

Inspection Technology to Improve Quality in Printing Industry

인쇄현장의 품질 향상에 공헌하는 검사기술

나비타스비전(주)

1. 서론

최근 인쇄제조 현장에 카메라로 인쇄품질을 검사하는 자동검사시스템을 도입하는 기업이 늘어나고 있다. 고품질 제품에 대한 수요, 공장 내 심각한 인력 부족 등에 의한 인력 절감화 추진의 관점에서 목시(目視)검사보다 기계에 의한 출하 전 보증이 요구되고 있고, 검사의 정확성, 고속화에 의한 검사공정의 고효율화를 목표로 많은 기업이 검사장치를 도입하고 있다. 그런데 이 검사장치는 인쇄품질검사의 난이도가 너무 높다는 문제가 있다. 양품을 불량품으로 판정해버리는 '과검출' 문제가 일어나기 때문이다. '과검출' 문제의 주요 발생요인은 인쇄 시 신축이나 팽창뿐만 아니라 위치 어긋남, 다색인쇄 시 가늌 어긋남(색 어긋남) 등에 의한 인쇄 시 품질 불규칙에 의한 것과 원재료가 되는 종이·필름 등의 인쇄 기재에 기인하는 것, 인쇄와 포일압 등 후가공 타이밍이 다른 것에서 기인하는 것 등이 있다. 더욱이 검사장치의 반송 흔들림이나 장치 텐션에 의한 카메라 촬영부에서의 제품 원재료의 신축, '미끄러짐'이라는 다양한 요인이 복합적으로 발생해 불량품이 되지 않는 정도의 '차이' 품을 산출해버린다. 그 차이는 본래 양품으로써 취급되지만, 카메라에 의한 검사에서는 '과검출' 요인이 된다.

'과검출'이 발생하면, 검사장치는 불량품으로 검출하는 양이 늘어나 원래 검출해야만 하는 불량을 검출할 수 없거나 휴먼 에러(human error)에 의해 후공정으로 유출될 리스크가 높아질 뿐만 아니라 연속 운전하는 검사장치에서는 반송이 멈춰버려 운용효율이 나빠진다. 그것을 회피하기 위해 검사 판정 기준을 낮추면, 과검출은 줄어들지만 본래 검출해야만 하는 불량품을 양품으로 판정해버려 불량품 유출 클레임을 일으키게 된다.

아직 목시검사에 의존하는 현장도 존재한다. 목시검사는 사람의 판단에 의해 순간적으로 양품을 양품으로 정확히 판정하는 것이 가능하다. 그러나 검사원에 따라 검사수준이 제각각일 수 있고, 같은 검사원이라도 컨디션이나 시간대에 따라 검사수준을 일정하게 유지하는 것이

어렵다는 문제가 있다. 또한 급속한 고령화 및 출산율 저하로 공장 인력이 줄어들고 있다는 사회 배경도 있어서 고효율 생산체제 구축에 의한 공장 내 인력 부족 해소는 앞으로 더욱 중요한 테마가 될 것이다.

더욱이 고객의 단납기 출하에 대한 대응이 요구될 뿐만 아니라 검사장치에 의한 전수 출하 전 보증이 지정되는 케이스도 있다. 시장에서의 높은 품질 요구 및 공정 효율화에 의한 리드타임 단축이라는 관점에서 검사장치를 도입해야만 하는 상황에 직면한 현장이 늘어나고 있다.

나비타스비전(NVS)은 나비타스로부터 2011년에 독립한 화상검사전문기업으로, 독립 전부터 나비타스 내 하나의 사업부문으로써 보틀이나 용기 등 플라스틱 성형품의 인쇄품질 검사용 시스템 개발로 사업을 시작했다. 화상처리(vision)기술로 자동검사장치를 만드는 것을 사명으로, 인쇄제품의 품질 향상에 공헌하는 것을 목표로 하고 있다.

또한 동사는 화상처리시스템 개발자와 인쇄반송장치의 설계제조실적을 가진 기술자를 중심으로 한 기술자집단으로, 2018년 9월 시점에 총 1,000대가 넘는 화상검사시스템을 국내외 인쇄현장에 판매한 실적을 가지고 있다.

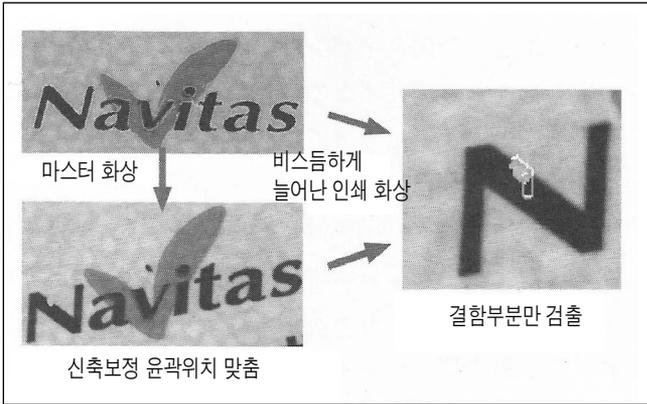
“현장에서 사용할 수 있는 검사장치”를 콘셉트로, 지금까지 다수의 인쇄제조현장을 경험해 온 동사는 기존 인쇄품질검사가 안고 있던 ‘과검출’ 문제를 현장의 소리를 바탕으로 한 독자기술로 해결해왔다. 다음에 그 기술에 대해 소개한다.

II. 인쇄품질검사의 문제점과 NVS 검사장치의 기초기술

1. 인쇄품질검사의 문제점

앞에서 서술한 것처럼 검사장치에 의한 판단을 사람의 판단에 가깝게 하기 위해서는 과검출을 억제해야 하는데, 어떠한 인쇄방식으로 해도 복수 요인이 결합된 결과, 제품에는 양품의 범위 내에서 다양한 불규칙이 존재한다. 또한 검사장치에서의 촬영 시 반송기인의 불규칙도 존재한다. 특히 고품질을 요구하는 제품의 경우, 인쇄 윤곽부의 미세한 빠짐이나 비어져 나옴, 끊김 등을 검출할 수 있는 고분해능력으로 화상을 촬영하기 때문에 검출해야만 하는 결함보다 과검출하는 쪽이 많아 양품을 불량품으로 판별한다. 그 경우, 윤곽부를 마스크하거나 또는 복수의 양품 마스터를 다중 등록(평균)해 윤곽부를 흐릿하게 처리하는 것으로 과검지를 줄이는 것이 가능하지만, 검출해야만 하는 미세 결함도 지워버린다는 문제가 생긴다. 결국 고품질을 요구하는 제품에 대해서는 자동검사를 포기하고, 목시검사에 의존하거나 자동검사를 한 후에 추가로 목시검사를 하는 케이스가 있다.

[그림 1] 신축보정의 처리방법



2. NVS 검사장치의 기초기술

- (1) 과검출을 없애기 위한 독자검사기술
 동사가 제공하는 검사 솔루션은 앞에서 서술한 인쇄물 특유의 '과검출' 문제를 해결하기 위한 각종 독자 기능을 탑재

하고 있는 소프트웨어뿐만 아니라 포일이나 증착지, 투명필름을 하나의 검사 카메라로 미려하게 촬영하는 것이 가능한 독자의 조명기술 등을 갖추고 있다.

즉 하나의 카메라로 고정인쇄패턴검사를 할 뿐만 아니라 뒤에서 설명할 치수 측정, 가변정보 검사에 더해 다양한 기재의 인쇄물을 검사할 수 있다는 특징을 가지고 있다. 또한 시트 검사 시 뒤에서 설명할 독자의 위치 맞춤 기술에 의해 검사 촬영부의 반송기구로써 제품을 기계적으로 위치를 결정짓는 기구가 필요하지 않다는 점도 특징이다.

① 윤곽형상에 근거한 신축보정 윤곽위치 맞춤

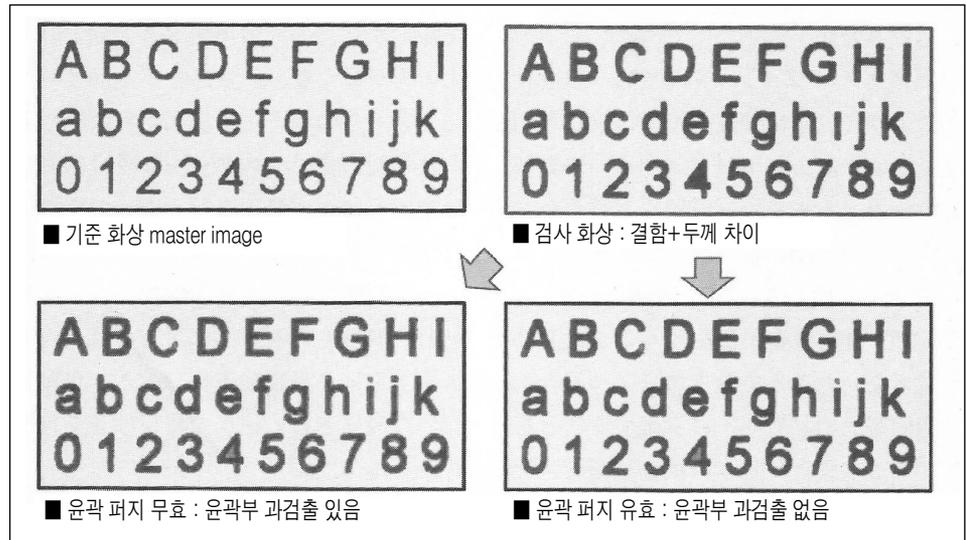
양품 마스터 화상과 검사 화상의 인쇄부를 비교할 때, 인쇄 패턴의 윤곽형상에 근거해 비교보정처리를 한다. 인쇄 문자나 그림의 윤곽정보를 이용해 회전이나 신축, 어긋남을 보정해 위치를 맞추고 양품 화상과 검사 화상의 차분(差分)을 구한다. 이 기능에 의해 인쇄부의 신축이나 어긋남에 의한 과검출을 억제할 수 있다([그림 1]).

② 윤곽 퍼지(fuzzy) 비교처리

목시검사에서는 양품 범위로 판단되는 각 문자의 굵기나 윤곽부의 배어나옴, 흔들림 등의 불규칙함을 양품으로 판단하고 윤곽부의 빠짐이나 돌기·비어져 나옴, 크게 배어나오거나 끊김 등 결함으로 판단할 필요가 있다. 윤곽 퍼지(fuzzy) 비교처리는 이 독특한 비교검사기술을 실현한 것이다. 윤곽부의 불규칙에 맞춰 양품으로 판단하는 허용범위를 파라미터로 지정해 과검출을 없앨 수 있다.

복수의 양품 화상을 다중 등록하는 방법으로 유사한 결과를 얻을 수 있는 비교처리수법

[그림 2] 윤곽 퍼지 처리에 의한 결과

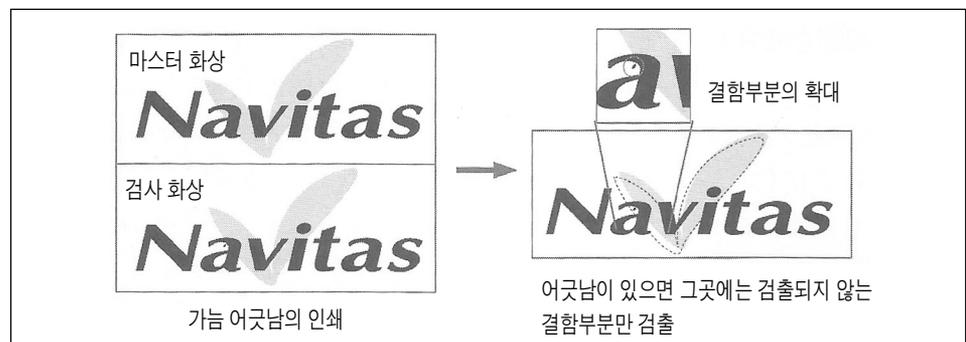


과 달리 윤곽 퍼지 비교처리는 양품 마스터 1장(원 마스터)으로 충분하다. 더욱이 양품 마스터로 판 디자인 데이터(PDF나 TIFF 포맷)를 이용하는 것도 가능하다([그림 2]).

③ 가늠 어긋남 허용 처리

앞에서 서술한 것처럼 컬러 다색인쇄에서는 컬러별로 '가늠 어긋남'이 있어서 그것에 의한 과검출문제가 있었다. 목시검사에서는 이 가늠 어긋남이 일정량(예컨대 0.5mm 정도)까지 있으면 양품이라 보고, 그 이상으로 어긋나면 불량품으로 처리할 수 있지만, 일반 화상검사기에서는 0.5mm의 가늠 어긋남을 허용하면 문자의 윤곽 부근에 있는 0.5mm 부족이나 넘침, 이물질 등의 결함도 놓쳐버린다. 그래서 0.2mm의 결함을 검출할 수 있도록 검사기준을 엄격하게 하면 이번에는 0.2mm의 가늠 어긋남을 불량으로 판정해버려 '가늠 어긋남 과검출'이 발생한다. 이 기능은 목시 검사원이 허용해 양품 레벨로 인정

[그림 3] 가늠 어긋남의 검사사례



[그림 4] 가변인쇄검사의 각기능 소개



하는 가늠 어긋남 양(예 : 0.5mm 가늠 어긋남)을 허용해 OK로 하고, 그 어긋남 양 이하의 결함(예 : 0.2mm 문자 결함 등)을 NG로 처리하는 기술이다([그림 3]).

①~③의 기능을 조합해 동시 처리하는 것으로 인쇄 문자나 그림 윤곽부의 불규칙함이나 신축, 가늠 어긋남이 있어도 마스크하지 않고 윤곽부의 미세한 빠짐이나 편홀, 돌기, 빠져나옴, 끊김 등의 결함을 명확히 검출할 수 있다.

(2) 가변인쇄품질 검사기능

앞에서 서술한 과검출을 없애는 기본기술에 더해 로트번호나 사용기한 등의 가변인쇄가 있는 인쇄물에 대해서는 문자인식기능과 각종 코드 읽기기능으로 자동 인식해 디지털 프린터가 수취하는 인쇄정보 데이터와 조합해 올바르게 인쇄되고 있는지를 확인한다. 더욱이 가변인쇄 마스터폰트를 자동적으로 입력해 비교 검사함으로써 가변인쇄의 품질(빠짐, 빠져나옴, 끊김, 손상, 편홀 등)도 검사한다([그림 4]).

(3) 위치 어긋남 · 가늠 어긋남, 타발 어긋남 계측기능

인쇄 현장에서 목시검사가 불가능한 과제의 하나로 인쇄의 위치 어긋남, 컬러 다색인쇄시의 색깔별 가늠 어긋남, 라벨 등의 경우에는 대판 시트나 장척 롤을 타발해 매엽하는

경우에 생기는 타발 어긋남 등의 양을 계측하는 것이 있다. 동사의 검사 소프트웨어는 이 어긋남을 치수·위치 계측기능으로 정량적으로 평가하고, 설계값±공차를 면제해 어긋남을 검출한다.

III. NIS 검사장치의 응용: 인쇄·가공공정과 NIS 검사솔루션

다음에 인쇄·가공공정에서 동사 장치가 어떻게 활용되고 있는지를 소개한다. 대부분의 인쇄·가공공정은 ①제판·프리프레스공정, ②인쇄공정, ③각종 가공공정(포일 압, 엠보스, 슬릿이나 커트, 가변인쇄 등), ④출하 전 검사·원수 보정을 한 다음 곧포해 출하한다는 것이 일반적인데, 동사는 각 공정에 적합한 검사장치를 구비하고 있다. 예컨대 ①제판·프리프레스공정에서는 스캐너를 적용한 검사시스템을 제공하고 있고, 상류 공정에서 한발 빠르게 품질 사고의 원인을 발견하는 구조로 생산 효율화(대량으로 불량률을 계속해서 만드는 로스의 배제)로 이어지는 검사시스템을 갖추고 있다. 또한 ②인쇄공정에서의 인라인검사에 대응하는 검사시스템도 가지고 있다. 인쇄기에 직접 카메라를 부착해 품질사고의 원인을 즉시 발견하는 것이 가능하고, 인쇄물의 외관품질뿐만 아니라 동사 독자의 로직을 이용해 임의 영역의 측색기능(ΔE 의 산출)이나 각 색의 가늠 사정을 시스템으로 연산해 인쇄기를 조작하는 기술자나 인쇄기 자체에 연산 결과를 피드백하는 기능을 제공할 수 있도록 개발을 추진하고 있다. ③가공공정에서는 인쇄공정과 마찬가지로 기존 공정에 인라인용 카메라 부착이 가능할 뿐만 아니라 대상 공정의 가변인쇄·가공기능과 검사기능을 융합시킨 검사기능 부여 인쇄·가공장치의 제안도 가능하다. 그리고 ④출하 전 검사·마무리용 오프라인검사장치도 갖추고 있다.

검사장치의 이점은 출하 시 제품의 품질보증(시장에서의 품질 불량품의 유출 방지)이 되거나 기계화 하는 것에 의해 목시검사 담당자, 즉 사람을 보다 생산성이 높은 업무나 창의적인 업무를 담당하게 하는 ‘활인화’가 가능해진다는 것이다. 또한 검사 이력을 분석해 공정개선활동으로써 종이·잉크 등의 재료 변경의 검토, 인쇄기·가공기의 노화 부위 특정에 의한 유지계획의 책정 등 검사장치의 활용도를 높이는 것도 가능하다.

동사는 검사장치의 역할은 품질 불량품의 유출 방지는 물론, 검사시스템을 사용하는 기업의 PDCA 사이클에 따른 개선활동 지원에 도움을 주는 것으로 생각하고 있다. 예컨대 검출한 결함 정보나 양품 정보에 시간축이나 전 공정 정보 등의 각종 정보를 더

하여 다양한 각도에서 분석할 수 있다. 이 분석 데이터를 바탕으로 가동률이나 생산 효율의 개선에 도움을 주는 것이 가능하기 때문에 앞으로 검사장치는 더욱 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 보인다. 또한 미래 개발 테마로써 AI를 활용한 검출 결함의 분류 및 해석, 그에 따른 기능 향상을 목표로 하고 있다.

IV. 조작성 향상과 최신 기술점

과검출을 억제하면서 미세 결함을 검출할 수 있는 고도의 기능, 검사결과를 축적해 분석 결과를 전 공정에 피드백시키는 기능 등을 갖추고 있어도 검사 담당자가 업무 툴로써 사용하기 어렵다면 사용하지 않으면 아무 의미가 없다. 그 때문에 동사는 현장의 누구라도 직감적으로 사용하는 것이 가능한 GUI를 장착한 소프트웨어를 사용하고 있다. 간단한 패턴 조작, 3스텝 이하로 제품의 치수 계측을 포함한 복잡한 비교 차분 검사를 설정할 수 있는 소프트웨어를 제공하고 있다.

또한 최신 기술로 전체 가변검사에도 적용하고 있다. 인쇄 시에 사용한 영상 데이터(Tiff나 PDF)를 기준 화상으로 사용해 카메라로 촬영한 화상과 비교검사함으로써 화질이나 화상 사이즈가 완전히 다른 화상의 비교차이 분석 검사도 가능하다. 검사 1쇼트별로 기준 화상과 위치 결정 포인트를 입력, 검사하는 수법으로, 다점 위치 결정에 의한 좌표 보정, 각도 보정, 신축 보정, 나아가 Rip 처리에 의한 색 변환 처리를 병행하면서 검사하고 있다. 미세하게 색조가 다른 것도 함께 검사할 수 있기 때문에 난이도가 높지만, 고정밀도로 결함을 검출할 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 과검출 제어를 위해 결함 판정 요소로써 화상의 휘도 정보와 면적 정보에 AI기술을 응용하고, 분속 80~100m의 속도로 실시간 검사를 하는 등 불량품의 구체처리가 가능하도록 하는 기능에 관한 연구 개발을 추진하고 있다.

더욱이 동사는 프로 SE나 시스템 벤더를 위해 Print Vision Library (PVL)도 제공하고 있다. 동사에서 검사 애플리케이션을 제작하는 경우, 검사 라이브러리로 활용하는 것이 가능하다.

V. 결론

오늘날 인쇄제조현장의 제일선에서 활약하고 있는 담당자들은 큰 부담 속에서 작업하고 있다. 나비타스비전의 목표는 그들의 부담 경감을 도모하는 것이다. '검사장치덕분에 클레임이 사라졌다. 품질이 안정적이다. 목시검사가 사라져 정말 기쁘다. 감사하다'라는 소리가 동사 기술자들의 힘의 원천이 되고 있다. 동사가 개발하는 검사기술이 앞으로도 현장에서 근무하고 있는 목시검사의 사람들을 돕는 것은 물론, 고품질 제품을 생산하는 제조자들에게 도움이 되길 바란다. 