(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0105763
(43) 공개일자 2019년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01) *A61B 6/03* (2006.01)
A61B 6/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/5205 (2013.01)
A61B 6/032 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0026260
(22) 출원일자 2018년03월06일
심사청구일자 2018년03월06일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
채옥삼
경기도 용인시 기흥구 보정로 30, 104동 1404호 (보정동, 행원마을동아솔레시티아파트)
류병용
경기도 수원시 영통구 청명남로12번길 5-29, 202호 (영통동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인도담

전체 청구항 수 : 총 8 항

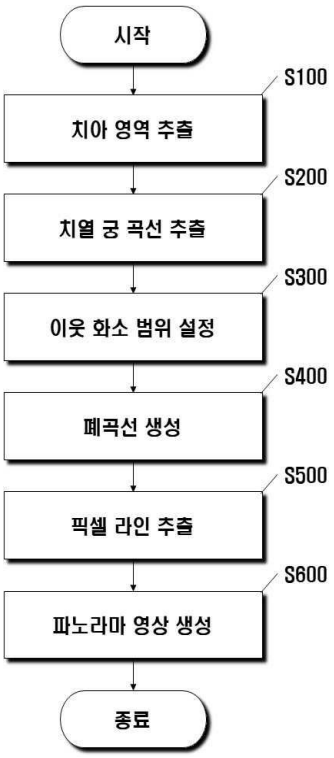
(54) 발명의 명칭 **치아 CT 영상을 이용한 자동 파노라마 영상 생성 방법 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명의 치아의 CT 영상을 이용하여 자동으로 상기 치아의 파노라마 영상을 생성하는 방법에 있어서, 상기 CT 영상에서 치아 영역을 추출하는 단계, 상기 치아 영역에 포함되는 치열 궁 곡선을 생성하는 단계, 상기 치아 영역과 상기 치열 궁 곡선의 최대 거리를 이웃 화소 범위로 설정하는 단계, 상기 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



상기 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성하는 단계, 상기 CT 영상에 포함된 제1 슬라이드에 폐곡선과 상응하는 위치의 폐곡선 영역을 추출하는 a 단계, 상기 폐곡선 영역에서 상기 치열 궁 곡선을 축으로 휘어짐을 보정하여 직사각 영역을 생성하는 b 단계, 상기 직사각 영역에 포함된 픽셀에서 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀을 이용하여 상기 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 생성하는 c 단계, 각 x 값에 대응되는 상기 대표 픽셀을 조합하여 상기 제1 슬라이드의 픽셀 라인을 생성하는 d 단계, 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 상기 a 내지 상기 d 단계를 수행하고, 각 슬라이드의 픽셀 라인을 합성하여 상기 파노라마 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
A61B 6/14 (2013.01)

(72) 발명자
김재면
경기도 수원시 영통구 청명남로12번길 5-29, 202호 (영통동)
김병우
대구광역시 수성구 달구벌대로 2583, 2305호(만촌동, 월드메르디앙)

정소현
경기도 수원시 영통구 영통동 1030-10 109호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017-0-00093
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 SW중심대학 지원사업
연구과제명 SW중심대학
기 여 율 1/1
주관기관 경희대학교 산학협력단
연구기간 2017.05.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

치아의 CT 영상을 이용하여 자동으로 상기 치아의 파노라마 영상을 생성하는 방법에 있어서,

상기 CT 영상에서 치아 영역을 추출하는 단계;

상기 치아 영역에 포함되는 치열 궁 곡선을 생성하는 단계;

상기 치아 영역과 상기 치열 궁 곡선의 최대 거리를 이웃 화소 범위로 설정하는 단계;

상기 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 상기 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성하는 단계;

상기 CT 영상에 포함된 제1 슬라이드에 폐곡선과 상응하는 위치의 폐곡선 영역을 추출하는 a 단계;

상기 폐곡선 영역에서 상기 치열 궁 곡선을 축으로 휘어짐을 보정하여 직사각 영역을 생성하는 b 단계;

상기 직사각 영역에 포함된 픽셀에서 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀을 이용하여 상기 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 생성하는 c 단계;

각 x 값에 대응되는 상기 대표 픽셀을 조합하여 상기 제1 슬라이드의 픽셀 라인을 생성하는 d 단계;

상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 상기 a 내지 상기 d 단계를 수행하고, 각 슬라이드의 픽셀 라인을 합성하여 상기 파노라마 영상을 생성하는 단계를 포함하는 자동 파노라마 영상 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 치아 영역을 추출하는 단계는,

상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 얼굴의 최하단을 기준으로 기 설정된 크기의 후보 영역을 추출하는 단계;

상기 후보 영역에 포함된 픽셀의 밝기 값을 이용하여 경조직을 추출하는 단계;

상기 슬라이드에서 추출된 상기 경조직에 대하여 동일한 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성하는 단계;

상기 누적 슬라이드에 포함된 경조직의 영역 중 크기가 가장 큰 영역을 치아 영역으로 설정하는 단계를 포함하는 자동 파노라마 영상 생성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 경조직을 추출하는 단계는

상기 후보 영역의 밝기 값을 Otsu 알고리즘을 이용하여 이진화하는 것을 특징으로 하는 자동 파노라마 영상 생성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 누적 슬라이드를 생성하는 단계는,

상기 슬라이드 각각에서 추출된 경조직의 상응하는 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성하는 단계;

상기 누적 슬라이드를 Otsu 알고리즘을 이용하여 이진화하는 단계를 포함하는 자동 파노라마 영상 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 대표 픽셀을 생성하는 단계는

상기 직사각 영역을 픽셀 단위로 분할하여 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀의 평균 값을 연산하는 단계;

상기 평균 값을 상기 대표 픽셀의 밝기 값으로 설정하는 단계를 포함하는 자동 파노라마 영상 생성 방법.

청구항 6

치아의 CT 영상을 이용하여 자동으로 상기 치아의 파노라마 영상을 생성하는 시스템에 있어서,

상기 CT 영상에서 치아 영역을 추출하는 영역 추출부;

상기 치아 영역에 포함되는 치열 궁 곡선을 생성하고, 상기 치아 영역과 상기 치열 궁 곡선 사이의 최대 거리를 이웃 화소 범위로 설정하고, 상기 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 상기 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성하는 곡선 생성부;

상기 CT 영상에 포함된 제1 슬라이드에 폐곡선과 상응하는 위치의 폐곡선 영역을 추출하고, 상기 폐곡선 영역에서 상기 치열 궁 곡선을 축으로 휘어짐을 보정하여 직사각 영역을 생성하고, 상기 직사각 영역에 포함된 픽셀에서 동일한 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 연산하고, 각 x 값에 대응되는 상기 대표 픽셀을 조합하여 상기 제1 슬라이드의 픽셀 라인을 생성하고, 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 반복되는 픽셀 라인 생성부;

각 슬라이드의 픽셀 라인을 합성하여 상기 파노라마 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동 파노라마 영상 생성 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 영역 추출부는 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 얼굴의 최하단을 기준으로 기 설정된 크기의 후보 영역을 추출하고, 상기 후보 영역에 포함된 픽셀의 밝기 값을 이용하여 경조직을 추출하고, 상기 슬라이드에서 추출된 상기 경조직에 대하여 동일한 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성하고, 상기 누적 슬라이드에 포함된 경조직의 영역 중 크기가 가장 큰 영역을 치아 영역으로 설정하는 것을 특징으로 하는 자동 파노라마 영상 생성 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 픽셀 라인 생성부는

상기 직사각 영역을 픽셀 단위로 분할하여 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀의 평균 값을 연산하고, 상기 평균 값을 상기 대표 픽셀의 밝기 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 자동 파노라마 영상 생성 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 치아 파노라마 영상 생성 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 치아 CT 영상을 이용하여 자동으로 파노라마 영상을 생성하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 치아를 치료하기 위해 사용되는 영상 기술이 빠르게 발전하고 있다. 의료 기술 분야는 사람의 신체에 직접적인 영향을 미치기 때문에 그 어떤 분야보다 보수적으로 개발됨에도 불구하고 치과 분야는 3D 스캐너, 3D 조각기, 프린터 및 치아 CT(Computed Tomography, 전산화 단층 촬영) 등의 기술을 활용한 디지털 기술을 도입하여 빠르게 발전하고 있다. 이러한 디지털 기술 중 치아 CT는 구강 내부의 정확한 3D 정보를 제공하기 때문에 치과 진료용 영상으로 사용되고 있다. 또한, 치아 CT는 치아 진단을 위한 2D 및 3D 시각화, 치아 교정치료, 임플란트, 보철 치료 등을 위한 CAD/CAM 생산 등 다양한 분야에도 널리 사용되고 있다.

[0003] 나아가 치과 진료에 있어서 치아 CT의 보급과 가시화 소프트웨어의 발달로 2D 및 3D의 CT 영상 가시화를 통해 환자의 상태를 진단하고 문제가 있는 치아 부분을 설명하는 과정이 일반화되었다. 치아 CT 영상 가시화 소프트웨어를 사용한 치과 진료 과정에 있어서 가장 빈번하게 활용되는 기술은 치아 파노라마 영상을 재구성하는 것이다. 이 때, 치아 CT에서 획득한 3D 영상은 가시화 소프트웨어를 이용하여 X-Ray 파노라마 영상과 유사한 형태를 갖는 파노라마 영상으로 재구성될 수 있다.

[0004] 치아 CT에서 파노라마 영상을 재구성하기 위해 사람마다 각기 다른 치열 궁(Dental Arch)의 위치를 수동으로 입력 받아야 한다. 치열 궁의 위치를 자동으로 입력 받기 위해 다양한 치열 궁을 수학적으로 표현하고 검출하는 연구가 진행되고 있다. 관련된 종래의 특허에는 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0083788호의 '치아 파노라마 영상 생성방법, 이를 위한 장치 및 이를 기록한 기록매체'가 있다. 그러나 기존의 자동 파노라마 영상 생성 방법은 일반적인 상황에서는 적합한 결과를 도출하지만 부정교합이 심한 치아에서는 특정 치아가 파노라마 영상에 노출되지 않는다는 단점이 있다. 또한 자동으로 파노라마 영상을 생성함에 있어서, 치열 궁의 이웃 화소를 어느 범위까지 수용해야 하는 지에 대한 점이 전혀 고려되지 않는다는 단점이 있다. 이웃 화소를 적게 수용하면 치아가 뚜렷하게 보여지지만 수용되는 화소가 적기 때문에 치아의 충분한 구조를 보여주기 어려운 반면 이웃 화소를 많이 수용하면 치아가 다른 정보와 섞여 뚜렷하게 보이지 않지만 충분한 구조를 보여줄 수 있기 때문에 적절한 이웃 화소 범위를 예측하는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위한 것으로, 치아 CT 영상에서 파노라마 영상을 자동으로 재구성하는 것을 일 목적으로 한다.

[0006] 또한 본 발명은 치아 CT 영상에 포함된 슬라이드에서 영상에 따라 설정되는 임계 값을 이용하는 Otsu 이진화 알고리즘을 적용하여 치아 영역을 추출하는 것을 일 목적으로 한다.

[0007] 또한 본 발명은 적합한 이웃 화소 범위를 설정하여 모든 치아가 정확하게 나타날 수 있도록 하는 파노라마 영상을 재구성하는 것을 일 목적으로 한다.

[0008] 또한 본 발명은 매개변수 곡선을 이용하여 적절한 치열 궁 곡선을 생성하는 것을 일 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 치아의 CT 영상을 이용하여 자동으로 상기 치아의 파노라마 영상을 생성하는 방법에 있어서, 상기 CT 영상에서 치아 영역을 추출하는 단계, 상기 치아 영역에 포함되는 치열 궁 곡선을 생성하는 단계, 상기 치아 영역과 상기 치열 궁 곡선의 최대 거리를 이웃 화소 범위로 설정하는 단계, 상기 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 상기 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성하는 단계, 상기 CT 영상에 포함된 제1 슬라이드에 폐곡선과 상응하는 위치의 폐곡선 영역을 추출하는 a 단계, 상기 폐곡선 영역에서 상기 치열 궁 곡선을 축으로 휘어짐을 보정하여 직사각 영역을 생성하는 b 단계, 상기 직사각 영역에 포함된 픽셀에서 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀을 이용하여 상기 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 생성하는

c 단계, 각 x 값에 대응되는 상기 대표 픽셀을 조합하여 상기 제1 슬라이드의 픽셀 라인을 생성하는 d 단계, 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 상기 a 내지 상기 d 단계를 수행하고, 각 슬라이드의 픽셀 라인을 합성하여 상기 파노라마 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0010] 또한 상기 치아 영역을 추출하는 단계는, 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 얼굴의 최하단을 기준으로 기 설정된 크기의 후보 영역을 추출하는 단계, 상기 후보 영역에 포함된 픽셀의 밝기 값을 이용하여 경조직을 추출하는 것을 일 특징으로 한다.

[0011] 나아가 상기 슬라이드에서 추출된 상기 경조직에 대하여 동일한 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성하는 단계, 상기 누적 슬라이드에 포함된 경조직의 영역 중 크기가 가장 큰 영역을 치아 영역으로 설정하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0012] 또한 상기 경조직을 추출하는 단계는 상기 후보 영역의 밝기 값을 Otsu 알고리즘을 이용하여 이진화하는 것을 특징으로 하는 것을 일 특징으로 한다.

[0013] 나아가 상기 누적 슬라이드를 생성하는 단계는, 상기 슬라이드 각각에서 추출된 경조직의 상응하는 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성하는 단계, 상기 누적 슬라이드를 Otsu 알고리즘을 이용하여 이진화하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0014] 또한 상기 대표 픽셀을 생성하는 단계는 상기 직사각 영역을 픽셀 단위로 분할하여 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀의 평균 값을 연산하는 단계, 상기 평균 값을 상기 대표 픽셀의 밝기 값으로 설정하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0015] 나아가 본 발명은 치아의 CT 영상을 이용하여 자동으로 상기 치아의 파노라마 영상을 생성하는 시스템에 있어서, 상기 CT 영상에서 치아 영역을 추출하는 영역 추출부, 상기 치아 영역에 포함되는 치열 궁 곡선을 생성하고, 상기 치아 영역과 상기 치열 궁 곡선 사이의 최대 거리를 이웃 화소 범위로 설정하고, 상기 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 상기 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성하는 곡선 생성부, 상기 CT 영상에 포함된 제1 슬라이드에 폐곡선과 상응하는 위치의 폐곡선 영역을 추출하고, 상기 폐곡선 영역에서 상기 치열 궁 곡선을 축으로 휘어짐을 보정하여 직사각 영역을 생성하고, 상기 직사각 영역에 포함된 픽셀에서 동일한 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 연산하고, 각 x 값에 대응되는 상기 대표 픽셀을 조합하여 상기 제1 슬라이드의 픽셀 라인을 생성하고, 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 반복되는 픽셀 라인 생성부, 각 슬라이드의 픽셀 라인을 합성하여 상기 파노라마 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0016] 또한 상기 영역 추출부는 상기 CT 영상에 포함된 슬라이드 각각에 대하여 얼굴의 최하단을 기준으로 기 설정된 크기의 후보 영역을 추출하고, 상기 후보 영역에 포함된 픽셀의 밝기 값을 이용하여 경조직을 추출하고, 상기 슬라이드에서 추출된 상기 경조직에 대하여 동일한 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성하고, 상기 누적 슬라이드에 포함된 경조직의 영역 중 크기가 가장 큰 영역을 치아 영역으로 설정하는 것을 일 특징으로 한다.

[0017] 나아가 상기 픽셀 라인 생성부는 상기 직사각 영역을 픽셀 단위로 분할하여 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀의 평균 값을 연산하고, 상기 평균 값을 상기 대표 픽셀의 밝기 값으로 설정하는 것을 일 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 치아 CT 영상에서 파노라마 영상을 자동으로 재구성할 수 있다.

[0019] 또한 본 발명은 치아 CT 영상에 포함된 슬라이드에서 영상에 따라 설정되는 임계 값을 이용하는 Otsu 이진화 알고리즘을 적용하여 치아 영역을 추출할 수 있다.

[0020] 또한 본 발명은 적합한 이웃 화소 범위를 설정하여 모든 치아가 정확하게 나타날 수 있도록 하는 파노라마 영상을 재구성할 수 있다.

[0021] 또한 본 발명은 매개변수 곡선을 이용하여 적절한 치열 궁 곡선을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 자동 파노라마 영상 생성 시스템의 구성을 도시한 도면이다.

도2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 자동 파노라마 영상 생성 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 치아 영역을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 픽셀 라인을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도5는 본 발명의 일 실시 예에 의한 부정 교합을 가진 환자의 CT 영상을 도시한 도면이다.

도6은 본 발명의 일 실시 예에 의한 3㎜ 크기를 갖는 이웃 화소 범위를 갖는 파노라마 영상을 도시한 도면이다.

도7은 본 발명의 일 실시 예에 의한 20㎜ 크기를 갖는 이웃 화소 범위를 갖는 파노라마 영상을 도시한 도면이다.

도8은 본 발명의 일 실시 예에 의한 경조직을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도9는 본 발명의 일 실시 예에 의한 누적 영상을 도시한 도면이다.

도10은 본 발명의 일 실시 예에 의한 누적 영상에서 치아 영역을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도11은 본 발명의 일 실시 예에 의한 치열 궁 곡선을 도시한 도면이다.

도12는 본 발명의 일 실시 예에 의한 폐곡선을 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도13은 본 발명의 일 실시 예에 의한 픽셀 라인을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도14는 본 발명의 일 실시 예에 의한 자동 생성된 파노라마 영상을 도시한 도면이다.

도15는 본 발명의 일 실시 예에 의한 수동 생성된 파노라마 영상을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.

[0024] 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용되며, 명세서 및 특허청구의 범위에 기재된 모든 조합은 임의의 방식으로 조합될 수 있다. 그리고 다른 식으로 규정하지 않는 한, 단수에 대한 언급은 하나 이상을 포함할 수 있고, 단수 표현에 대한 언급은 또한 복수 표현을 포함할 수 있음이 이해되어야 한다.

[0025] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정 예시적 실시 예들을 설명할 목적을 가지고 있으며 한정할 의도로 사용되는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같은 단수적 표현들은 또한, 해당 문장에서 명확하게 달리 표시하지 않는 한, 복수의 의미를 포함하도록 의도될 수 있다. 용어 "및/또는," "그리고/또는"은 그 관련되어 나열되는 항목들의 모든 조합들 및 어느 하나를 포함한다. 용어 "포함한다", "포함하는", "포함하고 있는", "구비하는", "갖는", "가지고 있는" 등은 내포적 의미를 갖는 바, 이에 따라 이러한 용어들은 그 기재된 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 및/또는 컴포넌트를 특정하며, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 컴포넌트, 및/또는 이들의 그룹의 존재 혹은 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 설명되는 방법의 단계들, 프로세스들, 동작들은, 구체적으로 그 수행 순서가 확정되는 경우가 아니라면, 이들의 수행을 논의된 혹은 예시된 그러한 특정 순서로 반드시 해야 하는 것으로 해석돼서는 안 된다. 추가적인 혹은 대안적인 단계들이 사용될 수 있음을 또한 이해해야 한다.

[0026] 또한, 각각의 구성요소는 각각 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있고, 위 구성요소들이 통합되어 하나의 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있으며, 또는 위 구성요소들이 서로 조합되어 복수 개의 하드웨어 프로세서로 구현될 수도 있다.

[0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.

[0029] 도1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 자동 파노라마 영상 생성 시스템의 구성을 도시한 도면이다.

[0030] 도1을 참조하면 자동 파노라마 영상 생성 시스템은 치아 CT 영상을 이용하여 자동으로 치아의 파노라마 영상을 생성할 수 있다.

[0031] 치아 CT 영상을 생성하는 장치는 보편적으로 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine, 의료용 디지털 영상 및 통신) 형식을 사용하여 CT 영상을 생성하고 제공할 수 있다. DICOM은 의료용 기기에서 디지털 영상 표현 또는 통신에 사용되는 여러 가지 표준을 의미한다. DICOM 형식은 RCS(Reference Coordinates System, 기준 좌표계)을 사용할 수 있다. RCS를 이용하면 치아 CT 영상의 각 슬라이드에서 환자의 오른쪽 측면부터 왼쪽 측면으로 향하는 축을 x축, 전면부터 후면으로 향하는 축을 y축, 발부터 머리로 향하는 축을 z축으로 정의할 수 있다. DICOM 형식의 헤더인 (0020, 0032)를 참조하면, 치아 CT 영상 좌측 상단에 기재된 좌표 값(x, y, z) 값은 mm 단위로 제공될 수 있다. 예를 들어, z 값이 작으면 발에 가까운 것을 의미하고, z 값이 크면 머리에 가까운 것을 의미한다.

[0032] 자동 파노라마 영상 생성 시스템은 영역 추출부(100), 곡선 생성부(400), 픽셀 라인 추출부(200), 영상 생성부(300)를 포함할 수 있다.

[0033] 영역 추출부(100)는 치아 CT 영상의 각 슬라이드에서 치아 영역을 추출할 수 있다. 영역 추출부(100)는 치아 CT 영상의 슬라이드에서 RCS 좌표의 z값이 가장 작은 슬라이드를 기준으로 치아 영역을 추출할 수 있다. 보다 구체적으로 영역 추출부(100)는 치아를 모두 포함할 수 있도록 하는 범위를 설정하여 얼굴의 최하단을 기준으로 해당 범위의 크기를 갖는 후보 영역을 추출할 수 있다. 일반적으로 사람의 치아는 턱 부분부터 70 mm 이내에 포함되어 있기 때문에 영역 추출부(100)는 치아를 포함할 수 있도록 하는 범위를 70mm 내외로 설정할 수 있다.

[0034] 영역 추출부(100)는 치아를 포함하는 후보 영역을 추출하면, 치아를 포함하는 경조직을 추출할 수 있다. 치아 CT 영상은 공기질, 연조직 그리고 경조직을 포함할 수 있기 때문에 치아에 대한 보다 정확한 정보를 얻기 위해서는 경조직만을 추출할 필요가 있다.

[0035] 경조직을 추출하기 위해 영상 추출부(100)는 CT 값을 이용할 수 있다. CT 값은 CT 영상에 포함된 화소의 흡수 정도를 의미하는 단위로, 0의 값을 갖는 물을 중심으로 공기는 -500, 뼈는 +500으로 설정되어 있다. CT 값은 장치의 종류나 촬영 조건에 따라 달라질 수 있다. 따라서 영상 추출부(100)는 CT 값이 음수인 공기질을 제거하기 위하여 CT 값에 대한 임계 값을 0으로 설정하여 CT 값이 0 이상인 부분을 추출할 수 있다.

[0036] CT 값이 0 이상인 부분을 추출한 후, 영상 추출부(100)는 연조직과 경조직을 분리하기 위하여 이진화 알고리즘을 적용할 수 있다. 본 발명에서 사용되는 이진화 알고리즘은 Otsu 이진화 알고리즘을 사용할 수 있으나 그 외의 이진화 알고리즘을 사용할 수 있다. Otsu 이진화 알고리즘은 영상의 CT 값에 대한 히스토그램의 형태가 쌍봉형이라고 가정하였을 때 그 문턱값을 임계 값으로 설정하여 영상을 이진화하는 알고리즘이다. 즉 Otsu 이진화 알고리즘은 모든 영역에 대한 분산을 최대로 설정하여 적절한 임계 값을 자동으로 설정할 수 있다. 도8을 참조하면, 본 발명은 Otsu 이진화 알고리즘을 적용하여 경조직에 대한 밝기 값은 255로, 연조직에 대한 밝기 값은 0의 값으로 설정하여 경조직을 분리한 슬라이드를 생성할 수 있다. 영상 추출부(100)는 분리된 경조직의 영역을 이용하여 치아 영역을 추출할 수 있다.

[0037] 도5를 참조하면, 기존의 치아 영역을 추출하여 파노라마 영상을 생성하면 부정 교합과 같은 치아를 가진 환자의 경우 모든 치아를 포함하기 어렵다는 어려움이 있다. 따라서 CT 영상에 도시된 모든 치아를 포함하는 파노라마 영상을 생성하기 위하여, 영역 추출부(100)는 CT 영상에 포함된 모든 슬라이드에서 추출된 경조직의 영역을 누적할 수 있다. 영역 추출부(100)는 누적된 경조직에 대하여 동일한 위치에 포함된 픽셀의 밝기 값에 대한 평균 값을 연산하여 누적 슬라이드를 생성할 수 있다. 생성된 누적 슬라이드는 도9에 도시된 바와 같은 형상을 가질 수 있으며 경조직의 범위를 정확하게 인식할 수 있도록 한다.

[0038] 그러나 누적 슬라이드에는 치아 뿐 아니라 뼈와 같은 경조직도 함께 추출되기 때문에 치아 영역만을 추출할 필요가 있다. 영역 추출부(100)는 치아 영역을 추출하기 위하여 Otsu 이진화 알고리즘을 이용하여 경조직과 기타 영역을 뚜렷하게 구분할 수 있다. 영역 추출부(100)는 구분된 경조직에서 치아 영역을 추출하기 위하여 추출된 각 경조직의 영역에 대한 크기를 연산하여 가장 큰 크기를 갖는 영역을 치아 영역으로 설정하고 그 외의 영역을 모두 제거할 수 있다.

[0039] 영역 추출부(100)가 누적 슬라이드에서 치아 영역을 추출하는 과정은 도10을 참조할 수 있다. 도10을 참조하면 영역 추출부(100)는 누적 슬라이드(1001)에 Otsu 알고리즘을 적용하여 경조직을 뚜렷하게 구분하고(1002), 구분된 경조직 중 크기가 가장 큰 영역을 치아 영역(1003)으로 설정할 수 있다.

[0040] 이와 같이 치아 영역을 생성함으로써 본원 발명은 기존의 방법으로 추출된 치아 영역보다 치아에 대한 정보를 풍부하게 가질 수 있다는 장점이 있다.

[0042] 곡선 생성부(400)는 추출된 치아 영역에 포함되는 치열 궁 곡선을 생성하고, 치아 영역과 치열 궁 곡선 사이 사이의 최대 거리를 이웃 화소 범위로 설정하고, 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로 곡선 생성부(400)는 치열 궁 곡선 생성부(410), 이웃 화소 범위 생성부(420) 그리고 폐곡선 생성부(470)를 포함할 수 있다.

[0043] 치아 영상을 이용하여 파노라마 영상을 생성하기 위해서는 치열 궁 곡선을 필요로 한다. 따라서 치열 궁 곡선 생성부(410)는 치아 영역의 중앙을 관통하는 4차선 곡선인 치열 궁 곡선을 생성할 수 있다. 치열 궁 곡선은 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0044] $$y = a_1x^4 + a_2x^3 + a_3x^2 + a_4x + a_5$$

[0045] 수학식 1의 $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$는 4차식 곡선의 계수를 의미한다. 누적 슬라이드에서 검출된 치아 영역을 이용하여 4차식 곡선의 계수를 연산하기 위하여 치열 궁 곡선 생성부(410)는 치아 영역에 포함된 픽셀의 위치를 (x_i^t, y_i^t)로 정의하고 수학식 2와 같은 행렬식을 생성할 수 있다.

수학식 2

[0046] $$\begin{bmatrix} (x_1^t)^4 & (x_1^t)^3 & (x_1^t)^2 & x_1^t & 1 \\ (x_2^t)^4 & (x_2^t)^3 & (x_2^t)^2 & x_2^t & 1 \\ (x_3^t)^4 & (x_3^t)^3 & (x_3^t)^2 & x_3^t & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (x_N^t)^4 & (x_N^t)^3 & (x_N^t)^2 & x_N^t & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1^t \\ y_2^t \\ y_3^t \\ \vdots \\ y_N^t \end{bmatrix}$$

[0047] 수학식 2의 N은 치아 영역에 포함된 픽셀의 수를 의미한다. 치열 궁 곡선 생성부(410)는 수학식 2를 연산하기 위해 최소 자승법을 사용할 수 있다. 최소 자승법은 근사 값과 실제 값의 오차의 제곱의 합이 최소가 되는 근사값을 검출하여 함수을 추정하는 방법으로, 오류의 발생이 적다는 장점이 있다. 치열 궁 곡선 생성부(410)는 최소 자승법의 연산에 있어서 대수적 방법을 사용할 수 있다. 대수적 방법은 문제를 행렬식 형태로 표현한 후 선형대수학을 적용하는 방법이다. 수학식 2는 $\mathbf{AX = B}$의 형태를 갖는 행렬식으로, $\mathbf{A}$는 역행렬을 가질 수 없기 때문에 의사 역행렬(Pseudo Inverse)를 이용하여 연산할 수 있다. 치열 궁 곡선 생성부(410)는 의사 역행렬을 이용하여 수학식 2의 행렬식을 $\mathbf{X} = (\mathbf{A}^T\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^T\mathbf{B}$와 같이 연산할 수 있다.

[0048] 치열 궁 곡선 생성부(410)는 연산된 4차식 곡선의 계수를 이용하여 4차식 곡선을 매개변수 곡선의 형태를 갖도록 하기 위해 치아 영역에 포함되는 픽셀 중 가장 작은 x값인 $\mathbf{x_{min}}$과 가장 큰 x값인 $\mathbf{x_{max}}$를 연산할 수 있다. 치열 궁 곡선 생성부(410)는 $\mathbf{x_{min}}$과 $\mathbf{x_{max}}$를 이용하여 매개변수 곡선을 수학식 3 내지 수학식 4와 같이 생성할 수 있다.

수학식 3

[0049] $$x(t) = t(x_{max} - x_{min}) + x_{min}$$

수학식 4

[0050] $$y(t) = a_1(x(t))^4 + a_2(x(t))^3 + a_3(x(t))^2 + a_4(x(t)) + a_5$$

[0051] 수학식 3 내지 수학식 4에서 $x(t)$와 $y(t)$는 치열 궁의 위치를 나타내는 매개변수 곡선이고, $0 \le t \le 1$의 범위를 가질 수 있다. 즉 치열 궁 곡선 생성부(410)는 $x(t)$와 $y(t)$를 치열 궁 곡선으로 설정할 수 있다. 도11에 도시된 예시와 같이 치열 궁 곡선 생성부(410)는 4차식 곡선의 계수를 이용하여 $x(t)$와 $y(t)$를 치아 영역에 도시할 수 있다. 도11에 도시된 치열 궁 곡선은 치아 영역 내부에 적절하게 위치하고 있는 것을 확인할 수 있다. 본 발명의 치열 궁 곡선은 모든 치아 정보가 포함된 누적 슬라이드에서 추출되었기 때문에 모든 치아 정보를 포함할 수 있다.

[0052] 이웃 화소 범위 생성부(420)는 모든 치아를 포함하는 파노라마 영상을 생성하기 위해 적절한 이웃 화소 범위를 연산할 수 있다. 이웃 화소의 값을 너무 작게 설정하면 치아가 뚜렷하게 나타나는 반면 치아의 구조를 충분히 포함할 수 없다. 예를 들어 도6에 도시된 바와 같이 이웃 화소 범위를 3 ㎜의 크기로 설정하였을 경우 치아는 뚜렷하게 확인할 수 있으나 누락된 치아가 존재한다. 또한 이웃 화소의 값을 너무 크게 설정하면 치아는 뚜렷하지 않게 나타나는 반면 치아의 구조를 충분히 포함할 수 있다. 예를 들어 도7에 도시된 바와 같이 이웃 화소 범위를 20 ㎜의 크기로 설정하였을 경우 모든 치아를 확인할 수 있으나 명확한 구조를 확인할 수 없다.

[0053] 보다 구체적으로 이웃 화소 범위 생성부(420)는 누적 슬라이드를 이용하여 이웃 화소 범위를 예측할 수 있다. 이웃 화소 범위 생성부(420)는 치열 궁 곡선 $x(t)$와 $y(t)$를 지나는 N개의 점인 x_t^{cp}, y_t^{cp}를 수학식 5와 같이 생성할 수 있다.

수학식 5

[0054] $$x_t^{cp} = x\left(\frac{i}{N-1}\right), \quad y_t^{cp} = y\left(\frac{i}{N-1}\right)$$

[0055] 이웃 화소 범위 생성부(420)는 이웃 화소 범위를 설정하기 위해 각 점에 해당되는 치열 궁 곡선의 수직 벡터 $\overline{n_i}$를 이용할 수 있다. 이웃 화소 범위 생성부(420)는 수직 벡터가 치아 영역을 벗어나지 않도록 하는 길이를 연산할 수 있다. 예를 들어 도12의 1201은 N이 100일 경우 수직 벡터의 길이를 도시한 도면으로, 이웃 화소 범위 생성부(420)는 생성된 수직 벡터가 치아 영역에서 벗어나지 않도록 1202와 같이 수직 벡터 라인을 설정할 수 있다. 다시 말해서 이웃 화소 범위 생성부(420)는 치열 궁 곡선에 포함된 N개의 점에서 생성된 수직 벡터가 치아 영역을 벗어나지 않도록 하는 길이를 연산할 수 있다.

[0056] 이웃 화소 범위 생성부(420)는 N개의 점에 대해 연산된 수직 벡터의 길이 중 최대 값을 이웃 화소 범위로 설정할 수 있다.

[0057] 폐곡선 생성부(430)는 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성할 수 있다. 예를 들어 생성된 폐곡선은 도12의 1203과 같은 형태를 가질 수 있다.

[0059] 픽셀 라인 추출부(200)는 CT 영상에 포함된 각 슬라이드에 폐곡선과 상응하는 위치의 폐곡선 영역을 추출하고, 치열 궁 곡선을 축으로 휘어짐을 보정하여 직사각 영역을 생성하고, 직사각 영역에 포함된 픽셀에서 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀을 이용하여 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 생성하고, 각 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 조합하여 각 슬라이드 별로 픽셀 라인을 추출할 수 있다. 치열 궁 곡선과 이웃 화소 범위를 통해 생성된 폐곡선을 이용하여 픽셀 라인 추출부(200)는 보다 정확한 파노라마 영상을 생성할 수 있도록 한다.

[0060] 보다 구체적으로 픽셀 라인 추출부(200)는 DICOM 형식의 헤더인 (0028, 0030)에서 제공하는 CT 영상에 포함된 픽셀의 실제 크기(㎜ 단위) 비율 (x_{ps}, y_{ps})을 이용하여 치열 궁 곡선의 실제 길이(㎜ 단위)의 근사 값을 연산할

수 있다. 픽셀 라인 추출부(200)가 근사 값을 연산하는 과정은 수학식 6과 같다.

수학식 6

[0061] $$L^c = \sum_{N-2}^{i} \sqrt{(x^{ps})^2 X(i) + (y_{ps})^2 Y(i)}, \quad X(t) = (x_{t+1}^{cp} - x_t^{cp})^2, \quad Y(t) = (y_{t+1}^{cp} - y_t^{cp})^2$$

[0062] 수학식 6의 L^c는 치열 궁 곡선의 ㎜ 단위 길이를 의미하고, x_{ps}는 픽셀의 가로 길이와 실제 길이의 비율을, y_{ps}는 픽셀의 세로 길이와 실제 길이의 비율을 의미한다. 픽셀 라인 추출부(200)는 L^c를 이용하여 생성되는 파노라마 영상의 가로 길이를 연산할 수 있다. 보다 구체적으로 픽셀 라인 추출부(200)는 각 픽셀의 실제 길이 비율이 x_{ps}와 같은 값을 갖도록 수학식 7과 같이 파노라마 영상의 가로 길이를 연산할 수 있다.

수학식 7

[0063] $$N_p = \frac{L^c}{x_{ps}}$$

[0064] 수학식 7에서 N_p는 파노라마 영상을 생성하기 위해 사용되는 치열 궁 곡선의 샘플의 숫자를 의미한다. 도13을 참조하면, 픽셀 라인 추출부(200)는 N_p개로 나누어진 폐곡선 영역(1301)의 휘어짐을 보정하여 직사각 영역(1302)을 생성할 수 있다.

[0065] 픽셀 라인 추출부(200)는 직사각 영역을 픽셀 단위로 분할하여 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀을 이용하여 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로 픽셀 라인 추출부(200)는 동일한 x 값을 갖는 하나 이상의 픽셀에 대한 평균 값을 연산하여 대표 픽셀을 생성할 수 있다. 픽셀 라인 추출부(200)는 x 값에 대응되는 대표 픽셀을 조합하여 슬라이드 별로 하나의 픽셀 라인(1303)을 생성할 수 있다. 즉 픽셀 라인은 CT 영상에 포함된 모든 후보 슬라이드에 생성될 수 있다.

[0067] 영상 생성부(300)는 슬라이드 별로 생성된 픽셀 라인을 합성하여 파노라마 영상을 생성할 수 있다. 영상 생성부(300)는 하나 이상의 픽셀 라인을 합성하여 파노라마 영상을 생성할 수 있다. 이 때, 영상 생성부(300)는 RCS 좌표의 z값이 작은 슬라이드가 아래 쪽으로 가도록 픽셀 라인을 순서대로 합성할 수 있다. 생성된 파노라마 영상은 도14에 도시된 형태를 가질 수 있다. 도14에 도시된 파노라마 영상은 부정 교합을 갖고 있는 환자의 치아 CT 영상을 통해 생성한 것으로, 동일 환자의 치아에 대하여 기존의 방법으로 파노라마 영상을 생성하면 도15와 같은 형태를 가질 수 있다. 도15의 파노라마 영상은 부정 교합이 발생한 치아의 정보를 나타낼 수 없는 반면 본원 발명에 의해 생성된 도14의 파노라마 영상은 모든 치아의 정보를 나타낼 수 있다.

[0069] 이하에서는 도2 내지 도4를 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 의한 자동 파노라마 영상 생성 방법을 설명한다. 자동 파노라마 영상 생성 방법에 관한 설명에서 전술한 자동 파노라마 영상 생성 시스템과 중복되는 세부 실시 예는 생략될 수 있다.

[0070] 도2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 자동 파노라마 영상 생성 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0071] 도2를 참조하면, 파노라마 영상 생성 시스템은 치아 CT 영상에 포함된 모든 슬라이드에 대하여 Otsu 이진화 알고리즘을 이용하여 경조직과 기타 영역을 구분하여 경조직에 포함된 치아 영역을 추출할 수 있다(S100).

[0072] 파노라마 영상 생성 시스템은 치아 영역에 대한 파노라마 영상을 생성하기 위해 치아 영역의 중심을 관통하는 치열 궁 곡선을 생성할 수 있다(S200).

[0073] 파노라마 영상 생성 시스템은 치열 궁 곡선에 포함된 N개의 점에서 치아 영역을 벗어나지 않도록 하는 수직 벡터를 생성할 수 있다. 파노라마 영상 생성 시스템은 생성된 수직 벡터의 길이에 대한 최대 값을 이웃 화소 범위로 설정할 수 있다(S300).

[0074] 파노라마 영상 생성 시스템은 치열 궁 곡선에 포함된 각 점에서 이웃 화소 범위만큼 이격된 점으로 구성된 폐곡선을 생성할 수 있다(S400).

[0075] 폐곡선이 생성되면, 파노라마 영상 생성 시스템은 치아 CT 영상에 포함된 슬라이드의 실제 크기 비율을 이용하여 치열 궁 곡선의 근사 값을 연산하고, 생성된 폐곡선에 대하여 치열 궁 곡선을 축으로 하도록 휘어짐을 보정할 수 있다. 또한, 휘어짐이 보정된 폐곡선을 픽셀 단위로 분할하여 동일한 y축에 존재하는 픽셀의 평균 값을 연산할 수 있다. 파노라마 영상 생성 시스템은 각 슬라이드별로 연산된 평균 값을 이용하여 픽셀 라인을 생성할 수 있다(S500).

[0076] 파노라마 영상 생성 시스템은 슬라이드 별로 생성된 평균 값을 합성하여 파노라마 영상을 생성할 수 있다(S600).

[0078] 도3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 치아 영역을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0079] 도3을 참조하면, 파노라마 영상 생성 시스템은 치아 CT 영상의 슬라이드에서 모든 치아를 포함할 수 있도록 하는 범위를 설정하여 후보 슬라이드를 추출할 수 있다(S110).

[0080] 파노라마 영상 생성 시스템은 치아를 보다 뚜렷하게 나타내기 위해 Otsu 이진화 알고리즘을 이용하여 각 후보 슬라이드를 이진화할 수 있다(S120). 이 후, 파노라마 영상 생성 시스템은 이진화된 각 후보 슬라이드에서 밝기 값이 255로 설정된 경조직을 추출하고(S130), 각 후보 슬라이드의 상응하는 위치에 존재하는 픽셀의 픽셀 값 대한 평균 값을 연산(S140)하여 누적 슬라이드를 생성할 수 있다.

[0081] 누적 슬라이드는 뚜렷한 형태를 갖지 않기 때문에 파노라마 영상 시스템은 슬라이드에서 치아 또는 뼈를 포함하는 경조직을 보다 명확하게 확인할 수 있도록 하기 위하여 Otsu 이진화 알고리즘을 이용하여 누적 슬라이드를 이진화할 수 있다. 파노라마 영상 생성 시스템은 누적 슬라이드를 이진화하면, 이진화된 누적 슬라이드에 나타난 하나 이상의 경조직의 크기를 연산하여 가장 큰 크기를 갖는 영역을 치아 영역으로 추출할 수 있다(S150).

[0083] 도4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 픽셀 라인을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0084] 도4를 참조하면, 파노라마 영상 생성 시스템은 치아 CT 영상에 포함된 픽셀의 실제 길이의 근사 값을 연산할 수 있다(S510).

[0085] 파노라마 영상 생성 시스템은 폐곡선에 포함된 치열 궁 곡선을 축으로 하여 폐곡선의 휘어짐을 보정할 수 있다.

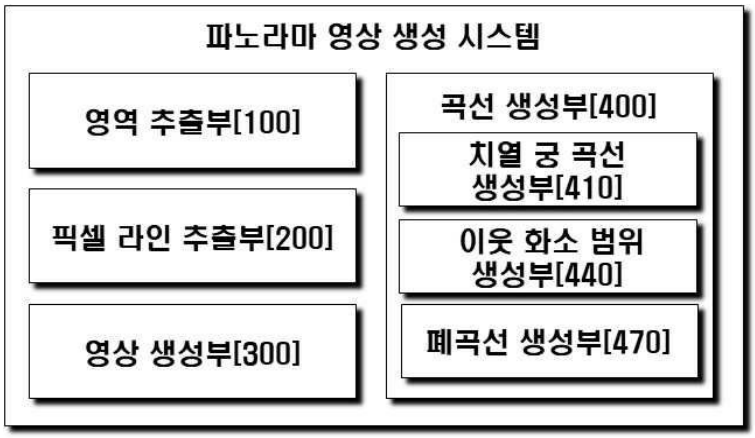
[0086] 파노라마 영상 생성 시스템은 보정된 폐곡선을 픽셀 단위로 분할하여(S520) 동일한 y 축에 존재하는 픽셀의 평균 값을 연산할 수 있다(S530).

[0087] 평균 값을 연산한 파노라마 영상 시스템은 누적 슬라이드 별로 하나의 픽셀 라인을 생성할 수 있다(S540).

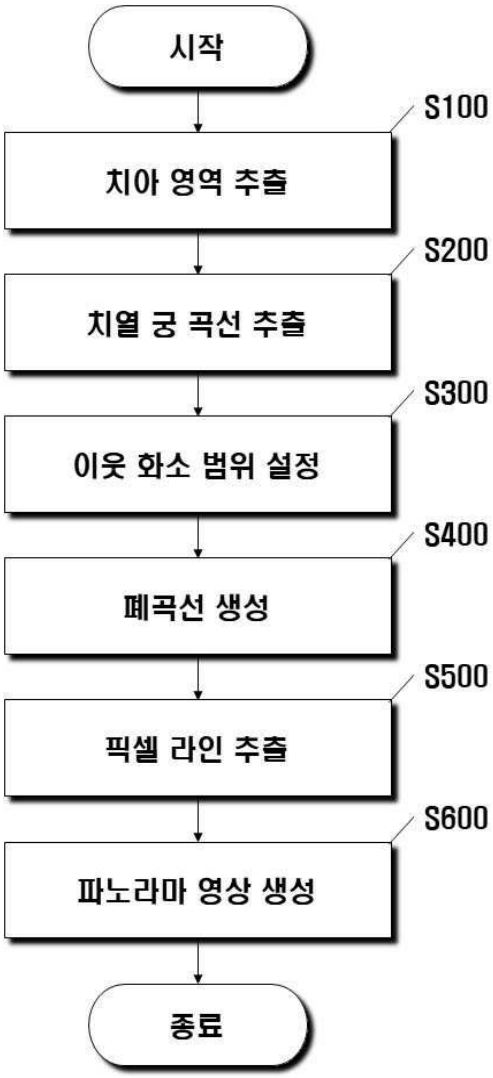
[0089] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

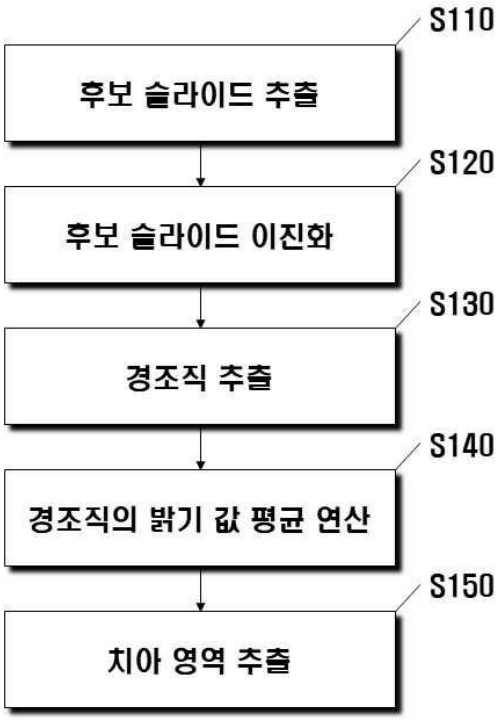
도면1


파노라마 영상 생성 시스템
영역 추출부[100]
픽셀 라인 추출부[200]
영상 생성부[300]
곡선 생성부[400]
치열 궁 곡선 생성부[410]
이웃 화소 범위 생성부[440]
폐곡선 생성부[470]

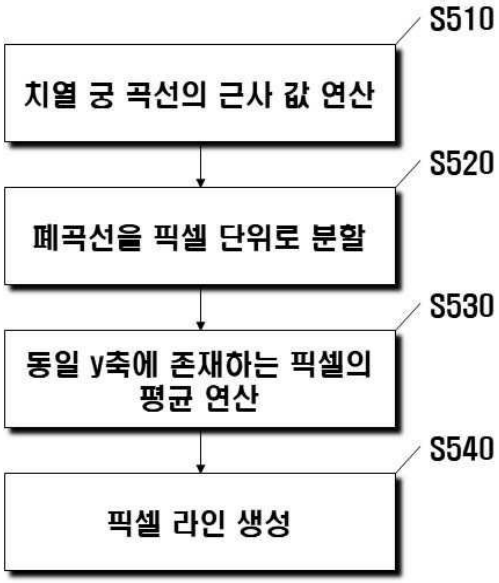
도면2


시작
S100
치아 영역 추출
S200
치열 궁 곡선 추출
S300
이웃 화소 범위 설정
S400
폐곡선 생성
S500
픽셀 라인 추출
S600
파노라마 영상 생성
종료

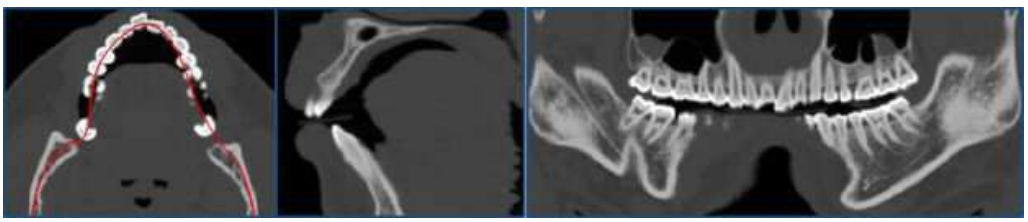
도면3


S110
후보 슬라이드 추출
S120
후보 슬라이드 이진화
S130
경조직 추출
S140
경조직의 밝기 값 평균 연산
S150
치아 영역 추출

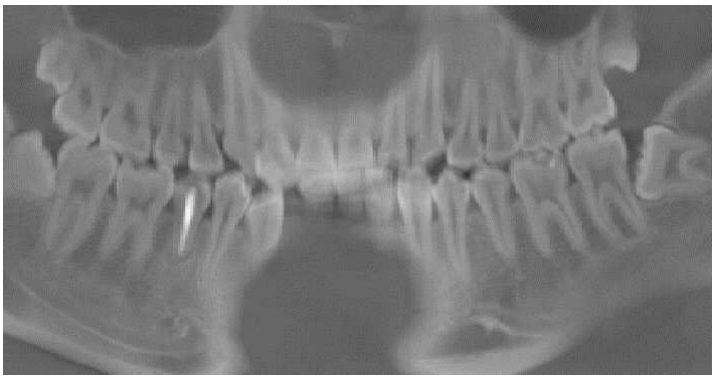
도면4


S510
치열 궁 곡선의 근사 값 연산
S520
폐곡선을 픽셀 단위로 분할
S530
동일 y축에 존재하는 픽셀의 평균 연산
S540
픽셀 라인 생성

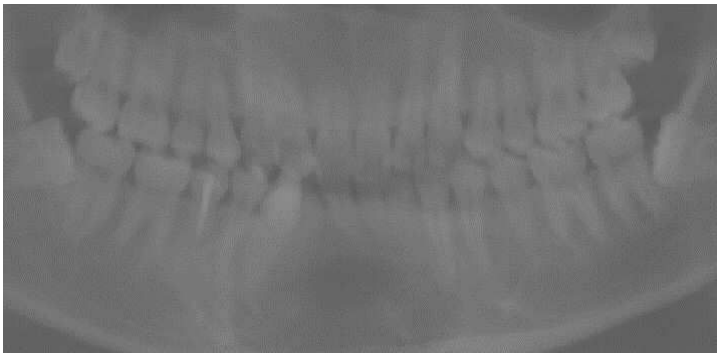
도면5



도면6



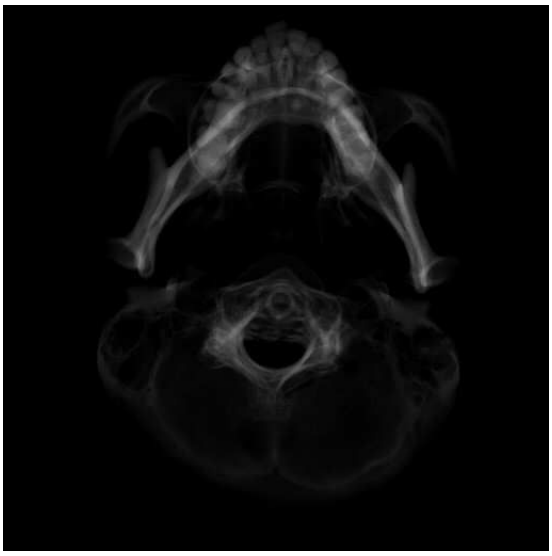
도면7



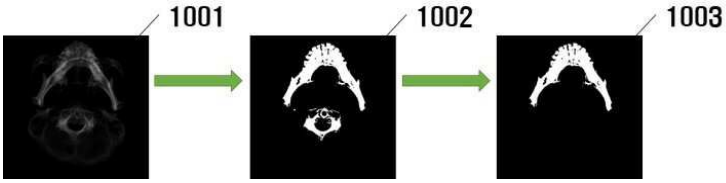
도면8



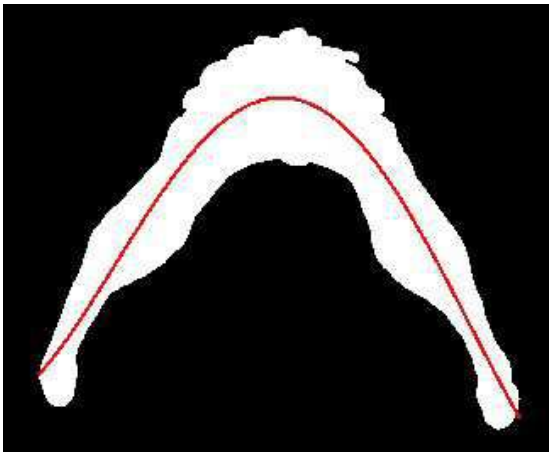
도면9



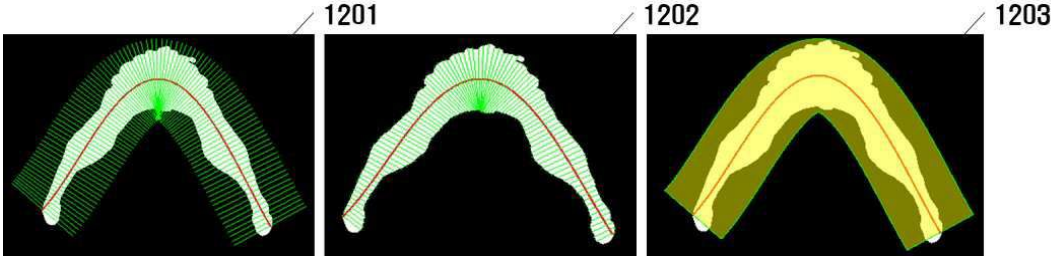
도면10



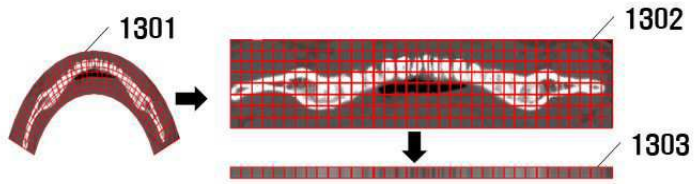
도면11



도면12



도면13



도면14



도면15

