



WEB 표면 검사 시스템 라인 센서 영상 처리 장치 'SCANTEC' 시리즈

SCANTEC Series

번 원 섭 / 한국나가세(주) 전자합성수지사업부 과장

1. 한국나가세(주)

나가세산업(주)은 1832년 창업한 이래 약 200년간 염료 화학품 합성수지 등의 원재료를 취급하는 화학 및 합성수지 산업에 뿌리가 깊은 회사로, 전년도(2009년)에는 약 8,500억엔의 매출실적을 올린 일본 동경, 오사카 1부 상장회사이다.

한국에서는 25년 전부터 연락사무소 형태로 영업활동을 시작하였고 서울지점을 거쳐 2001년도에 한국나가세(주)라는 사명으로 현지 법인화, 국내외 고객들에게 영업서비스 활동을 해 오고 있다. 특히 전세계 150군데에 이르는 자체 네트워크를 통하여 수입은 물론, 국내 대기업, 중소기업 제품에 대한 수출에 주력, 전년도(2009년)에는 한국나가세(주) 전체 매출액의 약 30%에 해당하는 346억원의 실적을 국내제품의 해외수출을 통해 이룬 바 있다.

나가세산업(주)은 염료 화학품 합성수지 등의 원재료를 취급하는 기존 비즈니스에 머무르지 않고 고객들과 보다 더 많은 시너지효과 및

부가가치를 창조하고자 자사 브랜드 장비를 개발하였다. 본 고에서는 이중 표면 이물 검사기인 SCANETEC에 대해서 소개하고자 한다.

1-1. SCANTEC 개요

당사가 표면 검사시스템을 개발하기 시작했던 20년 전에도 레이저 방식, 에리어 센서 방식 등 다양한 방식이 존재하지만 복사기나 스캐너의 눈부신 발전이 예상되어 그 기간 기술인 라인 센서를 채용한 전용 시스템인 SCANTEC 시리즈를 1990년에 처음 출시했었으며, 2009년도 까지 국내외 누계 100사 이상, 약 900 시스템의 판매 실적을 가지고 있다.

1-2. 지금까지의 실적

당초에는 라인 센서를 사용한 시스템의 개발에 대한 니즈가 고객 측에도 크게 없었기 때문에 영상 처리 장치 단품 판매가 어려워서 장치화해 판매했었다.

유리 업계에서 전자 업계에 이르기까지 다양한 분야에서 실적을 구축했으며 초기에는 주로



[표 1] 표면 검출 근간 기술 비교

구 분	감도	해상도	스캔속도	유지보수
레이저방식	○	○	○	×
에리어센서 방식	◎	×	×	○
라인센서 방식	△	◎	◎	○

전자 부품 관련 검사로 기반을 구축해 갔다. WEB 시장 뿐만 아니라 다른 시장에서도 제품을 전개해서 얻을 수 있던 노하우·기술을 쌓아가면서 약 20년간 연구개발을 계속 해온 게 타사 시스템과 비교해 큰 강점이라고 할 수 있다.

2. 21 세기형 표면 검사 시스템

21세기에 들어서서 센서의 감도·해상도·스피드의 향상과 함께 표면 검사 장치의 검출 성능 역시 대폭적인 향상을 볼 수 있었으며, 고객의 최종적인 목표 역시 결함을 “검출”하는 것으로부터 “분별”이나 “식별”하는 것으로 옮겨가고 있다. 즉, 단순하게 결함후보를 찾아내는 능력은 현재 이미 고객들이 만족하는 수준으로 검사시스템이 평준화 되고 있으며 다음 단계로서는 방대한 데이터로부터 정말로 필요한 데이터를 정확하게 “추출” 및 “분별”하는 능력이 필요하게 된 것이다.

따라서 향후 21 세기형 표면 검사 시스템을 설계할 때 어떠한 점을 의식하지 않으면 안 되는지 몇 개의 항목으로 나누어 본다.

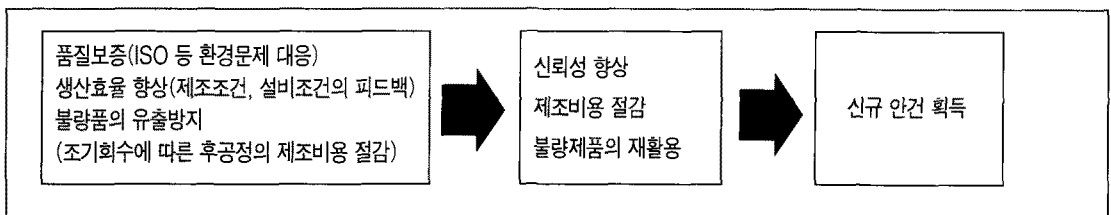
2-1. 도입 효과

우선, 표면 검사 시스템을 검토할 때 분명히 의식하고 생각하지 않으면 안 되는 것이 그 “사용 목적”, 바꾸어 말하면 “최종적으로 요구하는 효과”이다. 당사로서는 표면 검사 시스템의 도입 효과를 크게 (그림 1)에 나타낸 3가지로 보고 있다.

또한 생산 라인 속도나 검사폭등의 기계 조건, 결함의 종류나 결함의 사이즈 등의 검사 조건, 및 인쇄 스타일이나 데이터 보존 형식 등의 아웃풋 조건을 염두에 두면서 “검출 능력”, “식별 알고리즘”, “엔지니어링” 등을 통해 설비 도입을 함에 따라 발생된 “부가가치”가 어떻게 하면 “도입비용”을 뛰어 넘을 수 있을까를 항상 실제 사용자의 입장에서 의식할 필요가 있다고 생각한다.

예를 들면, 검사기에 대한 사전지식이 풍부한

[그림 1] 표면검사시스템 도입 효과



[표 2] 나가세산업(주) 브랜드 카메라 사양 일부 발췌

구분	NX 5000HS1	NX 7450HS1
화소수(화소)	5000	7450
화소피치(μm)	7×7	4.7×4.7
수광소자길이(mm)	35	35.015
비디오레이트(MHz)	40	40
스캔레이트(μsec/scan)	132.4	193.7
구동클럭(MHz)(고정)	10	10
비디오출력신호	Camera link /Analogue	Camera link /Analogue
감도(V/Lux · sec)	300	360
렌즈마운트	F마운트	F마운트

전기관련 메이커에 대한 시스템 제안의 경우 고객과의 협의를 통해 메인 영상 처리 시스템만을 제공하고 나머지 액세서리는 고객 측에서 구비하여 장비 비용을 최소화할 수 있다. 그리고 검사 요구 레벨이 높은 안전에 대해서는 검출 효율이 높은 최신의 광학계를 제안하면서 꼭 잡아야 되는 결함을 선별하여 카메라 대수를 최소한으로 억제하여 장비 비용 삭감을 실현하는 등 균형 잡힌 시스템을 고객에게 제공해 나갈 필요가 있다.

2-2. 각종 사양

목표로 하는 효과가 확실해지면 검출 능력이 나 식별 조건 등 필요한 사양을 검토할 필요가 있다. 나가세산업(주)에서는 이러한 개개의 사양에 대해서 수많은 사례를 연구분석한 경험이 있으며 이에 따른 최적의 사양이 어떤 것인지 제안 하는 걸 가장 중요시 하고 있다.

부분적으로 최적화 하는게 아닌 전체를 조감했을 때 밸런스가 잡힌 설계가 되어 있는지 어떤지가 중요한 포인트라고 생각한다.

예를 들면, 당사에서는 4만건 이상의 샘플 평

가 데이터베이스로부터 “광학계”, “영상 처리” “엔지니어링” 그리고 “식별 알고리즘”이 최적화된 시스템을 설계하고 있다.

2-3. 검출 능력

결함을 검출하는 능력은, ① 광학계의 설계(70%), ② 영상 처리(20%), ③ 엔지니어링(10%)에 의존한다. 특히 ①에는 경험(노하우)과 그것을 형태로 하기 위한 기술·자본이 필요하며 이중 하나만 부실해도 최적화된 시스템을 설계할 수 없다.

2-3-1. 광학계의 현상

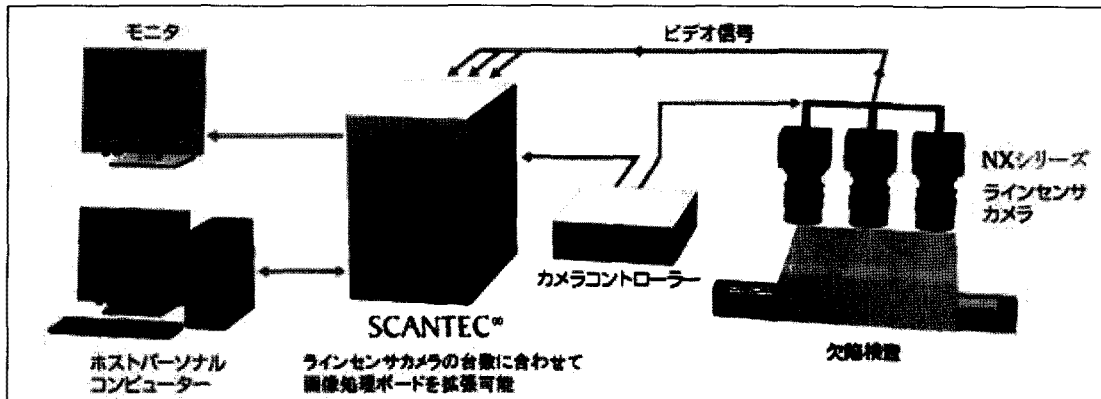
광학계는, “조명부” “카메라” 등의 하드웨어적인 부분과 “어떠한 각도로”로 “어느 정도 세기”로 “어떤 처리를 해야 할까”라고 하는 소프트웨어적인 부분으로 나누어지며 후자에 관해서는 탁상론으로 도출되는 것은 아니고 수많은 반복으로부터 얻을 수 있는 노하우의 축적물이기 때문에 본 지상에서 간단하게 공개하기 힘든 내용이지만, 전자에 대해서는 영상 처리 관련 전시회나 잡지에서 공개되고 있기 때문에 지장이 되지 않는 범위에서 기술해 본다.

1) 조명부

WEB검사에서는 라인 센서의 감도가 낮기 때문에 주로 고주파형광등, 할로젠, 메탈할라이드, LED 등의 조명이 사용되고 있으며 단순히 균일하고 안정되게 빛을 비추는 기능부터 검사 대상 물체의 투과율·반사율을 카메라에서 자동으로 인식하여 자동으로 광량을 조정하는 기능(광량 자기 보정 기능)이 개발되어 있다. 또, 검출 난이도가 높은 결함은 광량이 더욱 강한



(그림 2) 스캐텍 구성도



조명이나 단파장 조명을 채용하고, 조명 설비 자체의 단가가 현재는 가장 고가이기는 하나 장기간에서의 안정성이나 편리한 유지보수 측면에서는 LED 조명을 채용하고 있다.

2) 라인 센서 카메라

WEB검사에서는 일반적으로 비용 대비 성능이 우수하고 설치가 간편한 라인 CCD를 채용하는 게 일반적이며 고속 160MHz/320MHz 카메라도 시장에 나오고 있다. 고객의 제조 현장이 점점 고속화 됨에 따라서 당사에서는 약 8년 전부터 160MHz/320MHz 카메라에 대응되는 전용 영상 처리 장치 "SCANTEC7000α"를 개발 출시했었다. 향후에는 보다 더 높은 해상도 및 칼라 CCD 등의 시장 수요에 따라 보다 더 새로운 기술이 검사 시장에 나올 것으로 생각된다.

3) 렌즈

카메라의 해상도가 높아진다고 하는 것은 그만큼 구경이 큰 렌즈가 필요하게 된다고 하는 것이다. 이 경우 CCD 개개의 다운사이징은 수광 면적이 작아 지기 때문에 표면 검사라고 하

는 용도에는 적합하지 않게 된다. 즉, 해상도 높이는 것=소자길이 또한 높이는 것으로 개발해야 한다. 당사에서는 카메라뿐만 아니라 차세대 라인 센서 카메라에 꼭 필요한 고해상도 렌즈의 개발도 임하고 있으며 표면 검사뿐만 아니라 계측부분에도 사용할 수 있는 시스템 역시 개발하고 있다.

2-3-2. 영상 처리

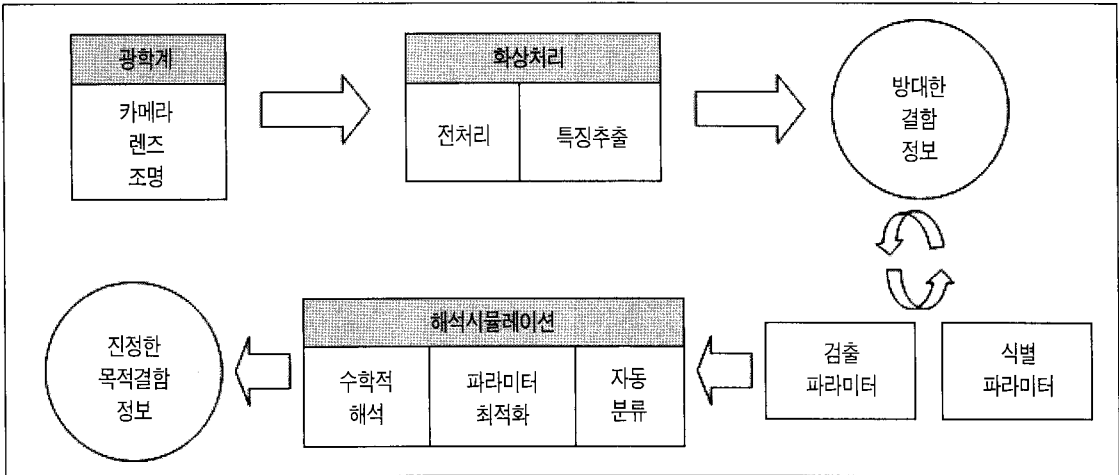
영상 처리는 형상 계측, 형상 판정, 색판정, 패턴 인식 등 다양한 처리를 들 수 있지만 특히 표면 검사 시스템에서 빈번하게 사용되는 것은 이하의 내용이며 그 기본은 디지털 처리이다.

(1) 사전 처리

입력된 영상 패턴에 포함되는 불필요한 노이즈를 제거해서 인식율을 높이는 처리 기술. 영상 보정, 화질 개선, 영상 강조 등 보다 좋은 결과를 얻기 위해서 다음과 같은 처리를 한다.

- 이동평균 처리→홀짝수 소자간의 불균일 보정
- 웨이딩 보정→조명 얼룩·렌즈수차 등의 보정

[그림 3] 영상 입력에서부터 검출식별까지의 흐름



· 논리 필터, 공간 필터→수학적인 정의를 바탕으로 영상 변환 실시

2) 특징 추출

영상의 내용을 자세하게 조사해 정보를 추출하거나 추출하기 쉽게 처리한다.

영상을 해석해서 나중에 컴퓨터에서 처리하기 유용한 특징 정보를 추출·계측한다(이 처리가 영상 처리의 핵심이다).

- 엣지 보정
- 이진화
- 고립점제거
- 룩업테이블 변환
- 라벨링
- 연결 도형 해석→형상적 특징량 추출
- 라벨 통합 처리

과거부터 분명하게 당사에서는 “검사 시스템의 판매”가 아닌 “영상 처리라고 하는 기능의 판매”를 목표로 하고 있다. 단순하게 “검사 시스템의 엔진”으로서 당사의 장치를 구입하고 싶다는

고객도 많았기 때문에 그 고객과 현장에서 구체적인 테마를 가지고 공동으로 작업하는 것으로 성장해왔기 때문이다. 그리고 최신의 “SCANTEC” 시리즈에서는 얼룩과 MD 방향의 선결함 강조 기능 등을 테마로 개발되어 왔다.

2-3-3. 엔지니어링

기초 실험을 반복한 결과를 설계도면에 반영해서 이를 현장에서 실현하는 것이 엔지니어링 능력이다. 당사에서는 현장의 분위기 환경(실온·습도)이나 광학 노이즈·전기 노이즈·진동·설치 스페이스 등도 감안한 설계를 실시해서 한층 더 당사의 경험을 반영한 제안을 실시하고 있다. 이는 지금까지는 굳이 어느 쪽이라고 단언하자면 경험이나 부분적인 검토에 의지해 온 것이 사실이지만 앞으로는 공장 내 전체의 환경을 미리 설계 단계에서 시뮬레이션을 실시해서 효율이 좋은 시스템을 구축해 나가는 것이 중요하게 된다고 생각된다. 이러한 최적화의



효과로서는 설비 비용의 절감, 설비 가동률 향상, 소비 에너지 절감 등을 들 수 있겠다.

2-4. 식별 능력

IT가 발달한 요즘 세상에서는 아무래도 그 정보의 전달과 활용 방법에만 눈이 가지만 정보의 축적과 그 재이용의 편리함에도 주시해야 한다.

앞으로 노동 인구의 감소가 본격화 되면 기술 데이터를 축적해서 그것을 정확하게 차세대에게 전해 가지 않으면 안 된다. 또한 품질·환경 등의 각종 관리 측면에서도 꼭 필요한 기능이다.

미래의 표면 검사에서 보다 중요시되는 것은 “검출”이 아니고 “식별”이다. 당시는 다음과 같은 항목으로 결함을 자동 식별해서 배분하는 알고리즘을 가지고 발전시켜 나가고 있다. 기본 구상은 “방대한 결함후보 정보”로부터 “진실의 결함정보”를 추출해내는 것으로 거기에 따라 고객 측에서 관리하는 파라미터를 최소화해 나가는 것이다.

2-4-1. 결함 영상 시뮬레이션 기능 → 수학적 인 해석 및 시뮬레이션

방대하게 얻을 수 있는 결함 영상 데이터에 대해서 통계·확률 등의 수학적 기법을 이용해 추출 조건의 최적화를 실시해서 시뮬레이션 하는 기능이다.

연구·생산기술에 주력하고 있는 고객에게는 결함 정보의 해석 틀이 되며, 현장 업무에 주력하고 있는 고객에게는 귀찮은 파라미터 설정의 반자동화 틀로서 진화시켜 갈 예정이다.

이 시뮬레이션 때 특별히 주의하지 않으면 안 되는 것은 “최적해석”과 “가능해석”의 구분이다. 단지 수학적 해석만으로는 최적해석을 찾아

낼 수 없는 경우가 많다. 다양한 가능해석을 산출해서 이 안의 어떤 것이 제일 좋은가의 선택(자동적 혹은 인간 판단: 휴리스틱 수법)이 필요하게 된다.

2-4-2. 결함 자동 구분 기능 → 자동 분류

결함을 분별하기 위한 자동 해석 틀이다.

최소한의 파라미터를 입력하는 것으로 그 특징량으로부터 자동적으로 결함을 구분할 수가 있다.

2-4-3. 재검사 시뮬레이션 기능

카메라로부터의 모든 입력 영상을 통째로 서버에 보존해서 그 영상에 대해서 파라미터를 조정하면서 재검사 시뮬레이션을 실시한다. 파라미터의 조정 부족으로 놓쳐 버린 결함에 대해서 그 검출을 위한 진정한 파라미터를 해석하는 것이 가능하다.

3. 끝으로

컴퓨터의 이점은 같은 반복 처리를 지극히 고속으로 할 수 있다고 하는 것이다. 게다가 해마다 그 속도는 빨라지고 있어서 10년 전에는 대형 컴퓨터가 아니면 해낼 수 없었던 계산을 이제는 가정용 PC로도 용이하게 처리할 수 있게 되었다.

물론 이 경향은 앞으로 더 증가해 나갈 테니까 시뮬레이션 기능은 더욱 더 새로워질 것으로 생각된다. 다만, 아무리 IT가 진화한다고 한들 수학적 해석뿐만 아니라 경험치도 축적해 나가는 게 중요하기에 미래에는 컴퓨터의 해석력과 현장의 경험·노하우를 잘 배합해서 표면 검사 시스템을 구축해 나갈 필요가 있다. [ko]