(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
G01N 21/89 (2006.01)
G01N 21/88 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0060742
(43) 공개일자 2006년06월05일

(21) 출원번호 10-2006-7007681
(22) 출원일자 2006년04월21일
번역문 제출일자 2006년04월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/027821
국제출원일자 2004년08월27일
(87) 국제공개번호 WO 2005/036146
국제공개일자 2005년04월21일

(30) 우선권주장 10/669,197 2003년09월24일 미국(US)

(71) 출원인 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자 스켑스, 칼 제이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피. 오. 박스 33427
마스터만, 제임스 에이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피. 오. 박스 33427
플로더, 스티븐 피.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피. 오. 박스 33427
버그, 브랜든 티.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피. 오. 박스 33427

(74) 대리인 장수길
김영

심사청구 : 없음

(54) 자동화 웹 검사를 위한 장치 및 방법

요약

움직이는 웹을 검사하는 방법. 이 방법은 연속적으로 움직이는 웹의 순차적 부분을 영상화하여 디지털 정보를 제공하는 것을 포함한다. 이어서 디지털 정보는 초기 알고리즘으로 처리되어 비정상성을 포함하는 웹 상의 영역을 식별한다. 이어서, 디지털 정보 내에서 식별된 영역에 대응하는 영상 정보를 선택한다. 이어서 선택된 영상 정보는 하나 이상의 후속 알고리즘으로 분석되어 비정상성 중에서 실제 결함을 구별한다.

대표도

도 1

색인어

자동화 웹 검사, 후속 알고리즘

명세서

기술분야

본 발명은 자동화 검사 시스템, 및 더 특별하게는 연속적으로 움직이는 웹을 광학적으로 검사하기 위한 시스템 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

움직이는 웹 물질의 분석을 위한 검사 시스템은 현대적 제조 공정에서 중요한 것으로 입증되었다. 금속, 종이, 부직포, 및 필름 제조 등의 다양한 산업은 품질 인증 및 온라인 공정 모니터링 둘 다를 위해 상기 검사 시스템에 의존한다. 당해 산업에서 한가지 주요 난점은 현재의 제조 공정과 보조를 맞추는데 필요한 대단히 높은 데이터 처리 속도에 연관된다. 상업적으로 이용가능한 폭의 웹 및 전형적으로 사용되는 웹 속도 및 전형적으로 필요한 픽셀 크기를 사용할 경우, 초당 수십 또는 수백 메가바이트의 데이터 획득 속도가 검사 시스템에 요구된다. 상기 데이터 속도로 영상을 처리하고 정확한 결함 검출을 수행하는 것은 계속적인 과제이다.

당업계는 영상 처리를 매우 간단한 알고리즘으로 제한하고, 검출 알고리즘의 범위 및 복잡성을 제한하며, 데이터 스트림의 일부에 각각 작용하는 주문형(custom) 전자 하드웨어 또는 전용 예비프로세서를 포함한 주문형 검사 시스템 아키텍쳐를 사용함으로써 이러한 딜레마에 반응하였다. 이러한 시스템은 움직이는 웹의 검사에 필요한 데이터 속도를 달성할 수 있지만, 새로운 제조 공정 및 웹 물질의 경우 시스템을 개조하기가 매우 어렵다. 또한, 처리 알로리즘은 전용 처리 모듈의 성능으로 제한된다. 마지막으로, 영상 처리 알로리즘이 더 복잡해짐에 따라, 요구되는 처리를 신속하게 실시하는데 필요한 하드웨어를 제어하기 어렵게 된다.

제조 산업은 재고 감소에서 명백한 장점을 가진 "적시생산 (just-in-time)" 제품을 제조할 수 있는 것의 중요성을 인식하였다. 그러나, 이러한 목적을 달성하기 위해서 제조업자는 종종 다양한 제품 간에 신속한 전환을 허용하는 시스템 및 장치를 개발할 노력을 해야한다. 제품 간의 신속한 전환은 움직이는 웹의 광학 검사 기술이 현재 요구하는 특정화된 신호 처리 하드웨어와 상반된다.

또 다른 딜레마는 주어진 제품이 각각 상이한 품질 수준을 요하는 다중 응용에 나중에 사용될 수 있는 상황에서 나타날 수 있다. 이러한 난점은 제조시에는 어느 품질 수준이 필요할지 모르기 때문에 발생한다. 그러므로, 당업계는 추출된 결함의 공간상 특징을 기초로 하는 다양한 결함 분류 기술을 사용함으로써 결함을 검출한 후에 품질 수준을 등급화하는 것을 시도한다. 이것은 상이한 품질 요건의 경우 결함 수준 간에 큰 차이점이 존재할 때 때론 적절하지만, 결함 간에 더 미세한 차이점이 다른 영상 처리 및 결함 추출 알고리즘을 필요로 하는 더 심한 상황의 경우 부적절하다. 그러므로, 분류를 위해 결함을 추출한 후까지 대기한다면, 정보는 손실되고 분류는 불가능하다.

발명의 요약

본 발명은 움직이는 웹의 검사를 위한 시스템을 제공한다. 이것은 고유 응용 특이적 결함 검출 방법의 사용을 통하여 앞서 기재된 어려움을 해결한다. 본 발명의 방법은 결함 처리 시간 또는 리소스의 관점에서 저비용 또는 무비용으로 상당히 개선된 결함 검출 성능을 제공함으로써, 검사 시스템이 웹 검사 응용에서 요구되는 높은 데이터 처리 속도와 보조를 맞출 수 있게 한다. 본 발명은 또한 나중에 사용하기 위해 모든 비정상성에 대한 모든 정보를 저장할 수 있게 함으로써 최종 제품 응용에 필요한 품질 수준에 따라 지연된 결함 검출을 제공한다.

검사 시스템은 광학 장치로부터 웹에 관한 정보를 획득하고 첫번째로 전형적으로 덜 복잡한 알고리즘으로 예비 검사를 수행한다. 비정상성을 포함하는 웹의 영역에 관한 영상 정보는 비정상성의 일부가 결함일 가능성을 용인하면서 선택되지만, 다수는 "허위 긍정 (false positive)", 결함이 아닌 비정상성일 수 있다. 사실, 일부 영역은 제품이 특별한 응용에서 사용될 경우 결함일 수 있지만, 또 다른 응용에서 사용될 경우 결함이 아닐 수도 있다. 비정상성로부터 실제 결함을 효과적으로 분리하기 위해서, 최초 영상 정보가 나중에 재고되어 하나 이상의 다양한 더 복잡한 영상 처리 및 결함 추출 알고리즘 처리를 받는다.

최초 영상 정보의 상기 재고가 편리한 시간, 심지어 검사된 웹이 롤 상에 감겨서 이용 불가능하게 된 이후에도 수행될 수 있다는 것이 본 발명의 장점이다. 관련된 장점은 검사 동안 움직이는 웹의 속도가 웹의 전체 표면이 복잡한 분석을 받을 때 가능한 것보다 훨씬 더 클 수 있다는 것이다.

본 발명은 통상의 비패턴화 웹에 특히 유용하지만, 본 방법은 통상의 패턴화 웹에 적용 가능하다고도 예상된다. 통상의 패턴화 웹이 본 방법으로 처리될 경우, 디지털 정보 처리에 사용된 초기 알고리즘은 완벽한 패턴을 함유한 웹의 영역을 패턴 및 가능한 결함을 함유한 웹의 영역과 충분히 구별해야 한다. 디지털 정보의 단지 일부만 추출되어 후속 알고리즘 처리되도록 데이터를 감소시키는 것이 목적이다.

더 특별하게, 본 발명의 한 실시양태는 움직이는 웹을 검사하는 방법으로서 간주될 수 있다. 상기 방법은 연속적으로 움직이는 웹의 순차적 부분을 영상화하여 디지털 정보를 제공하는 것을 포함한다. 이어서 디지털 정보는 초기 알고리즘으로 처리되어 비정상성을 함유하는 웹 상의 임의의 영역을 식별한다. 이어서 디지털 정보내에서 식별된 영역에 대응하는 영상 정보가 선택된다. 이어서 선택된 영상 정보는 하나 이상의 후속 알고리즘으로 분석되어 비정상성 중에서 실제 결함을 구별한다.

많은 바람직한 실시양태에서, 분석하기 전에 선택된 영상 정보를 저장 또는 버퍼링하는 것이 편리하다. 실제로, 일정한 시간 동안 저장 또는 버퍼링된 정보를 유지하고 영상화가 전체 웹에 대해 수행된 후에만 분석을 수행하는 하는 것이 종종 편리하다.

다양한 영상 처리 기술이 초기 알고리즘에 사용될 수 있지만, 매우 적은 연산 비용으로 수행될 수 있기 때문에 디지털 정보의 한계를 정하고(thresholding) 블롭(blob) 리스트를 형성하는 단계를 포함하는 알고리즘이 특히 편리한 것으로 밝혀졌다. 검사되는 웹의 정확한 특성에 따라, 본 발명에 반사광, 투과광, 변환광이 사용될 수 있다. 본 발명에 단일 또는 다중 영상화 소스가 유용하다.

다른 특징 및 장점은 이의 실시양태의 하기 설명, 및 청구항으로 명백할 것이다.

정의

본 발명의 목적을 위해, 본 명세서에서 사용된 하기 용어는 아래와 같이 정의된다:

"웹(web)"은 한 방향으로 고정된 치수 및 직교 방향으로 예정된 또는 정하지 않은 길이를 갖는 물질의 시트를 의미한다.

"순차적(sequential)"은 단일 선, 또는 센서 요소 (픽셀)의 단일 열에 대해 광학적으로 매핑된 웹의 영역의 연속에 의해 영상이 형성되는 것을 의미한다.

"픽셀(pixel)"은 하나 이상의 디지털 값으로 표현된 화상 요소를 의미한다.

"블롭(blob)"은 2원 영상으로 연결된 픽셀의 집합을 의미한다.

"결함(defect)"은 제품에서 바람직하지 않은 존재를 의미한다.

"비정상성"은 특징 및 중중도에 따라서, 결함이 되거나 또는 아닌 통상의 제품으로부터의 편차를 의미한다.

"그레이 스케일(gray scale)"은 다수의 가능한 값, 예를 들어 256 디지털 값을 갖는 픽셀을 의미한다.

"이진화(binarization)"는 이진값으로 픽셀을 변환하기 위한 연산이다.

"필터(filter)"는 입력 영상의 원하는 출력 영상으로의 수학적 변환이고, 필터는 한 영상 내에서 원하는 특성의 콘트라스트를 강화하는데 전형적으로 사용된다.

"응용 특이적 (application specific)"은 의도하는 용도를 기준으로 제품 요건을 정의하는 것을 의미한다.

도면의 간단한 설명

첨부된 도면의 몇몇의 도에서 유사 부분은 유사한 참고 번호를 갖는다.

도 1은 본 발명에 따른 예시적인 검사 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 예시적인 방법의 순서도이다.

도 3은 본 발명에 따른 응용 특이적 처리 개념을 예시한다.

도 4a 및 도4b는 본 발명을 실시하는데 사용된 웹의 일부에 대한 예시적인 영상을 나타낸다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 연속적으로 움직이는 웹을 광학적으로 검사하기 위한 방법이다. 도 1은 본 발명을 수행할 수 있는 한 방식을 묘사한 다이아그램이다. 연속적으로 움직이는 웹 10의 세그먼트가 두 지지 롤 12, 14 사이에 위치한다. 영상 획득 장치 16은 연속적으로 움직이는 웹 10에 근접하여 위치한다. 영상 획득 장치 16은 연속적으로 움직이는 웹 10의 순차적 부분을 스캔하여 각 순차적 부분에 관한 데이터를 얻는다. 상기 데이터는 데이터를 수집하고 분석하는 컴퓨터 18로 전송된다. 이어서 상기 디지털 정보는 초기 알고리즘으로 처리되어 비정상성을 포함하는 웹 상의 영역을 식별한다. 이어서 디지털 정보 내에서 비정상성에 대응하는 영상 정보를 선택한다. 이어서 선택된 영상 정보는 하나 이상의 후속 알고리즘으로 분석되어 비정상성 중에서 실제 결함을 구별한다.

웹 물질

본 발명에 따라서, 웹은 한 방향으로 고정된 치수를 갖고, 직교 방향으로 예정된 또는 정하지 않은 길이를 갖는 시트-유사 물질을 포함할 수 있다. 본 발명은 바람직하게는 연속적으로 움직이는 웹을 처리하는데 적합하다. 광학적으로 영상화될 수 있는 웹 형태로 제공되는 물질은 본 발명에서 사용하기에 적합하다. 웹 물질의 예는 비제한적으로 금속, 종이, 직물, 비-직물, 유리, 중합체 필름 또는 이의 조합물을 포함한다. 금속은 강철 또는 알루미늄과 같은 물질을 포함할 수 있다. 직물은 보통 다양한 페브릭을 포함한다. 비-직물은 예를 들어 종이, 필터 매체, 또는 절연 물질과 같은 물질을 포함한다. 필름은 예를 들어 적층물 및 코팅된 필름을 비롯한 투명한 및 불투명한 중합체 필름을 포함한다.

본 발명의 사용을 통해 해결하기에 특히 적합한 검사 문제의 제 1 유형은 광학 필름의 검사이다. 광학적 응용, 예를 들어 컴퓨터 디스플레이의 표면에 사용하는 필름에서, 미세한 결함은 한번에 수시간 동안 디스플레이를 보는 사용자에게는 매우 커보인다. 이러한 응용 분야에서 결함의 종류가 무엇인지 정확히 정의하는 것은 사용자에게는 때론 대단히 귀찮은 일이고 무슨 결함이 무해한지 파악하는 것은 꽤 복잡하다. 판단의 복잡성을 감소시키기 위한 계략이 더욱 특별하게 하기에 나타나 있다.

검사 문제의 제 2 유형은 신축성 회로 웹의 검사이다. 본 발명은 신축성 회로 웹 상의 개별 회로가 신축성 회로기판 상에 침착 또는 형성된 반복 회로 패턴을 갖는 경우에 관련된 복잡성을 처리하는데 특히 적절하다. 웹은 전형적으로 각각 임의의 패턴으로 배열된 다양한 작은 부분을 포함하는 다중 개별 회로를 갖는다. 개별 회로는 개별 전기 응용에서 사용하는 예를 들어 다이 컷팅에 의해서 웹으로부터 나중에 분리된다.

본 발명에 적절한 다수의 응용에서, 웹 물질 또는 조합된 물질은 바람직하게는 도포된 코팅을 가질 수 있다. 광학적으로 영상화될 수 있는 코팅이 본 발명에 사용하기에 적합하다. 코팅은 일반적으로 베이스 웹 물질의 노출된 표면에 도포된다. 코팅의 예는 접착제, 광학 밀도 코팅, 저 접착성 배면 코팅, 금속화 코팅, 광학 활성 코팅, 전기 전도성 또는 비전도성 코팅, 또는 이의 조합물을 포함한다. 상기 코팅은 웹 물질의 적어도 일부에 도포되거나 또는 베이스 웹 물질의 표면을 완전히 피복할 수 있다.

영상 획득

영상 획득은 움직이는 웹의 순차적 부분을 판독하여 디지털 데이터 스트림의 형태로 출력을 제공할 수 있는 통상의 영상화 장치의 사용을 통해 성취된다. 본 발명의 목적을 위해, 영상화 장치는 디지털 데이터 스트림을 직접 제공하는 카메라 또는 아날로그의 디지털로의 컨버터를 갖는 아날로그 카메라를 포함할 수 있다. 더구나, 다른 센서, 예를 들어 레이저 스캐너가 영상화 장치로서 활용될 수 있다. 웹의 순차적 부분은 데이터가 단일 라인의 연속에 의해 획득된다는 것을 나타낸다. 단일 라인은 센서 요소 또는 픽셀의 단일 열에 광학적으로 매핑되는 연속적으로 움직이는 웹의 영역을 포함한다. 영상을 획득하

기에 적합한 장치의 예는 라인스캔 카메라, 예를 들어 퍼킨 엘머(Perkin Elmer) (캘리포니아 서니베일(Sunnyvale))의 모델 번호(Model#) LD21, 달사(Dalsa) (캐나다 온타리오 워터루 (Ontario Waterloo))의 피란하(Piranha) 모델, 또는 톰슨(Tompson)-CSF (뉴저지주 토타와(Totawa))의 모델 번호 TH78H15를 포함한다. 추가 예는 아날로그의 디지털로의 컨버터를 갖는 서피스 인스펙션 시스템 게엠베하 (Surface Inspection Systems GmbH) (독일 무니히(Munich))의 레이저 스캐너를 포함한다.

영상은 영상의 획득을 보조하는 광학 어셈블리의 사용을 통해서 광학적으로 획득될 수 있다. 어셈블리는 카메라의 일부이거나 또는 카메라로부터 분리될 수 있다. 광학 어셈블리는 영상화 과정 동안 반사광, 투과광, 또는 변환광을 활용한다. 반사광은 웹 표면 변형, 예를 들어 표면 스크래치에 의해 발생되는 결함의 검출에 적합하다.

디지털 정보의 분석

도 2는 본 발명에 따른 예시적인 방법의 순서도이다. 영상 획득 장치 16으로부터의 정보는 단계 20에서 전환되어 디지털 정보를 제공한다. 디지털 정보는 초기 알고리즘 22 처리를 받아서 비정상성을 포함하는 웹의 영역을 식별한다. 편리한 실시양태에서, 초기 알고리즘 22는 매우 신속해서 움직이는 웹의 라인 속도가 빠를 경우에도 범용 연산 시설에 의해 실시간으로 수행될 수 있다. 이것은 본 발명의 대개의 실시양태에서, 비정상성을 포함하는 식별된 영역이 다수의 "허위 긍정"을 포함할 정도로 알고리즘이 복잡할 경우에도, 보통 적용된다. 다수의 허위 긍정이 존재할 수 있음에도 불구하고, 초기 알고리즘은 바람직하게는 비정상성으로서 검출되지 않은 참 결함을 벗어나게 하는 것은 거의 일어나지 않게 설계된다.

비정상성을 포함하는 식별된 영역에 관한 정보는 리스트에 수집하는 단계 24를 수행하는 것이 보통 편리하다. 상기 리스트는 통상적으로 시작 위치 및 각각의 식별된 영역의 주변 픽셀 영역을 포함한다. 상기 리스트 및 최초 디지털 정보를 사용하여 비정상성을 포함하는 식별된 영역을 추출하는 단계 26을 수행한다. 디지털 정보의 일부분만 훨씬 더 복잡한 추가 분석을 위해 추출될 필요가 있도록 하는 데이터 감소는 본 발명의 바람직한 결과이다. 바람직한 실시양태에서, 식별된 영역은 바이트로 파일 크기와 같은 임의의 편리한 측정치의 크기로 나타낸, 적어도 디지털 정보 미만의 크기를 갖는 정보를 포함한다. 응용에서, 본 발명은 3 내지 8의 등급 크기로 실제 데이터 감소를 나타냈다.

추출된 비정상성 영상은 나중 분석을 위해 데이터베이스 36에 광학적으로 저장되거나 다중 검출 알고리즘 28에 의한 처리를 위해 바로 전달될 수 있다. 영상이 저장되면, 영상은 나중에 분석될 수 있다. 제품 제조 공정으로 즉시 피드백을 위해 수 밀리초 정도로 빠르거나 또는 예를 들어 최초 소비자 주문을 기준으로 제품 용도를 결정한 후 원격 전환 공정으로 분석을 위해 수 주 만큼 길 수 있다. 바람직한 실시양태는 충분한 시간 동안 실시간으로 데이터베이스에 영상을 저장하여 임의의 가능한 제품 용도에 필요한 후속 검출 알고리즘의 모두를 수행하는 것이다.

이어서 추출된 비정상성은 하나 이상의 후속 검출 알고리즘 28로 분석되어 어느 비정상성이 움직이는 웹 10에서 실제 결함을 나타내는지를 판정한다. 도 2의 순서도에서, "M"개의 다른 후속 알고리즘이 사용된다. 다수의 바람직한 실시양태에서, 다수의 상당히 간단한 알고리즘이 편리하게 병렬로 사용된다. 특별하게는, 하나 이상의 후속 알고리즘은 조합 한계-픽셀 크기 기준에 대하여 각 비정상성을 비교하는 것을 포함한다. 예를 들어 광학 필름에서, 실제 사용시 목표로부터 단지 미세한 명도차를 갖는 비정상성은 면적이 크다면 용인될 수 없고, 면적이 매우 작을 경우에도 목표 값으로부터 큰 명도차를 갖는 비정상성은 용인될 수 없다. 그러나, 검출 알고리즘은 매우 복잡한 영상 처리 및 비제한적으로, 근방 평균(neighborhood averaging), 근방 순위 매김(neighborhood ranking), 콘트라스트 확장(contrast expansion), 다양한 단항(monadic) 및 2항 영상 조작(dyadic image manipulation), 디지털 필터링(digital filtering), 예를 들어 라플라스 필터(Laplacian filter), 소벨 오퍼레이터(Sobel operator), 고역 필터링(high-pass filtering) 및 저역 필터링(low-pass filtering), 텍스쳐 분석(texture analysis), 프랙탈 분석(fractal analysis), 주파수 처리(frequency processing), 예를 들어 푸리에 변환(Fourier transforms) 및 웨이블렛 변환(wavelet transforms), 합성곱(convolution), 형태학적 처리(morphological processing), 한계 결정(thresholding), 연결 성분 분석(connected component analysis), 블롭 처리(blob processing), 블롭 분류(blob classification), 또는 이의 조합을 비롯한 결함 추출을 포함할 수 있다. 이어서 M개의 후속 처리 알고리즘으로부터의 개별적 결과는 결함 리스트 분해 프로세스 30 처리되어 복합 결함 리스트를 형성한다. 가장 간단한 결함 분해 프로세스, 간단한 OR 로직이 다수의 바람직한 실시양태에서 작용한다.

본 발명에서 사용된 알고리즘은 웹 검사 분야에서 통상적으로 사용되는 것을 포함한다. 알고리즘의 조합이 첫번째 또는 후속 알고리즘에 사용될 수 있다. 웹 검사 시스템을 수립하는 당업자들은 하나 이상의 알고리즘을 특정 웹 및 결함 유형과 일치시켜 원하는 정확도의 결함 검출을 성취할 수 있다.

비정상성 하위-영상 추출 26으로부터의 결과는 웹 제조 공정의 실시간 피드백 34에 몇가지 이점을 제공할 수 있다. 그러나, 실제로, 작동자가 직접적인 간섭으로 개선할 수 있는 부류의 프로세스 폴트를 나타내는 비정상성에서 패턴을 식별하기에 충분한 추가 실시간 검출 알고리즘 38을 운영하는 것이 편리할 수 있다. 상기 목적에 유용하도록 식별된 패턴은 실시간 피드백 40으로 작동자에게 전달된다.

도 3은 다른 제품 요건에 필요한 다중 결함 검출 알고리즘을 포함한 응용 특이적 검출의 바람직한 실시양태를 보여준다. 첫번째로, 롤 42를 영상화하고 비정상성 영상, 예를 들어 영상 44, 46을 도시하지 않은, 간단한 제 1 검출 알고리즘을 사용하여 추출한다. 이어서 비정상성 영상은 N개 이하의 다른 제품 요건 50에 필요한 M개 이하의 검출 알고리즘 28을 사용하여 처리된다. 결함 리스트를 분해하는 단계 30 (도2)은 교차-참조 표 52의 사용에 의해서 편리하게 성취된다. 예시적인 교차-참조 표 52는 각 비정상성이 주어진 제품 요건 50에 대해 결함 또는 허위 긍정인지를 판정하는데 어느 검출 알고리즘 28이 고려되는지를 보여준다. 예를 들면, 필름의 주어진 조각은 최종 세가지 다른 응용, 첫번째는 매우 엄격한 품질 요건을 갖는 것, 두번째는 보통의 요건을 갖는 것, 세번째는 최소의 요건을 갖는 것에 사용될 수 있다. 롤 및 다가오는 제품 순서에서의 결함 분포에 따라, 주어진 롤은 한 제품 응용을 위해 전환되고 사용된다면 다른 것 보다 더 최적의 전환 결과를 가져올 수 있다.

다시 도 3을 언급하면, N개의 제품 요건은 각각 개별적인 결함 처리 알고리즘의 선택된 조합을 사용하여 성취할 수 있다. 알고리즘은 매우 단순한 한계 및 최소한의 블롭 처리 또는 더 복잡한 알고리즘, 예를 들어 공간 필터(spatial filter), 형태학적 처리, 주파수 필터, 웨이블렛 처리, 또는 임의의 다른 공지된 영상 처리 알고리즘을 사용할 수 있다. 상기 예시적인 교차-참조 표 52에서, 제품 요건 R_1은 모든 비정상성 영상에 각각 적용되는 알고리즘 A_2, A_4, 및 A_M의 조합을 사용하여 어느 비정상성이 R_1에 대한 실제 결함인지를 판정한다. 가장 편리한 실시양태에서, 간단한 OR 로직이 사용되어, A_2, A_4 및 A_M 중 어느 하나가 비정상성을 실제 결함으로서 보고하면, 롤 42의 해당부분은 제품 요건 R_1을 만족시키지 않는다. 특정화된 응용의 경우, 후속 알고리즘 28의 보고를 제품 요건 50을 만족하는지의 판단 내에 조합하는 로직은 간단한 OR 로직보다 더 복잡할 수 있다. 유사하게, 제품 요건 R_2는 A_2, A_3, 및 A_4 등을 사용한다. 그러므로, R_2에 대한 결함으로서 식별된 비정상성은 R_1에 대한 결함과 유사하거나 상당히 다를 수 있다.

교차-참조 표 52를 사용하여 어느 비정상성이 실제 결함으로 간주되는 지를 판정한 이후에, 롤 42에 대한 다양한 제품 요건에 상응하는 실제 결함 위치의 하나 이상 (N개 이하)의 다른 맵 54를 도식하는 것이 편리할 수 있다. 이것이 행해질 경우, 하위영상 정보를 폐기하여 요구되는 저장 매체를 최소화하는 것이 종종 가능하다.

본 발명은 연산 효율적이므로, 바람직한 실시양태는 연산 처리 유닛을 사용하여 추가 검출 알고리즘에 의한 하위영상의 후속 처리 뿐만 아니라 초기 알고리즘 처리 및 하위영상 추출 둘 다를 제공한다. 또한, 본 발명은 단일 영상화 장치로 제한되지 않고, 임의의 개수의 영상화 장치로 구현될 수 있다. 이런 경우에, 단일 연산 처리 유닛이 각 영상화 장치에 사용되거나, 또는 다중 영상화 장치가 초기 알고리즘을 사용한 실시간 처리용 단일 연산 처리 유닛에 의해서 제어될 수 있다. 이어서 하나 이상의 연산 처리 유닛은 후속 처리 알고리즘에 적용될 수 있다. 워크스테이션, 서버, 개인용 컴퓨터, 또는 다른 범용 컴퓨터가 연산 처리 유닛의 바람직한 실시양태이다. 그러나, 디지털 시그널 프로세서, 단일 보드 컴퓨터, 트랜스퓨터, 내장형 전자 하드웨어, 또는 이의 조합을 사용한 다른 실시양태도 적용할 수 있다.

본 발명의 이점을 보여주는 간단하지만 대표적인 예가 이 단락에 기재된다. 이것은 다수의 광학 유형 필름의 특징을 예시한다. 미세한 비정상성은 비정상성이 크다면 결함으로 간주되지만 비정상성이 높은 콘트라스트를 가지면 매우 작은 비정상성 조차 결함일 수 있다. 이런 경우에, 배경 영상의 수준으로부터 큰 편차를 가진 비정상성은 높은 콘트라스트를 갖는다.

도 4a는 세가지 비정상성을 포함하는 샘플 영상을 나타낸다. 이 실시예에서, 비정상성은 강도가 50 초과이고 크기가 10 픽셀을 초과하거나 강도가 190 초과이고 크기가 2 픽셀을 초과하면 결함이 있는 것으로 간주된다. 그러므로, 이 실시예에서, 비정상성 64는 결함이 아니지만 비정상성 60 및 62는 결함이다. 이것은 간단한 영상이므로, 통상의 결함 검출에는 간단한 강도 한계 결정 및 블롭 크기를 기준으로 한 분리가 관련될 수 있다. 하기 표에 나타낸 바와 같이, 정답을 유도하는 한계 및 최소 블롭 크기의 조합은 없다.

강도 한계	최소 블롭 크기	식별된 결함	정답 여부
50	6	60	아니오
50	2	60, 62, 및 64	아니오
70	6	없음	아니오

70	2	62, 64	아니오
90	6	없음	아니오
90	2	62	아니오

본 발명에 따라서, 비정상성 영상은 조합이 결과의 결함 집합을 판정하는 다중 영상 처리 알고리즘에 이용될 수 있다. 예는 다음과 같다.

강도 한계	최소 블롭 크기	식별된 결함	정답 여부
50	6	60	
90	2	62	
조합 (OR)		60 및 62	네

당업계는 분류에 사용되는 블롭 특징과 함께 조 강도 정보를 포함시킴으로써 상기 유형의 상황을 해결하고자 한다. 공통적으로 사용되는 한 특징은 한 블롭 내에서 최대 픽셀 값이다. 이 정보가 각각의 비정상성에 대해 포함되면, 하기 표에 나타낸 바와 같이 각각의 결함을 올바르게 식별할 수 있다. 전체 영상에 대해 50의 한계를 적용하고 이어서 블롭 크기 및 최대 픽셀 강도를 사용하여 결함을 분류한다. 사실상, 도 4a의 경우, 이러한 표준 기술로 정답이 제공된다. 하기 표는 결과를 보여준다.

비정상성	최소 블롭 크기	최대 픽셀 강도	식별된 결함?	정답 여부
60	12	64	네	네
64	4	80	아니오	네
62	4	255	네	네

불행히도, 실제 제조 공정은 도 4a 만큼 간단하지는 않다. 비정상성의 대부분은 배경 수준 내지 그들의 최대 강도 값에 이르는 넓은 범위의 강도 값으로, 때로는 매우 산재된 범위로, 이루어진다. 이제, 도 4b를 고려하자. 비정상성 70 및 72는 각각 도 4a의 비정상성 60 및 62와 유사하지만, 비정성상 74는 강도 200의 단일 내장 픽셀 76을 포함한다. 이러한 작지만 실제적인 변화는 알려진 결함 분류를 본래 부정확한 것으로 만든다. 50의 동일한 강도 한계 및 각각의 비정상성내에서 최대 픽셀 강도를 사용한 결함 분류가 적용되면, 결함이 아닌 비정상성 74가 결함으로서 부정확하게 분류되는 결과가 수득된다. 하기 표가 상기 상황을 기재한다.

비정상성	최소 블롭 크기	최대 픽셀 강도	식별된 결함?	정답 여부
70	12	64	네	네
74	4	200	네	아니오
72	4	255	네	네

다시, 새로운 발명의 적용은 하기에서 보여주는 바와 같이 정답을 가져온다.

강도 한계	최소 블롭 크기	식별된 결함	정답 여부
50	6	70	
90	2	72	
조합 (OR)		70 및 72	네

상기 예는 매우 간단한 영상 및 간단한 검출 알고리즘을 사용하였다. 그러나, 본 발명은 상기 유형의 영상 처리 또는 결함 검출로 제한되지 않는다. 임의의 복잡한 영상 처리 및 결함 추출이 복잡한 결과 조합 메카니즘과 함께 각각의 검출 알고리즘에 사용되어 웹 검사 시스템을 위한 매우 강력한 결함 검출을 초래할 수 있다.

본 발명의 다양한 변경 및 개조는 본 발명의 범주 및 사상에서 벗어나지 않으면서 당업자에게는 자명하고, 본 발명은 본원에 기재된 예시적인 실시양태로 제한되지 않음을 이해해야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

연속적으로 움직이는 웹의 순차적 부분을 영상화하여 디지털 정보를 제공하고,

하나 이상의 초기 알고리즘으로 디지털 정보를 처리하여 비정상성을 포함하는 웹 상의 영역을 식별하고,

디지털 정보로부터 식별된 영역을 추출하고,

하나 이상의 후속 알고리즘으로 추출된 식별된 영역을 분석하여 어느 비정상성이 움직이는 웹에서 실제 결함을 나타내는지를 판정하는 것

을 포함하는, 연속적으로 움직이는 웹을 검사하는 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 분석하기 전에 식별된 영역을 저장하거나 또는 버퍼링하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 3.

제 2항에 있어서, 영상화가 전체 웹에 대해 수행된 후에 저장되거나 또는 버퍼링된 정보를 분석하는 방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 초기 알고리즘이 디지털 정보의 한계를 정하고(thresholding) 블롭(blob) 리스트를 형성하는 것을 포함하는 방법.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 하나 이상의 후속 알고리즘이 근방 평균(neighborhood averaging), 근방 순위 매김(neighborhood ranking), 콘트라스트 확장(contrast expansion), 다양한 단항(monadic) 및 2항 영상 조작(dyadic image manipulation), 디지털 필터링(digital filtering), 텍스쳐 분석(texture analysis), 프랙탈 분석(fractal analysis), 주파수 처리(frequency processing), 합성곱(convolution), 형태학적 처리(morphological processing), 한계 결정(thresholding), 연결 성분 분석(connected component analysis), 블롭 처리(blob processing), 블롭 분류(blob classification) 또는 이의 조합을 포함하는 방법.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 연속적으로 움직이는 웹이 통상의 비패턴화 웹인 방법.

청구항 7.

제 1항에 있어서, 연속적으로 움직이는 웹이 패턴을 가지며, 디지털 정보를 처리하는데 사용된 초기 알고리즘이 완벽한 패턴을 포함한 웹의 영역과 패턴 및 가능한 결함을 포함한 웹의 영역을 구별할 수 있는 방법.

청구항 8.

제 1항에 있어서, 하나 이상의 후속 알고리즘이 웹의 적어도 일부를 품질 분류로 특성화하는 방법.

청구항 9.

제 1항에 있어서, 식별된 영역이 적어도 디지털 정보 미만의 크기를 갖는 크기로 나타낸 정보를 포함하는 방법.

청구항 10.

제 1항에 있어서, 후속 알고리즘이 복수의 단계를 포함하고, 복수의 단계 각각이 조합 한계-픽셀 크기 기준에 대해 각각의 비정상성을 비교하는 것을 포함하는 방법.

청구항 11.

제 10항에 있어서, 기준 중 임의의 하나가 만족되면 비정상성이 실제 결함으로서 식별되는 방법.

청구항 12.

제 1항에 있어서, 적어도 일부 비정상성이 프로세스 모니터링, 프로세스 제어 또는 둘 다 동안 실시간으로 기록되는 방법.

청구항 13.

연속적으로 움직이는 광학 필름 웹의 순차적 부분을 영상화하여 디지털 정보를 제공하고,

강도 한계 결정 및 후속의 블롭 크기를 기준으로 한 결함 분류로 이루어진 초기 알고리즘으로 디지털 정보를 처리하여 비정상성을 포함하는 웹 상의 영역을 식별하고,

디지털 정보에서 식별된 영역으로부터 하위영상을 추출하고,

후속 알고리즘으로 추출된 비정상성을 분석하여 어느 비정상성이 움직이는 웹에서 실제 결함을 나타내는지를 판정하는 것을 포함하고, 후속 알고리즘이 강도 한계 결정, 및 후속의 블롭 크기를 기준으로 한 결함 분류로 이루어져서 각 후속 알고리즘에 대해서, 최소 블롭 크기가 감소함에 따라 강도 한계가 증가하는 방법.

청구항 14.

웹의 순차적 부분을 영상화하여 디지털 정보를 제공하고,

하나 이상의 초기 알고리즘으로 디지털 정보를 처리하여 비정상성을 포함하는 웹 상의 영역을 식별하고,

디지털 정보로부터 식별된 영역을 추출하고,

하나 이상의 후속 알고리즘으로 추출된 식별된 영역을 분석하여 어느 비정상성이 웹에서 실제 결함을 나타내는지를 판정하는 것

을 포함하는, 웹을 검사하는 방법.

청구항 15.

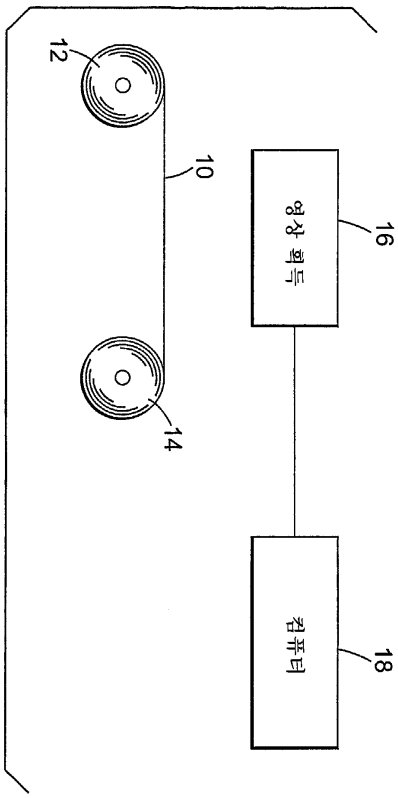
연속적으로 움직이는 웹의 순차적 부분을 영상화하여 디지털 정보를 제공하는 영상화 장치, 및

초기 알고리즘으로 디지털 정보를 처리하여 비정상성을 포함하는 웹 상의 영역을 식별하고, 이어서 디지털 정보로부터 식별된 영역을 추출하고, 이어서 하나 이상의 후속 알고리즘으로 추출된 식별된 영역을 분석하여 어느 비정상성이 웹에서 실제 결함을 나타내는지를 판정하는 연산 장치

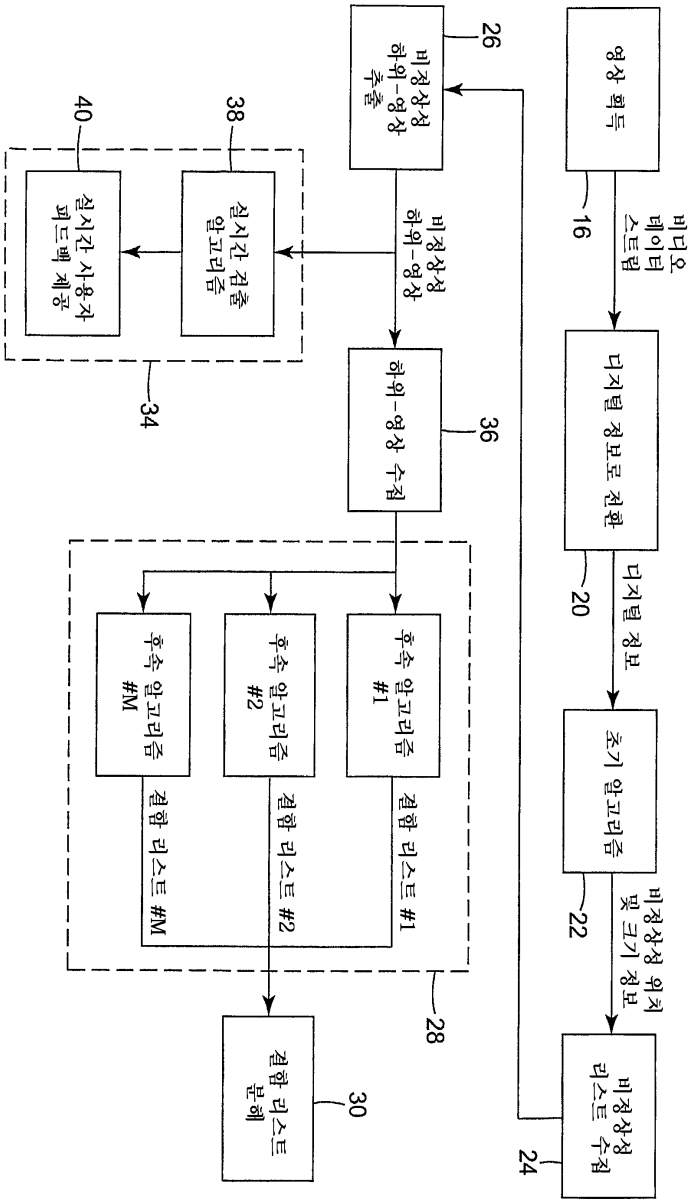
를 포함하는, 연속적으로 움직이는 웹을 검사하는 장치.

도면

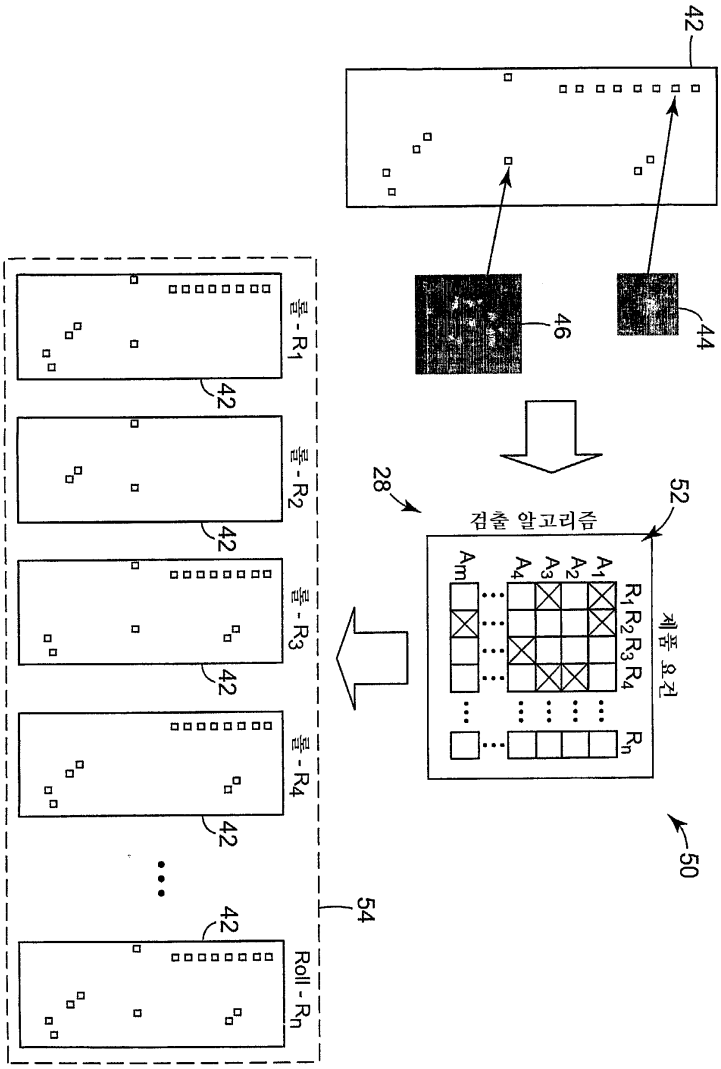
도면1



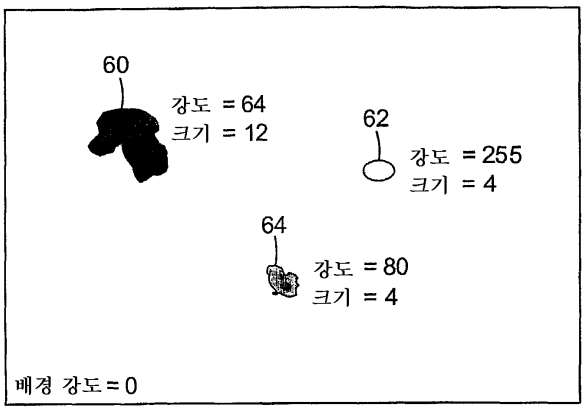
도면2


영상 획득
비디오 데이터 스트림
16
디지털 정보로 전환
디지털 정보
20
초기 알고리즘
비정상성 위치 및 크기 정보
22
비정상성 리스트 수집
24
비정상성 하위-영상 추출
26
하위-영상 수집
36
비정상성 하위-영상
실시간 검출 알고리즘
38
실시간 사용자 피드백 제공
40
34
후속 알고리즘 #1
후속 알고리즘 #2
후속 알고리즘 #M
결합 리스트 #1
결합 리스트 #2
결합 리스트 #M
28
결합 리스트 분해
30

도면3


42
46
44
28
검출 알고리즘
52
제품 요건
50
54
롤 - R1
롤 - R2
롤 - R3
롤 - R4
Roll - Rn

도면4a


60
강도 = 64
크기 = 12
62
강도 = 255
크기 = 4
64
강도 = 80
크기 = 4
배경 강도 = 0

도면4b

