 위치를 결정함으로써 초점 위치 결정의 속도 및 정확도를 향상시킬 수 있다.

한편, 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치의 정확성을 향상시키기 위해 초점값 산출을 위해 영상에 설정되는 초점 윈도우(focusing window)의 형태를 변화시키는 것이 가능하다.

도 5는 영상에 설정되는 초점 윈도우의 형태를 나타낸 도면으로, 도 5의 (a)는 기존의 초점 윈도우를 나타낸 것이고, (b)는 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 장치에 의해 사용되는 새로운 형태의 초점 윈도우를 나타낸 것이다.

즉, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 초점값 산출을 위해 복수의 입력영상에 각각 설정된 초점 윈도우는 복수의 하위 윈도우로 분할되며, 특징 벡터 산출부(160)는 각각의 하위 윈도우에 대응하는 특징 벡터인 하위 특징 벡터를 산출한다. 이때 각각의 하위 특징 벡터는 인접한 복수의 입력영상에서 동일한 지점에 위치하는 하위 윈도우의 FVIR을 기초로 산출된다.

다음으로 초점 위치 결정부(170)는 데이터베이스(150)에 저장된 값들을 기초로 각각의 하위 윈도우에 대응하는 최적 초점 위치를 결정하고, 다음의 수학식 6에 의해 대상영역의 촬영을 위한 최종적인 최적 초점 위치를 결정한다.

【수학식 6】

$$\hat{p}=MED[W_1^{\circ}\ \tilde{p}_1, W_2^{\circ}\ \tilde{p}_2, \cdots, W_K^{\circ}\ \tilde{p}_K]$$

여기서, $\tilde{P}_k$는 K개의 하위 윈도우 중에서 k번째 하위 윈도우에 대응하여 결정된 최적 초점 위치이며, $^{\circ}$는 복제 연산자(replication operator)로서 다음의 수학식 7과 같이 주어진다.

【수학식 7】

$$W_k^{\circ}\ \tilde{p}_k=\tilde{p}_k, \tilde{p}_k, \cdots, \tilde{p}_k\ (W_k\ times)$$

여기서, 가중 인자 W_k는 각각의 하위 윈도우에 대하여 설정되는 값으로, 전

체 초점 윈도우 내에서 하위 윈도우의 위치에 따라 다르게 설정될 수 있다.

도 6은 각각의 하위 윈도우에 대해 설정되는 가중 인자의 일 예를 도시한 도면으로, 초점 윈도우가 16개의 하위 윈도우로 분할되고, 중심에 위치하는 하위 윈도우에 더 큰 값의 가중 인자가 설정되는 것을 확인할 수 있다. 이는 촬영의 대상이 되는 객체가 대상영역의 중심에 위치하는 것이 일반적이기 때문이다.

이와 같이 입력영상에 설정되는 초점 윈도우를 복수의 하위 윈도우로 분할하여 각각의 하위 윈도우에 대응하는 최적 초점 위치를 결정하고, 각각의 최적 초점 위치에 가중 인자를 부여하여 최종적인 최적 초점 위치를 결정함으로써 초점 위치 결정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도 7은 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 방법 중에서 데이터베이스(150)를 구축하는 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도이다.

도 7을 참조하면, 이미지 획득부(110)는 기준 개수의 초점 위치에서 대상객체를 촬영하여 각각 얻어진 견본영상들로 이루어진 이미지셋을 복수의 대상객체 각각의 식별정보 및 카메라로부터 대상객체까지의 거리에 대응하여 복수 개 생성한다(S710). 다음으로 견본 특징 벡터 산출부(120)는 각각의 이미지셋에 대하여 견본영상들 중에서 서로 인접한 견본영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 견본 특징 벡터를 산출한다(S720).

기준 초점 위치 결정부(130)는 각각의 이미지셋에 포함된 견본영상들 중에서 초점값이 최대인 견본영상이 촬영된 초점 위치를 기준 초점 위치로 결정한다(S730). 데이터 저장부(140)는 기준 초점 위치의 값을 기준으로 복수의 이미지셋을 기준 개수의 그룹으로 분류하고(S740), 각각의 그룹에 속하는 이미지셋에 대하여 산출된 견본 특징 벡터들의 평균을 각 그룹에 대응하는 기준 특징 벡터로 결정한다(S750). 마지막으로 데이터 저장부(140)는 각각의 그룹에 대응하는 기준 특징 벡터 및 기준 초점 위치를 데이터베이스(150)에 저장한다(S760).

도 8은 본 발명에 따른 트레이닝 기반의 자동 초점 방법 중에서 데이터베이스(150)를 이용하여 최적 초점 위치를 결정하는 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도이다.

도 8을 참조하면, 복수의 초점 위치, 바람직하게는 견본 특징 벡터의 산출을 위해 사용된 견본영상들이 촬영된 초점 위치에서 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상을 기초로 하여(S810), 특징 벡터 산출부(160)는 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출

한다(S820).

초점 위치 결정부(170)는 데이터베이스(150)에 저장된 기준 특징 벡터들 중에서 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터를 선택하고(S830), 선택된 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정한다(S840).

본 발명의 성능을 평가하기 위한 실험을 수행하였다. 도 9는 모바일 기기의 카메라 모듈을 사용하는 실험 환경을 나타낸 도면으로, 카메라 모듈은 100개의 렌즈 위치, 즉 초점 위치에서 객체를 촬영할 수 있다. 본 발명이 구현된 제어 프로그램은 2.66GHz의 쿼드코어 CPU와 2GB의 램(RAM)을 구비한 컴퓨터에 설치되었다. 견본영상으로부터 견본 특징 벡터를 산출하고 입력영상으로부터 특징 벡터를 산출하기 위한 수학식 1의 α 및 β의 값은 각각 1 및 2로 설정되었다. 실험 수행시 카메라로부터 10cm 미만의 거리에 위치한 객체들은 고려 대상에서 제외되므로 20개의 초점 위치가 최적 초점 위치 결정에 사용된다.

데이터베이스(150)를 구축하기 위해서는 카메라로부터의 20개의 다른 거리(10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 60, 80, 100 및 120cm)에 놓여져 촬영된 41개의 대상객체에 각각 대응하는 820개의 이미지셋을 사용하였다.

먼저 견본 특징 벡터 산출부(120)에 의해 산출되는 견본 특징 벡터 및 특징 벡터 산출부(160)에 의해 산출되는 특징 벡터의 신뢰성을 검증하기 위해 카메라로부터의 특정 거리에 놓인 객체에 대응하여 특징 벡터를 산출하였다. 도 10은 카메라로부터 서로 다른 거리에 놓인 객체를 촬영하여 얻어진 특징 벡터를 나타낸 그래프이다. 도 10의 (a) 내지 (c)의 그래프에 표시된 6개의 좌표는 각각 카메라로부터 10, 14, 20, 40, 60 및 120cm에 위치한 객체를 촬영하여 얻어진 특징 벡터를 나타낸 것이다. 또한 이러한 특징 벡터는 데이터베이스(150)에 저장되는 기준 특징 벡터와 같이 복수의 이미지셋에 대하여 얻어진 특징 벡터들의 평균에 의해 얻어진 것이다.

도 10의 (a)는 영상의 초점값을 산출하기 위해 기존의 초점값 산출 기법 중에서 Tenengrad를 사용하여 얻어진 그래프이고, (b)는 Sq-Grad(squared-gradient), 그리고 (c)는 SML(Sum-Modified-Laplacian)을 사용하여 얻어진 그래프이다. 카메라로부터의 거리에 따라 얻어진 복수의 특징벡터에 대하여 특징 벡터들의 표준편차 σ_{FV}, 특징 벡터들 간의 최소 유클리드 거리 E, 그리고 σ_{FV}와 E의 차분 Δ을 다음의 표 1에 나타내었다.

【표 1】

거리 (cm)	Tenengrad			Sq-Grad			SML		
	E	σ_{FV}	Δ	E	σ_{FV}	Δ	E	σ_{FV}	Δ
10	12.7	13.5	-0.8	14.1	16.7	-2.6	29.2	19.7	9.5
14	12.7	11.5	1.2	14.1	13.3	-0.8	29.2	14.8	14.4
20	14.5	8.5	6.0	15.8	9.4	6.4	31.1	10.2	20.9
40	21.2	6.8	14.4	24.5	7.8	16.7	41.2	5.5	35.7
60	23.4	5.9	17.5	28.4	7.5	20.9	42.7	4.8	37.9
120	28.3	4.8	23.5	32.4	5.3	27.1	45.3	3.9	41.4

표 1을 참조하면, 차분 Δ의 값은 초점값 산출 기법에 무관하게 대체로 0에 근접하거나 0보다 큰 값으로 나타난다. 따라서 본 발명에 의해 제안된 기법으로 산출된 특징 벡터는 대부분의 초점값 산출 기법에 대하여 우수한 성능을 보임을 확인할 수 있다. 특히 SML에 의해 초점값을 산출하는 경우에 얻어진 특징 벡터는 σ_{FV}와 E의 차분값이 크게 나타나므로 다른 기법들에 비해 성능이 더 우수하다.

다음으로 본 발명에 의해 제안된 기법에 따른 최적 초점 위치 결정의 성능을 앞에서 설명한 선행기술1 내지 선행기술4와 비교하였다. 성능 비교를 위한 시뮬레이션은 실내 환경에서 20개의 객체를 사용하여 이루어졌으며, 각각의 객체는 카메라로부터 10cm 내지 120cm의 다양한 거리에서 촬영되었다. 이들 객체는 데이터베이스(150) 구축이 아닌 실제 최적 초점 위치 결정을 위해 사용된 것이며, 객체의 크기는 앞에서 설명한 초점 윈도우의 크기보다 크다.

정확도를 측정하기 위해서 다음의 수학식 8로 표현되는 수정 표준 편차(Modified Standard Deviation : MSD)가 사용되었다.

【수학식 8】

$$MSD=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{T}(p_i-\tilde{p}_i)^2}{T}}$$

여기서, p_i는 실제 최적 초점 거리, $\tilde{p}_i$는 본 발명에 의해 얻어진 최적 초점 거리, 그리고 T는 시뮬레이션 횟수를 나타낸다.

다음의 표 2에는 선행기술1 내지 선행기술4와 본 발명에 대하여 수학식 8에 의해 산출된 MSD의 값 및 각각의 방법을 수행하여 최적 초점 위치를 결정하기까지 요구되는 단계의 수를 나타내었다.

【표 2】

사용된 방법	MSD	평균 수행 단계의 수
선행기술1	0.47	9.55
선행기술2	2.38	8.76
선행기술3	0.94	7
선행기술4	1.0	5.2
본 발명	1.1	3

표 2를 참조하면, 본 발명은 최적 초점 위치를 결정하기 위해 평균적으로 3개의 단계가 수행되므로 선행기술들에 비해 속도가 현저히 향상된 것을 알 수 있으며, MSD의 값은 선행기술1 및 선행기술3보다는 크지만 이들 선행기술은 본 발명에 비해 현저하게 느린 수행 속도를 보이므로, 본 발명은 속도 및 정확성의 면에서 모두 신뢰할 수 있는 성능을 보인다.

도 11은 기존에 사용된 초점 윈도우와 본 발명에서 제안된 하위 윈도우를 사용하여 얻어진 초점값 변화를 각각 나타낸 도면이다. 도 11의 (a)는 영상에 표시된 기존의 초점 윈도우이며, (b)는 이러한 초점 윈도우로부터 산출된 초점값을 렌즈 위치, 즉 초점 위치에 따라 도시한 그래프이다. 도 11의 (a)에서 촬영 대상인 객체는 카메라에 가까이 위치하고 있으나, 절반 정도만 초점 윈도우 내에 위치한다.

이러한 경우에 얻어지는 초점값 그래프는 도 11의 (b)와 같이 객체 및 배경 부분에 대응하는 지점에서 각각 최대치를 나타내며, 이는 객체 및 배경에 각각 대응하는 두 개의 최적 초점 위치이다. 그에 따라 하나의 초점 윈도우만을 사용하는 기존의 자동 초점 기법에 의하면 객체를 촬영하기 위한 최적 초점 위치를 정확히 결정하지 못하는 경우가 발생한다.

한편, 도 11의 (c)는 본 발명에서 제시된 방법에 따라 초점 윈도우가 복수의 하위 윈도우로 분할된 경우를 도시한 도면이다. 도 11의 (d)는 16개의 하위 윈도우 중에서 어두운 회색으로 표시된 하위 윈도우로부터 얻어진 초점값 그래프이며, (e)는 밝은 회색으로 표시된 하위 윈도우로부터 얻어진 초점값 그래프이다. 도 11의 (d)에 도시된 그래프에서 최적 초점 위치는 7인 반면, (e)에 도시된 그래프에서 최적 초점 위치는 1이다. 본 발명에 따라 중심에 위치하는 하위 윈도우에 더 높은 가중치를 부여한다면 객체를 촬영하기 위한 최적 초점 위치를 정확하게 결정할 수 있다.

도 12는 기존의 자동 초점 기법과 본 발명에 따른 자동 초점 기법에 의해 촬영된 영상을 나타낸 도면이다. 도 12의 (a)는 기존의 초점 윈도우로부터 초점값을 산출하여 최적 초점 위치를 결정한 결과 얻어진 영상으로, 카메라에 가까이 위치하는 객체가 아닌 배경 부분에 초점이 맞추어져 있다. 그러나 본 발명에 따라 촬영된 도 12의 (b)에서는 객체 부분에 정확히 초점이 맞추어져 있는 것을 확인할 수 있

다.

본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

사전에 설정된 간격으로 이격된 복수의 초점 위치에서 순차적으로 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상 중에서 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출하는 특징 벡터 산출부; 및

복수의 기준 특징 벡터 및 각각의 기준 특징 벡터에 대응하는 기준 초점 위치가 저장된 데이터베이스에서 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 상기 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정하는 초점 위치 결정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 복수의 초점 위치를 포함하는 기준 개수의 초점 위치에서 대상객체를 촬영하여 각각 얻어진 견본영상들로 이루어진 이미지셋을 복수의 대상객체 각각의 식별정보 및 카메라로부터 상기 대상객체까지의 거리에 대응하여 복수 개 생성하는 이미지 획득부;

상기 이미지 획득부에 의해 얻어진 복수의 이미지셋 각각에 대하여 상기 이미지셋에 포함된 견본영상들 중에서 서로 인접한 견본영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 견본 특징 벡터를 산출하는 견본 특징 벡터 산출부;

상기 각각의 이미지셋에 포함된 견본영상들 중에서 초점값이 최대인 견본영상이 촬영된 초점 위치를 상기 각각의 이미지셋에 대응하는 기준 초점 위치로 결정하는 기준 초점 위치 결정부; 및

상기 기준 초점 위치의 값을 기준으로 상기 복수의 이미지셋을 상기 기준 개수의 그룹으로 분류하고, 상기 각각의 그룹에 속하는 이미지셋에 대하여 산출된 견본 특징 벡터들의 평균을 상기 기준 특징 벡터로 결정하여 상기 데이터베이스에 저장하는 데이터 저장부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 견본 특징 벡터 산출부는 사전에 선택된 적어도 세 개의 초점 위치에서 촬영된 견본영상을 사용하여 상기 견본 특징 벡터를 산출하며,

상기 특징 벡터 산출부는 상기 견본 특징 벡터의 산출에 사용된 견본영상들이 촬영된 초점 위치와 동일한 초점 위치에서 각각 촬영된 복수의 입력영상을 사용하여 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 장치.

【청구항 4】

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 특징 벡터 산출부는 상기 대상영역을 촬영하기 위한 초기 초점 위치 및 상기 초기 초점 위치로부터 상기 간격으로 이격된 적어도 두 개의 초점 위치에서 상기 대상영역을 촬영하여 얻어진 적어도 세 개의 상기 입력영상 사이의 초점값의 변화율로 이루어진 상기 특징 벡터를 산출하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 장치.

【청구항 5】

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각각의 입력영상에 초점값 산출을 위해 설정된 초점 윈도우가 복수의 하위 윈도우로 분할되며,

상기 특징 벡터 산출부는 상기 각각의 하위 윈도우에 대하여 상기 대상영역에 대응하는 하위 특징 벡터를 산출하고,

상기 초점 위치 결정부는 상기 각각의 하위 특징 벡터를 기초로 상기 데이터베이스로부터 선택된 복수의 기준 초점 위치 중에서 미디언 값을 상기 최적 초점 위치로 결정하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 장치.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 초점 위치 결정부는 상기 데이터베이스로부터 선택된 복수의 기준 초점 위치 각각에 가중치를 부여하여 상기 최적 초점 위치를 결정하며,

상기 각각의 가중치는 상기 초점 윈도우 내에서 상기 하위 윈도우의 위치를 기초로 설정되는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 장치.

【청구항 7】

(a) 사전에 설정된 간격으로 이격된 복수의 초점 위치에서 순차적으로 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상 중에서 서로 인접한 입력영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출하는 단계; 및

(b) 복수의 기준 특징 벡터 및 각각의 기준 특징 벡터에 대응하는 기준 초점

위치가 저장된 데이터베이스에서 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 상기 대상영역을 촬영하기 위한 최적 초점 위치로 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 방법.

【청구항 8】

제 7항에 있어서,

상기 (a) 단계 이전에,

(c) 상기 복수의 초점 위치를 포함하는 기준 개수의 초점 위치에서 대상객체를 촬영하여 각각 얻어진 견본영상들로 이루어진 이미지셋을 복수의 대상객체 각각의 식별정보 및 카메라로부터 상기 대상객체까지의 거리에 대응하여 복수 개 생성하는 단계;

(d) 상기 (c) 단계에서 얻어진 복수의 이미지셋 각각에 대하여 상기 이미지셋에 포함된 견본영상들 중에서 서로 인접한 견본영상으로부터 산출된 초점값의 변화율을 기초로 견본 특징 벡터를 산출하는 단계;

(e) 상기 각각의 이미지셋에 포함된 견본영상들 중에서 초점값이 최대인 견본영상이 촬영된 초점 위치를 상기 각각의 이미지셋에 대응하는 기준 초점 위치로 결정하는 단계; 및

(f) 상기 기준 초점 위치의 값을 기준으로 상기 복수의 이미지셋을 상기 기준 개수의 그룹으로 분류하고, 상기 각각의 그룹에 속하는 이미지셋에 대하여 산출된 견본 특징 벡터들의 평균을 상기 기준 특징 벡터로 결정하여 상기 데이터베이스에 저장하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 방법.

【청구항 9】

제 8항에 있어서,

상기 (d) 단계에서, 사전에 선택된 적어도 세 개의 초점 위치에서 촬영된 견본영상을 사용하여 상기 견본 특징 벡터를 산출하며,

상기 (a) 단계에서, 상기 견본 특징 벡터의 산출에 사용된 견본영상들이 촬영된 초점 위치와 동일한 초점 위치에서 각각 촬영된 복수의 입력영상을 사용하여 상기 대상영역에 대응하는 특징 벡터를 산출하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 방법.

【청구항 10】

제 7 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (a) 단계에서, 상기 대상영역을 촬영하기 위한 초기 초점 위치 및 상기 초기 초점 위치로부터 상기 간격으로 이격된 적어도 두 개의 초점 위치에서 상기 대상영역을 촬영하여 얻어진 적어도 세 개의 상기 입력영상 사이의 초점값의 변화율로 이루어진 상기 특징 벡터를 산출하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 방법.

【청구항 11】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각각의 입력영상에 초점값 산출을 위해 설정된 초점 윈도우가 복수의 하위 윈도우로 분할되며,

상기 (a) 단계에서, 상기 각각의 하위 윈도우에 대하여 상기 대상영역에 대응하는 하위 특징 벡터를 산출하고,

상기 (b) 단계에서, 상기 각각의 하위 특징 벡터를 기초로 상기 데이터베이스로부터 선택된 복수의 기준 초점 위치 중에서 미디언 값을 상기 최적 초점 위치로 결정하는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 방법.

【청구항 12】

제 11항에 있어서,

상기 (b) 단계에서, 상기 데이터베이스로부터 선택된 복수의 기준 초점 위치 각각에 가중치를 부여하여 상기 최적 초점 위치를 결정하며,

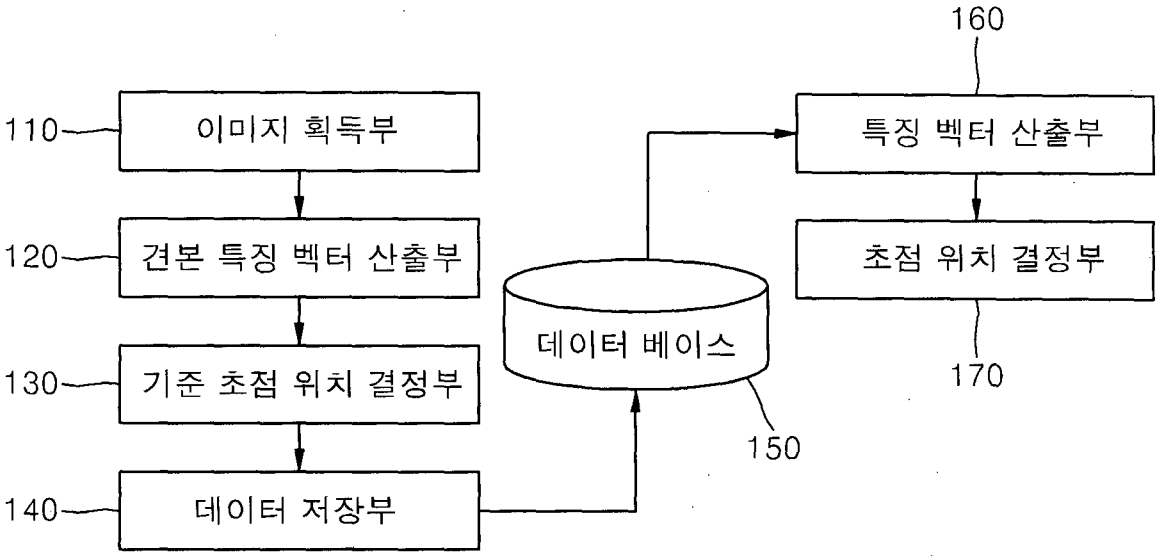
상기 각각의 가중치는 상기 초점 윈도우 내에서 상기 하위 윈도우의 위치를 기초로 설정되는 것을 특징으로 하는 트레이닝 기반의 자동 초점 방법.

【청구항 13】

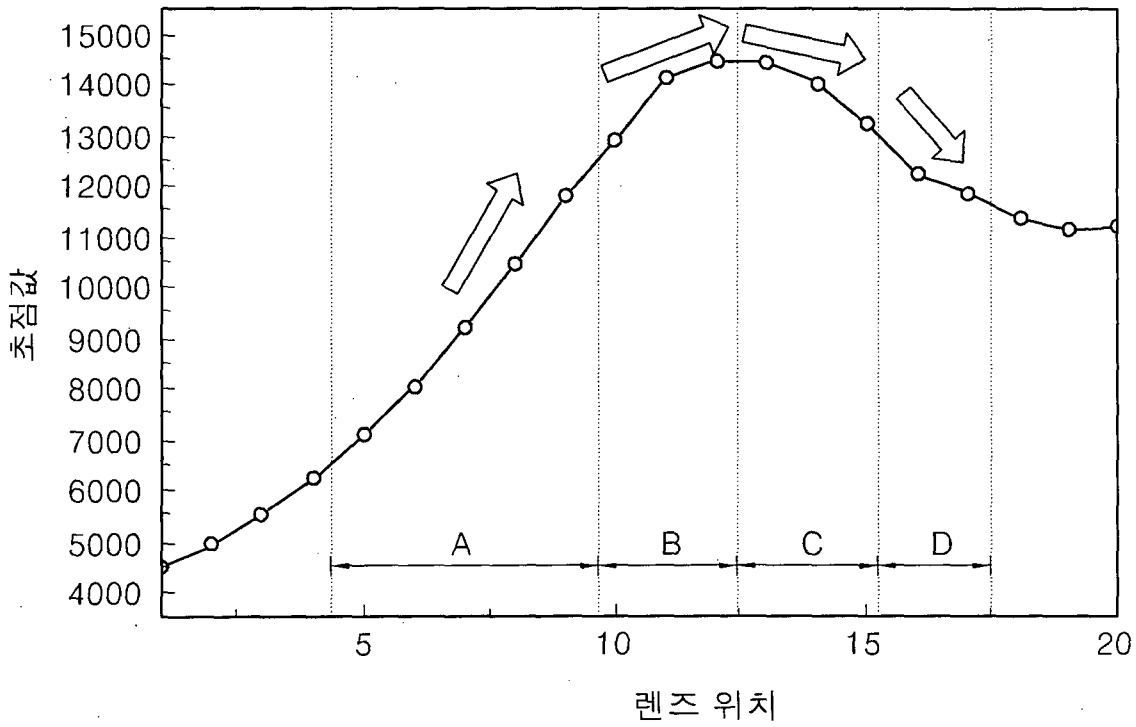
제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 기재된 트레이닝 기반의 자동 초점 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

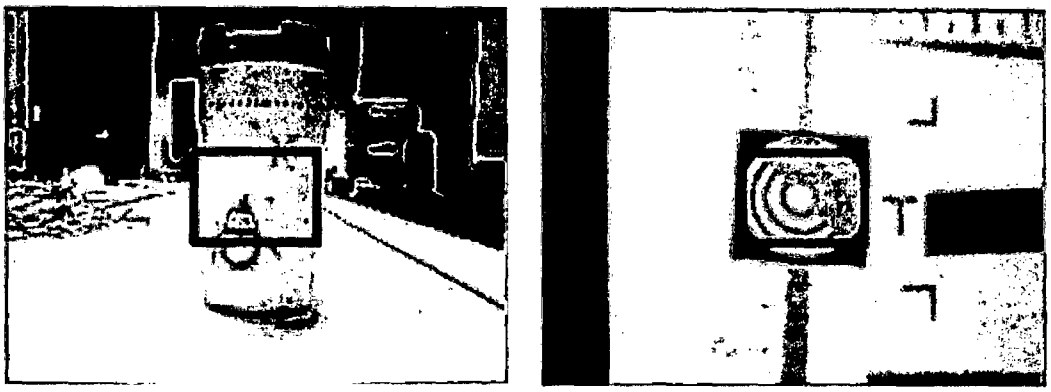
【도 1】


160
110
이미지 획득부
특징 벡터 산출부
120
견본 특징 벡터 산출부
초점 위치 결정부
데이터 베이스
130
기준 초점 위치 결정부
170
150
140
데이터 저장부

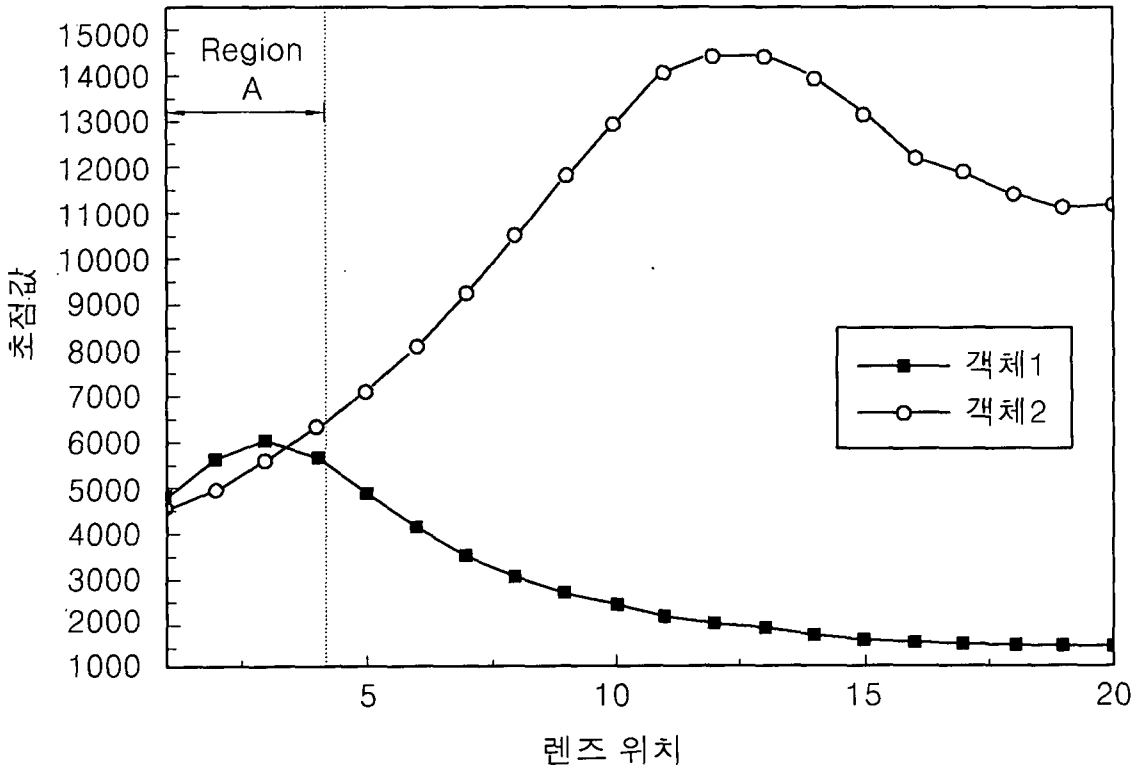
【도 2】


15000
14000
13000
12000
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
초점값
A
B
C
D
5
10
15
20
렌즈 위치

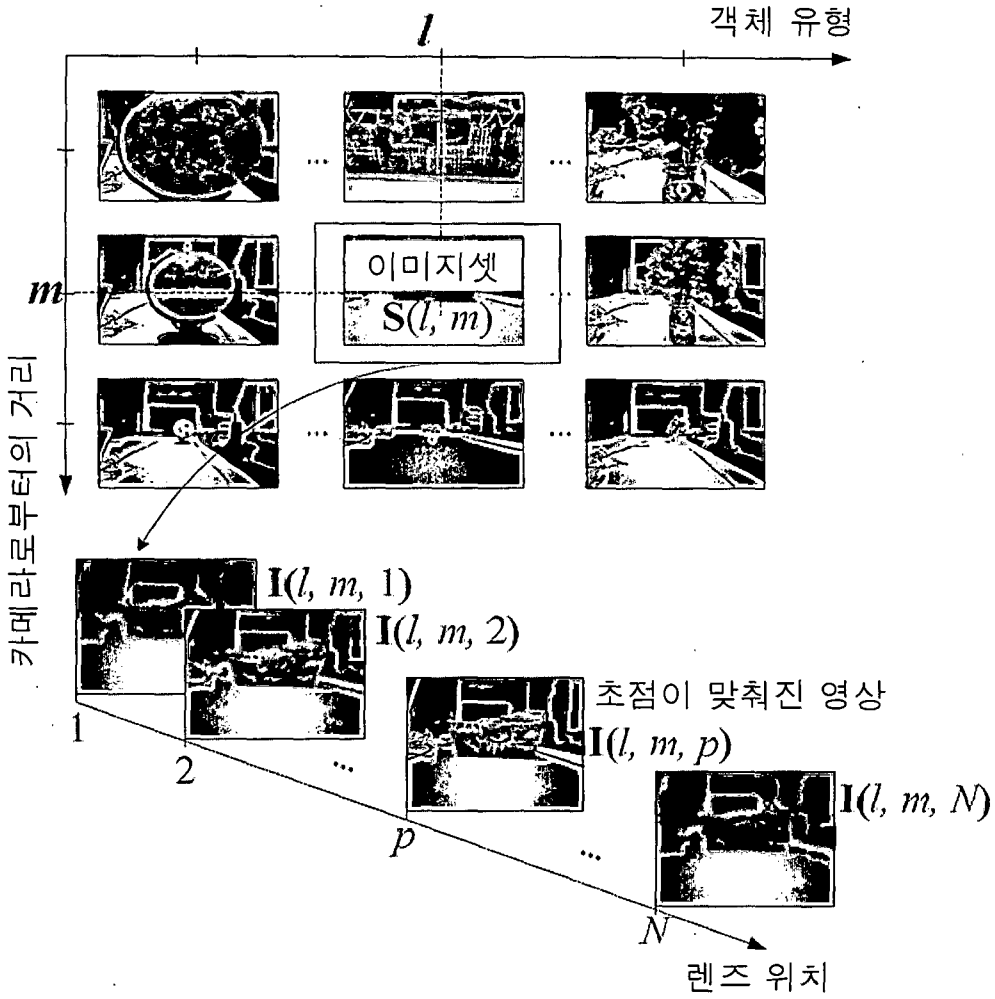
【도 3】



(a) (b)


Region
A
15000
14000
13000
12000
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
초점값
5
10
15
20
렌즈 위치
객체1
객체2

【도 4】


l
객체 유형
m
이미지셋
S(l, m)
카메라로부터의 거리
I(l, m, 1)
I(l, m, 2)
초점이 맞춰진 영상
I(l, m, p)
I(l, m, N)
1
2
p
N
렌즈 위치

【도 5】

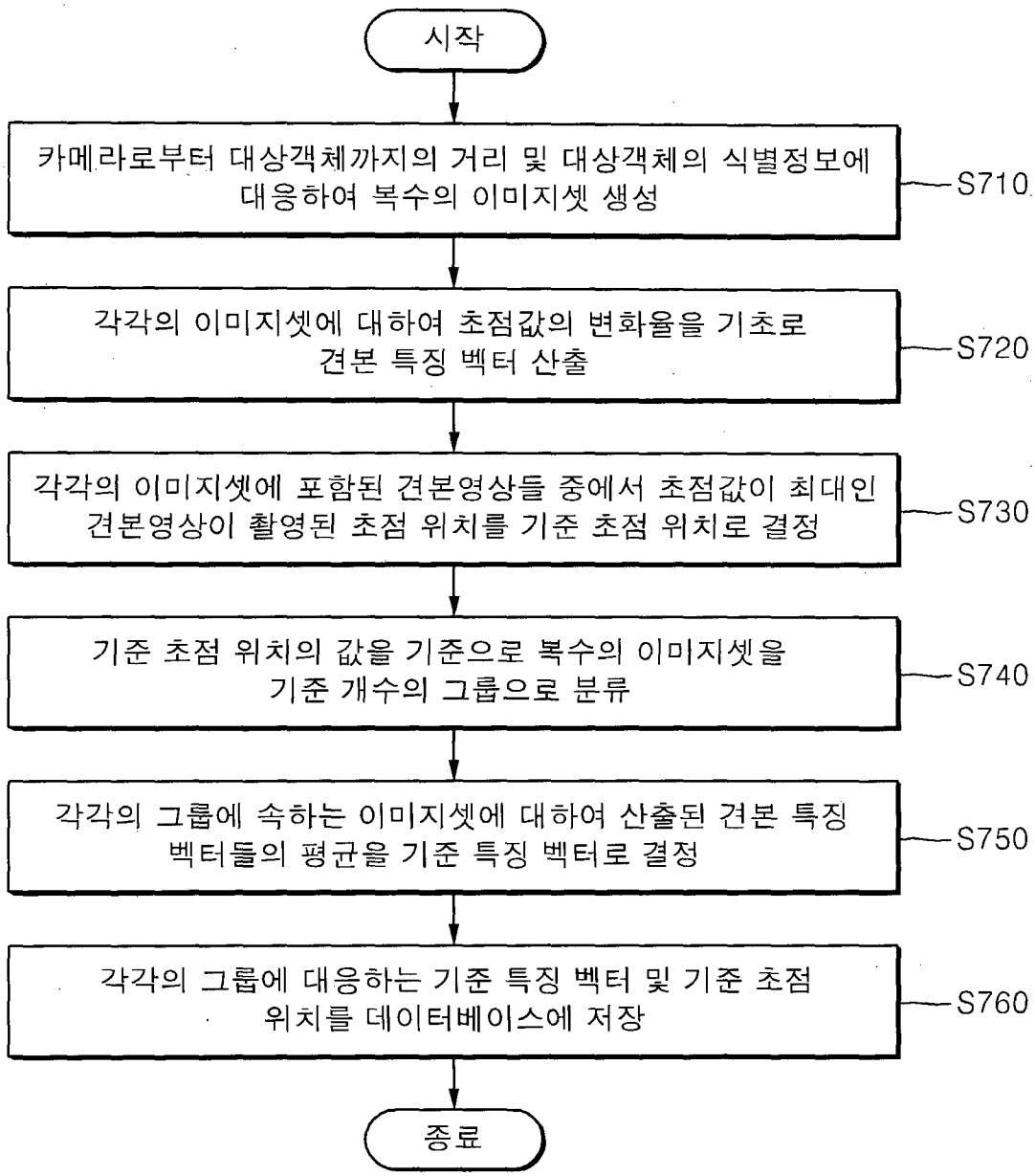


(a) (b)

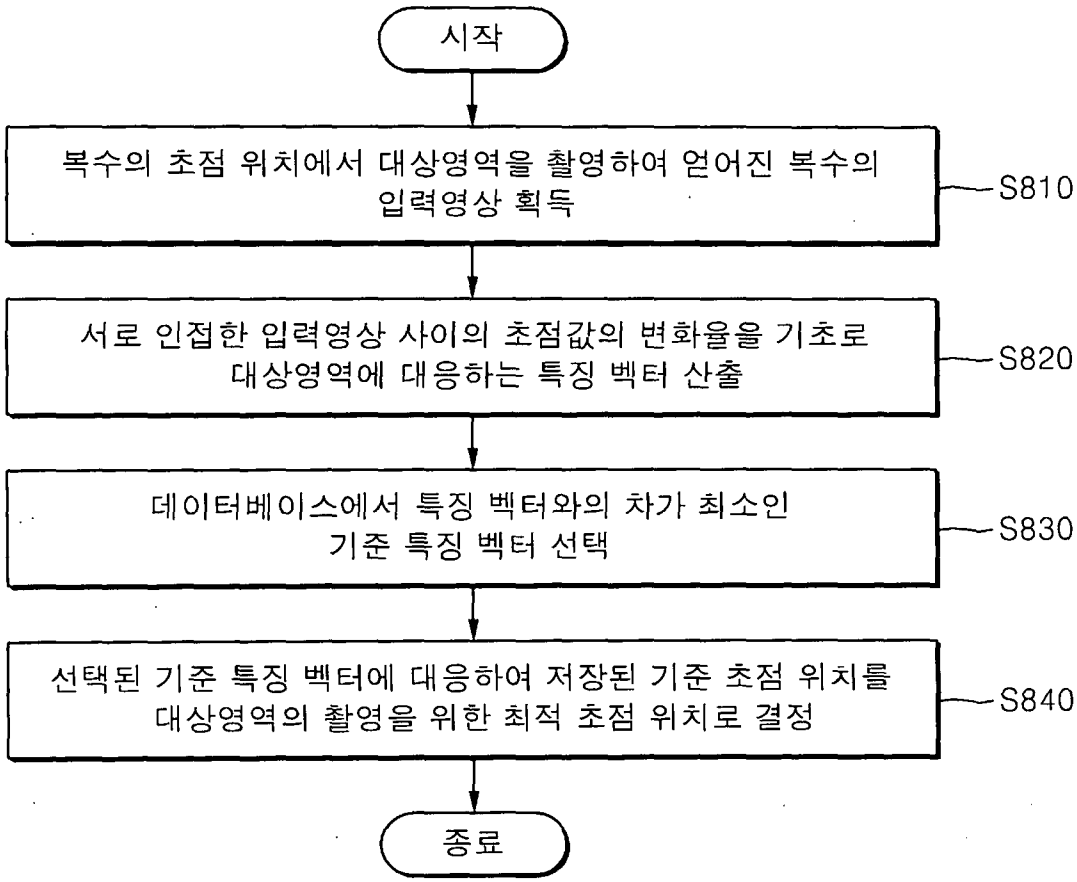
【도 6】

1	1	1	1
1	3	3	1
1	3	3	1
1	1	1	1

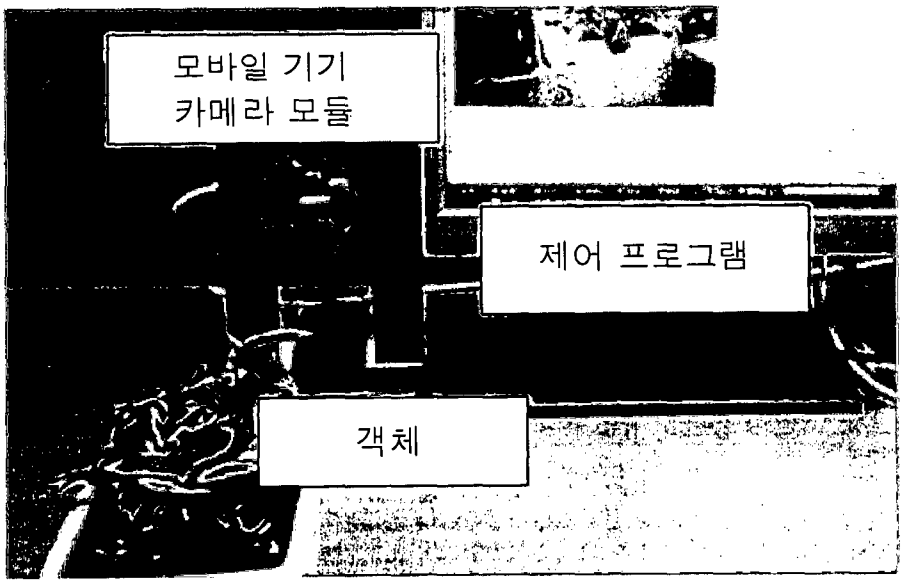
【도 7】


시작
카메라로부터 대상객체까지의 거리 및 대상객체의 식별정보에 대응하여 복수의 이미지셋 생성
S710
각각의 이미지셋에 대하여 초점값의 변화율을 기초로 견본 특징 벡터 산출
S720
각각의 이미지셋에 포함된 견본영상들 중에서 초점값이 최대인 견본영상이 촬영된 초점 위치를 기준 초점 위치로 결정
S730
기준 초점 위치의 값을 기준으로 복수의 이미지셋을 기준 개수의 그룹으로 분류
S740
각각의 그룹에 속하는 이미지셋에 대하여 산출된 견본 특징 벡터들의 평균을 기준 특징 벡터로 결정
S750
각각의 그룹에 대응하는 기준 특징 벡터 및 기준 초점 위치를 데이터베이스에 저장
S760
종료

【도 8】

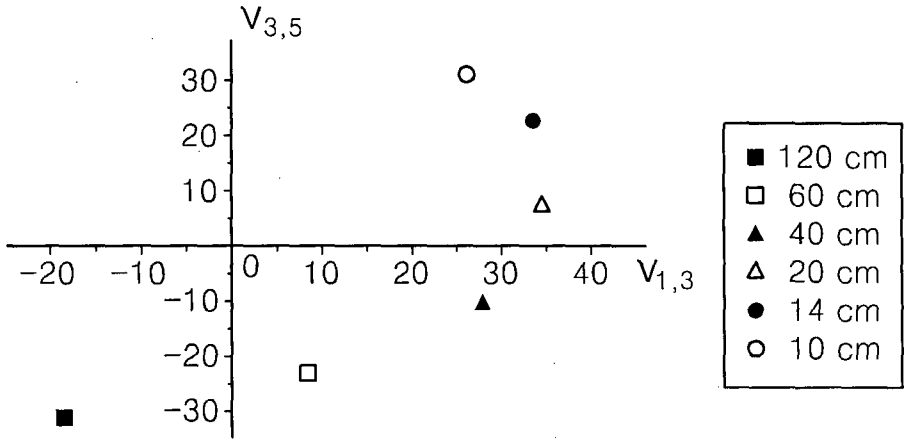

시작
복수의 초점 위치에서 대상영역을 촬영하여 얻어진 복수의 입력영상 획득
S810
서로 인접한 입력영상 사이의 초점값의 변화율을 기초로 대상영역에 대응하는 특징 벡터 산출
S820
데이터베이스에서 특징 벡터와의 차가 최소인 기준 특징 벡터 선택
S830
선택된 기준 특징 벡터에 대응하여 저장된 기준 초점 위치를 대상영역의 촬영을 위한 최적 초점 위치로 결정
S840
종료

【도 9】

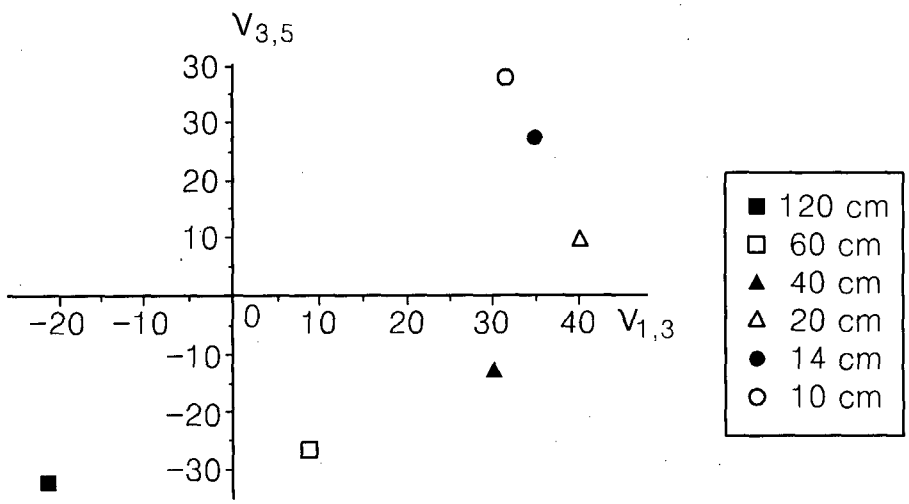

모바일 기기
카메라 모듈
제어 프로그램
객체

【도 10】

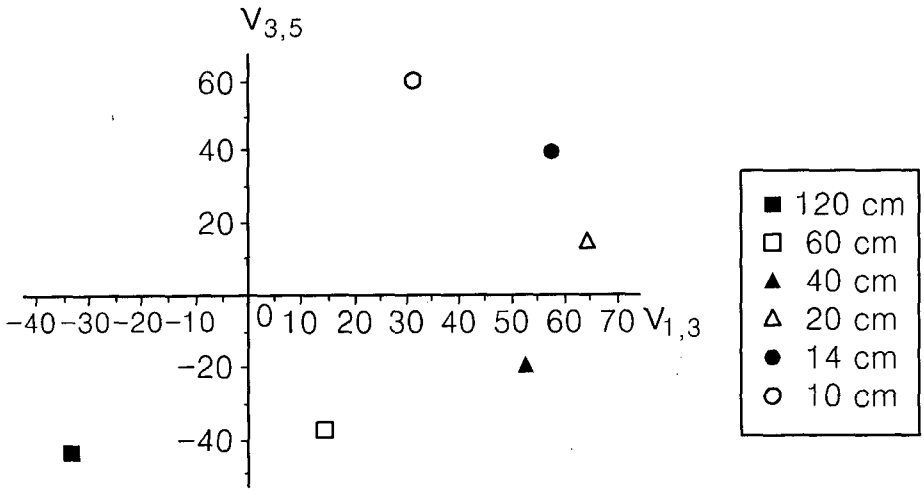
(a)


V3,5
30
20
10
-20
-10
0
10
20
30
40
V1,3
-10
-20
-30
120 cm
60 cm
40 cm
20 cm
14 cm
10 cm

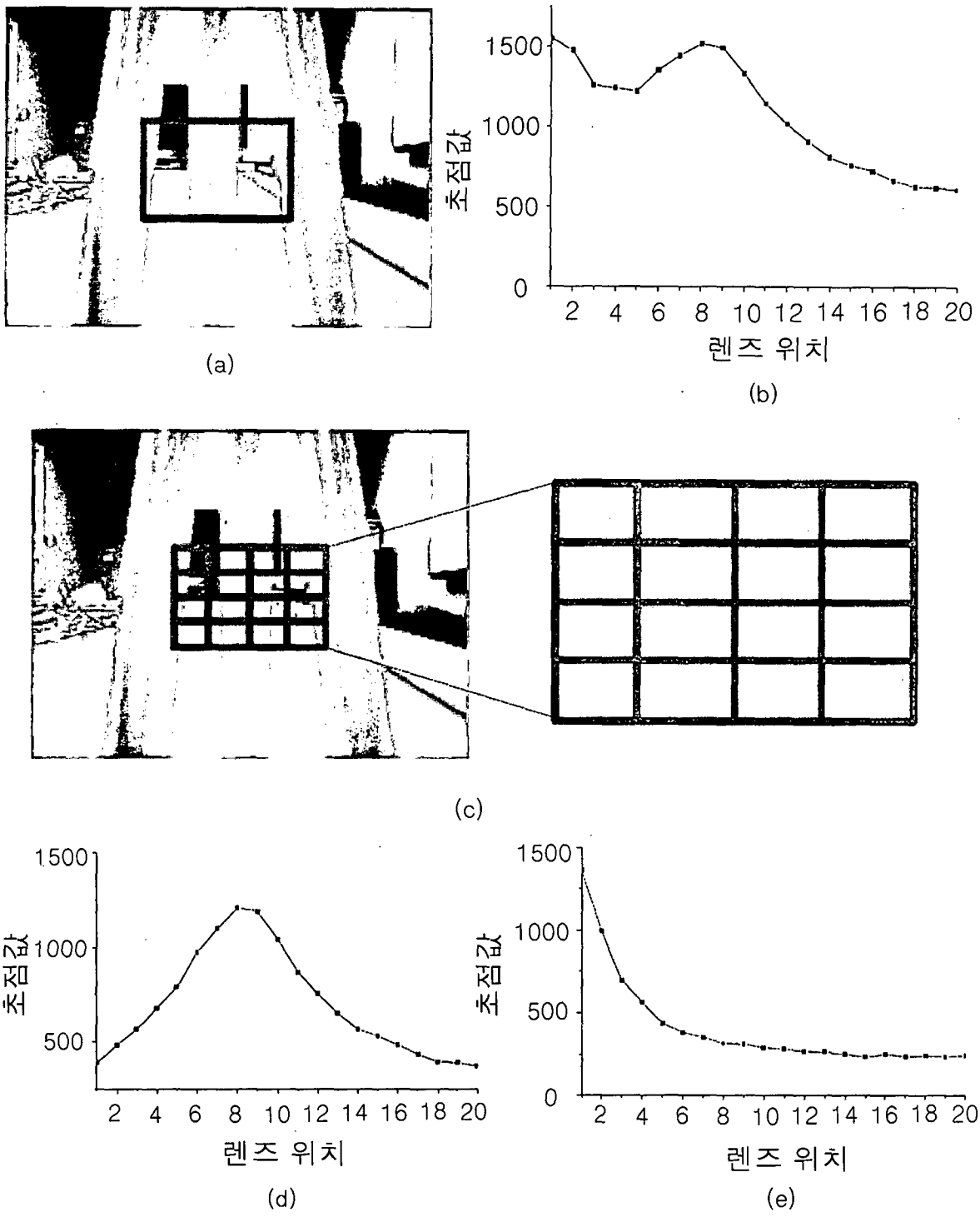
(b)


V3,5
30
30
20
10
-20
-10
0
10
20
30
40
V1,3
-10
-20
-30
120 cm
60 cm
40 cm
20 cm
14 cm
10 cm

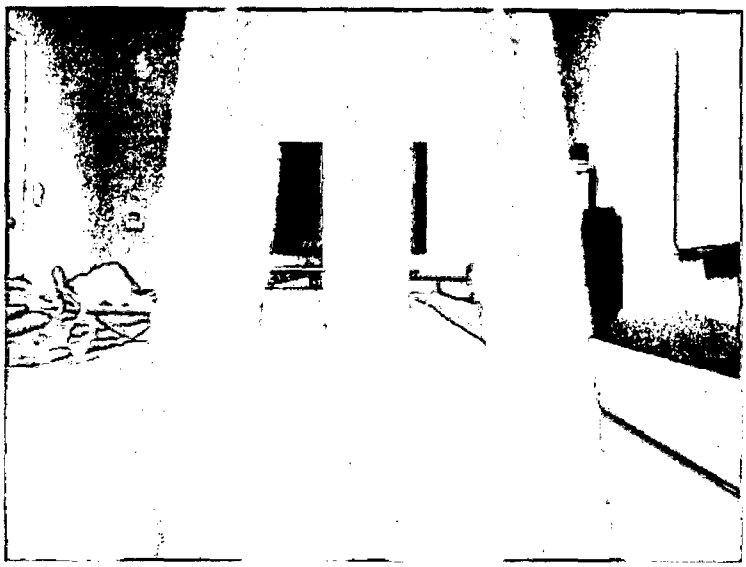
(c)


V3,5
60
40
20
-40
-30
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
V1,3
-20
-40
120 cm
60 cm
40 cm
20 cm
14 cm
10 cm

【도 11】



【도 12】



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2010/009367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B 13/36(2006.01)i, H04N 5/232(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03B 13/36; H04N 5/232; G02B 7/28; G02B 7/36; H04N 5/228

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: automatic, focus, focus, camera, adjustment, control, control, rate of change, position, memory, DB, database, window

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2007-0091813 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 12 September 2007 See page 6, paragraph 64 - page 7, paragraph 73, claim 1 and claim 11.	1-13
A	US 2005-0212950 A1 (KUNIHIKO KANAI) 29 September 2005 See page 4, paragraph 65 - page 5, paragraph 75 and figures 3, 5.	1-13
A	KR 10-2006-0013117 A (SAMSUNG TECHWIN CO., LTD.) 09 February 2006 See page 7, line 27 - page 8, line 14, figures 8 - 16.	1-13
A	JP 2002-072073 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 12 March 2002 See page 4, paragraphs 12 - 14 and claims 1 - 3.	1-4,7-10
A	KR 10-2006-0043025 A (SAMSUNG TECHWIN CO., LTD.) 15 May 2006 See claims 1 - 3 and figures 5 - 8.	1-4,7-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 DECEMBER 2011 (09.12.2011)	**14 DECEMBER 2011 (14.12.2011)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

International application No.
PCT/KR2010/009367

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2007-0091813 A	12.09.2007	CN 101034198 A	12.09.2007
		CN 101034198 C0	12.09.2007
		GB 2435942 A	12.09.2007
		JP 2007-241288 A	20.09.2007
		US 2007-0212049 A1	13.09.2007
US 2005-0212950 A1	29.09.2005	NONE	
KR 10-2006-0013117 A	09.02.2006	CN 100526968 C	12.08.2009
		CN 1731267 A	08.02.2006
		CN 1731267 C0	08.02.2006
		US 2006-0028574 A1	09.02.2006
		US 7432975 B2	07.10.2008
JP 2002-072073 A	12.03.2002	JP 4320767 B2	26.08.2009
KR 10-2006-0043025 A	15.05.2006	JP 04-520792 B2	28.05.2010
		JP 2006-058421 A	02.03.2006
		JP 4520792 B2	11.08.2010

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2010/009367

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G03B 13/36(2006.01)i, H04N 5/232(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G03B 13/36; H04N 5/232; G02B 7/28; G02B 7/36; H04N 5/228

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:자동,초점,촛점,카메라,조절,조정,제어,변화율,위치,메모리,DB,데이터베이스,윈도우

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2007-0091813 A (삼성전기주식회사) 2007.09.12 페이지 6, 단락 64 - 페이지 7, 단락 73, 청구항 1 및 청구항 11, 참조.	1-13
A	US 2005-0212950 A1 (KUNIHIKO KANAI) 2005.09.29 페이지 4, 단락 65 - 페이지 5, 단락 75 및 도 3, 5 참조.	1-13
A	KR 10-2006-0013117 A (삼성테크윈 주식회사) 2006.02.09 페이지 7, 라인 27 - 페이지 8, 라인 14, 도 8 - 16 참조	1-13
A	JP 2002-072073 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 2002.03.12 페이지 4, 단락 12 - 14 및 청구항 1 - 3 참조.	1-4,7-10
A	KR 10-2006-0043025 A (삼성테크윈 주식회사) 2006.05.15 청구항 1 - 3 및 도 5 - 8 참조.	1-4,7-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2011년 12월 09일 (09.12.2011)	**2011년 12월 14일 (14.12.2011)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
이관호
전화번호 82-42-481-5447

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2010/009367

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2007-0091813 A	2007.09.12	CN 101034198 A	2007.09.12
		CN 101034198 C0	2007.09.12
		GB 2435942 A	2007.09.12
		JP 2007-241288 A	2007.09.20
		US 2007-0212049 A1	2007.09.13
US 2005-0212950 A1	2005.09.29	없음	
KR 10-2006-0013117 A	2006.02.09	CN 100526968 C	2009.08.12
		CN 1731267 A	2006.02.08
		CN 1731267 C0	2006.02.08
		US 2006-0028574 A1	2006.02.09
		US 7432975 B2	2008.10.07
JP 2002-072073 A	2002.03.12	JP 4320767 B2	2009.08.26
KR 10-2006-0043025 A	2006.05.15	JP 04-520792 B2	2010.05.28
		JP 2006-058421 A	2006.03.02
		JP 4520792 B2	2010.08.11