

영역별 특성 기반 적응형 유물 윤곽선 검출

김동주, 허장, 반상우*

동국대학교 경주캠퍼스 전자·정보통신공학과

e-mail : hepheir@gmail.com, heojang3746@naver.com,

*swban@dongguk.ac.kr

Adaptive contour extraction of pottery relics by reflecting local spatial characteristics

Dong-Joo Kim, Jang Hur, *Sang-Woo Ban

Dept of Electronics, Information & Communication Engineering,

Dongguk University, Gyeongju

요 약

발굴 유물 도면화 작업을 위한 유물(고배-높다리접시)의 윤곽선 자동 검출 모델을 제안한다. 고배 유물이 갖는 내/외부, 정면/단면 등의 영역별 특성을 반영하여 왜곡된 윤곽검출 또는 부적절한 윤곽검출을 개선하기 위해 유물의 영역별 특성을 적절히 표출할 수 있는 적응형 윤곽검출 알고리즘을 제안하고, 실험을 통해 성능이 우수함을 보인다.

1. 서론

매장문화재법에 의거하여 매장문화재 발굴 종료 후 2년 이내 발굴결과에 대한 보고서를 제출하여야 한다. 발굴결과 보고서에는 유물에 대한 실측 도면이 포함되는데, 유물의 도면화 작업은 숙련된 전문가의 육안 실측에 기반으로 하여 작성이 된다. 육안 실측에 의존한 도면화 작업과정에서는 실측 및 도면화 과정에서의 오류 및 주관적 표현으로 인한 오류 발생의 여지가 있다는 문제와 도면화 작업에 과도한 시간이 소요되는 문제가 있다. 한편, 유물 도면화 작업이 가능한 전문가 양성에도 많은 시간이 소요된다. 이를 개선하기 위해 최근에 3D 스캐닝과 영상처리소프트웨어 기술을 활용한 도면화가 시도되고 있다. 하지만, 유물 3D 스캔 영상으로부터 기존의 영상처리 소프트웨어로 구해진 도면화 작업 결과를 다시 수작업으로 보완하는데 상당한 시간이 소요되고 있다. 이는 어느 정도 수준의 유물 도면화 영상은 기존의 영상처리 소프트웨어에서 제공하는 영상처리 함수를 활용하여 어렵지 않게 구할 수 있으나, 유물 특성을 충분히 반영한 도면화 영상 추출을 위해서는 여러 가지 영상처리 기법의 조합적 적용 또는 도면화 작업 대상이 되는 유물의 특성을 제대로 반영할 수 있도록 하는 적절한 영상처리의 변인들을 적절히 설정해주는 유물에 특화된 영상처리 알고리즘 개발이 요구된다.

본 연구에서는 유물의 도면화 작업에 난이도가 높은 것으로 알려진 고배(높다리접시) 유물에 특화된 도면 영상 추출을 위한 영상처리 알고리즘을 제안한다. 유물의 내/외부, 정/단면 등의 영역별 특성을 제대로 반영하지 않아 발생하는 부분적으로 왜곡된 윤곽검출, 또는 부적절한 윤곽검출을 개선하기 위하여 유물의 영역별 특성을 고려한 적응형 윤곽 검출 영상처리 알고리즘을 통해 유물 도면화에

적합한 윤곽선 자동 검출 알고리즘을 제안한다.

2. 유물 윤곽선 검출 제안 모델

고배 유물 도면화는 일반적으로 고배 유물의 왼쪽 절반은 정면도로 표현하고 오른쪽 절반은 절단면도로 표현한다. 따라서 유물의 외부가 반영되는 도면의 왼쪽부분과 절단면 및 절단된 내부가 반영되는 도면의 오른쪽부분에 대한 윤곽선 검출을 위해서는 각각의 특성을 적절히 표현하는 영상처리 기법의 적용이 필요하다.

이를 위해, 제안모델은 유물의 3D 스캔 영상을 지정된 단면을 기준으로 3가지 영역(유물의 내/외부, 단면)으로 1차 분리한다. 1차 분리된 영상은 영역별 특성에 따라 2차로 분리되어, 각 영역별 영상 및 유물의 특성에 따라 최적의 알고리즘을 통해 유물 도면화에서 요구하는 정보를 보존하고 불필요한 부분은 효과적으로 제거하도록 한다.

(1) 깊이 기반 영역별 윤곽선 검출 알고리즘

고배 유물에 대한 3D 스캔 데이터로부터 획득한 깊이 정보를 활용하여 절단면의 깊이 값을 기준으로 유물 영상을 유물의 외부, 절단면, 내부로 분류한다. 그림 1은 유물의 깊이에 따라 분류한 영상을 표현한 것이다.



그림 1. 고배 3D 스캔 영상(좌)과 깊이기반 분할 영상

그림 2는 깊이 기반 영역별 윤곽선 검출을 위한 영상처리 과정을 나타낸 것이다. 노이즈 제거를 위한 가우시안

필터링 후에 절단면 내부에 존재하는 도면화에 불필요한 Blob 형태를 제거하기 위해 추가적으로 수학적형태학 연산인 열림(opening) 연산을 적용한 후 유물의 분리된 영역별로 OpenCV[1]에서 제공하는 contour함수를 이용하여 윤곽선을 검출한다.



그림 2. 깊이 기반 영역별 윤곽선 검출 과정

(2) 좌표기반 영역별 도면화 특징 추출

도면화 처리 대상이 되는 고배 유물의 경우 그림 3과 같이 유물의 특성에 따라서 4가지 영역으로 구분하여 유물의 특성이 상이하다. 좌표 표현으로 1사분면은 접시의 담는 부분인 내부를 포함하는 영역으로 기본적으로 문양이 없는 영역이며, 2사분면은 접시의 외부로써 문양이 있는 영역이며, 3사분면은 고배 다리 부분의 외부로 투창과 간단한 테두리 문양이 있고 4사분면은 다리 부분의 내부로 투창은 있으나 특별한 문양이 없는 영역이다. 이러한 영역별 특성이 적절히 표현될 수 있는 특징을 영상처리 기법을 통해 구하는 것이 중요하다.

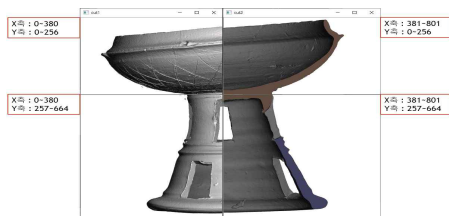


그림 3. 고배의 영역별 특성을 고려한 영역 분할

영역별로 도면화 관점에서 노이즈가 심한 부분, 노이즈가 덜 한 부분과 파손흔, 사용흔, 물레흔 등을 고려하여 도면화에 필요한 정보를 추출하고 노이즈는 제거할 수 있도록 유물 영역별로 상이한 영상 특징 추출 기법을 적용한다. 그림 4는 영역별 특성을 반영한 윤곽 특징 추출과정이다.

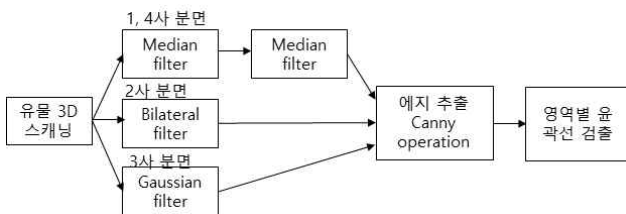


그림 4. 영역별 특성을 반영한 영상 특징 추출

고배 유물의 1, 4사분면은 유물의 내부에 있는 특이점 제거를 위한 median filter를 2회 연속으로 적용하며, 3사분면은 고배 다리 부분으로 특별한 문양이 없는 부분으로 영상을 부드럽게 하면서 노이즈를 제거할 목적으로 가우시안 필터를 적용하며, 2사분면의 경우 고배의 접시부분 외곽으로 문양 특징을 보존하면서 노이즈를 제거할 목적으로 bilateral filter를 전처리로 적용한다. 영역별 전처리

후에는 각 영역별 canny 연산자를 이용하여 에지를 추출한 후 contour함수를 이용하여 특징을 추출한다.

최종 고배 유물의 도면화 영상은 깊이기반 윤곽선 검출 결과와 좌표기반 영역별 도면화 특징 추출 결과를 통합하여 획득한다.

3. 실험결과 및 고찰

제안 모델은 파이썬 환경에서 구현하였다. 그림 5 (a), (b)는 각각 고배 유물 영상에 깊이 기반 영역별 윤곽선 검출 결과와 좌표기반 영역별 도면화 특징 추출 결과이다. 그림 5 (c)는 그림 5 (a), (b)결과를 통합하여 구한 유물의 영역별 특성을 반영한 고배 유물 윤곽선 검출 영상이다. 한편, 그림 5 (d)는 고배 유물의 영역별 특성을 고려하지 않고 유물에 전체적으로 동일한 전처리 후 contour함수를 적용한 결과 영상이다. 그림 5 (c)와 (d)를 비교하면 깊이 기반 윤곽선 검출의 장점(테두리 부분)과 좌표 기반 윤곽선 검출의 장점(내부 노이즈 제거)의 통합 방식이 기존의 전역적 윤곽선 검출 기법보다 향상된 결과를 보인다.

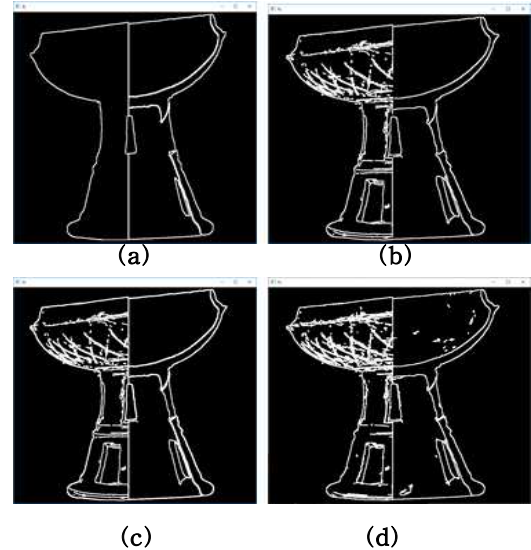


그림 5. (a) 깊이 기반 윤곽선 검출 영상, (b) 좌표 기반 윤곽 특징추출 영상, (c) (a)와 (b) 통합 영상, (d) 전역 윤곽선 검출 기법 적용 윤곽선 검출 영상

4. 결론 및 향후연구

고배 유물의 영역별 특성을 고려한 영상처리 알고리즘 개발을 통해 유물 도면화를 위한 효과적인 윤곽선 검출이 가능함을 보였으며, 향후 많은 유물 영상을 획득하고 이를 활용한 성능평가 및 검증 연구가 필요하다.

감사의 글

본 논문은 중소벤처기업부에서 지원하는 2018년도 산학연협력기술개발사업(No. S2661386)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

[1] "OpenCV API", <<https://docs.opencv.org/2.4/>>