

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일

2024년 12월 19일 (19.12.2024)



WIPO PCT



(10) 국제공개번호

WO 2024/258148 A1

(51) 국제특허분류:

G06T 7/44 (2017.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 7/13 (2017.01)

G06T 7/155 (2017.01)

G06T 7/73 (2017.01)

G06T 5/40 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2024/007966

(22) 국제출원일:

2024년 6월 11일 (11.06.2024)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2023-0074963 2023년 6월 12일 (12.06.2023) KR

(71) 출원인: 포스코홀딩스 주식회사 (POSCO HOLDINGS INC.) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261, Gyeongsangbuk-do (KR).

(72) 발명자: 이창환 (LEE, Chang Hwan); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261, Gyeongsangbuk-do (KR).  
예인수 (YE, In Soo); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261, Gyeongsangbuk-do (KR).  
최호 (CHOI, Ho); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인(유한)유일하이스트 (YUIL HIGHEST INTERNATIONAL PATENT AND LAW

FIRM); 06179 서울특별시 강남구 테헤란로 84길 15, 12층, 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, 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.

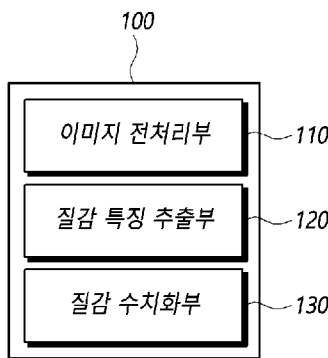
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, 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))

(54) Title: IMAGE TEXTURE ANALYSIS METHOD AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 이미지 질감 분석 방법 및 그 장치



110 ... Image preprocessing unit

120 ... Texture feature extraction unit

130 ... Texture digitization unit

(57) Abstract: The present disclosure relates to a technology for analyzing the texture of an image, and provides an image texture analysis device comprising: an image preprocessing unit which extracts a region of interest to be analyzed from an image, and which performs boundary enhancement on the region of interest so as to calculate a preprocessed image; a texture feature extraction unit which use different algorithms to calculate respective texture feature values of the preprocessed image, and which generate a histogram for the preprocessed image on the basis of the texture feature values; and a texture digitization unit, which calculates the entropy of the histogram so as to calculate a texture numerical value for the image.

(57) 요약서: 본 개시는 이미지의 질감을 분석하는 기술에 대한 것으로 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 상기 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리부와 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 상기 질감 특징 값에 기초하여 상기 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출부 및 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 상기 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화부를 포함하는 이미지 질감 분석 장치를 제공한다.

WO 2024/258148 A1

## 명세서

### 발명의 명칭: 이미지 질감 분석 방법 및 그 장치

#### 기술분야

- [1] 본 개시는 이미지의 질감을 분석하는 기술에 대한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 이미지 분석이란 이미지에서 의미 있는 정보를 추출하는 것을 의미한다. 주로 디지털 이미지 처리 기술을 통해서 이미지에서 특정 객체, 특성, 상황 등을 추출하고 이를 기반으로 이미지를 분석한다.
- [3] 특히, 이미지를 이용한 인공지능 기술의 발전과 카메라를 통한 자율주행 기술 등 제반 사업에서의 이미지 분석의 중요성이 높아지면서 이미지를 분석하기 위한 다양한 기술이 개발되고 있다.
- [4] 또한, 이차전지 기술의 발전으로 인해서 소재 현미경 등의 장치로 이미지에서 소재(입자)에 대한 형상을 촬영하여 이에 대한 물성을 연구하기 위한 기술도 발전되고 있다.
- [5] 이미지 내에서의 객체 인식, 객체 구분 등의 경우에 컴퓨터 처리를 통해서 사용자 간 편차가 적은 결과를 제공하고 있으나, 이미지 내의 객체에 대한 질감 분석은 특정 기준이 마련되지 않았으며, 다양한 요인에 대한 민감도가 높아서 여전히 사용자 간에 편차가 높게 나타나고 있는 실정이다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [6] 본 실시예들은 이미지 내의 객체에 대한 정량화를 위해서 질감 특성을 수치로 표현하는 기술을 제공하고자 한다.

##### 과제 해결 수단

- [7] 전술한 과제를 해결하기 위해서 도출된 본 개시의 일 실시예는 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리부를 포함하는 이미지 질감 분석 장치를 제공할 수 있다.
- [8] 또한, 일 실시예는 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 질감 특징 값에 기초하여 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출부를 포함하는 이미지 질감 분석 장치를 제공할 수 있습니다.
- [9] 또한, 일 실시예는 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화부를 포함하는 이미지 질감 분석 장치를 제공할 수 있다.

- [10] 또한, 일 실시예는 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리 단계를 포함하는 이미지 분석 처리 방법을 제공할 수 있다.
- [11] 또한, 일 실시예는 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 질감 특징 값에 기초하여 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출 단계를 포함하는 이미지 분석 처리 방법을 제공할 수 있다.
- [12] 또한, 일 실시예는 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화 단계를 포함하는 이미지 질감 분석 방법을 제공할 수 있다.

### 발명의 효과

- [13] 본 실시예에 따르면, 이미지 내의 객체에 대해서 정량화된 질감 특성을 수치로 표현할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 질감 분석 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [15] 도 2는 일 실시예에 따른 관심영역 추출 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [16] 도 3은 일 실시예에 따른 경계선 강화 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 4a 내지 도 4c는 이미지 전처리 동작의 각 결과를 예시적으로 도시한 도면이다.
- [18] 도 5는 일 실시예에 따른 질감 특징 추출 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [19] 도 6a는 일 실시예에 따른 이미지의 지역이진패턴 맵을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [20] 도 6b는 일 실시예에 따른 이미지의 프랙탈 차원 맵을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [21] 도 7은 일 실시예에 따른 각 이미지에 대한 수치화 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- [22] 도 8은 일 실시예에 따른 이미지 질감 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [23] 이하, 본 개시의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성 요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가질 수 있다. 또한, 본 실시예들을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 기술 사상의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다. 본 명세서 상에서 언급된 "포함한다", "갖는다", "이루어진다" 등이 사용되는 경우 "~만"이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될

수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별한 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함할 수 있다.

- [24] 또한, 본 개시의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질, 차례, 순서 또는 개수 등이 한정되지 않는다.
- [25] 구성 요소들의 위치 관계에 대한 설명에 있어서, 둘 이상의 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속" 등이 된다고 기재된 경우, 둘 이상의 구성 요소가 직접적으로 "연결", "결합" 또는 "접속" 될 수 있지만, 둘 이상의 구성 요소와 다른 구성 요소가 더 "개재"되어 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 여기서, 다른 구성 요소는 서로 "연결", "결합" 또는 "접속" 되는 둘 이상의 구성 요소 중 하나 이상에 포함될 수도 있다.
- [26] 구성 요소들이나, 동작 방법이나 제작 방법 등과 관련한 시간적 흐름 관계에 대한 설명에 있어서, 예를 들어, "~후에", "~에 이어서", "~다음에", "~전에" 등으로 시간적 선후 관계 또는 흐름적 선후 관계가 설명되는 경우, "바로" 또는 "직접"이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [27] 한편, 구성 요소에 대한 수치 또는 그 대응 정보(예: 레벨 등)가 언급된 경우, 별도의 명시적 기재가 없더라도, 수치 또는 그 대응 정보는 각종 요인(예: 공정상의 요인, 내부 또는 외부 충격, 노이즈 등)에 의해 발생할 수 있는 오차 범위를 포함하는 것으로 해석될 수 있다.
- [28] 이하 도면을 참조하여 실시예들을 상세히 설명한다.
- [29] 소재 현미경과 같이 미세 입자를 촬영할 수 있는 장치를 통해서 이미지를 획득하는 경우에 해당 이미지에서 다양한 물성 특징을 추출할 수 있다. 또한, 이미지의 특징은 미세 입자의 특징을 유추하는데 사용될 수도 있다.
- [30] 다만, 일반적인 거시 환경의 이미지와 달리 미시 환경에서 촬상되는 이미지의 경우에 경계를 명확히 특정시키기 어렵고, 비정형적인 미세입자 군집의 형상 등으로 이미지 간의 특징을 객관적으로 수행하는데 어려움이 존재할 수 있다.
- [31] 특히, 입자의 물성을 파악하기 위해서 사용되는 다양한 분석장비의 경우에 분석장비 간의 편차, 입자의 형상과 분포를 인지하는 사용자 간의 편차 등으로 인해서 상호 비교를 통한 객관화에 어려움이 있다.
- [32] 이러한 관점에서 본 개시는 이미지의 특성을 수치화된 값으로 변환하여 제공함으로써 객관적인 비교 분석이 가능하도록 하는 이미지 분석 기술을 제공하고자 한다. 특히, 이미지의 질감 특징을 수치화하여 제공함으로써 사용자 간 편차 및 분석장비 간 편차에 따른 객관화의 난제를 해결하는 방법을 제안하고자 한다.
- [33] 본 개시에서는 이미지를 기준으로 설명하나, 영상촬영을 통한 이미지 질감 분석에도 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 촬상된 영상에서 특정 프레임을 기준으로 이미지로 변환하여 아래에서 설명하는 본 기술을 적용하여 이미지의 질감을 수치화할 수 있다. 또한, 아래에서는 미세입자를 촬영한 이미지를 중심으로

예시적으로 설명하나 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 다양한 객체를 촬영하는 경우에도 본 개시에 따른 기술이 적용될 수 있다.

- [34] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 질감 분석 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [35] 도 1을 참조하면, 이미지 질감 분석 장치(100)는 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리부(110)를 포함할 수 있다.
- [36] 이미지 분석을 위해서는 수신된 이미지에 대한 전처리 과정이 필요할 수 있다. 전처리 과정은 다양한 동작을 포함할 수 있다.
- [37] 일 예로, 이미지 전처리부(110)는 분석대상이 되는 관심영역을 추출하기 위한 동작을 수행할 수 있다. 관심영역은 이미지에 포함된 객체와 배경 중에서 분석의 대상이 되는 객체만이 특정되도록 설정하는 영역을 의미한다.
- [38] 이미지 전처리부(110)는 계산된 분할 경계값을 기준으로 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출하고, 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 관심영역을 추출할 수 있다.
- [39] 이미지 내에는 배경과 하나 이상의 객체(예를 들어, 입자(s))가 포함될 수 있다. 관심영역을 정확하게 추출하기 위해서는 객체와 배경 간의 경계를 명확하게 확정하는 것이 중요하다.
- [40] 이를 위해서, 이미지 전처리부(110)는 이진 이미지를 산출하고 이를 세밀하게 보정하여 관심영역을 추출한다.
- [41] 예를 들어, 이미지 전처리부(110)는 관심영역(ex, 객체)과 미관심영역(ex, 배경)을 구분하기 위해서 분할 경계값을 계산할 수 있다. 다양한 경계값을 추출하는 알고리즘이 적용되어 분할 경계값이 계산될 수 있다. 일 예로, 경계값을 임의로 정해서 픽셀들을 두 부류로 나누고, 두 부류의 명암 분포를 반복해서 구한 다음 두 부류의 명암 분포를 가장 균일하게 하는 경계값을 분할 경계값으로 계산하는 오츠(otsu) 알고리즘이 사용될 수 있다. 이 외에도 이미지에서 경계선을 산출하기 위해서 사용되는 다양한 알고리즘이 적용될 수도 있다.
- [42] 한편, 이미지 전처리부(110)는 계산된 분할 경계값을 기준으로 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출할 수 있다.
- [43] 또한, 이미지 전처리부(110)는 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 관심영역을 추출할 수 있다. 분할 경계값을 기준으로 산출된 이진 이미지에서 보다 관심영역을 세밀하게 추출하기 위해서 모폴로지 연산이 적용될 수 있다. 적용되는 모폴로지 연산은 닫기 연산(Closing operation) 및 열기 연산(Opening operation)이 순차적으로 포함될 수 있다. 예를 들어, 닫기 연산을 통해서 팽창연산 후 침식연산을 수행하여 이미지 내에서의 빈 공간을 메우고, 열기 연산을 통해서 침식연산 후 팽창연산을 수행하여 빈 공간이 메워진 이미지 내에서 노이즈 제거를 수행할 수 있다. 이를 통해서, 보다 세밀한 관심영역이 도출될 수 있다.

- [44] 한편, 이미지의 질감 분석 결과를 객관화하기 위해서는 이미지를 촬상하는 장비의 설정에 따른 편차를 고려해야 한다. 이미지에서의 신호 강도는 장비의 설정에 따라서 동일 소재라고 하더라도 동일한 신호로 나타나지 않을 수 있다. 따라서, 이미지의 질감을 수치화하여 제공하는 경우에 수치 간 비교가 가능하도록 이미지 분석 전에 이미지를 조정할 필요가 있다.
- [45] 예를 들어, 이미지 전처리부(110)는 관심영역 내의 이미지를 일정한 크기를 가진 블록으로 구분하고, 블록별로 히스토그램 균일화를 시행하여 그레이 스케일 이미지로 변환할 수 있다. 일 예로, 이미지 전처리부(110)는 대비 제한 적응형 히스토그램 평활화(Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization, CLAHE) 알고리즘을 사용하여 이미지를 균일화할 수 있다.
- [46] 그레이 스케일로 변환된 이미지는 이미지 전처리부(110)에 의해서 경계선 강화 동작이 수행될 수 있다. 경계선 강화를 통해서 관심영역 내의 이미지에 대한 질감분석 성능을 높일 수 있다.
- [47] 예를 들어, 이미지 전처리부(110)는 관심영역 내의 이미지에 대해서 캐니 엣지(Canny Edge) 알고리즘을 적용하여 경계선 강화를 수행하고, 경계선 강화된 이미지를 일정 범위의 신호강도로 정규화하여 전처리 이미지를 산출할 수 있다. 구체적으로 이미지 전처리부(110)는 가우시안 필터를 적용하여 이미지에서 노이즈를 제거할 수 있다. 또한, 이미지 전처리부(110)는 노이즈 제거된 이미지를 수평 및 수직 방향으로 소벨 커널을 통해서 필터링한다. 필터링된 두 개의 이미지를 통해서 그래디언트의 크기와 방향이 산출된다. 이후, 이미지 전처리부(110)는 하나의 엣지가 여러개의 픽셀로 표현되는 현상을 없애기 그래디언트 크기가 국지적 최대(local maximum)인 픽셀만을 엣지 픽셀로 선정하는 비최대 억제(Non-maximum Suppression) 동작을 수행한다. 마지막으로 이미지 전처리부(110)는 히스테리시스 엣지 트래킹(Hysteresis edge tracking) 동작을 통해서 최솟값 및 최댓값의 임계값을 기준으로 최종 엣지를 선정한다.
- [48] 이미지 전처리부(110)는 경계선이 강화된 이미지를 정규화하여 신호 강도가 일정 범위 내에서 나타나도록 전처리할 수 있다.
- [49] 이와 같이, 이미지 전처리부(110)는 획득된 이미지에서 관심영역을 세밀하게 추출하고, 경계선을 강화한 후 정규화하여 이미지 특징 추출을 위한 전처리 이미지를 산출할 수 있다.
- [50] 이미지 질감 분석 장치(100)는 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 질감 특징 값에 기초하여 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출부(120)를 포함할 수 있다.
- [51] 질감 특징 추출부(120)는 서로 다른 알고리즘으로 이미지의 질감 특징 값을 각각 산출하고, 각각 산출된 질감 특징 값을 이용하여 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성한다. 종래 질감 특징을 추출하는 알고리즘은 스케일에 민감하여 객관적인 수치화가 어렵거나, 그레이 스케일의 변화에 민감하여 객관적인 수치화가 어려웠다. 즉, 특정 알고리즘을 사용하는 경우에 이미지 질감 분석 결과가

특정 인자(ex, 스케일 등)에 민감하게 나타나서 상호 비교를 통한 질감 특징 객관화가 불가능했다.

- [52] 이러한 점을 해결하기 위해서, 본 실시예에서는 서로 다른 알고리즘을 사용하여 질감 특징 값을 산출하되, 각각 산출된 질감 특징 값을 모두 이용하여 하나의 히스토그램을 생성하여 이미지의 질감 특성을 객관화한다.
- [53] 예를 들어, 서로 다른 알고리즘은 지역이진패턴(Local Binary Pattern) 알고리즘 및 프랙탈 차원(Fractal Dimension) 알고리즘일 수 있다.
- [54] 질감 특징 추출부(120)는 전처리 이미지에 대해서 지역이진패턴 알고리즘을 적용하여 각 이미지 좌표 별 질감 특징 값을 산출할 수 있다. 또한, 질감 특징 추출부(120)는 전처리 이미지에 대해서 차분박스 계수법을 적용하여 프랙탈 차원 맵을 생성함으로써, 각 이미지 좌표 별 프랙탈 차원 맵에서의 신호 강도를 질감 특징 값으로 산출할 수 있다.
- [55] 또한, 질감 특징 추출부(120)는 전처리 이미지에서 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표를 확인하고, 하나 이상의 좌표에 대응되는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 이용하여 히스토그램을 생성할 수 있다.
- [56] 예를 들어, 질감 특징 추출부(120)는 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표에 대응되는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 합산하여, 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값 상의 히스토그램 bin 콘텐츠에 매핑하여 히스토그램을 생성할 수 있다.
- [57] 이를 통해서, 지역이진패턴 알고리즘을 통한 회전(Rotational), 그레이스케일(Grey-scale) 불변(invariant)한 특성과 프랙탈 차원맵을 통해 스케일 불변(Scale invariant)한 특성을 모두 포함하는 히스토그램 산출이 가능하다. 따라서, 회전 또는 스케일 차이 등에 따른 질감 수치화 변동을 방지할 수 있다는 점에서 상호 비교가 객관화될 수 있는 질감 특징 분석이 가능하다.
- [58] 한편, 이미지 질감 분석 장치(100)는 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화부(130)를 포함할 수 있다.
- [59] 예를 들어, 질감 수치화부(130)는 서로 다른 알고리즘을 이용하여 생성한 히스토그램을 기준으로 엔트로피 값을 계산하여 이미지의 질감 특성을 수치화하여 출력할 수 있다. 일 예로, 질감 수치화부(130)는 히스토그램에서의 bin 확률을 이용하여 이미지에 대한 엔트로피를 산출할 수 있다. 이 외에도 히스토그램에서 엔트로피를 산출하는 알고리즘은 공지된 다양한 알고리즘이 사용될 수 있다.
- [60] 이상에서의 동작을 통해서 이미지 질감 분석 장치(100)는 이미지의 관심영역 객체에 대한 질감을 수치로 제공할 수 있다. 또한, 이미지 질감 분석 장치(100)는 장비 설정, 이미지 스케일, 회전 등에 강건한 특성을 가지도록 이미지를 처리하고, 이에 기반하여 수치로 이미지 질감을 제공한다. 따라서, 객관화된 이미지 질

감 특성에 따라 이미지 간의 질감 비교 및 이미지 질감 특성에 따른 물성 예측 등이 가능해질 수 있다.

- [61] 이하에서는 전술한 이미지 질감 분석 장치의 동작에 대해서 각 단계 별 동작을 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다.
- [62] 도 2는 일 실시예에 따른 관심영역 추출 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [63] 도 2를 참조하면, 이미지 질감 분석 장치는 이미지 생성 장치로부터 분석 대상 이미지가 수신되면, 해당 이미지에서 분석대상이 되는 관심영역을 추출할 수 있다.
- [64] 이미지 전처리부는 계산된 분할 경계값을 기준으로 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출하고, 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 관심영역을 추출할 수 있다.
- [65] 이미지 전처리부는 수신된 이미지를 기준으로 오츠 알고리즘을 통한 분할 경계값을 계산한다(S200).
- [66] 예를 들어, 수신된 이미지에는 배경, 다수의 객체 등이 포함될 수 있다. 이미지 전처리부는 분석 대상이 되는 객체와 배경을 분리하기 위해서 관심영역을 추출해야 한다. 이를 위해서, 이미지 전처리부는 분할 기준이 되는 분할 경계값을 계산한다.
- [67] 일 예로, 분할 경계값을 계산하기 위해서 오츠 알고리즘이 사용될 수 있다. 오츠의 알고리즘이란 어떤 영상을 thresholding 하고 싶을 때, 적절한 threshold 값을 찾아주는 알고리즘을 말한다. 이미지 전처리부는 수신된 이미지의 경계값을 임의로 정해서 픽셀들을 두 부류로 나누고, 두 부류의 명암 분포를 반복해서 구한 다음 두 부류의 명암 분포를 가장 균일하게 하는 경계값을 선택한다. 즉, 이미지 전처리부는 특정 threshold를 T라 하면, T를 기준으로 이진 분류된 픽셀의 비율의 차가 가장 작은 optimal T를 구하여 분할 경계값을 산출할 수 있다.
- [68] 이미지 전처리부는 계산된 분할 경계값을 기준으로 이진 이미지를 산출한다(S210). 분할 경계값이 계산되면, 이미지 전처리부는 계산된 분할 경계값을 기준으로 수신된 이미지를 이진 이미지로 변환하여 산출한다. 변환된 이진 이미지는 이미지 내의 객체 영역과 배경 영역이 이진화되어 구분될 수 있다. 다만, 보다 명확하고 세밀한 관심영역을 설정하기 위해서는 이진 이미지에서 관심영역을 보정할 필요가 있다.
- [69] 이를 위해서, 이미지 전처리부는 이진 이미지를 모폴로지 연산을 통해서 세밀화하여 관심영역을 추출한다(S220). 모폴로지 연산 기법은 영상의 형태를 분석하고 처리하는 기법을 의미한다. 이를 통해서 홀 채우기, 잡음 제거 등 영상의 이진화 과정에서 발생하는 불명확한 관심영역을 명확하게 나타내 줄 수 있다.
- [70] 구체적으로, 원본이미지와 이진이미지를 각각  $I_{original}$ ,  $I_{bin}$ 이라 하면, 관심 영역  $I_{ROI}$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

[71] [수식1]

$$I_{ROI} = OPENING(CLOSING(DOT(I_{original}, I_{bin})))$$

[72] 여기서 OPENING, CLOSING, DOT연산은 각각 상기 모폴로지 연산 중 열기(morphological opening), 닫기(morphological closing), 그리고 내적(inner product)에 해당한다.

[73] 모폴로지 연산은 침식(Erosion) 연산과 팽창(Dilation) 연산을 포함한다. 열기 연산(OPENING)은 침식 연산 후 팽창 연산을 사용하는 알고리즘으로 이진 이미지에서의 돌출 부분 제거 및 좁은 연결 끊김 현상을 보정하여 외곽선을 부드럽게 만들어주는 역할을 수행한다. 닫기(CLOSING) 연산은 팽창 연산 후 침식 연산을 사용하는 알고리즘으로 이진 이미지에서의 오목하게 들어간 부분이나 작은 구멍을 메워서 외곽선을 부드럽게 만들고 객체의 형태와 크기를 보존해주는 역할을 수행한다.

[74] 따라서, 이미지 전처리부는 닫기 연산을 수행하여 이진 이미지에서의 경계선을 부드럽게 보정하고, 보정된 이미지를 열기 연산을 통해서 돌출 부분 노이즈 제거 및 끊김 현상을 보정하여 외곽선을 명확하게 나타나도록 보정한다.

[75] 이러한 동작을 통해서 수신된 이미지에서 이미지 질감 분석 대상이되는 관심영역이 보다 명확하게 도출될 수 있다.

[76] 한편, 미세입자의 경우에 질감 분석을 위해서는 입자내부의 경계선에 대한 강화가 필요하다. 특히, 미세입자는 다양한 형태의 질감을 가질 수 있으며, 그 크기의 한계와 이미지 해상도 등으로 인해서 질감 분석을 위한 객체의 형상에 대한 경계선이 모호하게 나타날 수 있다. 따라서, 정확도 높은 질감 분석을 위해서는 관심영역 내의 객체에 대한 경계선 강화가 필요하다.

[77] 도 3은 일 실시예에 따른 경계선 강화 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[78] 도 3을 참조하면, 이미지 전처리부는 적응형 히스토그램 평활화 동작을 수행하여 관심영역 이미지를 그레이 레벨로 평활화한다(S300).

[79] 영상 또는 이미지에서 신호 강도는 장비의 설정에 따라서 동일 소재라 하더라도 동일한 신호인 경우는 거의 나타나지 않는다. 따라서, 이미지 전처리부는 관심영역에 대하여 히스토그램 평활화를 수행하여 같은 소재에 신호강도가 동일한 그레이 레벨(Gray-level) 값을 가지도록 처리한다.

[80] 일반적인 히스토그램 균일화 알고리즘의 경우에 이미지 전체 픽셀들에 대한 분포를 고려하여 일괄적으로 적용하였다. 이 경우, 이미지 내에서의 밝기 차이가 고려되지 않아서 오히려 중요 객체에 대한 형상의 인식이 더욱 어려워지는 문제가 발생된다.

[81] 이러한 문제점을 고려하여, 이미지 전처리부는 관심영역 내의 이미지를 일정한 크기를 가진 블록으로 구분하고, 블록 별로 히스토그램 균일화를 시행하여 그레이 스케일 이미지로 변환한다. 또한, 각 블록 별로 히스토그램 균일화가 완료되면, 블록 간 경계부분은 bilinear interpolation을 적용해 부드럽게 만들어줄 수

있다. 일 예로, 이미지 전처리부는 CLAHE(Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization)의 histogram 높이 제한(clip limit)에 의해 같이 소재에 대한 신호강도가 동일한 그레이 레벨 값을 가지도록 처리한다.

[82] 이미지 전처리부는 노이즈 제거 동작을 수행한다(S310). 이미지 전처리부는 가우시안 필터를 적용하여 노이즈를 제거한다. 예를 들어, 이미지에서 노이즈가 있으면 엣지를 제대로 찾는 것이 어려울 수 있다. 따라서, 경계선 강화 처리 전에  $N \times N$  가우시안 필터를 이용해서 이미지의 노이즈를 제거한다. 여기서,  $N$ 은 1 이상의 자연수로 설정될 수 있다.

[83] 이미지 전처리부는 경계선 강화 동작을 수행한다(S320). 예를 들어, 이미지 전처리부는 관심영역 내의 이미지에 대해서 캐니 엣지(Canny Edge) 알고리즘을 적용하여 경계선 강화를 수행할 수 있다.

[84] 이미지 전처리부는 가우시안 필터로 노이즈가 제거된 이미지를 Sobel 커널을 수평방향, 수직방향으로 적요하여 각 방향의 그래디언트(gradient)를 획득한다. 이미지의 (x,y) 좌표에서의 그래디언트는 아래 수학식 2에 의해서 획득될 수 있다.

[85] [수식2]

$$EdgeGradient(G) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

[86]  $Angle(\theta) = \tan^{-1}\left(\frac{G_x}{G_y}\right)$

[87] 여기서, 수평방향의 그래디언트는

$$G_x$$

, 수직방향의 그래디언트는

$$G_y$$

이다.

[88] 그래디언트 획득 후 엣지에 기여하지 않는 픽셀을 제거하기 위해서 이미지 전체를 스캔한다. 이미지를 스캔하는 동안 그래디언트 방향으로 스캔 구역에서 그래디언트의 최대값을 가진 픽셀을 찾는다. 이 경우, 하나의 엣지가 여러개의 픽셀로 표현되는 현상을 없애기 그래디언트 크기가 국지적 최대(local maximum)인 픽셀만을 엣지 픽셀로 선정한다.

[89] 마지막으로, 이미지 전처리부는 선정된 엣지가 실제로 엣지인지 아닌지를 결정한다. 이를 위해 최소값 및 최대값의 임계 값이 필요하다. 그래디언트의 강도가 최대값보다 크면 엣지가 되고, 최소값 보다 작으면 버려진다. 최소값과 최대값의 경계 사이에 있는 값들은 다른 엣지와 연결성을 확인하여 최종적인 엣지로 선정된다.

[90] 위에서는 캐니 엣지 알고리즘을 중심으로 경계선 강화 동작을 설명하였다. 다만, 이는 이해의 편의를 위한 것으로, 다양한 경계선 강화 알고리즘에 본 실시예

에 적용될 수 있다. 즉, 관심영역 내의 이미지에 대한 경계선을 강화시킬 수 있는 알고리즘이라면 그 제한은 없다.

[91] 또한, 이미지 전처리부는 경계선 강화된 이미지를 일정 범위의 신호강도로 정규화하여 상기 전처리 이미지를 산출할 수 있다.

[92] 예를 들어, 이미지 전처리부는 원본이미지에 경계선 강화된 이미지를 더하고 정규화(Normalize) 하는 동작을 수행할 수 있다.

[93] 관심영역 이미지를

$$I_{ROI}$$

라고 하면, 경계선이 강화된 이미지

$$I_{enhanced}$$

는 수학적식 3과 같이 얻어질 수 있다.

[94] [수식3]

$$I_{enhanced} = NORMALIZE(I_{ROI} + \alpha * I_{bound})$$

[95] 여기서

$$\alpha$$

는 경계이미지의 강화 정도를 나타내는 세부 파라미터이며 미리 설정될 수 있다.

$$I_{bound}$$

케니 엣지 알고리즘의 결과이다. NORMALIZE는 신호의 강도를 0에서 255까지의 범위로 정규화하는 과정을 의미한다.

[96] 이상의 동작을 통해서 이미지 전처리부는 관심영역 이미지의 경계선을 강화하고, 정규화하여 일정 신호강도 범위의 그레이 스케일 이미지를 얻을 수 있다.

[97] 도 4a 내지 도 4c는 이미지 전처리 동작의 각 결과를 예시적으로 도시한 도면이다.

[98] 도 4a는 이미지 질감 분석 장치가 이미지 획득 장치로부터 획득하는 원본 이미지를 예시적으로 나타낸다. 도 4a와 같이 원본 이미지에는 배경 영역과 미세 입자들이 함께 포함될 수 있다. 여기서, 질감 분석은 미세 입자를 기준으로 하기 때문에 이미지 전처리 과정을 통해서 관심영역을 설정한다.

[99] 도 4b는 추출한 관심영역을 설정한 관심영역의 이진 이미지를 나타낸다. 위에서 설명한 바와 같이, 관심영역은 이진 이미지화 및 모폴로지 연산을 통한 관심영역 세밀화가 이루어진다.

[100] 도 4c는 관심영역 이미지에 대해서 경계선이 강화되고 정규화된 전처리 이미지 (

$$I_{enhanced}$$

)를 나타낸다. 도 4c와 같이 본 실시예에 따른 전처리 과정을 거치면 미세 입자가 아닌 배경 부분은 관심영역에서 제외되며, 질감 분석 대상이 되는 미세 입자 부분의 경계선이 강화된 그레이 스케일의 정규화 이미지가 획득된다.

- [101] 이미지 질감 분석 장치는 전처리 이미지를 기준으로 질감 특징 값을 추출한다.
- [102] 도 5는 일 실시예에 따른 질감 특징 추출 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [103] 도 5를 참조하면, 질감 특징 추출부는 전처리 이미지를 수신한다(S500). 여기서, 전처리 이미지는 선술한 경계선이 강화되고 정규화된 그레이 스케일 이미지를 의미한다.
- [104] 질감 특징 추출부는 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출할 수 있다(S510, S520).
- [105] 일 예로, 질감 특징 추출부는 지역이진패턴(Local Binary Pattern, LBP) 알고리즘을 통해서 질감 특징 값을 추출할 수 있다(S510). 지역이진패턴은 특정 구역 내에서 중심에 위치하는 픽셀과 이웃하는 N개의 픽셀끼리 서로 신호강도 크기를 비교한다. 비교 결과에 따라 각 픽셀의 값을 이진화하고, 이를 나열하여 십진수 값으로 변경하여 픽셀 값을 산출한다. N이 8개인 경우에 이진수 8개로 십진수 값을 산출하여 0~255 사이의 값으로 각 좌표의 값이 산출된다. 본 실시예에서는 Rotation-invariant LBP가 적용될 수 있다. 또는 사각 LBP, Uniform LBP, 원형 LBP, Uniform & Rotation-invariant LBP 등 다양한 LBP 알고리즘이 적용될 수도 있다.
- [106] 구체적으로 예를 들면, 전처리 이미지에 대해서, 질감 특징 추출부는 픽셀 위치 픽셀위치 (x, y)와 신호크기(

$$\alpha_{x,y}$$

)가 주어졌을 때, (x, y)를 중심으로 반지름 R에 있는 N개의 픽셀 (

$$p_{x,y}^{R,N}$$

)들을 샘플링하고, 수학식 4와 같이 샘플링한 픽셀들로 지역이진패턴 값을 계산하는 과정을 수행한다.

- [107] [수식4]

$$LBP_{x,y}^{R,N} = \bigodot_{n=1}^N 2^{n-1} \text{sign}(p_{x,y}^{R,N} - \alpha_{x,y})$$

- [108] 여기서, sign은 수학식 5와 같이 계산된다.

- [109] [수식5]

$$\text{sign}(\xi) = \begin{cases} 1, & \xi \geq 0 \\ 0, & \xi < 0 \end{cases}$$

- [110] 지역이진패턴 값은 0에서

$$2^{N-1}$$

사이의 값을 가질 수 있다.

- [111] 질감 특징 추출부는 전처리 지역이진패턴 알고리즘에 따라 전처리 이미지에 대한 지역이진패턴 값을 질감 특징 값으로 산출한다.
- [112] 도 6a는 일 실시예에 따른 이미지의 지역이진패턴 맵을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [113] 도 6a를 참조하면, 전처리 이미지에 지역이진패턴 알고리즘을 적용하면 지역이진패턴 맵을 얻을 수 있다.
- [114] 다만, 지역이진패턴 값만으로 히스토그램을 생성하는 경우에 스케일 변화에 민감하다는 단점이 있다. 따라서, 본 실시예에서는 스케일 변화에 불변하는 특성을 가지는 프랙탈 차원 알고리즘을 더 이용하여 히스토그램을 생성한다.
- [115] 이를 위해서, 질감 특징 추출부는 프랙탈 차원(Fractal Dimension) 알고리즘을 통해서 질감 특징 값을 추출할 수 있다(S520).
- [116] 일 예로, 질감 특징 추출부는 가우시안 스케일 공간(Guassian-scale space)을 생성하는 과정과 차분박스계수법(Differential Box Counting, DBC)을 수행하여 프랙탈 차원맵을 계산하는 과정을 수행할 수 있다.
- [117] 예를 들어, 질감 특징 추출부는 전처리 이미지에 복수의 가우시안 스케일 파라미터를 적용하여 복수의 가우시안 스케일 스페이스를 생성한다. 가우시안 스케일 파라미터는 이미지에 대한 블러 처리 정도(가우시안 스케일 정도)를 결정하는 파라미터로 설정에 따라 복수 개의 값을 가진다. 따라서, 가우시안 스케일 스페이스는 가우시안 스케일 파라미터의 개수에 따라 복수개로 생성된다.
- [118] 이후, 질감 특징 추출부는 각 가우시안 스케일 스페이스에서 영역 내 최대값과 최소값의 차이를 계산하고 각 가우시안 스케일 스페이스 내의 기울기를 계산하는 동작을 수행한다.
- [119] 예를 들어, 가우시안 스케일 파라미터에 따른 가우시안 스케일의 정도를  $r$ 이라고 하면, 복수의 가우시안 스케일 스페이스는  $G(x,y,r)$ 로 표현될 수 있다.
- [120] 가우시안 스케일 스페이스를 계산하는 이유는 각  $(x,y)$  위치에서의  $r$ 에 따른 변화를 확인할 수 있기 때문이다. 각  $(x,y)$  위치마다  $r$ 에 대한 값들을 linear regression 했을 때의 기울기를  $F(x,y)$ 의 값으로 활용한다.
- [121] [수식6]
- $$G(x,y,r)=F(x,y)*r+b$$
- [122] 수식 6을 참조하면,  $G(x,y,r)$ 은 가우시안 스케일 스페이스의 값,  $F(x,y)$ 는 Fractal dimension의 intensity(기울기),  $r$ 은 가우시안 스케일의 정도인 blur되는 정도,  $b$ 는 regression 상수이다.
- [123] 위 동작을 통해서 질감 특징 추출부는 각 좌표에서 가우시안 스케일( $r$ )이 적용된 intensity( $G(x,y,r)$ )와 프랙탈 차원 맵에서의 intensity( $F(x,y)$ )를 산출할 수 있다.
- [124] 프랙탈 차원 맵에서의  $(x,y)$  좌표에서의 신호강도는  $F(x,y)$ 로 산출되며, 이를 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값으로 설정한다.

- [125] 도 6b는 일 실시예에 따른 이미지의 프랙탈 차원 맵을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [126] 도 6b를 참조하면, 전처리 이미지에 프랙탈 차원 알고리즘을 적용하면 프랙탈 차원 맵을 얻을 수 있다.
- [127] 다만, 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값은 스케일 변화에는 강건하나 그레이 스케일 변화에 민감한 문제점이 있다. 따라서, 본 실시예에서는 그레이 스케일 변화에 강건한 특성을 가지는 지역이진패턴 질감 특징 값을 추가로 이용하여 히스토그램을 생성한다.
- [128] 질감 특징 추출부는 질감 특징 값에 기초하여 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성할 수 있다(S530).
- [129] 일 예로, 질감 특징 추출부는 전처리 이미지에서 상기 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표를 확인하고, 하나 이상의 좌표에 대응되는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 이용하여 히스토그램을 생성한다.
- [130] 예를 들어, 질감 특징 추출부는 하나 이상의 좌표에 대응되는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 합산하여, 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값 상의 히스토그램 bin 콘텐츠에 매핑하여 히스토그램을 생성할 수 있다.
- [131] 즉, 질감 특징 추출부는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 지역이진패턴을 통한 히스토그램에 적용하여 지역이진패턴의 히스토그램을 보정할 수 있다.
- [132] [수식7]

$$LBP_{adj}^{R,N} = \begin{cases} QF_{x,y}, & \text{if } LBP_{adj}^{R,N} \Delta p \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

- [133] 수학식 7에서

$$LBP_{adj}^{R,N}$$

은 보정된 지역이진패턴의 히스토그램을 나타낸다.

$$F_{x,y}$$

는 프랙탈 차원 맵의 (x,y)의 위치에서의 intensity를 나타낸다. p는 지역이진패턴 결과 나타내는 질감 특징 값을 의미한다.

- [134] 예를 들어, 지역이진패턴 알고리즘을 수행하면 각 좌표에서의 질감 특징 값 p는 0에서

$$2^{N-1}$$

중 하나의 값을 갖는다. 질감 특징 추출부는 지역이진패턴 맵에서 동일한 p 값을 가지는 (x,y)의 좌표를 찾는다. 일 예로, 지역이진패턴 질감 특징 값 p=1인 (x,y)의 좌표들이 {(0,0), (2,5)}라고 하면, 질감 특징 추출부는 해당 좌표들의 프랙탈 차

원 맵의 (x,y) 위치에서의 질감 특징 값을 합산한 값을 생성한다. 즉, 질감 특징 추출부는  $F(0,0)+F(2,5)$  값을 생성하고, 해당 값을  $p=1$  상의 히스토그램 bin에 매핑하여 히스토그램을 생성한다.

[135] 이와 같이, 질감 특징 추출부는  $p$  값을 0에서

$$2^{N-1}$$

까지 변경하면서 프랙탈 차원 맵에서의 질감 특징 값을 찾아서 합산하여 히스토그램을 생성한다.

[136] 이러한 동작을 통해서 질감 특징 추출부는 스케일 불변, 그레이 스케일 불변, 로테이션 불변한 특징을 가지는 히스토그램을 생성할 수 있다. 이는 이미지에 대한 질감을 수치로 객관화하고 상대적 비교가 가능하도록 하는 효과를 제공한다.

[137]

[138] 한편, 이미지 질감 분석 장치는 질감을 수치화하여 표출하기 위한 질감 수치화부를 더 포함할 수 있다. 질감 수치화부는 위에서 생성된 히스토그램에서의 bin 확률을 이용하여 이미지에 대한 엔트로피를 산출하고 이를 수치로 나타낸다.

[139] 히스토그램으로부터 엔트로피를 계산하는 동작은 다양한 알고리즘이 사용될 수 있다.

[140] 예를 들어, 질감 수치화부는 서로 다른 알고리즘으로 산출된 질감 특징 값을 이용하여 생성된 히스토그램을 이용하여 엔트로피를 산출할 수 있다.

[141] 확률 밀도 함수  $f(x)$ 가 있는 연속 확률 변수  $X$ 의 경우 엔트로피의 정의는 수학적식 8과 같다.

[142] [수식8]

$$H(X) = - \int_A f(x) \log f(x) dx$$

[143] 여기서,  $H(X)$ 는 엔트로피이며,  $f(x)$ 는 확률 밀도 함수이다. 엔트로피 산출 정의를 밀도가 히스토그램으로 표현되는 경우에 적용하기 위해서 변수의 범위를  $n$  간격

$$(l_k, u_k)$$

,  $k=1, \dots, n$  으로 나누면 엔트로피는 아래 수학적식 9와 같이 산출될 수 있다.

[144] [수식9]

$$H(X) = - \sum_{k=1}^n \int_{l_k}^{u_k} f(x) \log f(x) dx$$

[145] 이후, 수학적식 9의 합산의  $k$  번째 항을 폭

$$w_k = u_k - l_k$$

이 있는 히스토그램의  $k$  번째 bin과 연관시킨다. 히스토그램에서의 bin 확률

$$p_k$$

,  $k=1, \dots, n$  은 수학적 10과 같이 정의될 수 있다.

[146] [수식10]

$$p_k = \int_{V_k}^{u_k} f(x) dx$$

[147] 따라서, 히스토그램에서의 bin 확률

$$p_k$$

는 높이가

$$f(x_k)$$

인 직사각형의 면적인

$$w_k f(x_k)$$

로 근사화할 수 있다. 여기서,

$$x_k$$

는 구간

$$(I_k, u_k)$$

내의 대표 값이다. 유사하게 수학적 9의 합산에서  $k$  번째 적분은

$$w_k f(x_k) \log f(x)$$

로 근사할 수 있다.

[148] bin 확률 측면에서 다시 정리하면 엔트로피는 수학적 11과 같이 산출될 수 있다.

[149] [수식11]

$$H(X) = - \sum_{k=1}^n P_k \log(P_k / w_k)$$

[150]  $w_k$

가 일정하지만 1과 같을 필요가 없는 경우에 엔트로피는 아래 수학적 12와 같이 표현될 수 있다.

[151] [수식12]

$$H(X) = - \sum_{k=1}^n p_k \log p_k + \log w$$

[152]  $w_k$

가 일정하지 않은 경우에는 수학적 11을 적용하기 위해서 bin 구성이 다른 히스토그램 간의 비교를 위해서는 bin by bin 조정이 필요하다. 연속 확률 변수의 경우에 자연 로그로 계산될 수 있다.

- [153] 이상의 동작을 통해서 질감 수치화부는 히스토그램에서의 bin 확률을 이용하여 상기 이미지에 대한 엔트로피를 산출할 수 있다.
- [154] 이 외에도 질감 수치화부는 공지된 다양한 히스토그램에 대한 엔트로피 산출 알고리즘을 사용하여 엔트로피를 산출함으로써, 이미지 질감에 대한 수치화 표출을 수행할 수 있다.
- [155] 도 7은 일 실시예에 따른 각 이미지에 대한 수치화 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- [156] 도 7을 참조하면, 다양한 획득 이미지에 대해서 전술한 본 실시예에 따라 질감을 수치화한 결과이다.
- [157] 예를 들어, 도 7의 700은 엔트로피 값이 2.3313094545036425로 나타난다. 710은 2.4270400444038986로 나타나고, 720은 2.564448503174378로 나타난다. 730은 엔트로피 값이 가장 높게 나타나서 2.7513417037248868로 나타났다.
- [158] 이와 같이, 대상 이미지의 질감에 따라 엔트로피 수치가 다르게 나타났으며, 이를 통해서 상호 간에 이미지 질감에 대한 객관적인 비교 분석이 가능하다. 특히, 소재입자의 경우에 소재의 질감과 물성 간에 상관관계를 정량화 할 수 있으며, 이를 통해서 질감을 통한 물성 예측 또는 물성을 통한 질감 예측 등 다양한 활용성이 제공될 수 있다.
- [159] 아래에서는 전술한 이미지 질감 분석 장치의 동작 관점에서 다시 한 번 간략히 설명한다. 전술한 이미지 질감 분석 장치의 동작은 아래에서 설명하는 각 단계에서 수행될 수 있다. 또한, 아래에서 설명하는 각 단계는 이해의 편의를 위해서 구분한 것으로 단계의 통합 또는 분할도 본 실시예에의 범위에 해당된다.
- [160] 도 8은 일 실시예에 따른 이미지 질감 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [161] 도 8을 참조하면, 이미지 질감 분석 방법은 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 상기 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리 단계를 포함할 수 있다(S800).
- [162] 일 예로, 이미지 전처리 단계에서는 분석대상이 되는 관심영역을 추출하기 위한 동작이 수행될 수 있다. 관심영역은 이미지에 포함된 객체와 배경 중에서 분석의 대상이 되는 객체만이 특정되도록 설정하는 영역을 의미한다.
- [163] 이미지 전처리 단계는 계산된 분할 경계값을 기준으로 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출하고, 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 관심영역을 추출할 수 있다. 이미지 내에는 배경과 하나 이상의 객체(예를 들어, 입자(들))가 포함될 수 있다. 관심영역을 정확하게 추출하기 위해서는 객체와 배경 간의 경계를 명확하게 확정하는 것이 중요하다. 이를 위해서, 이미지 전처리단계는 이진 이미지를 산출하고 이를 세밀하게 보정하여 관심영역을 추출한다.
- [164] 예를 들어, 이미지 전처리 단계는 관심영역(ex, 객체)과 미관심영역(ex, 배경)을 구분하기 위해서 분할 경계값을 계산할 수 있다. 다양한 경계값을 추출하는 알고리즘이 적용되어 분할 경계값이 계산될 수 있다. 일 예로, 경계값을 임의로 정해

서 픽셀들을 두 부류로 나누고, 두 부류의 명암 분포를 반복해서 구한 다음 두 부류의 명암 분포를 가장 균일하게 하는 경계값을 분할 경계값으로 계산하는 오투(otsu) 알고리즘이 사용될 수 있다. 이 외에도 이미지에서 경계선을 산출하기 위해서 사용되는 다양한 알고리즘이 적용될 수도 있다.

- [165] 한편, 이미지 전처리 단계는 계산된 분할 경계값을 기준으로 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출할 수 있다. 또한, 이미지 전처리 단계는 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 관심영역을 추출할 수 있다. 적용되는 모폴로지 연산은 닫기 연산(Closing operation) 및 열기 연산(Opening operation)이 순차적으로 포함될 수 있다. 예를 들어, 닫기 연산을 통해서 팽창연산 후 침식연산을 수행하여 이미지 내에서의 빈 공간을 메우고, 열기 연산을 통해서 침식연산 후 팽창연산을 수행하여 빈 공간이 메워진 이미지 내에서 노이즈 제거를 수행할 수 있다. 이를 통해서, 보다 세밀한 관심영역이 도출될 수 있다.
- [166] 한편, 이미지에서의 신호 강도는 장비의 설정에 따라서 동일 소재라고 하더라도 동일한 신호로 나타나지 않을 수 있다. 따라서, 이미지의 질감을 수치화하여 제공하는 경우에 수치 간 비교가 가능하도록 이미지 분석 전에 이미지를 조정할 필요가 있다.
- [167] 예를 들어, 이미지 전처리 단계는 관심영역 내의 이미지를 일정한 크기를 가진 블록으로 구분하고, 블록별로 히스토그램 균일화를 시행하여 그레이 스케일 이미지로 변환할 수 있다. 일 예로, 이미지 전처리 단계는 대비 제한 적응형 히스토그램 평활화(Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization, CLAHE) 알고리즘을 사용하여 이미지를 균일화할 수 있다.
- [168] 그레이 스케일로 변환된 이미지는 이미지 전처리 단계에 의해서 경계선 강화동작이 수행될 수 있다. 경계선 강화를 통해서 관심영역 내의 이미지에 대한 질감 분석 성능을 높일 수 있다.
- [169] 예를 들어, 이미지 전처리 단계는 관심영역 내의 이미지에 대해서 캐니 엣지(Canny Edge) 알고리즘을 적용하여 경계선 강화를 수행하고, 경계선 강화된 이미지를 일정 범위의 신호강도로 정규화하여 전처리 이미지를 산출할 수 있다. 구체적으로 이미지 전처리 단계는 가우시안 필터를 적용하여 이미지에서 노이즈를 제거할 수 있다. 또한, 이미지 전처리 단계는 노이즈 제거된 이미지를 수평 및 수직 방향으로 소벨 커널을 통해서 필터링한다. 필터링된 두 개의 이미지를 통해서 그래디언트의 크기와 방향이 산출된다. 이후, 이미지 전처리 단계는 하나의 엣지가 여러개의 픽셀로 표현되는 현상을 없애기 그래디언트 크기가 국지적 최대(local maximum)인 픽셀만을 엣지 픽셀로 선정하는 비최대 억제(Non-maximum Suppression) 동작을 수행한다. 마지막으로 이미지 전처리 단계는 히스테리시스 엣지 트래킹(Hysteresis edge tracking) 동작을 통해서 최소값 및 최대값의 임계값을 기준으로 최종 엣지를 선정한다. 이미지 전처리 단계는 경계선이 강화된 이미지를 정규화하여 신호 강도가 일정 범위 내에서 나타나도록 전처리할 수 있다.

- [170] 이와 같이, 이미지 전처리 단계는 획득된 이미지에서 관심영역을 세밀하게 추출하고, 경계선을 강화한 후 정규화하여 이미지 특징 추출을 위한 전처리 이미지를 산출할 수 있다.
- [171] 한편, 이미지 질감 분석 방법은 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 질감 특징 값에 기초하여 상기 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출 단계를 포함할 수 있다(S810).
- [172] 종래 질감 특징을 추출하는 알고리즘은 스케일에 민감하여 객관적인 수치화가 어렵거나, 그레이 스케일의 변화에 민감하여 객관적인 수치화가 어려웠다. 즉, 특정 알고리즘을 사용하는 경우에 이미지 질감 분석 결과가 특정 인자(ex, 스케일 등)에 민감하게 나타나서 상호 비교를 통한 질감 특징 객관화가 불가능했다.
- [173] 이러한 점을 해결하기 위해서, 본 실시예에서는 서로 다른 알고리즘을 사용하여 질감 특징 값을 산출하되, 각각 산출된 질감 특징 값을 모두 이용하여 하나의 히스토그램을 생성하여 이미지의 질감 특성을 객관화한다.
- [174] 예를 들어, 서로 다른 알고리즘은 지역이진패턴(Local Binary Pattern) 알고리즘 및 프랙탈 차원(Fractal Dimension) 알고리즘일 수 있다.
- [175] 질감 특징 추출 단계는 전처리 이미지에 대해서 지역이진패턴 알고리즘을 적용하여 각 이미지 좌표 별 질감 특징 값을 산출할 수 있다. 또한, 질감 특징 추출 단계는 전처리 이미지에 대해서 차분박스 계수법을 적용하여 프랙탈 차원 맵을 생성함으로써, 각 이미지 좌표 별 프랙탈 차원 맵에서의 신호 강도를 질감 특징 값으로 산출할 수 있다.
- [176] 또한, 질감 특징 추출 단계는 전처리 이미지에서 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표를 확인하고, 하나 이상의 좌표에 대응되는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 이용하여 히스토그램을 생성할 수 있다.
- [177] 예를 들어, 질감 특징 추출 단계는 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표에 대응되는 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 합산하여, 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값 상의 히스토그램 bin 콘텐츠에 매핑하여 히스토그램을 생성할 수 있다.
- [178] 이를 통해서, 지역이진패턴 알고리즘을 통한 회전(Rotational), 그레이스케일(Grey-scale) 불변(invariant)한 특성과 프랙탈 차원맵을 통해 스케일 불변(Scale invariant)한 특성을 모두 포함하는 히스토그램 산출이 가능하다. 따라서, 회전 또는 스케일 차이 등에 따른 질감 수치화 변동을 방지할 수 있다는 점에서 상호 비교가 객관화될 수 있는 질감 특징 분석이 가능하다.
- [179] 이미지 질감 분석 방법은 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 상기 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화 단계를 포함할 수 있다(S820).
- [180] 예를 들어, 질감 수치화 단계는 서로 다른 알고리즘을 이용하여 생성한 히스토그램을 기준으로 엔트로피 값을 계산하여 이미지의 질감 특성을 수치화하여 출

력할 수 있다. 일 예로, 질감 수치화 단계는 히스토그램에서의 bin 확률을 이용하여 이미지에 대한 엔트로피를 산출할 수 있다. 이 외에도 히스토그램에서 엔트로피를 산출하는 알고리즘은 공지된 다양한 알고리즘이 사용될 수 있다.

[181] 이상에서의 동작을 통해서 이미지 질감 분석 단계는 이미지의 관심영역 객체에 대한 질감을 수치로 제공할 수 있다. 또한, 이미지 질감 분석 단계는 장비 설정, 이미지 스케일, 회전 등에 강건한 특성을 가지도록 이미지를 처리하고, 이에 기반하여 수치로 이미지 질감을 제공한다. 따라서, 객관화된 이미지 질감 특성에 따라 이미지 간의 질감 비교 및 이미지 질감 특성에 따른 물성 예측 등이 가능해질 수 있다.

[182] 이상의 설명은 본 개시의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 기술 사상의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 또한, 본 실시예들은 본 개시의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로 이러한 실시예에 의하여 본 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 개시의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 개시의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[183]

[184] **CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION**

[185] 본 특허출원은 2023년 06월 12일 한국에 출원한 특허출원번호 제 10-2023-0074963 호에 대해 미국 특허법 119(a)조 (35 U.S.C § 119(a))에 따라 우선권을 주장하며, 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다. 아울러, 본 특허출원은 미국 이외에 국가에 대해서도 위와 동일한 이유로 우선권을 주장하면 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다.

## 청구범위

- [청구항 1] 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 상기 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리부;  
상기 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 상기 질감 특징 값에 기초하여 상기 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출부; 및  
상기 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 상기 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화부를 포함하는 이미지 질감 분석 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
상기 이미지 전처리부는,  
계산된 분할 경계값을 기준으로 상기 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출하고,  
상기 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 상기 관심영역을 추출하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,  
상기 모폴로지 연산은,  
닫기 연산(Closing operation) 및 열기 연산(Opening operation)이 순차적으로 포함되는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,  
상기 이미지 전처리부는,  
상기 관심영역 내의 이미지를 일정한 크기를 가진 블록으로 구분하고, 블록별로 히스토그램 균일화를 시행하여 그레이 스케일 이미지로 변환하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,  
상기 이미지 전처리부는,  
상기 관심영역 내의 이미지에 대해서 캐니 엣지(Canny Edge) 알고리즘을 적용하여 상기 경계선 강화를 수행하고, 상기 경계선 강화된 이미지를 일정 범위의 신호강도로 정규화하여 상기 전처리 이미지를 산출하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,  
상기 서로 다른 알고리즘은,  
지역이진패턴(Local Binary Pattern) 알고리즘 및 프랙탈 차원(Fractal Dimension) 알고리즘인 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,  
상기 질감 특징 추출부는,  
상기 전처리 이미지에서 상기 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표를 확인하고, 상기 하나

이상의 좌표에 대응되는 상기 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 이용하여 상기 히스토그램을 생성하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.

[청구항 8] 제 7 항에 있어서,  
상기 질감 특징 추출부는,  
상기 하나 이상의 좌표에 대응되는 상기 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 합산하여, 상기 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값 상의 히스토그램 bin 콘텐츠에 매핑하여 상기 히스토그램을 생성하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.

[청구항 9] 제 1 항에 있어서,  
상기 질감 수치화부는,  
상기 히스토그램에서의 bin 확률을 이용하여 상기 이미지에 대한 엔트로피를 산출하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 장치.

[청구항 10] 이미지에서 분석대상 관심영역을 추출하고, 상기 관심영역에 대한 경계선 강화를 수행하여 전처리 이미지를 산출하는 이미지 전처리 단계;  
상기 전처리 이미지의 질감 특징 값을 서로 다른 알고리즘을 이용하여 각각 산출하고, 상기 질감 특징 값에 기초하여 상기 전처리 이미지에 대한 히스토그램을 생성하는 질감 특징 추출 단계; 및  
상기 히스토그램의 엔트로피를 산출하여 상기 이미지에 대한 질감 수치를 산출하는 질감 수치화 단계를 포함하는 이미지 질감 분석 방법.

[청구항 11] 제 10 항에 있어서,  
상기 이미지 전처리 단계는,  
계산된 분할 경계값을 기준으로 상기 이미지를 이진화하여 이진 이미지를 산출하고,  
상기 이진 이미지를 모폴로지(Morphological) 연산을 통해서 보정하여 상기 관심영역을 추출하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 방법.

[청구항 12] 제 10 항에 있어서,  
상기 이미지 전처리 단계는,  
상기 관심영역 내의 이미지에 대해서 캐니 엣지(Canny Edge) 알고리즘을 적용하여 상기 경계선 강화를 수행하고, 상기 경계선 강화된 이미지를 일정 범위의 신호강도로 정규화하여 상기 전처리 이미지를 산출하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 방법.

[청구항 13] 제 10 항에 있어서,  
상기 서로 다른 알고리즘은,  
지역이진패턴(Local Binary Pattern) 알고리즘 및 프랙탈 차원(Fractal Dimension) 알고리즘인 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 방법.

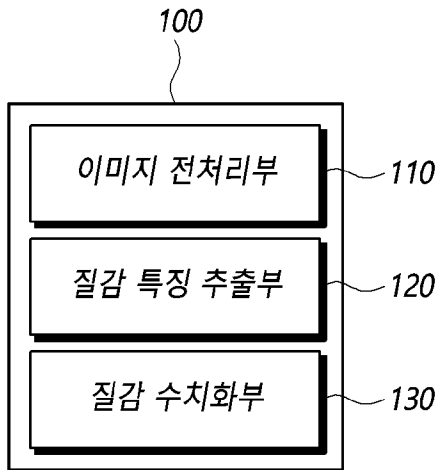
[청구항 14] 제 13 항에 있어서,  
상기 질감 특징 추출 단계는,

상기 전처리 이미지에서 상기 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값을 가지는 하나 이상의 좌표를 확인하고, 상기 하나 이상의 좌표에 대응되는 상기 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 이용하여 상기 히스토그램을 생성하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 방법.

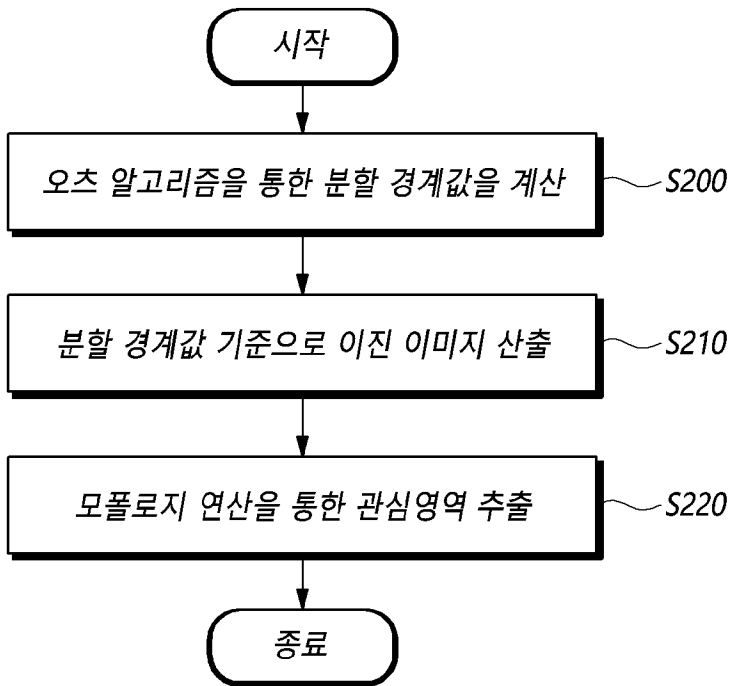
[청구항 15] 제 14 항에 있어서,  
상기 질감 특징 추출 단계는,  
상기 하나 이상의 좌표에 대응되는 상기 프랙탈 차원 알고리즘을 통해서 산출된 질감 특징 값을 합산하여, 상기 지역이진패턴 알고리즘을 통해서 산출된 동일한 질감 특징 값 상의 히스토그램 bin 콘텐츠에 매핑하여 상기 히스토그램을 생성하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 방법.

[청구항 16] 제 10 항에 있어서,  
상기 질감 수치화 단계는,  
상기 히스토그램에서의 bin 확률을 이용하여 상기 이미지에 대한 엔트로피를 산출하는 것을 특징으로 하는 이미지 질감 분석 방법.

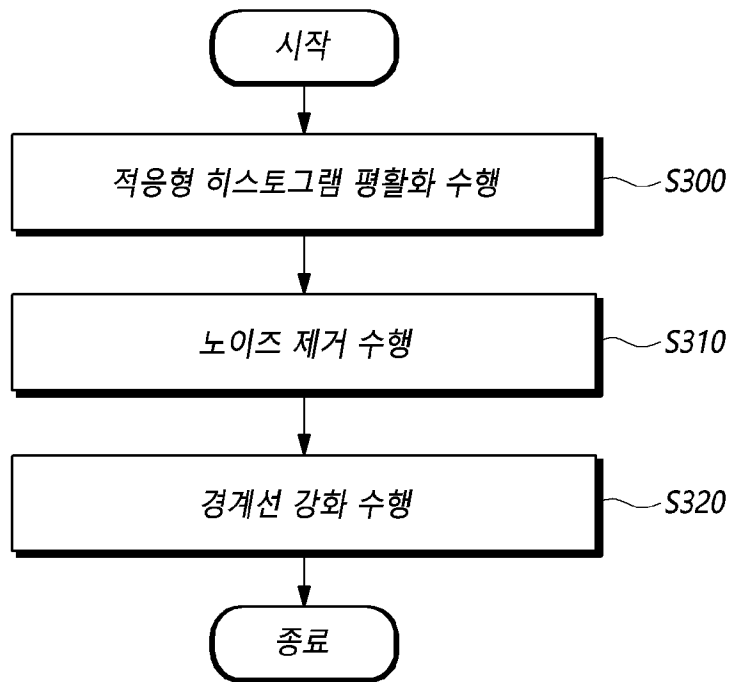
[도1]



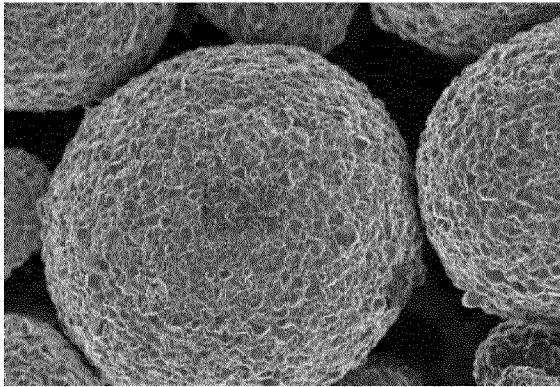
[도2]



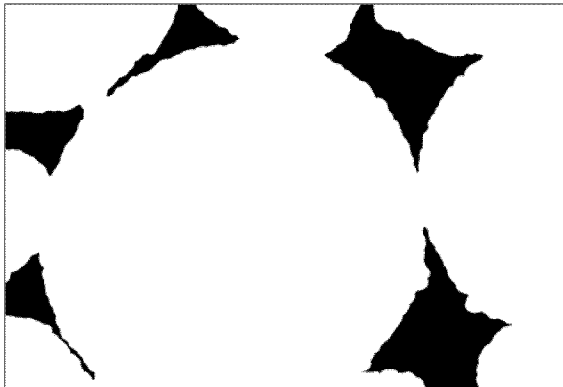
[도3]



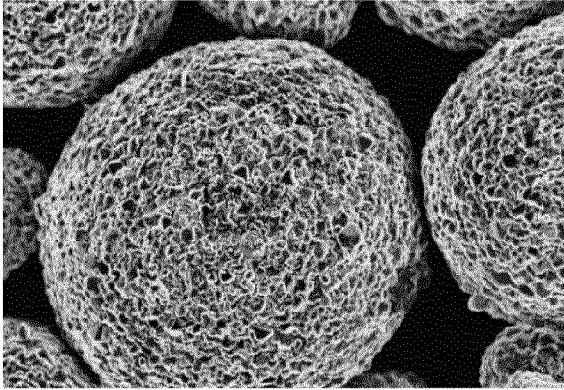
[도4a]



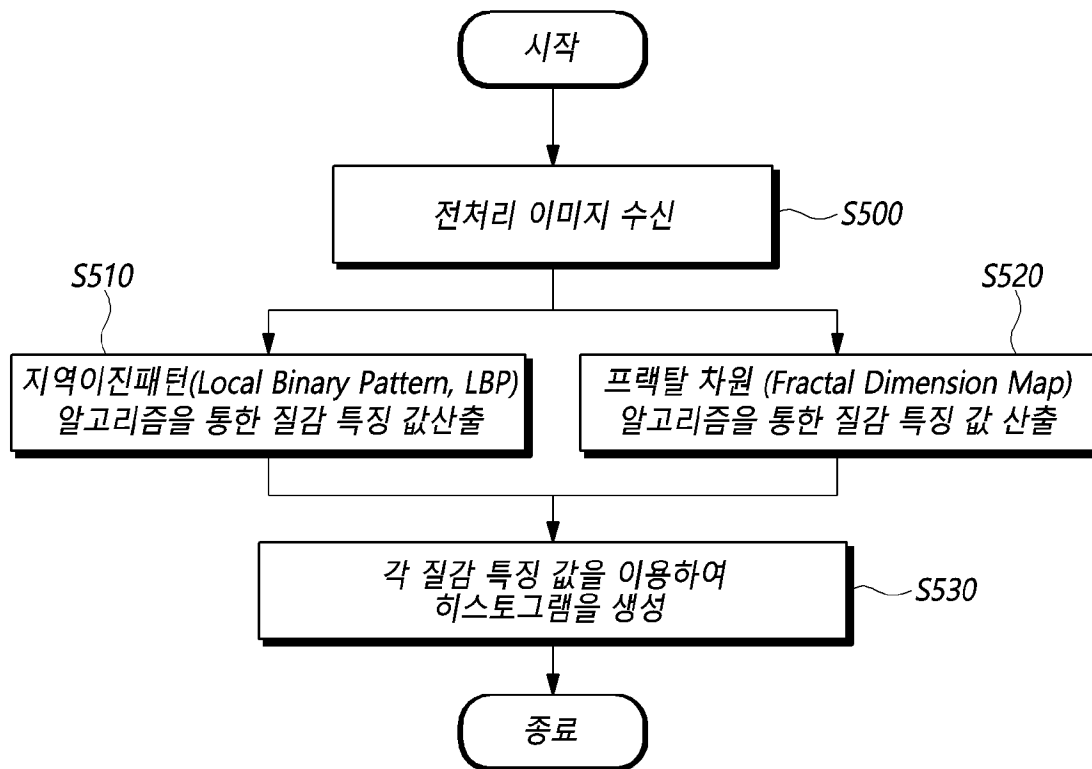
[도4b]



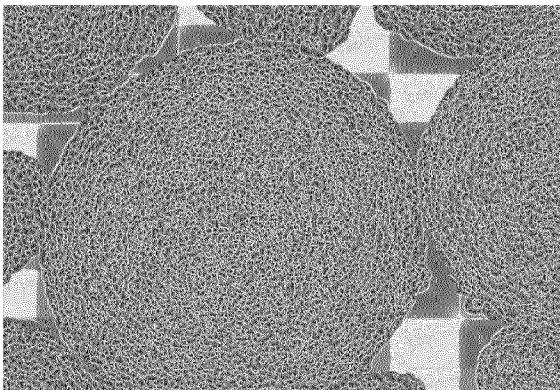
[도4c]



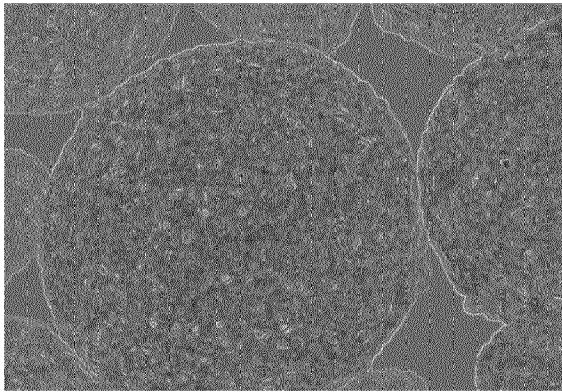
[도5]



[도6a]

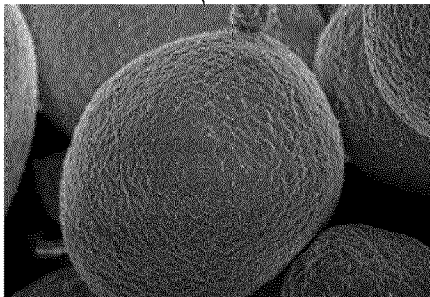


[도6b]

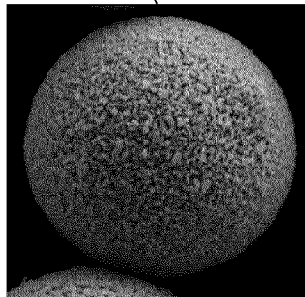


[도7]

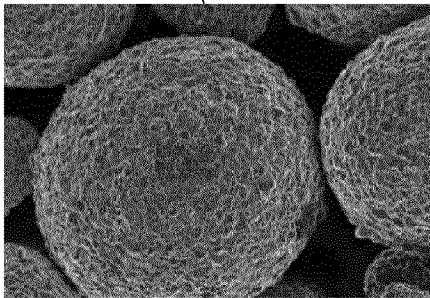
700



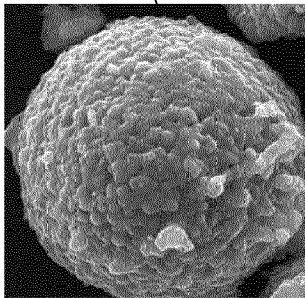
710



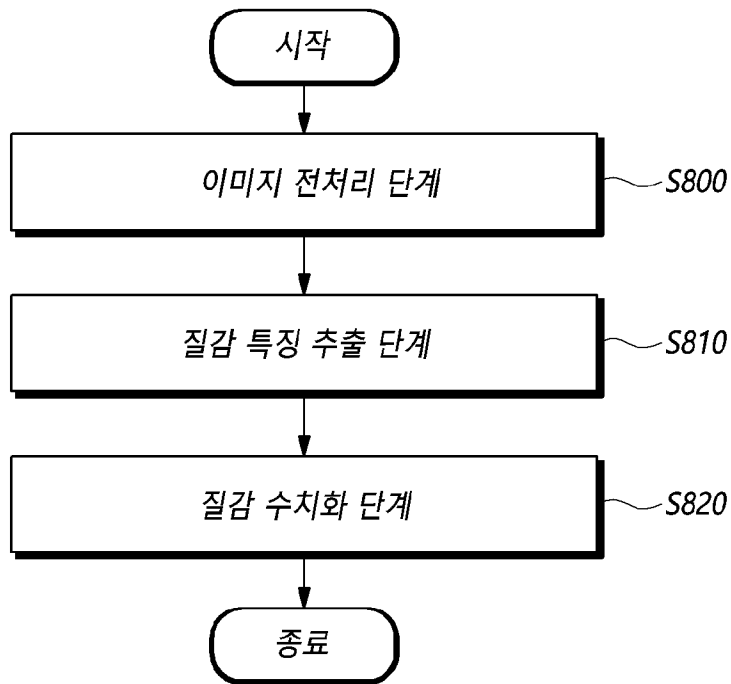
720



730



[도8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/007966

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                              |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>G06T 7/44</b> (2017.01)i; <b>G06T 7/11</b> (2017.01)i; <b>G06T 7/136</b> (2017.01)i; <b>G06T 7/13</b> (2017.01)i; <b>G06T 7/155</b> (2017.01)i;<br><b>G06T 7/73</b> (2017.01)i; <b>G06T 5/40</b> (2006.01)i<br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                              |                                                                                |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G06T 7/44(2017.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 6/03(2006.01); G06F 16/50(2019.01); G06K 9/00(2006.01);<br>G06T 15/00(2006.01); G06T 7/11(2017.01); G06T 7/136(2017.01); G06V 10/40(2022.01)<br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Korean utility models and applications for utility models: IPC as above<br>Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above<br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 이미지(image), 관심영역(region of interest), 질감(texture), 히스토그램(histogram), 특징(feature)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              |                                                                                |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                              |                                                                                |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                           | Relevant to claim No.                                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | KR 10-1812406 B1 (DONGGUK UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 27 December 2017 (2017-12-27)<br>See paragraphs [0038]-[0040]; claims 8 and 12; and figure 2. | 1-16                                                                           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | KR 10-2020-0099633 A (THE ASAN FOUNDATION et al.) 25 August 2020 (2020-08-25)<br>See paragraphs [0004], [0039]-[0041] and [0062]-[0065]; claim 1; and figures 2-3.           | 1-16                                                                           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 111402267 A (SUN YAT-SEN MEMORIAL HOSPITAL, SUN YAT-SEN UNIVERSITY et al.) 10 July 2020 (2020-07-10)<br>See paragraphs [0073]-[0074] and [0087]-[0088]; and figures 2-3.  | 2-3,5,11-12                                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | KR 10-2021-0079134 A (INJE UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 29 June 2021 (2021-06-29)<br>See paragraphs [0012]-[0016]; and claims 1-5.                   | 1-16                                                                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                              |                                                                                |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                                                                                              |                                                                                |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>10 September 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | Date of mailing of the international search report<br><b>10 September 2024</b> |
| Name and mailing address of the ISA/KR<br><b>Korean Intellectual Property Office<br/>Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208</b><br>Facsimile No. +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                              | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                        |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2024/007966**

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | <p>KR 10-2011-0008658 A (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 27<br/>January 2011 (2011-01-27)</p> <p>See paragraphs [0005]-[0027]; and claims 1-5.</p> | 1-16                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2024/007966**

| Patent document<br>cited in search report |                 |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------------------|
| KR                                        | 10-1812406      | B1 | 27 December 2017                     | None                    |           |                                      |
| KR                                        | 10-2020-0099633 | A  | 25 August 2020                       | None                    |           |                                      |
| CN                                        | 111402267       | A  | 10 July 2020                         | CN                      | 111402267 | B 16 June 2023                       |
| KR                                        | 10-2021-0079134 | A  | 29 June 2021                         | None                    |           |                                      |
| KR                                        | 10-2011-0008658 | A  | 27 January 2011                      | None                    |           |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                     |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b><br>G06T 7/44(2017.01)i; G06T 7/11(2017.01)i; G06T 7/136(2017.01)i; G06T 7/13(2017.01)i; G06T 7/155(2017.01)i;<br>G06T 7/73(2017.01)i; G06T 5/40(2006.01)i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                     |                                        |
| <b>B. 조사된 분야</b><br>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)<br>G06T 7/44(2017.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 6/03(2006.01); G06F 16/50(2019.01); G06K 9/00(2006.01);<br>G06T 15/00(2006.01); G06T 7/11(2017.01); G06T 7/136(2017.01); G06V 10/40(2022.01)<br>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌<br>한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))<br>eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 이미지(image), 관심영역(region of interest), 질감(texture), 히스토그램(histogram), 특징(feature)                                                                      |                                                                                                                                     |                                        |
| <b>C. 관련 문헌</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                     |                                        |
| 카테고리*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                                                          | 관련 청구항                                 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KR 10-1812406 B1 (동국대학교 산학협력단) 2017.12.27<br>단락 [0038]-[0040]; 청구항 8, 12; 및 도면 2                                                    | 1-16                                   |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KR 10-2020-0099633 A (재단법인 아산사회복지재단 등) 2020.08.25<br>단락 [0004], [0039]-[0041], [0062]-[0065]; 청구항 1; 및 도면 2-3                       | 1-16                                   |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CN 111402267 A (SUN YAT-SEN MEMORIAL HOSPITAL, SUN YAT-SEN UNIVERSITY 등)<br>2020.07.10<br>단락 [0073]-[0074], [0087]-[0088]; 및 도면 2-3 | 2-3,5,11-12                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KR 10-2021-0079134 A (인제대학교 산학협력단) 2021.06.29<br>단락 [0012]-[0016]; 및 청구항 1-5                                                        | 1-16                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KR 10-2011-0008658 A (인하대학교 산학협력단) 2011.01.27<br>단락 [0005]-[0027]; 및 청구항 1-5                                                        | 1-16                                   |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                     |                                        |
| <b>* 인용된 문헌의 특별 카테고리:</b><br>“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌<br>“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌<br>“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌<br>“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌<br>“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌<br>“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌<br>“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌<br>“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌 |                                                                                                                                     |                                        |
| 국제조사의 실제 완료일<br>2024년09월10일(10.09.2024)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     | 국제조사보고서 발송일<br>2024년09월10일(10.09.2024) |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소<br>대한민국 특허청<br>(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동,<br>정부대전청사)<br>팩스 번호 +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     | 심사관<br>양정록<br>전화번호 +82-42-481-5709     |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌         | 공개일        |
|-----------------------|------------|----------------|------------|
| KR 10-1812406 B1      | 2017/12/27 | 없음             |            |
| KR 10-2020-0099633 A  | 2020/08/25 | 없음             |            |
| CN 111402267 A        | 2020/07/10 | CN 111402267 B | 2023/06/16 |
| KR 10-2021-0079134 A  | 2021/06/29 | 없음             |            |
| KR 10-2011-0008658 A  | 2011/01/27 | 없음             |            |