

# 고속 이동 판재의 자동 외관 검사를 위한 영상처리

## Image Processing Technique for an Automatic Inspection of the Surface Outlook of High Speed Moving Plate.

부 광 석\*, . 임 성 현\*\* 조 현 춘\*\*\*

\* 인제대학교 기계자동차공학부

(Tel : 81-055-320-3182; Fax : 81-055-324-1723 ; E-mail : [mechboo@ijnk.inje.ac.kr](mailto:mechboo@ijnk.inje.ac.kr))

\*\* 인제대학교 기계자동차공학부

(Tel : 81-055-320-3165; Fax : 81-055-324-1723 ; E-mail : [lim74@hanmail.net](mailto:lim74@hanmail.net))

\*\*\* (주)항남 정밀 기술 고문

**Abstract:** A Plate type pipe is used for heat exchange in radiator of a vehicle. The pipe has several rooms through which water flows and heat is dissipated into outside. In the case that there are small holes, cracks or some scratches on the plate, the radiators lost their functions due to leakage. This may result in overheating of engine in a car. Thus, we need to perform the entire inspection of the plate type pipe in advance before assembling the radiator. In manufacturing process of the plate type pipe, the productive speed is very high and that may be performed continuously. So, there is no room to perform the outlook inspection by typical image processing techniques. This paper proposes a new method to inspect the outlook surface of the plate type pipe automatically with high speed. Especially, the sequential processing technique of an algorithm which detects defects on the surfaces of the plate type pipe is proposed for line scan camera which captures line image. To evaluate the inspection performance, a series of experiments is performed.

**Keywords :** Machine vision, Line scan camera, scene analysis, image analysis, automation

### 1. 서론

자동차의 라디에이터에 사용되는 열 교환용 파이프는 판형의 파이프로 내부의 액체와 외부의 찬 공기와의 열 교환을 통하여 엔진을 냉각하는 역할을 수행한다. 만일 이러한 열 교환 파이프에 미세한 구멍, 크랙, 또는 표면 스크래치(scratch)가 존재할 경우, 내부의 압력차로 인하여 누수현상이 발생하여 라디에이터로서의 기능을 상실하게 되고, 이로 인하여 엔진과열 등의 심각한 자동차의 기능 상실을 가져올 수가 있다. 이를 방지하기 위하여 라디에이터의 제조 공정에 앞서 판형의 파이프를 전수, 전량 외관 검사를 수행하는데 막대한 인력과 경비가 소요되고 있다. 판형 파이프의 제조는 압출로서 이루어 지므로 초 고속으로 수행되는데 반하여 외관검사는 오프라인으로 수동으로 수행하게 되어 공정의 균형이 맞지 않게 되고 공정의 생산 능력 또한 검사 공정에 종속적인 상태에 있다. 본 연구에서는 이러한 초고속 이동중인 판형 파이프의 외관검사를 자동으로 수행하기 위한 영상처리 기법에 대하여 연구 하였다. Line Scan 카메라를 이용하여 고속으로 이동하는 물체의 외관 형상을 획득한 후 구간별로 수행된 영상 정보의 성분과 정상 상태의 판형 파이프 외관의 성분을 비교함으로써 결함 유무와 종류를 판별하였다. Array 카메라 방식의 고속이동물체에 대한 오차를 줄인 Full frame shut 카메라를 사용하지 않은 이유는 16.666ms의 카메라 노출시간이 필요하므로 영상을 읽어들이지 못하며 가격면에서도 경제적이므로 Line Scan 카메라를 사용하였다. 제조 과정은 압출로서 이루어지므로 크랙 또는 스크래치 구멍 등이 생길 수 있으며 결함의 방향은 넓이 방향보다는 길이방향으로 넓게 발생하게 된다. 그러므로 길이방향의 정밀도 보다는 넓이방향의 정밀도를 더 올려줄 필요가 있었다. 실험에 사용한 Line Scan 카메라는 1K, 8bit 카메라이며 처리속도는 20MHZ이다. 시편의 넓이는 18mm 이므로 이론적으로 최대 측정할 수 있는 픽셀의 크기는 가로 세로 0.018mm 크기이며 처리속도는 20,000lines/sec이다. 실험은 외각을 제외한 800pixel 만 사용하였으므로 최대 0.023mm 까지의 크기를 측정할 수 있다. 영상의 저장방식은 크기를 줄이기 위해 헤더파일이 없는 RAW 파일을 사용하였다. 시편의 표면에는 일정한 간격과 모양의 줄무늬가 있으며 조명의 명도가 일정하지 않아 생기는 히스토그램의 불균일화가 발생한다. 이번 연구에서의 주된 문제는 고속으로 이동하는 물체의 실시간 영상처리 이므로 처리속도의 문제가 가장 큰 문제이다.

그러므로 Recursive Form 으로 이전 이미지에서 변화된 부분만을 이용하여 처리하는 알고리즘을 구사하였다.

### 2. 전처리 과정

우선, 노이즈가 발생할 수 있는 요건을 살펴보면 제품이 가지고 있는 무늬에서 발생하는 노이즈가 있으며 조명의 명도차이에 의한 히스토그램 불균일이다. 그림 1에서 보듯이 무늬는 길이방향으로 일정하게 나타나므로 결함이 없는 영상을 픽셀단위 빼기 연산을 하면 사라질 수 있다.

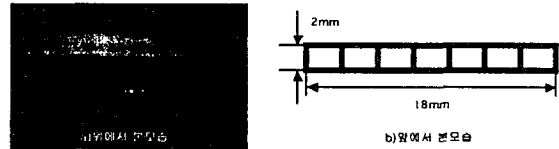


그림 1. 시편  
Fig 1. A plate type pipe

픽셀 단위 빼기 연산은 절대 값을 취하여 차이 값을 구하는 Absolute 연산방법을 취하거나 절대값을 취하지 않고 이미지에서 원하지 않는 값을 제거하는 Saturation 또는 Wrap 방법이 있다. 영상처리중 전처리 부분에서 많이 사용되며 원하는 정보만을 추출하기 위한 처리방법이다.

i) 픽셀단위 빼기(Absolute 연산방법)

$$Output(x, y) = |Image_1(x, y) - Image_2(x, y)|$$

ii) 픽셀단위 빼기(Saturation 또는 Wrap 방법)

$$Output(x, y) = Image_1(x, y) - Image_2(x, y) \quad (2)$$

디지털 이미지의 컬러 수는 제한되어 있다. 여기서 사용하는 RAW 파일 포맷은 256-Gray-Level 이미지이다. 이 이미지는 각 픽셀마다 0~255까지의 밝기 값을 표현할 수 있는데 이미지의 사칙연산을 구현하다 보면 255 값을 넘거나 0 값보다 작은 값이 나올 경우가 있다. 이러한 경우 이미지의 반전이 생기게 된다. 예를 들어보면 한 픽셀이 150 값을 가지고 있고 다른 픽셀 값이