

Quality Inspection System of Packaging Materials

포장재의 품질검사장치

堀内眞一 / 도쿄계기(주) 검사기기시스템컴퍼니 기술생산부

I. 서론

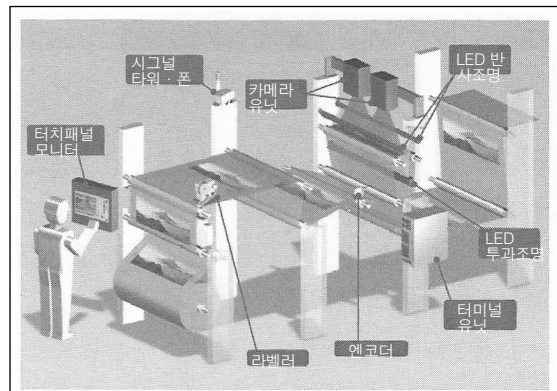
최근 포장재에 대한 품질 요구가 엄격해지면서 이물질 혼입이나 미세 오염, 각종 인쇄 불량 등이 큰 문제가 되고 있다. 이러한 문제에 대해 일본의 도쿄계기주식회사에서는 필름 등 포장재에 관한 품질을 확보하기 위한 품질검사장치를 제공하고 있다.

검사장치는 인쇄 결함이나 성막공정에서의 결함 발생을 보다 빨리 검출하는 것으로 SDGs(지속가능한 개발 목표)의 목표의 하나인 폐기물 삭감에도 공헌할 수 있다.

이 글에서는 동사 품질검사장치 'P-Cap V6'의 시스템 개요, 특징·사양, 운용 예를 소개한다. 또한 코로나19로 인해 제조현장에서도 3밀 대책이 필요해지고 있는데, 검사장치에서의 대응방법도 함께 소개한다.

II. 인쇄품질검사장치 'P-Cap V6'의 시스템 구성

[그림 1] 시스템 구성



'P-Cap V6'는 [그림 1]에 나타난 기기로 구성되고 있다.

P-Cap V6는 기존 검사장치 본체에 들어가던 결함을 검출하기 위한 전자회로 기판류나 각 기기에서의 정보를 집중적으로 관리하는 기능을 각 기기로 분산해 본체(제어판)를 없앤 기기 구성이 되고 있다.

※ 구형 기기에서 P-Cap V6로 전환할 때에 전환 후에도 동일하게 조작하고 싶다는 요구에 대응하기 위해 기존 본체를 대신하는 스탠드 캐비닛을 갖추고 있다.

스탠드 캐비닛은 모니터나 마우스·키보드, 시그널 타워·폰을 설치할 수 있고, 기존 본체가 담당하고 있던 표시나 조작이 가능한 구조가 되고 있다.

[동작 개요]

- ① 흐르는 웹에 대해 인쇄면 측에서 'LED 반사조명', 뒷면 측에서 'LED 투과조명'을 이용하여 검사대상에 빛을 조사한다.
- ② 빛이 조사된 부분을 '카메라 유닛'에 내장된 라인센서 카메라로 촬영한다.
- ③ 촬영은 '엔코더(encoder)'의 거리 정보에 근거해 일정 거리마다 한다.
- ④ 촬영된 영상은 '카메라 유닛'에 내장된 검사 보드에서 영상 처리를 하고, 인쇄 결함이나 이물질 등을 검출한다.
- ⑤ 검출된 결함의 영상이나 데이터는 '터미널 유닛'에 내장된 CPU 기관에서 데이터 처리 및 표시 처리되고, '터치패널 모니터'에 표시된다.
- ⑥ 결함을 검출한 후 '폰'에 의한 경보나 '시그널 타워'에 의한 표시, '라벨러'를 이용해 검출 위치에 라벨을 부착하는 등을 한다.

III. 특징 · 사양

P-Cap V6의 특징을 사양과 함께 설명한다.

① 공간 절감

본체(제어판)를 없애서 설치 공간을 효율적으로 활용할 수 있다.

· 결함 정보의 표시나 설정을 하는 터치패널이 장착된 모니터를 작업자가 사용하기 쉬운 위치에 설치할 수 있다.

· 본체에 들어가던 기능을 각각의 유닛에 나눠 넣어서 유닛 간 배선이 저감했다.

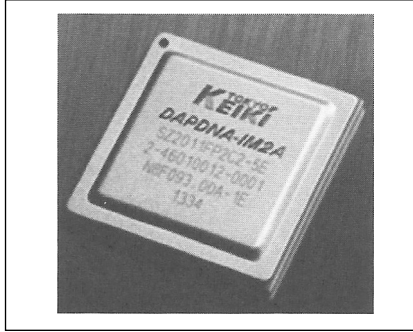
· 초점거리 38mm의 렌즈를 사용하고 있기 때문에 웹과 카메라의 거리를 가깝게 할 수 있어서 래미네이터 등 공간이 적은 장소에도 설치가 가능하다(타사와 비교해 약 3/4).

② 고속영상처리

· 3개 라인센서 카메라 4,096화소 80MHz를 적용

사양 예 : 검사폭 1,200mm, 속도 150m/분의 경우

[사진 1] DAPDNA-IM2A(도쿄계기 제조)



분석능력 : 폭 방향 0.15mm(2개 카메라)

흐름 방향 0.15mm

최소검출사이즈 0.45mm²(3화소×3화소 해당)

· 검사보드의 심장부에는 동사가 개발한 동적 재구성 가능 프로세서 DAPDNA([사진 1])를 2개 탑재해 고속처리와 시스템의 소형화를 실현하고 있다.

※ DAPDNA 다이내믹 리콘피규러블 프로세서는 내장하고 있는 하드웨어의 로직 구성을 유연

하고 동적으로 바꾸는 것이 가능한 획기적인 프로세서로, 영상처리 등의 대규모 연산처리를 매우 고속으로 하는 것이 가능하다. 즉 DAPDNA 내부에서는 카메라로부터의 데이터 전송속도보다 고속으로 영상처리를 해 시간적 여유를 만들 수 있다. 예컨대 줄 결합 검출 직후에 라벨링을 하는 등 복수의 처리를 순식간에 바꿔서 실행할 수 있다.

③ 고성능검사

· 최대 8가지 처리의 동시 검사에 의해 검사성능을 대폭 상승
매칭처리의 점상 결점 검출처리(진하다), 면상 결점 검출처리(정렬), 면상 결점 검출처리(연하다) 등의 3가지 처리와 문자 빠짐 등 검출용으로 앞의 3가지 매칭처리의 기준영상과 입력영상을 바꿔 넣은 처리의 3가지, 그리고 줄 검출처리 2가지 등 총 8가지 처리이다.

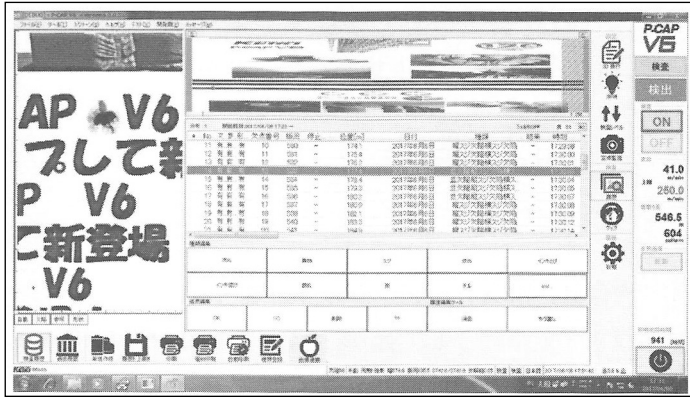
· 줄 검출기능을 확충
줄 검출처리 2가지를 세로 줄과 가로 줄의 검사뿐만 아니라 가로 줄(짧고 두껍다)과 세로 줄(흐리고 길다) 또는 가로 줄과 가로 줄 등 임의의 2가지 종류를 선택할 수 있다.

· 중대한 결함을 우선적으로 출력
검출한 결함을 큰 순서로 출력한다.
· 라벨링 처리에 의해 밀집한 결함의 검출기능을 확충
작은 결함이 밀집하고 있는 경우에 각각의 결함이 가까운 거리에 있으면 하나의 결함으로 간주해 검출 누수를 하지 않는다.

· 고속디지털카메라 및 오리지널 렌즈의 적용으로 선명하고 고정밀의 영상
카메라 주변부의 결함도 중심부와 같은 정도의 검사성능을 가진다.

· 텐션 변동 및 사행대책 강화
동사 독자의 국소영상 물림 처리나 실시간 둘레길이 자동보정에 의한 위치 맞춤 기능을 확장해 텐션 변동 대응이나 사행(蛇行) 추종 대응을 강화했다. 이로 인해 필름의 세로방향이나 가로방향의 신축에도 추종해 무늬 속뿐만 아니라 윤곽부 검사성능도 향상했다.

[그림 2] 검사 화면



④ 간단 조작과 화면 표시

· 간단 조작
 둘레 길이와 검사 폭을 입력하거나 ID 데이터를 로드하는 것만으로 준비가 완료해 검사를 개시하는 것이 가능하다. 어렵게 둘레길이 맞춤을 할 필요가 없다.

· 화면 표시

결함의 검출상황을 한눈에 파악할 수 있는 화면 구성이 되고 있다([그림 2]).

⑤ 데이터 관리 기능

· 이력 데이터나 검사조건 데이터의 일원 관리로 데이터베이스(Microsoft SQL Server 적용)를 이용하고 있다. 데이터베이스를 이용하는 것에 의해 검색기능을 충실히 하고 있다.

· 이력 데이터는 뷰어 소프트웨어를 이용해 참조할 수 있다.

이력 데이터는 표 계산 소프트웨어 ‘엑셀’로 데이터 분석을 하기 때문에 CSV 형식으로 출력하는 것이 가능하다. 또한 검사 종료 후의 데이터는 네트워크를 경유해 다른 컴퓨터에 백업할 수도 있다.

IV. 운용 예

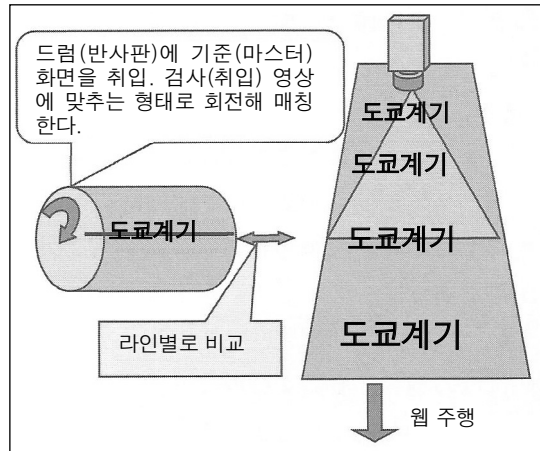
P-Cap V6는 그라비아인쇄, 플렉소인쇄, 오프셋인쇄 등 인쇄 종류를 불문하고 운용할 수 있고, 인쇄 전 소재(필름, 종이, 부직포, 금속포일 등)의 컬러 검사나 래미네이터, 코터, 제대기, 슬리터, 권취기 등의 가공기에서도 운용할 수 있다.

[인쇄기에서의 운용사례]

[그림 1]에 인쇄기에 탑재한 예를 나타냈다.

검사장치가 검출한 결함에는 쓰레기나 벌레 등의 이물질, 독터 줄, 머리카락, 잉크 비산, 빠짐, 어긋남 등 인쇄기에 기인한 결함, 피시아이(fish eye), 문자 빠짐 등 소재에 기인하는 결함 등이 있다. P-Cap V6에서는 이들 결함을 매칭회로 및 줄 검출회로라는 하드웨어에 의한

[그림 3] 드럼 매칭



처리로 검출하고 있다.

매칭을 하기 위해서는 패턴별 선두 위치를 정확히 맞출 필요가 있는데, 엔코더 분해능력의 관계나 필름의 신축 등에 의해 둘레길이에 변화가 생기고 선두 위치가 어긋나버린다. 이 선두가 어긋난 상태로 매칭을 하면, 무늬의 윤곽부 부근에서 오검지가 발생한다. 이 오검지를 방지하는 기능이 마스크 처리이다. 일반 검사장치에서는 불안정한 윤곽부는 검사하지 않는

부분(마스크)으로 하기 때문에 미 검사부분이 되버린다.

동사에서는 드럼매칭방식을 이용해 선두 위치를 확실히 검출하고, 마스크 처리를 하지 않는 전면(눈 마스크) 검사나 기준 영상을 갱신하지 않는 무갱신검사를 실현하고 있다.

[드럼 매칭(선두 위치 맞춤)]

[그림 3]에 드럼 매칭의 동작 개요를 나타냈다. 촬영한 화면에서부터 특징이 있는 부분을 자동적으로 검출하고, 이후 둘레길이별로 그 특징부분을 검출해 선두 위치로 하는 방식이다.

[결함 검출 시의 동작]

검사장치는 결함을 검출하면, 시그널 타워의 빨간불을 점등하고 폰으로 경고를 할 뿐만 아니라 모니터에 결함영상과 그 정보를 표시한다. 라벨러를 설치하고 있는 경우에는 결함부분에 라벨을 부착한다.

검출한 결함영상 등이 표시할 수 있는 식별 모니터를 작업자가 보통 감시할 수 있는 위치에 설치함으로써 결함 판단이 더욱 빨라지고 모니터 앞에 사람이 모이는 밀집 대책으로도 이어진다. 또한 정지영상장치가 탑재되고 있어서 정지영상장치 제조사의 협력을 얻은 경우에는 결함부분의 확대영상을 정지영상장치의 모니터로 확인할 수 있어서 보다 세밀한 영상을 눈으로 확인하는 것이 가능하다.

(검사장치로 검출한 결함의 위치정보를 정지영상장치에 송신하고, 정지영상장치는 지정된 위치에 카메라를 트래버스해 지정된 거리에서 웹 상의 결함을 촬영해 표시하는 것으로 한다.) 웹을 1롤만큼 권취한 후의 커터신호 등에 의해 검사이력을 갱신한다. 이 이력은 검사장치

의 모니터 또는 네트워크를 경유해 다른 컴퓨터(예컨대 품질보증 담당의 책상)에서 확인할 수 있다(밀집대책). 더욱이 태블릿 단말기나 스마트폰 등의 브라우저(Internet Explorer, Firefox, Google Chrome 등)가 가동할 수 있는 네트워크 단말기에서 이력 데이터의 확인이나 검사조건의 설정이 가능하다(밀집대책).

[판 상처 검출]

일반적인 검사장치에서는 인쇄의 시작부분을 기준(마스터)영상으로 해 인쇄 시의 결함을 검사하기 때문에 판통의 상처를 검출하는 것이 어렵다.

판 상처 검사는 인쇄되는 판이 흐름방향에서 다면 부착인 경우에 유효한 기능으로, 둘레길 이틀 1면씩 늘린 값으로 설정해 다른 면끼리 매칭이 되기 때문에 판 상처를 검출하는 것이 가능하다. 다만 각각의 면 간격이 다를 경우도 있기 때문에 인쇄 시작 시 판 상처를 확인하고, 그 후 올바른 둘레길로 돌아가 검사하는 것이 바람직하다.

이 기능을 이용하면, 판에 상처가 있는 경우의 손지를 줄이는 것이 가능하다.

[어긋남]

검사장치에서는 표본화 정리(샘플링 정리)에서부터 분해능력 이하의 결함을 검출할 수 없고, 분해능력의 2배 이상의 어긋남이 되지 않으면 결함으로써의 검출을 안정적으로 할 수가 없다. 어림맞춤장치(컬러 렌즈)가 탑재되어 있는 인쇄기에서는 컬러 렌즈의 경보정보를 검사장치에 입력하고, 결함검출 이력화면에 '컬러 렌즈 어긋남'으로 표시하거나 어긋난 부분에 라벨을 부착하는 것이 가능하다. 또한 경보입력시점에서의 영상을 취득하는 것도 가능하다.

[색 감시기능]

잉크의 농도변화 등에 의해 인쇄된 색이 바뀌는 경우가 있다. 그 변화량을 감시하는 기능이 색 감시기능이다.

화면상에서 감시하고자 하는 색의 장소를 지정하고, 지정 패턴 수마다 색을 유출해 그래프로 나타낸다. 또한 수백 가지 패턴별로 최초 색과의 차이 ΔE 를 구하고, ΔE 가 지정값 이상 이 된 경우에 경고한다.

감시하고자 하는 색의 장소의 지정은 8점까지 할 수 있다.

V. 결론

앞으로도 SDGs나 코로나19의 3밀 대책 등 해마다 변화하고 있는 사회적 요구에 대응하고, 고객 요구에 맞는 품질검사장치를 제공할 수 있도록 노력하겠다. 