

소성가공 분야에서 인공지능 적용을 위한 절단면 이미지 동기화 기법

박정민 김성규 이원곡 *배유석
한국산업기술대학교 컴퓨터공학부

e-mail : qkr123tn123@gmail.com, kkyu09gmail.com,
wongok99@kpu.ac.kr, *ysbae@kpu.ac.kr

Cutting Surface Image Synchronization Techniques for Artificial Intelligence Application in Plastic Processing

Jeong-min Park Seong-kyu Kim Won-gok Lee *You-seok Bae
Computer Engineering
Korea Polytechnic University

요 약

뿌리산업(소성 가공업)의 노후화된 업무 운영방식으로 인해 전문인력의 고령화, 생산현장 노하우 전수의 어려움, 작업 보조 미숙련 작업자의 생산성 저하 등의 문제 등이 발생한다. 4차 산업혁명에 발맞춰 뿌리산업 분야에서도 인공지능기술을 적용하여 위의 문제를 해결하는 것이 트렌드이다. 본 논문에서는 소성가공분야에서 인공지능에 적용할 수 있는 이미지 전처리 기법을 영상처리를 통해 구현한다.

I. 서 론

절단 공정에서는 응력이 집중됨에 따라 결함이 발생하는데 이는 상당한 기술과 경력을 가진 숙련자의 영역으로 일반 작업자나 기술자가 관리하는 것은 사실상 불가능하다는 문제점이 있다. 비전 센서로 수집한 절단면의 빅데이터를 이용하여 유의미한 데이터를 뽑아내거나 이를 AI(Artificial Intelligence)가 판독 후 예측하면 생산성을 향상과 품질의 표준화를 달성할 수 있다. 또한, 뿌리 기업으로 기능인력에 대한 의존도가 타 제조업 종에 비해 높은 편이며, 고령화가 지속해서 진행 중이기 때문에, 본 프로젝트를 통한 스마트도제 시스템의 적용이 시급하다. 본 논문에서는 RAW Data(비가공 데이터, 6024x4024, ARW형식)를 기반으로 필요한 측정값을 뽑아내고 측정값을 기반으로 딥러닝 기술의 적용을 위해 데이터의 동기화를 구현하였다.

II. 본론

본 논문에서는 구현환경, 프로세싱 과정, 사용된 영상처리 기법, 이미지 동기화 알고리즘 순으로 기술한다. 프로그램 구현에 사용한 환경은 다음과 같다.

프로그램 및 라이브러리	Version
Windows	10
Python 3	3.8
Open CV	4.0.1
Rawpy	0.16.0
Numpy	1.20.3
Imageio	2.9.0
PyQt5	5.15.4

이미지 프로세싱 과정은 절단 봉의 모양과 검출하는 Contour 작업과 회전각을 알아내는 이미지 동기화 작업으로 나뉜다. 프로세싱 과정은 다음과 같다.

과 같다.

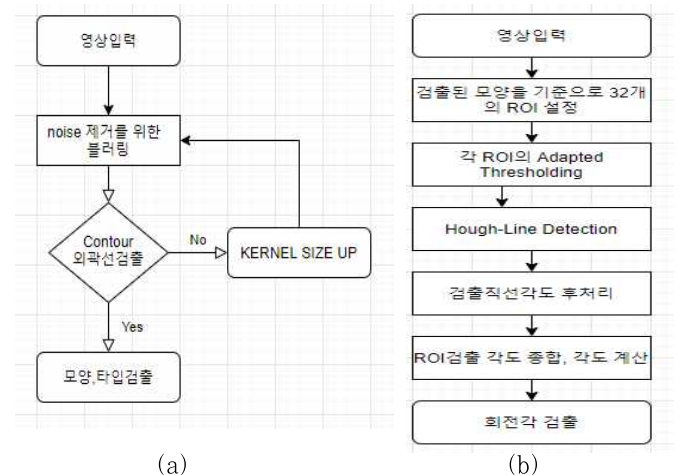


그림 1. (a) Contour 기법 흐름도
(b) 이미지 동기화 흐름도

소성가공에서 tool 절삭으로 나온 절단 봉의 절삭 면에는 tool에 의해 만들어진 패턴이 남아있다. 절삭 면 이미지는 아래와 같다.

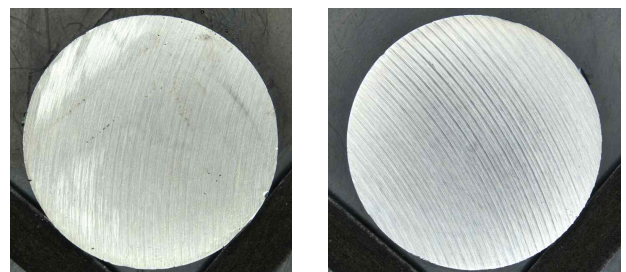
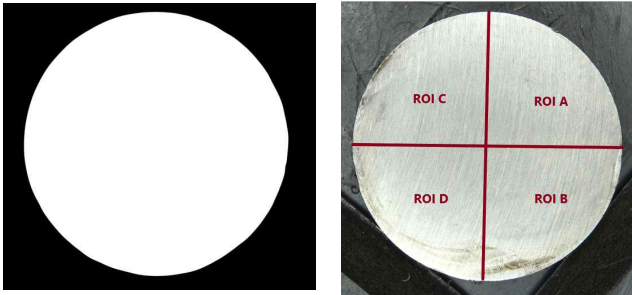


그림 2. 절단봉 RAW 데이터

본 논문에서는 아래의 기법을 사용해 tool 마모도, 픽셀 밝기 등의 절삭 및 수집환경에 따라 차이가 있는 절삭 면을 일정한 패턴으로 동기화하고 특징을 추출할 수 있도록 구현되었다.

2.1 Contour

이미지의 배경과 절삭 면을 구분하여 각 사분면에 ROI(Region Of Interest) 설정을 하기 위해 사용하였다. blur 전처리를 통해 Contour의 정확도를 향상시켰다. [1]



(a) (b)
그림 3. Contour 기법으로 검출된 원(좌)
검출된 원을 바탕으로 설정한 ROI(우)

2.2 Adapted Thresholding

절삭 및 수집환경의 영향을 최소화하는 방법으로 사용하였다. 각 threshold 값을 얻는 방법으로 Otsu's Binarization (histogram 분석 후 중간값을 취하는 방식)을 활용하였다. [2]

2.3 HLD(Hough Line Detection)

평면 공간에서 에지로 판별된 모든 점을 이용하여 선분을 검출하기 위해 PHLD(Probabilistic Hough transform)을 사용하였다. [3]

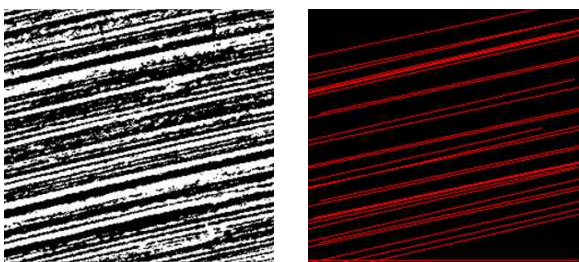


그림 4. Adapted thresholding 기법을 사용 후(좌)
PHLD 기법을 사용해 검출된 직선(우)

총 32개의 ROI(각 사분면당 8개)에서 PHLD 기법으로 검출된 직선의 각도에 따른 회전 방향을 분석한 결과 다음과 같은 동기화 알고리즘이 도출되었다.

(sumX: X사분면에 존재하는 8개의 ROI에서 검출된 직선 기울기의 합)

```
if abs(sumB)+abs(sumD) > abs(sumA)+abs(sumC):
    sumA+sumB+sumC+sumD 만큼 회전
else abs(sumB)+abs(sumD) > abs(sumA)+abs(sumC):
    180+sumA+sumB+sumC+sumD 만큼 회전
```

알고리즘을 적용하여 Test Data 542장을 검증한 결과 평균 3.3°, tool 마모 정도가 약할 때 최대 9.3°의 오차를 얻었다.

III. 결론

본 논문에서는 비전 센서로 수집한 영상을 분석하여 크기, 타입 등의 특징을 검출하고 이를 바탕으로 동기화에 필요한 회전각 검출 알고리즘을 구현하였다. 구현된 알고리즘의 장점은 noise나 절단 공구의 마모도 등 외부 환경의 영향을 최소화하고 일정한 성능을 낼 수 있다는 점, 평균적으로 약 3도가량의 낮은 오차를 보인다는 점이 있다. 구현된 기법은 소성가공 분야에서 인공지능 적용을 위한 전처리로 활용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

□ (국문) 이 논문은 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행된 연구임. (2021년 스마트공장 운영설계 전문인력 양성사업, 과제번호 : N0002429)

□ (영문) This research was supported by the KIAT(Korea Institute for Advancement of Technology) grant funded by the Korea Government(MOTIE : Ministry of Trade Industry and Energy). (No. N0002429)

참 고 문 헌

- [1] www.opencv.org
- [2] Nilanjan Dey 외, "Adaptive Thresholding: A comparative study", ICCICCT, pp. 1182 - 1186 Print ISBN:978-1-4799-4191-9, 2014
- [3] 황선규, OpenCV 4로 배우는 컴퓨터 비전과 머신러닝, 길벗, 2019
- [4] Wes McKinney, 김영근 역, 파이썬 라이브러리를 활용한 데이터 분석, 한빛미디어, 2019
- [5] Richard O.Duda외, 유현중 역, 패턴인식, ITC(Info Tech Korea), 2006