



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0092115
(43) 공개일자 2020년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) G06K 9/40 (2006.01)
G06T 17/20 (2006.01) G06T 7/11 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/00201 (2013.01)
G06K 9/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0009270
(22) 출원일자 2019년01월24일
심사청구일자 2019년01월24일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한
국기술교육대학교내)
(72) 발명자
최강선
충청남도 천안시 동남구 용곡2길 43-11, 용곡한라
비발디아파트 111동 1001호
허의주
세종특별자치시 노을3로 14 첫마을1단지아파트
110동 604호
(74) 대리인
특허법인주원

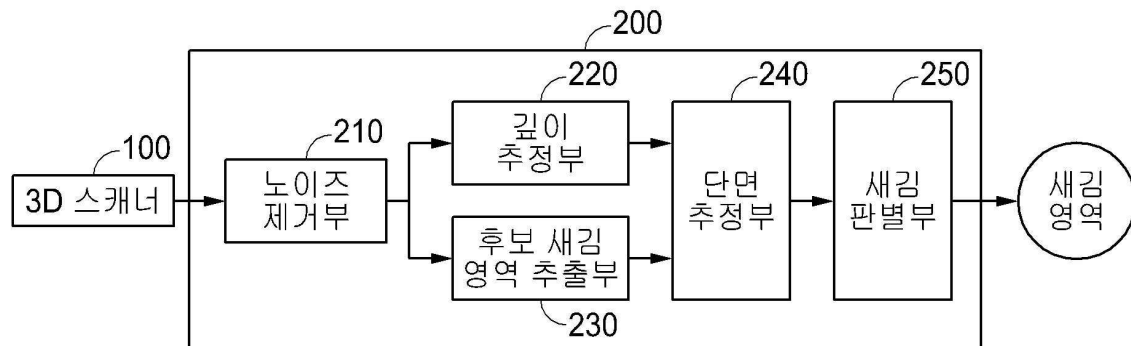
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 비석 글자 새김 추출 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 비석내 글자 새김 추출 시스템 및 방법을 공개한다. 본 발명은 글자 새김을 추출할 대상 비석을 3D 스캐닝한 메쉬 데이터를 이용하여 각 표면의 깊이를 추정하고, 곡률 기반 플렌지 필터링 방식을 이용하여 후보 글자 새김 영역을 추출하며, 추정된 깊이를 이용하여 후보 글자 새김 영역에서의 단면을 추정하고, 추정된 단면과 다항 회귀 분석을 이용하여 이를 근사화한 2차 곡선간의 차이를 이용하여 최종적으로 글자 새김 영역을 판별함으로써, 종래 기술들에 비하여 현저하게 향상된 정확도를 갖는 글자 새김 영역 추출 시스템 및 시스템을 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06T 17/205 (2013.01)

G06T 5/002 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/50 (2017.01)

G06T 2207/20182 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

글자 새김 영역을 추출할 대상의 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터들을 입력받아 노이즈를 제거하여 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터들을 출력하는 노이즈 제거부;

상기 노이즈 제거부로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 각 점에서의 깊이를 추정하여 각 점의 추정 깊이를 출력하는 깊이 추정부;

상기 노이즈 제거부로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 후보 새김 영역을 선정하여 출력하는 후보 새김 영역 추출부;

상기 후보 새김 영역의 각 점에서의 주곡률과 상기 추정 깊이를 이용하여 후보 새김 영역의 단면을 추정하고, 후보 새김 영역의 단면 정보를 출력하는 단면 추정부; 및

상기 후보 새김 영역의 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이를 2차 곡선으로 근사화하고, 상기 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차를 이용하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별하는 새김 판별부를 포함하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 단면 추정부는

상기 후보 새김 영역에 포함된 임의의 점의 최대 곡률 방향으로 단면을 설정하고, 단면에 포함된 점들에 상기 추정 깊이를 맵핑하여 단면 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 새김 판별부는

상기 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이 그래프를 동일한 범위로 스케일링 후, 다항회귀분석을 이용하여 상기 2차 곡선으로 근사화하고, 단면상의 각 점에 대해서 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차의 제곱의 평균을 구하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 새김 판별부는

상기 후보 새김 영역에 포함된 복수의 단면 각각에 대해서 오차의 제곱의 평균을 구하고, 복수의 단면들의 오차의 제곱의 평균이 사전에 정의된 문턱값보다 작으면 글자 새김 영역으로 판단하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 노이즈 제거부는

3D 스캐너로부터 상기 3차원 메쉬 데이터들을 입력받고,

상기 3차원 메쉬 데이터들의 법선 벡터에 대해서 가우시안 스무딩 필터링을 수행하여 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 깊이 추정부는

상기 노이즈 제거부로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터의 법선 벡터와, 가우시안 스무딩 필터링 이후의 법선 벡터가

동일한 점을 기준 표면 점으로 설정하고,

상기 기준 표면 점부터 깊이를 추정하고자 하는 점까지, 이웃하는 점들간의 상대적인 높이 차이를 누적하여, 상기 깊이를 추정하고자 하는 점의 상대적인 높이를 추정하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 시스템.

청구항 7

비석내 글자 새김 추출 시스템에서 수행되는 비석 내 글자 새김 추출 방법으로서,

- (a) 글자 새김 영역을 추출할 대상의 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터들을 입력받아 노이즈를 제거하여 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터들을 출력하는 단계;
- (b) 상기 (a) 단계에서 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 각 점에서의 깊이를 추정하여 각 점의 추정 깊이를 출력하고, 후보 새김 영역을 선정하여 출력하는 단계;
- (c) 상기 후보 새김 영역의 각 점에서의 주곡률과 상기 추정 깊이를 이용하여 후보 새김 영역의 단면을 추정하고, 후보 새김 영역의 단면 정보를 출력하는 단계; 및
- (d) 상기 후보 새김 영역의 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이를 2차 곡선으로 근사화하고, 상기 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차를 이용하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

상기 후보 새김 영역에 포함된 임의의 점의 최대 곡률 방향으로 단면을 설정하고, 단면에 포함된 점들에 상기 추정 깊이를 맵핑하여 단면 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 (d) 단계는

상기 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이 그래프를 동일한 범위로 스케일링 후, 다항회귀분석을 이용하여 상기 2차 곡선으로 근사화하고, 단면상의 각 점에 대해서 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차의 제곱의 평균을 구하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별하는 것을 특징으로 하는 비석내 글자 새김 추출 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 (d) 단계는

상기 후보 새김 영역에 포함된 복수의 단면 각각에 대해서 오차의 제곱의 평균을 구하고, 복수의 단면들의 오차의 제곱의 평균이 사전에 정의된 문턱값보다 작으면 글자 새김 영역으로 판단하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서, 상기 (a) 단계에서

3D 스캐너로부터 상기 3차원 메쉬 데이터들을 입력받고,

상기 3차원 메쉬 데이터들의 법선 벡터에 대해서 가우시안 스무딩 필터링을 수행하여 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

상기 (a) 단계에서 3D 스캐너로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터의 법선 벡터와, 가우시안 스무딩 필터링 이후의

법선 벡터가 동일한 점을 기준 표면 점으로 설정하고,

상기 기준 표면 점부터 깊이를 추정하고자 하는 점까지, 이웃하는 점들간의 상대적인 높이 차이를 누적하여, 상기 깊이를 추정하고자 하는 점의 상대적인 높이를 추정하는 것을 특징으로 하는 비석 내 글자 새김 추출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 글자 새김 추출 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 비석에 새겨진 글자를 추출하는 비석 글자 새김 추출 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고대 유물 중에서 비석은 아름다운 조형물로의 가치뿐만 아니라 제작 당시의 정치 및 문화에 대한 내용을 그 시대의 언어로 담고 있어, 당대의 삶을 들여다 볼 수 있는 귀중한 사료로 평가된다.

[0003] 따라서, 다수의 비석들이 문화재로 지정이 되어 있지만 보존이 아주 잘 되었거나, 비교적 최근에 만들어진 비석을 제외하면 오랜 시간이 지나면서 풍화로 마모되거나 불순물에 의한 변색, 비석 자체의 제질적 특성으로 인해, 육안으로는 명확히 글자를 인식할 수 없는 경우가 많다.

[0004] 이러한 이유로, 비석에 새겨진 양각 또는 음각을 분석하는 금석문 연구에서는, 이와 같은 외부요인들을 배제하여 새김을 파악하기 위해 주로 탁본을 이용한다. 하지만, 탁본의 결과물은 탁본자의 숙련도에 따라 그 품질이 상이하므로 정확한 분석을 위해서는 여러 장의 탁본을 비교하고 분석해야하는 번거로움이 있다. 또한 작은 글자, 혹은 마모에 의해 새김이 깊지 않은 경우 종이의 성분 및 두께에 따라 형태가 제대로 나타나지 못하는 단점과 탁본 과정 중 문화재가 훼손될 가능성이 있다는 단점이 있다.

[0005] 이러한 문제점을 해결하기 위한 종래 기술을 살펴보면, 먼저, 가장 고전적으로 많이 사용되던 제 1 종래 기술은, 대상을 비추는 조명의 방향과 위치를 동적으로 조절하여 육안으로 잘 보이지 않던 부분에서의 조도차이를 이용하여 확인하는 방식이 있다¹. 이 방법은 3-D 데이터가 나오기 이전부터 조명을 변경하여 얻은 사진을 이용해 화석이나 유물의 모양새를 판별하기 위한 방법으로 많이 사용되었다. 하지만, 조도 변화에 대한 데이터를 얻기 위해, 다각도로 조명을 변경해 실험해야 하는 번거로움이 있으며, 한 영상에 빛을 비추는 방향과 동일한 방향으로 패어진 획만 보이는 한계가 있다.

[0006] 한편, 상술한 문제를 해결하기 위한 다른 종래 기술로서의 제 2 종래 기술은, 3-D 데이터를 구성하는 각 점 위치(vertex)에서 상대적인 깊이를 추정하고 특정 임계값을 기준으로 모양정보와 세부정보를 나누는 깊이 추정 방식이 있다.

[0007] 도 1은 깊이 추정 방식을 통해, ridge(붉은 선)와 valley(푸른 선)들을 검출하여 선으로 표현한 예를 도시한다. 깊이 추정을 이용한 새김 판별 방식에는, 강한 메쉬 스무딩 처리를 통해, 울퉁불퉁한 표면을 평평하게 한 후, 이를 가상의 기준 표면, 즉 모양정보로 생각하여, 원 데이터의 굴곡 깊이를 추정하는 방식(S. Liu, R. R. Martin, F. C. Langbein, and P. L. Rosin, "Segmenting reliefs on triangle meshes," *Proceedings of the 2006 ACM symposium on Solid and Physical Modeling*, ACM, 2006)과, 가상의 기준 표면 자체를 구하지 않고 기준 표면이 가질 특징을 이용하여 깊이를 추정하는 방식이 있다(R. Zatzarinni, A. Tal, and A. Shamir, "Relief analysis and extraction," *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 28, no. 5, Article No. 136, Dec. 2009.).

[0008] 이상적인 전자의 방식은 세부 정보인 음각 새김으로 발생된 굴곡만 스무딩에 의해 메워져 평평해져야겠지만, 실제로는 모양정보가 수축되는 등 함께 변화하여 정확한 깊이 정보가 추출되지 못하는 문제가 있다.

[0009] 후자의 방법은 기준 표면을 구하지 않기 때문에 이런 문제로부터 자유롭긴 하지만, 표면이 충분히 매끈하고, 세부적인 정보가 확실히 구분되는 경우에만 유의미한 결과를 얻을 수 있다는 한계가 있다.

[0010] 한편, 상기한 종래 기술들과는 다른 제 3 종래 기술로서, 세부정보를 구분하기 위해 3-D 데이터 국소 표면의 특징을 이용하는 방식이 있다. 특징을 기반에 둔 세부정보 추출법은 일반적으로 간단한 국소 연산을 이용하기 때문에 상기한 제 2 종래 기술과 비교하였을 때 빠르게 수행된다. 의료 영상에서 혈관을 찾기 위해 많이 사용되어 온 프렌지 필터(Frangi filter) 방식(A. Frangi, W. Niessen, K. Vincken, M. Viergever, "Multiscale vessel

enhancement filtering," *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, vol. 1496, pp. 130-137, Oct. 1998.)을 개선하여, 벽에 새겨진 벽화를 검사하는 방식이 제안되었다(K. Lawonn, E. Trostmann, B. Preim, and K. Hildebrandt, "Visualization and extraction of carvings for heritage conservation," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 23, no. 1, pp. 801-810, Jan. 2017.).

- [0011] 상기 제 3 종래 기술의 수정된 필터는 표면 메쉬(mesh)의 주곡률(principal curvature)을 이용하여 valley와 세부정보 같이 조각된 표면의 특징을 추출하기에 효과적이다. 그러나, 이러한 방식은 곡률이 2차 미분을 통해 얻어지기 때문에, 잡음에 취약하다는 단점이 있다. 즉, 상기 종래 기술을 적용하는 경우에는, 비석에 새겨진 글자 새김뿐만 아니라, 외부 요인으로 인해서 굵은 자국, 풍화로 인해 깨진 부분 등도 모두 글자 새김 영역으로 인식되는 오류가 발생하는 문제점이 나타난다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 비석의 글자 새김 영역과 굵은 자국 및 깨진 부분과 같은 노이즈를 보다 정확하게 구별할 수 있는 비석 내 글자 새김 추출 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 시스템은, 글자 새김 영역을 추출할 대상의 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터들을 입력받아 노이즈를 제거하여 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터들을 출력하는 노이즈 제거부; 상기 노이즈 제거부로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 각 점에서의 깊이를 추정하여 각 점의 추정 깊이를 출력하는 깊이 추정부; 상기 노이즈 제거부로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 후보 새김 영역을 선정하여 출력하는 후보 새김 영역 추출부; 상기 후보 새김 영역의 각 점에서의 주곡률과 상기 추정 깊이를 이용하여 후보 새김 영역의 단면을 추정하고, 후보 새김 영역의 단면 정보를 출력하는 단면 추정부; 및 상기 후보 새김 영역의 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이를 2차 곡선으로 근사화하고, 상기 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차를 이용하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별하는 새김 판별부를 포함한다.
- [0014] 또한, 상기 단면 추정부는, 상기 후보 새김 영역에 포함된 임의의 점의 최대 곡률 방향으로 단면을 설정하고, 단면에 포함된 점들에 상기 추정 깊이를 맵핑하여 단면 정보를 생성할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 새김 판별부는, 상기 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이 그래프를 동일한 범위로 스케일링 후, 다항회귀분석을 이용하여 상기 2차 곡선으로 근사화하고, 단면상의 각 점에 대해서 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차의 제곱의 평균을 구하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 새김 판별부는, 상기 후보 새김 영역에 포함된 복수의 단면 각각에 대해서 오차의 제곱의 평균을 구하고, 복수의 단면들의 오차의 제곱의 평균이 사전에 정의된 문턱값보다 작으면 글자 새김 영역으로 판단할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 노이즈 제거부는, 3D 스캐너로부터 상기 3차원 메쉬 데이터들을 입력받고, 상기 3차원 메쉬 데이터들의 법선 벡터에 대해서 가우시안 스무딩 필터링을 수행하여 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 깊이 추정부는, 상기 노이즈 제거부로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터의 법선 벡터와, 가우시안 스무딩 필터링 이후의 법선 벡터가 동일한 점을 기준 표면 점으로 설정하고, 상기 기준 표면 점부터 깊이를 추정하고자 하는 점까지, 이웃하는 점들간의 상대적인 높이 차이를 누적하여, 상기 깊이를 추정하고자 하는 점의 상대적인 높이를 추정할 수 있다.
- [0019] 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 방법은, 비석 내 글자 새김 추출 시스템에서 수행되는 비석 내 글자 새김 추출 방법으로서, (a) 글자 새김 영역을 추출할 대상의 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터들을 입력받아 노이즈를 제거하여 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터들을 출력하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에서 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 각 점에서의 깊이를 추정하여 각 점의 추정 깊이를 출력하고, 후보 새김 영역을 선정하여 출력하는 단계; (c) 상기 후보 새김 영역의 각 점에서의 주곡률과 상기 추정 깊이를 이용하여 후보 새김 영역의 단면을 추정하고, 후보 새김 영역의 단면 정보를 출력하는 단계; 및 (d) 상기 후보 새김 영역의 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이를 2차 곡선으로

근사화하고, 상기 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차를 이용하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 (c) 단계는, 상기 후보 새김 영역에 포함된 임의의 점의 최대 곡률 방향으로 단면을 설정하고, 단면에 포함된 점들에 상기 추정 깊이를 맵핑하여 단면 정보를 생성할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 (d) 단계는, 상기 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이 그래프를 동일한 범위로 스케일링 후, 다항회귀분석을 이용하여 상기 2차 곡선으로 근사화하고, 단면상의 각 점에 대해서 단면의 깊이와 상기 2차 곡선 간의 오차의 제곱의 평균을 구하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 (d) 단계는, 상기 후보 새김 영역에 포함된 복수의 단면 각각에 대해서 오차의 제곱의 평균을 구하고, 복수의 단면들의 오차의 제곱의 평균이 사전에 정의된 문턱값보다 작으면 글자 새김 영역으로 판단할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 (a) 단계에서, 3D 스캐너로부터 상기 3차원 메쉬 데이터들을 입력받고, 상기 3차원 메쉬 데이터들의 법선 벡터에 대해서 가우시안 스무딩 필터링을 수행하여 노이즈를 제거할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 (b) 단계는, 상기 (a) 단계에서 3D 스캐너로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터의 법선 벡터와, 가우시안 스무딩 필터링 이후의 법선 벡터가 동일한 점을 기준 표면 점으로 설정하고, 상기 기준 표면 점부터 깊이를 추정하고자 하는 점까지, 이웃하는 점들간의 상대적인 높이 차이를 누적하여, 상기 깊이를 추정하고자 하는 점의 상대적인 높이를 추정할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명은 글자 새김을 추출할 대상 비석을 3D 스캐닝한 메쉬 데이터를 이용하여 각 표면의 깊이를 추정하고, 곡률 기반 플렌지 필터링 방식을 이용하여 후보 글자 새김 영역을 추출하며, 추정된 깊이를 이용하여 후보 글자 새김 영역에서의 단면을 추정하고, 추정된 단면과 다항 회귀 분석을 이용하여 이를 근사화한 2차 곡선간의 차이를 이용하여 최종적으로 글자 새김 영역을 판별함으로써, 종래 기술들에 비하여 현저하게 향상된 정확도를 갖는 글자 새김 영역 추출 시스템 및 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 종래 기술의 깊이 추정 방식에 따라서 인식된 유물내의 ridge 및 valley 부분을 인식한 예를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 시스템의 구성을 도시하는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 노이즈 제거 및 깊이 추정 방법을 설명하는 도면이다.

도 4는 도 2의 후보 새김 영역 추출부에서 추출된 후보 새김 영역의 일 예를 도시하는 도면이다.

도 5는 도 2에 도시된 단면 추정부에서 추정된 단면을 각각 나타내는 도면이다.

도 6은 도 5에 도시된 단면에 대해 스케일링 후 근사화된 2차 곡선을 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 시스템을 이용하여 글자 새김 추출을 수행할 비석의 일 예를 도시하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 글자 새김 추출 결과를 종래기술들과 대비한 도면이다.

도 9는 각 종래 기술들과 본 발명에 따른 글자 새김 영역 추출 방법을 성능을 비교한 그래프이다.

도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 방법을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.

[0028] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 시스템의 구성을 도시하는 블록도이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석 내 글자 새김 추출 시스템(200)은 노이즈 제거부

(210), 깊이 추정부(220), 후보 새김 영역 추출부(230), 단면 추정부(240), 및 새김 판별부(250)를 포함하여 구성된다.

- [0030] 노이즈 제거부(210)는 3D 스캐너(100)로부터 글자 새김 영역을 추출할 비석의 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터를 입력받고, 입력된 메쉬 데이터들에 대해서 노이즈를 제거하여 깊이 추정부(220) 및 후보 새김 영역 추출부(230)로 출력한다.
- [0031] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석내 글자 새김 추출 시스템은, 글자 새김을 추출하기 위한 비석의 표면을 3D 스캐너(100)로 스캐닝하여, 비석 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터를 생성하여 노이즈 제거부(210)로 출력한다. 이 때, 메쉬 데이터는 영상 데이터를 처리하는 기술 분야에서 익히 잘 알려진 개념으로서, 스캐닝 대상 표면을 복수의 삼각형 영역으로 분할하였을때, 삼각형 영역의 각 꼭지점의 위치 정보와 각 점의 법선 벡터를 포함한다.
- [0032] 아울러, 본 발명의 노이즈 제거부(210)는 메쉬 데이터의 법선 벡터를 가우시안 스무딩 필터링(Gaussian smoothing filtering) 방식으로 노이즈를 제거하여, 스무딩된 법선 벡터를 포함하는 메쉬 데이터를 깊이 추정부(220) 및 후보 새김 영역 추출부(230)로 출력한다. 가우시안 스무딩 필터링 방식은 이미지 프로세싱 분야에서 익히 알려진 기술이므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [0033] 다만, 일반적인 가우시안 스무딩 필터링 방식은 위치 정보를 스무딩하여 각 점의 위치가 이동되지만, 본 발명은 위치 정보는 그대로 유지하고 각 점에서의 법선 벡터만을 스무딩하여 이용한다는 점에서 종래의 가우시안 스무딩 방법과 차이가 있다.
- [0034] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 노이즈 제거 및 깊이 추정 방법을 설명하는 도면이다. 도 3을 참조하면, 점 P에서의 원래의 법선 벡터 n_s 가 가우시안 스무딩을 통해서 가상의 기준 표면에 대한 법선 벡터 n_b 로 조정되었음을 알 수 있다.
- [0035] 한편, 깊이 추정부(220)는 노이즈 제거부(210)로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여 각 점에서의 깊이를 추정하여 단면 추정부(240)로 출력한다. 도 3을 참조하여, 깊이 추정부(220)에서 각 점의 깊이를 추정하는 방식을 설명하면, 만약 어떤 점에서 가우시안 스무딩 이전의 법선 벡터 n_s 와 가우시안 스무딩 이후의 법선 벡터 n_b 가 매우 유사하다면, 해당 점은 기준 표면에 속한다고 볼 수 있어, 그 점의 높이(깊이)는 0으로 간주되고, 이 점을 기준 표면 점으로 설정할 수 있다.
- [0036] 하지만 n_s 와 n_b 간에 차이가 있다면, 해당 점은 가상의 기준 표면에 속하는 점과 상대적인 높이(깊이) 차이가 발생한다. 예를 들어, 도 3의 점 q는 점 p를 기준으로 볼 때, 상대적으로 $\overrightarrow{pq} \cdot \overrightarrow{n_b}$ 만큼 높이(깊이)가 변화했음을 알 수 있다. 이와 같이 모든 인접한 점 사이에 상대 깊이를 계산하고, 기준 표면 점으로부터 여러 점을 통해 현재 점까지 올 때의 상대 깊이를 누적하면, 현재 점의 깊이를 추정할 수 있다. 따라서, 깊이 추정부(220)는 각 점에서의 상대 깊이를 추정하여 단면 추정부(240)로 출력한다.
- [0037] 후보 새김 영역 추출부(230)는 노이즈 제거부(210)로부터 입력된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여 후보 새김 영역을 선정하여 단면 추정부(240)로 출력한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 후보 새김 영역 추출부(230)는 프렌지 필터(Frangi filter) 방식을 적용하여 후보 새김 영역들을 추출한다.
- [0038] 일반적으로 비석에 새겨진 문자와 같이 음각으로 새겨진 문자나 그림의 경우, 운하 또는 계곡과 같이 운하를 따라 진행되는 방향으로 곡률이 매우 작은데 반해, 운하의 단면을 가로지르는 방향으로 매우 큰 곡률을 갖는 특징이 있다.
- [0039] 이러한 점에 착안하여, 상술한 제 3 종래 기술의 Lawonn은 의료 영상에서 혈관을 찾기 위해 사용되는 프렌지 필터를 변형하여 새김의 특성상 획의 폭에 비해 길이가 길다는 특징을 대상 표면의 주곡률의 변화로 표현한 곡률 기반 프렌지 필터(Curvature-based Frangi filter, CBF)를 고안했다. 상기 제 3 종래 기술에서 메쉬 내 각 점에서 메쉬 표면이 얼마나 운하와 닮아 있는지를 수치적으로 표현한 수학적 식 1은 다음과 같다.

수학식 1

$$V = \begin{cases} 0, & \lambda_2 < 0, \\ \exp(-\frac{\Gamma^2}{2\alpha^2}) \cdot (1 - \exp(-\frac{\Pi^2}{2\beta^2})), & \text{otherwise.} \end{cases}$$

λ_1, λ_2 를 해당 점에서의 주곡률 ($|\lambda_1| \leq |\lambda_2|$)이라 할 때, Γ 은 λ_1/λ_2 , Π 은 $\sqrt{(\lambda_1^2 + \lambda_2^2)}$ 를 각각 나타내고, α 와 β 는 사용자가 임의로 설정할 수 있는 파라미터이다.

수학식 1에서 첫 번째 항은 국소 표면의 모양과 관계있는 항으로, 두 개의 주곡률 간의 크기 차이가 클수록 증가한다($|\lambda_1| \ll |\lambda_2|$). 두 번째 항은 계곡(획)이 깊을수록 더 큰 값을 가지는 항으로, 국소 표면의 깊이와 관련된다. 따라서 첫 번째 항은 편의상 V^{shape} 라 부르고, 두 번째 항은 V^{depth} 라 부른다.

상기한 수학식 1을 각 점에 대해서 계산하여, 양의 V 값을 갖는 인접한 점들로 연결된 영역을 후보 새김 영역으로 얻을 수 있다.

상기한 제 3 종래기술에서는 연결된 영역이 작은 경우, 새김 보다는 잡음의 가능성이 높은 것으로 판단하기 위하여 얻어진 V 값에 해당 점이 속한 영역의 크기를 가중치로 곱하였다. 그러나, 이 방법은 벽화와 같이 새김이 길게 연결되어 있을 때에는 효과적일 수 있지만, 글자의 경우 획들이 떨어져 있는 경우가 많고 길이가 짧은 획도 있기 때문에 적합하지 않다. 또한, 주곡률을 이용하기 때문에, 획이 넓어지거나 두 획이 만나는 three-junction의 형태를 가지는 부분에서 주곡률 값이 작아져 제대로 검출되지 않는 문제가 있다.

이러한 단점은 표면의 모양과 관계된 V^{shape} 내 α 를 적절하게 조절함으로써 잡음을 제거하는 방식으로 해결될 수 있다. α 가 작을 때는 새김이 두껍게 검출되지만, 많은 잡음도 함께 검출되는데, α 의 값이 커질수록, 더욱 운하에 가까운 모양만을 찾게 되어, 선별되는 영역이 작아지지만 잡음과 같이 확실하지 않은 영역들은 줄어들게 된다.

따라서, 본 발명의 후보 새김 영역 추출부(230)는 먼저 작은 α 로 잡음 및 새김이 두껍게 표현된 영역을 결정 한 후, 이 영역 중 큰 α 에 대해 사라지는 영역들을 골라내어 획과 잡음을 선별하였다. 다만, 후보 새김 영역 추출부(230)에서 출력되는 후보 새김 영역들에도, 굵힘으로 인한 홈과 패임 등도 포함되어 단면 추정부(240)로 출력된다.

단면 추정부(240)는 후보 새김 영역 추출부(230)로부터 입력된 후보 새김 영역의 각각의 점에서의 주곡률과, 깊이 추정부(220)로부터 입력된 추정 깊이를 이용하여, 후보 새김 영역의 단면을 추정하고, 각 후보 새김 영역의 단면 정보를 새김 판별부(250)로 출력한다.

곡률 기반 프렌지 필터링 과정에서 얻어지는 주곡률은 곡률변화가 우세한 두 방향에 대해 구해진다. 최소곡률 방향이 운하를 따라가는, 즉 획의 길이 방향으로 얻어지는데 반해, 최대곡률 방향은 운하 모양의 획에서 곡률변화가 가장 우세한, 즉, 운하를 가로지르는 획의 폭 방향을 가지게 된다. 따라서 새김의 가능성이 있는 후보 새김 영역 내 임의의 점에서 최대곡률 방향을 나타내는 평면으로 자르면, 운하의 폭 방향, 즉 획의 폭 방향 단면을 설정할 수 있다.

도 4의 (a)에서는 하나의 후보 새김 영역에 대한 경계를 노란색으로 도시하고 있다. 이 후보 영역 내 한 점에서 해당 점을 포함하는 최대곡률 방향 평면은 연두색 직선과 같이 표현되었다. 도 4의 (b)는 해당 부분을 확대한 것으로 평면과 만나는 후보 영역의 경계를 파란 점으로 표시하였다.

단면 추정부(240)는 도 4에 도시된 예에서, 후보 새김 영역에서 최대 곡률 방향인 운하(획)의 폭 방향 단면에 대해서, 두 파란 점을 포함하여, 그 사이에 있는 점들에, 깊이 추정부(220)로부터 입력된 해당 점들의 깊이를 맵핑하여 그 단면을 구성하게 된다.

[0051] 도 5는 단면 추정부(240)에서 추정된 단면을 각각 나타내는 도면으로서, 도 5의 (a)는 후보 새김 영역들 중 실제 획에서의 단면을 나타내고, 도 5의 (b)는 후보 새김 영역들 중 노이즈에서의 단면을 나타낸다.

[0052] 도 5에 도시된 바와 같이, 실제 새김 영역에서 얻어진 단면은 매끄러운 대칭적인 모습인 반면, 노이즈 영역에서 얻어지는 단면은 비대칭적이며, 굴곡이 심한 형태를 나타냄을 알 수 있다.

[0053] 한편, 새김 판별부(250)는 단면 추정부(240)로부터 각 후보 새김 영역의 단면 정보를 입력받아, 해당 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별한다.

[0054] 이를 위해서, 새김 판별부(250)는 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이 그래프를 동일한 범위로 스케일링 후, 다항회귀분석을 이용하여 2차 곡선으로 근사화하고, 아래의 수학식 2와 같이 RMSE(Root Mean Square Error)를

이용하여 근사화된 2차 곡선과 깊이 정보 간 오차 ϵ_j 를 구한다.

수학식 2

$$\epsilon_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (D_k - \hat{D}_k)^2}$$

[0056] 상기 수학식 2에서, m은 단면 내의 점의 개수를 나타내고, k는 단면 내 m개의 점에 대한 순서를 나타내며, j는 해당 후보 새김 영역의 단면의 개수를 나타낸다. 또한, D_k 는 깊이추정부에서 추정된 해당 점의 깊이이고, $\hat{D}_k$ 는 근사화된 2차 곡선에서의 해당 점의 깊이이다.

[0057] 한편, 새김 판별부(250)는 상술한 수학식 2에 따라서 j 개의 단면에 대해서 구해진 오차의 평균이 사전에 정의된 임계치보다 작으면, 해당 후보 새김 영역을 새김 영역으로 최종 판정한다. 이는 아래의 수학식 3으로 표현된다.

수학식 3

$$C_i \in R, \text{ if } \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \epsilon_j < T$$

[0059] 즉, i번째 후보 영역 C_i 에서 n개의 단면을 추정하였을 때, n 개의 오차 평균이 미리 정한 문턱값 T 보다 작은 경우, C_i 을 새김 영역 R로 최종 판단하게 된다.

[0060] 도 6은 도 5의 단면에 대해 스케일링 후 근사화된 2차 곡선을 도시한다. 도 6의 (a)와 같이 실제 획에 대한 단면에서는, 근사화된 2차 곡선(빨간색)의 단면이 추정된 깊이로 구성된 단면(파란색)과 매우 유사하게 표현되는데 반해, 노이즈에서 얻어지는 단면은 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 깊이 차이가 매우 커지고, 대칭적인 특징이 많이 깨짐을 알 수 있다.

[0061] 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석내 글자 새김 추출 시스템을 이용하여 글자 새김 추출을 수행할 비석의 일 예를 도시하는 도면이고, 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 글자 새김 추출 결과를 종래기술들과 대비한 도면이다.

[0062] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 글자 새김이 추출될 비석은 신라시대 AD 578년(무술년)에 제작된 것으로 추정되는 보물 제 516호 무술오작비이다. 이 비석은 다듬어 지지 않은 채로 제작되어 표면이 매우 거칠고 풍화가 많이 되었기 때문에, 도 7에 도시된 바와 같이 육안 또는 탁본을 통해 세부정보를 인식하기가 어렵다.

[0063] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 글자 새김 추출 방법을 적용하기 위해서, 본 발명은 3-D 스캐너(100)를 이용

하여 0.03mm 정확도로 정밀 스캔한 무술오작비 데이터를 이용하였다.

- [0064] 3D 스캐너(100)를 이용하여 스캔된 메쉬 데이터에는 약 2천 3백만개의 점 위치가 포함되어 있으며, 평균 해상도는 250 μ m이다. 데이터의 크기가 크기 때문에 처리 및 가공에 많은 시간이 소모되므로 데이터를 식별 가능한 한자 단위로 나누었고, 나눈 한자 데이터들 중에서 가독성에 따라 9개의 데이터를 선택하여 실험에 이용하였다.
- [0065] 본 발명의 평가를 위한 실험에서는 가우시안 스무딩을 위한 σ 를 0.9로, 상기 수학식 1을 위한 상수인 α , β , threshold는 0.3, 0.1, 0.2로 각각 설정하여 진행하였다. 새김 판별을 위한 RMSE 문턱값 T 는 0.13으로 설정하였다.
- [0066] 도 8은 종래 기술들과 본 발명의 글자 새김 추출 방법에서 판별된 새김 영역을 도시한다. 도 8의 (a)는 3-D 메쉬 데이터로, 획과 잡음 판별이 수행되는 데이터이다. 도 8의 (b)는 각 문자 데이터 내 새김에 대한 Ground truth를 보여준다.
- [0067] 도 8의 (c)는 종래 기술에 따른 깊이 추정 방식으로 얻어진 깊이 정보에 대해 GMM(Gaussian mixture model)으로 얻어진 문턱값보다 깊은 영역을 새김으로 판별한 결과이다. 깊이 정보만을 이용하여 판단하는 경우, 도 8의 (c)에서 보이는 것과 같이 글자 주변의 여러 홈에서는 추정되는 깊이가 문턱값보다 깊어 새김으로 판단되었으나, 오히려 획의 중간 중간이 소실된 것을 볼 수 있다.
- [0068] 다른 종래 기술인 곡률 기반 프렌지 필터링 방식의 결과인 도 8의 (d)에서는 획이 Ground truth 만큼 두껍게 검출됨을 볼 수 있다. 하지만 많은 잡음이 지저분하게 오검출되고, 잡음 부분도 두껍게 연결되는 모습을 보인다.
- [0069] 본 발명은 상기 도 8의 (d)에서 추출된 새김 영역들을 후보 새김 영역 C_i 로 이용하여, 이 중에서 잡음을 제외하는 처리를 수행한다.
- [0070] 도 8의 (e)는 곡률 기반 프렌지 필터링에 사용되는 파라미터 α 의 조절에 따른 V^{shape} 의 변화 정도를 이용하여 획을 검출해내는 방법이다. 구해진 획의 모양이 깔끔하다는 장점이 있으나, 획이 지나치게 얇아지며, 作의 가로획과 세로획이 만나는 부분이나, 奈의 가운데에 위치한 가로 획이 세로 형태의 잡음과 만나는 곳 같이, 두 개의 획이 교차하는 지점에서 획이 끊어진다는 단점이 있다.
- [0071] 도 8의 (f)는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 검출 결과로, 모든 한자의 획이 끊어지거나 얇아지지 않고 그대로 검출이 된 것을 볼 수 있다. 곡률 기반 프렌지 필터링 방식의 도 8의 (d)와 비교해 볼 때, 대부분의 잡음 부분이 성공적으로 제거된 것을 볼 수 있다. 이를 통해, 본 발명의 다방향귀분석에 기반한 글자 새김 추출 방법의 우수한 성능을 확인할 수 있다.
- [0072] 도 9는 각 종래 기술들과 본 발명의 F1 score를 계산하여, 객관적인 성능 평가를 비교한 그래프이다. 도 8에 도시된 9개 글자에 대한 전체 평균 F1 score는 깊이 추정 방식(Depth Estimation), 곡률 기반 프렌지 필터링 방식(CBF), V^{shape} 변화를 이용한 방식(Adapted CBF) 및 본 발명에 따른 글자 새김 추출 방식(Proposed Method)이 각각 0.56, 0.53, 0.61, 0.69로 나타났다. 따라서, 본 발명에 따른 글자 새김 추출 방법이 종래 기술들에 비해, 각각 23%, 30%, 13%의 성능 향상을 나타냈음을 알 수 있다.
- [0073] 도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석내 글자 새김 추출 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0074] 이하, 도 10을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석내 글자 새김 추출 방법을 설명한다. 다만, 도 10에 도시된 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석내 글자 새김 추출 방법은 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비석내 글자 새김 추출 시스템에서 수행되는 것이므로, 그 기능은 동일하다. 따라서, 이하에서는 설명의 편의를 위하여, 중복되는 구체적인 설명은 생략하고 전체적인 흐름만을 설명하지만, 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 내용이 모두 수행됨을 주의해야 한다.
- [0075] 먼저, 비석내 글자 새김 추출 방법이 수행되면, 3D 스캐너(100)가 글자 새김 영역을 추출할 대상의 표면을 스캐닝하여 3차원 메쉬 데이터를 생성하고, 3차원 메쉬 데이터를 노이즈 제거부(210)로 출력한다(S110).
- [0076] 노이즈 제거부(210)는 3D 스캐너(100)로부터 글자 새김 영역을 추출할 대상의 표면을 나타내는 3차원 메쉬 데이터들을 입력받아 노이즈를 제거하여 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터들을 깊이 추정부(220) 및 후보 새김 영역 추출부(230)로 각각 출력한다(S120). 이 때, 노이즈 제거부(210)는 3차원 메쉬 데이터들의 법선 벡터에 대해서 가우시안 스무딩 필터링을 수행하여 노이즈를 제거한다. 다만, 본 발명은 위치 정보를 스무딩하여 각 점의

위치 정보가 이동되는 일반적인 가우시안 스무딩 필터링 방식 대신에, 위치 정보는 그대로 유지하고 각 점에서의 법선 벡터만을 스무딩하여 이용한다는 점은 상술한 바와 같다. 제 S120 단계에서 수행되는 기능은, 도 2 내지 9를 참조하여 설명한 노이즈 제거부(210)의 기능과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0077] 깊이 추정부(220)는 노이즈 제거부(210)로부터 입력된, 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터의 데이터를 이용하여, 각 점에서의 깊이를 추정하여 각 점의 추정 깊이를 단면 추정부(240)로 출력한다(S130a). 이와 동시에, 후보 새김 영역 추출부(230)는 노이즈 제거부(210)로부터 입력된 노이즈가 제거된 3차원 메쉬 데이터를 이용하여, 후보 새김 영역을 선정하여 단면 추정부(240)로 출력한다(S130b).

[0078] 제 S130a 단계에서, 깊이 추정부(220)는 노이즈 제거부(210)로 입력된 3차원 메쉬 데이터의 법선 벡터와, 가우시안 스무딩 필터링 이후의 법선 벡터가 동일한 점을 기준 표면 점으로 설정하고, 기준 표면 점부터 깊이를 추정하고자 하는 점까지, 이웃하는 점들간의 상대적인 높이 차이를 누적하여, 깊이를 추정하고자 하는 점의 상대적인 높이를 추정한다. 제 S130a 단계에서 수행되는 깊이 추정부(220)의 기능은 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 깊이 추정부(220)의 기능과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0079] 제 130b 단계에서, 후보 새김 영역 추출부(230)는 프랭지 필터(Frangi filter) 방식을 적용하여 상기한 수학적 1에 따라서 후보 새김 영역들을 추출함은 이미 설명한 바와 같다. 제 S130b 단계에서 수행되는 후보 새김 영역 추출부(230)의 기능은 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 후보 새김 영역 추출부(230)의 기능과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0080] 단면 추정부(240)는 후보 새김 영역 추출부(230)로부터 입력된 후보 새김 영역의 각 점에서의 주곡률과 깊이 추정부(220)로부터 입력된 각 점에서의 추정 깊이를 이용하여 후보 새김 영역의 단면을 추정하고, 후보 새김 영역의 단면 정보를 새김 판별부(250)로 출력한다(S140). 이 때, 단면 추정부(240)는 상기 후보 새김 영역에 포함된 임의의 점의 최대 곡률 방향으로 단면을 설정하고, 단면에 포함된 점들에 상기 추정 깊이를 맵핑하여 단면 정보를 생성한다. 제 S140 단계에서 수행되는 단면 추정부(240)의 기능은 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 단면 추정부(240)의 기능과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0081] 마지막으로, 새김 판별부(250)는 후보 새김 영역 추출부(230)로부터 입력된 후보 새김 영역의 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이를 2차 곡선으로 근사화하고, 단면의 깊이와 2차 곡선 간의 오차를 이용하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별한다(S150).

[0082] 이 때, 새김 판별부(250)는 단면 정보로부터 얻어지는 단면의 깊이 그래프를 동일한 범위로 스케일링 후, 다항 회귀분석을 이용하여 2차 곡선으로 근사화하고, 단면상의 각 점에 대해서 단면의 깊이와 2차 곡선 간의 오차의 제곱의 평균을 구하여 상기 후보 새김 영역이 글자 새김 영역인지 또는 노이즈인지를 판별할 수 있고, 후보 새김 영역에 포함된 복수의 단면 각각에 대해서 오차의 제곱의 평균을 구하고, 복수의 단면들의 오차의 제곱의 평균이 사전에 정의된 문턱값보다 작으면 글자 새김 영역으로 판단하는 것이 바람직하다. 제 S150 단계에서 수행되는 새김 판별부(250)의 기능은 도 2 내지 도 9를 참조하여 설명한 단면 추정부(240)의 기능과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0083] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0084] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0085] 100:3D 스캐너

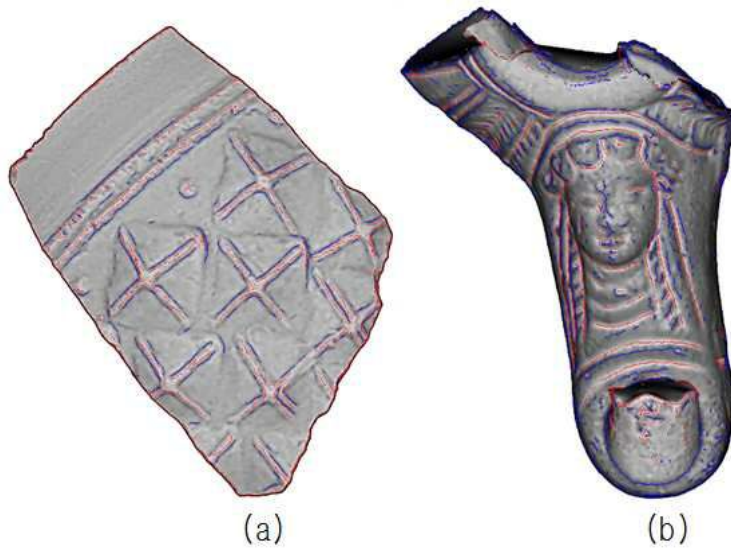
210:노이즈 제거부 220:깊이 추정부

230: 후보 새김 영역 추출부 240: 단면 추정부

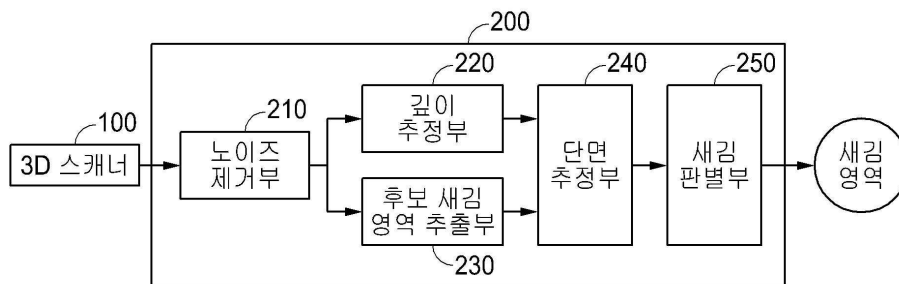
250: 새김 판별부

도면

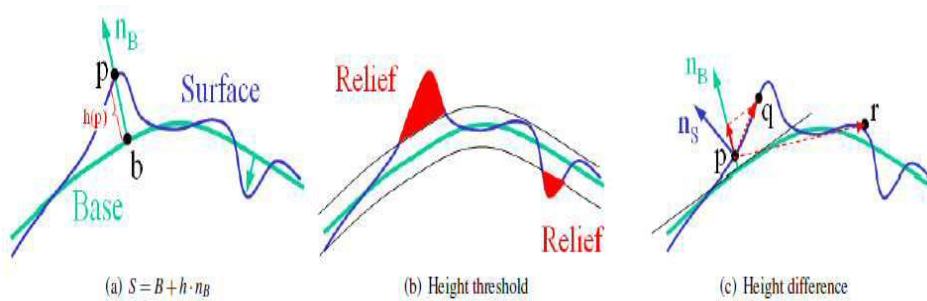
도면1



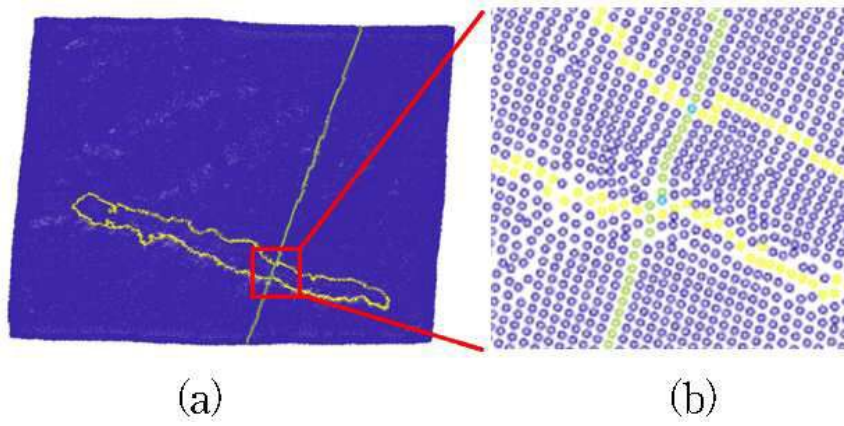
도면2



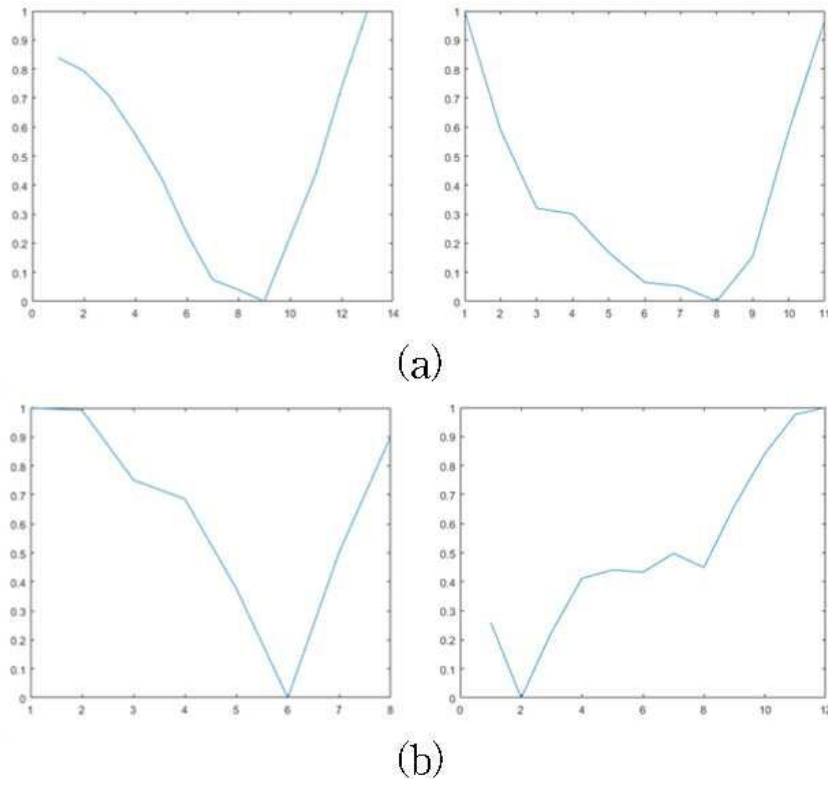
도면3



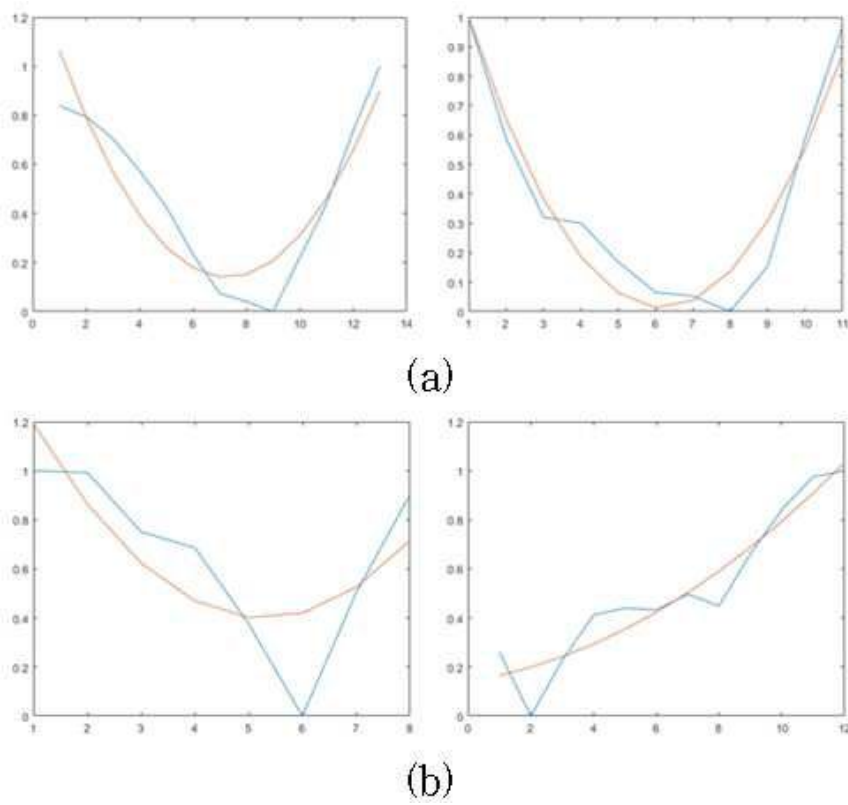
도면4



도면5



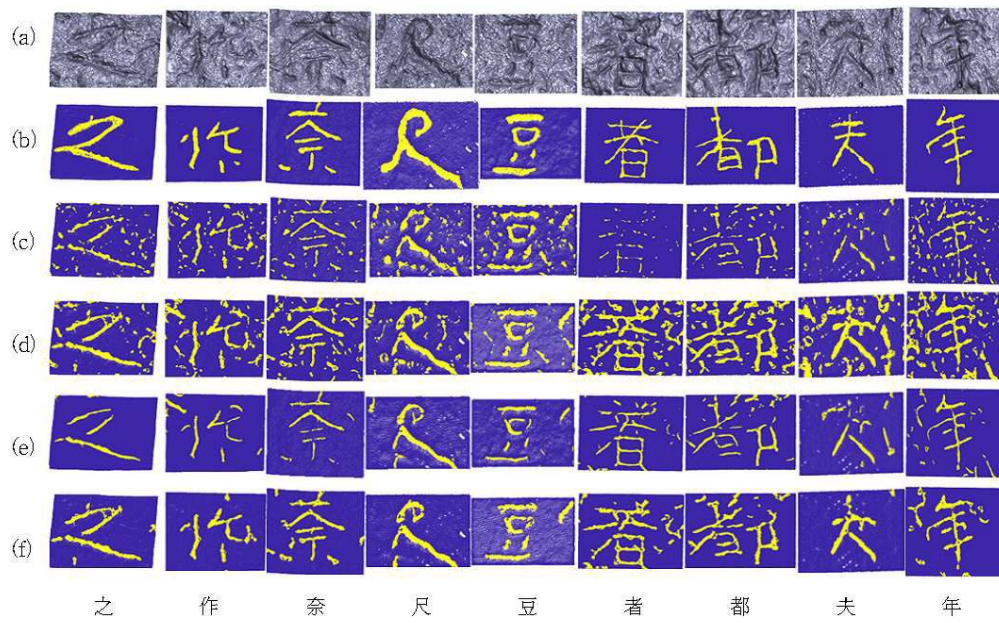
도면6



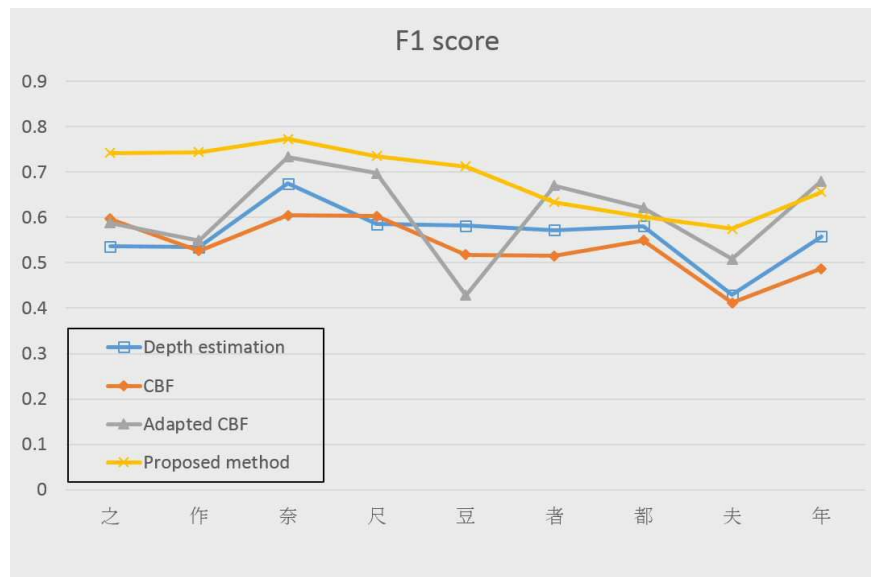
도면7



도면8



도면9



도면10

