(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2010 년 8 월 26 일 (26.08.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/095770 A1

(51) 국제특허분류:
H04N 13/00 (2006.01) *G06T 15/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2009/000876

(22) 국제출원일: 2009 년 2 월 24 일 (24.02.2009)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2009-0013835 2009 년 2 월 19 일 (19.02.2009) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **인하대학교 산학협력단 (INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION OF INHA UNIVERSITY)** [KR/KR]; 인천시 남구 용현동 253 번지 인하대학교, 402-751 Incheon (KR).

(72) 발명자; 겸

(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **신병석 (SHIN, Byeong Seok)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 갈산동 샘마을 한양 APT 114-402, 431-705 Gyeonggi-do (KR). **강동수 (KANG, Dong Soo)** [KR/KR]; 인천 남구 용현동 169-1 세운팔레스 오피스텔 201 호, 402-020 Incheon (KR).

(74) 대리인: **특허법인 태동 (TAEDONG INTERNATIONAL PATENT LAW FIRM)**; 서울특별시 구로구 구로동 97-3 호 대림오피스밸리 302 호 특허법인 태동, 152-050 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

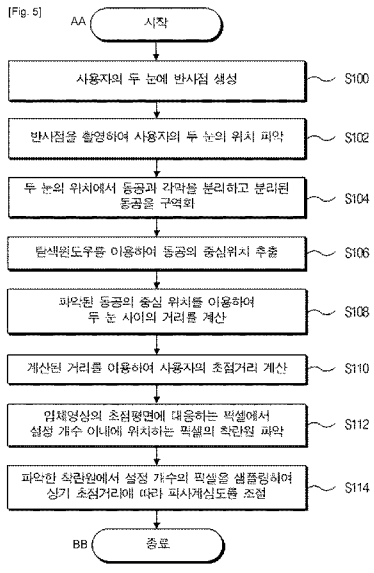
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: METHOD FOR AUTOMATICALLY ADJUSTING DEPTH OF FIELD TO VISUALIZE STEREOSCOPIC IMAGE

(54) **발명의 명칭** : 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법

[Fig. 5]



AA ... Start
S100 ... Generating reflection point on two eyes of user
S102 ... Grasping locations of two eyes of user by photographing reflection point
S104 ... Separating corneas from pupils in locations of two eyes and sectioning pupils
S106 ... Extracting central location of pupil using a search window
S108 ... Calculating distance between two eyes using found central location of pupil
S110 ... Calculating focal distance of user using calculated distance
S112 ... Finding circle of confusion of pixels, which are within set number around pixel corresponding to focal plane of stereoscopic image
S114 ... Sampling set number of pixels in found circle of confusion to adjust depth of field according to focal distance
BB ... End

(57) **Abstract**: The present invention relates to a method for adjusting the depth of field of a stereoscopic image according to the focal plane of a user. More specifically, the present invention comprises the following steps of: (a) finding the distance between the pupils of a user by a setup time interval to calculate a focal distance with which a user sees a stereoscopic image; (b) calculating a focal plane through the calculated focal distance; and (c) automatically adjusting the depth of field of a sampling of pixels, included in a circle of confusion of pixels, which are within a set number around a stereoscopic pixel corresponding to the calculated focal plane. The method for automatically adjusting depth of field to visualize a stereoscopic image according to the present invention calculates a focal distance, with which a user sees a stereoscopic image, by a setup time interval and automatically adjusts the depth of field of pixels of a circle of confusion of pixels, which are within a set number around a pixel corresponding to the focal plane of the calculated stereoscopic image, by a setup time interval, thereby guaranteeing minimum rendering speed of depth of field of a stereoscopic image with minimum distortion.

(57) **요약서**: 본 발명은 사용자의 초점평면에 따라 입체영상의 피사계심도를 조절하는 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 (a) 사용자의 두 눈의 동공 간의 거리를 설정 시간 간격으로 파악하여 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 계산하는 단계; (b) 계산된 상기 초점거리를 통해 초점평면을 계산하는 단계; 및 (c) 계산된 상기 초점평면에 대응하는 입체영상의 픽셀을 기준으로 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원에 포함된 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 자동으로 조절하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다. 본 발명에 따른 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법은, 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 설정 시간 간격으로 계산하고 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에서 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원의 픽셀들의 피사계심도를 설정 시간 간격으로 자동 조절함으로써, 최소한의 왜곡을 가지면서도 입체영상의 피사계심도의 최소 렌더링 속도 보장을 가능하게 한다.

WO 2010/095770 A1

유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (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, SE, SI, SK, 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))

명세서

입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법

기술분야

[1] 본 발명은 사용자의 초점평면에 따라 입체영상의 피사계심도를 조절하는 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 통해 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 입체영상의 픽셀을 기준으로 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원에 포함된 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 자동으로 조절하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 입체영상(stereoscopy) 표현기술은 가상 또는 현실 세계의 장면을 입체적으로 표현하여 몰입감을 느낄 수 있게 하는 기술이다. 즉, 입체영상은 인간의 눈과 같은 양안 시차(두 눈 간의 거리)(binocular disparity)를 이용하여 두 장의 2차원 이미지로부터 입체감을 느낄 수 있도록 한다.

[3] 이러한 입체영상은 사람에게 실제 거리감을 느낄 수 있도록 초점심도(depth-of-focus; 입체영상을 바라보는 시선의 깊이)를 제공한다. 따라서 입체영상을 장시간 시청하면 사용자의 초점을 지속적으로 강제하기 때문에 어지럼증이나 구토를 유발할 수 있다.

[4] 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 종래의 기술로는, 마우스와 같은 기기를 이용하여 사용자가 바라보는 위치로 포인터를 이동시켜 실시간으로 입체영상의 피사계심도를 적용하는 시스템이 제안되어 있다.

[5] 그러나 상기 종래의 입체영상의 피사계심도 적용 시스템은 사용자가 화면의 어느 위치를 보고 있는지만 알 수 있을 뿐 생성된 장면에서 어느 깊이의 초점평면을 바라보고 있는지 계산하지 못하는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 본 발명은 기존에 제안된 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 설정 시간 간격으로 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 계산하여 초점 평면을 계산하고 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 입체영상의 픽셀을 기준으로 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원에 포함된 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 상기 초점거리에 따라 자동으로 조절하는 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[7] 본 발명의 다른 목적은, 상기 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 가까운 픽셀의 착란원일수록 적은 개수의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하고,

상기 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 멀리 위치한 곳의 착란원의 픽셀의 착란원일수록 많은 개수의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하도록 입체 영상에서 피사계심도의 조절 범위를 제공하는 데 있다.

기술적 해결방법

[8] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법은,

[9] (a) 사용자의 두 눈의 동공 간의 거리를 설정 시간 간격으로 파악하여 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 계산하는 단계;

[10] (b) 계산된 상기 초점거리를 통해 초점평면을 계산하는 단계; 및

[11] (c) 계산된 상기 초점평면에 대응하는 입체영상의 픽셀을 기준으로 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원에 포함된 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 자동으로 조절하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[12] 바람직하게는, 상기 단계 (a)는,

[13] (a-1) 사용자의 두 눈의 동공의 중심 위치를 설정 시간 간격으로 파악하는 단계; 및

[14] (a-2) 설정 시간 간격으로 파악된 동공의 중심 위치를 이용하여 두 눈 사이의 거리를 계산하고 계산된 거리를 이용하여 사용자의 초점거리를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[15] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (a-1)는,

[16] (1) 상기 두 눈에 전자기파를 조사하고 반사시켜 반사점을 통해 상기 두 눈의 위치를 각각 파악하는 단계;

[17] (2) 파악한 두 눈의 위치에서 동공과 각막을 분리하는 단계;

[18] (3) 분리된 동공을 구역화하는 단계; 및

[19] (4) 탐색윈도우를 이용하여 동공의 중심위치를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[20] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (a) 이전에,

[21] 상기 (a-2) 단계에서 두 눈 사이의 거리에 따른 사용자의 초점거리를 계산할 때 이용할 수 있도록, 사용자의 두 눈 사이의 거리별 초점거리를 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[22] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (a-2)에서 두 눈 사이의 거리는 아래의 수학식을 통해 계산되는 것을 특징으로 한다.

[23] <수학식>

[24] $$M_x = \sum_{i=1}^{n} I_{Skin}(x)\ ,\ M_y = \sum_{j=1}^{n} I_{Skin}(y) \qquad P_{cx} = M_x/n\ ,\ P_{cy} = M_y/n$$

[25] 여기서, M_x는 동공 영역의 x좌표의 합, M_y는 동공 영역의 y 좌표의 합, P_{cx} 및 P_{cy}는 동공의 중심 좌표, n은 탐색윈도우 내의 동공 영역 값을 가지는 픽셀의 수를 각각 나타낸다.

[26] 바람직하게는, 상기 단계 (c)에서,

[27] 상기 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 가까운 픽셀일수록 적은 개수의 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 조절하고, 상기 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 먼 픽셀일수록 많은 개수의 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 조절하는 것을 특징으로 한다.

[28] 바람직하게는, 상기 단계 (c)에서,

[29] 상기 초점평면에 대응하는 픽셀과 제일 가까운 픽셀을 포함한 착란원은 6개의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하고, 상기 초점평면에 대응하는 픽셀과 두 번째로 가까운 픽셀을 포함한 착란원은 12개의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하며, 상기 초점평면에 대응하는 픽셀과 세 번째부터 설정 개수까지의 픽셀을 포함한 착란원은 24개의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하는 것을 특징으로 한다.

[30] 더욱 바람직하게는, 상기 초점거리는 거리에 따라 3단계로 구분하는 것을 특징으로 한다.

유리한 효과

[31] 본 발명에 따른 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법은, 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 실시간으로 계산하고 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에서 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원의 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 설정 시간 간격으로 자동 조절함으로써, 최소한의 왜곡을 가지면서도 입체영상의 피사계심도의 최소 렌더링 속도의 보장을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[32] 도 1은 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 시스템의 구성도.

[33] 도 2는 off-axis기법과 on-axis기법을 나타내는 개념도.

[34] 도 3은 초점평면보다 멀리 있는 점 B의 이미지 평면에 착란원이 나타나는 모습을 나타내는 개념도.

[35] 도 4는 본 발명의 입체영상에서 피사계심도 구현을 위한 샘플링방법을 나타내는 구성도.

[36] 도 5는 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법의 순서도.

[37] 도 6은 일반적인 입체영상과 본 발명의 입체영상에 대한 실험자들의 체험 결과를 비교한 그래프.

[38] <도면 중 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[39] 10: 트랙킹 장치

[40] 12: LED 조명

[41] 14: 카메라

[42] 16: 제어부

[43] 18: 계산부

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[44] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명에 따른 실시예에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.

[45] 도 1은 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 시스템의 구성도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 시스템(100)은, 아이 트랙킹(eye-tracking) 장치(10) 및 렌더링 모듈(20)을 포함한다.

[46] 아이 트랙킹 장치(10)는 LED 조명(12), 카메라(14), 제어부(16) 및 계산부(18)를 포함할 수 있다.

[47] LED 조명(12)은 사용자의 두 눈에 전자기파, 예컨대 사용자의 눈에 직접적인 부담을 주지 않는 적외선을 조사하고 반사시키도록 적외선 LED로 이루어진다. 카메라(14)는 바람직하게는 한 쌍의 적외선 카메라로 이루어져 사용자의 두 눈의 동공에서 적외선이 반사되는 반사면을 각각 촬영한다. 여기서, LED 조명(12)은 사용자의 두 눈의 동공 반사점을 잘 검출할 수 있도록 상기 한 쌍의 카메라(14)와 평행하게 배치되는 것이 바람직하다.

[48] 본 발명의 일 실시예에서, 제어부(16)는 상기 카메라(14)에 의해 파악된 사용자의 두 눈의 위치에서 이중 임계치 방법을 이용하여 동공과 각막을 구분하고, 라벨링(labeling) 방법을 이용하여 동공을 구역화할 수 있다. 상기 이중 임계치 방법 및 라벨링(labeling) 방법은 이미 공지된 기술이므로 상세한 설명은 생략한다.

[49] 또한, 본 발명의 일 실시예에서, 제어부(16)는 정확하게 동공의 위치를 추출하기 위해 민 시프트(mean shift) 방법을 통해 탐색 윈도우를 이동시키며, (탐색 윈도우가 적외선 반사점으로부터 처음 위치를 결정한 후, 이를 이용하여) 사용자의 두 눈의 동공의 중심을 추출할 수 있다.

[50] 계산부(18)는 사용자의 두 눈의 동공의 중심 위치를 통해 동공의 중심 위치를 이용하여 두 눈 사이의 거리를 계산한다. 상기 사용자의 두 눈 사이의 거리는 아래의 수학식 1을 통해 계산된다.

[51] 수학식 1

$$M_x = \sum_{i=1}^{n} I_{Skin}(x)\ ,\ M_y = \sum_{j=1}^{n} I_{Skin}(y) \qquad P_{cx} = M_x/n\ ,\ P_{cy} = M_y/n$$

[52] 여기서, M_x는 동공 영역의 x좌표의 합, M_y는 동공 영역의 y 좌표의 합, P_{cx} 및 P_{cy}는 동공의 중심 좌표, n은 탐색윈도우 내의 동공 영역 값을 가지는 픽셀의 수를 각각 나타낸다.

[53] 본 발명에서는 사용자의 두 눈 사이의 거리별 초점거리를 미리 측정함으로써, 사용자의 두 눈 사이의 거리만 계산하면 사용자의 입체영상에 대한 초점거리를

미리 인지할 수 있도록 한다. 이에 따라, 상기 계산부(18)는 계산된 두 눈 사이의 거리를 이용하여 사용자의 초점거리를 계산할 수 있다.

[54] 한편, 상기 계산부(18)는 상기 초점거리를 총 3단계의 거리 범위 값, 예컨대 가장 멀리 있는 곳, 중간 부분, 그리고 가장 가까운 부분의 3단계로 구분하여 렌더링 모듈로 전달한다. 이렇게 초점거리를 3단계로 나눈 이유는, 시선의 심도에 따른 동공의 거리 변화를 실험해 본 결과 카메라(14)의 해상도(640 x 80)의 제한으로 인해 그 이상의 여러 단계로 나누는 것이 곤란하기 때문이다.

[55] 렌더링 모듈(20)은 상기 아이 트랙킹 장치로부터 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에서 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원의 피사계심도를 상기 사용자의 초점거리에 따라 설정 시간 간격으로 자동 조절한다.

[56] 여기서, 상기 렌더링 모듈(20)이 입체영상을 생성하는 원리를 살펴보면 다음과 같다.

[57] 도 2는 off-axis 기법과 on-axis 기법을 나타내는 개념도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 일반적으로 입체영상을 생성하는 기법에는 off-axis 기법과 on-axis 기법이 있다. 여기서, off-axis 기법은 도 2의 (a)와 같이 왼쪽 카메라와 오른쪽 카메라가 일정거리 e만큼 떨어져서 동일한 타깃 지점을 향하도록 카메라(14)를 설정하는 방법이다. 이에 비하여, on-axis 기법은 도 2의 (b)와 같이 카메라(14) 간의 거리를 일정간격 e만큼 떨어뜨리고, 두 대의 카메라(14) 방향이 평행하도록 설정하는 방법이다.

[58] 입체영상의 가시화 부분에서 두 가지 방법이 큰 차이는 없지만 구현과정에서 off-axis 기법의 경우 타깃 지점을 어떻게 잡느냐에 따라 입체감의 차이가 다르게 나타난다. 이에 비하여, on-axis 기법은 평행한 축으로 카메라(14)의 시선방향을 계산하기 때문에 한 번의 평행이동 연산으로 카메라(14)의 위치를 쉽게 계산할 수 있고, 카메라(14) 위치 및 방향에 따라 입체영상의 효과가 달라지지 않는다. 그러므로 본 발명에서는 수행속도를 고려하여 연산이 비교적 단순한 on-axis 기법을 사용하였다.

[59] 한편 본 발명에서 렌더링 모듈(20)이 입체영상의 피사계심도를 조절하는 원리를 살펴보면 다음과 같다.

[60] 일반적으로 핀 홀 카메라(14)처럼 조리개의 크기가 매우 작은 경우, 3차원의 모든 점들은 이미지 평면에 하나의 점으로 일대일 대응된다. 하지만 사람 눈의 수정체처럼 빛을 받아들이는 조리개의 크기가 커질수록 3차원의 점들은 일대일로 대응되지 않는다.

[61] 도 3은 초점평면보다 멀리 있는 점 B의 이미지 평면에 착란원이 나타나는 모습을 나타내는 개념도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 점 A와 같이 초점이 맞는 거리에 있는 점들은 A'와 같이 일 대 일로 이미지 평면에 맵핑되지만, 점 B와 같이 그보다 가깝거나 더 먼 경우에는 한 점보다는 더 큰 크기의 원(B')으로 맵핑되는 것을 볼 수 있다. 이처럼 물체의 한 점이 이미지상의 원을 이루는

픽셀들로 대응된 것을 착란원이라고 한다.

[62] 본 발명의 렌더링 모듈(20)은 착란원의 픽셀의 피사계심도를 조절하게 되는데, 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에 영향을 주는 모든 착란원의 픽셀의 피사계심도를 조절할 경우 초점평면을 제외한 모든 위치의 점들은 상대적인 거리가 멀어질수록 착란원의 크기가 커지므로 그 연산량이 너무 많아진다는 문제점이 있다. 즉, 렌더링 모듈(20)이 원하는 샘플링 점의 색상을 계산하기 위해서는 주변의 수많은 점들의 색상을 로드하여 거리에 따른 가중치를 계산해야하기 때문에 연산량이 기하급수적으로 늘어나게 된다.

[63] 반대로 렌더링 모듈(20)이 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀 주변의 착란원을 고려하지 않을 경우, 화질이 떨어지고 결과 영상에 심각한 color-bleeding이 발생한다.

[64] 따라서 본 발명의 렌더링 모듈(20)은, 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에서 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원의 피사계심도를 설정 시간 간격으로 자동 조절한다. 즉 본 발명의 렌더링 모듈(20)은 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 가까운 픽셀일수록 적은 개수의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하고, 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 먼 픽셀일수록 많은 개수의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하는 방식으로, 피사계심도를 조절하는 착란원의 수를 조정한다.

[65] 이러한 원리에 따라, 본 발명의 렌더링 모듈(20)은 사용자의 두 눈에 대해서 가시화할 영상에 대해 설정 개수 이내에 위치하는 착란원(circle of confusion)에 따라 적절히 블러링된 영상(blurred image)으로 대체하여 표현할 수 있기 때문에 실제 사람이 눈으로 보는 것과 같은 효과를 3차원 영상에서 생성할 수 있다.

[66] 도 4는 본 발명의 입체영상에서 피사계심도 구현을 위한 샘플링 방법을 나타내는 구성도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 예를 들어 초점평면에 대응하는 픽셀에서 제일 가까운 픽셀을 포함한 제1 착란원은 6개(60°간격)의 픽셀을 샘플링 픽셀로서 선택하여 피사계심도를 조절한다. 여기서 초점평면에 대응하는 픽셀에서 제일 가까운 픽셀은 상기 초점평면에서 바람직하게는 3개만큼 떨어진 픽셀에 해당하는 착란원의 픽셀이다.

[67] 그리고 초점평면에 대응하는 픽셀에서 두 번째 가까운 픽셀 즉 4개만큼 떨어진 픽셀을 포함한 제2 착란원은 12개(30°간격)의 픽셀을 샘플링 픽셀로서 선택하여 피사계심도를 조절한다.

[68] 그리고 초점평면에 대응하는 픽셀에서 세 번째 가까운 픽셀(초점평면에 대응하는 픽셀에서 5개만큼 떨어진 픽셀)부터 설정 개수, 예컨대 8개째 가까운 픽셀을 포함한 제3, 제4, 제5 착란원은 24개(15°간격)의 픽셀을 샘플링 픽셀로서 선택하여 피사계심도를 조절한다. 즉 제1 내지 제5 착란원의 샘플링 픽셀들은 초점평면에서 제5 착란원 방향으로 가상의 방사선을 그을 경우 가상의 방사선에 공통으로 위치하게 된다.

[69] 이러한 원리에 의하여, 렌더링 모듈(20)은 실시간 입체영상 생성을 위한 화질

저하를 최소화하면서 최대한 효과적으로 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀들의 피사계심도를 조절할 수 있다. 너무 많은 착란원의 픽셀을 샘플링하면 렌더링 시간이 길어지게 되고 너무 적은 착란원의 픽셀을 샘플링하면 렌더링 시간은 짧아지지만 화질이 떨어지게 되므로, 최적의 착란원의 개수 및 이에 따른 샘플링 픽셀의 개수를 선정한 것이다.

[70] 이하 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법을 설명한다.

[71] 도 5는 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법의 순서도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 먼저 아이 트랙킹 장치의 LED 조명(12)은 사용자의 두 눈에 적외선을 조사하고 반사시켜 반사점을 생성시킨다(S100). 이어서 아이 트랙킹 장치의 카메라(14)는 설정 시간 간격으로 상기 반사점을 촬영하여 사용자의 두 눈의 위치를 파악하며(S102), 아이 트랙킹 장치의 제어부(16)는 파악한 두 눈의 위치에서 동공과 각막을 분리하고 분리된 동공을 구역화한다(S104). 다음으로, 아이 트랙킹 장치의 제어부(16)는 탐색윈도우를 이용하여 동공의 중심위치를 추출하며(S106), 아이 트랙킹 장치의 계산부(18)는 설정 시간 간격으로 파악된 동공의 중심 위치를 이용하여 두 눈 사이의 거리를 계산한다(S108). 이어서 아이 트랙킹 장치의 계산부(18)는 계산된 거리를 이용하여 사용자의 초점거리를 계산하며(S110), 이를 렌더링 모듈(20)로 전달한다. 여기서, 상기 계산부(18)가 두 눈 사이의 거리에 따른 사용자의 초점거리를 계산할 때에는 미리 측정된 사용자의 두 눈 사이의 거리별 초점거리를 이용한다.

[72] 다음으로, 렌더링 모듈(20)은 아이 트랙킹 장치의 계산부(18)에서 계산된 입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에서 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원을 파악하며(S112), 렌더링 모듈(20)은 파악한 착란원에서 설정 개수의 픽셀을 샘플링하여 상기 초점거리에 따라 피사계심도를 조절한다(S114). 이때 렌더링 모듈(20)은 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 가까운 픽셀일수록 적은 개수의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하고, 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 먼 픽셀일수록 많은 개수의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절한다.

[73] 이하에서는 도 6을 참조하여 본 발명의 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법의 실험결과를 설명한다.

[74] nVIDIA GeForce7600GS™ 그래픽카드를 장착한 3.0GHz 인텔 펜티엄 PC를 이용하여 본 발명의 GPU기반의 입체영상의 피사계심도 자동 조절 시스템을 실험하였다.

[75] 샘플링 개수를 달리하면서 피사계심도 화질을 비교해보았다. 먼저, 초점평면과 대응되는 픽셀의 주변에 있는 12개의 샘플링 픽셀에 대해서만 피사계심도를 조절한 경우, 렌더링 속도가 평균 100fps를 상회하였으나 매쉬 주변에 테두리처럼 심한 color-bleeding이 발생하고, 샘플점의 부족으로 흰색의 원이

생긴 것을 확인할 수 있었다.

[76] 한편, 초점평면과 대응되는 픽셀의 주변의 모든 점에 대해 착란원의 피사계심도를 조절했을 경우에는, 초점 심도의 표현이 매우 부드럽게 잘 나타난 것을 확인할 수 있었다. 그러나 모든 점에 대해서 모든 착란원을 고려할 경우 픽셀들의 계산량이 많아지고 픽셀의 명령어 개수의 한계로 인하여 렌더링 모듈(20)의 렌더링 속도가 1fps미만이 되었다.

[77] 마지막으로, 본 발명에서 제안하는 방법을 이용하여 픽셀의 주변의 설정 개수 범위의 착란원의 샘플링 픽셀에 대해 피사계심도를 조절했을 경우, 평균 30fps정도의 속도를 보장하면서도 우수한 화질의 부드러운 영상이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

[78] 도 6은 일반적인 입체영상과 본 발명에 따른 입체영상에 대한 실험자들의 체험결과를 비교한 그래프이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 입체영상 시청시의 부작용 저감 정도를 측정하기 위해 10명의 사용자 그룹으로부터 일반 입체영상과 발명에서 제안한 시스템을 각각 체험하게 한 다음 설문조사를 하였다. 그 결과 대부분의 실험자는 본 발명의 시스템을 사용했을 때보다 사용하지 않았을 때 더 많은 어지러움을 느꼈고, 이로 인해 본 발명의 방법을 사용할 경우 일반 입체영상보다 더 큰 몰입감을 느낄 수 있다고 답하였다.

[79] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

청구범위

[1] 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법에 있어서,
(a) 사용자의 두 눈의 동공 간의 거리를 설정 시간 간격으로 파악하여 사용자가 입체영상을 보는 초점거리를 계산하는 단계;
(b) 계산된 상기 초점거리를 통해 초점평면을 계산하는 단계; 및
(c) 계산된 상기 초점평면에 대응하는 입체영상의 픽셀을 기준으로 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원에 포함된 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 자동으로 조절하는 단계
를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

[2] 제1항에 있어서, 상기 단계 (a)는,
(a-1) 사용자의 두 눈의 동공의 중심 위치를 설정 시간 간격으로 파악하는 단계; 및
(a-2) 설정 시간 간격으로 파악된 동공의 중심 위치를 이용하여 두 눈 사이의 거리를 계산하고 계산된 거리를 이용하여 사용자의 초점거리를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

[3] 제2항에 있어서, 상기 단계 (a-1)는,
(1) 상기 두 눈에 전자기파를 조사하고 반사시켜 반사점을 통해 상기 두 눈의 위치를 각각 파악하는 단계;
(2) 파악한 두 눈의 위치에서 동공과 각막을 분리하는 단계;
(3) 분리된 동공을 구역화하는 단계; 및
(4) 탐색윈도우를 이용하여 동공의 중심위치를 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

[4] 제2항에 있어서, 상기 단계 (a) 이전에,
상기 단계 (a-2)에서 두 눈 사이의 거리에 따른 사용자의 초점거리를 계산할 때 이용할 수 있도록, 사용자의 두 눈 사이의 거리별 초점거리를 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

[5] 제2항에 있어서,
상기 단계 (a-2)에서 두 눈 간의 거리는 아래의 수학식을 통해 계산되는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.
<수학식>

$$M_x = \sum_{i=1}^{n} I_{Skin}(x)\ ,\ M_y = \sum_{j=1}^{n} I_{Skin}(y) \qquad P_{cx} = M_x/n\ ,\ P_{cy} = M_y/n$$

여기서, M_x는 동공 영역의 x좌표의 합, M_y는 동공 영역의 y 좌표의 합, P_{cx} 및 P_{cy}는 동공의 중심 좌표, n은 탐색윈도우 내의 동공 영역 값을 가지는

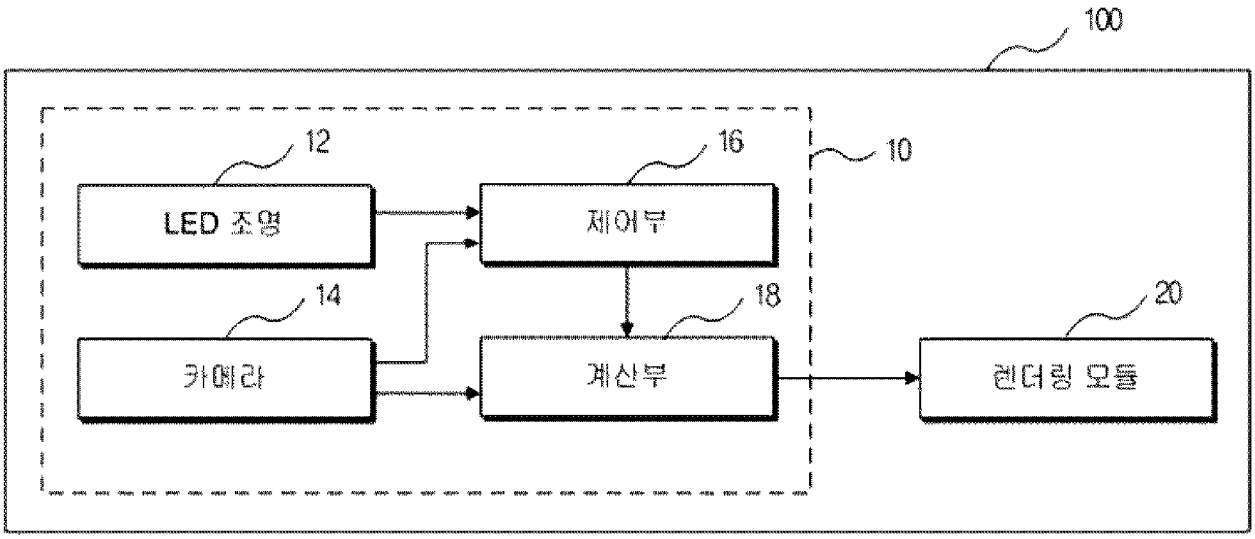
픽셀의 수를 각각 나타낸다.

[6] 제1항에 있어서, 상기 단계 (c)에서,
상기 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 가까운 픽셀일수록 적은 개수의 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 조절하고, 상기 착란원들 중 초점평면에 대응하는 픽셀과 먼 픽셀일수록 많은 개수의 샘플링 픽셀들의 피사계심도를 조절하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

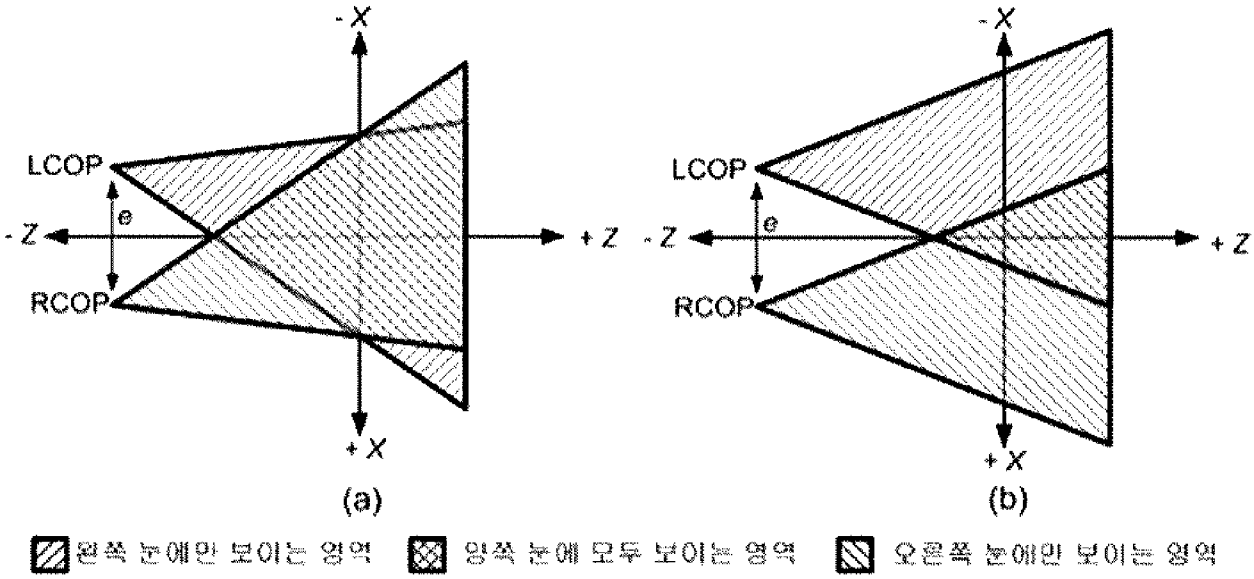
[7] 제1항에 있어서, 상기 단계 (c)에서,
상기 초점평면에 대응하는 픽셀과 제일 가까운 픽셀을 포함한 착란원은 6개의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하고, 상기 초점평면에 대응하는 픽셀과 두 번째로 가까운 픽셀을 포함한 착란원은 12개의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하며, 상기 초점평면에 대응하는 픽셀과 세 번째부터 설정 개수까지의 픽셀을 포함한 착란원은 24개의 픽셀을 샘플링하여 피사계심도를 조절하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

[8] 제1항에 있어서,
상기 초점거리는 거리범위에 따라 3단계로 구분하는 것을 특징으로 하는 입체영상 가시화를 위한 자동 피사계심도 조절 방법.

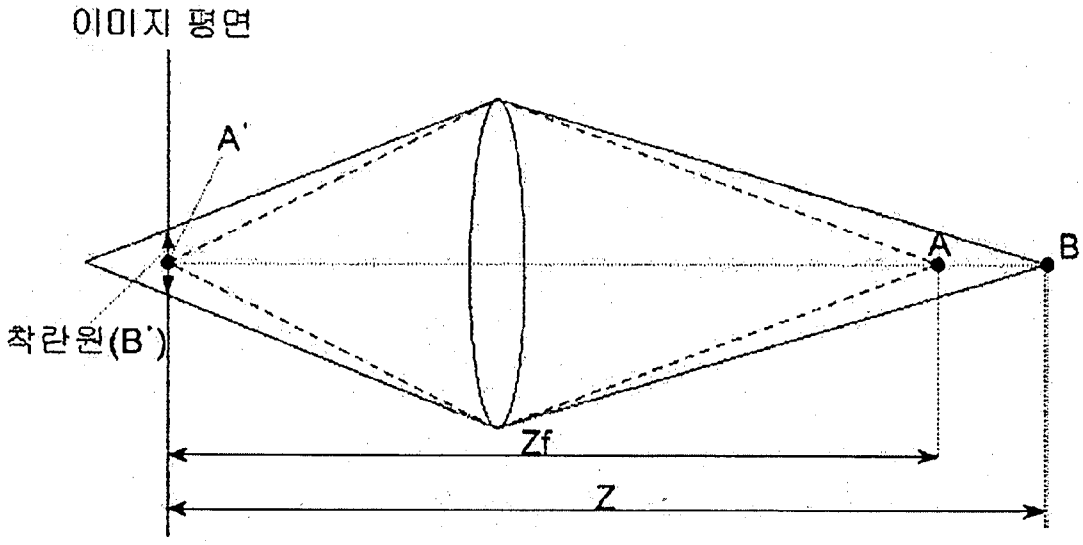
[Fig. 1]


100
12
LED 조명
16
제어부
10
14
카메라
18
계산부
20
렌더링 모듈

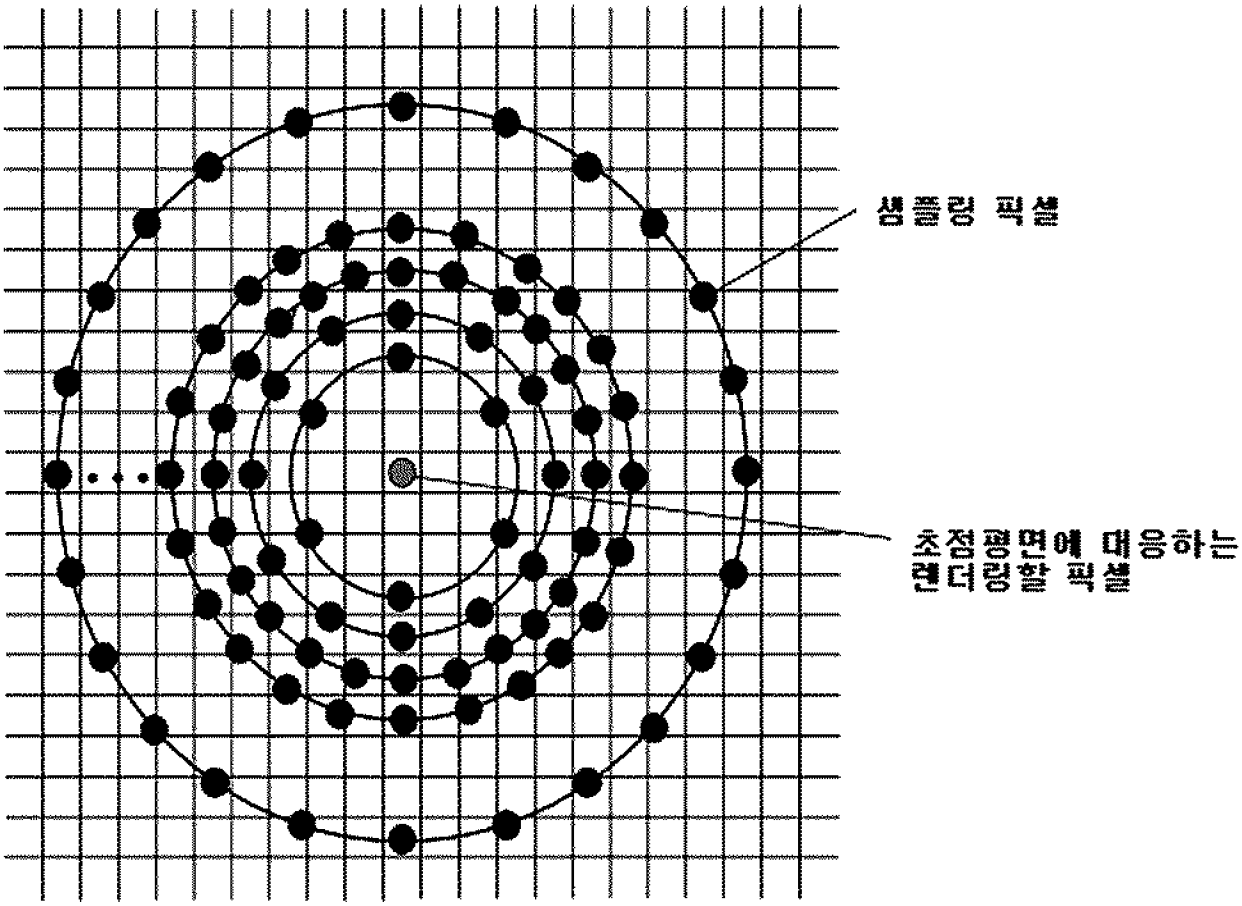
[Fig. 2]


- X
LCOP
e
- Z
+ Z
RCOP
+ X
(a)
- X
LCOP
e
- Z
+ Z
RCOP
+ X
(b)
왼쪽 눈에만 보이는 영역
양쪽 눈에 모두 보이는 영역
오른쪽 눈에만 보이는 영역

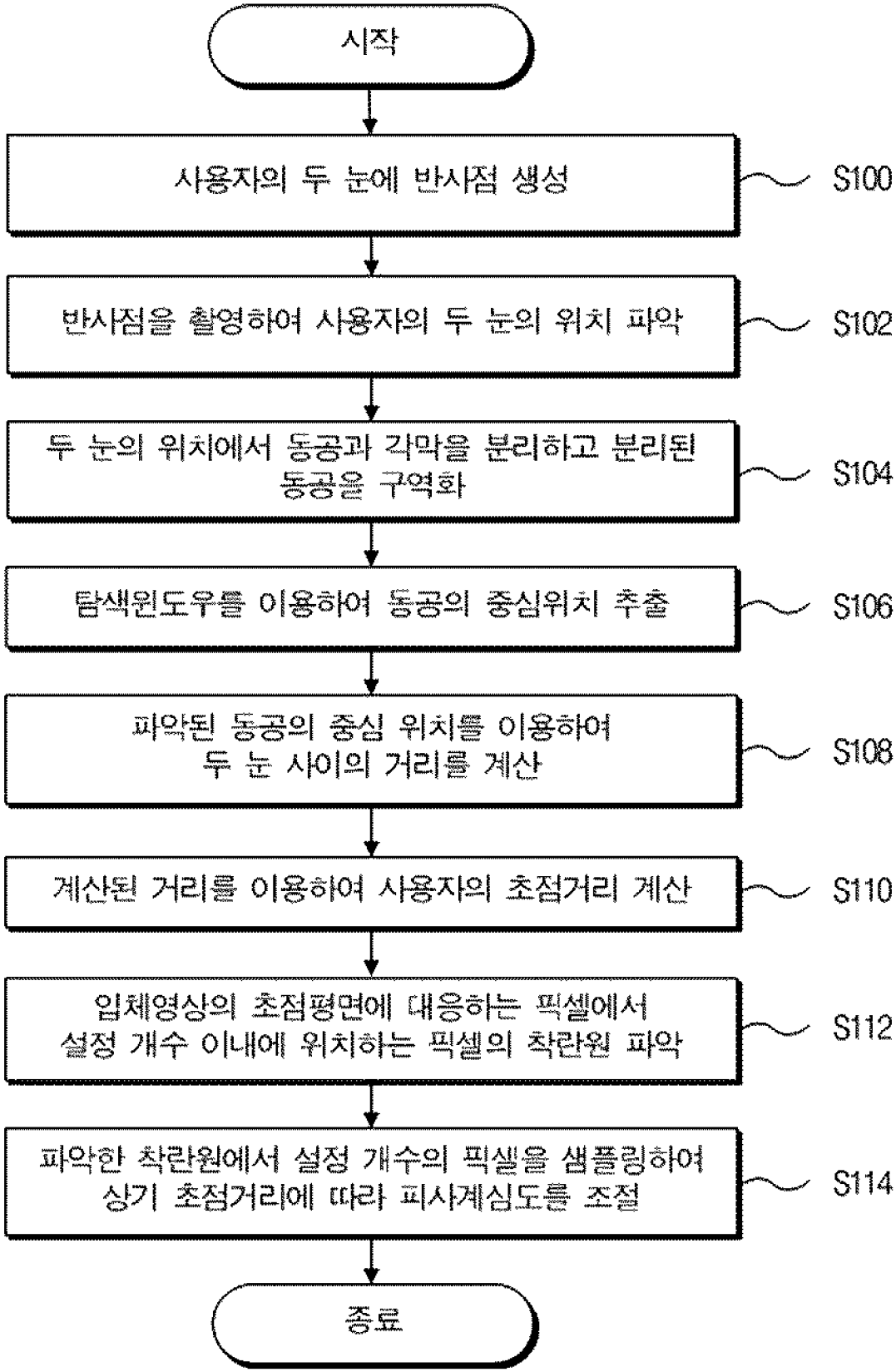
[Fig. 3]



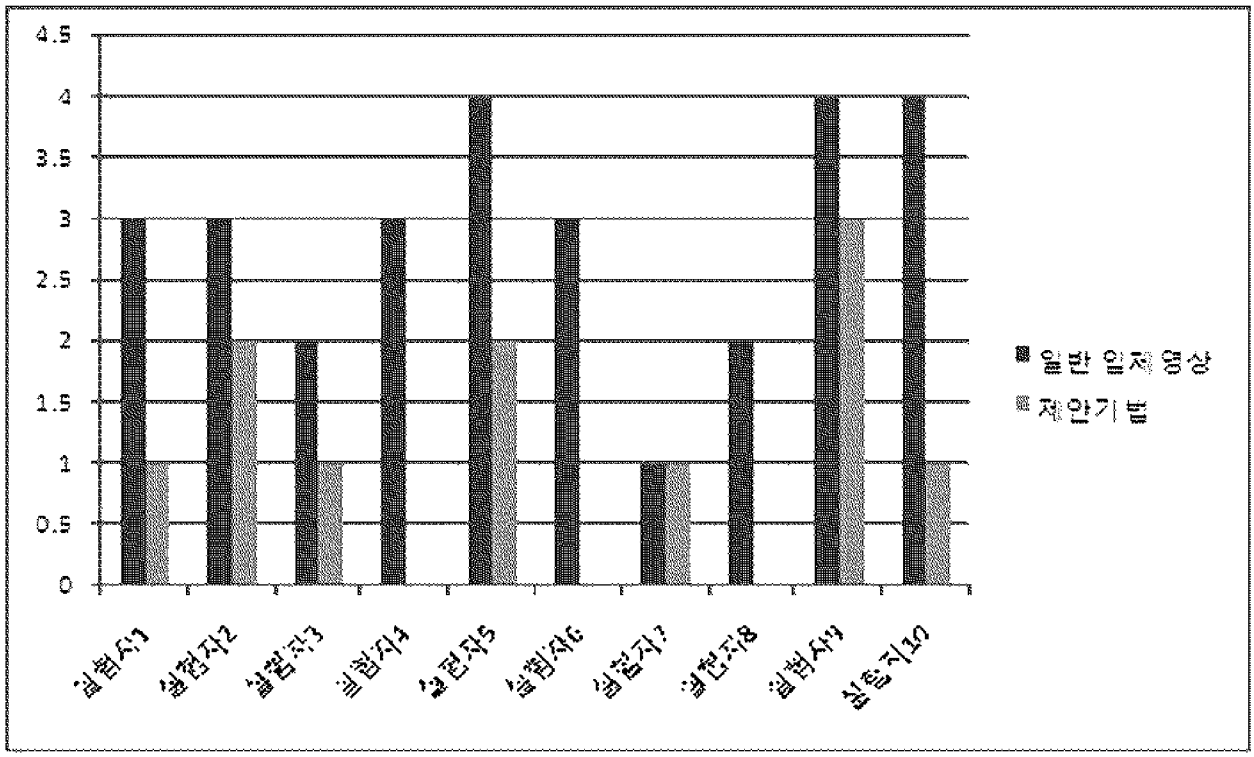
[Fig. 4]



[Fig. 5]


시작
사용자의 두 눈에 반사점 생성
S100
반사점을 촬영하여 사용자의 두 눈의 위치 파악
S102
두 눈의 위치에서 동공과 각막을 분리하고 분리된 동공을 구역화
S104
탐색윈도우를 이용하여 동공의 중심위치 추출
S106
파악된 동공의 중심 위치를 이용하여 두 눈 사이의 거리를 계산
S108
계산된 거리를 이용하여 사용자의 초점거리 계산
S110
입체영상의 초점평면에 대응하는 픽셀에서 설정 개수 이내에 위치하는 픽셀의 착란원 파악
S112
파악한 착란원에서 설정 개수의 픽셀을 샘플링하여 상기 초점거리에 따라 피사계심도를 조절
S114
종료

[Fig. 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2009/000876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 13/00(2006.01)i, G06T 15/00(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)

H04N 13/00; A63F 13/00; G06T 15/10; G06T 15/70; H04N 5/911

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: DEPTH, 3D

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2004-0018859 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 04 March 2004 Claims 1-17 and figures 1-3	1-8
A	JP 2002-197486 A (SQUARE CO LTD) 12 July 2002 Claims 1-17 and figures 1-22	1-8
A	KR 10-2006-0134309 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 28 December 2006 Claims 1-5 and figures 1-8	1-8

☐ 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
19 MARCH 2010 (19.03.2010)	**22 MARCH 2010 (22.03.2010)**
Name and mailing address of the ISA/ 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 2008)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2009/000876

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 10-2004-0018859 A	04.03.2004	NONE	
JP 2002-197486 A	12.07.2002	EP 1217584 A2	26.06.2002
		EP 1217584 A3	16.07.2003
		JP 03-428581 B2	16.05.2003
		JP 3428581 B2	22.07.2003
		US 2002-0082081 A1	27.06.2002
		US 6900799 B2	31.05.2005
KR 10-2006-0134309 A	28.12.2006	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2009/000876

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류**(IPC)**)

H04N 13/00(2006.01)i, G06T 15/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04N 13/00; A63F 13/00; G06T 15/10; G06T 15/70; H04N 5/911

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: DEPTH , 3D

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2004-0018859 A (한국전자통신연구원) 2004.03.04 청구항 1-17 및 도면 1-3	1-8
A	JP 2002-197486 A (SQUARE CO LTD) 2002.07.12 청구항 1-17 및 도면 1-22	1-8
A	KR 10-2006-0134309 A (삼성전자주식회사) 2006.12.28 청구항 1-5 및 도면 1-8	1-8

☐ 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
2010년 03월 19일 (19.03.2010)	**2010년 03월 22일 (22.03.2010)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 선사로 139,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
정윤석
전화번호 82-42-481-8123

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2009/000876

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2004-0018859 A	2004.03.04	없음	
JP 2002-197486 A	2002.07.12	EP 1217584 A2	2002.06.26
		EP 1217584 A3	2003.07.16
		JP 03-428581 B2	2003.05.16
		JP 3428581 B2	2003.07.22
		US 2002-0082081 A1	2002.06.27
		US 6900799 B2	2005.05.31
KR 10-2006-0134309 A	2006.12.28	없음	