

항공 갑판의 비파괴 검사를 이용한 개선된 결함 검출

홍동진* · 채병주* · 조재현** · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터공학과

**부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과

Enhanced Detection of Flaws by using Non-Destructive Testing of Air Deck

Dong-jin Hong* · Byung-joo Chae* · Jae-Hyun Cho** · Kwang-Baek Kim*

*Dept. of Computer Engineering, Silla University

**Dept. of Computer Engineering, Catholic University of Pusan

요 약

본 논문에서는 항공 갑판의 비파괴 검사 영상에서, 조직의 이상이나 결함의 정도를 검출하는 기존의 방법보다 결함 검출의 정확도를 개선한 방법을 제안한다. 제안된 결함 검출 방법은 결함의 윤곽선을 추출하기 위하여 라플라시안 필터링 기법을 적용하여 윤곽선을 추출한다. 라플라시안 필터링 기법을 적용하여 윤곽선을 추출할 경우에는 결함 이외의 다른 객체들의 윤곽선도 검출된다. 따라서 본 논문에서는 이진화 기법과 팽창 연산을 적용하여 결함의 후보 객체들을 연결한다. 그리고 Grassfire 라벨링 기법을 적용하여 잡음을 제거하고 팽창 연산과 침식 연산을 이용하여 결함 후보 영역의 크기를 조정한다. 크기가 조정된 결함 후보 영역을 기반으로 원 영상에서 결함 후보 영역을 추출한다. 결함 후보 영역에서 결함 영역을 추출하기 위해 결함 후보 영역의 명암 대비를 증가시키고 결함 후보 영역의 주변 정보를 이용하여 이진화한다. 이진화 된 영역에서 Grassfire 라벨링 기법을 이용하여 잡음을 제거하고 최종적으로 결함 영역을 검출한다. 본 논문에서 제안한 방법으로 항공갑판의 결함을 추출한 결과, 기존의 방법보다 항공 갑판의 결함을 추출하는데 효과적인 것을 확인하였다.

키워드

라플라시안 필터, 팽창연산, 침식연산, Grassfire, 명암대비, 이진화

1. 서 론

영상 처리 기법을 이용하여 결함을 검출하는 방법으로는 항공 갑판의 결함 검출 방법[1], 용접부 결함의 자동 검출[2], TCP / COF 반도체 패키지 불량 검사[3] 등이 있다. 하지만 이와 같은 방법들은 다양한 종류의 결함을 효율적으로 검출하지 못하고, 잡음 제거율이 미흡하다는 단점이 있다. 특히 기존의 항공 갑판 결함을 검출하는 방법에서는 잡음 제거가 효율적으로 이루어지지 않기 때문에, 결함의 영역이 정확하게 나타나지 않는다는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 라플라시안 마스크 필터링(Laplacian Mask Filtering) 기법[4]을 기반으로 한 영상 처리 기법을 적용하여, 다양한 종류의 항공 갑판에서

결함을 추출하고 효율적으로 잡음을 제거하는 방법을 제안한다.

II. 마스크를 이용한 결함 후보 영역 추출

제안된 방법에서는 항공 갑판의 방사선 비파괴 검사 영상[5]에서 결함의 후보 객체들을 탐색하고, 탐색된 객체들의 윤곽선을 추출하기 위하여 필터링 기법을 적용한다.

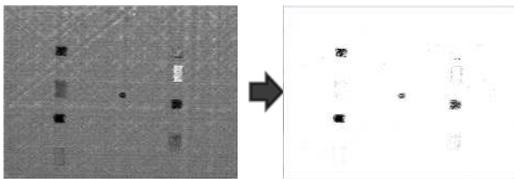
기존의 방법에서는 소벨 마스크 필터링 기법을 적용하여 결함 후보 객체들의 윤곽선을 추출하였다. 그러나 소벨 마스크 필터링 기법은 수직 방향 및 수평 방향 윤곽선보다 대각선 방향 윤곽선에 민감하다는 특징을 가지기 때문에, 대각선 방향의 잡

음을 결함 객체로 추출하는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 라플라시안 마스크 필터링 기법을 적용하여 결함 후보 객체들의 윤곽선을 추출한다. 라플라시안 마스크 필터링 기법에 적용되는 수식은 식 (1)과 같다.

$$h(x,y) = 4f(x,y) + \nabla^2 f(x,y) \quad (1)$$

식 (1)에 따라 라플라시안 마스크 필터링을 적용하여 결함 후보 객체들의 윤곽선을 추출한 결과 영상은 그림 1과 같다. 그림 1의 (a)는 원본 영상이며, (b)는 라플라시안 마스크 필터링을 적용하여 윤곽선을 추출한 결과 영상이다.

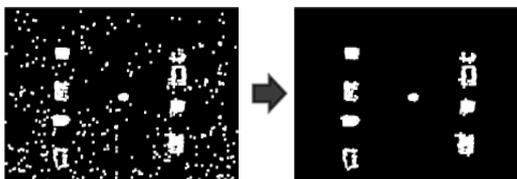


(a) 원본 영상 (b) 필터링 적용
그림 1. 라플라시안 마스크 필터링 적용 결과

라플라시안 마스크 필터링이 적용된 영상에서 결함 후보 영역을 추출하기 위해 임계치 이진화 기법을 적용한다.

임계치 이진화 기법을 적용한 영상에서 결함 영역들은 크고 작은 픽셀들의 군집 형태로 나타나기 때문에, 결함 후보 영역이 뚜렷하게 나타나지 않는다. 이러한 결함 후보 영역들의 형태를 세선화하기 위해 팽창 연산을 적용한다. 팽창 연산을 적용한 영상에 자기 호출을 이용하여 인접 요소를 라벨링(Labeling)하는 GrassFire 기법을 적용한다. GrassFire 기법을 적용하여 군집 형태의 픽셀들을 객체화하고, 크기 정보를 이용하여 일정 크기 이하의 객체를 잡음으로 간주하고 제거한다.

그림 2의 (a)는 라플라시안 마스크 필터링을 적용한 후, 이진화 기법을 적용한 영상에 팽창 연산을 적용한 결과 영상이고, 그림 2의 (b)는 Grassfire 기법을 적용하여 잡음을 제거한 결과이다.



(a) 팽창 연산 결과 (b) Grassfire 결과
그림 2. 팽창 연산과 Grassfire 결과 영상

Grassfire 기법을 적용한 영상에 팽창 연산을 적용한 후, 침식 연산을 적용하여 객체의 형태를 세선화한다. 잡음 제거 및 세선화된 영상에서 생존한 결함 객체들을 추출하기 위해서 Grassfire 기법을

적용하여 라벨링한다. 그림 3은 라벨링된 객체들의 상하 좌우 정보를 이용하여 객체의 영역을 추출한 결과이다.

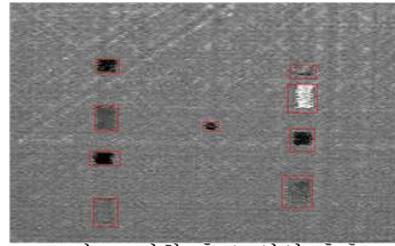


그림 3. 결함 후보 영역 추출

III. 결함 후보 영역 내에서 결함 추출

추출한 결함 후보 영역 내부에 존재하는 결함을 추출하기 위하여 식 (2)를 적용하여 결함 후보 영역 내부의 명암 대비를 강조한다.

$$g(x,y) = f(x,y) + ((f(x,y) - 128) * \alpha) \quad (2)$$

식 (2)에서 α 는 조정 값 상수로서 0.99로 설정하였다. 그림 4는 식(2)를 적용하여 명암 대비를 강조한 결과이다.

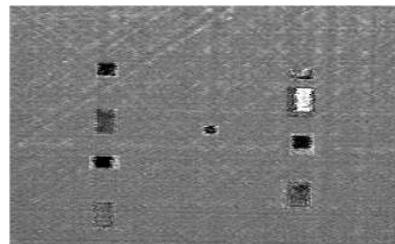


그림 4. 명암 대비 강조 영상

명암 대비를 강조한 영상에서 결함을 추출하기 위하여 결함 후보 영역에 평균 이진화 기법을 적용한다. 평균 이진화의 임계치는 결함 후보 영역의 상하 좌우로부터 3픽셀 이내에 위치하는 픽셀들의 평균값으로 설정한다. 그림 5는 평균 이진화 기법을 적용한 결과이다.

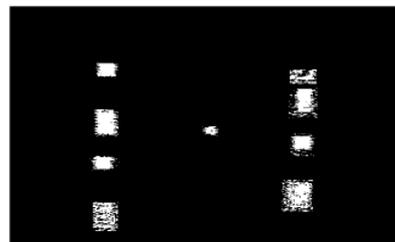
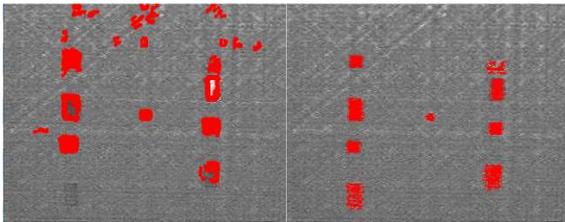


그림 5. 평균 이진화 적용 결과

평균 이진화 기법을 적용한 영상에 Grassfire 기법을 적용하여 잡음을 제거한 후, 생존 객체를 결합으로 추출한다.

IV. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel(R) Xeon(TM) 3.2GHz CPU 와 2GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 Visual C# 2008로 구현하였고, 실험 영상은 항공 감관을 비파괴 검사하여 얻은 영상들을 대상으로 실험하였다.



(a) 기존 방법 (b) 제안된 방법

그림 6. 항공 감관 결함 추출 결과

그림 6은 동일한 영상에 기존의 결함 추출 방법과 제안된 결함 추출 방법을 적용한 결과를 나타내었다.

기존의 방법[1]은 그림 6의 (a)와 같이 좌측 하단에 위치한 결함을 추출하지 못하고, 영상의 상단 부분에 위치한 잡음들을 결함으로 추출하였다. 그러나 그림 6의 (b)와 같이 본 논문에서 제안한 방법을 적용하여 항공 감관의 결함을 추출하는 경우에는, 좌측 하단의 결함을 정상적으로 추출하고 영상의 상단 부분에 위치한 잡음들도 효과적으로 제거된 것을 확인할 수 있다.

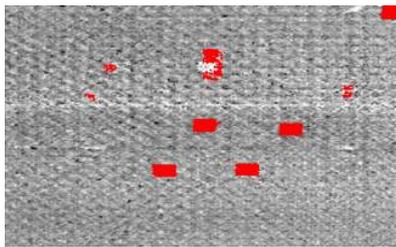


그림 7. 결함 검출 실패 영상

그림 7은 항공 감관의 결함을 추출하는데 실패한 영상이다. 영상의 중앙 상단 부분에 위치한 결함의 경우에는 결함 영역은 바르게 추출이 되었으나, 인접한 배경 픽셀들과 유사한 밝기 값을 가지기 때문에 효과적으로 추출되지 않았다.

V. 결 론

본 논문에서는 비파괴 검사를 통하여 획득한 항공 감관의 영상에서 효과적으로 결함을 추출하는 방법을 제안하였다.

항공 감관 영상에 라플라시안 마스크 필터링을 적용하여 윤곽선을 추출한 후, 임계치 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화 하였다. 임계치 이진화를 적용한 영상에 팽창 연산을 적용하여 결함 후보 객체를 세션화하였고, Grassfire 기법을 적용하여 잡음을 제거한 후에 영상을 라벨링하였다. 라벨링된 영상에 팽창 연산과 침식 연산을 적용하여 결함 후보 영역을 세션화 한 후에 Grassfire 기법을 반복 적용하여 결함 영역들을 객체화하였다. 추출된 결함 후보 영역들의 내부에 조정 값 상수를 적용하여 명암 대비를 강조한 후에 결함 후보 영역과 인접한 주변 픽셀들의 평균 값을 임계치로 적용하여 결함 후보 영역을 이진화하였다. 이진화된 영상에서 Grassfire 기법을 적용하여 잡음을 제거한 후, 결함 영역을 최종적으로 추출하였다.

제안된 결함 검출 방법을 비파괴 검사를 이용하여 획득한 항공 감관 영상에 적용한 결과, 기존의 방법보다 효율적으로 결함이 추출되고 잡음들이 제거되는 것을 확인할 수 있었다.

향후 연구 과제는 잡음을 제거하기 위해 사용한 Grassfire 알고리즘의 수행 시간을 단축하기 위하여 새로운 잡음 제거 알고리즘을 연구할 것이며, 신경망 기법을 적용하여 배경 영역과 결함 영역을 구분할 수 있는 양자화 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] 허의정, 강진화, 김광백, “비파괴 검사를 이용한 항공 감관의 결함 검출,” 해양정보통신학회 2010년 추계학술대회 논문집, 제14권, 2호, pp.193-195, 2010.
- [2] 김은석, 주기세, 장복주, 강경영, “영상처리를 이용한 용접부결함의 자동검출,” 한국해양정보통신학회 2009년 추계학술대회 논문집 제 13권 제5호, pp.944-951, 2009
- [3] 최환용, 최돈진, 이대중, 전명근, “디지털 영상처리를 이용한 TCP/COF 반도체 패키지 불량 검사 시스템 구현,” 한국지능시스템학회 2009년도 추계학술대회 학술발표 논문집 제19권, 2호, pp.3-360, 2009
- [4] 엄기복, 김용, 이규훈, 권순도, 윤석호 “종이 컵 내면불량 검사를 위한 영상처리 알고리즘 응용에 관한 연구,” 대한전기학회 하계학술대회논문집 D권, pp.2031-2849, 2002.
- [5] 황창규 “방사선비파괴검사기술(Ⅱ)” 대한기계학회지 제21권 제6호, pp.420-477, 1981.