

개선된 ART2 알고리즘을 이용한 세라믹 영상에서의 결함 검출

이진무* · 이선미* · 박지현* · 우영운** · 송두헌*** · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터공학과

**동의대학교 멀티미디어공학과

***용인송담대학 컴퓨터게임학과

Fault Detection of Ceramic Imaging using Enhanced ART2 Algorithm

Jin-Moo Lee* · Sun-mi Lee* · Ji-hyun Park* · Young-Woon Woo** · Doo Heon Song*** ·

Kwang-Beak Kim*

*Dept of Computer Engineering, Silla University

**Dept of Multimedia Engineering, Dong-eui University

***Dept. of Computer Game & Information, Yong-in SongDam College

E-mail : jinmoo1016@nate.com, tkrhktjsal@naver.com, zo0oza@naver.com, ywwoo@deu.ac.kr,

mypham@hanmail.net, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 Ends-In Search Stretching 기법을 적용하여 명암 대비를 강조하고, 명암 대비가 강조된 영상에서 삼각형 타입의 소속 함수를 이용한 퍼지 이진화 기법을 적용한 후 그 다음 임의의 패턴 입력에 대해서도 효과적으로 특징을 분류하는 개선된 ART2 알고리즘을 이용하여 결함 영역을 검출한다.

제안된 방법을 세라믹 소재 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 방법보다 효율적으로 결함이 검출되는 것을 확인하였다.

키워드

End_in Stretching, 퍼지 이진화, 개선된 ART2 알고리즘

1. 서 론

비파괴 검사란 재료나 제품을 원형과 기능에 변화를 주지 않고 실시하여 원하는 정보를 획득할 수 있는 검사를 의미한다. 재료나 제품에 대하여 물리적 현상을 이용한 특수 방법으로 검사 대상물을 파괴, 분리 또는 손상을 입히지 않고 결함의 유무와 상태 또는 그것의 성질, 상태, 내부구조 등을 알아내는 모든 검사를 말한다[1].

비파괴 검사는 점검자의 육안 조사를 통한 수작업으로 이루어지고 있기 때문에 점검의 수행속

도와 자료의 저장에 많은 시간과 인력이 요구되며, 이러한 육안 조사는 점검자의 주관에 개입되며, 점검자에 따라 검사 결과의 차이가 있을 수 있으므로 신뢰도의 차이가 발생하게 된다.

그러므로 비파괴 검사를 통해 얻어진 영상에서 결함을 자동으로 추출하는 연구를 통하여 검사의 신뢰도를 향상시키고, 검사에 필요한 인력과 시간을 절약함으로써 검사의 질을 향상시킬 수 있다.

본 논문에서는 개선된 ART2 알고리즘을 적용하여 영상의 결함을 추출하는 방법을 제안한다.

II. 제안된 결함 검출 방법

본 논문에서는 명암도 차이에 따른 영역을 구분하기 위해 Ends-In Search Stretching 기법[2]을 세라믹 영상에 적용한다.

Ends-In Search Stretching 기법을 적용하여 명암대비 차이를 명확하게 한 후, 가장 밝은 값을 Max 로 어두운 값을 Min 으로 설정하고, Max 와 Min 의 1/2 값을 Mid , 1/4의 값을 α 로 정의하며, 삼각형 소속 함수의 구간을 [Low , $High$]로 설정한다. 소속 함수의 구간은 다음과 같이 구한다[3].

단계 1 :

$$\begin{aligned} \text{If } Mid > 128 \text{ Then } \alpha &= 255 - Mid \\ \text{Else } \alpha &= Mid \end{aligned}$$

단계 2 :

$$\begin{aligned} Low &= Mid - \alpha \\ High &= Max \end{aligned}$$

제안된 퍼지 이진화 방법에서 소속 함수 구간 [Low , $High$]에 대한 소속도는 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{If } (Low > P \text{ AND } Mid = 0) \\ \text{Then } u(P) &= 0 \\ \text{If } (Low \leq P \leq Mid) \\ \text{Then } u(P) &= \frac{P - Low}{Mid - Low} \\ \text{If } (Mid < P) \\ \text{Then } u(P) &= 1 \end{aligned}$$

소속 함수에서 구해진 소속도 $u(P)$ 를 0.5로 설정하였으며 소속도가 0.5이상이면 픽셀 값을 255로 설정 0.5미만이면 0으로 설정하여 Ends-In Search Stretching 기법이 적용된 세라믹 영상을 이진화한다[4]. 그림 1은 퍼지 이진화에 적용된 소속 함수이다.

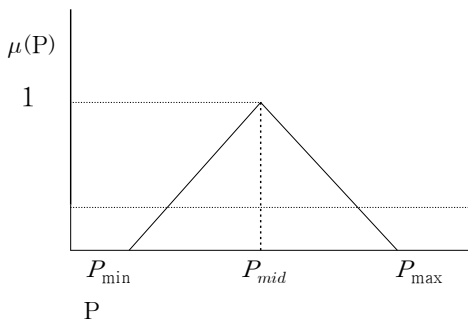
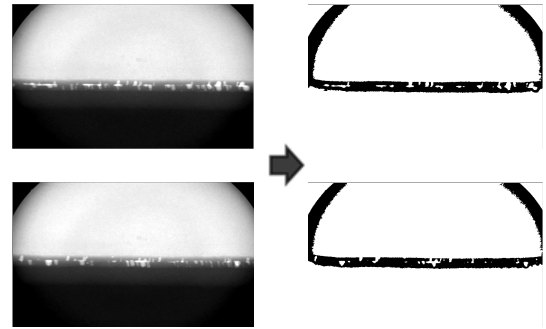


그림 1. 소속 함수

그림 2는 Ends-In Search Stretching 기법으로 명암 대비를 강조한 영상에 퍼지 이진화 기법이 적용된 영상이다.



(a) Ends-In Search Stretching 영상

(b) 퍼지 이진화 적용 영상

그림 2. 퍼지 이진화 적용 결과

퍼지 이진화 기법을 적용한 영상에 탐색 알고리즘을 적용하여 그림 2와 같이 경계선을 추출한 후, 상단에서 가장 많이 분포된 경계선의 높이 값을 Max , 하단에서 가장 많이 분포된 경계선의 높이 값을 Min 으로 설정한다. 그리고 $Max+20$ 값과 $Min-20$ 값을 이용하여 결함 구간을 설정한다.

기존의 ART2 알고리즘은 경계 변수 설정에 따라 클러스터의 수가 달라지는 단점이 있다.

그리고 경계 변수의 설정에 따라 학습과 인식 성능이 달라지는 문제점이 있으며 학습 시간도 많이 소요된다[5,6]. 이러한 경계 변수는 반복적인 실험을 통해 경험적으로 최적의 값을 설정해야 한다.

본 논문에서는 ART2 알고리즘의 경계 변수를 효율적으로 설정하기 위해 입력 패턴들의 패턴셋을 설정하고 패턴 군집화 공간의 크기와 입력 패턴의 종류를 이용하여 경계 변수를 결정한다.

제안된 경계 변수 설정 방법은 패턴셋을 구성하여 패턴셋의 지름을 구한 다음 최대 경계 변수와 비교하여 가장 큰 패턴셋의 지름이 최대 경계 변수보다 클 경우에는 최대 경계 변수보다 작은 지름 중 가장 큰 지름을 경계 변수로 결정하고, 작을 경우에는 최대 경계 변수를 경계 변수로 결정한다. 개선된 ART2 알고리즘에서 경계 변수를 선택하는 과정은 그림 3과 같다.

III. 실험 및 결과분석

본 논문에서 제안한 방법은 Intel Core(TM) i7-2630QM 2.00GHz CPU와 4GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2010으로 구현하여 실험하였다. 실험 표본은 세라믹 소재로 비파괴 검사

IV. 결론

기존의 결함 검출 방법에서는 텅스텐과 융합불량의 결함이 명확하게 구분되어 검출되지 않았으나, 본 논문에서는 텅스텐과 융합 불량 결함을 명확히 구분하여 검출하는 방법을 제안하였다.

제안된 방법을 비파괴 세라믹 영상에 실험한 결과, 텅스텐 결함뿐만 아니라 융합불량의 다양한 결함이 검출되었다. 그러나 신경망 기법을 사용하였기에 결함의 검출 속도가 많이 소요되는 문제점이 발생하였다.

따라서 향후 연구 방향은 검출 속도를 감소시킬 수 있도록 개선된 ART2 알고리즘의 구조를 연구할 것이고 거리 기반 승자 뉴런 방식 대신에 무게 중심 기반 승자 뉴런 방식을 연구하여 세밀한 명암도에 대해서도 정확히 분류할 수 있는 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.kandt.or.kr>
- [2] 황선우, 이선미, 김광백, 우영운, "퍼지 이진화 방법을 이용한 세라믹 영상에서 결함 분석," 한국정보통신학회춘계 학술발표논문집, pp.215-218, 2012.
- [3] 황선우, 박효민, 우영운, 김광백, "퍼지 이진화와 가우시안 필터링을 이용한 세라믹의 결함 검출," 한국해양정보통신학회 추계 학술대회 논문집, pp.215-218, 2011.
- [4] 최경주, 변혜란, 이일병, "효과적인 이진화를 위한 영상개선기법의 정의 및 구현" 한국정보과학회, 26권, 2-B호, pp.284-296, 1999.
- [5] 김광백, "효과적인 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식을 위한 퍼지 ART 알고리즘," 한국통신학회 논문지, 28권, 5C호, pp.486-492, 2003.
- [6] K. B. Kim, C. K. Kim, "Performance Improvement of RBF Network using ART2 Algorithm and Fuzzy Logic System," Lecture Notes in Artificial Intelligence, LNAI 3339, Springer, pp.853-860, 2004.
- [7] 박성열, 김성훈, 김광백, "ART2 알고리즘에서의 경계 변수 설정 방법," 한국컴퓨터정보학회, 16권, 2호, pp.31-34, 2009.
- [8] 김주혁, 한민수, 우영운, 김광백, "ART2를 이용한 세라믹 영상에서의 다양한 결함 검출," 한국컴퓨터정보학회 춘계 학술대회 논문집, 2013.

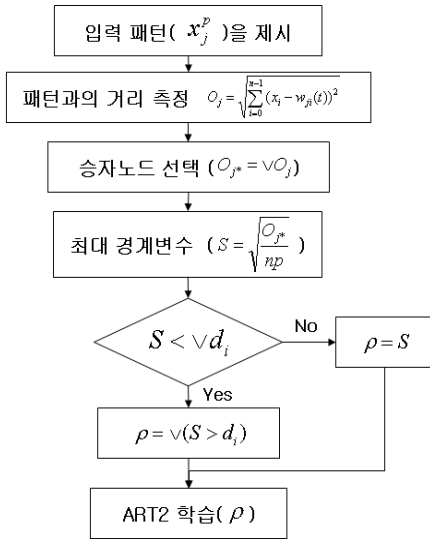


그림 3. 경계 변수 선택 순서도

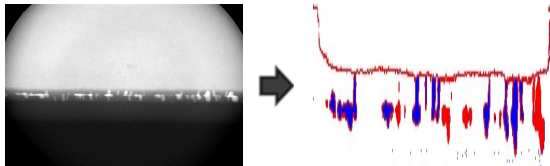
로 얻어진 16mm 크기의 영상을 대상으로 실험하였다.

세라믹 결함의 종류에는 기공, 텅스텐, 융합불량, 균열 등의 결함이 존재하는데 본 논문에서 제안된 방법은 영상에서 텅스텐과 융합 불량을 검출하였다.

표 1은 본 논문에서 검출한 결함의 종류를 나타내었다. 그림 4는 제안된 결함 검출 방법의 결과를 나타내었다.

표 1. 결함의 종류

색상	결함 종류
빨강색	텅스텐
파랑색	융합불량



(b) 제안된 방법의 결함 검출 결과

그림 4. 결함 검출 결과 비교