

영상처리 기법을 이용한 철판 결함 검출 알고리즘 개발

Development of Defects Detection Algorithm on an Iron Plate using Image Processing Method.다.

안인석*,라제현**,김성용***
In Seok Anh, Je hun Ra, Sung Yong Kim

Abstract - The purpose of this research is to propose a system to detect a strip defect on a iron plate using an image processing, one way of finding defects on an iron plate. An existing way of image processing is using a light source which release a light energy in a certain frequency and a light absorbing display which responds to the light source. This research attempts to detect defects by using the image processing which handles an illumination, without depending on characteristics of light frequency. One of the advantages of this method is that it makes up for the weakness of the existing method which was too difficult for users to notice a defect. Also this method makes it possible to realize a real-time monitoring on a plate of iron.

Key Words :light source, illumination, image processing, detection of strip defects

1. 서론

본 논문은 철판 표면에 발생하는 결함을 검출하기 위한 방법으로 이미지 프로세싱 단계를 총 9단계로 분할하여 독립적인 쓰레드를 이용한 철판결함 검출 시스템을 제안하였다. 이 시스템에서 이미지 프로세싱 부하를 감소시키기 위해, 이미지 프로세싱을 총 9단계로 분할하였으며, 이들 작업(Task)들은 독립 쓰레드로 구성하여 이미지를 필터링하였다. 또 검출된 결함을 포함하는 작은 영역(Tile)만을 후순위 이미지 프로세싱 작업으로 전달하고 결함을 포함하는 작은 영역만을 사용하여 이미지프로세싱 작업을 수행한다. 그리고 카메라로 촬영된 이미지의 노이즈를 제거하기 위해 2차원 공간 영역(2-Dimension) 필터링 기법을 사용한다. 또한 실시간 수집되는 이미지의 결함을 검출하기 위해 무결함 기준 이미지를 사용하였다. 무결함 기준 이미지는 실시간 변화하는 현장상황에 대응하기 위해서 현재 수집되는 이미지를 이용해 만들었으며, 결함검출을 현재 이미지와 무결함 기준 이미지의 차(difference)만을 이용하여 검출을 단순화 하였다.

그리고 결함검출 과정에서 검출되는 노이즈에 의한 결함을 해결하기 위해 결함중첩검사 기법을 사용하였다. 이는 반사광, 부유물 등이 결함으로 잘못 판단된 것으로 결함중첩검사 기법을 이용해 한번더 이미지를 필터링하여 결함검출의 신뢰도를 높였다.

저자 소개

- * 準 會 員 : 위덕대학교 컴퓨터공학부 교수
- ** 準 會 員 : 위덕대학교 컴퓨터공학과 석사
- *** 正 會 員 : 위덕대학교 전기공학부 교수

2. 표면 결함 검출 시스템

2.1 시스템 하드웨어 구성

그림1과 같이 본 시스템은 크게 3가지 부분으로 구분된다. 첫 번째 철판의 표면 이미지를 수집하기 위해 고 해상도의 영상 획득 장치로 Dalsa사의 4M30 모델을 사용하였다. 선정된 4M30은 빛을 받아서 전기적 신호로 바꿔주는 수평 소자의 크기가 7.4um이고, 이는 각 이미지를 구성하는 화소(Pixel)의 크기가 되며, 화소의 크기가 작으면 작을수록 같은 평면을 촬영 시 더 정밀한 이미지의 획득이 가능하기 때문에 검출의 정확도를 높일 수 있게 된다. 또한 초당 62프레임까지 촬영이 가능하여 고속으로 움직이는 철판에 대해서도 효과적으로 대응한다.

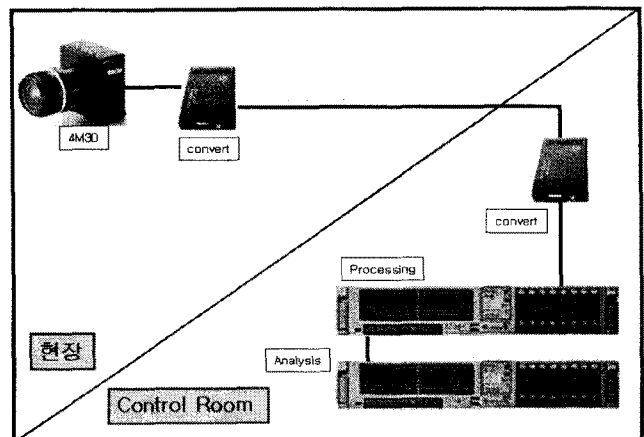


그림 1. 표면결함검출 시스템 구성도

두 번째 영상 획득 장치에서 수집된 이미지를 실시간 처리하기 위한 고성능 컴퓨터를 사용하며, 본 시스템에서는 HP에서 나온 DL380 G5 모델을 사용하였다. 세 번째 현장에서 수집된 이미지를 원거리의 컴퓨터에 손실 없이 전송하기 위한 장치로 이미지 전송장치를 이용하여 영상 획득 장치에서 컴퓨터로 데이터를 전송한다.

2.2 시스템 소프트웨어 구성

실시간 수집된 이미지를 처리하기 위해 소프트웨어를 9단계로 세분화 하여 구성하였다. 이렇게 결함검출을 위한 이미지 프로세싱을 여러 단계로 나누어 처리하는 이유는 이미지 프로세싱 과정에서 발생하는 부하를 효율적으로 처리하기 위함이다. 이를 위해 각 단계는 각각의 작업으로 나뉘고, 부하가 적게 미치는 작업들을 다시 묶어 쓰레드(Thread)로 구성하는 방법을 사용하였다. 그림 2와 같이 결함 검출을 위한 이미지 프로세싱은 총 9 단계로 나누어 처리하는데 각각의 단계는 다음과 같다.

- 1) 광 컨버터로부터 전송되어진 이미지를 빠짐없이 프로세스의 입력으로 전달하는 이미지 획득 단계.
- 2) 획득된 원이미지(Raw Image)로부터 철판의 끝을 찾아내는 철판경계검출 단계.
- 3) 경계검출로 찾아진 철판의 끝을 기준위치로 이동시켜주는 이미지 위치 이동 단계.
- 4) 실시간 획득되는 이미지의 결함을 검출하기 위한 배경이 되는 무결함 기준 이미지 생성 단계.
- 5) 기준이미지와 획득된 이미지의 차이를 이용하여 이미지상의 특이구간(Singularity Region)인 결함을 검출해내는 결함검출 단계.
- 6) 검출된 결함이 이미지 획득 시 잡음에 의한 일회성 결함인지, 시간에 따라 계속 진행되는 실제 결함인지를 판단해 내는 시간의 흐름에 따른 두 이미지를 이용한 결함중첩검사 단계.
- 7) 결함으로 확정된 이미지를 다시 필터링하여 결함의 정확도를 높이는 단계로 공간필터링 단계.
- 8) 결함의 발생원인 별로 분류하기 위한 결함으로 판정된 것들의 특성값을 추출해내는 결함 특성값 추출 단계.
- 9) 최종적으로 결함의 정보를 DB에 저장하는 단계.

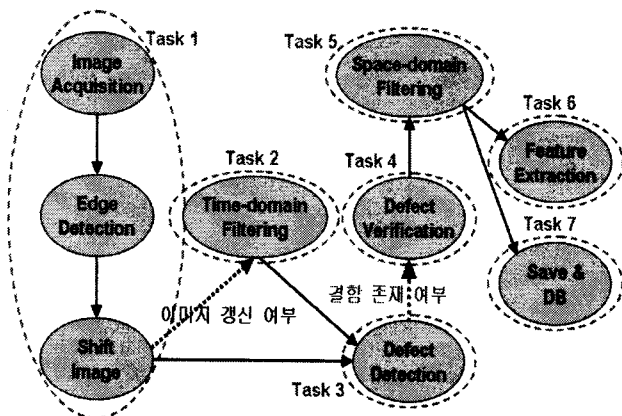


그림 2. 소프트웨어 쓰레드 구성도

3. 무결함 기준 이미지

무결함 기준 이미지는 결함 검출 시스템의 핵심으로 결함을 검출하기 위한 기준을 만드는 것이다. 이 기준은 공정 상황에 따라 시시각각 변화하는 철판 이미지의 상태에 적응하는 한편 결함 검출의 일정한 기준으로 삼을 수 있는 장점이 있다. 이 장점은 시간적 필터링 기법을 사용함으로써 시간적으로 변화하는 철판 이미지를 필터링하여 적용시키기 때문에 보다 신뢰할 수 있는 결함 검출의 기준이 된다. 본 시스템은 1초에 10프레임의 철판 이미지를 수집하도록 설계되어 있다. 이 수집 속도를 기반으로 10초 동안에 100프레임을 수집하여 무결함 기준 이미지를 생성하게 되며, 이 무결함 기준 이미지 생성 시간 동안에는 결함 검출을 수행하지 않는다. 또한 무결함 기준 이미지 생성을 위한 전처리 단계였던 이미지 획득, 철판 경계 검출, 이미지 위치 이동 단계를 통해 필터링해야 하는 이미지 구간을 일정한 크기로 정렬함으로써, 이미지에서 소실되는 구간이 발생하지 않도록 하였으며, 철판 영역의 화소가 1:1 매칭 되도록 처리하였다. 이와 같은 전처리 과정을 통해 보다 신뢰할 수 있는 무결함 기준 이미지를 생성하였다. 그림 3과 같이 실시간 수집된 철판 이미지를 바탕으로 생성된 무결함 기준 이미지이다.



그림 3. 무결함 기준 이미지

4. 철판 결함 검출 방법

4.1 시간영역 필터링 기법

시간영역 필터링 기법에서는 전 이미지와 후 이미지의 중첩 구간과 신규 이미지 구간의 처리에 대해서 기술하였다. 본 시스템에서는 실시간 획득되는 이미지의 소실구간을 없애기 위해 1초 동안에 10프레임의 이미지를 수집한다. 수집된 이미지는 공정속도에 따라 중첩구간 및 신규 이미지구간이 생성된다. 이렇게 생성된 신규 이미지구간의 크기를 이용하여 가장 이상적인 위치에 신규 이미지구간의 크기만큼을 고정적으로 필터링하여 결함을 검출하는데 사용한다. 이는 시스템에 발생하는 부하를 줄이고 효율적인 검출을 위해 사용된다.

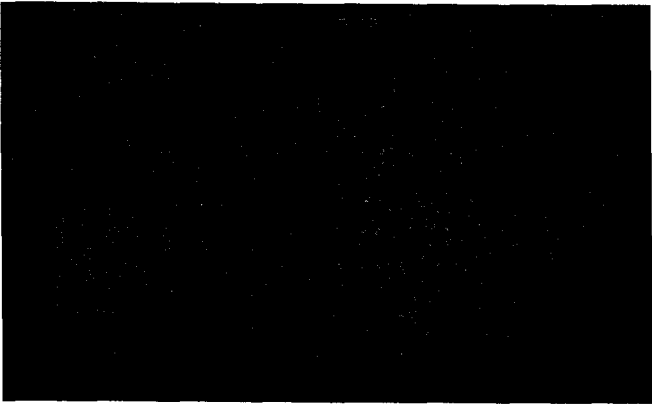


그림 4. 철판 표면 중첩구간

4.2 결함중첩검사 기법

결함중첩검사 기법은 결함검출 단계에서 검출한 결함 이미지를 다시 필터링하여 노이즈에 의해 발생한 결함을 제거하는데 사용한다. 이 기법은 시간영역 필터링 기법을 기반으로 상부의 신규 이미지구간과 하부 중첩구간을 기초 연산자를 이용해 필터링하여 노이즈 유무를 판단한다. 그림4와 같이 전 이미지와 후 이미지에 발생한 결함 구간을 확인 할 수 있다. 이 두 영역을 이진화 하여 팽창 연산자와 침식 연산자를 사용하여, 결함의 신뢰도를 높이고자 하였다.

4.3 공간영역 필터링 기법

공간영역 필터링 기법은 결함으로 판정된 영역의 정보를 정확하게 수집 하고자하는 기법으로 결함으로 표시되는 영역은 전체 이미지의 평균 수치 값과 값의 차이가 높은 영역으로 표시된다. 하지만 물리적으로 그런 상황은 불가능하다는 전제를 두고 결함 영역을 필터링하여 현실에 가까운 결함 정보를 획득하기 위해 사용한다.

5. 결 론

철판 표면에 발생하는 결함을 검출하는 방법으로 이미지 프로세싱을 사용하였고, 이에 수반되는 이미지 프로세싱 부하를 총 9단계로 분할하여 독립적인 쓰레드를 통한 철판결함 검출 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 영상획득 장치에서 수집되는 이미지를 이미지 프로세싱 기법만으로 실시간 결함을 검출하도록 하였으며, 획득한 이미지를 처리하는 과정에서 발생하는 이미지 프로세싱 부하를 적절히 분산하여 실시간 이미지 처리가 가능하게 하였다. 이미지 프로세싱 과정은 이미지의 크기에 따라 반복적인 연산을 수행한다. 이 연산과정 중 하나의 연산이 길어짐에 따라 프로세스의 다음으로 수행할 필터링작업 지연이 일어나며, 이는 다음 필터링작업의 지연으로 누적된다. 이를 막기 위해서 적절한 타이밍을 유지할 수 있도록 필터링작업을 9 단계로 나누고 이를 각각 쓰레드로 구성하여 여러 개의 프로세스에서 병행처리 함으로써 프로세싱 부하문제를 해결하였다.

또한 실시간 수집되는 이미지의 결함을 검출하기 위해 무결함 기준 이미지를 사용하였다. 무결함 기준 이미지는 시시각각 변화하는 현장상황에 대응하기 위해서 현재 수집되는 이미지를 이용해 만들었으며, 결함검출을 현재 이미지와 무결함 기준 이미지의 차만을 이용하여 검출을 단순화 하였다.

그리고 결함검출 과정에서 검출되는 노이즈에 의한 결함을 해결하기 위해 결함중첩검사 기법을 사용하였다. 이는 반사광, 부유물 등이 결함으로 잘못 판단된 것으로 결함중첩검사 기법을 이용해 한번더 이미지를 필터링하여 결함검출의 신뢰도를 높였다. 이렇게 수집된 정보를 바탕으로 결함 분류 과정을 거쳐 현장상황에 대응 가능하도록 DB화하는 작업이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 이대성, 주문갑, "쌍롤형 박판 구조공정의 박판 두께 제어," RIST 연구논문, 13권 3호, pp. 290-296, 1999.
- [2] 하영호, 남재열, 이용주, 이철희 공역, "디지털 영상처리," 2004, 도서출판 그린.
- [3] Ramesh Jain, Brian G. Schunck, Rangacher Kasturi, "McGraw-Hill Series in Computer Science Machine Vision," 1995, Computer vision.
- [4] 이기범, 허정현, 주문갑, "퍼지 시스템을 사용한 전기로 합금철 계량 제어," 한국지능시스템학회 논문지, 권 호, pp. 821-825, 2008.

지역혁신인력양성사업

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임