

# 최소값 필터를 이용한 세라믹 영상에서의 결함 영역 검출

이민정 · 남지효 · 오흥민 · 김광백

신라대학교 컴퓨터공학과

## Fault Detection of Ceramic Imaging using Minimum Filter

Min-Jung Lee, Ji-Hyo Nam, Heung-Min Oh, Kwang Baek Kim

Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : min\_jung4964@naver.com, jh\_n01@naver.com, heliobye@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 세라믹 영상에서 사람의 눈으로 판단하기 어려운 결함 영역을 검출하기 위해 배경을 제거한 후에 지역 기반 오츠 이진화와 양방향 소벨 마스크를 적용하여 세라믹 영상의 윤곽선을 검출한다. 윤곽선이 검출된 영상을 수평으로 4등분하고, 각각의 영역에서 밝기 값이 변화는 지점을 탐색한다. 탐색된 좌표 중에서 최대 명암도 값을 이용하여 ROI 영역을 추출한다. 결함 영역 검출의 효율성을 높이기 위한 전 단계로 배경을 제거하기 위해 ROI 영역과 최소값 필터가 적용된 ROI 영역 간의 명암도의 차이를 이용하여 배경을 제거한다. 명암도의 차이를 통해 배경이 제거된 ROI 영역에서 개선된 명암 대비 스트레칭 기법을 적용하여 ROI 영역의 명암 대비를 강조한다. 명암이 강조된 ROI 영역에서 10mm, 11mm, 16mm, 22mm 영상의 결함 영역을 검출하기 위해 히스토그램 이진화 기법을 적용하여 결함의 후보 영역을 추출한다. 결함 후보 영역이 검출된 ROI 영역에서 미세 잡음을 제거하기 위해 중간값 필터와 침식과 팽창을 적용한 후에 최종적인 결함 영역을 검출한다.

제안된 방법을 8mm, 10mm, 11mm, 16mm, 22mm 세라믹 영상을 대상으로 실험한 결과, 제안된 검출 방법이 기존의 검출 방법보다 모든 mm 세라믹 영상에서 효과적으로 결함 영역이 검출되는 것을 확인하였다.

### 키워드

결함 영역, 윤곽선, 최소값 필터, ROI 영역, 히스토그램 이진화, 개선된 퍼지 이진화

## I. 서 론

비파괴 검사란 재료나 제품의 원형과 기능에 변화를 주지 않고 원하는 정보를 획득 할 수 있는 검사를 의미한다. 즉 재료나 제품에 대한 물리적 현상을 이용한 특수한 방법으로 검사 대상을 파괴, 분리 또는 손상을 입히지 않고 결함의 유무와 상태 또는 성질, 상태 내부구조 등을 알아내는 검사를 말한다. 비파괴 검사의 방법으로는 방사선 비파괴, 초음파 비파괴, 자기 비파괴, 칩투 비파괴, 와전류 비파괴, 누설 비파괴, 음향방출 비파괴 등 다양한 비파괴 검사 방법이 있으며, 세라믹의 경우 칩투 비파괴 검사 방법을 이용한다. 비파괴 검사의 목적은 재료와 제품의 원형을 변형시키지 않음으로서 제품의 신뢰도를 높이고, 원가 절감, 인력 단축, 철저한 품질 관리를 통한 제조기술 향상 등에 목적이 있다. 하지만 비파괴 검사를 통해 얻은 영상은 점검자의 육안 검사에 의한 수작업만을 통해 이루어지기 때문에 점검자의

주관이 개입되기 때문에 점검자의 경험에 따라 결과의 차이가 발생하여 제품의 신뢰도에 문제가 발생하며, 점검 시간, 많은 인력과 비용 등 다양한 문제가 발생한다[1].

따라서 본 논문에서는 비파괴 검사를 통해 획득한 세라믹 영상에서 결함 영역을 추출하는 방법을 제안한다.

## II. 본 론

### 1. 세라믹 영상에서 배경제거

본 논문에서는 8mm, 10mm, 11mm, 16mm, 22mm 세라믹 소재 영상에서 결함 영역 검출의 효율성을 높이기 위한 전 단계로 배경을 제거하는 방법을 제안한다. 세라믹 영상에서 배경을 제거하는 과정은 그림 1과 같다[2,3,4].

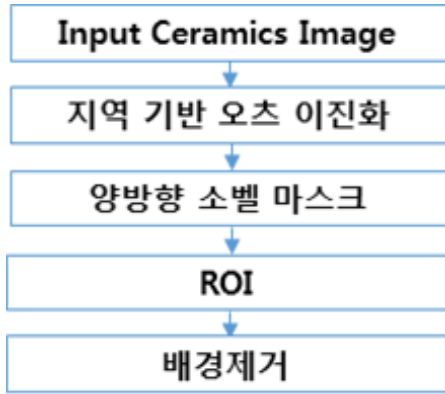


그림 1. 세라믹 소재 영상에서 배경제거 과정

2. ROI 영역 에서 결함 영역 검출

배경이 제거된 ROI 영역에서 결함 영역을 검출하는 과정은 그림 2와 같다.

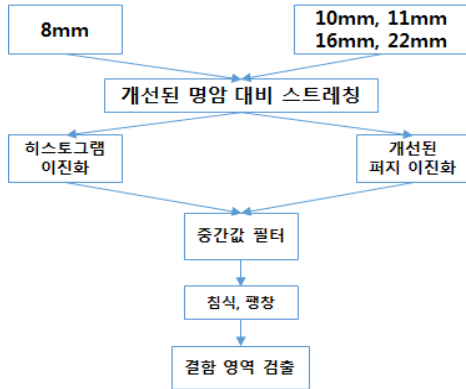


그림 2. 배경이 제거된 ROI 영역에서 결함 영역 검출 과정

배경이 제거된 ROI 영역에서 결함 영역 검출의 효율성을 높이기 위해서 개선된 명암 대비 스트레칭 기법을 적용한다. 개선된 명암 대비 스트레칭은 식(1)과 같이 구한다. 식(1)에서  $X_r$ 은 배경이 제거된 ROI 영역의 명암도 값을 나타낸 것이며  $X_{New}$ 은 스트레칭이 적용된 명암도 값이다.

$$\begin{aligned} &\text{if } X_r \geq 128 && (1) \\ &\text{then } X_{New} = X_r \times 0.5 \\ &\text{else } X_{New} = X_r \end{aligned}$$

10mm, 11mm, 16mm, 22mm ROI 영역에서 히스토그램 이진화 기법을 적용하여 결함 후보 영역을 추출한다[5]. 8mm 영상은 다른 영상에 비해 결함의 밝기값과 잡음의 밝기값이 유사하여 히스토그램 이진화를 적용한 경우에는 잡음 영역이 결함 영역으로 이진화가 되어서 결함의 후보 영역에서 결함 이외의 영역이 결함으로 검출되는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 8mm

영상에 대해서는 개선된 퍼지 이진화 기법을 적용하여 결함 후보 영역을 추출한다. 개선된 퍼지 이진화 기법에서  $\alpha_{cut}$ 은 식(2)와 같이 구한다. 식(2)에서  $n$ 은 높이,  $m$ 는 넓이이며,  $MD$ 는 평균편차를 나타낸 것이며,  $SD$ 는 표준편차를 나타낸 것이다.

$$MD = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} |\mu(x)_{ij} - \overline{\mu(x)}|}{n \times m}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} (\mu(x)_{ij} - \overline{\mu(x)})^2}{n \times m}} \quad (2)$$

$$\alpha_{cut} = MD/SD$$

$\alpha_{cut}$  이상이면 최대 밝기값, 미만이면 최소 밝기값으로 설정하여 이진화 한다. 결함 후보 영역에서 미세잡음을 제거하기 위해서 중간값 필터 기법을 적용한다. 중간값 필터가 적용된 ROI 영역에서 결함 영역을 복원하기 위해 침식, 팽창 기법을 적용하여 최종적으로 결함 영역을 검출한다.

III. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 세라믹 영상을 대상으로 결함 영역을 검출하기 위해서 Intel(R) Core(TM) i5-3337U CPU 8.00GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2015 C#으로 구현하였으며, 실험 표본은 서로 다른 비파괴 검사에서 획득한 8mm, 10mm, 11mm, 16mm, 22mm로 획득한 1360x1024 영상을 대상으로 실험하였다.

8mm 9장, 10mm 2장, 11mm 2장, 16mm 4장, 22mm 10장의 세라믹 영상을 대상으로 실험한 결과 기존의 결함 검출 방법보다 제안된 방법이 모든 mm 영상에서 비교적 정확히 결함 영역이 추출되는 것을 확인하였다. 기존의 결함 검출 방법과 제안된 결함 검출 방법 간의 검출 개수를 비교하여 표1로 나타내었다.

표 1. 결함 영역 검출 결과

	기존 방법	제안된 방법
8mm	5/9	9/9
10mm	3/3	2/2
11mm	x	2/2
16mm	x	3/4
22mm	x	9/10

제안된 방법으로 세라믹 영상에서 결함 영역을

검출한 결과는 그림 3과 같다.

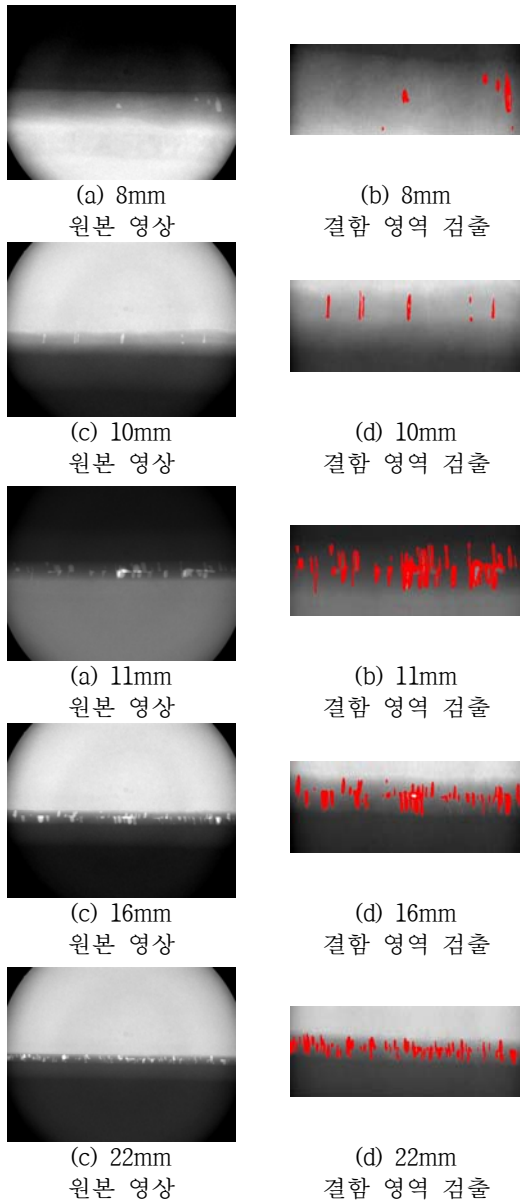


그림 3. 최종 결함 영역 검출

#### IV. 결론

본 논문에서는 비파괴 검사를 통해 획득한 세라믹 소재 영상에서 결함 영역을 검출하는 방법을 제안하였다. 양방향 소벨 마스크 기법을 적용하여 ROI 영역을 추출한 후, ROI 영역에서 최소값 필터를 적용하여 배경을 제거하였다. 배경이 제거된 ROI 영역에 개선된 명암대비 스트레칭 기법을 적용한 후, 개선된 퍼지 이진화 기법과 히스토그램 이진화 기법을 적용하여 결함의 후보 영역을 추출

하였다. 결함 후보 영역에서 중간값 필터, 침식, 팽창 기법을 적용하여 최종적으로 결함 영역을 검출하였다.

향후 연구 과제는 제안된 방법을 개선하여 결함의 크기를 정확히 추출할 수 있는 Fuzzy SVM 방법에 대해 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 김광백, "ART2 알고리즘을 이용한 세라믹 영상에서의 결함 검출", 한국정보통신학회논문지, Vol. 17, No.11, pp.2486- 2491, 2013.
- [2] 김광백, "Blob Labeling 기법을 이용한 세라믹 영상에서 결함 검출", 한국정보통신학회논문지, Vol.19, No.1, pp.226, 2015.
- [3] 위키백과, "Otsu's method", [http://en.m.wikipedia.org/wiki/Otsu%27s\\_method](http://en.m.wikipedia.org/wiki/Otsu%27s_method).
- [4] 이철우, 정민영, EmguCV를 이용한 C# 디지털 영상처리, 도서출판 YOUNG, pp.144, 2011.
- [5] 홍동진, 차의영, "허프 변환과 최소제곱법을 이용한 세라믹 영상에서 결함 검출", 한국컴퓨터정보학회논문지, Vol.20, No.10, pp.23-29, 2015.