

라인스캔 카메라 시스템을 이용한 스크랩 자동선별 연구

金燦旭, 金貞秀
浦項産業科學研究院

Automated scrap separating research using a line-scan camera system

Chan Wook Kim and Jung Sue Kim

Research Institute of Industrial Science & Technology(RIST), Pohang, Kyngbuk 790-660

요약

본 연구에서는 스크랩의 선별처리를 고속화하기 위한 방안으로 라인스캔 카메라를 이용한 색도인식 스크랩 선별시스템을 설계 제작하고 제작한 시스템을 이용하여 철 스크랩에 혼합되어 있는 Cu 스크랩을 자동으로 분리하는 시험연구를 행하였다. 스크랩선별 시스템은 크게 측정부, 이송부 및 ejector로 구분되며 이송되어 오는 스크랩 표면의 색도를 인식함으로써 임의로 지정한 특정한 표면색상의 스크랩만을 분리하도록 되어 있다. 또한 본 연구에서는 선별처리의 고속화에 대응하기 위한 최적의 광원을 도출하기 위하여 주파수 가변 광원시스템을 제작하고 이를 이용하여 최적의 광원을 도출하였다. 도출된 최적의 광원조건하에서 철스크랩중에 혼입되어 있는 Cu 스크랩을 분리하는 선별시험을 행한 결과, 스크랩 이송속도가 15 m/min.에서 90% 이상의 인식효율과 약 75%이상의 분리효율을 나타내어 향후 고효율의 ejecting 시스템이 구현된다면 산업적으로 적용가능성이 매우 높은 것으로 판단되었다.

주제어: 색도인식, 라인스캔 카메라, 광원시스템, 영상처리, 자동선별, 색도인식

1. 서론

색도인식 선별시스템은 영상처리 및 분석을 행함으로써 획득된 영상 데이터를 이용하여 검사 및 처리를 행하는 기술분야로 이를 구현하기 위해서는 이미지 프로세싱, 색도 및 형상인식, 제어기술 등 관련 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 스크랩 선별처리속도를 향상시키기 위한 방안으로 라인스캔 카메라 시스템을 이용한 스크랩 선별시스템을 제작하고 또한 선별처리 고속화에 따른 최적 광원을 도출하기 위한 기초연구를 행함으로써 산업적용 가능성을 타진하고자 하였다.

2. 색도인식 자동선별시스템의 구성

시스템은 크게 측정부, 제어부 및 구동부로 구성되며 측정부는 색도를 계측하기

위한 구성요소로 라인스캔 카메라를 및 frame grabber, 조명기구로 구성되었다. 본 연구에서는 스크랩처리 속도의 고속화 가능성을 탐색하기 위하여 주파수를 임의로 가변할 수 있는 광원장치를 설계제작하여 시스템과 연계하도록 함으로써 최적의 광원하에 콘베어로 운송되어 오는 스크랩에 빛을 조사함으로써 반사되는 가시광의 파장을 분석하여 영상데이터를 컴퓨터로 전송하도록 하였다. 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(Fig.1참조).

3. 실험방법

색도인식 선별기술을 상용화하기 위해서는 선별효율 뿐만 아니라 시간당 처리용량을 높여야 하므로 conveyor의 고속화에 따른 고주파 광원 개발이 성패의 관건이다. 본 연구에서는 주파수를 20KHz ~ 40KHz범위에서 1KHz단위로 가변할 수 있는 광원시스템을 제작하여 주파수별 광량 및 소비전력을 분석하고 또한 수입되는 광원시스템을 개발된 시스템과 비교분석하였다. 자동선별 시험은 광원시스템과 연계한 스크랩 선별시스템 (라인스캔 방식)을 이용하여 시험을 행하였다. 시험용 철 및 Cu스크랩은 자동차 shredder 공장에서 생산된 자동차 scrap을 회수하여 본 시스템의 규모에 적합하도록 5~6cm크기로 절단하여 시험을 행하였다.

4. 실험결과 및 고찰

주파수가변 광원시스템을 이용한 광원실험결과, 최적의 광원은 광량 및 소비전력측면에서 20-25KHz의 광원이었으며 할로겐 램프와는 달리 고주파 광원은 주변광원에 의한 영향이 매우 적었다. 또한 콘베이어상의 위치별 조도분포차이에 의한 영상데이터에 큰 영향이 없음을 알 수 있었으며 수입제품의 광원과 그 광특성면에서 유사한 결과를 얻을 수 있었다.(Fig.2참조) 자동선별 시험은 먼저 에어노즐 분사기구의 반응시간 및 라인스피드를 결정한 연후에 행하였다. 반응시간은 반응간격, 복귀시간 및 인접검출 등 3가지 항목으로 구성되며 시스템의 메인화면상에서 ms 단위로 임의로 입력을 하여 조정을 하면서 최적의 조건을 도출하였다.

스크랩 자동선별시험은 철스크랩, Cu스크랩, 철 및 Cu 혼합 스크랩 등 3개의 그룹으로 나누어 행하였으며 그룹별로 인식 및 선별효율을 산출하였다. 인식효율은 시스템의 메인화면상에서 자동 계수되는 수치를 이용하여 산출하였으며 선별효율은 선별 후 철스크랩에 몇개의 Cu 스크랩이 혼합되는지를 계수하여 산출산하였다. Table1.에 도출된 시험조건하에서 스크랩 그룹별로 자동선별을 행한 결과를 나타낸다. Table에서 보는 바와 같이 그룹별로 인식효율은 모두 94%이상으로 매우 높게 나타났으나 선별효율은 75%로 상대적으로 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이 결과는 인식성능은 매우 우수하나 선별메카니즘이 성능이 뒤떨어져 충분히 그 기능을 다하지 못하고 있음을 의미하며 향후 ejecting 시스템의 개선이 필요할 것으로 판단되었다.

5. 결론

본 연구는 Line scan camera를 사용하여 선별시스템을 개선 및 보완하여 실험을 행하였으며 Image capture 및 연산용 S/W를 개발하고 자체 설계제작한 주파수 가변광원시스템을 이용하여 최적광원을 도출함으로써 Line scan camera를 이용한 스크랩 선별처리 속도의 고속화가 가능함을 확인하였으며 향후 고정도의 ejecting시스템이 구현된다면 자동차 슈레더 업체, 재활용업체 및 전기로 제강업체 등으로의 산업적으로 적용가능성이 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)

Table 1. Separating efficiency for scraps

Samples	Recognition efficiency (%)	Separating efficiency (%)
Fe scrap+Cu scrap	96	-
Cu scrap	96	-
Fe scrap + Cu scrap	94	75

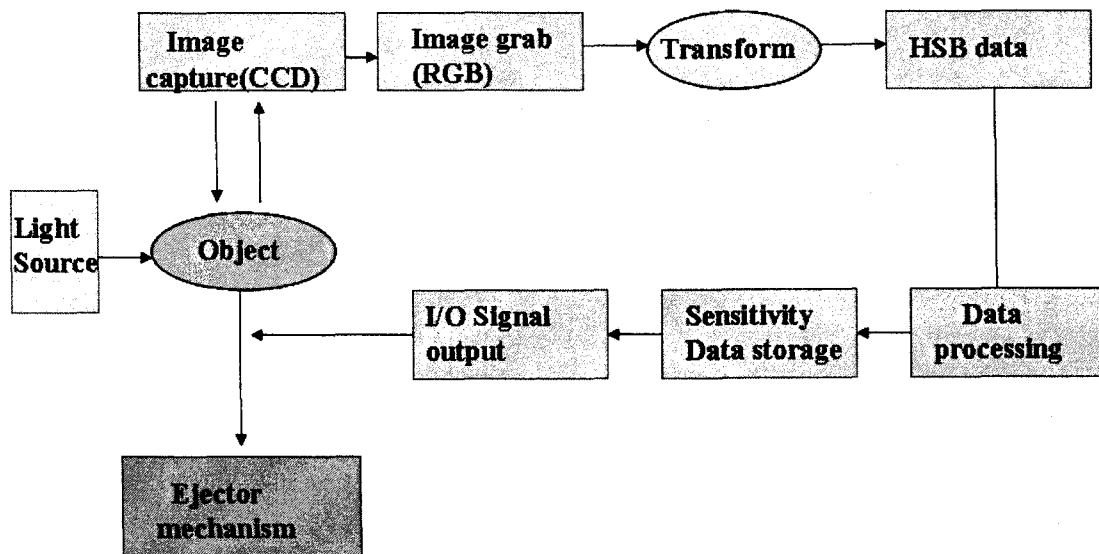


Fig.1 Block diagram of a separating process using color recognition method

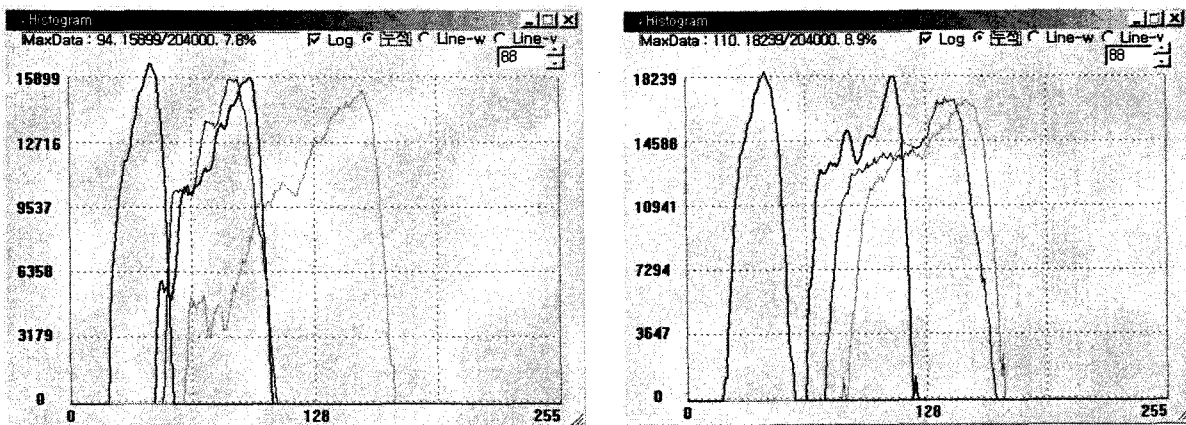


Fig.2 Comparison of a light source characteristics between the commercialized and the developed products (R: Commercialized, L: proposed)