



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월06일
(11) 등록번호 10-1885728
(24) 등록일자 2018년07월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 3/40 (2006.01) G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/90 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 3/4038 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2017-0062374
(22) 출원일자 2017년05월19일
심사청구일자 2017년05월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP2015165400 A*
JP2012010275 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
김명희
서울특별시 강남구 선릉로 217, 304동 1201호(도곡동)
강미선
서울특별시 성동구 독서당로40길 25 107동 101호(옥수동, 옥수현대아파트)
서지현
서울특별시 서대문구 연희로32길 20 1동 405호(연희동, 대림아파트)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 박상철

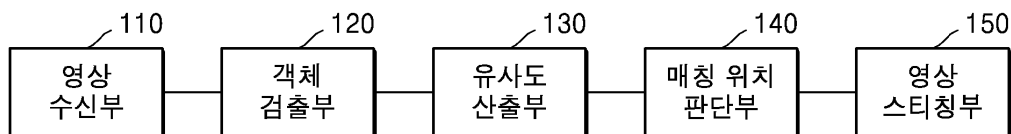
(54) 발명의 명칭 영상 스티칭 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체

(57) 요약

영상 스티칭 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 시스템은, 전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신하는 영상 수신부, 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 객체 검출부, 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산하는 유사도 산출부, 상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단하는 매칭 위치 판단부 및 인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성하는 영상 스티칭부를 포함한다.

대표도 - 도2

100



(52) CPC특허분류

G06T 7/90 (2017.01)

G06T 2207/10024 (2013.01)

G06T 2207/30024 (2013.01)

G06T 2207/30204 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711038091

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 시스템·인포메틱스사업

연구과제명 환자유래 바이오·의료 영상과 비영상 정보의 지능형 처리, 분석 및 플랫폼 구축

기 여 율 1/1

주관기관 이화여자대학교

연구기간 2015.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신하는 영상 수신부;

인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에 포함되는 픽셀들의 밝기 값을 고려하여 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 객체 검출부;

상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산하는 유사도 산출부; 및

상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단하는 매칭 위치 판단부; 및

인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성하는 영상 스티칭부;

를 포함하며,

상기 객체 검출부는 제1 임계값을 설정하여 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하고, 상기 제1 임계값을 통해 검출된 객체의 수가 미리 결정된 수치보다 작은 경우, 상기 제1 임계값 보다 작은 값을 갖는 제2 임계값을 설정하여 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 영상 스티칭 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 매칭 위치 판단부는 상기 중첩 영역에서 인접하는 두 개의 부분 영상 사이의 유사도가 최대가 될 때의 상기 두 개의 부분 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 결정하는 영상 스티칭 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 매칭 위치 판단부는 인접하는 부분 영상에 동일한 검출 대상 객체가 존재하지 않는 경우, 임의의 지점을 상기 매칭 위치로 결정하는 영상 스티칭 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유사도 산출부는 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상의 밝기 값 및 상기 밝기 값의 변화를 비교하여, 상기 유사도를 계산하는 영상 스티칭 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 영상 스티칭부는 상기 유사도가 최대가 되는 위치를 기준으로 인접하는 부분 영상을 스티칭하는 영상 스티칭 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 검출 대상 객체는 세포(cell)인 영상 스티칭 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전체 영상은 3 x 3의 부분 영상으로부터 형성되는 영상 스티칭 시스템.

청구항 9

전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신하는 단계;

인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에 포함되는 픽셀들의 밝기 값을 고려하여 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 단계;

상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산하는 단계;

상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단하는 단계; 및

인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성하는 단계;

를 포함하며,

상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 단계에서는, 제1 임계값을 설정하여 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하고, 상기 제1 임계값을 통해 검출된 객체의 수가 미리 결정된 수치보다 작은 경우, 상기 제1 임계값 보다 작은 값을 갖는 제2 임계값을 설정하여 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 영상 스티칭 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 위치를 판단하는 단계에서는,

상기 중첩 영역에서 인접하는 두 개의 부분 영상 사이의 유사도가 최대가 될 때의 상기 두 개의 부분 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 결정하는 영상 스티칭 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 위치를 판단하는 단계에서는,

인접하는 부분 영상에 동일한 검출 대상 객체가 존재하지 않는 경우, 임의의 지점을 상기 매칭 위치로 결정하는 영상 스티칭 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 유사도를 계산하는 단계에서는,

상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상의 밝기 값 및 상기 밝기 값의 변화를 비교하여, 상기 유사도를 계산하는 영상 스티칭 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 전체 영상을 생성하는 단계에서는,

상기 유사도가 최대가 되는 위치를 기준으로 인접하는 부분 영상을 스티칭하는 영상 스티칭 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 검출 대상 객체는 세포(cell)인 영상 스티칭 방법.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 전체 영상은 3 x 3의 부분 영상으로부터 형성되는 영상 스티칭 방법.

청구항 17

제9항, 및 제11항 내지 제16항 중 어느 한 항에 따른 영상 스티칭 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상 스티칭 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 중첩 영역을 갖는 복수의 부분 영상을 스티칭하여 하나의 전체 영상을 생성하는 영상 스티칭 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복수의 영상을 이용하여 하나의 영상을 생성하는 기술은 다양한 분야에 이용되고 있으며, 대표적으로는 카메라로 촬영한 이미지를 이용하여 파노라마 이미지를 생성하는 것을 예로 들 수 있다. 연속되는 이미지를 이어 붙여 하나의 커다란 이미지를 생성하는 것을 이미지 스티칭(Image Stitching)이라고 한다.

[0003] 종래의 이미지 스티칭 방법은 일정한 방향으로 연속되는 이미지를 이용하여 전체 이미지를 생성하는 것이 주를 이루며, 일반적으로 밝기 값 기반과 특징점 기반으로 분류할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 서로 다른 방향으로 연속되는 복수의 부분 영상을 스티칭하여 전체 영상을 생성하는 영상 스티칭 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 시스템은, 전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신하는 영상 수신부, 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 객체 검출부, 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산하는 유사도 산출부 및 상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단하는 매칭 위치 판단부 및 인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성하는 영상 스티칭부를 포함한다.

[0006] 또한, 상기 객체 검출부는 상기 중첩 영역에 포함되는 픽셀들의 밝기 값을 고려하여 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 매칭 위치 판단부는 상기 중첩 영역에서 인접하는 두 개의 부분 영상 사이의 유사도가 최대가 될 때의 상기 두 개의 부분 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 결정할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 매칭 위치 판단부는 인접하는 부분 영상에 동일한 검출 대상 객체가 존재하지 않는 경우, 임의의 지점을 상기 매칭 위치로 결정할 수 있다.

- [0009] 또한, 상기 유사도 산출부는 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상의 밝기 값 및 상기 밝기 값의 변화를 비교하여, 상기 유사도를 계산할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 영상 스티칭부는 상기 유사도가 최대가 되는 위치를 기준으로 인접하는 부분 영상을 스티칭할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 검출 대상 객체는 세포(cell)일 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 전체 영상은 3 x 3의 부분 영상으로부터 형성될 수 있다.
- [0013] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 방법은, 전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신하는 단계, 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 단계, 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산하는 단계, 상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단하는 단계 및 인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0014] 또한, 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하는 단계에서는, 상기 중첩 영역에 포함되는 픽셀들의 밝기 값을 고려하여 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 매칭 위치를 판단하는 단계에서는, 상기 중첩 영역에서 인접하는 두 개의 부분 영상 사이의 유사도가 최대가 될 때의 상기 두 개의 부분 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 매칭 위치를 판단하는 단계에서는, 인접하는 부분 영상에 동일한 검출 대상 객체가 존재하지 않는 경우, 임의의 지점을 상기 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 유사도를 계산하는 단계에서는, 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상의 밝기 값 및 상기 밝기 값의 변화를 비교하여, 상기 유사도를 계산할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 전체 영상을 생성하는 단계에서는, 상기 유사도가 최대가 되는 위치를 기준으로 인접하는 부분 영상을 스티칭할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 검출 대상 객체는 세포(cell)일 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 전체 영상은 3 x 3의 부분 영상으로부터 형성될 수 있다.
- [0021] 한편, 본 발명에 따른 영상 스티칭 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명은 서로 다른 방향으로 연속되는 복수의 부분 영상을 스티칭하여 전체 영상을 생성하는 영상 스티칭 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명이 적용되는 영상의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 시스템의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명이 적용되는 부분 영상을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 4 및 도 5는 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 객체 검출 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 매칭 위치 결정 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 스티칭 순서 결정 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 10 및 도 11은 중첩 영역에서의 최대 유사도를 산출하는 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 영상 스티칭 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.

도 14는 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법을 이용하여 부분 영상으로부터 생성된 전체 영상을 예시적으로 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법에 따른 영상 스티칭 결과를 비교하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 아래에 제시되는 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0026] 도 1은 본 발명이 적용되는 영상의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 하나의 플레이트(plate)를 구성하는 복수의 웰(well)이 도시되어 있으며, 상기 복수의 웰(well)은 각각 복수의 필드(field)를 포함할 수 있다. 예컨대 상기 웰(well)에는 동물에게서 추출한 세포가 배양되어 있을 수 있으며, 웰 단위 영상 분석을 통해 약물의 종류 및/또는 약물의 농도 별 세포의 반응을 살펴볼 수 있다.
- [0028] 상기 웰(well)에 배양되는 세포 영상은 현미경을 통해 획득될 수 있는데, 현미경의 배율에 따른 화각이 전체 웰에 미치지 못하는 경우, 상기 웰에 포함되는 전체 세포 영상을 한번에 얻지 못하는 문제가 발생할 수 있다.
- [0029] 이때, 하나의 웰을 구성하는 복수의 필드(field) 영상이 얻어질 수 있으며, 상기 복수의 필드 영상은 각각 인접하는 필드 영상과 중복되는 영역을 포함할 수 있다.
- [0030] 한편, 하나의 웰에 포함되는 전체 세포 영상을 얻기 위해서는 상기 복수의 필드 영상을 붙이는 작업이 필요하며, 본 명세서에서는 이를 영상 스티칭(Image Stitching)이라 정의하도록 한다.
- [0031] 이하에서는 복수의 부분 영상을 스티칭하여 하나의 전체 영상을 획득하는 시스템 및 방법에 관하여 설명하도록 한다. 다만, 상기 영상이 반드시 세포 영상 혹은 현미경을 통해 획득되는 영상으로 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 시스템의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 시스템(100)은 영상 수신부(110), 객체 검출부(120), 유사도 산출부(130), 매칭 위치 판단부(140) 및 영상 스티칭부(150)를 포함한다.
- [0034] 영상 수신부(110)는 전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신한다. 상기 전체 영상은 상기 복수의 부분 영상으로부터 형성되는 하나의 영상으로 이해할 수 있으며, 상기 복수의 부분 영상을 스티칭(stitching)하여 형성될 수 있다.
- [0035] 한편, 상기 복수의 부분 영상은 각각 서로 인접하는 부분 영상들 사이에 중첩되는 영역을 포함할 수 있으며, 상기 중첩되는 영역의 크기는 상기 복수의 부분 영상의 특성에 따라 서로 다를 수 있다.
- [0036] 상기 복수의 부분 영상이 서로 중첩되는 영역을 포함하지 않는 경우에는 상기 부분 영상이 상기 전체 영상에서 차지하는 위치만을 고려하여 상기 복수의 부분 영상을 배치하면 상기 전체 영상이 생성될 수 있다.
- [0037] 그러나, 상기 복수의 부분 영상이 인접하는 부분 영상과 중첩되는 영역을 포함하는 경우에는, 단순히 각각의 부

본 영상의 위치만을 고려하여서는 안되며, 상기 중첩되는 영역이 차지하는 비율이 어느 정도인지 판단하고, 인접하는 부분 영상이 겹쳐지는 위치를 정확히 판단하는 것이 중요하다.

- [0038] 객체 검출부(120)는 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단한다. 상기 중첩 영역은 상기 복수의 부분 영상들 사이에 중첩되는 영역을 의미하는 것으로 이해할 수 있으며, 상기 중첩 영역의 크기는 상기 중첩 영역이 포함되는 인접한 부분 영상들의 특성 또는 사용자의 설정에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 객체 검출부(120)는 각각의 상기 부분 영상에 대하여 인접하는 부분 영상과 공통되는 중첩 영역의 크기를 설정한다.
- [0039] 도 1을 참조로 하여 설명한 웰(well) 영상에서 상기 웰 영상을 구성하는 복수의 필드(field) 영상은 인접하는 필드 영상과 중첩되는 영역을 갖게 되는데, 대체로 필드 영상의 2 ~ 2.5% 정도에 해당하는 영역이 중첩되는 것으로 나타난다.
- [0040] 다만, 이는 현미경을 통해 획득되는 웰 영상에 대해 나타나는 일 예에 불과하며, 상기 중첩 영역의 크기가 반드시 상기한 비율로 제한되는 것은 아니다.
- [0041] 한편, 객체 검출부(120)는 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단한다. 여기서, 상기 검출 대상 객체는 상기 부분 영상으로부터 검출하고자 하는 객체로서, 상기 부분 영상에서 특징이 되는 객체인 것으로 이해할 수 있다. 일 예로써, 상기 검출 대상 객체는 웰(well)에서 배양되는 세포 또는 세포 핵 일 수 있다.
- [0042] 객체 검출부(120)는 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하기 위하여, 상기 중첩 영역에 포함되는 각각의 화소(pixel)에 대하여 밝기 값(brightness)을 산출할 수 있다. 이때, 객체 검출부(120)는 상기 중첩 영역에 대하여 영상 이진화를 수행할 수 있으며, 영상 이진화를 통해 소정의 임계값 보다 밝은 화소들은 모두 흰색으로 표시될 수 있다.
- [0043] 상기 복수의 부분 영상이 형광 현미경을 통해 획득되는 경우, 세포 및/또는 세포 핵이 존재하는 위치의 픽셀은 그렇지 않은 위치의 픽셀보다 더 높은 밝기를 갖게 되며, 영상 이진화를 통해 세포 및/또는 세포 핵이 존재하는 위치를 판단할 수 있다.
- [0044] 한편, 약한 밝기의 세포 및/또는 세포 핵을 탐지할 수 없는 경우를 고려하여, 객체 검출부(120)는 서로 다른 크기를 갖는 복수의 임계값을 이용하여 영상 이진화를 수행할 수 있다.
- [0045] 예컨대, 제1 임계값을 설정하여 영상 이진화를 수행하였을 때 발견되는 세포 및/또는 세포 핵의 수가 적은 경우에는 상기 제1 임계값 보다 작은 크기의 제2 임계값을 설정하여 영상 이진화를 수행할 수 있다.
- [0046] 한편, 상기 복수의 부분 영상은 광경로 및/또는 광 흡수율 등의 차이로 인해 다른 부분 영상과 밝기가 균일하지 않을 수 있으며, 이로 인해 동일한 크기의 임계값을 적용하여 영상 이진화를 수행하더라도 인접하는 부분 영상에 포함되는 중첩 영역에서 동일하게 검출 대상 객체가 검출되지 않을 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 객체 검출부(120)는 영상 이진화를 수행하기에 앞서 영상 대비 정규화(contrast normalization)를 수행할 수 있다.
- [0047] 유사도 산출부(130)는 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산한다. 상기 유사도 계산은 이진(binary) 영상이 아닌 영상 수신부(110)가 수신한 원본 영상을 이용하여 이루어질 수 있다.
- [0048] 유사도 산출부(130)는 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상의 밝기 값 및 상기 밝기 값의 변화를 비교하여 상기 유사도를 계산할 수 있으며, 일 실시예에서는 다음의 수식을 이용할 수 있다.

수학적 식 1

Normalized Cross Correlation

$$= \frac{\sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N (im1(x,y) - \overline{im1})(im2(x,y) - \overline{im2})}{\sqrt{\sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N (im1(x,y) - \overline{im1})^2} \sqrt{\sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N (im2(x,y) - \overline{im2})^2}}$$

[0049]

- [0050] 상기 수학식 1은 두 개의 인접하는 부분 영상 사이에서 유사도 계산을 위해 비교되는 영역의 크기가 $M \times N$ 인 경우를 상정하고 있으며, 상기 수학식 1에서 $im1(x, y)$ 는 두 개의 부분 영상 중 하나의 부분 영상의 (x, y) 위치에서의 화소의 밝기 값이며, $\overline{im1}$ 는 $im1$ 의 평균 밝기 값을 의미한다.
- [0051] 또한, $im2(x, y)$ 및 $\overline{im2}$ 는 나머지 하나의 부분 영상의 (x, y) 위치에서의 화소의 밝기 값 및 평균 밝기 값을 의미한다.
- [0052] 유사도 산출부(130)에서 상기 수학식 1을 통해 계산되는 상기 유사도는 0 부터 1 까지의 값을 가질 수 있으며, 상기 유사도 값이 1에 가까울수록 인접하는 부분 영상의 중첩 영역의 유사도가 높음을 의미한다.
- [0053] 한편, 유사도 산출부(130)는 각각의 부분 영상에 대하여 인접하는 부분 영상의 개수에 대응하여 각각 유사도를 산출한다. 도 1에 도시되는 영상에서 제1 필드 영상(Field 1)에는 총 8개의 필드 영상이 인접하는데, 유사도 산출부(130)는 상기 제1 필드 영상(field 1)에 인접하는 필드 영상 중 제3, 제5, 제6 및 제8 필드 영상(Field 3, Field 5, Field 6, Field 8)과의 유사도를 산출할 수 있다. 따라서, 대각선 방향으로 인접하는 부분 영상 간에는 유사도를 산출하지 않는 것으로 이해할 수 있다.
- [0054] 매칭 위치 판단부(140)는 상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단한다. 매칭 위치 판단부(140)는 상기 인접하는 부분 영상의 중첩 영역 범위에서 두 개의 인접하는 부분 영상의 위치를 변경하면서 산출한 유사도가 최대가 될 때의 상기 두 개의 인접하는 부분 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0055] 예컨대, 제1 부분 영상과 제2 부분 영상이 서로 인접하고, 상기 제1 부분 영상과 제2 부분 영상이 공유하는 제1 중첩 영역이 존재하는 경우를 상정할 수 있다. 이때, 상기 제1 중첩 영역에서 상기 제1 부분 영상과 상기 제2 부분 영상의 하나의 열이 서로 중첩될 때의 유사도가 가장 높게 산출된 경우, 상기 하나의 열이 중첩될 때의 상기 제1 및 제2 부분 영상의 위치가 매칭 위치로 결정될 수 있다.
- [0056] 한편, 매칭 위치 판단부(140)는 상기 제1 중첩 영역에서 객체가 발견되지 않는 경우에는 임의의 지점을 매칭 위치로 판단할 수 있다.
- [0057] 영상 스티칭부(150)는 인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성한다.
- [0058] 예컨대, 도 1의 웰(well) 영상에서는 제2 필드 영상(Field 2)에 대해서 제3 및 제6 필드 영상(Field 3, Field 6)과 유사도가 산출되는데, 상기 제2 및 제3 필드 영상 사이에 존재하는 중첩 영역에서 산출된 최대 유사도(제1 최대 유사도), 그리고 상기 제2 및 제6 필드 영상 사이에 존재하는 중첩 영역에서 산출된 최대 유사도(제2 최대 유사도)는 그 크기가 서로 다를 수 있다.
- [0059] 이때, 영상 스티칭부(150)는 상기 제2 필드 영상을 인접하는 필드 영상과 스티칭함에 있어서, 상기 제1 및 제2 최대 유사도의 크기를 비교하여, 더 큰 최대 유사도를 갖는 필드 영상을 기준으로 상기 제2 필드 영상을 스티칭할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 최대 유사도 값이 상기 제2 최대 유사도 값 보다 큰 경우에는 상기 제2 필드 영상을 상기 제3 필드 영상을 기준으로 스티칭할 수 있다.
- [0060] 마찬가지로, 영상 스티칭부(150)는 나머지 부분 영상들에 대해서도 인접한 부분 영상과의 최대 유사도의 크기를 고려하여 스티칭 기준이 되는 부분 영상을 결정하고, 전체 영상을 생성할 수 있다.
- [0061] 도 3은 본 발명이 적용되는 부분 영상을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [0062] 도 3은 본 발명을 통해 최종적으로 생성되는 전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 나타내며, 도 3에는 3×3 의 부분 영상이 도시되어 있으나, 본 발명이 반드시 이러한 형태로 제한되는 것은 아니다.
- [0063] 한편, 상기 복수의 부분 영상으로부터 상기 전체 영상이 생성되기는 하나, 도 3과 상기 전체 영상은 일치하는 것은 아니다. 즉, 상기 복수의 부분 영상은 각각 인접한 부분 영상과 중첩되는 영역을 갖기 때문에, 도 3에 도시되는 복수의 부분 영상의 단순한 조합이 상기 전체 영상과 동일한 것은 아니다.
- [0064] 앞서 설명한 바와 같이, 상기 복수의 부분 영상은 형광 현미경을 통해 획득될 수 있으며, 현미경 렌즈의 화각 제한으로 인하여 도 1을 참조로 하여 설명한 웰(well) 전체의 영상을 한번에 획득하지 못하는 문제가 있을 수 있다.

- [0065] 예컨대, 세포(cell)를 관찰하고자 하는 사용자는 전체 웰 영상을 구성하는 복수의 부분 영상을 조합하여 전체 영상을 생성해야하며, 상기 복수의 부분 영상은 각각 인접한 부분 영상과 중첩되는 영역을 갖기 때문에, 중첩되는 영역의 크기를 정의하고 정확한 매칭점을 찾아 영상을 스티칭 하는 과정이 필요하다.
- [0066] 이하에서는 도 3에 도시되는 부분 영상의 위치를 기준으로 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법을 설명하도록 한다.
- [0067] 도 4 및 도 5는 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [0068] 도 4 및 도 5는 형광 현미경을 통해 획득되는 부분 영상을 나타내며, 상기 형광 현미경을 통해 획득되는 영상은 상기 환자에게 투약한 약물의 종류 및/또는 투여량에 따른 세포(cell)의 변화 추이를 판단하는 용도로 사용될 수 있다. 따라서, 도 4 및 도 5에 도시되는 중첩 영역에 존재하는 세포는 영상 스티칭을 위해 이용되는 검출 대상 객체일 수 있으며, 동시에 매칭 위치를 결정하기 위한 정보를 제공할 수 있다.
- [0069] 먼저, 도 4는 도 1 및 도 3을 참조로 하여 설명한 복수의 부분 영상들 중에서, 제1 부분 영상(field 1)과 제6 부분 영상(field 6) 사이의 중첩 영역(overlap)을 나타낸다. 제6 부분 영상은 제1 부분 영상의 좌측에 위치하므로 제1 부분 영상과 제6 부분 영상 사이의 중첩 영역은, 제6 부분 영상의 오른쪽 영역과 제1 부분 영상의 왼쪽 영역에 존재할 수 있다.
- [0070] 도 4를 참조하면, 상기 중첩 영역 내에 동일한 크기와 밝기를 갖는 객체(세포)가 존재하는 것을 확인할 수 있으며, 상기 객체는 제1 부분 영상과 제6 부분 영상을 스티칭 하기 위한 매칭 위치를 결정하는데 활용될 수 있다.
- [0071] 한편, 제1 부분 영상은 제5 부분 영상과도 중첩되는 영역을 갖게 되며, 이때 제1 부분 영상과 제5 부분 영상 사이의 중첩 영역은 제1 부분 영상의 오른쪽 영역과 제5 부분 영상의 왼쪽 영역에 존재할 수 있다.
- [0072] 도 5는 도 1 및 도 3을 참조로 하여 설명한 복수의 부분 영상들 중에서, 제1 부분 영상(field 1)과 제8 부분 영상(field 8) 사이의 중첩 영역(overlap)을 나타낸다. 제8 부분 영상은 제1 부분 영상의 아래에 위치하므로 제1 부분 영상과 제8 부분 영상 사이의 중첩 영역은, 제8 부분 영상의 윗쪽 영역과 제1 부분 영상의 아랫쪽 영역에 존재할 수 있다.
- [0073] 도 5를 참조하면, 상기 중첩 영역 내에 동일한 크기와 밝기를 갖는 객체(세포)가 존재하는 것을 확인할 수 있으며, 상기 객체는 제1 부분 영상과 제8 부분 영상을 스티칭 하기 위한 매칭 위치를 결정하는데 활용될 수 있다.
- [0074] 한편, 제1 부분 영상은 제3 부분 영상과도 중첩되는 영역을 갖게 되며, 이때 제1 부분 영상과 제3 부분 영상 사이의 중첩 영역은 제1 부분 영상의 윗쪽 영역과 제3 부분 영상의 아랫쪽 영역에 존재할 수 있다.
- [0075] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 객체 검출 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [0076] 도 6(a) 내지 도 6(c)에 도시되는 영상은 인접하는 두 개의 부분 영상 사이에 설정된 중첩 영역을 나타내며, 도 6에 도시되는 중첩 영역들은 모두 동일한 것으로 이해할 수 있다.
- [0077] 도 2를 참조로 하여 설명한 바와 같이, 객체 검출부(120)는 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하기 위하여, 상기 중첩 영역에 포함되는 각각의 화소(pixel)에 대하여 밝기 값(brightness)을 산출할 수 있다. 이때, 객체 검출부(120)는 상기 중첩 영역에 대하여 영상 이진화를 수행할 수 있으며, 영상 이진화를 통해 소정의 임계값 보다 밝은 화소들은 모두 흰색으로 표시될 수 있다.
- [0078] 이때, 약한 밝기의 객체(세포)를 탐지할 수 없는 경우를 고려하여, 객체 검출부(120)는 서로 다른 크기를 갖는 복수의 임계값을 이용하여 영상 이진화를 수행할 수 있다.
- [0079] 예컨대, 제1 임계값을 설정하여 영상 이진화를 수행하였을 때 발견되는 세포 및/또는 세포 핵의 수가 적은 경우에는 상기 제1 임계값 보다 작은 크기의 제2 임계값을 설정하여 영상 이진화를 수행할 수 있다.
- [0080] 도 6(a)와 도 6(b)를 참조하면, 인접하는 두 개의 부분 영상 중 오른쪽에 위치하는 부분 영상에서는 객체가 검출되지 않고, 왼쪽에 위치하는 부분 영상에서만 객체가 검출된 것을 확인할 수 있다. 또한, 도 6(b)에 도시되는 객체의 크기와 밝기는 도 6(a)에 도시되는 객체의 크기와 밝기보다 더 큰 값을 갖는다.
- [0081] 객체 검출부(120)는 영상 이진화를 수행함에 있어서 임의의 임계값을 설정할 수 있으며, 객체 검출이 적절하게 이루어지지 않는 경우에는 임계값의 크기를 다르게 설정할 수 있다. 따라서, 도 6(b)는 도 6(a)의 경우보다 더 낮은 임계값을 이용하여 영상 이진화를 수행한 결과로 이해할 수 있다.

- [0082] 도 6(c)에서는 오른쪽에 위치한 부분 영상에서도 객체가 검출되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 도 6(c)는 도 6(b)의 경우보다 더 낮은 임계값을 이용하여 영상 이진화를 수행한 결과로 이해할 수 있다.
- [0083] 한편, 상기 복수의 부분 영상은 광경로 및/또는 광 흡수율 등의 차이로 인해 다른 부분 영상과 밝기가 균일하지 않을 수 있으며, 이로 인해 동일한 크기의 임계값을 적용하여 영상 이진화를 수행하더라도 인접하는 부분 영상에 포함되는 중첩 영역에서 동일하게 검출 대상 객체가 검출되지 않을 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 객체 검출부(120)는 영상 이진화를 수행하기에 앞서 영상 대비 정규화(contrast normalization)를 수행할 수 있다.
- [0084] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 매칭 위치 결정 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [0085] 도 7은 도 6과 마찬가지로 인접하는 두 개의 부분 영상 사이에 설정된 중첩 영역을 예시적으로 나타내며, 다만, 도 7(a) 내지 도 7(c)에 도시되는 중첩 영역은 각각 서로 다른 두 개의 부분 영상 사이에 설정된다.
- [0086] 먼저, 도 7(a)에서는 하나의 부분 영상에서만 객체가 검출되고 나머지 부분 영상에서는 객체가 검출되지 않는 경우를 나타낸다. 도 2를 참조로 하여 설명한 매칭 위치 판단부(140)는 이러한 경우 중첩 영역의 임의의 위치를 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0087] 도 7(b)에서는 두 개의 부분 영상 모두 중첩 영역에서 객체가 검출되고, 두 개의 부분 영상에서 검출된 객체가 서로 동일한 객체로 대응되는 경우를 나타낸다. 이때, 매칭 위치 판단부(140)는 검출된 객체를 이용하여 매칭 위치를 결정할 수 있으며, 검출된 객체가 두 개 이상인 경우에는 더 밝은 객체를 이용하여 매칭 위치를 결정할 수 있다.
- [0088] 마지막으로 도 7(c)는 인접하는 두 개의 부분 영상의 중첩 영역에서 모두 객체가 검출되었으나, 검출된 객체가 서로 동일한 객체인지 확실하지 않은 경우를 나타낸다.
- [0089] 매칭 위치 판단부(140)는 두 개의 부분 영상에서 검출된 객체의 크기와 위치를 비교하여 검출된 객체가 서로 동일한지 여부를 판단할 수 있다. 도 7(c)의 경우에는 검출된 객체가 동일하지 않은 것으로 볼 수 있으므로, 매칭 위치 판단부(140)는 두 개의 부분 영상에서 검출된 객체 사이의 임의의 위치를 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0090] 도 7(c)와 같은 경우가 발생하는 것은, 객체 검출부(120)가 설정한 중첩 영역이 적절하지 않기 때문으로 이해할 수 있다. 두 개의 부분 영상에 동일한 객체가 검출되지 않았으므로, 설정된 중첩 영역보다 좁은 영역이 실제 중첩 영역일 확률이 높다. 따라서, 매칭 위치 판단부(140)는 왼쪽 부분 영상에서 검출된 객체의 오른쪽 지점, 그리고 오른쪽 부분 영상에서 검출된 객체의 왼쪽 지점을 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0091] 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 스티칭 순서 결정 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [0092] 도 2를 참조로 하여 설명한 바와 같이, 영상 스티칭부(150)는 인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭하여 전체 영상을 생성한다.
- [0093] 도 8에서는 앞선 도면들을 참조로 하여 설명한 바와 같이, 3 x 3 형태의 부분 영상들 중 가운데에 위치하는 제1 부분 영상이 상기 기준 부분 영상으로 설정된 것으로 이해할 수 있다.
- [0094] 영상 스티칭부(150)는 상기 기준 부분 영상, 즉 제1 부분 영상에 인접하는 제3, 제5, 제6 및 제8 부분 영상과 제1 부분 영상 간의 유사도를 비교하고, 제1 부분 영상의 대각선 방향에 위치하는 부분 영상들 간의 유사도는 판단하지 않을 수 있다. 그리고, 영상 스티칭부(150)는 나머지 부분 영상들에 대해서도 인접한 부분 영상들과의 유사도를 비교할 수 있다.
- [0095] 이하에서는 도 9를 참조로 하여, 영상 스티칭 순서를 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0096] 도 9(a)는 기준 부분 영상이 되는 제1 부분 영상과, 이에 인접하는 부분 영상들 사이의 유사도를 예시적으로 나타낸다. 앞서 설명한 바와 같이, 유사도 산출부(130)에서 계산되는 유사도는 정규 상호상관도(normalized cross correlation)를 이용하여 계산될 수 있으며, 1에 가까운 값을 가질수록 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 높은 것으로 이해할 수 있다.
- [0097] 도 9에서 제1 부분 영상에 인접하는 부분 영상들과의 유사도는 1에 매우 근접한 값을 갖는 것을 알 수 있으며, 따라서 제1 부분 영상에 인접하는 부분 영상들은 제1 부분 영상과 각각의 중첩 영역에서 매우 높은 유사도를 갖는 것으로 판단될 수 있다.
- [0098] 도 9(b)는 제2 부분 영상의 인접한 부분 영상들에 대한 유사도를 예시적으로 나타낸다. 도 9(b)를 참조하면, 제

2 부분 영상은 제3 부분 영상 및 제6 부분 영상과 인접하는데, 제6 부분 영상과의 유사도가 제3 부분 영상과의 유사도 보다 높은 것을 확인할 수 있다.

- [0099] 이때, 영상 스티칭부(150)는 제6 부분 영상을 제1 부분 영상에 스티칭하고, 제2 부분 영상을 제6 부분 영상에 스티칭하도록 스티칭 순서를 결정할 수 있다. 즉, 제2 부분 영상은 제3 부분 영상과 제6 부분 영상에 모두 인접하지만, 제2 부분 영상은 제6 부분 영상을 기준으로 스티칭되며, 제3 부분 영상은 제1 부분 영상을 기준으로 스티칭될 뿐, 제2 부분 영상은 고려되지 않을 수 있다.
- [0100] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 시스템(100)은 유사도가 높은 부분 영상들을 우선적으로 스티칭함으로써 스티칭 정확도를 향상시키는 효과를 제공할 수 있다.
- [0101] 도 10 및 도 11은 중첩 영역에서의 최대 유사도를 산출하는 과정을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [0102] 도 10을 참조하면, 제1 영상(im 1)과 제2 영상(im 2)은 서로 인접하는 부분 영상이며, 각각의 부분 영상에서 음영으로 표시된 픽셀은 객체가 존재하는 위치를 나타낸다.
- [0103] 본 발명의 일 실시예에서 유사도 산출부(130)는 인접하는 부분 영상을 중첩 영역 내에서 가로 방향 및/또는 세로 방향으로 이동해가면서 유사도를 계산할 수 있다.
- [0104] 도 10(b)는 상기 제1 영상(im 1)의 마지막 열 및 상기 제2 영상(im 2)의 첫 번째 열을 중첩시켰을 때와, 상기 제1 영상(im 1)을 1행만큼 위로 (또는 상기 제2 영상(im 2)을 1행만큼 아래로)이동시킨 상태에서 하나의 열을 중첩시켰을 때를 예시적으로 나타낸다.
- [0105] 따라서, 도 10(b)의 왼쪽 그림에서는 중첩 영역이 총 8개의 픽셀을 포함하고, 오른쪽 그림에서는 중첩 영역이 총 6개의 픽셀을 포함하게 된다. 유사도 산출부(130)는 각각의 경우에 형성되는 중첩 영역에서의 유사도를 산출하는데, 도 10(b)의 경우에는 중첩 영역에서 공통되는 객체가 존재하지 않으므로 0 또는 0에 가까운 값을 갖는 유사도가 산출될 수 있다.
- [0106] 도 2를 참조로 하여 설명한 바와 같이, 상기 유사도는 픽셀의 밝기 값 또는 밝기 값의 변화로부터 계산될 수 있는데, 도 10(b)의 왼쪽 그림에서는 밝기 값이 높은 픽셀의 위치와 밝기 값이 낮은 픽셀의 위치가 상기 제1 및 제2 영상에서 각각 다르게 검출되므로 낮은 유사도 값이 산출될 수 있다.
- [0107] 그리고, 밝기 값의 변화를 고려하더라도, 도 10(b)의 왼쪽 그림에서는 중첩 영역의 첫 번째 행부터의 밝기 변화가 상기 제1 영상에서는 세 번째 행에서 밝아졌다가 네 번째 행에서 다시 어두워지는 변화 패턴을 보이는 반면, 상기 제2 영상에서는 네 번째 행에서 밝아졌다가 일곱 번째 행에서 어두워지는 변화 패턴을 보이므로 낮은 유사도 값이 산출될 수 있다.
- [0108] 마찬가지로의 이유에 의하여 도 10(b)의 오른쪽 그림의 중첩 영역에서도 낮은 값의 유사도가 산출될 것으로 예상할 수 있다.
- [0109] 도 10(c)는 최대 유사도가 산출되는 경우의 중첩 영역을 나타낸다. 도 10(c)를 참조하면, 총 12개의 픽셀을 포함하는 중첩 영역에서 상기 제1 및 제2 영상의 밝기 값 및 밝기 값의 변화가 일치하므로, 가장 높은 값을 갖는 유사도가 산출될 것으로 예상할 수 있다.
- [0110] 따라서, 상기 제1 및 제2 영상은 도 10(c)에 도시되는 예와 같이 스티칭되는 것이 바람직하며, 매칭 위치 판단부(140)는 이 때의 상기 제1 및 제2 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 판단한다.
- [0111] 도 11은 중첩이 시작되는 영역에 객체가 존재하지 않는 경우를 예시적으로 나타낸다. 도 11을 참조하면, 상기 제1 영상(im 1)의 마지막 열과 상기 제2 영상(im 2)의 첫 번째 열이 중첩되는 경우, 중첩 영역에 포함되는 각 픽셀의 밝기 값과 밝기 값의 변화가 모두 동일하여 높은 유사도가 산출될 수 있다. 그러나, 이는 상기 중첩 영역에 객체가 존재하지 않기 때문으로 이때 산출되는 유사도는 매칭 위치를 판단할때에 쓰여지지 않는다. 이는, 상기 제1 및 제2 영상이 2개의 열이 중첩되는 경우에도 마찬가지이며, 의미있는 최대 유사도가 산출되는 위치는 도 11(a)를 기준으로 상기 제1 영상의 (3, 2) 픽셀과 상기 제2 영상의 (5, 2) 픽셀이 겹쳐지는 경우일 수 있다.
- [0112] 따라서, 매칭 위치 판단부(140)는 이때의 상기 제1 및 제2 영상의 위치를 매칭 위치로 판단할 수 있다.
- [0113] 다만, 인접하는 부분 영상의 중첩 영역은 최대 중첩 영역을 가지고 있을 수 있다. 도 2를 참조로 하여 설명한 바와 같이, 상기 중첩 영역의 크기는 부분 영상의 약 2 ~ 2.5% 정도에 해당할 수 있으며, 유사도 산출부(130)는 상기 최대 중첩 영역 내에서 유사도를 산출할 수 있다.

- [0114] 예컨대, 도 11에서 상기 제1 영상의 (3, 2) 픽셀과 상기 제2 영상의 (5, 4) 픽셀이 겹쳐지는 경우 더 높은 유사도가 산출될 수 있는데, 이때의 중첩 영역의 크기가 상기 최대 중첩 영역의 크기보다 크다면, 이때 산출된 유사도는 매칭 위치 판단에 활용되지 않을 수 있다.
- [0115] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.
- [0116] 도 12를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 스티칭 방법은, 부분 영상 수신 단계(S110), 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120), 유사도 계산 단계(S130), 매칭 위치 판단 단계(S140) 및 전체 영상 생성 단계(S150)를 포함한다.
- [0117] 부분 영상 수신 단계(S110)에서는, 전체 영상을 형성하는 복수의 부분 영상을 수신한다. 상기 전체 영상은 상기 복수의 부분 영상으로부터 형성되는 하나의 영상으로 이해할 수 있으며, 상기 복수의 부분 영상을 스티칭(stitching)하여 형성될 수 있다.
- [0118] 한편, 상기 복수의 부분 영상은 각각 서로 인접하는 부분 영상들 사이에 중첩되는 영역을 포함할 수 있으며, 상기 중첩되는 영역의 크기는 상기 복수의 부분 영상의 특성에 따라 서로 다를 수 있다.
- [0119] 상기 복수의 부분 영상이 서로 중첩되는 영역을 포함하지 않는 경우에는 상기 부분 영상이 상기 전체 영상에서 차지하는 위치만을 고려하여 상기 복수의 부분 영상을 배치하면 상기 전체 영상이 생성될 수 있다.
- [0120] 그러나, 상기 복수의 부분 영상이 인접하는 부분 영상과 중첩되는 영역을 포함하는 경우에는, 단순히 각각의 부분 영상의 위치만을 고려하여서는 안되며, 상기 중첩되는 영역이 차지하는 비율이 어느 정도인지 판단하고, 인접하는 부분 영상이 겹쳐지는 위치를 정확히 판단하는 것이 중요하다.
- [0121] 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는, 인접하는 부분 영상 사이의 중첩 영역을 설정하고, 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단한다.
- [0122] 상기 중첩 영역은 상기 복수의 부분 영상들 사이에 중첩되는 영역을 의미하는 것으로 이해할 수 있으며, 상기 중첩 영역의 크기는 상기 중첩 영역이 포함되는 인접한 부분 영상들의 특성 또는 사용자의 설정에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는 각각의 상기 부분 영상에 대하여 인접하는 부분 영상과 공통되는 중첩 영역의 크기를 설정한다.
- [0123] 도 1을 참조로 하여 설명한 웰(well) 영상에서 상기 웰 영상을 구성하는 복수의 필드(field) 영상은 인접하는 필드 영상과 중첩되는 영역을 갖게 되는데, 대체로 필드 영상의 2 ~ 2.5% 정도에 해당하는 영역이 중첩되는 것으로 나타난다.
- [0124] 다만, 이는 현미경을 통해 획득되는 웰 영상에 대해 나타나는 일 예에 불과하며, 상기 중첩 영역의 크기가 반드시 상기한 비율로 제한되는 것은 아니다.
- [0125] 한편, 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는 상기 중첩 영역에서 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단한다. 여기서, 상기 검출 대상 객체는 상기 부분 영상으로부터 검출하고자 하는 객체로서, 상기 부분 영상에서 특징이 되는 객체인 것으로 이해할 수 있다. 일 예로써, 상기 검출 대상 객체는 웰(well)에서 배열되는 세포 또는 세포 핵 일 수 있다.
- [0126] 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는 상기 검출 대상 객체의 존재 유무 및 위치를 판단하기 위하여, 상기 중첩 영역에 포함되는 각각의 화소(pixel)에 대하여 밝기 값(brightness)을 산출할 수 있다. 이때, 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는 상기 중첩 영역에 대하여 영상 이진화를 수행할 수 있으며, 영상 이진화를 통해 소정의 임계값 보다 밝은 화소들은 모두 흰색으로 표시될 수 있다.
- [0127] 상기 복수의 부분 영상이 형광 현미경을 통해 획득되는 경우, 세포 및/또는 세포 핵이 존재하는 위치의 픽셀은 그렇지 않은 위치의 픽셀보다 더 높은 밝기를 갖게 되며, 영상 이진화를 통해 세포 및/또는 세포 핵이 존재하는 위치를 판단할 수 있다.
- [0128] 한편, 약한 밝기의 세포 및/또는 세포 핵을 탐지할 수 없는 경우를 고려하여, 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는 서로 다른 크기를 갖는 복수의 임계값을 이용하여 영상 이진화를 수행할 수 있다.
- [0129] 예컨대, 제1 임계값을 설정하여 영상 이진화를 수행하였을 때 발견되는 세포 및/또는 세포 핵의 수가 적은 경우에는 상기 제1 임계값 보다 작은 크기의 제2 임계값을 설정하여 영상 이진화를 수행할 수 있다.
- [0130] 한편, 상기 복수의 부분 영상은 광경로 및/또는 광 흡수율 등의 차이로 인해 다른 부분 영상과 밝기가 균일하지

않을 수 있으며, 이로 인해 동일한 크기의 임계값을 적용하여 영상 이진화를 수행하더라도 인접하는 부분 영상에 포함되는 중첩 영역에서 동일하게 검출 대상 객체가 검출되지 않을 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 검출 대상 객체의 유무 및 위치 판단 단계(S120)에서는 영상 이진화를 수행하기에 앞서 영상 대비 정규화(contrast normalization)를 수행할 수 있다.

- [0131] 유사도 계산 단계(S130)에서는, 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상 간의 유사도를 계산한다. 상기 유사도 계산은 이진(binary) 영상이 아닌 부분 영상 수신 단계(S110)에서 수신된 원본 영상을 이용하여 이루어질 수 있다.
- [0132] 유사도 계산 단계(S130)에서는 상기 중첩 영역에서 인접하는 부분 영상의 밝기 값 및 상기 밝기 값의 변화를 비교하여 상기 유사도를 계산할 수 있으며, 일 실시예에서는 수학적 식 1을 이용하여 유사도를 계산할 수 있다.
- [0133] 한편, 유사도 계산 단계(S130)에서는 각각의 부분 영상에 대하여 인접하는 부분 영상의 개수에 대응하여 각각 유사도를 산출한다. 도 1에 도시되는 영상에서 제1 필드 영상(Field 1)에는 총 8개의 필드 영상이 인접하는데, 유사도 산출부(130)는 상기 제1 필드 영상(field 1)에 인접하는 필드 영상 중 제3, 제5, 제6 및 제8 필드 영상(Field 3, Field 5, Field 6, Field 8)과의 유사도를 산출할 수 있다. 따라서, 대각선 방향으로 인접하는 부분 영상 간에는 유사도를 산출하지 않는 것으로 이해할 수 있다.
- [0134] 매칭 위치 판단 단계(S140)에서는, 상기 중첩 영역에서 상기 인접하는 부분 영상 간의 유사도가 최대가 되는 위치를 판단한다. 매칭 위치 판단 단계(S140)에서는 상기 인접하는 부분 영상의 중첩 영역 범위에서 두 개의 인접하는 부분 영상의 위치를 변경하면서 산출한 유사도가 최대가 될 때의 상기 두 개의 인접하는 부분 영상의 상대적인 위치를 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0135] 전체 영상 생성 단계(S150)에서는, 인접하는 부분 영상 중 가장 높은 최대 유사도를 갖는 부분 영상을 기준으로 이와 인접하는 부분 영상을 스티칭함으로써 상기 전체 영상을 생성한다.
- [0136] 상기 유사도 계산 단계(S130)에서 상기 수학적 식 1을 통해 계산되는 상기 유사도는 0 부터 1 까지의 값을 가질 수 있으며, 상기 유사도 값이 1에 가까울수록 인접하는 부분 영상의 중첩 영역의 유사도가 높음을 의미한다.
- [0137] 예컨대, 도 1의 웰(well) 영상에서는 제2 필드 영상(Field 2)에 대해서 제3 및 제6 필드 영상(Field 3, Field 6)과 유사도가 산출되는데, 상기 제2 및 제3 필드 영상 사이에 존재하는 중첩 영역에서 산출된 최대 유사도(제1 최대 유사도), 그리고 상기 제2 및 제6 필드 영상 사이에 존재하는 중첩 영역에서 산출된 최대 유사도(제2 최대 유사도)는 그 크기가 서로 다를 수 있다.
- [0138] 이때, 전체 영상 생성 단계(S150)에서는 상기 제2 필드 영상을 인접하는 필드 영상과 스티칭함에 있어서, 상기 제1 및 제2 최대 유사도의 크기를 비교하여, 더 큰 최대 유사도를 갖는 필드 영상을 기준으로 상기 제2 필드 영상을 스티칭할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 최대 유사도 값이 상기 제2 최대 유사도 값 보다 큰 경우에는 상기 제2 필드 영상을 상기 제3 필드 영상을 기준으로 스티칭할 수 있다.
- [0139] 마찬가지로, 전체 영상 생성 단계(S150)에서는 나머지 부분 영상들에 대해서도 인접한 부분 영상과의 최대 유사도의 크기를 고려하여 스티칭 기준이 되는 부분 영상을 결정하고, 전체 영상을 생성할 수 있다.
- [0140] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 영상 스티칭 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.
- [0141] 도 13을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 영상 스티칭 방법은, 인접하는 부분 영상에 동일한 검출 대상 객체가 존재하는지 여부를 판단하는 단계(S240) 및 판단 결과에 따라 임의의 지점을 매칭 위치로 결정하는 단계(S250)를 더 포함한다.
- [0142] 인접하는 부분 영상에 동일한 검출 대상 객체가 존재하는지 여부를 판단하는 단계(S240)에서는 상기 인접하는 부분 영상 사이에 존재하는 중첩 영역에서 동일한 객체가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 동일한 객체의 존재 여부 판단은 인접하는 두 개의 부분 영상에서 검출된 객체의 크기와 위치를 비교함으로써 수행될 수 있다.
- [0143] 도 7(c)를 예로써 설명한 경우와 같이, 검출된 객체가 동일하지 않은 것으로 판단되는 경우, 임의의 지점을 매칭 위치로 결정하는 단계(S250)에서는 중첩 영역 내의 임의의 지점을 매칭 위치로 결정할 수 있다.
- [0144] 최대 유사도를 갖는 위치를 매칭 위치로 결정하는 단계(S260)에서는 중첩 영역 내에서 가장 큰 값의 유사도가 산출될때의 부분 영상의 위치를 매칭 위치로 결정한다.
- [0145] 예컨대, 제1 부분 영상과 제2 부분 영상이 서로 인접하고, 상기 제1 부분 영상과 제2 부분 영상이 공유하는 제1

중첩 영역이 존재하는 경우를 상정할 수 있다. 이때, 상기 제1 부분 영상의 제1 중첩 영역에서 객체가 검출되고, 상기 제2 부분 영상의 제1 중첩 영역에서 객체가 검출되고, 상기 객체가 서로 동일한 것으로 판단되면, 상기 객체가 상기 중첩 영역에서 정확하게 겹쳐지는 위치를 상기 매칭 위치로 결정하는 것으로 이해할 수 있다.

[0146] 또 다른 경우로써, 두 개의 인접하는 부분 영상의 중첩 영역에서 모두 객체가 검출되었지만, 두 개의 객체가 서로 동일한 객체인지 불분명할 수 있다. 이때에는 상기 두 개의 객체가 검출된 위치에 해당하는 화소의 좌표를 비교하여 상기 두 개의 객체가 서로 동일한지 여부를 판단할 수 있다. 또는, 상기 두 개의 객체에 대하여 새로운 임계값을 적용하여 영상 이진화를 수행하고, 영상 이진화 결과를 고려하여 객체의 동일 여부를 판단할 수 있다.

[0147] 도 14는 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법을 이용하여 부분 영상으로부터 생성된 전체 영상을 예시적으로 나타내는 도면이다.

[0148] 도 14(a) 및 도 14(b)에서 A, B, C는 각각 제1 부분 영상과 제6 부분 영상 사이의 중첩 영역, 제8 부분 영상과 제9 부분 영상 사이의 중첩 영역, 그리고 제5 부분 영상과 제9 부분 영상 사이의 중첩 영역을 나타낸다. 이하에서는 A, B, C를 각각 제1 내지 제3 중첩 영역으로 정의하여 설명하도록 한다.

[0149] 도 14(a)는 형광 현미경을 통해 획득되는 복수의 부분 영상을 나타낸다. 상기 복수의 부분 영상은 각각 인접하는 부분 영상과 중첩 영역을 갖게 되며, 상기 중첩 영역의 크기는 부분 영상에 따라 다를 수 있다. 다만, 상기 중첩 영역이 각각의 부분 영상에 대하여 차지하는 비율은 2 ~ 2.5% 수준으로 이해할 수 있다.

[0150] 도 14(a)는 복수의 부분 영상들을 위치만을 고려하여 배열한 것으로 중첩 영역에 존재하는 세포들이 명확하게 구분되지 않는 문제가 발생한다.

[0151] 도 14(b)는 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법을 이용하여 상기 복수의 부분 영상으로부터 생성된 전체 영상을 나타낸다. 도 14(b)를 참조하면, 상기 제1 내지 제3 중첩 영역(A, B, C)에서 명확하게 구분되지 않았던 세포들이 명확하게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 중첩되는 세포들 이외의 세포들에 다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타낸다.

[0152] 도 15는 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법에 따른 영상 스티칭 결과를 비교하는 도면이다.

[0153] 도 15(a) 내지 도 15(c)는 각각 도 14를 참조로 하여 설명한 제1 내지 제3 중첩 영역(A, B, C)을 나타내며, 왼쪽의 이미지 및 상단의 이미지는 영상 스티칭 전을 나타내고, 오른쪽의 이미지 및 하단의 이미지는 영상 스티칭 결과를 나타낸다.

[0154] 도 15에 도시되는 바와 같이, 최초 획득되는 부분 영상을 단순히 붙여 놓았을 때에는 동일한 세포에 정확하게 겹쳐지지 않으므로 세포의 개수, 크기 또는 형태를 파악하기 어려운 문제가 발생한다.

[0155] 그러나, 본 발명에 따른 영상 스티칭 시스템 및 방법을 이용하여 부분 영상을 스티칭하여 생성된 전체 영상에서는 동일한 세포들이 명확하게 표시되어 개수, 크기 및 형태를 파악하기 용이한 자료를 제공할 수 있다.

[0156] 한편, 본 발명은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다.

[0157] 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0158] 본 발명에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 본 발명이 한정되는 것은 아니다.

[0159] 본 발명에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예를 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 발명을 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한 해당 기술 분야의 통상의 기술자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범

위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터(factor)에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0160] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라, 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0161]
- 100: 영상 스티칭 시스템

110: 영상 수신부

120: 객체 검출부

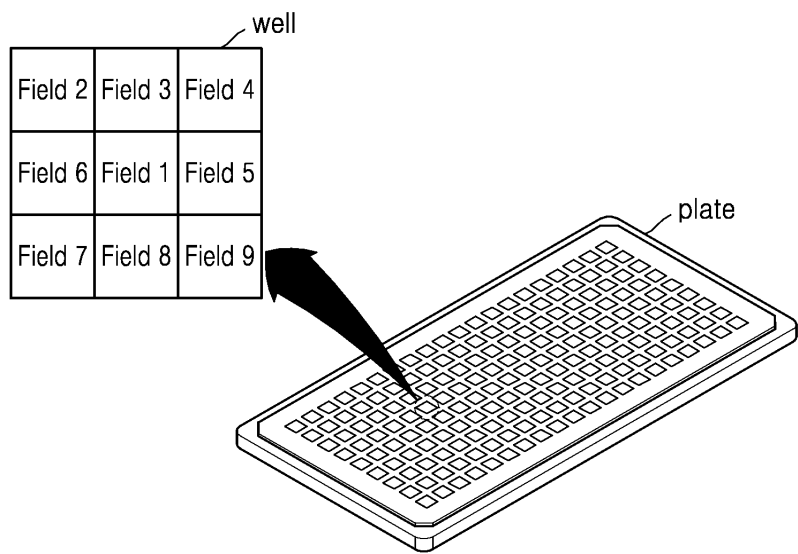
130: 유사도 산출부

140: 매칭 위치 판단부

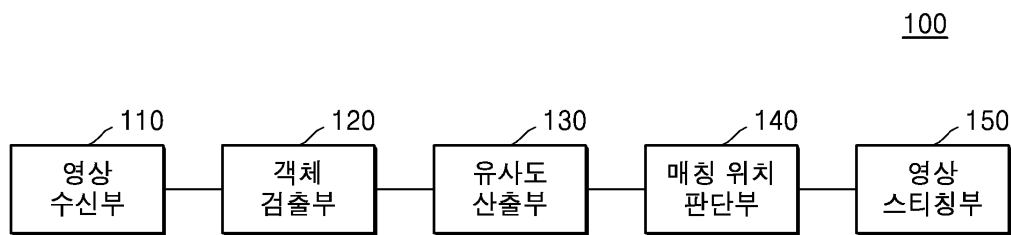
150: 영상 스티칭부

도면

도면1



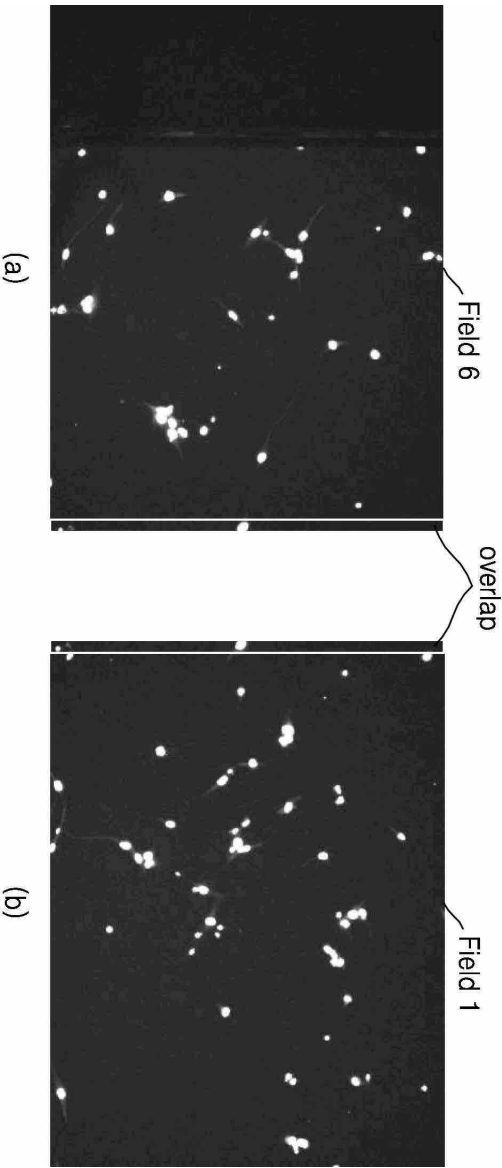
도면2



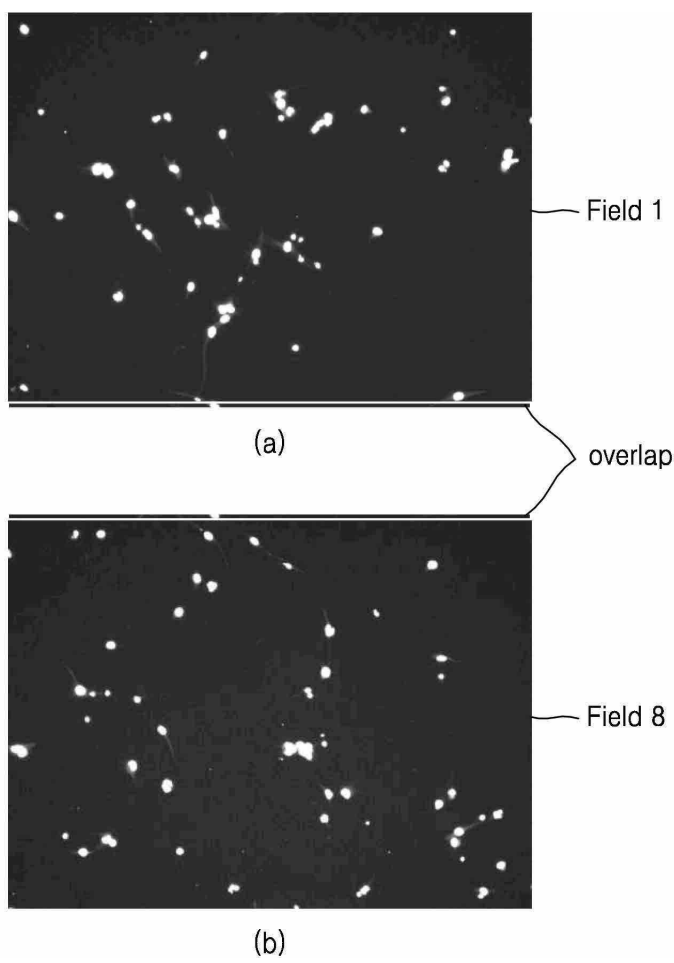
도면3

Field 2	Field 3	Field 4
Field 6	Field 1	Field 5
Field 7	Field 8	Field 9

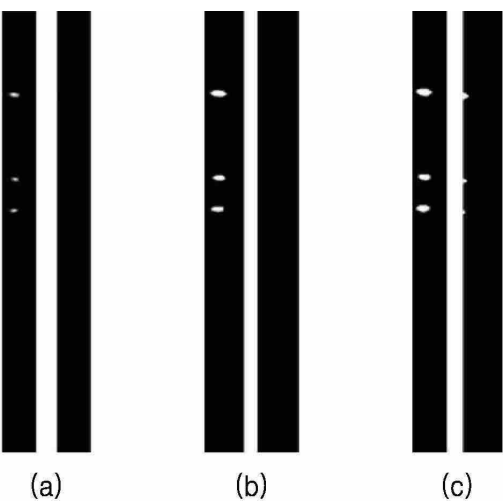
도면4



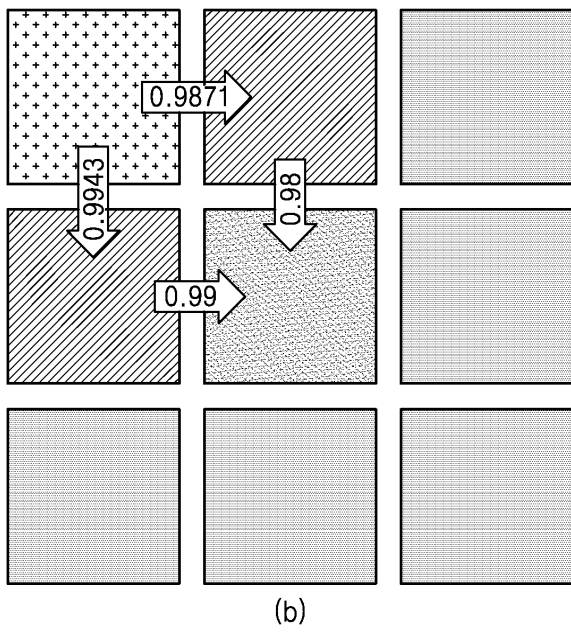
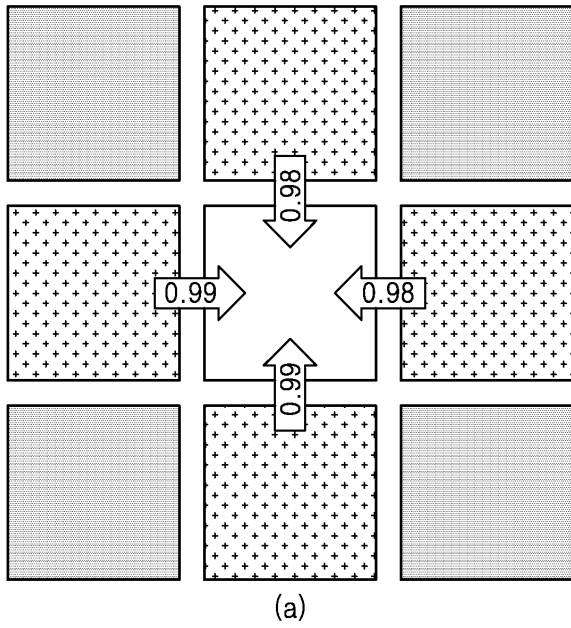
도면5



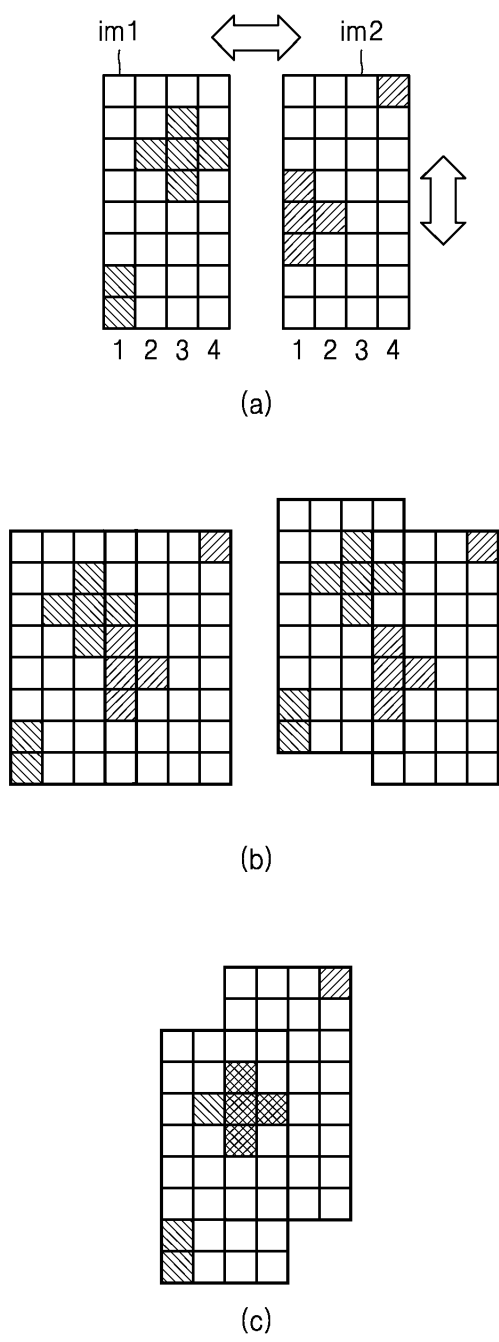
도면6



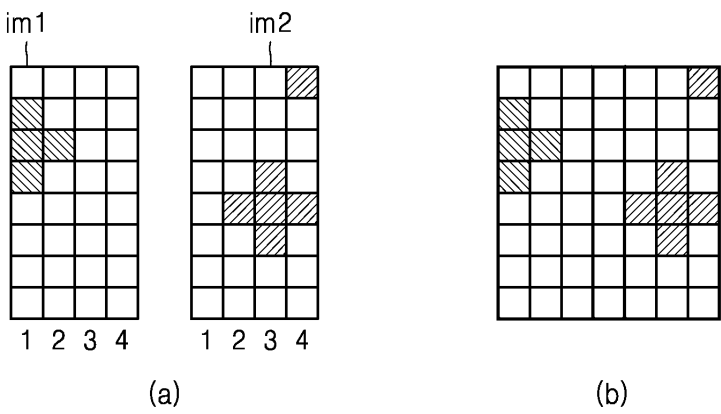
도면9



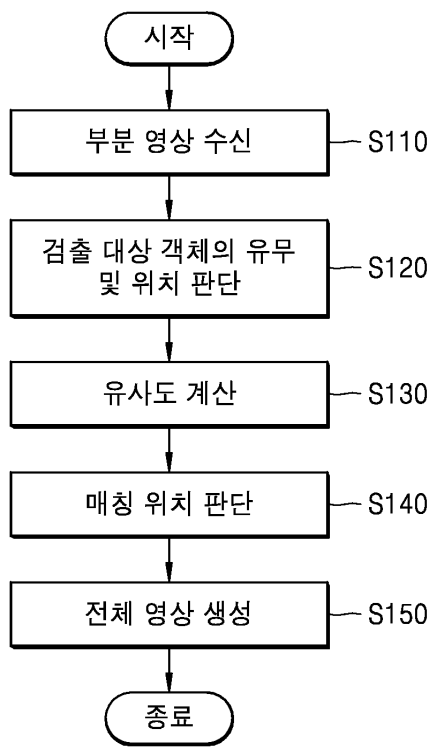
도면10



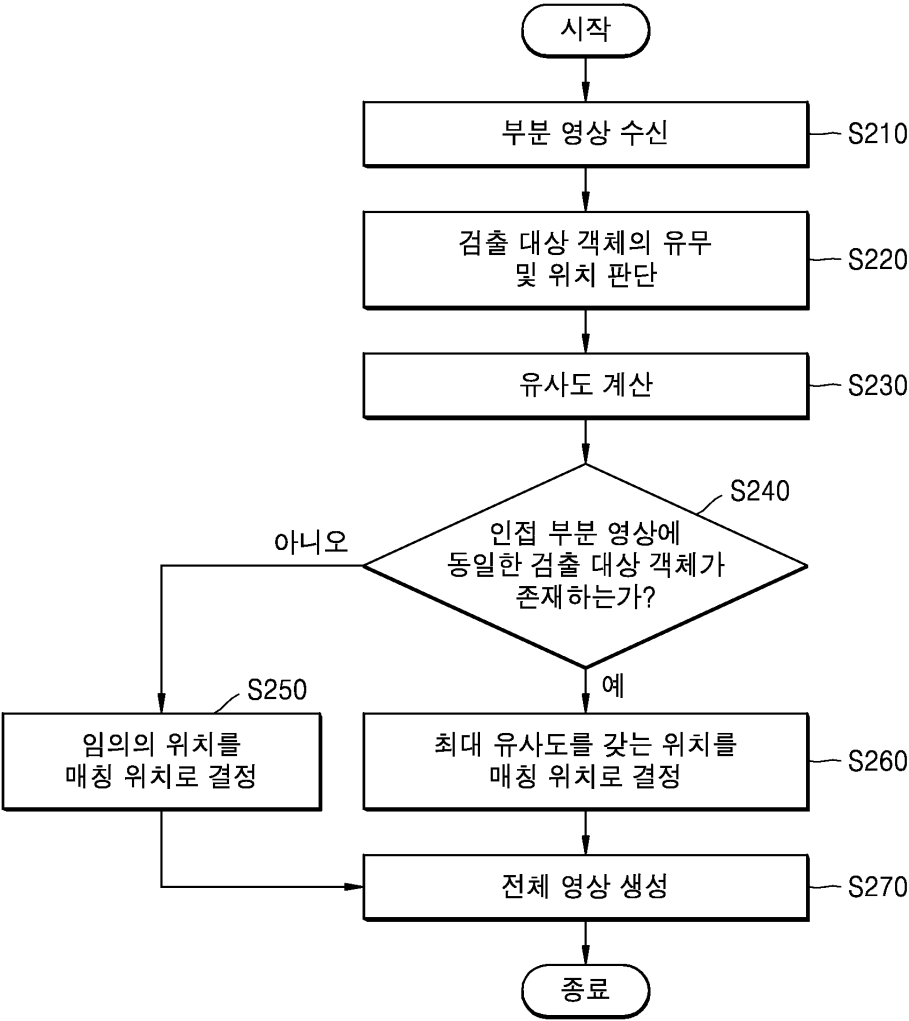
도면11



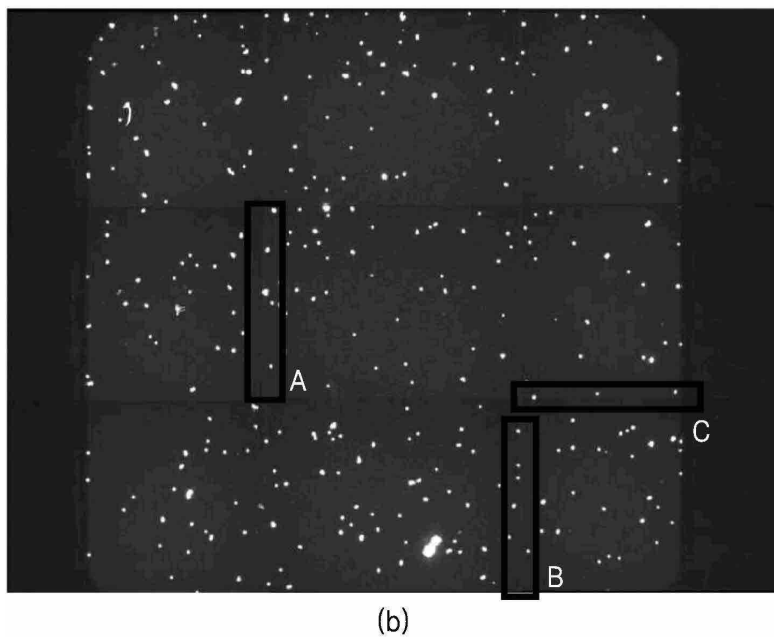
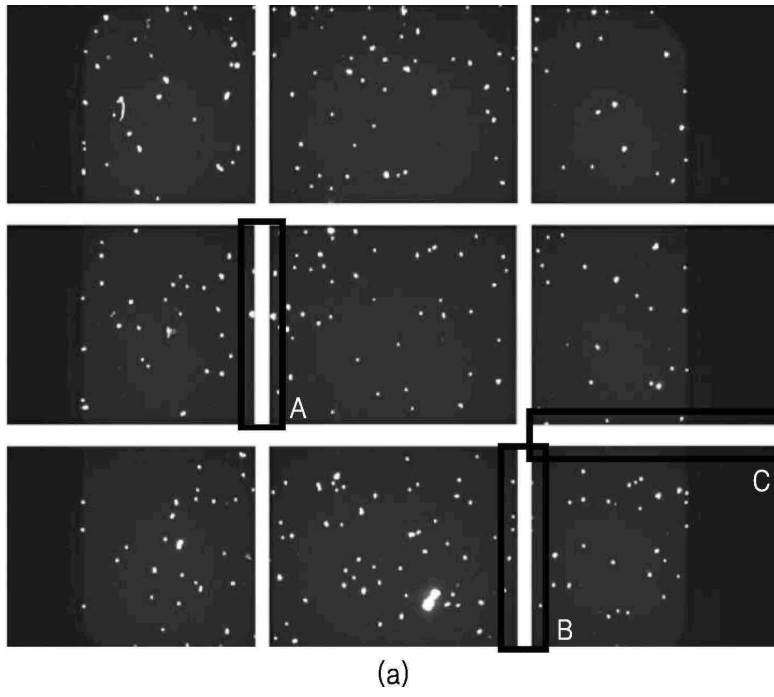
도면12



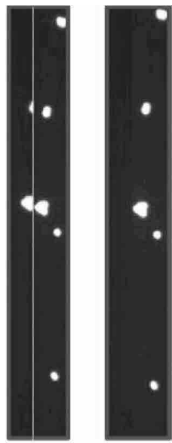
도면13



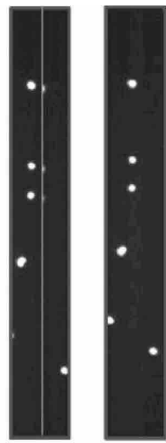
도면14



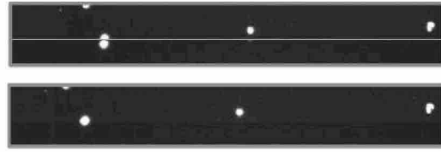
도면15



(a)



(b)



(c)