

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2022 년 11 월 17 일 (17.11.2022) WIPO | PCT



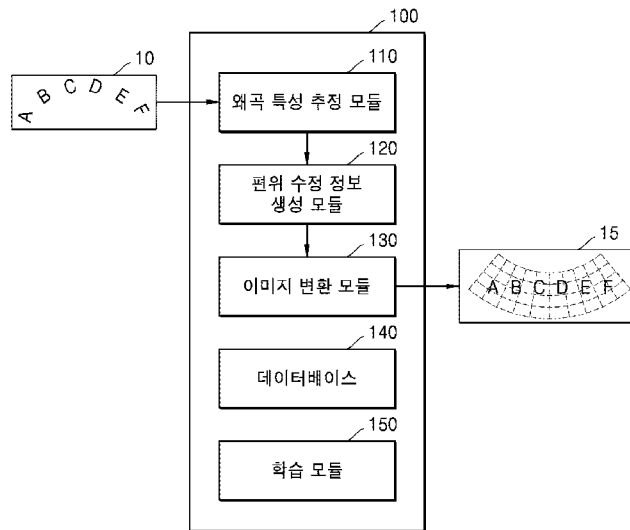
(10) 국제공개번호

WO 2022/239907 A1

- (51) 국제특허분류: *G06T 5/00* (2006.01) *G06T 7/00* (2006.01)
G06T 7/11 (2017.01) *G06N 20/00* (2019.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2021/010149
- (22) 국제출원일: 2021 년 8 월 3 일 (03.08.2021)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2021-0060064 2021 년 5 월 10 일 (10.05.2021) KR
10-2021-0065612 2021 년 5 월 21 일 (21.05.2021) KR
- (71) 출원인: 아주대학교산학협력단 (AJOU UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 16499 경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 (원천동), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 구형일 (KOO, Hyungil); 16229 경기도 수원시 영통구 광교로 105 (이의동), Gyeonggi-do (KR). 신동원 (SHIN, Dongwon); 04415 서울시 용산구 보광로 14길 18-4 (보광동), 2층, Seoul (KR). 김광진 (KIM, Gwangjin); 15447 경기도 안산시 단원구 광덕1로 80 (초지동, 호수마을아파트), 135동 704호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 정성준 (CHUNG, Sungjoon); 06631 서울시 서초구 서초대로 356, 905호, 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

(54) Title: IMAGE RECTIFICATION METHOD AND SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 이미지의 편위 수정 방법 및 시스템



110 ... Distortion characteristic estimation module
120 ... Rectification information generation module
130 ... Image transformation module
140 ... Database
150 ... Learning module

(57) Abstract: An image rectification system, according to one aspect of the technical concept of the present disclosure, comprises: a distortion characteristic estimation module which segments an input image into a plurality of cells and estimates distortion characteristics of each of the plurality of segmented cells; a rectification information generation module which, on the basis of the estimated distortion characteristics and reference information for rectification, generates rectification information for each of the plurality of cells; and an image transformation module which, on the basis of the generated rectification information, acquires parameters for rectifying each of the plurality of cells and aligning the rectified cells, and rectifies the input image on the basis of the acquired parameters.

[다음 쪽 계속]

PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 개시의 기술적 사상에 의한 일 양태에 따른 이미지 편위 수정 시스템은, 입력된 이미지를 복수의 셀들로 분할하고, 분할된 복수의 셀들 각각의 왜곡 특성을 추정하는 왜곡 특성 추정 모듈, 추정된 왜곡 특성 및 편위 수정을 위한 기준 정보에 기초하여, 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정 정보를 생성하는 편위 수정 정보 생성 모듈, 및 생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 편위 수정 및 편위 수정된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 획득하고, 획득된 파라미터에 기초하여 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을 수행하는 이미지 변환 모듈을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 이미지의 편위 수정 방법 및 시스템

기술분야

- [1] 본 개시의 기술적 사상은 이미지의 편위 수정 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근에는 다양한 산업 분야에 카메라가 사용되고, 카메라를 통해 획득한 이미지 내의 문자나 객체 등을 인식하는 이미지 인식 기술이 요구되고 있다. 그러나, 카메라를 통해 획득되는 이미지에는, 카메라와 대상 간의 위치 관계나 대상 표면의 기하학적 형태로 인한 왜곡이 발생할 수 있다. 이러한 왜곡은 인식 정확도를 떨어뜨리는 요인이 되는 바, 이미지 인식의 수행 전에 상기 이미지에 포함된 왜곡을 제거하는 편위 수정(rectification) 과정이 필요할 수 있다.
- [3] 한편, 종래의 이미지 편위 수정 방법은 대부분 이미지 당 하나의 왜곡 특성을 추정하여 편위 수정을 수행하는 바, 이미지 내에 다양한 왜곡 특성이 존재하는 경우에는 올바른 편위 수정을 수행하지 못하는 문제점을 갖는다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명이 해결하고자 하는 일 과제는, 이미지 내에 존재하는 다양한 형태의 왜곡에 대한 편위 수정을 수행하는 방법을 구현하는 것이다.

과제 해결 수단

- [5] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 개시의 기술적 사상에 의한 일 양태(aspect)에 따른 이미지 편위 수정 시스템은, 입력된 이미지를 복수의 셀들로 분할하고, 분할된 복수의 셀들 각각의 왜곡 특성을 추정하는 왜곡 특성 추정 모듈, 추정된 왜곡 특성 및 편위 수정을 위한 기준 정보에 기초하여, 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정 정보를 생성하는 편위 수정 정보 생성 모듈, 및 생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 편위 수정 및 편위 수정된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 획득하고, 획득된 파라미터에 기초하여 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을 수행하는 이미지 변환 모듈을 포함한다.
- [6] 일 실시 예에 따라, 상기 왜곡 특성 추정 모듈은 상기 분할된 복수의 셀들 각각에 대해, 셀에 포함된 어느 하나의 픽셀을 중심으로 상기 셀의 왜곡 특성을 나타내는 다각형을 추정하도록 학습된 딥러닝 기반의 네트워크를 포함할 수 있다.
- [7] 일 실시 예에 따라, 상기 기준 정보는 왜곡이 존재하지 않는 상태에 대응하는 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들을 포함하고, 상기 편위 수정 정보 생성 모듈은, 상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들 간의 차이에 기초하여 상기 편위 수정 정보를 생성할 수 있다.

- [8] 일 실시 예에 따라, 상기 편위 수정 정보 생성 모듈은 상기 입력된 이미지의 초점 위치에 대한 정보가 존재하는 경우, 상기 초점 위치에 기초하여 계산되는 중형비가 적용된 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들을 획득하고, 상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기 중형비가 적용된 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들 간의 차이에 기초하여 상기 편위 수정 정보를 생성할 수 있다.
- [9] 일 실시 예에 따라, 상기 편위 수정 정보 생성 모듈은, 상기 복수의 셀들 중 제1 셀에 대해 추정된 제1 다각형의 제1 변과, 상기 입력된 이미지를 기 설정된 각도만큼 회전시킨 이미지 중 상기 제1 셀에 대응하는 제2 셀에 대해 추정된 제2 다각형의 변들 중 상기 제1 변에 대응하는 제2 변 사이의 기울기 차이에 기초한 신뢰도를 추정하고, 추정된 신뢰도가 기준치 이상인 경우 상기 제1 셀을 편위 수정 동작이 수행될 셀로 결정하고, 상기 신뢰도는 상기 기울기 차이가 상기 기 설정된 각도에 가까울수록 높을 수 있다.
- [10] 일 실시 예에 따라, 상기 이미지 편위 수정 시스템은 상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들을 저장하는 데이터베이스를 더 포함할 수 있다.
- [11] 일 실시 예에 따라, 상기 편위 수정 정보는 호모그래피 행렬을 포함하고, 상기 이미지 변환 모듈은, 상기 복수의 셀들 각각의 호모그래피 행렬에 기초하여, 상기 복수의 셀들 각각에 대한 호모그래피 변환을 수행할 수 있다.
- [12] 일 실시 예에 따라, 상기 이미지 변환 모듈은 상기 호모그래피 변환된 복수의 셀들 각각에 대해, 인접 변들이 접하도록 상기 복수의 셀들을 변형함으로써 상기 복수의 셀들을 정렬하기 위한 상기 파라미터를 산출하고, 상기 파라미터는, 상기 입력된 이미지의 셀들의 픽셀들 각각의 편위 수정을 위해 이동되는 위치를 나타내는 값을 포함할 수 있다.
- [13] 일 실시 예에 따라, 상기 이미지 변환 모듈은 상기 파라미터를 이용한 barycentric 변환을 통해 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을 수행할 수 있다.
- [14] 일 실시 예에 따라, 상기 이미지 변환 모듈은 편위 수정된 이미지에 대한 low rank texture 변환을 수행할 수 있다.
- [15] 본 개시의 기술적 사상에 의한 일 양태에 따른 이미지 편위 수정 방법은, 입력된 이미지를 복수의 셀들로 분할하고, 분할된 복수의 셀들 각각에 대한 왜곡 특성을 추정하는 단계, 추정된 왜곡 특성 및 편위 수정(rectification)을 위한 기준 정보에 기초하여, 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정 정보를 생성하는 단계, 생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정, 및 편위 수정된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 획득하는 단계, 및 획득된 파라미터에 기초하여, 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을 수행하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [16] 본 개시의 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법은 입력된 이미지의

영역별(셀별) 왜곡 특성을 추정하고, 추정된 왜곡 특성에 따라 영역별 편위 수정을 수행함으로써, 이미지에 존재하는 다양한 형태의 왜곡들을 효과적으로 보정할 수 있다.

[17] 또한, 본 개시의 이미지 편위 수정 방법은 편위 수정된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 획득하고, 획득된 파라미터를 입력된 이미지에 적용하여 편위 수정을 수행하고, 다양한 변환 기법을 적용함으로써 보다 자연스럽게 편위 수정된 이미지를 제공할 수 있다.

[18] 뿐만 아니라, 본 개시의 이미지 편위 수정 방법은 입력된 이미지를 복수의 영역(셀)으로 구분하여 셀별 왜곡 특성을 추정함으로써, 이미지 내에 존재하는 복수의 왜곡 특성을 보다 정확히 검출할 수 있다.

[19] 또한, 본 개시의 이미지 편위 수정 방법은 왜곡 특성이 유사한 셀들 또는 픽셀들을 군집화하고, 군집의 대표 호모그래피 행렬을 이용한 호모그래피 변환을 통해 편위 수정을 수행함으로써, 보다 효율적인 편위 수정 프로세스를 제공할 수 있다.

[20] 본 개시의 기술적 사상에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[21] 본 개시에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

[22] 도 1은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템을 통한 이미지의 편위 수정 동작이 개략적으로 도시된 도면이다.

[23] 도 2는 도 1에 도시된 이미지 편위 수정 시스템에 포함된 편위 수정 정보 생성 모듈 및 이미지 변환 모듈의 일 구성 예를 나타낸 도면이다.

[24] 도 3은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법을 개략적으로 설명하기 위한 플로우차트이다.

[25] 도 4는 도 3에 도시된 왜곡 특성 추정 단계와 편위 수정 정보 획득 단계의 구체화된 일 실시 예를 나타내는 플로우차트이다.

[26] 도 5 내지 도 8은 도 4에 도시된 실시 예와 관련된 예시도들이다.

[27] 도 9는 도 3에 도시된 편위 수정 및 최적화 단계의 구체화된 일 실시 예를 나타내는 플로우차트이다.

[28] 도 10 내지 도 13은 도 9에 도시된 실시 예와 관련된 예시도들이다.

[29] 도 14는 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템을 통한 이미지의 편위 수정 동작이 개략적으로 도시된 도면이다.

[30] 도 15는 도 14에 도시된 이미지 편위 수정 시스템에 포함된 편위 수정 정보 생성 모듈의 일 구성 예를 나타낸 도면이다.

[31] 도 16은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법을 개략적으로

설명하기 위한 플로우차트이다.

- [32] 도 17는 도 16에 도시된 왜곡 특성 추정 단계, 및 편위 수정 정보 획득 및 군집화 단계의 구체화된 일 실시 예를 나타내는 플로우차트이다.
- [33] 도 18 내지 도 21은 도 17의 군집화 단계와 관련된 예시도들이다.
- [34] 도 22는 본 개시의 이미지 편위 수정 방법에 따라 제공되는 편위 수정된 이미지들의 예시도이다.
- [35] 도 23은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법을 수행하는 디바이스의 개략적인 블록도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [36] 본 개시의 기술적 사상에 따른 예시적인 실시 예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 개시의 기술적 사상을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것으로, 아래의 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 개시의 기술적 사상의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시 예들은 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하며 당업자에게 본 발명의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.
- [37] 본 개시에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 부재, 영역, 층들, 부위 및/또는 구성 요소들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들, 부위 및/또는 구성 요소들은 이들 용어에 의해 한정되어서는 안 됨은 자명하다. 이들 용어는 특정 순서나 상하, 또는 우열을 의미하지 않으며, 하나의 부재, 영역, 부위, 또는 구성 요소를 다른 부재, 영역, 부위 또는 구성 요소와 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제1 부재, 영역, 부위 또는 구성 요소는 본 개시의 기술적 사상의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제2 부재, 영역, 부위 또는 구성 요소를 지칭할 수 있다. 예를 들면, 본 개시의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [38] 달리 정의되지 않는 한, 여기에 사용되는 모든 용어들은 기술 용어와 과학 용어를 포함하여 본 개시의 개념이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 공통적으로 이해하고 있는 바와 동일한 의미를 지닌다. 또한, 통상적으로 사용되는, 사전에 정의된 바와 같은 용어들은 관련되는 기술의 맥락에서 이들이 의미하는 바와 일관되는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 여기에 명시적으로 정의하지 않는 한 과도하게 형식적인 의미로 해석되어서는 아니 될 것이다.
- [39] 어떤 실시 예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들면, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 수행될 수도 있다.
- [40] 첨부한 도면에 있어서, 예를 들면, 제조 기술 및/또는 공차에 따라, 도시된

형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 개시의 기술적 사상에 의한 실시 예들은 본 개시에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 되며, 예를 들면, 제조 과정에서 초래되는 형상의 변화를 포함하여야 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고, 이들에 대한 중복된 설명은 생략한다.

- [41] 여기에서 사용된 '및/또는' 용어는 언급된 부재들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [42] 이하에서는 첨부한 도면들을 참조하여 본 개시의 기술적 사상에 의한 실시 예들에 대해 상세히 설명한다.
- [43] 도 1은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템을 통한 이미지의 편위 수정 동작이 개략적으로 도시된 도면이다. 도 2는 도 1에 도시된 이미지 편위 수정 시스템에 포함된 편위 수정 정보 생성 모듈 및 이미지 변환 모듈의 일 구성 예를 나타낸 도면이다.
- [44] 도 1을 참조하면, 본 개시의 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템(100)은, 입력된 이미지에 존재하는 왜곡 특성을 추정하여 편위 수정된 이미지를 제공하는 동작을 수행할 수 있다. 특히, 본 개시에 따른 이미지 편위 수정 시스템(100)은 입력된 이미지 내에 둘 이상의 서로 다른 형태의 왜곡이 존재하더라도, 각각의 왜곡 특성을 추정하여 하나의 편위 수정된 이미지를 효과적으로 제공할 수 있다.
- [45] 이러한 이미지 편위 수정 시스템(100)은 적어도 하나의 컴퓨팅 장치를 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 적어도 하나의 컴퓨팅 장치 각각은 프로세서, 메모리, 통신 인터페이스, 입력부, 및/또는 출력부 등을 포함하는 하드웨어 기반의 장치에 해당한다. 이 경우, 이미지 편위 수정 시스템(100)에 포함되는 구성들(모듈들)은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있으며, 상기 적어도 하나의 컴퓨팅 장치에 통합 또는 분할되어 구현될 수 있다.
- [46] 본 개시의 일 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템(100)은 왜곡 특성 추정 모듈(110), 편위 수정 정보 생성 모듈(120), 이미지 변환 모듈(130), 데이터베이스(140), 및 학습 모듈(150)을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니고 보다 많거나 적은 구성을 포함할 수도 있다.
- [47] 왜곡 특성 추정 모듈(110)은, 입력된 이미지(10)에 존재하는 왜곡 특성을 추정할 수 있다. 상기 왜곡 특성은 카메라와 대상 간의 위치 관계에 기반하거나, 대상 표면의 기하학적 형태, 변형, 비틀림, 일그러짐 등에 기반할 수 있다. 본 개시의 실시 예에 따른 왜곡 특성 추정 모듈(110)은, 이미지(10)를 복수의 셀들로 구분하고, 셀들 각각에 대한 왜곡 특성을 추정함에 따라, 입력된 이미지(10) 내에 존재하는 서로 다른 다양한 왜곡 특성을 추정할 수 있다. 일례로, 상기 왜곡 특성 추정 모듈(110)은 추정된 왜곡 특성을 나타내는 다각형(사각형 등)의 꼭짓점에 대한 좌표 정보를 출력하도록 구현될 수 있다. 왜곡 특성 추정 모듈(110)의 구체적인 추정 동작에 대해서는 추후 도 3 내지 도 6을 통해 보다 상세히

설명하기로 한다.

- [48] 일 실시 예에 따라, 왜곡 특성 추정 모듈(110)은 딥러닝 기반으로 학습된 네트워크(인공 신경망)를 포함하고, 상기 네트워크를 이용하여 입력된 이미지(10)로부터 왜곡 특성을 추정할 수 있다. 상기 네트워크는 컨볼루션 신경망(convolutional neural network (CNN))으로 구현될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 CNN은 하나 이상의 컨볼루션 계층(convolutional layer), 통합 계층(pooling layer), 및 완전하게 연결된 계층(fully connected layer)으로 구성될 수 있다. 상기 CNN은 이미지 등과 같이 2차원 형태를 갖는 데이터에 대해 컨볼루션(convolution) 및 풀링(pooling) 과정을 반복하면서, 상기 데이터로부터 특징들을 획득(출력 특징 맵을 획득)하고, 추출된 특징들을 이용하여 분류(classification) 과정을 수행함으로써 결과를 출력할 수 있다.
- [49] 편위 수정 정보 생성 모듈(120)은, 왜곡 특성 추정 모듈(110)에 의해 추정된 왜곡 특성에 기초하여, 상기 입력된 이미지(10)의 편위 수정을 수행하기 위한 편위 수정 정보를 생성할 수 있다.
- [50] 예컨대, 편위 수정 정보 생성 모듈(120)은 상기 추정된 왜곡 특성에 대응하는 정보와, 편위 수정을 위한 기준 정보 사이의 차이에 기초하여 상기 편위 수정 정보를 생성할 수 있다. 일례로, 상기 추정된 왜곡 특성에 대응하는 정보는, 왜곡 특성을 나타내는 사각형의 꼭짓점 좌표들을 포함하고, 상기 기준 정보는 기 정의된 직사각형(또는 정사각형)의 꼭짓점 좌표들로서, 편위 수정된 직사각형, 즉 왜곡이 존재하지 않는 상태를 나타내는 직사각형의 꼭짓점 좌표들에 해당할 수 있다. 이하에서는 '편위 수정된 직사각형'을 '기준 직사각형'으로 기재하여 설명한다.
- [51] 이미지 변환 모듈(130)은 상기 생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 입력된 이미지(10)를 변환함으로써, 편위 수정된 이미지(15)를 제공할 수 있다.
- [52] 편위 수정 정보 생성 모듈(120) 및 이미지 변환 모듈(130)에 대한 구체적인 구현 예에 대해 이하 도 2를 참조하여 설명한다.
- [53] 도 2를 참조하면, 편위 수정 정보 생성 모듈(120)은 중형비 적용 모듈(122), 호모그래피 행렬 생성 모듈(124), 및 신뢰도 추정 모듈(126)을 포함할 수 있다. 실시 예에 따라 중형비 적용 모듈(122) 및/또는 신뢰도 추정 모듈(126)은 포함되지 않을 수도 있다.
- [54] 중형비 적용 모듈(122)은, 입력된 이미지(10)에 대한 초점위치 정보가 존재하는 경우, 상기 초점위치 정보에 기초하여 상기 기준 정보를 획득할 수 있다. 구체적으로, 중형비 적용 모듈(122)은 왜곡 특성을 나타내는 사각형의 꼭짓점 좌표들과 상기 입력된 이미지(10)의 초점위치에 기초하여, 기준 직사각형에 적용할 중형비를 계산하고, 상기 계산된 중형비를 적용한 기준 직사각형의 꼭짓점들의 좌표(기준 정보)를 획득할 수 있다.
- [55] 한편, 입력된 이미지(10)에 대한 초점위치 정보가 존재하지 않는 경우, 상기 기준 정보는 기 정의된 중형비를 갖는 기준 직사각형의 꼭짓점들의 좌표에

해당할 수 있다.

- [56] 호모그래피 행렬 생성 모듈(124)은 상기 왜곡 특성과 상기 기준 정보에 기초하여, 상기 왜곡 특성에 대한 편위 수정을 위한 편위 수정 정보를 생성할 수 있다. 예컨대, 상기 편위 수정 정보는, 상기 추정된 왜곡 특성을 나타내는 사각형과 상기 기준 직사각형 간의 차이에 기초하여 계산되는 호모그래피(homography) 행렬에 해당할 수 있다. 호모그래피 행렬은 서로 다른 시점(viewpoint)을 기준으로 형성된 두 개의 이미지 간의 변환을 위한 정보에 해당한다. 본 개시의 실시 예에 따르면, 입력된 이미지(10)로부터 서로 다른 복수의 왜곡 특성들이 추정되는 경우, 상기 복수의 왜곡 특성들 각각에 대한 서로 다른 호모그래피 행렬이 생성될 수 있을 것이다.
- [57] 신뢰도 추정 모듈(126)은, 생성된 편위 수정 정보(예컨대 호모그래피 행렬)에 대한 신뢰도를 추정함으로써, 상기 편위 수정 정보에 대응하는 픽셀 또는 셀에 대한 편위 수정의 수행 여부를 결정할 수 있다. 예컨대, 신뢰도 추정 모듈(126)은 입력된 이미지(10)를 소정 각도(예컨대 45°등) 회전시키고, 회전된 이미지에 대한 왜곡 특성을 추정할 수 있다. 회전된 이미지에 대한 왜곡 특성의 추정은 왜곡 특성 추정 모듈(110) 또는 신뢰도 추정 모듈(126)에 의해 수행될 수 있다. 신뢰도 추정 모듈(126)은 회전 전 이미지(10)에 대해 추정된 왜곡 특성과, 회전된 이미지에 대해 추정된 왜곡 특성 간의 차이에 기초하여 신뢰도를 추정할 수 있다. 신뢰도 추정 모듈(126)은 추정된 신뢰도가 기준치 이상인 경우, 대응하는 픽셀 또는 셀에 대해 편위 수정을 수행하도록 결정하고, 신뢰도가 기준치 미만인 경우, 대응하는 픽셀 또는 셀에 대해 편위 수정을 수행하지 않도록 결정할 수 있다. 신뢰도 추정 모듈(126)의 구체적인 동작과 관련된 예는 추후 도 8을 통해 설명하기로 한다.
- [58] 이미지 변환 모듈(130)은 호모그래피 변환 모듈(132) 및 이미지 최적화 모듈(134)을 포함할 수 있다.
- [59] 호모그래피 변환 모듈(132)은, 편위 수정 정보 생성 모듈(120)에 의해 생성된 셀들 각각의 편위 수정 정보(호모그래피 행렬)에 기초하여, 셀들 각각에 대한 호모그래피 변환을 수행할 수 있다. 그 결과, 셀들 각각에 대한 왜곡 특성은 제거될 수 있으나, 셀들의 변형에 의해 셀들 간에 이격이 발생할 수 있다.
- [60] 이미지 최적화 모듈(134)은 호모그래피 변환에 따라 이격된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 추정 또는 산출할 수 있다. 예컨대 이미지 최적화 모듈(134)은 이격된 셀들이 자연스럽게 연결되도록 하기 위해, 셀들 각각의 위치, 크기, 및/또는 이동과 관련된 파라미터를 추정 또는 산출할 수 있다.
- [61] 이미지 변환 모듈(130)은 추정 또는 산출된 파라미터에 기초하여, 입력된 이미지(10)의 픽셀값들을 변경하고, 렌더링 등의 과정을 통해 편위 수정된 이미지(15)를 제공할 수 있다.
- [62] 다시 도 1을 참조하면, 데이터베이스(140)는 입력된 이미지(10) 내의 적어도 일부의 픽셀 각각에 대해 추정된 왜곡 특성을 나타내는 데이터(사각형의 꼭짓점

좌표들), 및 상기 적어도 일부의 픽셀 각각에 대한 편위 수정을 위한 기준 정보(기준 직사각형의 꼭짓점 좌표들)를 저장하도록 구현될 수 있다.

- [63] 학습 모듈(150)은, 왜곡 특성 추정 모듈(110)에 포함된 네트워크의 학습 동작을 수행할 수 있다. 학습 모듈(150)은 상기 네트워크의 학습을 위한 목적 함수를 포함할 수 있다. 예컨대, 학습 모듈(150)은 학습용 이미지(입력된 이미지 등)에 대한 왜곡 특성의 추정 결과와, 상기 왜곡 특성에 대한 정답 데이터 사이의 차이에 기초하여 상기 네트워크에 포함된 노드들 간의 가중치(weight) 등을 변경함으로써, 상기 네트워크의 학습을 수행할 수 있다. 한편, 본 명세서에서 사용되는 '학습'은 러닝(learning), 훈련(또는 트레이닝(training))과 동일한 의미일 수 있으며, 학습을 수행한다는 의미는 네트워크가 학습을 수행하거나, 네트워크를 학습시키는 의미 모두를 포함할 수 있다.
- [64] 이하 도 3 내지 도 13을 참조하여, 본 개시의 실시 예들에 따른 이미지 편위 수정 방법을 구체적으로 설명하기로 한다.
- [65] 도 3은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법을 개략적으로 설명하기 위한 플로우차트이다. 도 4는 도 3에 도시된 왜곡 특성 추정 단계와 편위 수정 정보 획득 단계의 구체화된 일 실시 예를 나타내는 플로우차트이다. 도 5 내지 도 8은 도 4에 도시된 실시 예와 관련된 예시도들이다.
- [66] 도 3을 참조하면, 본 개시의 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법은 입력된 이미지의 왜곡 특성을 추정하는 단계(S300), 추정된 왜곡 특성에 기초한 편위 수정 정보를 획득하는 단계(S310), 및 획득된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 입력된 이미지의 편위 수정 및 최적화를 수행하는 단계(S320)를 포함할 수 있다. S320 단계에 대해서는 추후 도 9 내지 도 13을 통해 설명하고, 이하에서는 S300 단계 내지 S310 단계에 대해 설명하기로 한다.
- [67] 도 4 내지 도 6의 실시 예를 참조하면, 입력된 이미지의 왜곡 특성을 추정하는 단계(S300)는 입력된 이미지를 복수의 셀들로 구분하는 단계(S302), 및 구분된 셀들 각각의 왜곡 특성을 나타내는 사각형(왜곡된 직사각형)을 추정하는 단계(S304)를 포함할 수 있다.
- [68] 도 5를 참조하면, 입력된 이미지(500)에는 반시계 방향으로 제1 각도 회전된 형태의 제1 영역(502)과, 시계 방향으로 제2 각도 회전된 형태의 제2 영역(504)이 존재할 수 있다. 이 경우, 입력된 이미지(500)의 편위 수정은, 제1 영역(502)을 시계 방향으로 제1 각도만큼 회전시키는 프로세스와, 제2 영역(504)을 반시계 방향으로 제2 각도만큼 회전시키는 프로세스를 포함할 수 있다. 즉, 제1 영역(502)에 포함된 픽셀들과 제2 영역(504)에 포함된 픽셀들의 왜곡 특성이 상이하므로, 각각의 왜곡 특성을 정확히 추정할 필요성이 있다.
- [69] 이를 위해, 왜곡 특성 추정 모듈(110)은 입력된 이미지(500)를 복수의 셀들로 구분하여 각각의 셀에 대한 왜곡 특성을 추정하도록 구현될 수 있다. 상기 복수의 셀들 각각의 사이즈는 다양하게 설정될 수 있는 바, 셀이 하나의 픽셀만을 포함하는 경우도 포함될 수 있을 것이다. 구체적으로, 왜곡 특성 추정

모듈(110)은 입력된 이미지(500)를 복수의 셀들로 구분하고, 각각의 셀에 포함된 픽셀들 중 어느 하나의 픽셀(510)(520)(예컨대 중심 위치 또는 셀 내의 기 정의된 위치에 존재하는 픽셀 등)을 중심으로 하고, 각각의 셀의 왜곡 특성을 나타내는 사각형을 추정하도록 학습된 네트워크(딥러닝 기반의 인공 신경망)를 포함할 수 있다.

[70] 구체적으로, 왜곡 특성 추정 모듈(110)(또는 네트워크)은 상기 픽셀(510)(520)을 중심으로 대칭되는 두 개의 꼭짓점들(512a, 512b)(522a, 522b)을 고정하고, 나머지 두 개의 꼭짓점들(514a, 514b)(524a, 524b)을 추정함으로써, 왜곡 특성을 나타내는 사각형을 추정할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 영역(502)에 존재하는 픽셀(510)에 대해 추정되는 사각형은 제1 영역(502)의 왜곡 특성에 대응할 수 있고, 제2 영역(504)에 존재하는 픽셀(520)에 대해 추정되는 사각형은 제2 영역(504)의 왜곡 특성에 대응할 수 있다. 실시 예에 따라, 각각의 셀의 왜곡 특성을 나타내는 사각형은, 셀에 포함된 복수의 픽셀들 각각으로부터 추정되는 사각형들에 기초하여(대응하는 꼭짓점들의 평균, 중간값, 최빈값 등) 획득될 수도 있다.

[71] 상기 고정되는 두 개의 꼭짓점들(512a, 512b)(522a, 522b) 사이에 연결되는 직선은, 상기 추정되는 사각형의 대각선에 대응할 수 있다. 왜곡 특성 추정 모듈(110)은 상기 대각선이 수평선에 대해 기 설정된 제1 각도(예컨대 45° 등)를 이루도록 상기 두 개의 꼭짓점들(512a, 512b)(522a, 522b)을 고정하고, 상기 왜곡 특성의 추정 결과에 따라 나머지 두 개의 꼭짓점들(514a, 514b)(524a, 524b)을 획득할 수 있다.

[72] 한편, 도 6의 실시 예를 참조하면, 입력된 이미지(600)의 제1 영역(602)은 상기 기 설정된 제1 각도와 동일한 각도로 회전된 형태의 왜곡 특성을 갖고, 제2 영역(604)은 상기 기 설정된 제1 각도와 유사한 각도로 회전된 형태의 왜곡 특성을 갖는 것으로 가정한다. 이 경우, 제1 픽셀(610)에 대해 고정되는 두 개의 꼭짓점들(612a, 612b)과, 왜곡 특성의 추정 결과에 의해 획득되는 나머지 두 개의 꼭짓점들(614a, 614b)은 동일한 지점에 위치할 수 있다. 그리고, 제2 픽셀(620)에 대해 고정되는 두 개의 꼭짓점들(622a, 622b)과, 왜곡 특성의 추정 결과에 의해 획득되는 나머지 두 개의 꼭짓점들(624a, 624b)은 소정 거리 이내로 근접할 수 있다. 이 경우 네 개의 꼭짓점들에 의한 사각형이 왜곡 특성을 정확히 표현하지 못하는 문제가 발생할 수 있다.

[73] 상술한 문제를 해결하기 위해, 왜곡 특성 추정 모듈(110)은, 상기 고정되는 두 개의 꼭짓점들과 상기 나머지 두 개의 꼭짓점들이 소정 거리 이내로 근접하는 경우, 상기 고정되는 두 개의 꼭짓점들의 위치를 변경한 후 나머지 두 개의 꼭짓점들을 다시 추정할 수 있다. 왜곡 특성 추정 모듈(110)은 두 개의 꼭짓점들을 연결한 직선이 수평선에 대해 기 설정된 제2 각도(예컨대 0° 등)를 이루도록 상기 두 개의 꼭짓점들(612c, 612d)(622c, 622d)을 고정하고, 왜곡 특성에 기초하여 나머지 두 개의 꼭짓점들(614c, 614d)(624c, 624d)을 추정할 수

있다.

- [74] 데이터베이스(140)에는 입력된 이미지의 픽셀들 중 적어도 일부의 픽셀 각각에 대해 추정된 사각형의 꼭짓점 좌표들이 저장될 수 있다. 상기 적어도 일부의 픽셀은 복수의 셀들 각각의 픽셀들 중 어느 하나(510, 520)를 의미할 수 있으나, 실시 예에 따라서는 입력된 이미지의 모든 픽셀들을 포함할 수도 있다.
- [75] 다시 도 4를 참조하면, 추정된 왜곡 특성에 기초한 편위 수정 정보를 획득하는 단계(S310)는, 입력된 이미지의 초점 거리(또는 초점 위치)에 대한 정보가 존재하는 경우(S312의 YES), 상기 정보에 기초하여 종횡비를 조절한 편위 수정된 직사각형(기준 직사각형)을 획득하는 단계(S314)를 포함할 수 있다.
- [76] 반면, 이미지의 초점 거리(또는 위치)에 대한 정보가 존재하지 않는 경우에는(S312의 NO), 기 정의된 형태의 편위 수정된 직사각형(기준 직사각형)이 획득될 수 있다(S316).
- [77] 도 7을 함께 참조하면, 입력된 이미지(700)의 초점 위치에 대한 정보가 존재하는 경우, 종횡비 적용 모듈(122)은 왜곡 특성 추정 모듈(110)에 의해 추정된 왜곡 특성을 나타내는 사각형의 꼭짓점들의 좌표와 초점 위치를 이용하여, 기준 직사각형에 적용할 종횡비를 계산할 수 있다. 종횡비 적용 모듈(122)은 계산된 종횡비를 적용한 기준 직사각형의 꼭짓점들의 좌표를 획득할 수 있다.
- [78] 종횡비가 적용된 기준 직사각형이 획득되는 경우, 편위 수정된 이미지(720)가 입력된 이미지와 유사한 종횡비를 갖도록 제공될 수 있다. 반면, 종횡비가 적용되지 않은 기 정의된 형태의 기준 직사각형이 획득되는 경우에는, 편위 수정된 이미지(740)가 입력된 이미지(700)와 상이한 종횡비를 갖도록 제공될 가능성이 존재한다. 도 7에 도시된 바와 같이, 종횡비가 적용된 기준 직사각형을 이용하여 편위 수정된 이미지(720)의 제1 영역(722)은, 입력된 이미지(700)의 제1 영역(702)와 유사한 종횡비를 가짐을 확인할 수 있다. 반면, 기 정의된 형태의 기준 직사각형을 이용하여 편위 수정된 이미지(740)의 제1 영역(742)은, 입력된 이미지(700)의 제1 영역(702)과 상이한 종횡비를 가짐을 확인할 수 있다.
- [79] 도 4를 계속 참조하면, 이미지 편위 수정 방법은 왜곡 특성을 나타내는 사각형(왜곡된 직사각형)과 편위 수정된 직사각형(기준 직사각형)에 기초하여, 복수의 셀들 각각의 호모그래피 행렬을 계산할 수 있다(S318).
- [80] 도 1 내지 도 2에서 상술한 바와 같이, 호모그래피 행렬 생성 모듈(124)은 복수의 셀들 각각에 대해, 추정된 왜곡 특성을 나타내는 사각형과 상기 기준 직사각형 사이의 차이에 기초한 호모그래피 행렬을 계산할 수 있다.
- [81] 실시 예에 따라, 신뢰도 추정 모듈(126)은 상기 계산된 호모그래피 행렬에 대한 신뢰도를 추정함으로써, 복수의 셀들 중 편위 수정을 수행할 셀들과 편위 수정을 수행하지 않을 셀들을 구분할 수 있다.
- [82] 이와 관련하여 도 8의 (a)를 참조하면, 신뢰도 추정 모듈(126)은 입력된 이미지(800)에 대해 추정된 왜곡 특성과, 입력된 이미지(800)를 소정 각도(예컨대

- 45° 회전시킨 이미지(810)로부터 추정되는 왜곡 특성을 비교할 수 있다.
- [83] 신뢰도 추정 모듈(126)은 입력된 이미지(800)의 소정 위치(셀 또는 픽셀)에 대해 추정된 왜곡 특성을 나타내는 제1 사각형(802)과, 소정 각도 회전된 이미지(810)의 대응되는 위치(셀 또는 픽셀)에 대해 추정되는 왜곡 특성을 나타내는 제2 사각형(812)을 비교할 수 있다. 제2 사각형(812)에 대한 정보는 왜곡 특성 추정 모듈(110)에 의해 획득되거나, 신뢰도 추정 모듈(126)에 의해 획득될 수 있다.
- [84] 신뢰도 추정 모듈(126)은 제1 사각형(802)의 한 변과, 제2 사각형(812)의 대응되는 변 사이의 기울기 차이가 상기 소정 각도(예컨대 45°)에 가까울수록 신뢰도가 높은 것으로 추정할 수 있고, 상기 소정 각도와 멀수록 신뢰도가 낮은 것으로 추정할 수 있다.
- [85] 상술한 방식에 따라, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이 신뢰도 추정 모듈(126)은 이미지(820)의 픽셀들 또는 셀들 각각에 대해 신뢰도를 추정할 수 있다. 신뢰도 추정 결과(820a)를 참조하면, 텍스트가 존재하는 영역들(822, 824)에 위치한 픽셀들(또는 셀들)의 경우 신뢰도가 높을 수 있고, 텍스트가 존재하지 않는 영역에 위치한 픽셀들(또는 셀들)의 경우 상대적으로 신뢰도가 낮을 수 있다. 신뢰도 추정 결과에 기초하여, 이미지 편위 수정 시스템(100)은 신뢰도가 기준치 이상인 픽셀들(또는 셀들)에 대해서만 편위 수정 동작을 수행함으로써, 이미지 편위 수정 시의 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [86] 도 9는 도 3에 도시된 편위 수정 및 최적화 단계의 구체화된 일 실시 예를 나타내는 플로우차트이다. 도 10 내지 도 13은 도 9에 도시된 실시 예와 관련된 예시도들이다.
- [87] 도 3 및 도 9를 참조하면, 이미지 편위 수정 방법은 획득된 편위 수정 정보(호모그래피 행렬)에 기초하여 입력된 이미지의 편위 수정 및 최적화를 수행할 수 있다(S320).
- [88] 구체적으로, S320 단계는 복수의 셀들 각각에 대해, 호모그래피 행렬에 기초한 호모그래피 변환을 수행하는 단계(S322), 변환된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 추정하는 단계(S324), 추정된 파라미터에 기초하여 편위 수정 전 이미지(입력된 이미지)를 변환 및 렌더링하는 단계(S326), 및 변환 및 렌더링에 의해 생성된 편위 수정 이미지의 최적화를 수행하는 단계(S328)를 포함할 수 있다.
- [89] 도 10의 (a)를 참조하면, 호모그래피 변환 모듈(132)은 복수의 셀들(1000) 각각에 대해 생성된 호모그래피 행렬에 기초하여, 셀들(1000) 각각에 대한 호모그래피 변환을 수행할 수 있다. 호모그래피 변환의 수행 결과, 셀들(1000) 각각에 대응하는 부분 이미지의 왜곡이 제거될 수 있으나, 셀들의 변형에 의한 이격 및/또는 중첩이 발생할 수 있다. 제1 셀(1001)과 제2 셀(1002)은 호모그래피 변환 이전에는 서로 연결되어 이격 또는 중첩이 존재하지 않으나, 호모그래피 변환이 수행된 제1 셀(1011)과 제2 셀(1012) 사이에는 변형에 의한 이격 및/또는

중첩이 발생할 수 있다.

- [90] 도 10의 (b)를 참조하여 실제 이미지의 예를 살펴보면, 입력된 이미지(1100)의 제1 영역(1102)에 포함된 셀들은, 반시계 방향으로 소정 각도 회전된 형태의 왜곡 특성을 가질 수 있다. 제1 영역(1102)에 포함된 셀들에 대한 호모그래피 변환이 수행됨에 따라 셀들 각각의 왜곡은 제거될 수 있으나, 인접 셀과 이격 및/또는 중첩이 발생하게 되므로, 전체의 이미지(1110)는 부자연스러운 상태를 보일 수 있다.
- [91] 도 11의 (a)를 참조하면, 이미지 최적화 모듈(134)은 호모그래피 변환에 따라 이격 및/또는 중첩된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 추정 또는 산출할 수 있다. 예컨대, 이미지 최적화 모듈(134)은 셀들(1010)이 소정 거리 이내로 가까워지면서, 상호간의 중첩이 제거되도록 이동(정렬)시키는 non-rigid 변환을 수행할 수 있다. Non-rigid 변환을 통해 정렬되는 제1 셀(1021)과 제2 셀(1022) 사이의 거리는, 이동 전의 제1 셀(1011)과 제2 셀(1012) 사이의 거리보다 가까울 수 있다.
- [92] 한편, 제1 셀(1021)과 제2 셀(1022) 각각의 인접 변이 서로 접하지 않을 수 있다. 예컨대 제1 셀(1021)의 우측 변과 제2 셀(1022)의 좌측 변은, 제1 셀(1021)과 제2 셀(1022)의 연결 시 서로 접해야 하나, 상기 변들의 길이 및/또는 기울기가 다를 수 있다. 따라서, 이미지 최적화 모듈(134)은 인접한 셀들의 꼭짓점이 서로 접하도록 하여 셀들을 자연스럽게 연결하기 위한, 셀들의 꼭짓점 좌표를 산출할 수 있다. 산출된 꼭짓점 좌표에 따라 셀들(1030)이 이동 및 변형됨으로써, 셀들 사이의 이격(제1 셀(1031)과 제2 셀(1032) 사이의 이격 등)이 제거되어 자연스러운 연결이 가능해질 수 있다.
- [93] 도 11의 (b)를 참조하면, 상술한 바와 같이 호모그래피 변환된 이미지(1110)에 대한 non-rigid 변환이 수행된 경우, non-rigid 변환이 수행된 이미지(1120)의 제1 영역(1122)에 존재하는 셀들이 소정 거리 이내로 중첩 없이 정렬될 수 있다. 이미지 최적화 모듈(134)이 각 셀들의 꼭짓점이 서로 접하도록 하는 꼭짓점 좌표들을 산출하면, 산출된 꼭짓점 좌표에 기초한 셀들의 변형에 의해 보다 자연스럽게 연결된 이미지(1130)가 제공될 수 있다. 이에 따라, 이미지(1130)의 제1 영역(1132)은 편위 수정에 의해 왜곡이 제거됨을 확인할 수 있다.
- [94] 도 12의 (a)를 참조하면, 도 10 내지 도 11의 과정에 따라, 편위 수정 전의 셀들(1200)의 꼭짓점 좌표들과, 편위 수정 및 정렬 완료된 셀들(1210)의 꼭짓점 좌표들이 획득될 수 있다. 이에 기초하여, 이미지 최적화 모듈(134)은 셀들 각각에 대한 파라미터를 산출할 수 있다. 상기 파라미터는 편위 수정 전 이미지의 셀들의 픽셀들 각각에 대한, 편위 수정을 위해 이동되는 위치(가로 좌표 및 세로 좌표) 및/또는 셀들의 사이즈에 대한 값 등을 포함할 수 있다.
- [95] 이미지 변환 모듈(130)은 획득된 파라미터에 기초하여, 입력된 이미지로부터 편위 수정된 이미지를 획득하는 변환 및 렌더링 동작을 수행할 수 있다. 한편, 도 12의 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 파라미터에 기초하여 셀들 각각에 대한

호모그래피 변환이 수행되는 경우, 편위 수정된 이미지(1220)의 셀들 간의 경계 부분에서 텍스처 간의 연결이 끊기는 등의 부자연스러움이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해, 이미지 변환 모듈(130)은 획득된 파라미터에 기초하여, 입력된 이미지를 보다 자연스럽게 편위 수정하기 위한 방식에 따른 변환을 수행할 수 있다. 예컨대 이미지 변환 모듈(130)은, 편위 수정된 셀들 각각의 꼭짓점 좌표로부터 획득되는 무게중심을 이용하는 barycentric 변환에 따라 입력된 이미지를 변환한 후 렌더링함으로써, 보다 자연스럽게 연결된 이미지(1230)를 획득할 수 있다.

- [96] 도 13을 참조하면, 변환 및 렌더링된 이미지(1300)는 왜곡 특성의 추정에 기초하여 편위 수정된 것인 바, 일부 영역(1310)에서 불완전한 편위 수정이 이루어질 수 있다. 상기 불완전한 편위 수정을 제거하기 위해, 이미지 변환 모듈(130)은 변환 및 렌더링된 이미지(1300)를 low rank texture로 변환하는 과정을 추가 수행할 수 있다. Low rank texture 변환은 이차원 이미지에서 텍스처얼 정보 및 기하학적 정보를 획득하여 이미지(1300)를 변환하는 것을 의미하며, 획득되는 정보는 엣지(edge)와 같은 로컬 구조뿐만 아니라 이미지 내의 규칙적이고 대칭적인 패턴 등을 포함할 수 있다.
- [97] 이하, 도 14 내지 도 22를 참조하여, 본 개시의 다른 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [98] 도 14는 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템을 통한 이미지의 편위 수정 동작이 개략적으로 도시된 도면이다. 도 15는 도 14에 도시된 이미지 편위 수정 시스템에 포함된 편위 수정 정보 생성 모듈의 일 구성 예를 나타낸 도면이다.
- [99] 도 14를 참조하면, 본 개시의 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템(1400)은, 입력된 이미지에 존재하는 왜곡 특성을 추정하여 편위 수정된 이미지를 제공하는 동작을 수행할 수 있다. 특히, 본 개시에 따른 이미지 편위 수정 시스템(1400)은 입력된 이미지 내에 둘 이상의 서로 다른 형태의 왜곡이 존재하더라도 각각의 왜곡 특성들을 추정하여 편위 수정된 이미지들을 효과적으로 제공할 수 있다.
- [100] 도 1에서 상술한 이미지 편위 수정 시스템(100)과 마찬가지로, 이미지 편위 수정 시스템(1400)은 적어도 하나의 컴퓨팅 장치를 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 적어도 하나의 컴퓨팅 장치 각각은 프로세서, 메모리, 통신 인터페이스, 입력부, 및/또는 출력부 등을 포함하는 하드웨어 기반의 장치에 해당한다. 이 경우, 이미지 편위 수정 시스템(1400)에 포함되는 구성들(모듈들)은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있으며, 상기 적어도 하나의 컴퓨팅 장치에 통합 또는 분할되어 구현될 수 있다.
- [101] 본 개시의 일 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 시스템(1400)은 왜곡 특성 추정 모듈(1410), 편위 수정 정보 생성 모듈(1420), 이미지 변환 모듈(1430), 데이터베이스(1440), 및 학습 모듈(1450)을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는

것은 아니고 보다 많거나 적은 구성을 포함할 수도 있다.

- [102] 왜곡 특성 추정 모듈(1410)은, 입력된 이미지(20)에 존재하는 왜곡 특성을 추정할 수 있다. 상기 왜곡 특성은 카메라와 대상 간의 위치 관계에 기반하거나, 대상 표면의 기하학적 형태, 변형, 비틀림, 일그러짐 등에 기반할 수 있다. 본 개시의 실시 예에 따른 왜곡 특성 추정 모듈(1410)은, 이미지(20)를 복수의 셀들로 구분하고, 셀들 각각에 대한 왜곡 특성을 추정함에 따라, 입력된 이미지(20) 내에 존재하는 서로 다른 다양한 왜곡 특성을 추정할 수 있다. 도 14에 도시된 이미지(20)를 예로 들면, 제1 영역(21)의 왜곡 특성과 제2 영역(22)의 왜곡 특성이 서로 다를 수 있다. 상기 구분된 복수의 셀들 중 제1 영역(21)에 포함된 셀들의 왜곡 특성은 제1 영역(21)의 왜곡 특성에 해당할 것이고, 제2 영역(22)에 포함된 셀들의 왜곡 특성은 제2 영역(22)의 왜곡 특성에 해당할 것이다.
- [103] 일례로, 상기 왜곡 특성 추정 모듈(1410)은 추정된 왜곡 특성을 나타내는 다각형(사각형 등)의 꼭짓점에 대한 좌표 정보를 출력하도록 구현될 수 있다. 왜곡 특성 추정 모듈(1410)의 구체적인 추정 동작은 도 5 내지 도 6을 통해 상술한 바, 이에 대한 중복 설명은 생략하기로 한다.
- [104] 도 1의 왜곡 특성 추정 모듈(110)과 마찬가지로, 왜곡 특성 추정 모듈(1410)은 딥러닝 기반으로 학습된 네트워크(인공 신경망)를 포함하고, 상기 네트워크를 이용하여 입력된 이미지(20)로부터 왜곡 특성을 추정할 수 있다.
- [105] 편위 수정 정보 생성 모듈(1420)은, 왜곡 특성 추정 모듈(1410)에 의해 추정된 왜곡 특성에 기초하여, 상기 입력된 이미지(20)의 편위 수정을 수행하기 위한 편위 수정 정보를 생성할 수 있다. 편위 수정 정보 생성 모듈(1420)에 대한 기본적인 내용은 도 1의 편위 수정 정보 생성 모듈(120)에 대한 내용과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [106] 이미지 변환 모듈(1430)은 상기 생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 입력된 이미지(20)를 변환함으로써, 편위 수정된 이미지(31, 32)를 제공할 수 있다.
- [107] 편위 수정 정보 생성 모듈(1420) 및 이미지 변환 모듈(1430)에 대한 구체적인 구현 예에 대해 이하 도 15를 참조하여 설명한다.
- [108] 도 15를 참조하면, 편위 수정 정보 생성 모듈(1420)은 호모그래피 행렬 생성 모듈(1422), 군집화 모듈(1424), 신뢰도 추정 모듈(1426), 및 군집별 대표 호모그래피 행렬 생성 모듈(1428)을 포함할 수 있다.
- [109] 호모그래피 행렬 생성 모듈(1422)은 상기 왜곡 특성과 상기 기준 정보에 기초하여, 상기 왜곡 특성에 대한 편위 수정을 위한 편위 수정 정보를 생성할 수 있다. 예컨대, 상기 편위 수정 정보는, 상기 추정된 왜곡 특성을 나타내는 사각형과 상기 기준 직사각형 간의 차이에 기초하여 계산되는 호모그래피(homography) 행렬에 해당할 수 있다. 호모그래피 행렬은 서로 다른 시점(viewpoint)을 기준으로 형성된 두 개의 이미지 간의 변환을 위한 정보에 해당한다. 본 개시의 실시 예에 따르면, 입력된 이미지(20)로부터 서로 다른

복수의 왜곡 특성들이 추정되는 경우, 상기 복수의 왜곡 특성들 각각에 대한 서로 다른 호모그래피 행렬이 생성될 수 있을 것이다.

- [110] 균집화 모듈(1424)은, 호모그래피 행렬 생성 모듈(1422)에 의해 생성된 셀들(또는 픽셀들) 각각의 호모그래피 행렬의 유사도(또는 비유사도)에 기초하여, 셀들(또는 픽셀들)을 균집화할 수 있다.
- [111] 신뢰도 추정 모듈(1426)은, 생성된 편위 수정 정보(예컨대 호모그래피 행렬)에 대한 신뢰도를 추정함으로써, 상기 편위 수정 정보에 대응하는 픽셀 또는 셀에 대한 편위 수정의 수행 여부를 결정할 수 있다. 신뢰도 추정 모듈(1426)은 도 2의 신뢰도 추정 모듈(126)과 실질적으로 동일하고, 구체적인 동작과 관련된 예는 도 8에서 상술한 바 있다.
- [112] 균집별 대표 호모그래피 행렬 생성 모듈(1428)은, 균집화 모듈(1424)에 의해 구분된 균집들 각각에 대한 대표 호모그래피 행렬을 생성할 수 있다. 예컨대, 상기 대표 호모그래피 행렬은, 균집에 포함된 셀들(픽셀들)의 호모그래피 행렬들의 평균값, 최빈값, 중앙값 등에 기초하여 생성될 수 있다.
- [113] 실시 예에 따라, 균집별 대표 호모그래피 행렬 생성 모듈(1428)은, 신뢰도 추정 모듈(1426)에 의해 추정된 신뢰도가 기준값 이상인 균집에 대해서만 대표 호모그래피 행렬을 생성할 수도 있다.
- [114] 다시 도 14를 참조하면, 이미지 변환 모듈(1430)은 생성된 대표 호모그래피 행렬에 기초하여 입력된 이미지(20)에 대한 호모그래피 변환을 수행함으로써, 편위 수정된 이미지(31, 32)를 제공할 수 있다. 예컨대, 상기 대표 호모그래피 행렬이 복수 개인 경우, 이미지 변환 모듈(1430)은 복수의 대표 호모그래피 행렬 각각을 이용하여 이미지(20)에 대한 호모그래피 변환을 수행함으로써, 복수의 편위 수정된 이미지(31, 32)를 제공할 수 있다. 따라서, 이미지 변환 모듈(1430)은 입력된 이미지(20) 내의 왜곡된 영역들(21, 22) 각각에 대한 편위 수정된 이미지(31, 32)를 제공할 수 있다. 제1 이미지(31)는 제1 영역(21)에 대해 편위 수정된 이미지에 해당할 수 있고, 제2 이미지(32)는 제2 영역(22)에 대해 편위 수정된 이미지에 해당할 수 있다.
- [115] 한편, 데이터베이스(1440) 및 학습 모듈(1450)은 도 1에서 상술한 데이터베이스(140) 및 학습 모듈(150)과 실질적으로 동일한 바, 이에 대한 설명은 생략한다.
- [116] 이하 도 16 내지 도 22를 참조하여, 본 개시의 실시 예들에 따른 이미지 편위 수정 방법을 구체적으로 설명하기로 한다.
- [117] 도 16은 본 개시의 예시적 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법을 개략적으로 설명하기 위한 플로우차트이다. 도 17는 도 16에 도시된 왜곡 특성 추정 단계, 및 편위 수정 정보 획득 및 균집화 단계의 구체화된 일 실시 예를 나타내는 플로우차트이다. 도 18 내지 도 21은 도 17의 균집화 단계와 관련된 예시도들이다. 도 22는 본 개시의 이미지 편위 수정 방법에 따라 제공되는 편위 수정된 이미지들의 예시도이다.

- [118] 도 16을 참조하면, 본 개시의 실시 예에 따른 이미지 편위 수정 방법은 입력된 이미지의 픽셀별(또는 셀별) 왜곡 특성을 추정하는 단계(S500), 및 추정된 왜곡 특성에 기초한 편위 수정 정보를 획득하고, 픽셀들(또는 셀들)을 군집화하는 단계(S510)를 포함할 수 있다.
- [119] S500 단계 내지 S510 단계에 대해서는 이하 도 17 내지 도 21을 통해 보다 구체적으로 설명한다.
- [120] 도 17를 참조하면, 입력된 이미지의 픽셀별(또는 셀별) 왜곡 특성을 추정하는 단계(S500)는 입력된 이미지를 복수의 셀들로 구분하는 단계(S502), 및 구분된 셀들 각각의 왜곡 특성을 나타내는 사각형(왜곡된 직사각형)을 추정하는 단계(S504)를 포함할 수 있다. S502 단계 및 S504 단계는 도 4의 S302 단계 및 S304 단계와 실질적으로 동일하며, 구체적 실시 예는 도 5 내지 도 6을 통해 설명한 바 있다.
- [121] 추정된 왜곡 특성에 기초한 편위 수정 정보를 획득하는 단계(S510)는, 왜곡 특성을 나타내는 사각형(왜곡된 직사각형)과 편위 수정된 직사각형(기준 직사각형)에 기초하여, 복수의 셀들 각각의 호모그래피 행렬을 계산하는 단계(S512), 및 호모그래피 행렬들의 유사도(또는 비유사도)에 기초하여 복수의 셀들을 군집화하는 단계(S514)를 포함할 수 있다.
- [122] 도 14 내지 도 15에서 상술한 바와 같이, 호모그래피 행렬 생성 모듈(1424)은 복수의 셀들 각각에 대해, 추정된 왜곡 특성을 나타내는 사각형과 상기 기준 직사각형 사이의 차이에 기초한 호모그래피 행렬을 계산할 수 있다. 군집화 모듈(1424)은 호모그래피 행렬 생성 모듈(1422)에 의해 생성된 셀들 각각의 호모그래피 행렬의 유사도(또는 비유사도)에 기초하여, 셀들을 적어도 하나의 군집으로 구분(군집화)할 수 있다.
- [123] 도 18을 참조하면, 군집화 모듈(1424)은 이미지(1800)에 포함된 복수의 셀들에 대해, 호모그래피 행렬이 유사한 셀들을 군집화할 수 있다. 예컨대 이미지(1800)는 왜곡 특성이 서로 다른 세 개의 영역이 존재할 수 있고, 이 경우 이미지(1800)의 셀들(1810)은 제1 영역에 대응하는 셀들을 포함하는 제1 군집(1811), 제2 영역에 대응하는 셀들을 포함하는 제2 군집(1812), 및 제3 영역에 대응하는 셀들을 포함하는 제3 군집(1813)으로 구분될 수 있을 것이다.
- [124] 이하 도 19 내지 도 21을 참조하여 군집화 모듈(1424)이 호모그래피 행렬들의 유사 여부를 판단하는 방법에 대해 보다 상세히 설명한다.
- [125] 도 19를 참조하면, 이미지의 제1 셀의 왜곡 특성을 나타내는 제1 사각형(x_1)과 제2 셀의 왜곡 특성을 나타내는 제2 사각형(x_2)이 같은 평면에 존재하는 경우, 각 사각형의 소실점(vanishing point (VP)) 위치가 동일할 수 있다. 상기 소실점(VP)은 가로 방향의 소실점 및 세로 방향의 소실점을 포함할 수 있다. 또한, 제1 사각형(x_1)과 제2 사각형(x_2)이 같은 평면에 존재한다면, 두 셀은 동일한 호모그래피 행렬을 이용한 호모그래피 변환을 통해 편위 수정이 수행될 수 있다.
- [126] 이에 기초하여, 군집화 모듈(1424)은 두 개의 사각형들 간의 비유사도를

측정하고 비유사도가 낮은 사각형들에 대응하는 셀들을 동일 군집으로 군집화할 수 있다. 일례로 제1 사각형(x_1)과 제2 사각형(x_2)의 비유사도를 산출하기 위해, 군집화 모듈(1424)은 제1 사각형(x_1)의 소실점들(VP)의 위치를 산출하고, 제2 사각형(x_2)의 꼭짓점들 중 고정된 꼭짓점들과 상기 제1 사각형(x_1)의 소실점들(VP)을 연결하는 직선들과, 추정된 꼭짓점들 사이의 거리를 산출하여 비유사도를 산출할 수 있다. 산출된 거리의 합이 0에 가까울수록 비유사도가 낮을 수 있고(유사도가 높음), 거리의 합이 클수록 비유사도가 높을 수 있다. 도 19의 예에 따르면 제2 사각형(x_2)에 대해 산출되는 거리의 합은 0에 해당할 수 있다. 이 경우, 군집화 모듈(1424)은 제1 사각형(x_1)과 제2 사각형(x_2)이 동일한 호모그래피 행렬을 갖는 것으로 판단하고, 제1 사각형(x_1)에 대응하는 제1 셀과 제2 사각형(x_2)에 대응하는 제2 셀을 동일한 군집으로 군집화할 수 있다. 반면, 제3 사각형(x_3)에 대해 산출되는 거리의 합은 0에 비해 매우 큰 값을 가질 수 있다. 이 경우 군집화 모듈(1424)은 제1 사각형(x_1)과 제3 사각형(x_3)이 서로 다른 호모그래피 행렬을 갖는 것으로 판단하고, 제3 사각형(x_3)에 대응하는 제3 셀은 상기 제1 셀과는 다른 군집으로 군집화할 수 있다.

[127] 도 20 내지 도 21의 실시 예를 참조하면, 군집화 모듈(1424)은 왜곡 특성을 나타내는 두 사각형이 동일 평면에 존재하는 경우 소실점이 동일한 위치에 있다는 성질에 기초하여 설계된 비유사도(dissimilarity)를 이용하여, 이미지 내의 셀(또는 픽셀)의 쌍 간의 유사도 행렬을 생성하고, 생성된 유사도 행렬을 이용하여 군집화를 수행할 수 있다.

[128] 구체적으로, 군집화 모듈(1424)은 도 20에 도시된 수식에 따라 가로 방향 포인트(t_h) 및 세로 방향 포인트(t_v)를 계산할 수 있다. 상기 포인트들(t_h , t_v)은, t_h 와 q_i 를 연결하는 직선과 p_i 사이의 거리의 제곱과, t_v 와 q_i 를 연결하는 직선과 p_k 사이의 거리의 제곱의 합을 최소로 하는 포인트에 해당할 수 있다(i, k 는 각각 자연수). 군집화 모듈(1424)은 상기 계산된 포인트들(t_h , t_v) 및 사각형들의 꼭짓점 좌표를 기초로 비유사도를 계산할 수 있다. 상기 비유사도는 도 21의 (a)에 도시된 수식에 의해 계산될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[129] 군집화 모듈(1424)은 모든 셀(또는 픽셀)의 쌍에 대해 상기 비유사도를 계산하고, 각각의 쌍에 대한 계산 결과를 포함하는 거리 행렬(x_i, x_j)을 생성하고, 생성된 거리 행렬에 대해 도 21의 (b)에 도시된 Gaussian kernel 등을 적용하여 유사도 행렬(W_{ij})을 생성할 수 있다. 군집화 모듈(1424)은 생성된 유사도 행렬에 기초하여, 이미지의 셀들(픽셀들)을 적어도 하나의 군집으로 분류할 수 있다.

[130] 다시 도 17을 참조하면, S510 단계는 군집들 각각의 신뢰도를 추정하는 단계(S516) 및 추정된 신뢰도에 기초하여 편위 수정을 수행할 군집들 각각의 대표 호모그래피 행렬을 생성하는 단계(S518)를 포함할 수 있다. 실시 예에 따라, S516 단계는 생략될 수 있다.

[131] 신뢰도 추정 모듈(1426)은 계산된 호모그래피 행렬에 대한 신뢰도를 추정함으로써, 군집들 중 편위 수정을 수행할 군집과 편위 수정을 수행하지 않을

군집을 구분할 수 있다. 신뢰도 추정 모듈(126)의 신뢰도 추정 동작은 도 8 등에서 상술한 바 있다.

[132] 군집별 대표 호모그래피 행렬 생성 모듈(1428)은, 신뢰도 추정 결과에 따라 편위 수정을 수행할 군집으로 분류된 군집들 각각에 대한 대표 호모그래피 행렬을 생성할 수 있다. 예컨대 군집별 대표 호모그래피 행렬 생성 모듈(1428)은 군집 내 셀들의 호모그래피 행렬의 평균값, 최빈값, 중앙값 등에 기초하여 상기 대표 호모그래피 행렬을 생성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[133] 다시 도 16을 설명한다.

[134] 이미지 편위 수정 방법은, 획득된 편위 수정 정보에 기초하여 각 군집을 기준으로 편위 수정된 이미지를 제공하는 단계(S520)를 포함할 수 있다.

[135] 도 22를 함께 참조하면, 이미지 변환 모듈(132)은 이미지(20)의 군집들 중 편위 수정을 수행할 군집에 대해 생성된 대표 호모그래피 행렬에 기초하여, 이미지(20)에 대한 호모그래피 변환을 수행함으로써 편위 수정된 이미지를 제공할 수 있다.

[136] 실시 예에 따라, 편위 수정을 수행할 군집이 복수 개인 경우 대표 호모그래피 행렬 또한 복수 개일 수 있다. 이 경우, 이미지 변환 모듈(132)은 복수의 대표 호모그래피 행렬 각각을 이용하여 이미지(20)에 대한 호모그래피 변환을 복수 회 수행함으로써, 각 군집을 기준으로 편위 수정된 이미지(31, 32)를 제공할 수 있다.

[137] 구체적으로 이미지(20) 내에 편위 수정을 수행할 제1 군집(21) 및 제2 군집(22)이 존재하는 경우, 이미지 변환 모듈(132)은 제1 군집(21)의 대표 호모그래피 행렬에 기초한 호모그래피 변환을 통해, 편위 수정된 제1 이미지(31)를 제공할 수 있다. 제1 이미지(31)를 살펴보면, 제1 군집(21)에 해당하는 영역이 평활화된 것을 알 수 있다. 또한, 이미지 변환 모듈(132)은 제2 군집(22)의 대표 호모그래피 행렬에 기초한 호모그래피 변환을 통해, 편위 수정된 제2 이미지(32)를 제공할 수 있다. 제2 이미지(32)를 살펴보면, 제2 군집(22)에 해당하는 영역이 평활화된 것을 알 수 있다.

[138] 본 개시의 실시 예들에 따르면, 이미지 편위 수정 시스템(1400)은 유사한 왜곡 특성을 갖는 픽셀들을 군집화하고, 각 군집을 기준으로 편위 수정된 이미지들을 제공함으로써, 이미지 내에 다양한 왜곡 특성이 존재하는 경우에도 원활하고 효율적인 편위 수정 기능을 제공할 수 있다.

[139] 도 23은 본 개시의 예시적 실시 예들에 따른 이미지 편위 수정 방법을 수행하는 디바이스의 개략적인 블록도이다.

[140] 도 23을 참조하면, 본 개시의 실시 예에 따른 디바이스(2300)는 도 1 및/또는 도 14에서 상술한 이미지 편위 수정 시스템(100, 1400)을 구성하는 적어도 하나의 컴퓨팅 장치 중 어느 하나에 대응할 수 있다. 이 경우, 디바이스(2300)는 본 명세서에서 상술한 이미지의 왜곡 특성 추정 동작, 추정된 왜곡 특성에 기초한 편위 수정 정보 획득 및 상기 편위 수정 정보에 기초하여 편위 수정된 이미지를 제공하는 동작을 수행하는 디바이스일 수 있다. 또한, 디바이스(2300)는 추정된

왜곡 특성에 기초한 편위 수정 정보 획득 및 군집화 동작, 및 각 군집을 기준으로 편위 수정된 이미지들을 제공하는 동작을 수행하는 디바이스에 해당할 수 있다.

- [141] 이러한 디바이스(2300)는 프로세서(2310) 및 메모리(2320)를 포함할 수 있다. 다만, 디바이스(2300)의 구성 요소가 전술한 예에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 디바이스(2300)는 전술한 구성 요소들보다 더 많은 구성 요소를 포함하거나 더 적은 구성 요소를 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(2310)는 적어도 하나일 수 있으며, 메모리(2320) 또한 적어도 하나일 수 있다. 또한, 프로세서(2310) 및 메모리(2320) 중 둘 이상이 하나의 칩으로 결합된 형태일 수도 있다.
- [142] 일 실시 예에 따라, 프로세서(2310)는 상술한 왜곡 특성 추정 모듈(110, 1410), 편위 수정 정보 생성 모듈(120, 1420), 이미지 변환 모듈(130, 1430), 및 학습 모듈(150, 1450) 중 적어도 하나에 대응하거나, 상기 모듈들 중 적어도 하나를 실행 또는 제어할 수 있다.
- [143] 이러한 프로세서(2310)는 CPU, AP(application processor), 집적 회로, 마이크로컴퓨터, ASIC(application specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array), 및/또는 NPU(neural processing unit) 등의 하드웨어를 포함할 수 있다.
- [144] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 메모리(2320)는 디바이스(2300)의 동작에 필요한 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다.
- [145] 또한, 메모리(2320)는 프로세서(2310)를 통해 생성되거나 획득된 데이터 중 적어도 하나를 저장할 수 있다. 실시 예에 따라, 메모리(2320)는 왜곡 특성 추정 모듈(110, 1410), 편위 수정 정보 생성 모듈(120, 1420), 이미지 변환 모듈(130, 1430), 및/또는 학습 모듈(150, 1450)과 관련된 데이터, 명령어, 알고리즘 등을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(2320)는 도 1 및/또는 도 14의 데이터베이스(140, 1440)를 포함하는 개념으로 이해될 수도 있다.
- [146] 메모리(2320)는 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리, SSD, HDD 등의 저장 매체 또는 저장 매체들의 조합으로 구성될 수 있다.
- [147] 상기한 실시 예들의 설명은 본 개시의 더욱 철저한 이해를 위하여 도면을 참조로 예를 든 것들에 불과하므로, 본 개시의 기술적 사상을 한정하는 의미로 해석되어서는 안될 것이다.
- [148] 또한, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 개시의 기본적 원리를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화와 변경이 가능함은 명백하다 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 입력된 이미지를 복수의 셀들로 분할하고, 분할된 복수의 셀들 각각의 왜곡 특성을 추정하는 왜곡 특성 추정 모듈;
추정된 왜곡 특성 및 편위 수정(rectification)을 위한 기준 정보에 기초하여, 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정 정보를 생성하는 편위 수정 정보 생성 모듈; 및
생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 편위 수정 및 편위 수정된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 획득하고, 획득된 파라미터에 기초하여 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을 수행하는 이미지 변환 모듈을 포함하는,
이미지 편위 수정 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 왜곡 특성 추정 모듈은,
상기 분할된 복수의 셀들 각각에 대해, 셀에 포함된 어느 하나의 픽셀을 중심으로 상기 셀의 왜곡 특성을 나타내는 다각형을 추정하도록 학습된 딥러닝 기반의 네트워크를 포함하는,
이미지 편위 수정 시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 기준 정보는 왜곡이 존재하지 않는 상태에 대응하는 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들을 포함하고,
상기 편위 수정 정보 생성 모듈은,
상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들 간의 차이에 기초하여 상기 편위 수정 정보를 생성하는,
이미지 편위 수정 시스템.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 편위 수정 정보 생성 모듈은,
상기 입력된 이미지의 초점 위치에 대한 정보가 존재하는 경우, 상기 초점 위치에 기초하여 계산되는 종횡비가 적용된 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들을 획득하고,
상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기 종횡비가 적용된 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들 간의 차이에 기초하여 상기 편위 수정 정보를 생성하는,
이미지 편위 수정 시스템.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 편위 수정 정보 생성 모듈은,
상기 복수의 셀들 중 제1 셀에 대해 추정된 제1 다각형의 제1 변과, 상기

입력된 이미지를 기 설정된 각도만큼 회전시킨 이미지 중 상기 제1 셀에 대응하는 제2 셀에 대해 추정된 제2 다각형의 변들 중 상기 제1 변에 대응하는 제2 변 사이의 기울기 차이에 기초한 신뢰도를 추정하고, 추정된 신뢰도가 기준치 이상인 경우 상기 제1 셀을 편위 수정 동작이 수행될 셀로 결정하고, 상기 신뢰도는 상기 기울기 차이가 상기 기 설정된 각도에 가까울수록 높은, 이미지 편위 수정 시스템.

[청구항 6] 제3항에 있어서, 상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들을 저장하는 데이터베이스를 더 포함하는, 이미지 편위 수정 시스템.

[청구항 7] 제3항에 있어서, 상기 편위 수정 정보는 호모그래피 행렬을 포함하고, 상기 이미지 변환 모듈은, 상기 복수의 셀들 각각의 호모그래피 행렬에 기초하여, 상기 복수의 셀들 각각에 대한 호모그래피 변환을 수행하는, 이미지 편위 수정 시스템.

[청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 이미지 변환 모듈은, 상기 호모그래피 변환된 복수의 셀들 각각에 대해, 인접 변들이 접하도록 상기 복수의 셀들을 변형함으로써 상기 복수의 셀들을 정렬하기 위한 상기 파라미터를 산출하고, 상기 파라미터는, 상기 입력된 이미지의 셀들의 픽셀들 각각의 편위 수정을 위해 이동되는 위치를 나타내는 값을 포함하는, 이미지 편위 수정 시스템.

[청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 이미지 변환 모듈은, 상기 파라미터를 이용한 barycentric 변환을 통해 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을 수행하는, 이미지 편위 수정 시스템.

[청구항 10] 제9항에 있어서, 상기 이미지 변환 모듈은, 편위 수정된 이미지에 대한 low rank texture 변환을 수행하는, 이미지 편위 수정 시스템.

[청구항 11] 입력된 이미지를 복수의 셀들로 분할하고, 분할된 복수의 셀들 각각에 대한 왜곡 특성을 추정하는 단계; 추정된 왜곡 특성 및 편위 수정(rectification)을 위한 기준 정보에

기초하여, 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정 정보를 생성하는 단계;
 생성된 편위 수정 정보에 기초하여 상기 복수의 셀들 각각의 편위 수정,
 및 편위 수정된 셀들의 정렬을 위한 파라미터를 획득하는 단계; 및
 획득된 파라미터에 기초하여, 상기 입력된 이미지에 대한 편위 수정을
 수행하는 단계를 포함하는,
 이미지 편위 수정 방법.

[청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 왜곡 특성을 추정하는 단계는,
 상기 복수의 셀들 각각에 대해, 셀에 포함된 어느 하나의 픽셀을 중심으로
 상기 셀의 왜곡 특성을 나타내는 다각형을 추정하는 단계를 포함하는,
 이미지 편위 수정 방법.

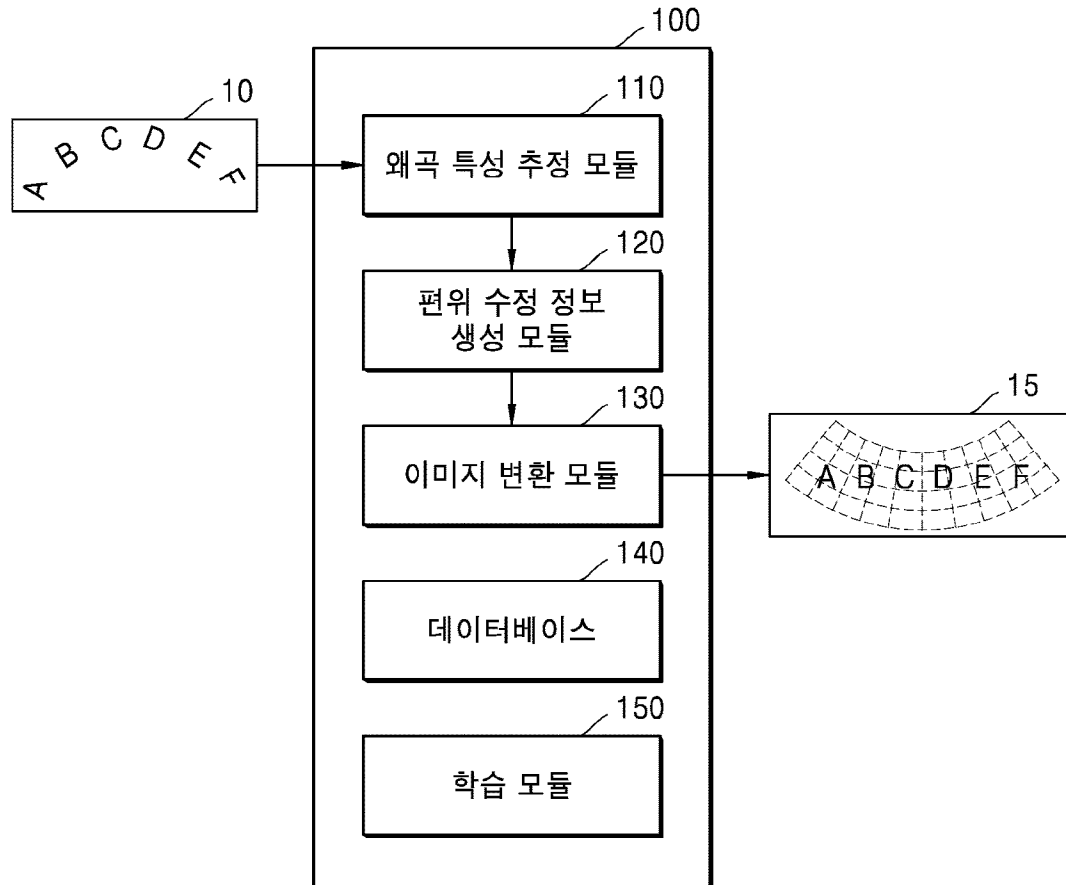
[청구항 13] 제12항에 있어서,
 상기 기준 정보는 왜곡이 존재하지 않는 상태에 대응하는 기준 다각형의
 꼭짓점 좌표들을 포함하고,
 상기 편위 수정 정보를 생성하는 단계는,
 상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기
 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들 간의 차이에 기초하여 상기 편위 수정
 정보를 생성하는 단계를 포함하는,
 이미지 편위 수정 방법.

[청구항 14] 제13항에 있어서,
 상기 편위 수정 정보를 생성하는 단계는,
 상기 입력된 이미지의 초점 위치에 대한 정보가 존재하는 경우, 상기 초점
 위치에 기초하여 계산되는 종횡비가 적용된 기준 다각형의 꼭짓점
 좌표들을 획득하는 단계; 및
 상기 복수의 셀들 각각에 대해 추정된 다각형의 꼭짓점 좌표들과, 상기
 종횡비가 적용된 기준 다각형의 꼭짓점 좌표들 간의 차이에 기초하여
 상기 편위 수정 정보를 생성하는 단계를 포함하는,
 이미지 편위 수정 방법.

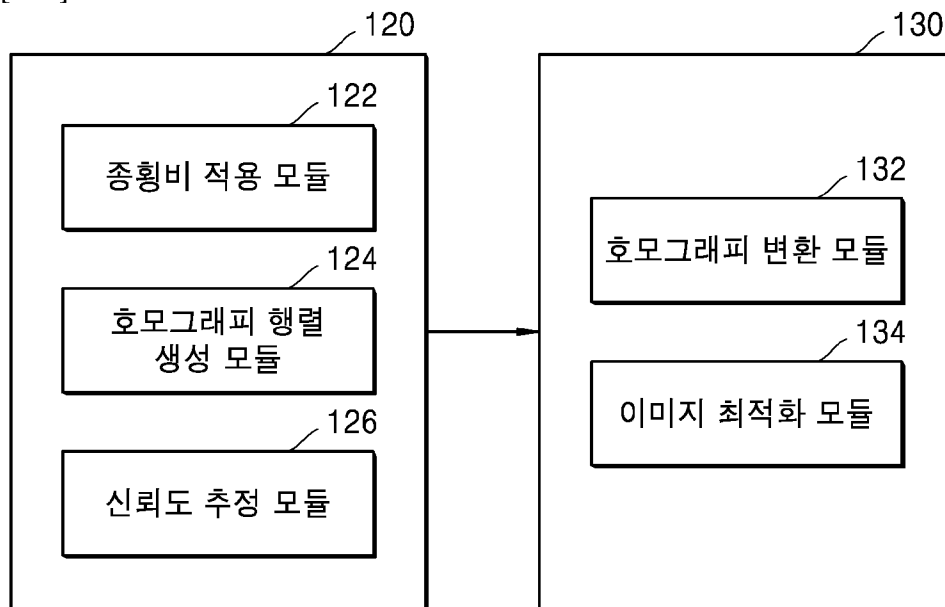
[청구항 15] 제13항에 있어서,
 상기 편위 수정 정보는 호모그래피 행렬을 포함하고,
 상기 파라미터를 획득하는 단계는,
 상기 복수의 셀들 각각의 호모그래피 행렬에 기초하여, 상기 복수의 셀들
 각각에 대한 호모그래피 변환을 수행하는 단계; 및
 상기 호모그래피 변환된 복수의 셀들 각각에 대해, 인접 변들이 접하도록
 상기 복수의 셀들을 변형함으로써 상기 복수의 셀들을 정렬하기 위한
 상기 파라미터를 획득하는 단계를 포함하고,
 상기 파라미터는, 상기 입력된 이미지의 셀들의 픽셀들 각각의 편위
 수정을 위해 이동되는 위치를 나타내는 값을 포함하는,

이미지 편위 수정 방법.
[청구항 16] 제11항에 있어서,
상기 편위 수정을 수행하는 단계는,
상기 파라미터를 이용한 **barycentric** 변환을 통해 상기 입력된 이미지에
대한 편위 수정을 수행하는 단계; 및
편위 수정된 이미지에 대한 **low rank texture** 변환을 수행하는 단계를
포함하는,
이미지 편위 수정 방법.

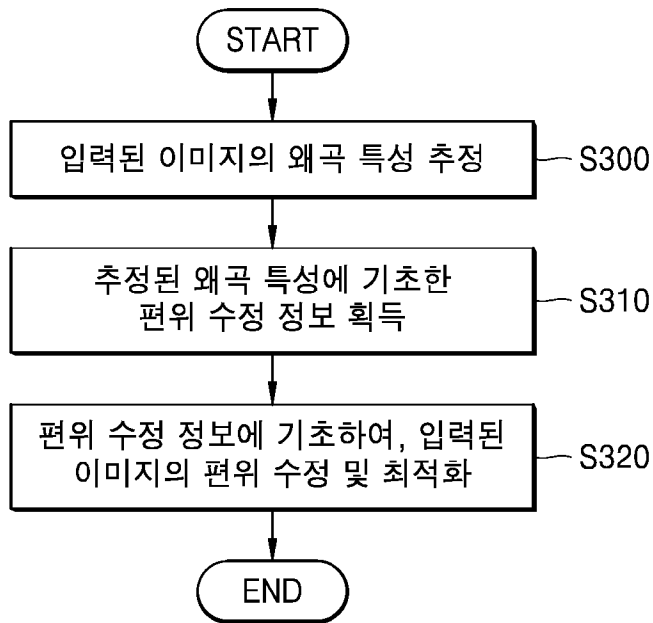
[도1]



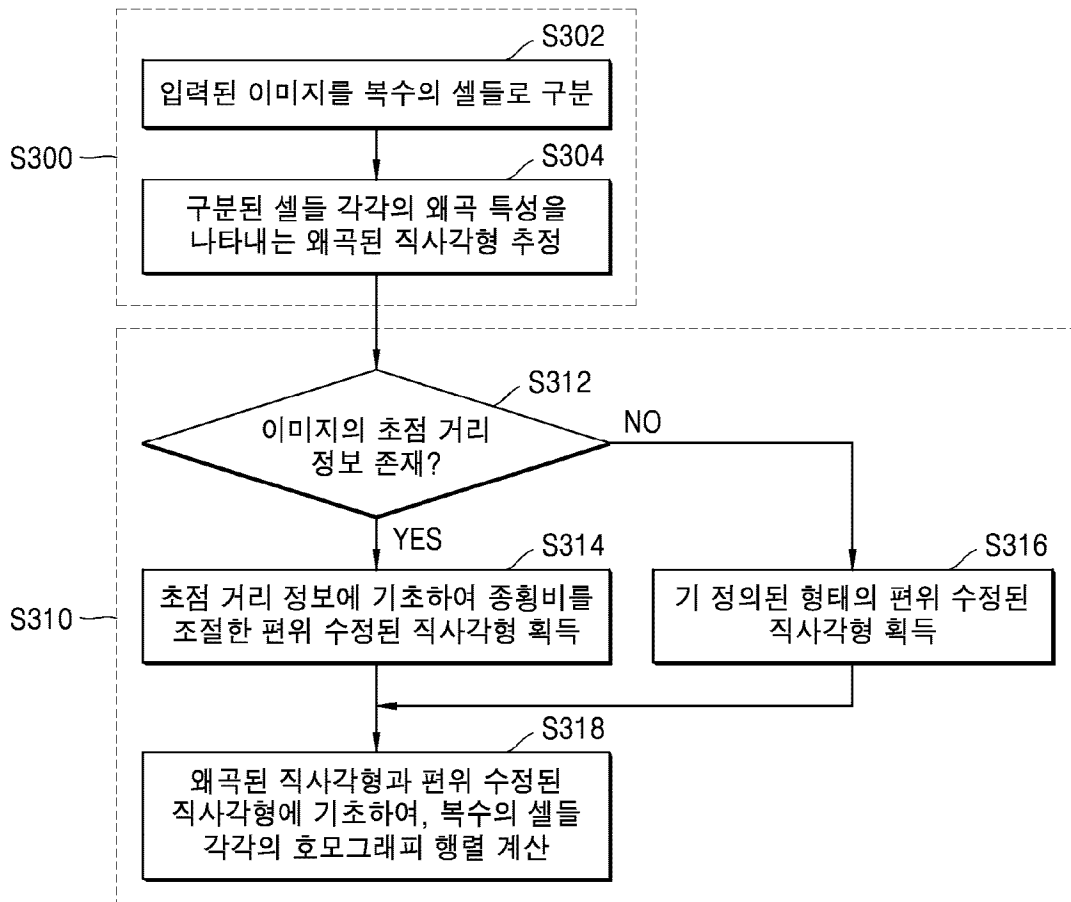
[도2]



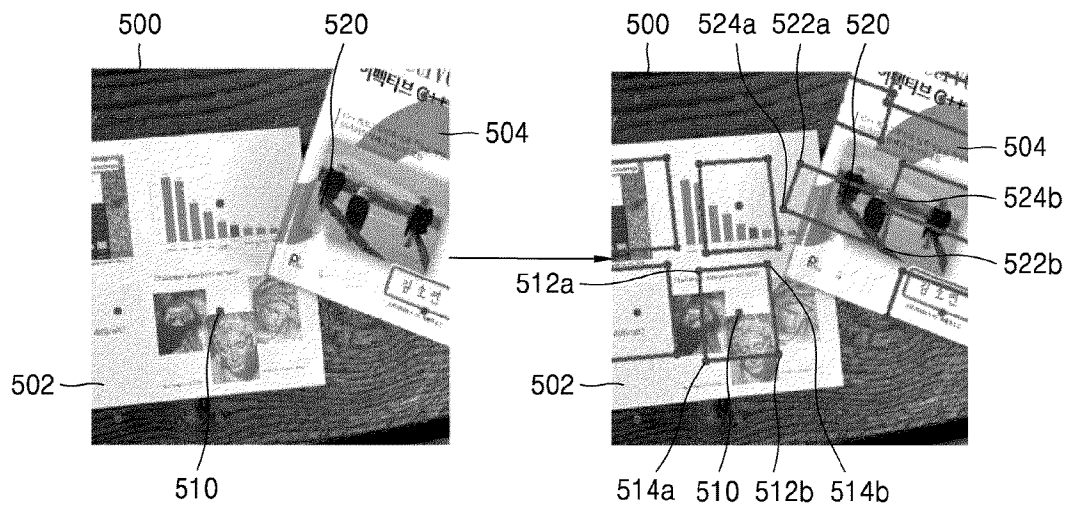
[도3]



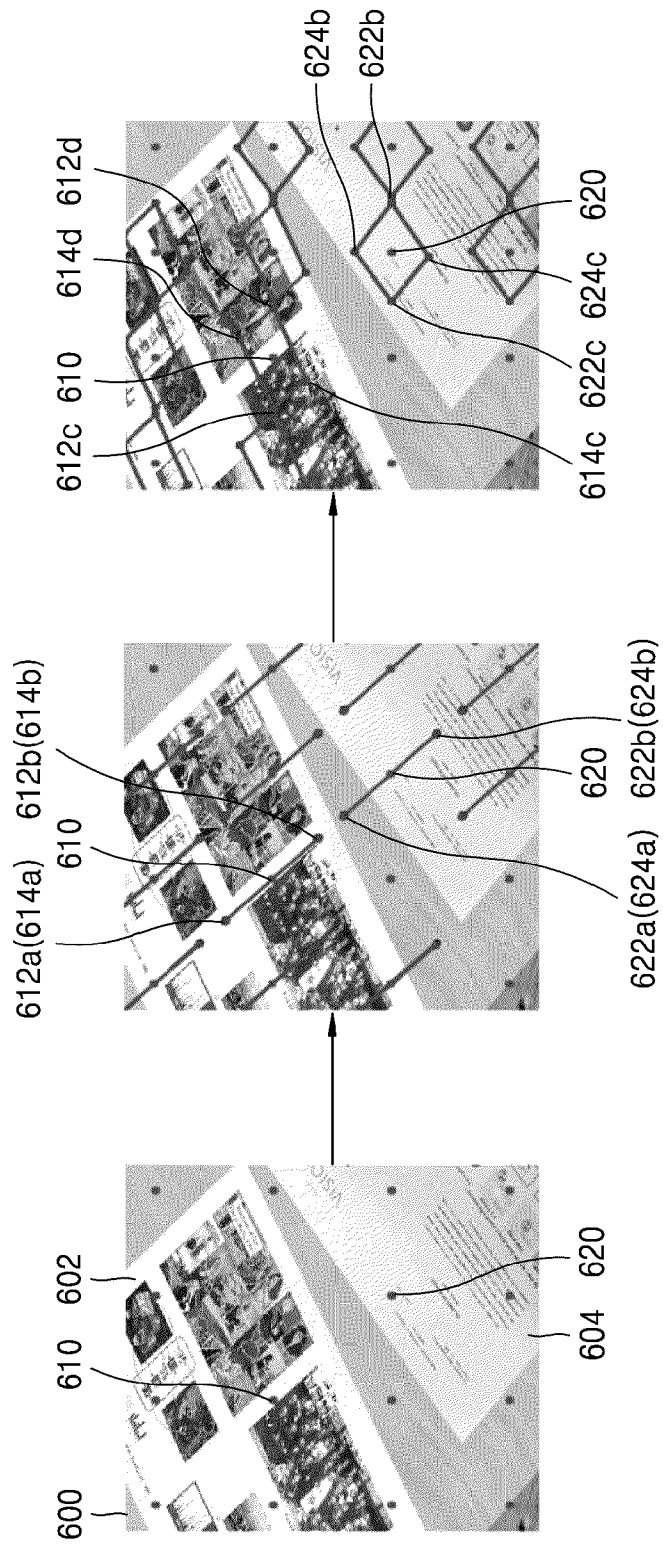
[도4]



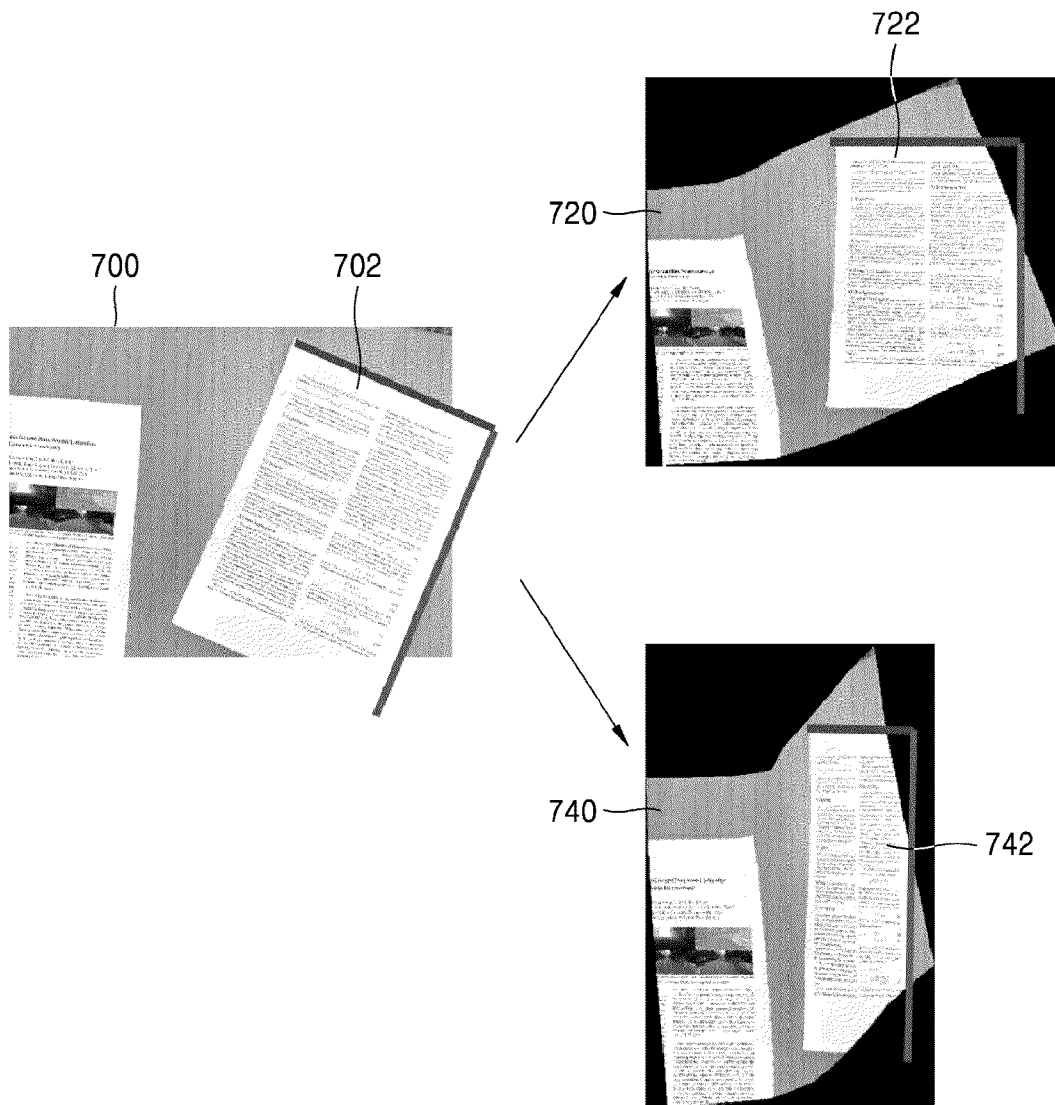
[도5]



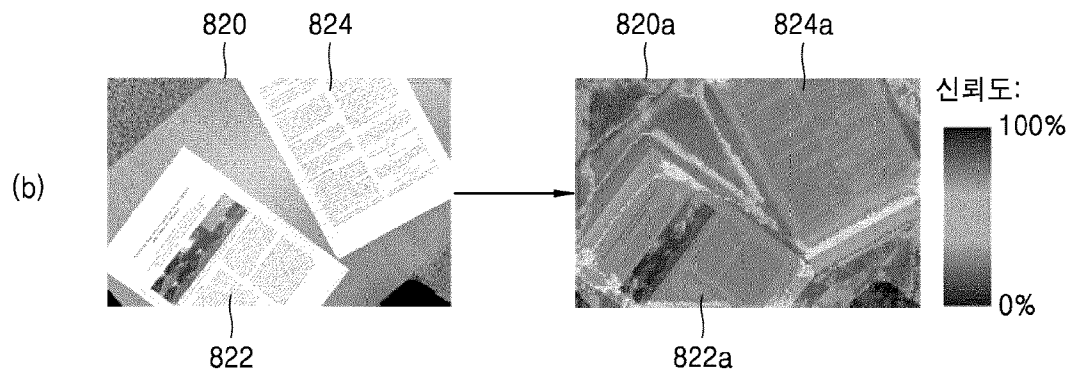
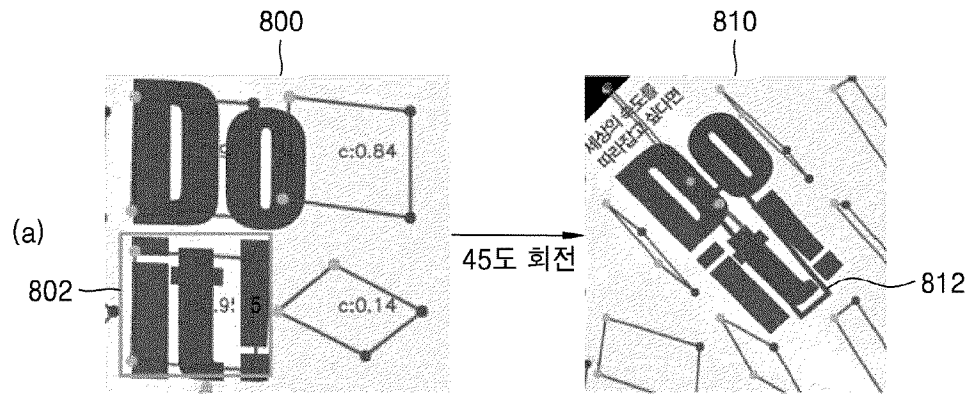
[도6]



[도7]

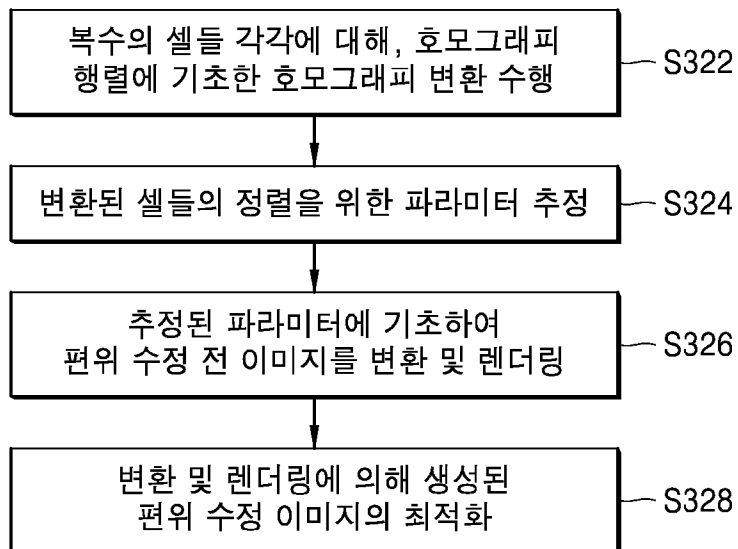


[도8]

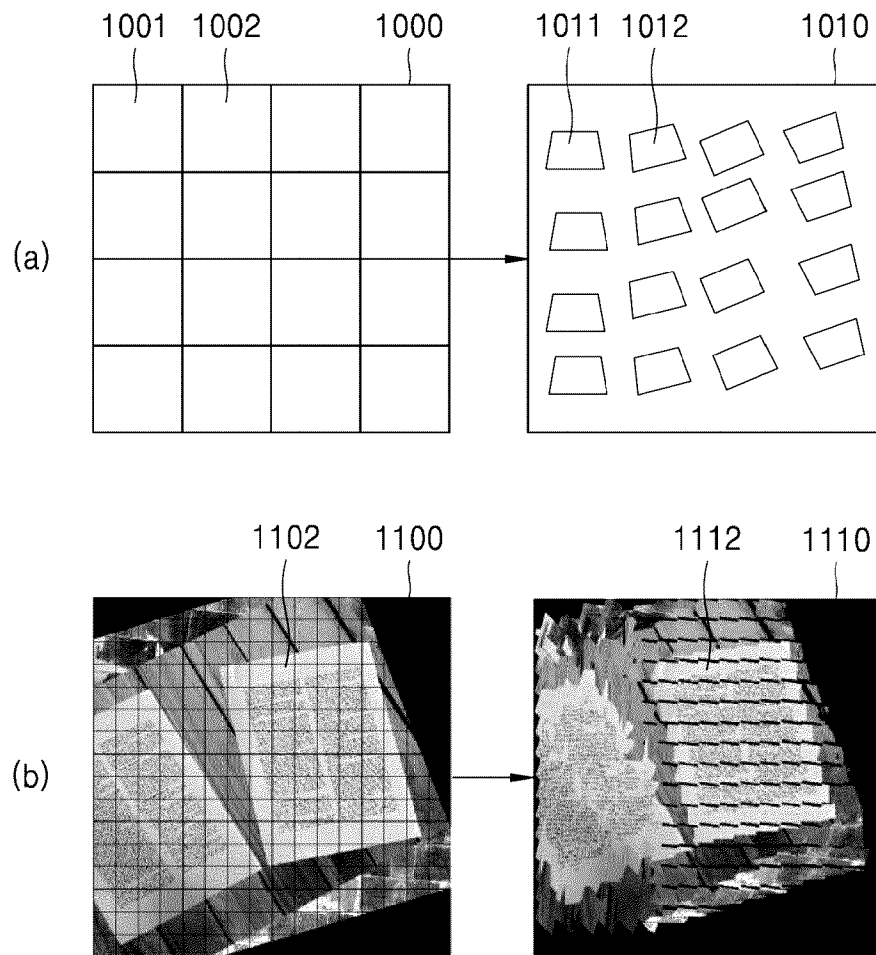


[도9]

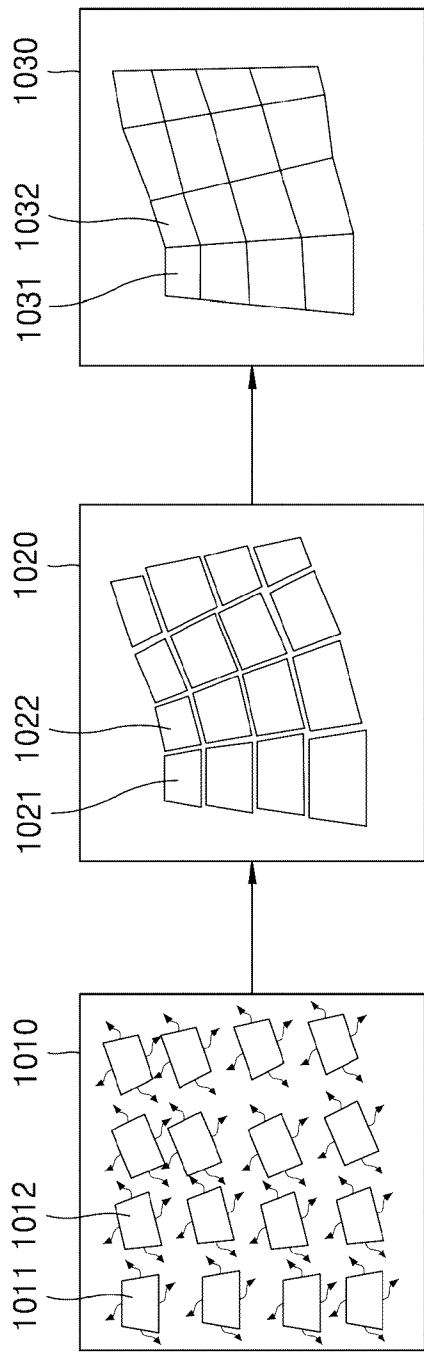
S320



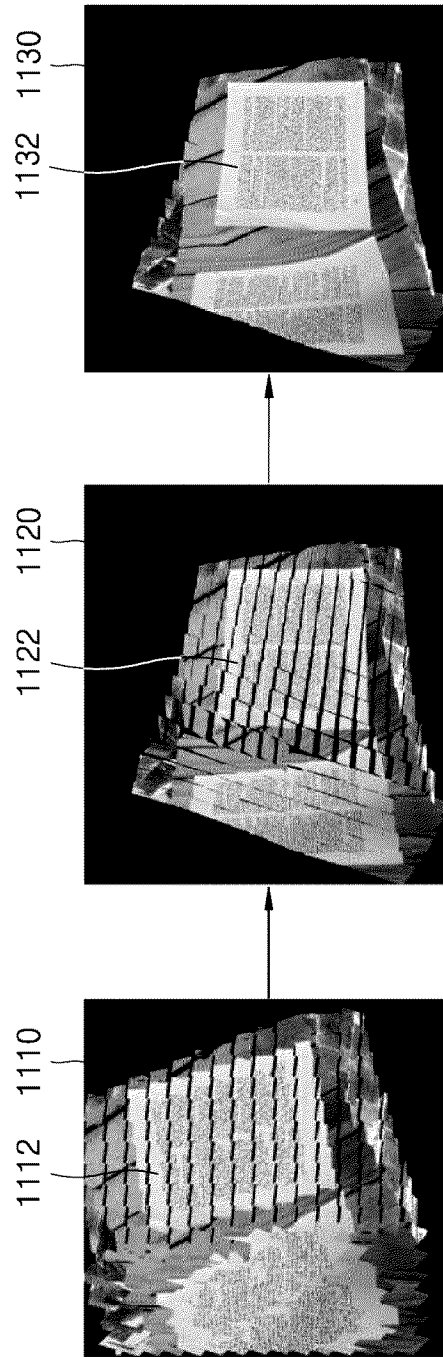
[도10]



[圖11]

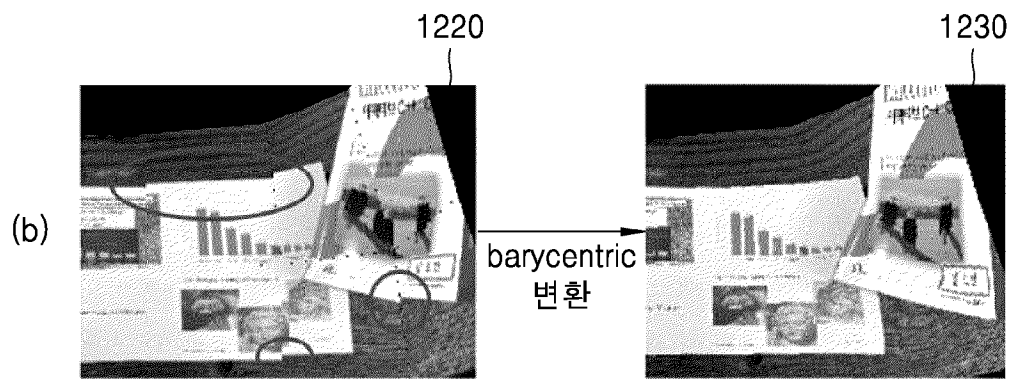
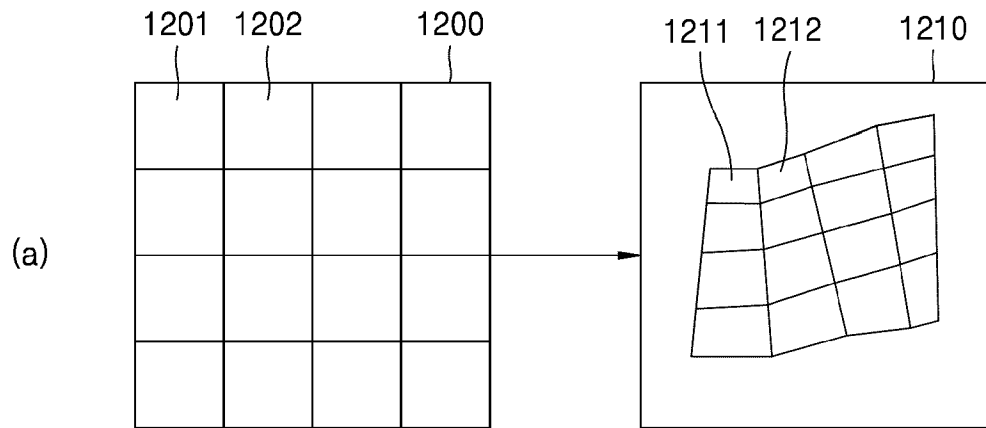


(a)

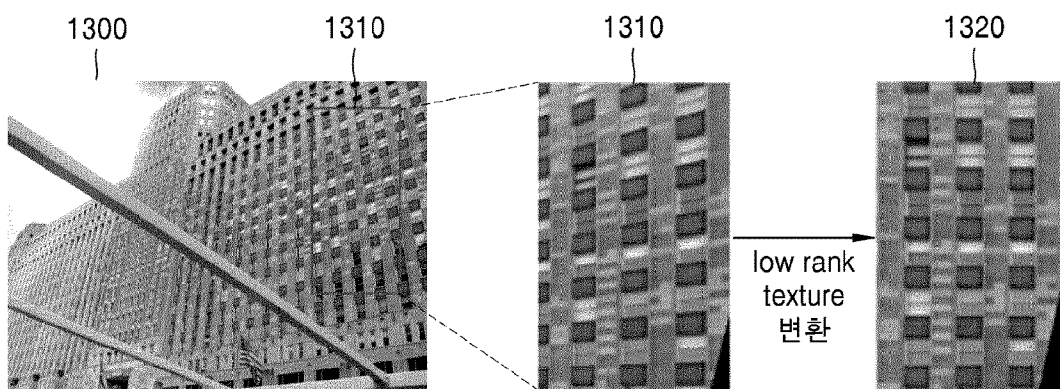


(b)

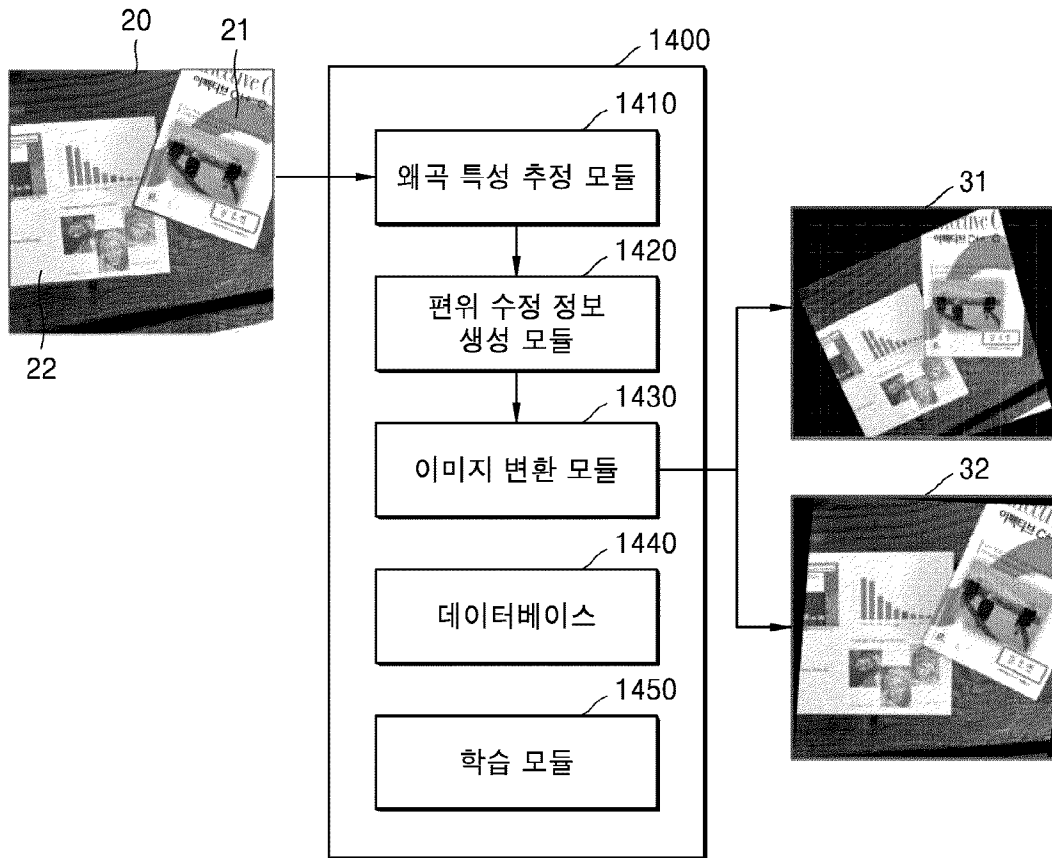
[도12]



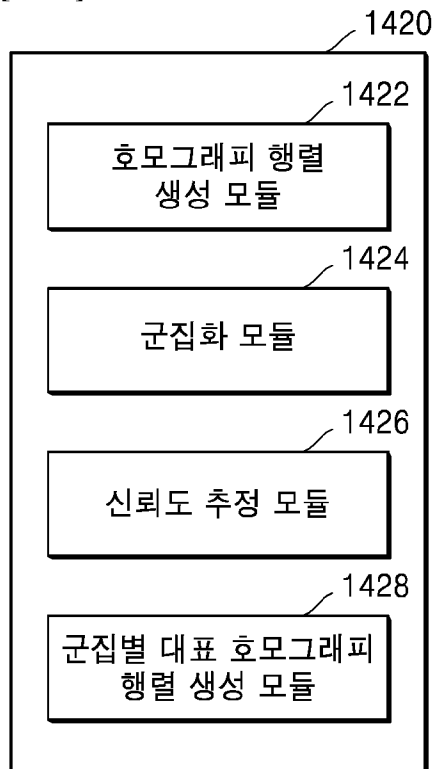
[도13]



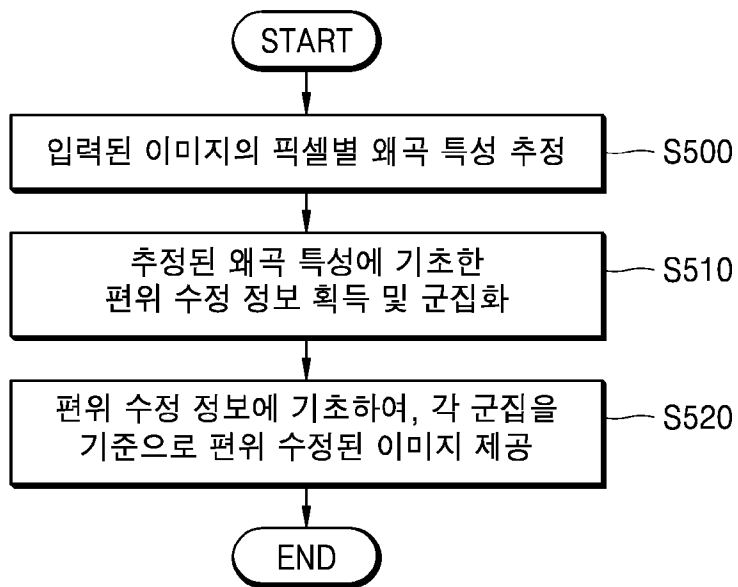
[도14]



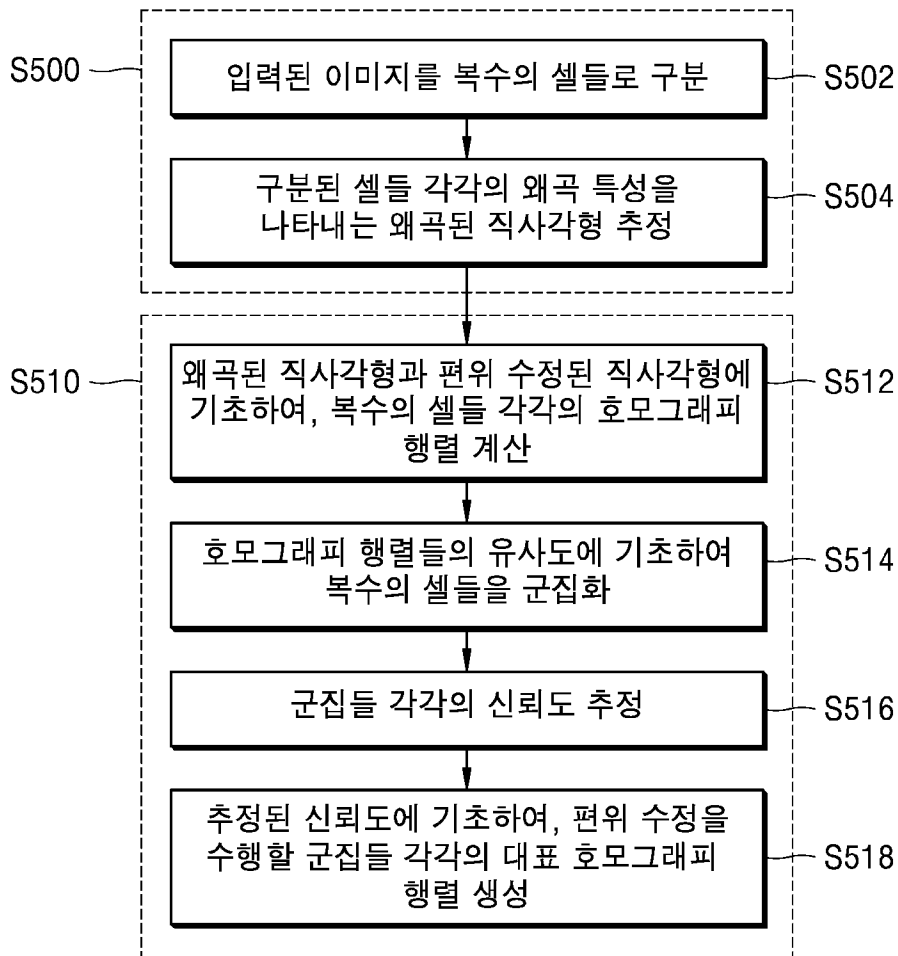
[도15]



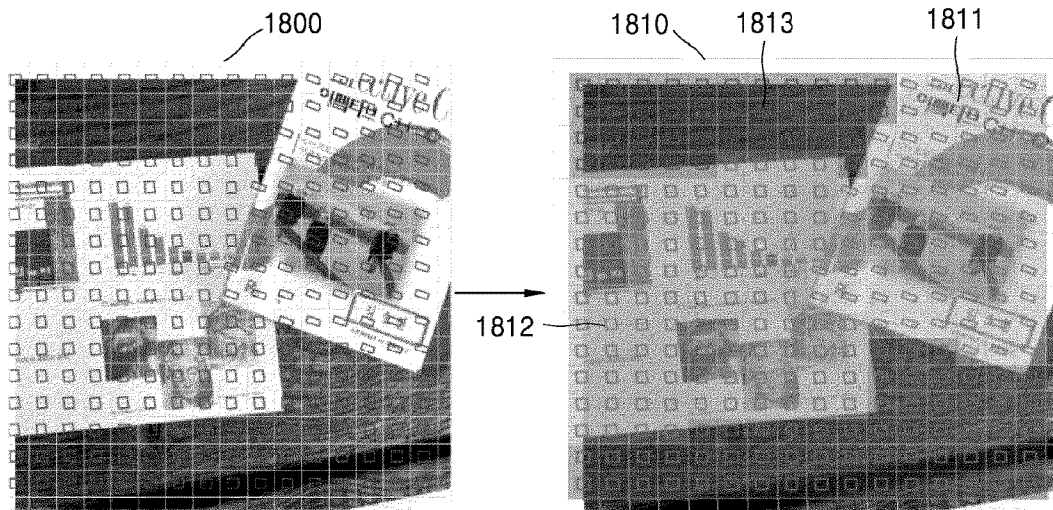
[도16]



[도17]

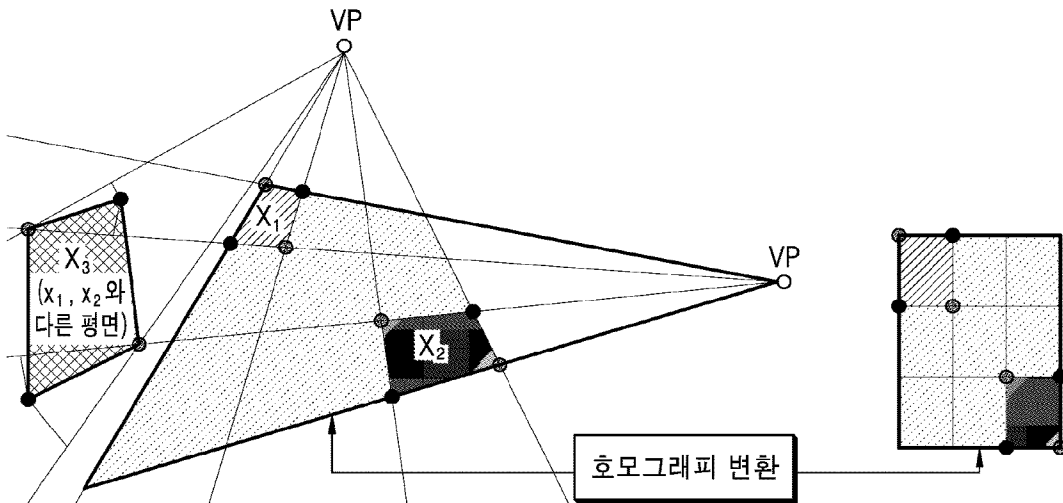


[도18]

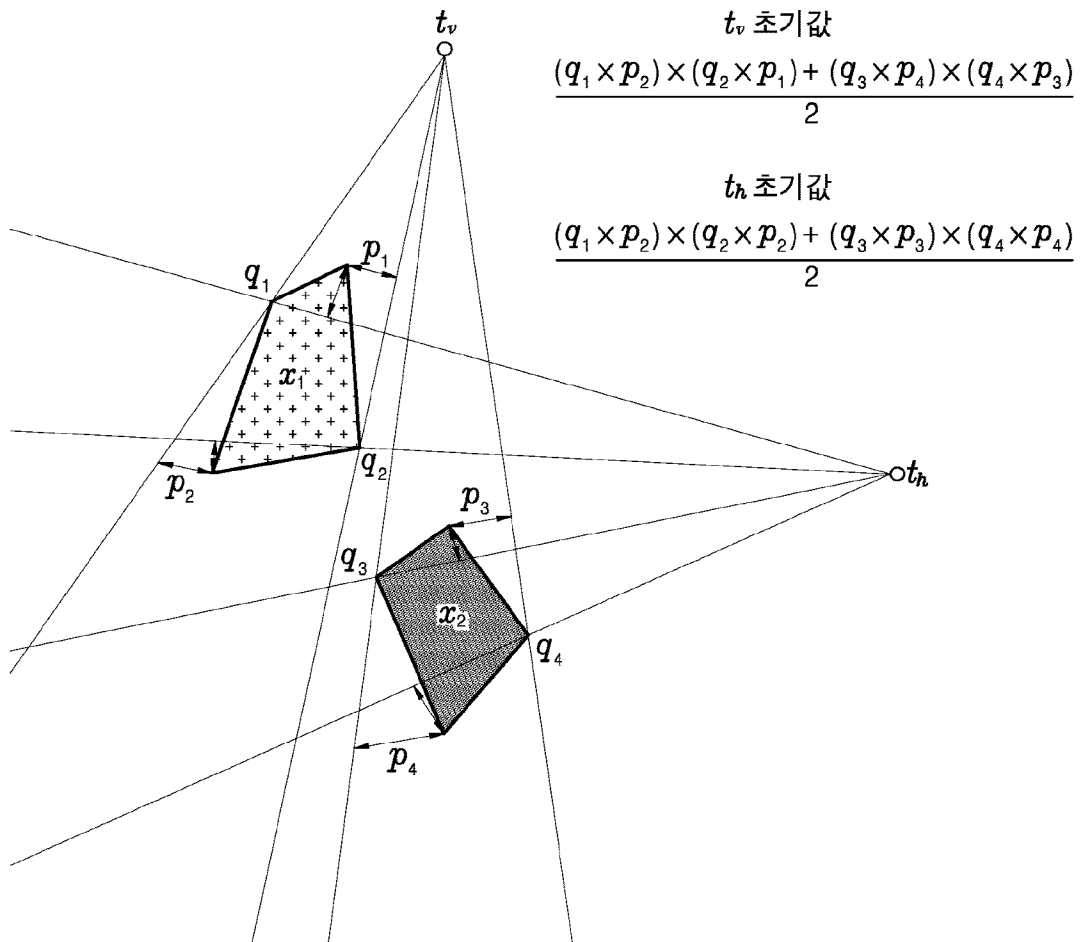


[도19]

- : 고정된 점
- : 예측한 점



[도20]

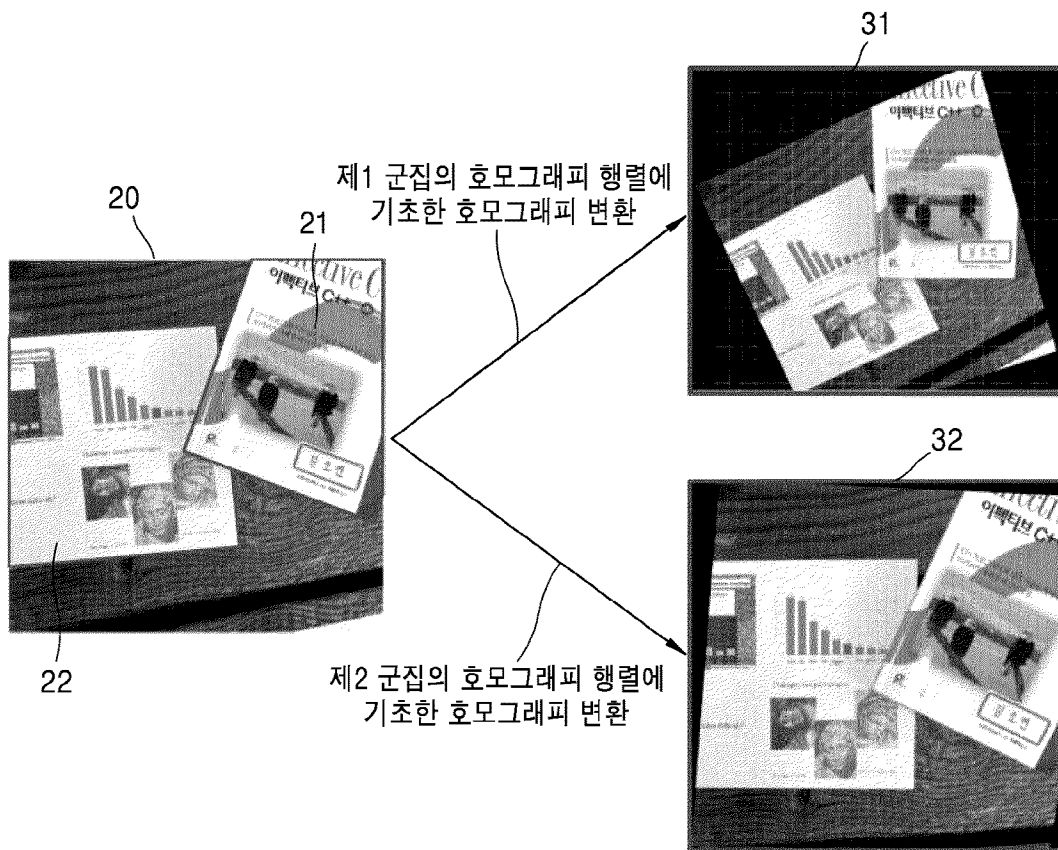


[도21]

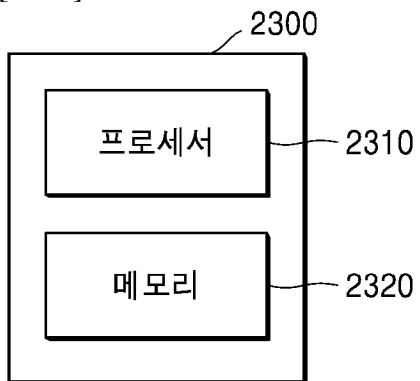
$$\begin{aligned}
 \text{(a) } dissimilarity &= \underbrace{\min_{t_h} \sum_{i=1}^4 \frac{\|p_i^T(t_h \times q_i)\|^2}{\|(t_h \times q_i)^T C(t_h \times q_i)\|}}_{\text{Horizontal dissimilarity}} + \underbrace{\min_{t_v} \sum_{i=1}^4 \frac{\|p_i^T(t_v \times q_i)\|^2}{\|(t_v \times q_i)^T C(t_h \times q_i)\|}}_{\text{Vertical dissimilarity}} \\
 &\quad (k = i - (-1)^i) \\
 C &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\text{(b) Gaussian kernel : } W_{ij} = \exp \left(-\frac{dissimilarity(x_i, x_j)}{2\sigma^2} \right) \quad (\sigma = 3)$$

[도22]



[도23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/010149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 5/00(2006.01)i; G06T 7/11(2017.01)i; G06T 7/00(2006.01)i; G06N 20/00(2019.01)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)

G06T 5/00(2006.01); G06T 17/05(2011.01); G06T 3/00(2006.01); H04N 5/217(2011.01)

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: 이미지(image), 왜곡(distortion), 편위수정(rectification)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	KR 10-2015-0142812 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 23 December 2015 (2015-12-23) See paragraphs [0052]-[0055]; and figure 2.	1,11 2-10,12-16
Y	KR 10-2021-0037620 A (BEIJING BAIDU NETCOM SCIENCE TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 April 2021 (2021-04-06) See claims 1-4.	1,11
A	신기영 등. 영상분할 방법 기반의 인공지능망을 적용한 카메라의 렌즈왜곡 보정. 한국컴퓨터정보학회논문지 vol. 14, no. 4, pp. 31-38, April 2009 (SHIN, Ki-Young et al. The correction of Lens distortion based on Image division using Artificial Neural Network. Journal of the Korea Society of Computer and Information (JKSCI).) See pages 31-38.	1-16
A	KR 10-1931819 B1 (GEOTWO CORPORATION) 26 December 2018 (2018-12-26) See paragraph [0011].	1-16



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

26 January 2022

Date of mailing of the international search report

26 January 2022

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/010149

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1794993 B1 (HYUNDAI AUTRON CO., LTD.) 07 November 2017 (2017-11-07) See claim 1.	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/010149

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2015-0142812	A	23 December 2015	JP	2016-001453	A	07 January 2016
				KR	10-2179262	B1	16 November 2020
				US	2015-0363921	A1	17 December 2015
				US	2017-0126996	A1	04 May 2017
				US	9633419	B2	25 April 2017
				US	9986183	B2	29 May 2018
KR	10-2021-0037620	A	06 April 2021	CN	111260586	A	09 June 2020
				EP	3839875	A1	23 June 2021
				JP	2021-100247	A	01 July 2021
				US	2021-0192696	A1	24 June 2021
KR	10-1931819	B1	26 December 2018	KR	10-2014-0072763	A	13 June 2014
KR	10-1794993	B1	07 November 2017	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06T 5/00(2006.01)i; G06T 7/11(2017.01)i; G06T 7/00(2006.01)i; G06N 20/00(2019.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06T 5/00(2006.01); G06T 17/05(2011.01); G06T 3/00(2006.01); H04N 5/217(2011.01) 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: 이미지(image), 왜곡(distortion), 편위수정(rectification)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	KR 10-2015-0142812 A (삼성전자주식회사 등) 2015.12.23 단락 [0052]-[0055]; 및 도면 2	1,11 2-10,12-16
Y	KR 10-2021-0037620 A (베이징 바이두 넷컴 사이언스 테크놀로지 컴퍼니 리미티드) 2021.04.06 청구항 1-4	1,11
A	신기영 등, '영상분할 방법 기반의 인공신경망을 적용한 카메라의 렌즈왜곡 보정', 한국컴퓨터정보학회논문지 제14권 제4호, pp. 31-38, 2009.04 페이지 31-38	1-16
A	KR 10-1931819 B1 ((주)지오투정보기술) 2018.12.26 단락 [0011]	1-16
A	KR 10-1794993 B1 (현대오토론 주식회사) 2017.11.07 청구항 1	1-16
☐ 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 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 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 2022년01월26일(26.01.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년01월26일(26.01.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0142812 A	2015/12/23	JP 2016-001453 A	2016/01/07
		KR 10-2179262 B1	2020/11/16
		US 2015-0363921 A1	2015/12/17
		US 2017-0126996 A1	2017/05/04
		US 9633419 B2	2017/04/25
		US 9986183 B2	2018/05/29
KR 10-2021-0037620 A	2021/04/06	CN 111260586 A	2020/06/09
		EP 3839875 A1	2021/06/23
		JP 2021-100247 A	2021/07/01
		US 2021-0192696 A1	2021/06/24
KR 10-1931819 B1	2018/12/26	KR 10-2014-0072763 A	2014/06/13
KR 10-1794993 B1	2017/11/07	없음	