



인쇄물 검사 시스템

A Visual Inspection System for Printing

인봉수 / (주)수텍 대표이사

1. 서론

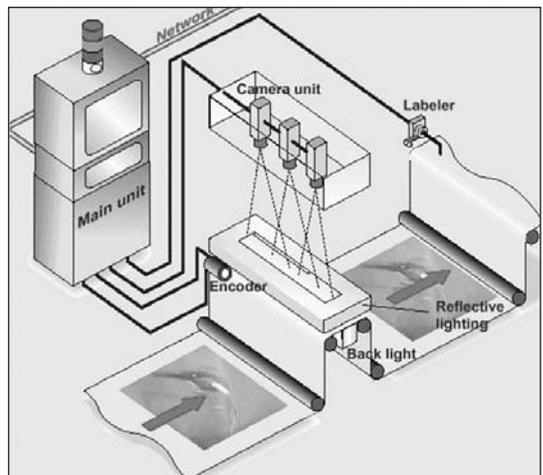
머신 비전 시스템은 산업용 디지털 카메라, 렌즈, 조명, 메인 프로세서 등으로 구성되며, 카메라로 입력된 영상을 분석하여 불량을 검사하거나 계수를 측정하는 등 매우 넓은 분야에서 활용되고 있다. 인쇄물 검사 시스템은 기능과 구성이 인쇄물 불량 검사에 특화된 머신 비전 시스템의 일종이다. 인쇄물 검사 시스템의 주요한 기능은 고속으로 이동하는 인쇄물을 정지 영상으로 확인하게 해주는 모니터링 기능과 인쇄물상의 이물질, 스크래치와 같은 불량을 자동으로 검사해주는 불량 검사 기능이다. 이와 같은 기능을 통해 인쇄 상태를 24시간 실시간으로 감시할 수 있으며, 원재료 절감, 생산성 향상, 품질 향상과 다양한 효과를 기대할 수 있다.

1. 인쇄물 검사 시스템 개요

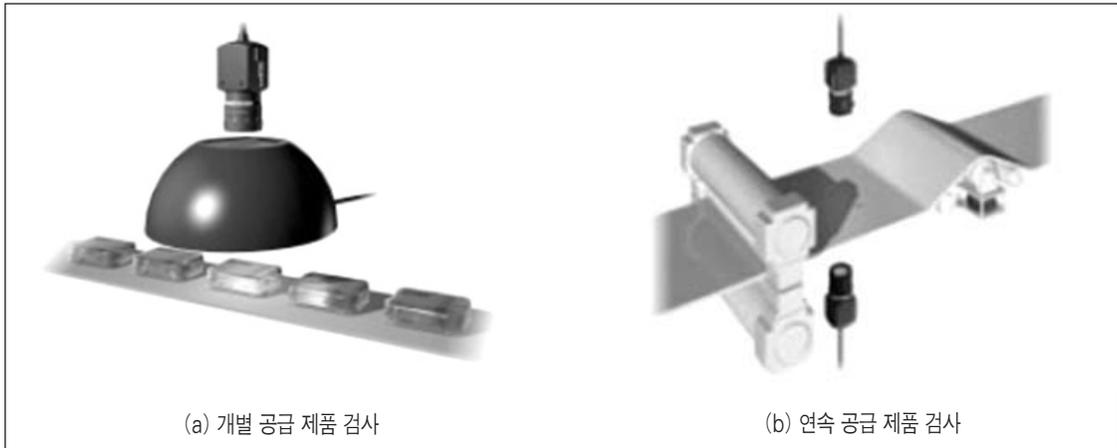
생산품 표면의 불량 검사를 위한 머신 비전 시스템은 검사 대상에 따라 개별 제품의 검사를

위한 시스템과 연속으로 공급되는 제품의 검사를 위한 시스템으로 구분할 수 있다. 개별 공급 제품의 경우 제품이 센서에 포착됐을 때 카메라가 1장씩 영상을 촬영하도록 하면 되지만, 연속 공급 제품의 경우 지속적으로 시간과 거리를 고려하여 영상 촬영 시점을 판단하고 영상을 조합해야 하므로 개발 난이도가 높으며 시스템이 고성능 하드웨어로 구성된다.

[그림 1] 인쇄물 검사 시스템



[그림 2] 개별 공급 제품의 검사와 연속 공급 제품 검사



인쇄물의 경우 연속으로 공급되기 때문에 후자인 연속 공급 제품의 불량검사에 속하며 이러한 시스템은 웹 검사 시스템(Web Inspection System) 또는 표면 검사 시스템(Surface Inspection System)이라고 불린다. 웹 검사 시스템은 웹을 통해 연속으로 공급되는 제품의 표면 검사를 위한 시스템을 통칭하는 것으로 인쇄물만이 아니라 철판, 필름, 알루미늄박과 같이 웹 공정을 통해 생산되는 모든 제품의 검사를 위한 시스템을 포함한다. 따라서, 웹 검사 시스템이 인쇄물 검사 시스템을 뜻하는 것은 아니며, 인쇄물 검사 시스템이 웹 검사 시스템의 일종인 것이다.

인쇄물 검사 시스템이 다른 일반적인 웹 검사 시스템과 구분되는 가장 큰 차이점은 기본적으로 칼라 카메라를 사용한다는 것이다. 인쇄물의 경우 색깔이 중요한 검사 기준으로 작용하기 때문이다. 색깔이 중요하지 않은 철판이나 필름의 검사에는 흑백 카메라도 널리 쓰이며, 편 홀 만

을 검사하는 시스템의 경우 1비트(on-off)로만 결과를 출력하는 센서를 사용하기도 한다.

대부분의 머신 비전 시스템이 흑백 카메라를 사용하는 이유는 칼라 카메라의 가격이 매우 비싸며, 칼라 카메라의 경우 흑백에 비해 데이터량이 3배 증가하여 고속의 영상 신호 처리가 어렵기 때문이다. 물론 칼라 카메라를 사용하면 색정밀도가 좋아지지만, 일반적인 비전 시스템의 경우 흑백 카메라를 사용해도 충분히 좋은 결과를 얻을 수 있으므로, 인쇄물과 같이 특별히 색상 검사가 필요하지 않는 경우에는 칼라 카메라를 사용하지 않는다.

인쇄물 검사 시스템은 카메라 센서 배열 방식의 차이에 따라서 영역 스캔 카메라를 사용한 방식과 라인 스캔 카메라를 사용한 방식으로 구분할 수 있다.

영역 스캔 카메라를 사용한 시스템은 인쇄물 모니터링에 특화되어 있으며, 부수적으로 불량 검사 기능을 포함하기도 한다. 그리고 라인 스캔



[그림 3] 칼라, 흑백, 1비트 카메라 영상



카메라를 사용한 시스템은 인쇄물의 불량 검사에 특화되어 있으며, 부수적으로 모니터링 기능을 포함하기도 한다. 따라서 일부 업체들은 최적의 검사 기능과 모니터링 기능의 사용을 위해 라인 스캔 카메라 방식 시스템과 영역 스캔 카메라 방식 시스템을 동시에 사용하기도 한다.

1-1. 인쇄물 검사 시스템 관련 용어

인쇄물 검사 시스템을 제대로 이해하기 위해서는 다음과 같은 기본적인 머신 비전용어에 대

해서 알아둘 필요가 있다. 해당 용어는 인쇄물 불량 검사 시스템의 성능을 말하는 척도이기도 하다.

1-1-1. 영역 스캔 카메라

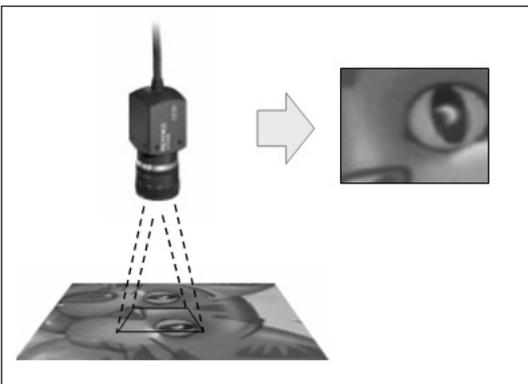
영역 스캔 카메라는 카메라 센서의 셀들이 사각형 형태로 배치되어 있어 한번 촬영에 사각 영역의 영상을 찍을 수 있는 카메라이다. 이는 일반적인 디지털 카메라의 방식과 동일하다.

디지털 카메라는 일정 시간 동안 셀에 충전된 빛을 전기적인 신호로 변환하여 컴퓨터가 빛을 신호로 인식하도록 하는 장치이다. 여기서 셀을 충전하는 시간을 셔터 스피드라고 한다.

정확하게는 전자적으로 충전 시간을 조절하기 때문에 전자 셔터(Electronic Shutter)라고 한다. 셔터 스피드가 길어지면 셀이 충전되는 시간이 길어져 많은 양의 빛을 충전할 수 있고 결과적으로 영상이 밝아지게 된다.

하지만 인쇄물과 같이 고속으로 이동하는 물체의 경우 셔터 스피드를 길게 하면 [그림 5]의 (a)와 같이 영상이 미끄러지는 현상이 발생된

[그림 4] 영역 스캔 카메라

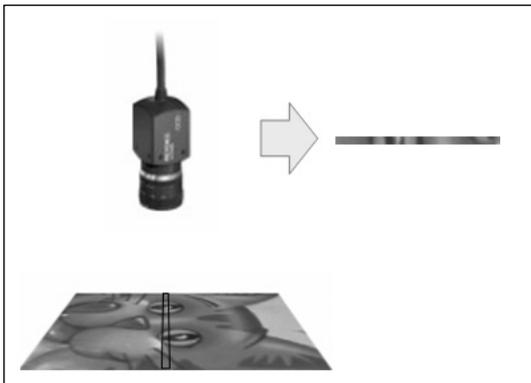


[그림 5] 환경에 따른 영상



다. 따라서 깨끗한 영상을 얻기 위해서는 짧은 셔터 스피드를 사용하는 것이 좋은데, 셔터 스피드가 짧아지면 받아 들이는 빛의 양이 적어져 (b)와 같이 영상이 어두워지는 문제가 발생된다. 이 같은 문제의 해결을 위해서 스트로보 조명을 사용한다. 스트로보는 매우 짧고 밝은 섬광을 발생시켜 셔터 스피드에 관계없이 섬광이 발생한 짧은 시간 동안의 영상만 카메라에 입력되도록 하여 (c)와 같이 고속 이송환경에서도 미끄러짐 없는 깨끗한 영상을 얻을 수 있게 한다.

[그림 6] 라인 스캔 카메라



1-1-2. 라인 스캔 카메라

라인 스캔 카메라는 카메라의 셀들이 일렬로 배치되어 있어 한번 촬영에 한 줄의 영상을 찍을 수 있는 카메라이다. 이는 일반적인 스캐너의 방식과 동일하다.

라인 스캔 카메라는 영상을 빠른 속도로 연속해서 받아오기 때문에 짧은 셔터 스피드를 가지도록 구성되어 있다. 따라서 밝은 조도를 가진 조명과 조합하여 사용해야 한다. 영역 스캔 방식에서 주로 사용하는 스트로보 조명은 섬광 주기가 라인 스캔 카메라의 스캔 속도보다 떨어지기 때문에 사용하지 못하며, 주로 고주파 형광 조명이나 바 타입의 LED 조명이 사용된다.

1-1-3. 카메라 가로 해상도와 세로 해상도

카메라는 빛을 흡수하는 작은 셀들의 배열로 구성되어 있으며, 카메라 해상도는 이 셀들이 얼마나 촘촘하게 배열되어 있는지를 뜻한다.

셀이 많을수록 영상을 더 잘게 나눌 수 있어 영상의 정밀도가 증가한다. 가로해상도는 가로로 배열된 셀의 숫자를 뜻하며, 세로 해상도는



세로로 배열된 셀의 숫자를 뜻한다. 가로 해상도와 세로 해상도의 단위는 픽셀(Pixel)을 사용한다. 라인 스캔 카메라는 세로로 배열된 셀이 없기 때문에 세로해상도는 존재하지 않는다. 해상도와 비슷한 개념으로 화소라는 것이 있는데, 화소는 전체 셀의 개수를 뜻하는 것으로 카메라의 가로 픽셀과 세로 픽셀을 곱해서 사용한다.

화소도 동일하게 픽셀이라는 단위를 사용한다. 가로해상도 640, 세로해상도 480을 가진 카메라의 화소는 307200 화소 또는 약 0.3 메가 픽셀로 나타낼 수 있다. 일반적인 산업용 카메라는 가로 4, 세로 3의 크기 비율을 가지기 때문에 화소수만 알면 가로해상도와 세로해상도를 알 수 있다.

1-1-4. 가로 분해능과 세로 분해능

카메라의 해상도가 카메라 자체의 정밀도를 나타낸다면, 분해능은 카메라에 찍힌 영상의 정밀도를 나타내는 척도로 검사 성능과 직결된다.

분해능은 하나의 픽셀이 반영하는 실제 공간의 범위를 계산하여 표현하며 mm/pixel을 단위로 사용한다. 640×480 해상도의 카메라가 1000×1333mm의 범위를 찍는다면 가로 분해능은 2.08mm(1333/640), 세로분해능은 2.08mm(1000/480)이 된다.

이 같은 계산은 영역 스캔 카메라의 분해능을

$$X = \frac{length(x)}{size(x)} \quad \begin{matrix} X: \text{가로분해능, mm} \\ Y: \text{가로분해능, mm} \end{matrix}$$

$$Y = \frac{length(y)}{size(y)} \quad \begin{matrix} length(x): \text{물체의 가로 크기, mm} \\ length(y): \text{물체의 세로 크기, mm} \\ pixel(x): \text{카메라의 가로 해상도, pixel} \\ pixel(y): \text{카메라의 세로 해상도, pixel} \end{matrix}$$

계산하기 위해서 사용이 가능하다. 카메라의 가로 분해능과 세로 분해능은 아래의 수식을 사용해서 계산 가능하다.

라인 스캔 카메라의 경우 가로 분해능은 영역 스캔 카메라와 동일하게 계산하며 세로 분해능은 카메라의 가로분해능, 스캔 레이트로부터 계산한다. 영역 스캔 카메라의 주요한 스펙이 가로 해상도와 세로 해상도라면, 라인 스캔 카메라의 주요한 스펙은 가로해상도와 스캔 레이트이다.

일반적인 라인 스캔 카메라의 가로 해상도는 1024, 2048, 4096픽셀이며 스캔 레이트는 20MHz, 40MHz이다. 스캔 레이트는 카메라가 1초에 몇 개의 픽셀을 받아들이는지를 나타낸다. 스캔 레이트가 20MHz라면 1초에 20,000,000개의 픽셀을 받아들일 수 있다. 그리고 카메라의 가로 해상도가 2048이라면 이 카메라는 1초에 약 9766줄(2000000/2048)의 데이터를 받아들일 수 있다. 그리고 물체가 1초에 1000mm를 이동한다면 세로 분해능은 약 0.1mm(1000/9766)가 된다. 라인 스캔 카메라의 세로해상도는 물체의 속도에 따라 간변적이며 아래의 수식을 사용해서 계산 가능하다.

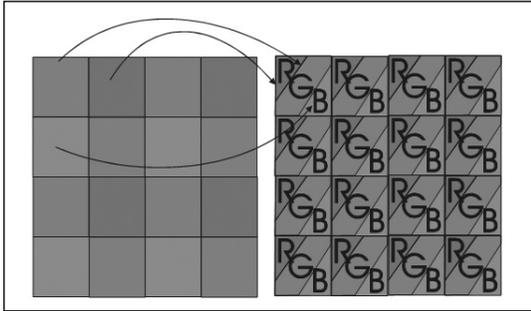
$$Y = \frac{speed(y) \times 1000 \times pixel(x)}{60 \times ScanRate}$$

X: 세로분해능, mm
 speed(y): 물체의 이동속도, m/min
 pixel(x): 카메라의 가로 해상도, pixel
 ScanRate: 카메라의 스캔 레이트

1-1-5. FOV

FOV는 Field Of View의 약자로 카메라가 한번에 보는 범위를 뜻한다. 카메라를 물체와 멀리

[그림 7] 베이어 프로세싱 개요

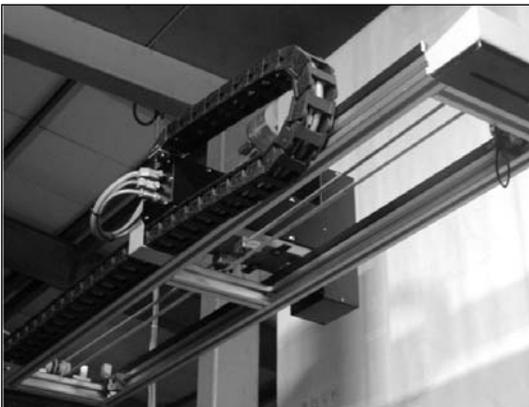


하면 FOV는 커지고, 카메라를 가까이 하면 작아진다. 반대로 카메라를 멀리하면 분해능이 떨어지고, 카메라를 가까이하면 분해능은 좋아진다. FOV는 카메라 센서 칩의 크기, 렌즈의 초점거리, 카메라와 물체와의 거리에 따라서 가변적이다.

1-1-6. 1칩 카메라와 3칩 카메라

1칩 카메라는 센서 칩이 1개로 구성되어 있어 흑백으로 영상을 받아온다. 3칩 카메라는 센서 칩이 3개로 구성되어 있어 R, G, B 각각의 영상을 받아와 칼라 영상을 받을 수 있다.

[그림 8] 수택 모니터링 시스템 C100



1칩만으로 칼라 신호를 받아오는 카메라도 있다. 이러한 카메라들은 베이어 필터라는 광학 필터를 사용해 하나의 셀이 R, G, B 중 하나의 색상만을 받아오도록 한 후, 주변 셀의 색상을 고려하여 칼라 영상으로 변환하는 방식을 사용한다. 영역 스캔 카메라를 사용한 인쇄물 검사 시스템은 모니터링이 주요한 목적이므로 대부분 이와 같은 방식의 카메라를 사용한다.

1-2. 영역 스캔 카메라 사용 시스템

영역 스캔 카메라를 사용한 인쇄물 검사 시스템은 인쇄기에 부착되어 고속으로 이송하는 인쇄물을 정지영상으로 모니터링 할 수 있게 하는 장비이다. 반복하는 인쇄물의 패턴길이에 맞게 카메라가 인쇄물을 반복해서 찍어 사용자는 모니터를 통해 이송하는 인쇄물을 정지영상으로 확인할 수 있다. 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템은 모니터링이 주 목적으로 부가적으로 검사기능을 포함하고 있는 시스템들도 있다. 무엇보다도 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템의 장점은 줌인과 줌아웃이 가능하여 특정 영역을 확대해서 정밀하게 확인할 수 있다는 것이다.

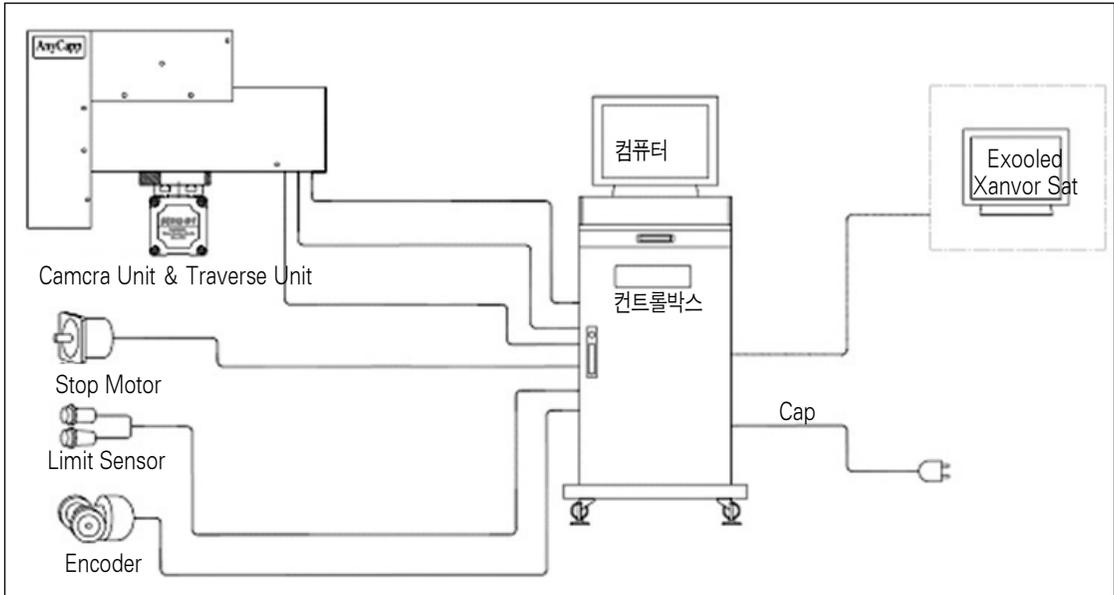
1-2-1. 영역 스캔 카메라 시스템의 구성

영역 스캔 카메라 시스템은 카메라 유니트, 이송 유니트, 메인 콘트롤러 유니트, 엔코더 유니트, 모니터로 구성된다.

카메라 유니트는 인쇄물을 영상을 찍는 가장 중요한 구성 요소이다. 다시 카메라 유니트는 카메라, 줌렌즈, 조명으로 구성된다. 카메라는 인쇄물을 영상 이미지로 받아오는 장비로 가장 기본적인 부품이다. 칼라로 인쇄된 인쇄물의 영상



[그림 9] 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템 구성



을 확인하기 위해서 칼라 카메라가 사용된다. 줌 렌즈는 보는 영상의 범위를 조절할 수 있게 하는 부품이다. 원격에서 줌 렌즈를 조작함으로써 보는 범위를 확장해서 줌더 전체적인 인체물의 상태를 확인하거나 범위를 축소해서 더 미세하게 인체물을 관찰 할 수도 있다. 일반적으로 6배에서 10배 정도의 조절이 가능한 렌즈가 사용된다. 조명은 깨끗한 영상을 받아오기 위해 사용되며 조도 특성이 우수하고 짧은 섬광을 발생시키는 스트로보 조명이 사용된다.

이송 유닛은 카메라 유닛을 좌우로 이송하여 모니터링 하는 위치를 이동할 수 있도록 하는 유닛이다. 이송 유닛은 트래버스와 스테핑 모터로 구성되어 있다. 저가 시스템은 스테핑 모터 없이 사용자가 직접 수동으로 카메라 유닛을 이동시키도록 하는 경우도 있다.

메인 컨트롤러 유닛은 전체 시스템의 제어를 담당하는 유닛으로 영상 처리 보드와 PC로 구성되어 있다. 영상 처리 보드는 카메라가 찍은 영상을 PC에 입력하여 처리가 가능하도록 한다. PC는 줌 기능, 이송 기능과 같은 시스템의 주요한 기능을 통합하여 조작할 수 있도록 하는데 PC를 사용하지 않고 독립적인 컨트롤러를 구성해서 사용하는 경우도 있다. PC를 기반으로 하는 시스템은 고가이기는 하지만 업그레이드나 사용성 측면에서 컨트롤러 기반 시스템보다 우수하다.

엔코더 유닛은 인체물의 속도를 측정하는 유닛이다. 엔코더와 고정 브라켓으로 구성되며 엔코더는 인체기의 축에 직접 연결하는 축 타입 엔코더와 인체 롤러에 부착하는 휠 타입 엔코더가 환경에 맞게 선정되어 사용된다. 엔코더는

[표 1] 영역 스캔 카메라 시스템 주요 조작 기능

No	항목	기능
1	Zoom - In	줌렌즈를 조절하여 영상을 확대함
2	Zoom - Out	줌렌즈를 조절하여 영상을 축소함
3	Focus - Near	가까운 거리에 초점을 맞추도록 함
4	Focus - Far	먼 거리에 초점을 맞추도록 함
5	Iris - Open	조리개를 열어 영상을 밝게 조절 함
6	Iris - Close	조리개를 닫아 영상을 어둡게 조절 함
7	Scroll - Up	보는 위치를 위로 이동 함
8	Scroll - Down	보는 위치를 아래로 이동 함
9	Right Move	카메라를 오른쪽으로 이동 함
10	Left Move	카메라를 왼쪽으로 조절 함

자동으로 인쇄물의 이송속도를 측정하여 시스템이 이송속도와 연동하여 카메라가 인쇄물을 찍어야 할 시점을 알도록 해 준다. 자동으로 인쇄물을 찍어야 할 시점을 카메라가 알게 하기 위해서는 사전에 사용자가 인쇄물 패턴의 길이를 입력해줘야 한다. 엔코더가 없다면 사용자가 직접 인쇄물의 속도 또한 입력해 주어야 한다.

모니터는 찍은 영상을 사용자가 확인하게 해주는 장비이다. 원거리에서 볼 수 있도록 옵션으로 추가 모니터를 사용할 수 있다. 모니터는 주로 CRT 모니터가 사용되는데, 최근 많이 사용되는 LCD 모니터의 경우 시야각이 좁아서 옆에서 보면 어둡게 보이는 현상이 발생하고 색감이 CRT 모니터에 비해서 떨어져 CRT 모니터가 사용된다.

[표 2] 발생 불량량의 비율 분석

Defect	Random Percent	Repeat Percent	% of Total
Streaks	2	90	11.0
Color	0	100	31.3
Misregister	0	100	38.1
Splashes	70	30	5.5
Hickeys	5	95	3.7
Bar Code Quaility	0	100	10.4

1-2-2. 영역 스캔 카메라 시스템의 조작 기능

영역 스캔 카메라를 사용한 인쇄물 검사 시스템의 주요한 기능은 모니터링 기능으로 다음과 같은 세부 기능을 통해서 사용자가 원하는 시점에 원하는 부분을 모니터링 하게 해준다. 이 같은 기능은 메인 컨트롤러의 소프트웨어를 통해서 통합적으로 조절이 가능하다.

1-2-3. 영역 스캔 카메라 시스템 선정 시 주의점

영역 스캔 카메라를 사용한 모니터링 시스템을 선정할 때 가장 우선적으로 살펴봐야 할 스펙은 카메라의 해상도이다.

검사 시스템에서 높은 해상도는 좋은 성능으로 직결된다. 따라서 해상도를 우선적으로 살펴보아야 한다.

일반적으로 640×480 해상도가 널리 사용되며 최근 1024×768의 고해상도가 사용되기도 한다. 그리고 고려할 사항은 사용된 카메라가 1개의 센서 칩을 사용하는지 3개의 센서 칩을 사용하는지 이다 위에서 언급한 것과 같이 3개의 센서 칩을 사용한 카메라는 R, G, B를 광학적으로 구분해서 받아들이므로 색감 측면에서 1 칩 방식에 비해서 우수하다. 하지만 가격이 매우 고가이며 최근 1 칩 방식의 카메라도 색감이 우수하므로 필요에 맞게 선정해야 한다.



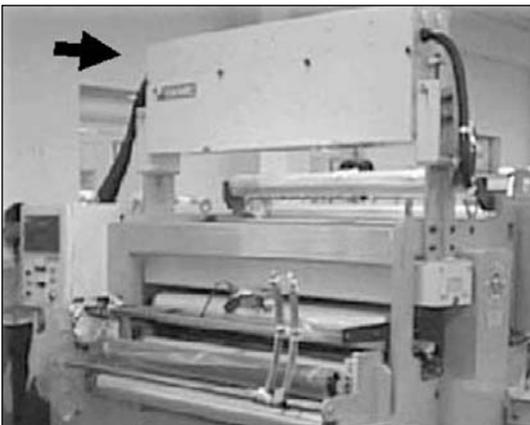
특징

색상이 우선적인 선택사항이라면 3칩 카메라를, 미세한 결점을 확인하고 싶다면 1칩이라도 해상도가 높은 제품을 선택하는 것이 바람직하다. 이외에 부가 기능과 한글화 여부도 고려해야 한다. 부가 기능은 꼭 필요한 기능만 있으면 문제가 없으므로 자신에게 필요한 기능만 있다면 큰 고려대상은 아니다.

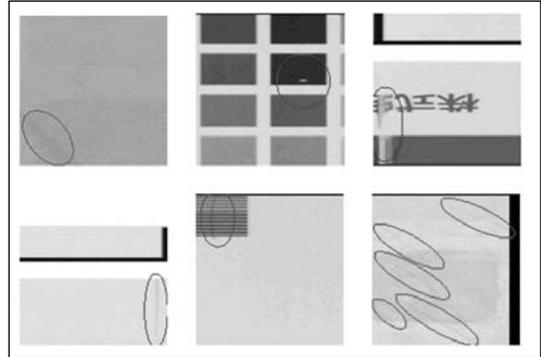
영역 스캔 카메라를 사용한 시스템은 라인 스캔 카메라를 사용한 시스템과 달리 모든 인쇄물을 검사하지는 않으며, 샘플링 검사를 수행한다. 하지만 [표 2]와 같이 실제 인쇄 라인에서 발생하는 불량은 무작위로 발생하기 보다는 반복적으로 발생하므로 가격을 고려하면 샘플링 검사는 매우 이성적인 선택이 될 수 있다.

마지막으로 저가의 카메라를 사용해서 겉으로 보이는 스펙은 높으나 실제 모니터링 되는 영상의 질이 떨어지는 시스템도 있다. 단지 스펙만 보고 판단하지 말고 이왕이면 업체를 방문하여 모니터링 되는 영상의 질을 확인한 후 선정하는 것이 좋다.

[그림 10] 라인 스캔 카메라를 사용한 검사 시스템



[그림 11] 인쇄 불량 예



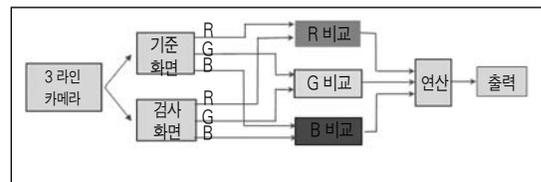
1-3. 라인 스캔 카메라 사용한 시스템

라인 스캔 카메라를 사용한 인쇄물 검사 시스템은 인쇄기에 부착되어 고속으로 이동하는 인쇄물의 불량을 실시간으로 검사할 수 있게 한다. 또는 리와인더기에 설치되어 오프라인으로도 운용이 가능하다. 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템이 전체 인쇄물을 검사하는 것이 아니라 일정 시간마다 샘플링 하여 검사하는 반면, 라인 스캔 카메라를 사용한 시스템은 전체 인쇄물을 검사하기 때문에 생산되는 인쇄물의 100% 검사가 가능하다.

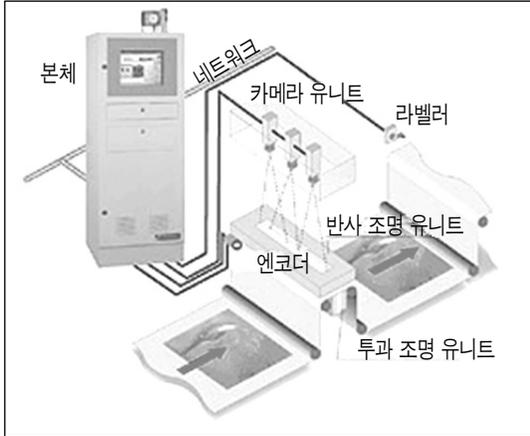
가격 또한 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템에 비해서 매우 고가이다. 일부 모니터링 기능을 포함한 시스템도 있으나 영역 스캔 방식을 사용한 시스템에 비해서 그 기능이 매우 떨어진다.

불량 검사는 정상 샘플의 영상을 기억하고 있

[그림 12] 불량 처리 알고리즘 개요



[그림 13] 라인 스캔 카메라를 사용한 시스템 구성



다가, 정상 영상과 실시간으로 입력되는 영상의 차이를 계산하여 일정 수준 이상의 차이가 생기면 불량으로 인식하는 기본적인 영상처리에 기반하고 있다. 3칩 라인 카메라를 사용하기 때문에 R, G, B 각각 비교가 가능하여 매우 정밀한 색상 차이도 검출이 가능하다. 계산된 결과는 어느 정도의 색깔 차이가 나는지와 어느 정도의 크기인지를 고려하여 불량인지 아닌지를 판별한다. 불량 기준은 사용자가 임의로 설정 가능하다.

1-3-1. 라인 스캔 카메라 시스템 구성

라인 스캔 카메라를 사용한 시스템은 카메라 유니트, 조명 유니트, 메인 컨트롤러 유니트, 엔코더 유니트, 라벨러 유니트로 구성된다.

라인 스캔 카메라를 사용한 시스템의 카메라 유니트는 여러 대의 카메라로 구성되어 있다. 여러 대의 카메라로 연동하여 사용하며, 여러 대를 가로로 붙여 사용함으로써 넓은 인쇄물의 전체 폭에 걸친 검사가 가능하다. 또한, 가로 분해능을 높여 검사의 정밀도를 높일 수 있게 한다. 조명

유니트는 반사 조명과 투과 조명으로 구성된다.

반사 조명 유니트는 표면에 발생된 불량을 강조하기 위해서 사용되며, 투과 조명은 핀 홀 등을 찾아내기 위해서 사용된다. 두 가지 조명을 조절함으로써 원하는 불량의 영상을 강조하도록 조작할 수 있다. 메인 컨트롤러 유니트는 영역 스캔 시스템과 같이 전체 시스템의 조작을 담당한다. 엔코더 유니트도 영역 스캔 시스템과 같이 인쇄물의 속도를 측정하기 위해서 사용된다. 단, 라인 스캔 카메라를 사용한 시스템은 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템보다 훨씬 정밀한 속도 측정이 필요하다. 따라서, 매우 정밀한 엔코더가 적용된다.

라벨러 유니트는 인쇄물에 라벨을 부착하는 기능을 하는 유니트로 불량이 발생되면 자동으로 불량이 난 위치에 라벨을 붙여주어 사용자가 불량이 발생한 부분을 확인할 수 있도록 한다.

카메라로 찍고 불량 검사하고 신호를 전송하는 시간이 소요되므로 라벨러 유니트는 카메라 유니트와 일정 거리가 떨어진 곳에 위치시켜야 한다.

1-3-2. 라인 스캔 카메라 시스템 조작 기능

라인 스캔 카메라를 사용한 시스템은 불량 검사가 주 목적으로 아래 기능들의 조작을 통해 불량을 검사하고 불량을 관리할 수 있다.

[표 3] 라인 스캔 카메라 시스템 주요 조작 기능

No	항목	기능
1	색상 차이 설정	불량으로 판별할 최소 색상 차이를 설정 함
2	불량 크기 설정	불량으로 판별할 최소 불량크기를 설정 함
3	반사 조명 밝기	반사 조명의 밝기를 조절 함
4	투과 조명 밝기	투과 조명의 밝기를 조절 함
5	결점 영상 확인	불량으로 판별된 결점의 영상을 확인 함
6	검사 이력 맵	검사 결과를 종합적으로 확인 함
7	결점 판별 기능	결점의 특징에 따라 결점을 분류 함



특징

[그림 14] Tokimec 시스템 소프트웨어 화면



1-3-2. 라인 스캔 카메라 시스템 선정 시 고려사항

라인 스캔 카메라를 사용한 시스템을 선정할 때는 카메라의 해상도와 스캔 레이트가 가장 우선적인 고려사항이다.

카메라의 가로 해상도가 높을수록 가로 방향의 분해능이 좋아져 가로 불량 검출 성능이 높아지며, 스캔 레이트가 높으면 세로 분해능이 높아져 세로 불량 검출 성능이 높아진다. 단, 카메라의 가로 해상도가 높아지면 세로 분해능이 떨어지기 때문에 주의해야 한다.

이는 카메라의 스캔 레이트가 고정된 상태에

서 카메라의 해상도가 높아지면 1줄을 읽는데 소요되는 시간이 더 걸리기 때문이다. 2048 해상도의 카메라가 1줄을 읽는데 1초가 걸린다면, 4096 해상도의 카메라는 1줄을 읽는데 2초가 걸린다.

가로 불량량의 검출이 우선 사항이라면 높은 해상도의 카메라를 사용한 시스템을, 세로 불량량의 검출이 우선 사항이라면 높은 스캔 레이트의 카메라를 사용한 시스템을 선정해야 한다. 물론 가장 이상적인 사양은 낮은 가로 해상도와 높은 스캔 레이트의 카메라를 여러 대 연결하여 사용하는 것이다. 영역 스캔 카메라를 사용한 시스템과 마찬가지로 부가기능과 한글화 여부도 선정 시 고려하여야 한다.

라인 스캔 카메라를 사용한 시스템의 경우 부가 기능도 중요한 고려 사항 중 하나이다. 불량 검사가 주 목적인 만큼 조명의 미세 조절 가능여 부가 중요하며, 불량 데이터를 통해 다양한 대처가 가능해지므로 불량 데이터의 관리 기능 또한 중요하다. 그리고 예산에 여유가 있다면 부족한 모니터링 기능의 보완을 위해서 영역 스캔 카메라를 사용시스템의 도입을 동시에 고려하는 것도 좋다.

[그림 15] 카메라 구성에 따른 분해능

① : 2048 화소 20MHz	② : 2048 화소 40MHz	③ : 4096 화소 40MHz	④ : 4096 화소 40MHz
			
카메라 2대	카메라 4대	카메라 2대	카메라 3대
가로 분해능 = 0. 280mm	가로 분해능 = 0. 143mm	가로 분해능 = 0. 140mm	가로 분해능 = 0. 096mm
세로 분해능 = 0. 330mm	세로 분해능 = 0. 165mm	세로 분해능 = 0. 330mm	세로 분해능 = 0. 330mm

2. 인쇄물 검사 시스템 도입 효과

인쇄물 검사 시스템을 도입함으로써 도입업체는 다양한 효과를 얻을 수 있다. 그 주요한 효과는 원재료 절감, 생산성 향상, 품질 향상이 있다.

결과적으로 좋은 품질을 제품을 고객에게 전달함으로써 고객만족을 이끌어낼 수 있다.

2-1. 원재료 절감

원재료의 절감은 조작자가 실시간으로 불량을 확인하고 문제점을 해결함으로써 이루어진다.

또는, 오프라인에서 불량을 확인하고 다음 공정으로 불량품이 넘어가지 않도록 해서 원재료가 절감되기도 한다.

연구결과에 따르면 20~40% 정도의 원재료 절감 효과가 일반적이고, 경우에 따라서 50% 이상의 원재료 절감 효과를 거둔 업체도 있다. 잉크, 코팅, 인쇄 노동, 원재료 관리 등이 절감된다.

2-2. 생산성 향상

단지 원재료의 절감에 따른 생산성 향상이 아니라, 인쇄 속도의 증가에 따른 생산성 향상 효과가 크다.

인쇄물 검사 시스템은 인쇄기계가 가진 한계 속도에서도 생산되는 제품의 품질에 확신을 가지게 하며, 낮은 속도로 인쇄기를 가동할 필요가 없어지게 된다. 결과적으로 동일한 시간에 더 많은 인쇄물을 생산할 수 있게 된다.

연구결과에 따르면 일반적으로 도입 후 20% 정도의 생산 속도가 증가한 것으로 보고되고 있다.

2-3. 품질 향상

인쇄물 검사 시스템은 사용자가 인쇄물의 생산 품질을 직접 확인하거나 자동을 불량을 검출해주는 역할을 하며, 그에 따른 인쇄 품질의 향상이 있다.

라인 스캔 카메라 시스템의 불량 검사 기능은 작은 불량을 검출하고 자동으로 알려주어 불량품이 납품되는 것을 원천적으로 막는다. 그리고 영역 스캔 카메라 시스템의 모니터링 기능은 최대 6~10배정도로 일부분을 확대하여 확인할 수 있어, 매우 미세한 불량까지 확인할 수 있도록 한다. 또한, 불량 부분을 영상으로 저장하여 추후 자세히 확인할 수 있으며, 이를 통해 자주 발생하는 불량 원인을 파악하여 공정의 개선을 통해 품질향상을 이룰 수 있다.

II. 맺음말

최근 들어 원재료 값의 상승, 경쟁의 심화, 품질의 중요성 증대 등으로 인쇄물 검사 시스템의 도입율이 급격히 증가하고 있다. 인쇄물 검사 시스템은 최근에 개발된 기술이 아니라 이미 90년대부터 널리 사용되어 왔으며 지속적으로 기술이 발달해와 성능이 많이 향상되었으며 가격 또한 현실적인 수준으로 떨어진 상태이다.

모든 업체의 인쇄 공정은 모두 특화되어있기 때문에 인쇄물 검사 시스템의 도입에 따른 효과는 모두 틀릴 것이다. 따라서, 시스템을 제대로 이해하고 자신의 공정과 필요성에 최적화된 인쇄물 검사 시스템을 선정하여 투자해야만 짧은 기간 내에 최적의 효과를 얻을 수 있을 것이다. ☐