

골판지 불량률 검색 장비의 현장 적용성 평가

민경은, 박종문

충북대학교 산림과학부 임산공학과

1. 서론

포장산업은 재화의 유통과정에서 물품의 가치보전과 상태를 외부요인과 작용에 의한 변질, 손상, 파손이 안 되도록 하는 적합한 재료와 용기 등으로 보호하는 것으로 취급 편의를 제공하고 상품의 가치를 높이기 위한 제반의 기능 상태를 말하며 전 산업에 영향을 미치고 있다(한국공업규격).

포장산업의 범위는 목재, 유리, 플라스틱, 수지, 금속, 섬유, 골판지 등이 포함되며 서로 대체재나 보완재로 서로 경쟁 상태로 놓여 있다. 포장재는 산업과 소비에서 비중이 큰 것은 골판지와 플라스틱이 해당된다.

골판지 포장산업을 산업품목분류로 보면 펄프, 종이 및 종이제품 제조업에 포함되어 있고 다시 골판지 및 종이용기 제조업으로 분류하고 있다. 골판지 포장산업은 비닐포장, 목재포장, 금속포장, 지류포장 등 포장 산업에 사용되는 포장소재의 2003년 통계청 조사에 의하면 골판지포장이 차지하는 생산액의 점유비가 41%이상을 차지하고 플라스틱 포장의 다음으로 골판지가 포장소재산업으로는 큰 비중을 차지하고 있으며, 자동차의 부품용 상자나 일반 운반용과 저장용상자 등 플라스틱과 경쟁관계에 놓여있다. 더불어 최근 경제적 효율성측면에서 관심이 고조되고 있는 물류산업 분야의 가장 기초가 되는 요소가 수송포장, 즉 골판지포장이라는 점에서 골판지포장 산업은 오늘날 고도산업의 사회에서는 그 가치가 더욱 중요시되고 있다.

이러한 골판지 산업의 특성을 살펴보면 내수성을 가진 주문형 생산 방식으로 다품종 소량생산을 하며, 단기 납기성을 가진다. 또한 원가 구성 항목 중 재료비가 매우 높으며 뚜렷한 품질 특성이 없고, 산업용 부자재의 용도가 대부분이다.

본 연구는 골판지 생산업체가 가지는 경쟁력을 높여 주기 위한 방편의 일부로 골판지의 불량률을 제어하는 것을 목적으로 수행하였다.

골판지 불량률 제어의 효과로는 골판지 생산 시 원지의 절감, 불량률 감소에 의한 상품가치 상승, 불량식별에 동원되는 인력감소 등을 들 수 있다.

골판지 생산 시 원지 절감은 골판지의 생산 단가를 낮출 수 있고, 불량률 감소에 의해 보다 좋은 품질을 가진 상품의 생산으로 사업 경쟁력을 높일 수 있을 것이라고 판단된다. 그리고 기계를 이용한 불량식별은 사람의 눈으로 식별했던 기존 방식보다 정밀하고 보다 효율적인 운영이 될 것이라고 판단된다.

2. 골판지 불량 검색 시스템의 개발

2.1. 불량률 타겟 설정

불량률 검색 장비를 개발하기 위한 선행 작업으로 골판지 생산에 있어서 불량치의 선정이 중요하고 할 수 있다. 이에 본 과제에서는 골판지 생산 업체의 설문 조사와 참여 기업의 10개월간의 클레임 현황을 조사하여 불량률 타겟을 설정하였다.

불량률 타겟 설정을 위해 위탁기관인 한국골판지공업협동조합의 회원사에 설문을 실시하였다. 설문에 참여한 업체는 골판지 생산업체 (13개 기업), 재단 및 박스 제조업체 (3개사) 그리고 원지 생산, 재단 및 박스 제조 회사(1개사)가 설문에 참여하였다.

결과를 살펴보면 골판지의 불량치는 접착부(86%)의 불량률이 가장 많은 불량을 차지하였고, 골성형부(7%)와 재단부(7%)가 비슷한 점유율을 나타내었다.

골판지 제조 시 성형부, 접착부, 건조부, 재단부 네 공정에서 발생하는 불량 원인에 대한 설문 시 기계적 결함이 가장 큰 문제로 제기 되었고, 다음으로는 원지의 문제가 제기되었다. 원지와 관련된 골판지 공정상 불량 부분은 골 성형부와 접착 부분으로 제기 되었는데, 골판지 생산은 골판지 원단을 만들어내는 공정이기 때문에 원재료인 원지의 영향을 무시할 수 없으나, 골판지 생산 시 불량 발생의 주요 원인은 원지나 접착제와 같은 원재료의 문제 보다는 생산 공정 기계적 문제가 더 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

2.2. 골판지 불량 검색 시스템의 개발

골판지용 불량 검사 시스템은 원지 초기 공급 단계에서부터 생산 공정에 이르기까지 원지의 불량 상태를 자동 검사하여 공정에서 발생하는 손실을 줄여 생산 효율을 높일 수 있는 장치이다.

골판지용 불량 검사 시스템의 구성은 이미지 획득을 위한 LINESCAN CCD Camera,

Lens, 조명장치 등으로 구성되는 광학 응용부와 실시간 고속 영상처리장치 및 Software 등을 포함한 고정밀 전용 Inspection 장치 부분 그리고 기타 각종 입출력 기능 등으로 구성된다.

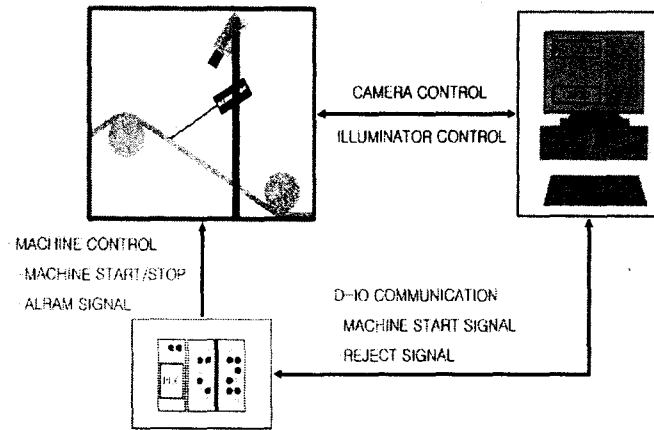


Fig. 1. 불량률 검사 시스템 개략도.

Fig. 1의 장비 특징은 고정 및 초고속 검출이 가능하다는 것과 검사 시 그래픽 모니터링 기능 및 기본 통계 data 제공, 그래픽 유저 인터페이스 채용으로 사용이 쉽다는 것이다.

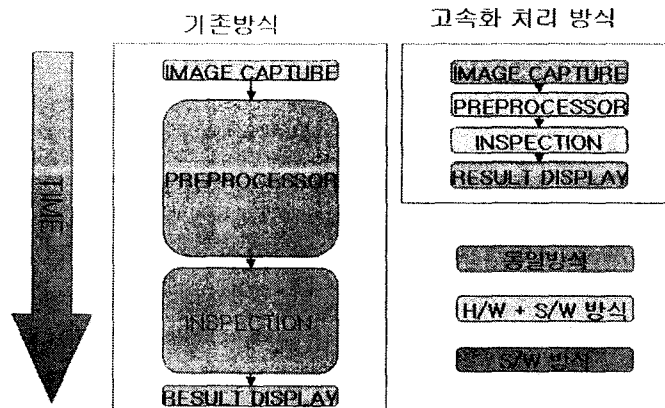


Fig. 2. 골판지 불량 검사 시스템 고속 처리방식 개발 개략도.

Fig. 2는 골판지 불량 검사를 위해 개발한 고속 처리방식의 개략도를 나타낸 것이다. 기존 방식의 이미지 처리 시스템의 경우 software만을 사용하여 이미지를 처리하기 때문에 받아들인 이미지의 처리 시간이 길어지는 단점을 가지며, 처리시간 증가는 곧 공정 제어 시간이 길어짐을 의미하기 때문에 고속 골판지 생산 공정의 불량률 제어에 한계를 가져오게 된다. 이에 반해 고속화 처리 방식의 경우 software와 CPU의 고속알고리즘 드라이버를 동시에 사용하여 software 방식에 비해 10배 정도 빠른 처리 속도가 가능하도록 개발하여, 불량 검출 시 불량에 대한 이미지 정보와 함께 곧바로 공정 제어를 할 수 있는 처리 시스템을 개발 하였다.

현재 골판지 생산 공정은 코루게이터의 성능에 따라 다르지만 200에서 300 m/min 이상의 비교적 고속의 생산 장비이며, 원지가 스플라이서에 걸리는 순간 제품화 까지 일괄적으로 생산되는 공정이기 때문에, 불량 발생 시 즉각적인 처리가 가장 중요한 공정 관리요소라 할 수 있다. 기존 CCD 카메라를 이용한 검출 시스템의 경우, 고속화된 생산 장비의 불량을 검출 할 수는 있으나 그 처리 속도가 느리기 때문에 일반적인 이미지 처리 시스템을 골판지 생산 공정에 바로 적용할 수는 없다. 이에 현재 고속화된 생산 방식에 맞추어 검출이 가능하도록 검출 처리 시스템을 개발 하였다. 검출 처리 시스템은 불량 spec. 선정에 따른 programming 불량 발생 시 공정 제어 방식 programming을 채택하였다. 골판지 생산 불량 공정 제어 시 고속 생산 공정에 적절한 처리 시스템이 요구된다. 때문에 본 연구에서는 고속화된 처리 방식을 개발하여 이미지 처리 프로그램에 적용하였다.

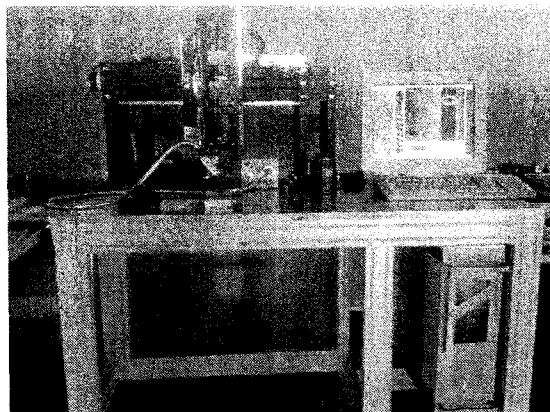


Fig. 3. 실험실용 불량률 검색 장비.

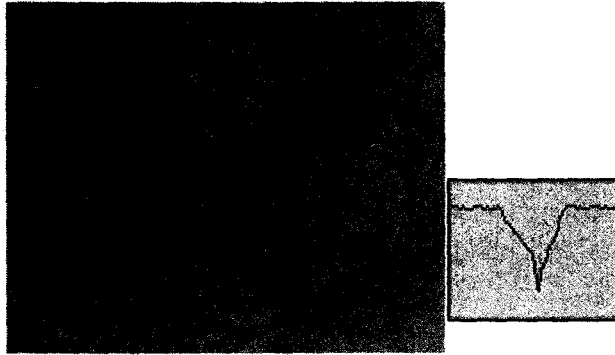


Fig. 4. 원지의 표면 불량 예.

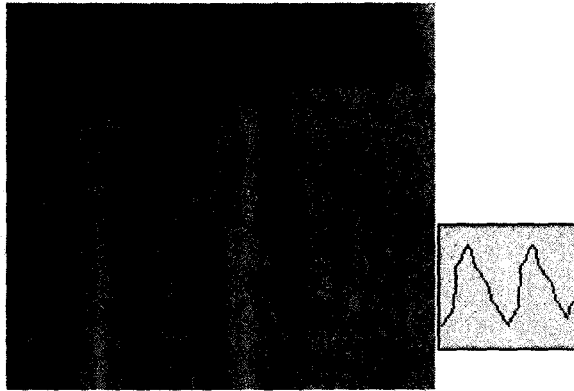


Fig. 5. 골성형부 불량의 예.

Fig. 4와 Fig. 5는 원지의 표면 불량 및 골성형 시 골짜그러짐의 예를 나타낸 것으로 이를 이미지로 얻어낸 후 profile로 보면 우측의 형태와 같은 data로 얻어낼 수 있다. 원지의 찍힘이나 이물, 오염, 원단 유무, 가미불량등과 같은 원지의 이상 및 골성형이나 접착과 같은 생산 공정상의 불량 영상의 경우 정상 제품과는 다른 영상 gray level차가 발생한다. 이 level차를 이용하여 불량 여부의 검출이 가능하게 된다.



Fig. 6. 현장에 설치 된 불량검색 카메라.

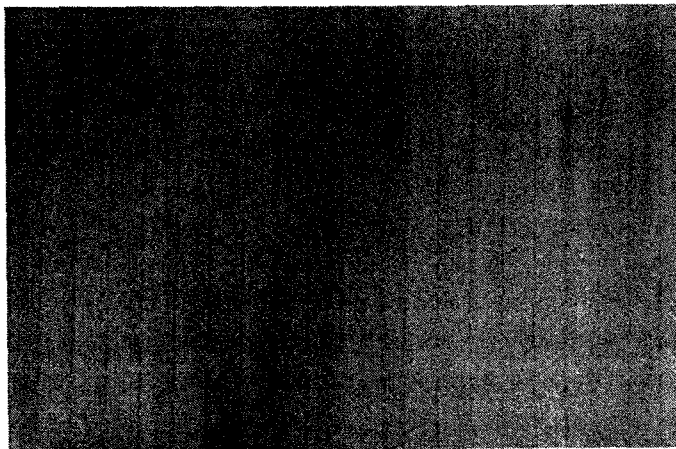


Fig. 7. 검색 카메라로 찍은 골판지 이미지.

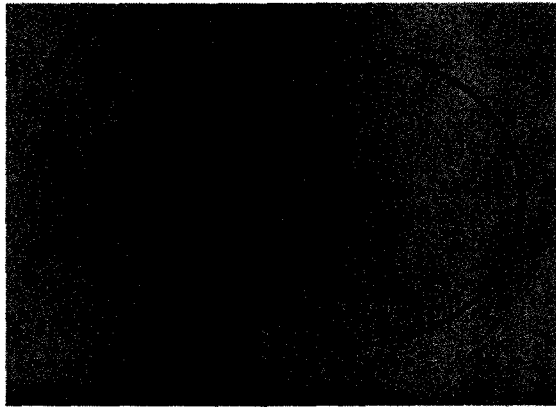


Fig. 8. 골판지 접착불량 사진.

이 장비의 불량 감지 원리는 앞서서도 언급하였듯이 gray level로 감지하게 된다. 보통은 빠른 스피드로 움직이는 코루게이터에서 골이 흐리게 나타나게 되는데 이는 필터링을 거치면서 색을 보정하게 된다. 그렇게 하여 모니터 상에는 또렷한 형상이 나타나게 되는 것이다. 또한 빠르게 움직이는 영상은 바로 찍어서 컴퓨터로 보내져 불량여부를 판단하게 되는 것이다.

3. 결 론

골판지 불량 검색기기는 카메라를 이용하여 검사하고자 하는 대상물의 영상을 촬영하여 제품의 불량 판정, 유무 판정 등을 수행하는 것으로 현재 제조업의 고속 생산 장비의 생산중 제품의 상태를 관찰 및 검사함으로써 공정상을 불량요인을 제거하여, 제품의 손실을 줄이고 품질 향상을 도모하기 위해 여러 제조업 분야에 활발히 적용되고 있다. 불량 발생 형태에 대한 분석 시 와프를 제외한 대부분의 불량 형태는 이미지상으로 정상 제품과 불량 제품의 구별이 가능한 바, 고속 및 광폭으로 생산되는 골판지 생산 공정에 특성에 따라 적절한 이미지 검출 프로그램, 합부 판정 기준 및 공정 제어 방식 개발을 통해 골판지 생산 공정상의 불량률 제거가 가능할 것으로 판단되며, 이러한 공정 제어 기술을 통해 인원 및 기술력이 부족한 골판지 업체가 당면한 품질 및 원가 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

사 사

본 연구는 산업자원부 한국산업기술재단 “지역혁신인력양성사업” 지원에 의해 수행되었음.