

산업용 로봇을 이용한 철강 부유물 인식 시스템

조승일* · 김종찬* · 반경진* · 김응곤*

*순천대학교 컴퓨터학과

Metal Impurity Recognize System using Industrial Robot

Seung-Il Cho* · Jong-Chan Kim* · kyeong-Jin Ban* · Eung-Kon Kim*

*Dept. of Computer Science, Sunchon National University

E-mail : seaghost@sunchon.ac.kr

요 약

철강용융아연욕의 상부와 하부의 부유물들을 모으는 방법과 이들을 용융 환원에 의해 회수하는 방안에 관련된 여러 가지 연구 및 특허기술 자료로 발표되고 있으나, 이제까지 현장에 적용된 작업 모델을 개발하지 못했다. 본 논문에서는 철강공정 인체유해 작업용 로봇이 영상에 기반한 부유물 인식을 위해 가장 효율적인 인식 알고리즘을 제안하였다.

ABSTRACT

Several researches and patents has been published on gathering impurity from both upper and lower places of melting zinc bath and collecting them using melting resolution, but they have never discovered work model applied in the field. This paper proposes an effective extraction algorithm for hazardous work robot that is designed to detect impurity in steel manufacturing process.

키워드

철강부유물, 인식, 레이블링 알고리즘

I. 서 론

합금화 용융아연 도금욕에서 발생하는 불순물인 드로스는 도금층에 혼입되거나 도금표면에 부착되어 도금표면의 품질을 저하시킨다. 일반적으로 합금화 용융아연 도금욕에 발생하는 드로스는 강판의 도금량 조절을 위해 사용되는 압축공기에 의해 아연이 산화되어 도금욕 표면에 떠 있는 상부 드로스는 도금욕 표면에 떠 있으므로 작업자가 기구를 사용하여 걷어냄으로써 항상 위험요인들이 발생한다. 철강공정 중 용융아연욕에서 발생하는 고열과 아연가루, 도금 공정 중 발생하는 제트기 소음으로 인해 작업자는 난청과 실족사고 등에 위험한 작업환경에 근무하고 있다. 이런 철강공정 중 인체에 유해하고 안전사고 발생 소지가 많은 용융아연욕 부유물 제거와 같은 위험한 작업의 인력 투입을 줄이고 사고 예방을 위한 로봇 개발이 필요하다. 용융아연욕 부유물 로봇의 부유물 제거 기능을 수행하기 위해서는 NIS(Network Interface System)에서 철강 공정

프로세스를 기반으로 프로세스 플랜을 생성한다. 일본, 독일, 미국 등의 여러 제철소에서 자동화를 위해 1980년대부터 꾸준히 연구 중이다. 용융아연욕의 상부와 하부의 부유물들을 모으는 방법과 이들을 용융 환원에 의해 회수하는 방안에 관련된 여러 가지 연구 및 특허기술 자료로 발표되고 있으나, 아직까지 현장에 적용된 작업 모델을 개발하지 못했다[1,2].

본 논문에서는 철강공정 인체유해 작업용 로봇이 영상에 기반한 부유물 인식을 위한 가장 효율적인 인식 알고리즘에 대해서 제안하였다.

II. 관련연구

2.1 핸드 트래킹 기법

Skin-Color를 통해 추출한 객체 영역에 대해 YCbCr 컬러 공간과 비교하여 Skin-Color 영역만을 지속적으로 추출한다. 또한 이동 배경에 대한 추적을 용이하도록 하기 위하여 칼만필터를 이용하여 핸드영역의 추적을 실시하였다. 칼만필터는

이동 물체의 움직임에 대한 정보가 칼만필터의 상태 인수들에 누적되어 저장될 수 있기 때문에 이동 물체의 추적에 많이 이용된다[3,4,5]. 칼만필터를 Skin-Color 모델의 갱신과 영역 분리를 위한 탐색영역의 제한에 사용하였다. 칼만필터는 시스템의 상태의 최적 예측인 선형 최소 오차(LMV:Linear Minimum Variance of error) 예측을 위한 순차적이면서 재귀적인 알고리즘을 제공한다. 먼저 상태 모델이 선형이라고 가정하고 식(1)와 같이 정의한다.

$$x(t) = \Phi(\Delta t)x(t - \Delta t) + w(t - \Delta t) \quad \text{식(1)}$$

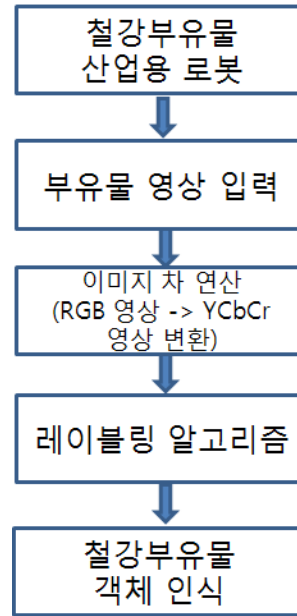
$x(t)$ 는 시점 t 에서의 시스템 상태를 나타내고 $\Phi(\Delta t)$ 는 상태 전이 행렬을 나타낸다. 이때 침식과 팽창 연산을 통해 핸드의 내부 영역을 채우고 노이즈를 제거하게 된다. [그림 1]은 이진화 데이터 영상을 이용하여 침식과 팽창 연산을 통해 핸드 내부 영역을 채우고 노이즈를 제거한 그림이다.



[그림 1] 이진화 데이터 영상 및 핸드 내부 영역 노이즈 제거 영상

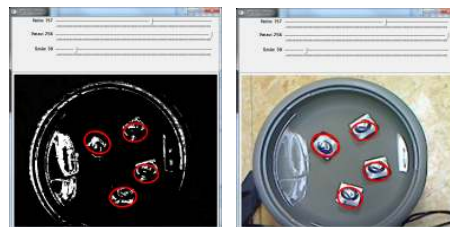
III. 철강부유물 인식 기법

철강부유물 인식에 있어서 윤곽 정보는 정말 중요한 역할을 한다. 윤곽을 얻기 위해서 레이블링(Labeling) 과정을 통하여 철강부유물들을 원하는 정보 단위로 묶고, 이렇게 레이블링된 철강부유물들의 윤곽을 얻어내어 객체들에 대한 정보를 알아낸다[6]. 그림 2는 철강부유물 인식 시스템 구성도를 나타낸다.



[그림 2] 철강부유물 인식 시스템 구성도

영상에서 관심있는 영역은 철강부유물이 되고 나머지는 배경으로 취급된다. 이진 영상을 이용한 물체인식은 명암값을 가지는 입력영상을 히스토그램 해석을 통해 흑백 영상으로 변환된다. 흑백으로 바꾼 영상에서 객체영역을 레이블링이라는 과정을 통해 각각의 물체를 구성하는 개개의 픽셀들을 하나의 영역으로 묶는다. 레이블링된 각각의 영역에 대해 크기나 구멍의 수, 경계 형상 등의 특징을 조사하여 인식하기 위한 자료로 사용된다. 레이블링은 인접하여 연결되어 있는 모든 화소에 동일하나 번호를 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 번호를 붙이는 작업이다. 레이블링된 후에는 서로 연결된 인접화소 영역은 픽셀들의 값이 동일한 하나의 번호로 레이블링되어 나타나며 다른 인접영역 성분은 또 다른 번호로 나타난다. 그림 3은 레이블링 알고리즘을 이용한 철강부유물 인식 결과화면을 나타낸다.



[그림 3] 철강 부유물 인식 결과

IV. 결론 및 향후과제

철강공정 중 용융아연욕에서 발산하는 고열과 아연가루, 도금 공정 중 발생하는 제트기 소음으

로 인해 작업자는 난청과 실족사고 등에 위험한 작업환경에 근무하고 있다. 이런 철강공정 중 인체에 유해하고 안전사고 발생 소지가 많은 용융아연욕 부유물 제거와 같은 위험한 작업의 인력 투입을 줄이고 사고 예방을 위한 로봇 개발이 필요하다. 그리고 철강부유물 높은 인식율이 필요하다.

본 논문에서는 철강부유물 인식하기 위하여 입력된 RGB영상을 YCbCr 영상으로 변환한 레이블링을 실시했다. 레이블링(Labeling) 과정을 통하여 철강부유물들을 원하는 정보 단위로 묶고, 이렇게 레이블링된 철강부유물들의 윤곽을 얻어내어 객체들에 대한 정보를 알아낸다.

향후과제는 본 시스템을 응용하여 인식율을 향상시켜서 다른 객체 검출에도 적용 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] 진영구, "합금화 용융아연 도금욕의 불순물 제거에 관한 연구.", 한국표면공학회지, Vol. 31, No. 6, Dec.1998.
- [2] 이형석, 김기석, "DEA 모형을 이용한 한국 철강 산업의 효율성 분석," 한국콘텐츠학회논문지 Vol.7, No.6, 2007.
- [3] 반경진, 김중찬, 김경옥, 김응곤, "핸드트래킹을 이용한 Markerless 시스템," 해양정보통신학회, 종합학술대회논문집 2010 춘계, 14권, 1호, 2010.
- [4] Paul Viola, M.Jones. "Robust real-time object detection." International Conference on Computer Vision, 2001.
- [5] 나종원, 강대욱, 배종성, "색상정보와 AdaBoost 알고리즘을 이용한 얼굴검출" 해양정보통신학회 논문지, 제12권, 제5호, pp.843-848, 2008.
- [6] 김형균, 정기봉 "YCbCr정보와 아다부스트 알고리즘을 이용한 실시간 얼굴검출 시스템" 한국 컴퓨터정보학회 논문지 제13권 제5호, pp.19-26, 2008.