

머신비전 시스템을 이용한 스크랩 자동선별 연구

金燦旭, 李昇炫, 金倅久*
浦項産業科學研究院, POSCO*

Machine vision applications in automated scrap-separating research

Chan Wook Kim, Seung Hyun Lee, Hang Gu Kim*
Research Institute of Industrial Science & Technology(RIST), Pohang, Kyngbuk 790-660
Poahng Iron & Stee Co., Ltd.(POSCO), Pohang, Kungbuk, 790-360*

요약

본 연구에서는 색도인식이 가능한 머신 비전시스템을 설계 제작하고 제작한 시스템을 이용하여 철스크랩에 혼합되어 있는 Cu 스크랩을 자동으로 분리하는 시험연구를 행하였다. 머신비전 시스템은 크게 측정부, 이송부 및 ejector로 구분되며 CCD카메라, 광원 및 frame grabber로 구성된 측정부에서 이미지 프로세싱 알고리즘에 의해 이송되어 오는 스크랩 표면의 색도를 인식하게 된다. 또한 그 인식결과에 따라 I/O interface가 구성된 콘트롤러에 의해 에어노즐을 작동하도록 하여 임의로 지정한 특정한 표면색상의 스크랩만을 분리하도록 되어 있다. 본 시스템을 이용하여 철스크랩에 포함된 Cu스크랩의 분리시험을 행한 결과, 스크랩 이송속도가 15 m/min.에서 90% 이상의 분리효율을 나타내어 향후 분리효율의 고속화가 실현될 경우 산업적으로 적용가능성이 매우 높은 것으로 판단되었다.

주제어: 머신비전, 영상처리, 자동선별, 색도인식

Abstract

In this study, the machine vision system for inspection using color recognition method have been designed and developed to automatically sort out a specified material such as Cu scraps or other non-ferrous metal scraps mixed in Fe scraps. The system consists of a CCD camera, light sources, a frame grabber, conveying devices and an air nozzled ejector, and is program-controlled by a image processing algorithm. The ejector is designed to be operated by an I/O interface communication with a hardware controller. The sorting examination results show that the efficiency of separating Cu scraps from the Fe scraps mixed with Cu scraps is around 90 % at the conveying speed of 15 m/min. and the system is proven to be excellent in terms of its efficiency. Therefore, it is expected that the system can be commercialized in shredder firms, if the high-speed automated sorting system will be realized.

Keywords: machine vision, image processing, automated separating, color recognition

1. 서론

머신비전시스템(Machine Vision System : MVS)기술은 영상처리 및 분석을 행함으로써 획득된 영상데이터를 이용하여 모든 제조 및 생산공정을 제어하는 기술분야를 일컫는다. 머신비전 기술을 구현하기 위해서는 이미지 프로세싱, 컴퓨터 그래픽, 형상인식, 인공지능, 신경망등의 요소기술의 접목이 요구되며 최근 영상처리 기술의 비약적인 발전에 힘입어 산업전반에 걸쳐 급속히 응용이 되고 있는 추세이다. 그러나 대부분 영상처리의 적용분야는 자동차 생산라인의 안착불량, 이물질 분리, 색도불량 등 이미지를 이용한 검사분야¹⁻⁴⁾ 및 자동화기기의 제어, 로봇 등에 활용성이 높은 광학센서분야⁵⁾가 대부분으로 영상처리 기술을 소재에 적용한 연구 사례⁶⁾는 매우 드문상황이다.

본 연구에서는 소재의 표면색상을 인식하여 색도데이터를 취득하고 분석함으로써 그 결과에 따라 임의의 색상의 소재만을 선별하는 머신비전시스템, 즉 색도인식을 이용한 자동선별시스템을 설계제작하고 철스크랩에 혼합되어 있는 Cu스크랩을 선별하는 시험 및 분석연구를 행하여 전기로 제강업체 및 자동차 슈레더 공장 등 산업적용 가능성을 타진하고자 하였다.

2. 색도인식 자동선별시스템의 개요

2.1 영상처리에 의한 색도인식 및 판별

본 연구에서는 금속표면의 색도 데이터를 취득하고 분석하기 위하여 색도데이터 취득 알고리즘을 구성하고 Visual C++로 색도인식 및 데이터 프로세싱용 S/W를 제작하였다. Fig.1에서 보는 바와 같이 인식하려는 대상물체에 대하여 광원을 조사하면 CCD카메라에서 얻은 영상데이터(24 bit 칼라데이터)는 frame grabber를 통하여 컴퓨터로 보내게 되며 이때 더블버퍼링 기법을 사용하여 연속적인 영상 데이터를 full frame(640 × 480 픽셀)으로 디스플레이 영역에 전송하게 된다. 획득한 영상데이터는 image grab하여 RGB(red, green, blue)데이터화하며 보다 정형화된 색도데이터로 변환하기 위해서 RGB데이터를 HSV 데이터로 변환하였다. HSV 데이터는 데이터 처리과정을 거쳐 평균값 등이 계산되어 file로 저장이 되며 이를 레퍼런스로 하여 원하는 색상인지 여부를 판별하여 검출하고 그 결과에 따라 I/O 신호를 출력하여 Ejector를 구동하게 된다.

2.2 시스템의 구성 및 제작

시스템은 크게 측정부, 제어부 및 구동부로 구성되며 측정부는 색도를 측정하기 위한 구성요소로 자연광에 의한 영향을 제거하기 위하여 폐쇄된 공간내부를 암실구조로 하였으며 그 내부에 3CCD camera 및 조명기구가 설치되어 콘베어로 운송되어 오는 소재에 빛을 조사함으로써 반사되는 가시광의 파장을 분석하여 영상데이터를 컴퓨터로 전송하는 역할을 수행한다. 제어부는 시스템을 제어하는 콘트롤러와 컴퓨터로 구성되어 시스템의 모든 구성요소가 연동되도록 설계하였으며 측정부에서 측정된 색도데이터를 분석하고 모든 동작은 컴퓨터상의 메인화면에서 이루지도록 하였다. 구동부는 검출할 대상소재, 즉 본 연구에서는 스크랩을 이송하는 수단인 콘베이어와 선별용 에어노즐 분사기구로 구성되어 콘트롤러에서 송출한 신호에 따라 이송되어 오는 스크랩을 겨냥하여 에어를 분사하도록 설계하였다.

3. 실험방법

자동선별 시험을 하기 위해 시험용 스크랩을 정형 및 무정형 철스크랩 및 Cu스크랩을 준비하였다. 정형스크랩은 제강공장에서 조성분석용 샘플링 채취시편을 수거하여 가공하였으며 무정형 철스크랩 및 Cu스크랩은 자동차 shredder 공장에서 생산된 자동차 scrap을 회수하여 본 시스템의 규모에 적합하도록 5~6cm크기로 가공하였다. 철스크랩은 정형 및 무정형 각각 100개

씩, Cu스크랩은 50개를 준비하였다. 선별은 소재의 형상이 분리효율에 미치는 영향을 보기 위하여 정형의 철스크랩과 Cu스크랩을 혼합한 그룹과 무정형 스크랩과 Cu스크랩을 혼합한 그룹, 정형의 철스크랩과 무정형 철스크랩, Cu스크랩을 혼합한 그룹 등 총 3개 그룹으로 나누어 시험을 행하였다.

4. 실험결과 및 고찰

자동선별 시험은 먼저 에어노즐 분사기구의 반응시간 및 라인스피드를 결정한 연후에 행하였다. 반응시간은 반응간격, 복귀시간 및 인접검출 등 3가지 항목으로 구성되며 Fig.2의 메인화면 상에서 ms단위로 임의로 입력을 하여 조정을 하면서 최적의 조건을 도출하였다.

스크랩 자동선별시험은 3개의 그룹별로 철스크랩대비 Cu스크랩의 혼합비를 50%로하여 행하였으며 선별효율의 산출은 선별 후 철스크랩에 몇개의 Cu 스크랩이 혼합되는지를 계수하여 산술계산하였다. Table1.에 도출된 시험조건하에서 스크랩 그룹별로 자동선별을 행한 결과를 나타낸다. 정형의 샘플링 시편과 Cu 스크랩을 혼합한 그룹의 선별효율이 93%로 다른 두 그룹에 비해 선별 효율이 다소 높기는 하지만 거의 비슷한 선별효율을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 본 시스템의 에어노즐기구는 당초에는 채널당 한개의 에어노즐을 사용하였으나 정확도가 떨어져 선별효율이 60%이하로 저감하므로 이러한 문제를 해결하기 위하여 에어노즐을 2개사용하는 dual type으로 개선함으로써 노즐분사 시 스크랩에 분사하는 정확도를 높이고 또한 노즐의 높낮이를 적절히 조정함으로써 분사력을 스크랩에 집중케 하여 선별효율을 크게 향상시킬 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 scrap의 표면색상을 이용한 인식시스템을 개발하여 색도인식이 가능한 지를 평가하고 색도인식 시스템을 이용한 scrap분리 구동기구를 설계제작하여 색도인식 시스템과 연동하는 시험용 자동선별 시스템을 구현함으로써 향후 생산현장에 적용가능 할 것인지를 가늠하기 위하여 수행하였다. 색도인식성능 시험결과, 육안으로는 식별이 불가능한 소재도 색도인식 시스템을 통하여 충분히 구분이 가능함을 알 수 있었다. 또한 스크랩 자동선별시험 결과, 선별효율이 90%이상으로 매우 높게 나타났으나 이 결과는 거의 일정한 크기의 스크랩을 대상으로 한데 기인하며 또한 라인스피드가 15m/min.로 비교적 저속하에서 이루어져 얻어진 결과로 향후 인식효율향상을 위한 image grab기술, 데이터 프로세싱 및 이젝터기구 설계 등에 대한 후속연구 등을 통한 라인스피드의 고속화가 실현되는 경우, 자동차 슈레더 업체, 재활용업체 및 전기로 제강 업체 등으로의 산업화 적용 가능성이 매우 높은 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. C. Boukouvalas, F.D. Natale, G.D. Toni, J. Kittler, R. Marik, M. Mirmehdi, M. Petrou, P. L. Roy, R. Salgari and G. Vernazza, J. Mater. Proc. Tech., **82**, 179(1998).
2. D. Wang, J. Zou and Y. Yang, Proceedings of SPIE, **2899**, 637(1996)
3. D. Lee and R. S. Anbalagan, Proceedings of SPIE, **2622**, 573(1995)
4. F.Pla, J. M. Sanchiz and J. S. Sanchez, IEEE Symposium on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA, **2**, 541(2001)
5. J. M. Oestreich, W. K. Tolley and D. A. Rice, Mineral Eng., **8**(1/2), 31(1995)
6. J. E. Gebhardt, W. K. Tolley and J. H. Ahn, Miner. Metall. Process., **May**, 96(1993)

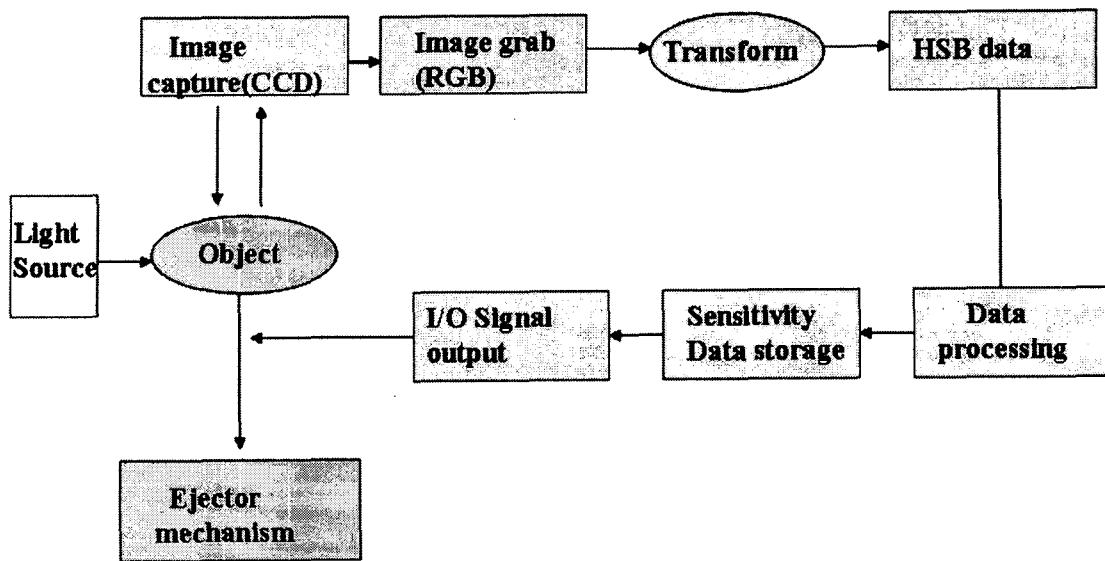


Fig.1 Block diagram of a separating process using color recognition method

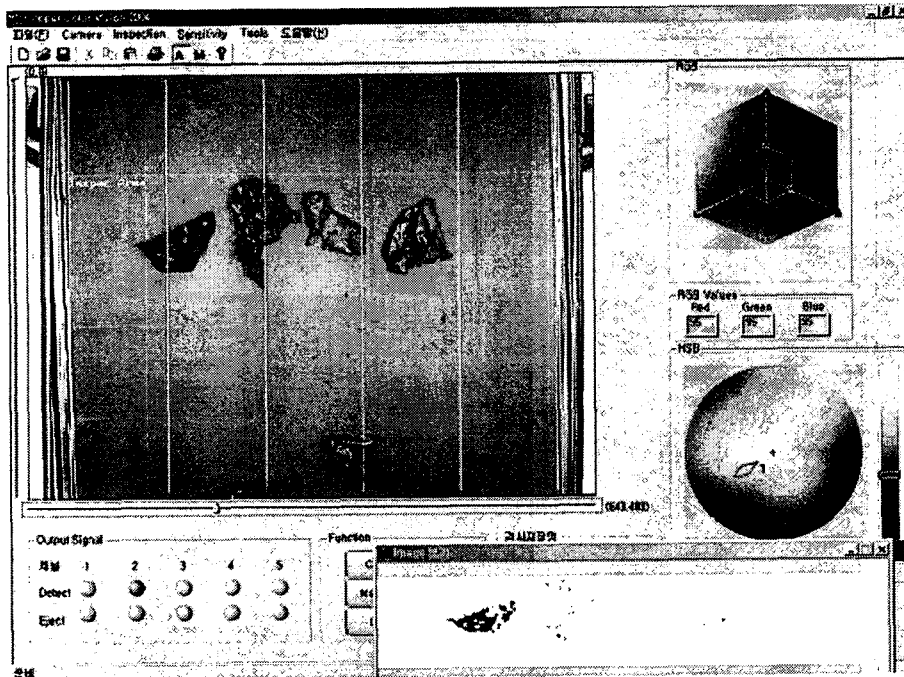


Fig.2 Schematic diagram of the proposed scrap-separating system

Table 1. Separating efficiency for scraps

Samples	Separating efficiency (%)
Fe scrap+Cu scrap	93
Shreddered Fe scrap+Cu scrap	90
Fe scrap +Shreddered Fe scrap + Cu scrap	90