(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
G06F 21/00 (2006.01)
G06F 7/04 (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0131923
(43) 공개일자 2006년12월20일

(21) 출원번호 10-2006-7020009(분할)
(22) 출원일자 2006년09월27일
심사청구일자 없음
번역문 제출일자 2006년09월27일
(62) 원출원 특허10-2006-7013617
원출원일자 : 2006년07월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/000201
국제출원일자 2005년01월06일
(87) 국제공개번호 WO 2005/067586
국제공개일자 2005년07월28일

(30) 우선권주장 60/534,520 2004년01월06일 미국(US)

(71) 출원인 톰슨 라이센싱
프랑스 에프-92100 블로뉴-빌랑꾸르 꿰 아 르 갈로 46

(72) 발명자 피카드, 저스틴
미국 02906 로드아일랜드주 프로바이던스 메이플라워 스트리트 16
자오, 지안
미국 02916 로드아일랜드주 럼포드 뉴 로드 130

(74) 대리인 주성민
백만기
전경석

전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 시각적 인증 패턴을 검출하고 분석하여 사용하는 개선된기술

(57) 요약

복사본 검출 패턴을 만들고, 이것을 사용하여 디지털 표현들 사이의 복사 관계를 검출하는 개선된 기술이 개시된다. 이 기술은 복사본 검출 패턴의 변경 및 메시지의 판독없이 복사본 검출 패턴 내에 메시지를 포함하는 기술, 아날로그 형식의 복사본 검출 패턴의 원본의 디지털 표현에 관계없이 아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지 판정하기 위해 아날로그 형식상의 복사본 판정 패턴을 사용하는 기술, 복사 프로세스로 인한 변경을 고려하여 비교되는 2개의 복사본 검출 패턴 중의 하나를 변경함으로써 복사본 검출 패턴을 사용하여 복사본 검출의 감도를 증가시키는 기술, 문서 전체에 걸쳐 복사본 검출 패턴을 분포하게 하는 기술, 및 복사본 검출 패턴의 위치를 찾기 위해 복사본 검출 패턴의 엔트로피를 사용하는 기술을 포함한다. 또한 디지털 형식과 아날로그 형식 사이의 변환을 수반하는 복사 및 디지털-디지털 복사가 있는 복사본 검출 패턴의 애플리케이션이 개시된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

높은 엔트로피를 가지며, 프린트 및 스캔 동작들의 영향들에 민감한, 문서용 시각적 인증 패턴으로서,

상기 시각적 인증 패턴은 상기 문서 전체에 걸쳐 분포하는 유닛들로 세분화되는 시각적 인증 패턴.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 문서의 전체에 걸친 유닛들의 분포는 키를 사용하여 결정되는 시각적 인증 패턴.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 시각적 인증 패턴이 분석될 때, 상기 유닛들의 위치를 찾는 데에 상기 키가 사용되는 시각적 인증 패턴.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 키는 비밀 키인 시각적 인증 패턴.

청구항 5.

제1항에 있어서,

소정의 상기 유닛들은 상기 유닛들의 위치를 찾을 수 있는 특정한 특성들을 갖고 있으며,

상기 시각적 인증 패턴이 분석될 때, 다른 유닛들의 위치를 찾는 데에 상기 소정의 유닛들이 사용되는 시각적 인증 패턴.

청구항 6.

제1항에 있어서,

유닛은 하나 이상의 픽셀들을 포함하고,

상기 유닛 내의 픽셀들의 값들은 상기 문서 내의 유닛의 위치에서 상기 유닛이 덜 눈에 띄게 하도록 조정되는 시각적 인증 패턴.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 유닛들이 상기 문서의 한 영역에 걸쳐 분포되는 밀도는 상기 유닛들이 덜 눈에 띄게 하도록 조정되는 시각적 인증 패턴.

청구항 8.

제1항에 있어서,

상기 분포된 유닛들은 상기 문서 내의 시각적 패턴을 형성하는 시각적 인증 패턴.

청구항 9.

시각적 인증 패턴을 문서 내에 포함시키는 방법으로서,

높은 엔트로피를 가지며, 프린트 및 스캔 동작들의 영향에 민감한 상기 시각적 인증 패턴에 속하는 복수의 유닛들에 속하는 유닛들을 수신하는 단계와,

상기 유닛들을 상기 문서 전체에 걸쳐 분포시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 문서 내의 상기 유닛들의 위치는 키를 사용하여 결정되는 방법.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 키는 비밀 키인 방법.

청구항 12.

제9항에 있어서,

소정의 상기 유닛들은 상기 시각적 인증 패턴이 판독되는 때에 상기 소정의 유닛들의 위치를 찾을 수 있는 특정한 특성들을 가지는 방법.

청구항 13.

제9항에 있어서,

유닛은 하나 이상의 픽셀들을 포함하고,

상기 분포 동작은 상기 문서 내의 유닛의 위치에서 상기 유닛이 덜 눈에 띄게 하도록 상기 유닛 내의 픽셀들의 값들을 조정하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 유닛들이 상기 문서의 한 영역에 걸쳐 분포되는 밀도는 상기 분포 동작에서 상기 유닛들이 덜 눈에 띄게 하도록 조정되는 방법.

청구항 15.

제9항에 있어서,

상기 유닛들은 상기 분포된 유닛들이 상기 분포 동작에서 상기 문서 내의 시각적 패턴을 형성하도록 분포되는 방법.

청구항 16.

프로세서에 의해서 실행되는 때에 제9항의 방법을 구현하는 코드를 포함하는 저장 장치.

청구항 17.

문서용 시각적 인증 패턴을 분석하는 방법으로서,

상기 시각적 인증 패턴은 높은 엔트로피를 가지며, 프린트 및 스캔 동작들의 영향에 민감한, 상기 문서 전체에 걸쳐 배포된 상기 시각적 인증 패턴의 유닛들의 위치를 찾는 단계와,

상기 유닛들을 결합하여 상기 시각적 인증 패턴을 형성하는 방법.

청구항 18.

제17항에 있어서,

키를 사용하여 상기 유닛들의 위치를 찾는 방법.

청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 키는 비밀 키인 방법.

청구항 20.

제17항에 있어서,

소정의 상기 유닛들은 상기 유닛들의 위치를 찾을 수 있는 특정한 특성들을 가지며, 상기 소정의 유닛들은 다른 유닛들의 위치를 찾는 데에 이용되는 방법.

청구항 21.

프로세서에 의해서 실행되는 때에 제17항의 방법을 구현하는 코드를 포함하는 저장 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<관련 출원의 상호 참조>

본 출원은 2004년 1월 6일자로 출원되고 본 발명과 동일한 발명가에 의한 "Visible Authenication Patterns for Printed Documents-Extension II"라는 명칭의 U.S. 가출원 60/534,520호로부터 우선권을 주장한다. 본 출원은 더 나아가서, 2004년 11월 12일자로 출원된 Picard, Zhao 및 Thorwirth에 의한 "Visible Authenication Patterns for Printed Documents"라는 명칭의 U.S.S.N. 10/514,271호를 전체적으로 여러 목적을 위해 참조로 사용한다. U.S.S.N. 10/514,271호는 WO 03/098540호로서 2003년 11월 27일자로 공개된 U.S. 국제 단계 PCT/US03/15168호이다. 본 특허 출원의 상세한 설명은 U.S.S.N. 10/514271호의 상세한 설명의 실질적인 부분을 포함한다. 본 출원의 상세한 설명의 새로운 내용은 "VAP의 위치 검출(Detecting the position of a VAP)"이라는 제목의 섹션에서 시작된다.

본 발명은 일반적으로 프린트된 문서 내의 보안 특징부에 관한 것으로, 더욱 구체적으로 프린트된 문서 내의 시각적 인증 패턴에 관한 것이다. 시각적 인증 패턴은 원본의 프린트된 문서를 그 프린트된 문서의 복사본으로부터 구별하고, 문서 내에서의 변경사항을 검출하며, 숨겨진 및/또는 눈에 보이는 메시지를 보유하기 위해 사용될 수 있다.

*시각적 인증 패턴(Visible Authentication Patterns: VAP)은 프린트된 문서가 변경되었는지 여부 또는 문서가 원본인지 복사본인지 여부를 판정하는데 사용될 수 있다. VAP는 디지털 문서의 일부분 내의 잡음성 패턴이다. 그 VAP는 기록된 부분과 그 부분의 원본 디지털 표현 사이에 차이점(또는 유사성)의 정도를 판정하기 위해 아날로그 형식의 부분의 원본 디지털 표현과 아날로그 형식으로부터 만들어진 디지털 기록의 일부분을 비교하고, 아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지 판정하기 위해 차이점(또는 유사성)의 정도를 사용함으로써, 문서의 인증성을 판정하기 위해 사용된다.

VAP 및 그들의 사용은 상술된 U.S. 특허 출원 10/514,271호의 주제이다.

VAP에 따른 다른 경험은 여러 분야의 개선을 가져왔다:

· 복사본을 원본으로부터 구별하는 VAP의 특성에 영향을 미치지 않고 VAP 내에 정보를 저장한다;

· 문서의 이미지 내에서 VAP의 위치를 찾기 위해 VAP의 엔트로피를 사용한다;

· VAP를 문서 내로 삽입하는 심미적 영향을 줄인다;

· VAP가 광범위한 프린팅 및 스캐닝 프로세스를 받을 수 있고, 이들 프로세스가 원본 아날로그 복사본 및 비원본 아날로그 형식 상에 나타나는 것처럼 VAP를 변경할 것이라는 사실을 다룬다;

· 디지털-아날로그 변환 및 이와 반대의 변환, 및 심지어 디지털-디지털 복사시의 변환을 수반하는 다른 애플리케이션에서 VAP에 아날로그를 사용한다.

여기에 개시된 본 발명의 목적은 이들 및 다른 분야와 관련하여 개선된 VAP를 제공하기 위한 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

한 실시양상에서, 본 발명의 목적은 디지털 인증 패턴의 엔트로피에 최소한의 영향을 미치면서 디지털 인증 패턴 내로 메시지를 삽입하는 기술에 의해 달성된다. 이 기술에서, VAP 내의 패턴 요소의 세트는 메시지의 메시지 요소를 보유한다. 메시지 요소를 보유하는 패턴 요소의 각 세트에서, 패턴 요소의 값은 그들이 메시지 요소를 나타내도록 설정된다. 패턴 요소가 설정되는 방식은 패턴 요소의 엔트로피 및 그들의 다른 요구된 특성에 최소한의 영향을 미친다. 본 발명의 실시양상은 이 기술을 사용하여 작성된 메시지를 포함하는 디지털 인증 패턴뿐만 아니라, 메시지를 갖는 디지털 인증 패턴을 생성하고 메시지를 판독하는 방법 및 장치를 포함한다.

다른 실시양상에서, 본 발명의 목적은 복사본 검출 패턴을 포함하는 아날로그 형식이 아날로그 형식의 복사본 검출 패턴의 원본의 디지털 표현에 관계없이 원본 아날로그 형식인지 판정하는 기술에 의해 달성된다. 이 기술은 복사본 검출 패턴의 디지털 표현을 만들기 위해 아날로그 문서상의 복사본 검출 패턴을 스캔하고, 최소한 아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지의 예비 판정을 하기 위해 디지털 표현의 하나 이상의 글로벌 특성을 사용한다.

다른 실시양상은 디지털 표현들 사이의 복사 관계를 판정하는 기술이다. 각각의 디지털 표현은 복사 프로세스에 의해 생성된 변경에 민감한 부분을 포함하고, 이 기술은 그 부분을 디지털 표현의 다른 것으로부터의 부분과 더욱 비교할 수 있게 하기 위해 디지털 표현의 것으로부터의 그 부분을 변경한다. 변경은 복사 프로세스에 의해 생성된 변경을 고려한다. 변경이 되어 있을 때, 그 부분은 디지털 표현들 사이의 복사 관계를 판정하도록 비교된다.

또 다른 실시양상은 다음을 포함한다:

· 문서 전체에 걸쳐 분포된 유닛들로 세분된 문서를 위한 시각 인증 패턴;

· 패턴의 위치를 찾기 위해 시각 인증 패턴의 엔트로피를 사용하는 기술;

· 디지털-아날로그 변환 및 아날로그-디지털 변환에 의해 생성된 변환에 민감한 복사본 검출 신호의 표현을 포함하는 아날로그 신호의 디지탈 표현; 및

· 데이터가 에러 정정을 갖는 제1 부분, 및 데이터가 에러 보호기능이 없고, 데이터가 디지털 표현의 디지털 복사를 행하는 프로세스에 의해 생성된 변경에 민감한 제2 부분을 포함하는 디지털 표현.

본 발명의 다른 목적 및 장점은 다음의 상세한 설명 및 도면을 숙독할 때 본발명이 속하는 분야의 숙련된 기술자에게 명백해질 것이다.

발명의 구성

다른 보안 기술과 VAP의 결합(Combination of VAPs with other security technologies)이라는 섹션을 통한 다음의 상세한 설명은 상술된 Picard, Zhao 및 Thorwirth에 의한 "Visible Authenication Patterns for Printed Documents"라는 명칭의 U.S.S.N. 10/514,271호에서 가져온 것이다. 그 특허 출원에서 설명된 바와 같이, 문서 내의 디지털 워터마크의 한가지 용도는 프린팅-스캐닝 프로세스로 인한 변경을 검출함으로써, 문서가 원본인지 복사본인지 판정하기 위한 것이었다. 다른 용도는 문서가 변경되었는 지의 여부를 검출하기 위한 것이었다. 워터마크의 두가지 이러한 용도의 특징은 이들이 그 내용에 기초하는 것이 아니라 워터마크의 유무에 기초한다는 것이다.

시각적 인증 패턴

워터마크의 단순한 존재가 아날로그 형식의 인증성을 판정하기 위해 사용될 때, 워터마크는 무내용 패턴으로서 사용되고 있다. 패턴이 어떤 내용도 갖지 않기 때문에, 그 패턴이 더 이상 감추어질 필요가 전혀 없고; 그 대신에, 패턴은 시각적 요소로서 문서에 추가될 수 있다. 다음에서, 인증을 위해 사용되는 시각적 패턴은 시각적 인증 패턴(visible authentication patterns) 또는 VAP라 칭해진다. VAP는 눈에 보이기 때문에, 워터마크보다 훨씬 더 검출하기 쉽고, 원본 문서의 복사본으로부터 비롯된 저하량이 더 양호하게 평가될 수 있다. 그러나, 눈에 보이지 않는 워터마크의 모든 인증 기능을 여전히 실행할 수 있고, 또한 문서의 인증성이 보호된다는 것을 문서의 소비자가 알 수 있게 한다.

용어

다음 용어는 디지털 표현과 아날로그 형식 사이의 관계를 명확하게 하기 위해 상세한 설명에서 사용될 것이다.

어떤 한 대상의 "디지털 표현"은 그 대상이 저장될 수 있는 디지털 형식이고, 디지털 처리 시스템에 의해 조작처리된다. 대상은 문서, 이미지, 오디오, 비디오, 또는 디지털 표현이 될 수 있는 임의의 다른 매체일 수 있고, 또는 그것들을 컴포넌트로서 포함할 수 있다.

디지털 표현의 "아날로그 형식"은 디지털 표현이 디스플레이, 프린터, 스피커, 버너(burner)(컴팩트 디스크 또는 DVD 디스크), 제판(engraving) 또는 엠보싱(embossing) 장비와 같은 아날로그 장치에 출력될 때 생기는 대상 컴포넌트의 형식이다.

아날로그 형식의 "디지털 기록"은 아날로그 형식으로부터 만들어진 디지털 표현이다. 디지털 기록이 행해지는 방식은 매체에 따라 다른데; 예를 들어, 문서 또는 이미지의 경우, 디지털 기록은 문서 또는 이미지의 아날로그 형식으로부터 만들어진 이미지를 디지털화함으로써 행해진다.

"원본(original)" 디지털 표현은 그렇게 하도록 권한을 부여받은 누군가에 의해 만들어지거나 재작성된 디지털 표현이고; "원본" 아날로그 형식은 원본 디지털 표현으로부터 만들어진 것이다.

"비원본(non-original)" 디지털 표현은 아날로그 형식을 디지털 식으로 기록함으로써 만들어진 것이고; "비원본" 아날로그 형식은 비원본 디지털 표현으로부터 만들어지거나 또는 아날로그 형식을 포토카피함으로써 만들어진 것이다.

"문서"는 프린팅 프로세스에 의해 생성되는 임의의 아날로그 형식의 특별한 의미가 부여될 수 있으며, 단어, 레이블(label), 패키징(packaging), 및 그들자신이 프린트되는 대상의 더욱 일반적인 의미에서의 문서를 포함할 수 있다. 여기에서 사용된 프린트는 제판 또는 엠보싱과 같은 프로세스를 포함한다. 적당한 유사한 것들이 만들어질 수 있는 한도까지, 문서에 대해 설명된 다음 설명의 모든 것은 VAP의 오디오 등가물인 청각적 인증 패턴을 포함할 수 있다.

시각적 인증 패턴의 작성: 도 1

시각적 인증 패턴의 모순은 패턴이 눈에 보이지만, 가능한 위조품은 인증되지 않은 문서를 인증할 수 있게 패턴을 변경할 수 있어서는 안된다. 이러한 목적은 잡음성 패턴을 작성함으로써 양호한 실시예에서 달성되고, 즉 패턴을 구성하는 대부분의 픽셀들 값은 명백히 랜덤하게 결정된다. 패턴이 잡음성이기 때문에, 패턴의 디지털 표현을 구성하는 픽셀들이 패턴의 원본 디지털 표현으로의 액세스없이 어떤 값을 가져야 한다는 것을 말하는 것은 불가능하다. 한편, VAP의 원본 디지털 표현이 주어지면, 문서로부터의 VAP의 디지털 기록을 VAP의 원본 디지털 표현과 비교하고, 기록된 VAP가 VAP의 원본 디지털 표현과 관련하여 어떤 식으로 변경되었는지 판정하며, 그 차이점으로부터 당해 문서가 어떤 식으로 변경되었는지 판정할 수 있다. 다음 설명에서 더욱 상세하게 알 수 있는 바와 같이, 검출될 수 있는 변경은 비원본 문서의 작성에 관련된 것들 및 문서 내의 정보의 변경에 관련된 것들을 포함한다.

도 1은 시각적 인증 패턴을 작성하고, 그것을 문서 내로 삽입하는 한가지 방식을 도시한 것이다. 다음과 같은 3개의 단계가 있다:

· 참조번호(101)로 표시된, 패턴의 디지털 표현을 생성하는 단계;

· 참조번호(107)로 표시된, 인증 패턴에 시각적 로고 또는 범례를 추가하는 옵션 단계; 및

· 참조번호(113)로 표시된, 인증 패턴을 문서 내로 삽입하는 단계.

패턴(105)의 원본 디지털 표현은 패턴의 픽셀이 강력한 랜덤 성분을 갖는 값을 갖는 것처럼 보이는 결과를 얻는 임의의 방식으로 생성될 수 있다. 패턴(105)의 디지털 표현은 그레이-스케일(gray-scale) 패턴일 수 있고, 또는 컬러 픽셀을 이용할 수 있다. 특히, 패턴을 생성하기 위해 키를 이용하는 것이 유용한데; 키(103)는 패턴 내의 픽셀에 부여되는 일련의 값을 생성하는 의사-난수(pseudo-random number) 생성기를 위한 시드(seed)로서 사용된다. 키의 사용은 나중에 상세하게 설명될 것이다. 패턴(105)의 원본 디지털 표현은 또한 패턴(105)을 포함하는 문서를 스캔함으로써 이루어지는 디지털 표현의 패턴의 위치 찾기를 돕는 컴포넌트를 포함할 수 있다.

시각적 로고 또는 범례(109)는 패턴을 구성하는 픽셀들 값의 일부만이 랜덤하게 결정될 필요가 있기 때문에 패턴(105)의 잡음성을 손상시키지 않고 패턴(111)의 원본 디지털 표현을 작성하기 위해 패턴(105)의 원본 디지털 표현에 추가될 수 있다. 그러므로, 로고 또는 범례는 로고 또는 범례가 나타나게 하면서 그 랜덤성을 보존하는 방식으로 로고 또는 범례를 구성하는 픽셀의 값을 조작처리함으로써 패턴(105) 상에 겹쳐질 수 있다. 예를 들어, 패턴(105)이 그레이 스케일 패턴이면, 범례 또는 로고는 그들의 원본 랜덤 값에 비해 균일하게 더 어둡거나 더 밝은 범례 또는 로고의 픽셀을 형성함으로써 만들어질 수 있다. 이 기술은 패턴(105)의 잡음성을 보존한다는 점을 제외하면, 시각적 워터마크를 이미지에 추가하는 것과 유사하다.

일단 패턴(111)의 원본 디지털 표현이 작성되었으면, 참조번호(113)에서 표시된 바와 같이, 패턴(111)의 원본 디지털 표현은 문서(115)의 원본 디지털 표현 내로 삽입된다. 문서(117)가 원본 디지털 표현(115)으로부터 프린트될 때, 문서(117)는 프린트된 시각적 인증 패턴(119)을 포함한다. 물론, 문서는 이미 그 위에 자료를 프린트한 기질(substrate) 상으로 프린트될 수 있다. 그러므로, 패턴(119)은 미리 프린트된 기질에 추가될 수 있다.

문서를 인증하기 위한 시각적 인증 패턴의 사용: 도 2 및 도 3

프린트된 VAP(119)를 포함하는 문서가 인증될 때, 다음과 같이 일이 발생한다:

· 프린트된 VAP(119)가 문서 내에서 검출된다.

· 검출된 프린트된 VAP(119)의 디지털 기록이 작성된다.

· 프린트된 VAP의 디지털 기록이 VAP의 원본 디지털 표현과 비교된다.

· 인증성은 비교에 기초하여 판정된다.

프린트된 VAP의 디지털 기록이 VAP의 원본 디지털 표현과 비교되는 방식은 행해지는 인증의 종류에 따라 다르고; 더 나아가, 주어진 문서의 인증은 디지털 기록과 원본 디지털 표현 사이에서 이루어지는 몇가지 상이한 종류의 비교를 수반할 수 있다. 예를 들어, 검사의 수량(amount) 필드 상의 시각적 인증 패턴의 디지털 기록은 첫번째로 원본 디지털 표현과 비교되어 검사가 위조인지 판정하고, 두번째로 수량 필드 내의 양이 변경되었는지 판정할 수 있다.

도 2는 양호한 실시예에서 프린트된 VAP를 검출하고 VAP의 디지털 기록을 작성하는 것을 도시한 것이다. 이 둘은 미디어세크 테크날러지스(MediaSec Technologies)로부터 이용가능한 "스캔리드(Scanread)" 응용 프로그램을 사용하여 행해진다. 문서의 일부를 검출하여 그것의 디지털 기록을 작성하는 다른 응용 프로그램이 또한 이용될 수 있다. 스캔리드(201)는 블랙 보더(black border)(106)를 사용하여, 프린트된 문서(117) 내의 시각적 인증 패턴(119)의 존재를 검출한 다음에, 시각적 인증 패턴(119)의 디지털 기록(203)을 작성한다. 도 3은 인증성을 판정하기 위해 VAP(119)의 디지털 기록(203) 및 원본 디지털 표현(111)을 사용하는 프로그램의 일반적 플로우차트(301)를 도시한 것이다. VAP의 원본 디지털 표현(111)은 원본 자체이거나, 원본의 복사본이거나, 또는 제1 원본 디지털 표현과 정확히 동일한 방식으로 작성된 새로운 원본 디지털 표현(111)일 수 있다. 이러한 방법들 중의 임의의 방법으로 얻은 원본 디지털 표현은 당연히 동등한 것이고, 어떤 방법이 사용되느냐 하는 것은 VAP의 원본 디지털 표현을 위한 저장 비용, 네트워크 전반을 통한 VAP의 원본 디지털 표현의 전송 비용, 및 요구시 마다의 원본 디지털 표현의 생성 비용과 같은 구현 논쟁의 문제이다.

참조번호(303)에서 시작하고, 디지털 기록(203) 및 원본 디지털 표현(111)의 특징부가 비교되며(305); 어떤 특징부가 비교되고, 어떤 식으로 비교되느냐 하는 것은 행해지는 인증의 종류에 따라 좌우된다. 디지털 기록(203)과 원본 디지털 표현(111)의 차이가 임계치를 초과하면(307), 인증 문제가 있으며, 브랜치(309)가 선택된다. 임계치는 또한 행해지는 인증의 종류에 따라 다를 수 있다. 브랜치(309)에서, 문제의 존재는 인증을 행하고 있는 응용 프로그램에 표시된다(311). 유용한 경우에, 프로그램은 또한 비교에 대한 정보를 제공할 수 있는데(315); 또한, 정보의 종류 및 그 정보가 제공되는 방식은 인

증의 종류에 따라 좌우될 수 있다. 예를 들어, 수량 필드 내의 양이 변경된 것으로 보이면, 프로그램은 원본 디지털 표현의 픽셀들 중의 어느 픽셀이 시각적 인증 패턴의 디지털 기록 내에서 변경된 것으로 보이는 지를 나타내는 이미지를 표시할 수 있다. 그 차이가 임계치를 초과하지 않으면, 브랜치(317)가 선택된다. 거기에서, 어떤 인증 문제도 검출되지 않았다는 사실은 인증을 행하고 있는 응용 프로그램에 표시된다. 브랜치 및 프로그램 둘다 종료된다(321).

원본 문서를 비원본 문서와 구별하기 위한 시각적 인증 패턴의 사용: 도 4, 5

시각적 인증 패턴이 문서를 인증하기 위해 사용될 수 있는 한가지 방법은 문서가 원본인지, 즉 원본 디지털 표현으로부터 프린트된 것인지, 아니면 비원본인지, 즉 문서로부터 복사된 것이거나 비원본 디지털 표현으로부터 프린트된 것, 즉 문서의 비인가 디지털 기록으로부터 작성된 디지털 표현인지 판정하는 것이다. 시각적 인증 패턴이 이러한 방식으로 사용될 수 있는 이유는 프린팅, 디지털 기록 또는 포토카핑 프로세스가 얼마나 정밀하게 되느냐에 상관없이, 시각적 인증 패턴 내의 정보의 손실을 가져오기 때문이고; 따라서, 우리는 문서가 원본인지 원본이 아닌지의 여부를 문서로부터 시각적 인증 패턴을 기록함으로써 작성된 디지털 표현과 시각적 인증 패턴의 원본 디지털 패턴을 비교함으로써 판정할 수 있다. 원본 문서인 경우에, 시각적 인증 패턴은 한번 프리트되었고 한번 디지털식으로 기록되었을 것이고, 비원본 문서인 경우에, 시각적 인증 패턴은 비원본 문서가 작성된 원본 문서를 생성하기 위해 한번 프린트되어 디지털식으로 기록된 다음에, 비원본 문서가 작성된 방법에 의존하여, 복사되거나 다시 프린트되고 디지털식으로 기록되어, 원본 문서의 시각적 인증 패턴 내에서보다 비원본 문서의 시각적 인증 패턴 내에서 더 큰 정보 손실을 초래할 것이다.

기본 기술은 도 4에 상세하게 도시된다. 참조번호(401)에서는 시각적 인증 패턴을 사용하는 인증이 원본 문서를 대상으로 하여 동작되는 방법이 도시된다. 문서의 원본 디지털 표현(403)은 원본의 시각적 인증 패턴(ovap)(405)을 포함한다. 그 다음, 원본 디지털 표현(403)은 참조번호(407)에서 프린트되어, 원본 아날로그 형식(409)을 생성한다. 프린팅 동작은 아날로그 형식(409) 내의 원본 아날로그 시각적 인증 패턴(oavap)(411)의 손실1을 야기한다. 인증기(421)는 아날로그 형식(409)을 인증할 때, oavap(411)의 디지털 기록을 작성하여, 손실2를 초래한다. 기록은 roavap(415)로 나타난다. 그 다음, 인증기(421)는 비교기(417)를 이용하여 ovap(406)를 roavap(415)와 비교한다. 그들 사이의 차는 손실1과 손실2의 합이다. 그것은 임의의 다른 비손상 roavap(415)가 ovap(405)와 비교될 때 그렇게 될 것이고, 그 크기의 차이는 아날로그 형식(409)이 실제로 원본 아날로그 형식이라는 신뢰할 수 있는 표시이다.

참조번호(420)에서는 인증이 비원본 문서를 대상으로 하여 동작되는 방법을 알 수 있다. 원본 문서와 비원본 문서 간의 차이는 비원본 문서가 문서의 원본 디지털 표현(403)으로부터 직접 프린트된 것이 아니라, 그 대신에 원본 문서(409)를 디지털식으로 기록함으로써 작성된 문서의 비원본 디지털 표현(423)으로부터 프린트된 것이라는 점이다. 디지털 기록의 결과로서, 디지털 표현(423) 내의 비원본 시각적 인증 패턴(425)은 도 4에서 손실3으로 나타나는 정보의 추가 손실을 입었다. 비원본 아날로그 형식(429)이 디지털 표현(423)으로부터 프린트(427)될 때, 손실4로 표시된 다른 손실이 비원본 아날로그 시각적 인증 패턴(431)에서 발생한다. 비원본 아날로그 형식(429)이 상술된 바와 같이 인증기(421)에 의해 인증되고, noavap(431)로부터 작성된 rnoavap(435)가 ovap(405)와 비교될 때, 손실3 및 손실4의 효과는 ovap(405)와 roavap(415) 사이에서 있던 것보다 ovap(405)와 rnoavap(435) 사이에서 더 큰 차이로 나타날 것이다. 비원본 아날로그 형식(429) 내의 noavap(431)이 항상 추가 손실인 손실3 및 손실4를 입을 것이기 때문에, 더 큰 차이는 비원본 문서의 신뢰할 수 있는 표시자이다.

비원본 아날로그 형식(429)은 물론, 비원본 디지털 표현(423)을 작성하기 위해 원본 아날로그 형식(422)을 기록하는 프로세스뿐만 아니라 임의의 복사 프로세스를 한 다음에, 비원본 아날로그 형식(429)을 생성하기 위해 디지털 표현(423)을 프린트(427)함으로써 생성될 수 있다. 원본 아날로그 형식(409)의 이미지를 획득한 다음에 그 이미지로부터 비원본 아날로그 형식(429)을 프린트하는 프로세스는 손실3 및 손실4와 같은 추가 손실을 일으키고, 따라서 이러한 식으로 생성된 rnoavap(435)는 여전히, ovap(405)와 유사하게 roavap(425)보다 더 작아질 것이다.

물론, 비원본 디지털 표현(423) 자체가 비원본 디지털 표현으로부터 작성되면, rnovap(435)는 또한 그 비원본 디지털 표현의 포토카핑 또는 프린팅 및 디지털 기록으로 인한 추가 손실을 포함할 것이다. 명백하게, 손실1 및 손실2가 고정된 값이었으면, 검출기는 문서가 원본인지 원본이 아닌지 항상 정확하게 판정할 수 있다. 그러나, 일반적으로, 소정의 변이가 각 손실마다 발생할 수 있는데, 예를 들어 몇몇 원본은 다른 것들보다 더 양호한 품질(충실도)로 프린트될 수 있다. 이때 통계적 검출 방법이 이용되는 것이 좋을 것 같다.

원본과 비원본 문서간을 구별하는 상세: 도 6 및 도 7

인증 기술은 결과적으로 신뢰도나 다름없다. 검출 에러 확률을 최소화하는 핵심은 문서로부터 기록된 시각적 인증 패턴이 시각적 인증 패턴의 원본 디지털 표현과 얼마나 "다른지" 측정하는 방법이다. 선택된 측정 방법은 비원본 문서를 작성하는 프로세스에 의해 영향받는 VAP의 특성에 기초하여야 되고, 원본을 비원본 문서와 분명하게 구별해야 한다.

우리의 방법은 필터로서, 더욱 구체적으로 로우-패스 필터로서 포토카핑, 기록 및 프린팅 프로세스를 고려하는 것이다. 따라서, 고주파는 프린팅 및 기록 프로세스에 의해 저주파보다 더욱 감쇠될 것이고, 각각의 기록-프린트 또는 포토카핑 단계에서 더 많은 정보를 손실할 것이다. 기록 및 프린트 또는 포토카핑 프로세스가 거의 모든 에너지를 보존하는 저주파의 경우에, 비원본 문서 내의 VAP는 원본 문서 내의 VAP보다 상당히 적은 정보를 가질 수 없다. 매우 높은 주파수는 또한, VAP 내의 이들 주파수에서의 대부분의 에너지가 VAP가 처음 프린트될 때 손실되기 때문에, 도움이 되지 않을 수도 있다. 따라서, 원본 문서의 VAP조차도 이들 주파수로부터 매우 작은 정보를 포함한다. 그러므로, 우리는 검출기에 의해 사용된 주파수의 적절한 선택 및/또는 가중을 해야 한다. 문서가 원본인지 원본이 아닌지 판정하기 위한 임계치의 선택뿐만 아니라, 비교를 위한 주파수의 선택은 전형적으로 원본 문서로부터의 VAP 상의 비교 소프트웨어를 훈련시킴으로써 행해진다.

여기에서, 상술된 기술은 특별한 시각적 인증 패턴을 필요로 하지 않는다는 것이 지적되어야 한다. 그 대신에, 전체 문서 또는 그 일부는 패턴으로서 사용될 수 있다. 그러나, 많은 문서가 문서가 원본인지 복사본이지 판정하는데 필요한 에너지 레벨에서 정보를 포함하지 않을 수 있기 때문에, 적절한 에너지 레벨에서 정보를 포함하는 시각적 인증 패턴을 사용하는 것이 더 양호하다. 다음에서, 그러한 시각적 인증 패턴은 "복사본 검출 패턴(copy detection patterns)" 또는 CDP로 칭해질 것이다. CDP 내의 정보는 적절한 주파수에서 분포된다. 양호한 실시예에서, CDP의 원본 디지털 표현은 키에 의해 의사-랜덤하게 생성되고, 따라서 키로 액세스하는 프로그램은 언제든지 CDP의 원본 디지털 표현의 새로운 복사본을 만들어낸다. 이 키는 기밀이 유지되거나 신뢰된 당사자에게만 알려질 수 있다. 복사본 검출 패턴은 안전하게 되도록 문서 상에 삽입되거나 프린트된다. 양호한 실시예에서, 문서로부터의 복사본 검출 패턴의 분석은 CDP의 원본 디지털 표현의 새로운 복사본을 생성하기 위해 키를 사용하여 문서의 CDP를 디지털로 기록하고, 기록된 CDP를 CDP의 원본 디지털 표현과 비교함으로써 행해진다. 다른 실시예에서, 기록된 CDP는 CDP의 원본 디지털 표현의 기존의 복사본과 단순히 비교될 수 있다.

이 기술에서 사용된 알고리즘

이 섹션은 (1) CDP의 원본 디지털 표현을 생성하고; (2) 문서로부터 CDP를 검출하여 추출하고; (3) CDP의 원본 디지털 표현을 기록된 CDP와 비교하며; (4) CDP가 원본인지 원본이 아닌지 비교하기 위해 사용된 알고리즘을 설명한다. CDP가 알고리즘(4)에서 비교되는 방식, 및 CDP가 원본인지 원본이 아닌지 판정하는 임계치는 알고리즘(3)이 훈련 데이터를 수집하기 위해 사용되는 훈련 프로세스에 의해 결정된다.

CDP의 원본 디지털 표현의 생성

함수 make_pattern은 원본 문서가 작성되는 디지털 표현의 소스로 식별될 수 있는 복사본 검출 패턴의 디지털 표현(pattern_img)을 작성하기 위해 사용된다. make_pattern은 잡음 그레이-스케일 또는 컬러 패턴을 생성한다. 블랙 보더는 또한 문서 내에서 그 검출을 용이하게 하기 위해 패턴에 추가될 수 있다. CDP는 또한 선택적으로 로고를 표시할 수 있다. 로고는 전형적으로 최저 주파수 대역에 영향을 미칠 것이므로, 검출에 미치는 그것의 영향은 제한될 것이다. 전형적인 값은 파라미터의 설명에서 주어진다.

pattern_img = make_pattern(type, height, width, key, filename, border, logo_img, logo_weight).

패턴 생성을 위한 파라미터

필수:

1. 유형(type) : 생성된 난수값의 유형, 예를 들어 'randn'(가우스 N(0,1)), 'rand'(동일확률 분포), 'randint'(이진 + 1 또는 -1 분포), 또는 MD5, SHA 알고리즘(0-255 정수). 이 때 난수값은 그레이스케일 또는 컬러 이미지를 구성하기 위해 사용된다.

2. 높이(height) : 픽셀 내의 패턴의 높이(예를 들어, 104).

3. 폭(width) : 픽셀 내의 패턴의 폭(예를 들어, 304).

4. 키(Key) : 난수 생성기를 위한 시드로서 사용된 정수값 비밀 키 또는 패스워드.

선택사양:

5. 파일이름(Filename) : 패턴 이미지가 저장되는 파일의 이름.

6. 레지스트레이션 마크(Registration mark)(예를 들어, 패턴 이미지의 변(side)들 상에 추가된 블랙 보더, 패턴 이미지의 네 모서리 상에 추가된 도트들).

7. Logo_img : 패턴 이미지의 크기에 따라 자동으로 조정된, 배경 로고로서 사용될 이미지.

8. Logo_weight : 패턴 이미지 상에 겹쳐질 로고 이미지의 에너지를 가중화하기 위한 0과 1 사이의 값(예를 들어, 0.2).

패턴 생성 알고리즘의 사용례:

1. 특정 도메인 내에 패턴을 생성한다(예를 들어, 컬러 RGB 모드의 DCT 휘도 또는 공간):

pattern = generate_pattern(type, height, width, key);

2. 단계 1에서의 도메인이 공간 도메인이 아니면 패턴을 공간 도메인으로 변환한다(예를 들어, 역DCT):

pattern_img = transform(pattern);

3. 필요하면, 픽셀 값 p를 정수 값으로 올림한다(0<p<255).

4. 로고를 패턴과 결합한다, 예를 들어 다음과 같은 혼합 함수가 있을 수 있다:

pattern_img = (1-logo_weight)*pattern_img+ logo_weight*logo_img;

5. 레지스트레이션 마크(예를 들어, 블랙 보더)를 추가한다.

6. 이미지를 덤프(dump)한다.

패턴 이미지는 상기 단계 1 및 2에서 설명된 바와 같이 생성될 수 있는 적(Red), 청(Blue), 녹(Green) 또는 YUV와 같은 다수의 성분/채널로 이루어질 수 있다.

CDP를 로고 또는 배경 이미지와 결합하기 위해, 여러가지 혼합 함수가 채택될 수 있다. 예를 들어, CDP가 바코드(이미지)와 합쳐질 때, CDP는 바코드의 흑색 영역만을 바꾸고, 백색 영역을 손대지 않고 그대로 둔다.

임의의 형상(이를테면, 원, 타원)의 패턴 이미지가 생성될 수 있다. 단순한 방법은 "1"과 "0"으로 이루어진 2차원 어레이로 표시된 임의의 형상을 정하는 "형상 마스크"를 사용하는 것이다. 임의의 형상은 직사각형 패턴 이미지에 "형상 마스크"를 적용함으로써 만들어질 수 있다.

<u>문서로부터의 VAP의 검출 및 추출</u>

이 구현에서는, 인증되는 문서의 디지털 기록이 작성되고, VAP 상의 블랙 보더는 디지털 기록 내의 VAP 위치를 찾기 위해 사용된다. 블랙 보더는 쉽게 검출가능한, 변환 영역에서의 강한 휘도 변화를 초래한다. VAP의 위치를 판정하는 다른 기술이 또한 사용될 수 있다(예를 들어, 문서 내의 현존하는 특징부, 블랙 도트 등). 일단 VAP가 검출되었으면, 디지털 표현은 VAP의 원본 디지털 표현과 비교되는 디지털 표현으로 된다. 이 디지털 표현은 기록된 VAP이다.

VAP의 원본 디지털 표현 및 기록된 VAP는 다음 함수를 사용하여 비교된다. 함수는 기록된 VAP가 VAP의 원본 디지털 표현에 얼마나 "가까운지" 나타내는 인덱스를 측정한다. VAP의 원본 디지털 표현은 검출기의 메모리 내에 저장될 수 있고, 또는 원본 디지털 표현 및 함수 make_pattern(..)을 작성하는데 사용된 파라미터가 검출기에 이용가능하면 재생성될

수 있다. 패턴을 로고와 결합할 때 사용된 선택적 파라미터는 로고가 일반적으로 패턴의 특성에 약간만 영향을 주기 때문에 요구되지 않을 수도 있다. 비교를 행하는 함수는 결과를 돌려보내는 analyze_pattern이고, 실제로 적용되는 시나리오에 의존하여 상이한 파라미터를 사용할 수 있다.

Results = analyze_pattern(type, heigh, width, key,...,test_img);

또는

Results = analyze_pattern(orig_img, test_img);

파라미터 및 출력:

1. 유형, 높이, 폭 및 키(type, heigh, width and key): 이들은 패턴 생성을 위해 설명된 것과 같다.

2. test_img: 문서로부터 추출된 테스트 패턴 이미지.

3. orig_img: 문서의 원본 디지털 표현.

4. 결과(Results): 분석 결과를 모두 포함한다. 예를 들어, 이미지의 상이한 요소, 예를 들어 상이한 주파수, 상이한 영역, 상이한 컬러 채널 등에 대해 계산된, 상관 또는 통계의 상이한 측정치를 포함할 수 있다.

다음 예는 알고리즘의 단계를 나타낸 것으로, 원본 디지털 패턴이 재생성되고, 부함수(sunfunctions)가 알고리즘을 위해 요구되었다:

1. (선택사양) 테스트 CDP로부터 블랙 보더를 제거한다.

2. 테스트 패턴 이미지를, 원래 생성되었던 도메인으로, 예를 들어 8x8 블럭 DCT로 변환한다: test_pattern = transform (test_img);

3. 원본 CDP를 재생성한다:

pattern = make_pattern(type, height, width, key);

4. (선택사양) 테스트 CDP를 후술되는 바와 같이 원본 CDP와 국부적으로 동기시킨다. (선택사양) 원본 CDP로 더 양호한 상관관계를 얻기 위해 (선명화(sharpening)와 같은) 소정의 이미지 필터를 테스트 CDP에 적용한다.

5. 필요하면, 원본 CDP 및 테스트 CDP를 비교가 행해질 도메인(예를 들어, 8x8 블럭 DCT)으로 변환한다. 비교는 2개 이상의 도메인, 예를 들어 공간 및 주파수 도메인에서 행해질 수 있다는 것을 알기 바란다.

6. 변환된 도메인 내의 각 채널에 대해 원본 CDP와 테스트 CDP 사이의 유사도의 몇몇 측정치를 계산한다. 예를 들어, 패턴이 컬러 RGB 도메인에서 생성되고 기록되며, 분석이 8x8 블럭 DCT 도메인에서 행해지면, 그것에 의해 2개의 패턴이 비교될 수 있는 192(즉, 8x8x3)개의 결합이 있고, 따라서 192개의 유사도 측정이 실행될 수 있다. 유사도 측정 자체는 손상되었을 수 있는 테스트 CDP의 영역을 제외시키기 위해, 몇가지 방식으로, 예를 들어 값들을 저장하고 더 높은 상관관계가 있는 것만을 유지함으로써 계산될 수 있다.

7. 원본 CDP에 대한 테스트 CDP의 "밀접성(closeness)" 또는 품질의 하나 이상의 인덱스를 측정하기 위해, 모든 유사도 측정치 또는 다른 이미지 특징에 기초한 측정치를 수집하고 결합한다. 결합 함수는 상이한 입력을 결합하는 임의의 함수, 예를 들어 원본 CDP와 테스트 CDP 사이를 더욱 양호하게 구별하는 특징에 더 많은 가중치 또는 중요도를 할당함으로써 유사도 측정치를 결합하는 함수일 수 있다.

이미 상술된 바와 같이, 복사 프로세스는 항상 원본 CDP를 저하시킬 것이고, 일반적으로 밀접성 또는 품질의 상이한 측정치는 아날로그 형식으로부터 기록된 CDP에 대해 더 낮아질 것으로 추측된다. 그러나, 통계적 변화로 인해, 상이한 측정치들의 적당한 선택 및 결합은 테스트 CDP가 원본 아날로그 형식으로부터 기록되었는지 비원본 아날로그 형식으로부터 기록되었는지 판정하는데 더욱 효과적일 수 있다.

도 6은 30개의 주파수 대역(603으로 표시)에 대해 인증되는 문서로부터 원본 CDP 및 테스트 CDP 내의 주파수 에너지 사이의 상관관계(605로 표시)를 도시한 것이다. 예상대로, 에너지들 사이의 상관관계는 복사 프로세스에서 정보가 거의 손실되지 않는 저주파대에서 가장 높고, 심지어 하나의 프린팅 동작이 대부분의 정보 손실을 야기하는 고주파대에서 가장 낮다. 상관관계가 중간 주파수대에서 원본 문서로부터의 CDP에 대해 평균적으로 있을 수 있는 것보다 상당히 낮으면, CDP는 원본이 아니므로, 인증되는 문서도 원본이 아니다. 그것은 인증되는 문서가 원본이 아니라는 것을 나타내는 도 6에 도시된 경우와 같다.

상관 값만으로는 문서가 원본 아날로그 형식인지 비원본 아날로그 형식인지 판정하기에 충분하지 않을 경우에 다른 이미지 특징부가 또한 고려될 수 있다. 원본 CDP와 테스트 CDP 사이의 상관 값을 얻기 위해 사용될 수 있는 추가 이미지 특징부는 다음을 포함한다:

- 컬러 히스토그램

- 에지, 라인 및 아우트라인

- (푸리에(Fourier) 및 웨이브렛(Wavelet) 도메인과 같은) 다른 도메인의 주파수

- 밝기 및 대비

CDP가 원본 문서로부터의 것인지 비원본 문서로부터의 것인지의 검출

함수 detect_pattern은 analyze_pattern에 의해 돌려보내진 결과를 분석하고, CDP가 원본 문서로부터의 것인지 비원본 문서로부터의 것인지 나타내는 값인 출력(output)을 돌려보낸다.

Output = detect_pattern(Results, Parameters)

결과(Results): 함수 analyze_pattern의 출력인 스칼라 값 또는 벡터일 수 있다.

파라미터(Parameters): 검출을 실행하는 조건 및 애플리케이션의 요구사항에 의존할 수 있는 검출 함수의 동작을 조정하기 위해 요구된 값.

출력(Output): 상이한 출력 값이 가능하다. 가장 단순한 형식에서, 출력은 3개의 값: ORIGINAL, NON-ORIGINAL 또는 PROCESSING-ERROR를 가질 수 있다. 최종 출력은 패턴이 불량상태로 기록될 때 발생할 수 있다. 출력은 더욱 상세한 정보를 돌려보낼 수 있는데, 예를 들어 NON-ORIGINAL은 비원본 문서로부터의 테스트 패턴이 생성된 방법(예를 들어, 복사, 포토카피, 재생 등)을 더 나타낼 수 있다. 출력은 품질 또는 밀접성의 인덱스를 더 제공할 수 있다.

다음은 단순한 검출 함수를 위한 알고리즘의 한 예이다:

1. 스칼라 값 S를 얻기 위해 analyze_pattern에 의해 돌려보내진 여러가지 결과 값을 결합한다. 이것을 행하는 한가지 방법은 돌려보내진 결과들을 합함으로써 S를 생성하는 것일 수 있다.

2. S > T1이면, 출력은 ORIGINAL이고, 그렇지 않고 S > T2이면, 출력은 NON_ORIGINAL이며, 그렇지 않으면, 출력은 PROCESSING ERROR이다.

여기에서, T1 및 T2는 훈련 프로세스를 통해 전형적으로 얻어진 2개의 스칼라 파라미터로, 전형적으로 T1 > T2이다.

원본 CDP와 문서로부터의 CDP의 국부적 재동기화

문서로부터 기록된 CDP와 원본 CDP를 비교하기 위해, 기록된 CDP는 원본 CDP와 동기되어야 한다. 이것을 행하는 한가지 방법은 원본을 동기시키기 위해, 기록된 CDP 내의 동기 포인트, 예를 들어 블랙 보더(601)를 사용하는 것이다. 일단 CDP가 동기되면, 이들 사이의 비교는 한 픽셀씩 또는 한 블럭씩 행해진다.

문서 내의 CDP, 또는 문서로부터의 CDP의 디지털 기록 내의 CDP를 프린트할 때 에러가 있는 경우, CDP들은 이 방법에 의해 완전하게 동기될 수 없다. 예를 들어, 원본 CDP와 문서로부터 기록된 것 사이의 픽셀 시프트(pixel shift)보다 더 적게 있을 수 있다. 더구나, 시프트는 패턴에 따라 바뀔 수 있는데: 몇몇 경우에, 기록된 CDP의 상부 부분은 원본 CDP에 비해 아래쪽으로 시프트될 수 있고, 하부 부분은 위쪽으로 시프트될 수 있다(물론, 이와 반대로도 될 수 있다). 이들 시프트는 매우 알아차리기 어려울 수 있고, 일관되게 발생하지 않을 수 있으며, 기록된 패턴 내에서 국부적으로 바뀔 수 있다. 그것들은 일반적으로 프린터 내의 약간의 불안정성에 의해 야기되지만, 또한 기록 장치 내의 유사한 불안정성에 의해서도 야기될 수 있다.

이러한 예측할 수 없는 서브-픽셀 시프트는 검출기의 성능을 저하시킬 수 있는데: 이들 어긋남(misalignment)으로 인해, 원본 문서로부터의 몇몇 CDP는 비원본 문서로부터의 CDP인 것으로 검출될 수 있다. 원본 문서로부터의 이들 "비정상적(pathological)" CDP를 처리하고, CDP 검출의 안정성을 일반적으로 개선시키는 한가지 방법은 국부적 어긋남을 정정하기 위해 CDP를 국부적으로 재동기시키는 것이다. 국부적 재동기를 실행하는 몇가지 방법이 있지만, 일반적인 생각은 국부적 재동기를 위해 기록된 CDP 자체를 사용하는 것이다.

국부적 재동기를 실행하는 한가지 방법은 원본 CDP를 블럭들로 나누어서(블럭들을 겹치지 않게 하는 것이 바람직하지만, 블럭이 겹쳐질 수도 있다), 기록된 CDP의 어느 블럭이 원본 CDP의 주어진 블럭과 가장 밀접하게 일치하는지 찾는 것이다. 어긋남이 없는 경우, 주어진 블럭과 가장 밀접하게 일치한 기록된 CDP의 블럭은 주어진 블럭이 원본 CDP 내에서 있었던, 기록된 CDP 내의 동일한 위치에 있을 수 있는데: 예를 들어, 원본 CDP의 시작 위치(80,80) 및 종료 위치(89,89)를 갖는 10x10 블럭에 대한 최상의 일치는 기록된 CDP의 대응하는 블럭((80,80),(89,89))일 수 있다. 그러나, 어긋남이 있으면, 최상의 일치는 또한 블럭((81,80),(90,89))(우측으로 한 픽셀 시프트됨)일 수 있다. 그러한 경우라면, 기록된 패턴은 위치((80,80),(89,89))에 대해 좌측으로 1픽셀 시프트된 블럭((81,80),(90,89))을 가질 것이다. 이와 동일한 생각은 기록된 CDP 내의 각 블럭에 적용되어, "국부적으로 재동기된" CDP를 생성할 수 있다.

국부적 재동기는 한쌍의 파라미터와 함수를 필요로 한다. 먼저, 우리는 원본 CDP의 각 블럭과 기록된 CDP의 동일한 크기의 한 블럭 사이의 일정 거리를 정의해야 한다. 이러한 목적에 편리한 척도는 표준 상관 계수이다. 또한, 원본 CDP가 나누어지는 블럭의 크기를 설정하는 것이 필요한데; 전형적으로 크기 8x8 또는 16x16인 블럭이 사용될 수 있지만, 일반적으로 크기 NxM의 블럭이 사용될 수 있다. 상술된 바와 같이, 블럭들은 연속적인 블럭들 사이의 중첩량이 정의될 필요가 있는 경우에 중첩될 수 있다. 다른 설정 파라미터는 검색 범위 또는 검색 영역인데: 일치하는 위치에서 시작하여, 얼마나 멀리에 일치하는 블럭이 있는지 알고리즘은 찾을 것이다. 이것은 파라미터 n으로 설정되는데, 원본 CDP의 위치(x,y)에서 시작하는 블럭의 경우에, 위치(x+/-i,y+/-i)(0<i<n)를 갖는 모든 블럭이 테스트된다.

또한, 국부적 재동기를 하기 전에 디지털 및 기록된 CDP를 스케일링하는 것이 가능하데: 이것은 더 정교한 미세 일치를 가능하게 한다. 예를 들어, 2개의 CDP를 2로 스케일링함으로써, 우리는 절반의 픽셀 시프트를 회복할 수 있다. 최종적으로, 동기 알고리즘은 더 이상의 개선이 발견되지 않을 때까지 재동기된 CDP 상에서 반복적으로 적용될 수 있다.

일단 재동기가 실행되면, 재동기된 기록 CDP와 원본 CDP 사이의 유사도/거리의 임의의 측정이 실행될 수 있다. 단순한 정정, 또는 로컬 주파수 분석은 아마도 훈련 세트에 기초한 파라미터로 실행될 수 있다. 그러나, 전형적으로 전체 CDP 상의 특정 양을 평균하는 이들 측정은 특정 애플리케이션에서 발생할 수 있는 스캔된 CDP에 대한 소정의 국부 손상에 대해 항상 견고한 것이 아닐 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에, CDP의 한 영역은 불량상태로 프린트되어 있거나, 스크래치, 기입 또는 물에 의해 손상받았을 수 있다. 다른 경우에, 스캐닝 장치는 스캔된 CDP 내로 왜곡을 삽입했을 수 있고; 그러한 문제는 전형적으로 문서가 정확하게 삽입되지 않을 때 피드-스루(feed-through) 장치로 인해 발생한다. CDP를 이들 종류의 왜곡에 대해 견고하게 하기 위해, 더욱 견고한 유사도 측정이 사용될 수 있는데: 한가지 그러한 측정 척도는 메디안(median) 로컬 상관 계수이고, 여기에서 상관 계수는 CDP의 각 블럭마다 계산되고, 모든 로컬 상관 계수의 중앙값이 계산된다. 여기에서, 평균 대신에 중앙값을 계산하는 것은 검출기를 로컬 변경에 대해 상당히 더 견고하게 한다. CDP 내의 더 많은 양의 훼손된 영역에 대처하기 위해, 또한 훼손되지 않은 것으로 추정될 수 있는 20% 최상 로컬 상관 계수만의 평균을 계산할 수도 있다. 한 구현예에서, 이 계산 절차는 이러한 종류의 "편중된" 평균이 각 주파수 채널에 따로따로, 그리고 상이한 컬러 채널에 선택적으로 적용된다. 물론, 상기 동기 기술은 CDP만이 아니라, 원본의 시각적 인증 패턴과 동기될 필요가 있는 임의의 기록된 시각적 인증 패턴에 대해 적용될 수 있다.

CDP의 애플리케이션

CDP는 원본 문서를 비원본 문서와 구별하기 유용한 임의의 상황에서 사용될 수 있다. CDP는 CDP의 디지털 기록이 CDP의 원본 디지털 표현과 비교될 수 있도록 충분한 충실도로 CDP를 프린트하는 임의의 프로세스에 의해 프린트될 수 있다. 패턴은 특정 포토카핑, 스캐닝 또는 프린팅 기술에 의해 작성된 비원본 문서를 검출하는데 특히 적응될 수 있다. CDP의 특정 용도는 다음을 포함한다:

1. 브랜드 보호를 위해 패키징 상에 CDP를 프린트.

2. 복사본 검출을 위해 수표 및 화폐 상에 CDP를 프린트.

3. 문서가 원본인지 복사본인지 검증하기 위해 증명서, 계약서 등을 포함하는 중요한 문서 상에 CDP를 프린트.

4. 홀로그램 상에 CDP를 프린트.

5. 항공기/자동차 부품 또는 약품과 같은 중요한 물품 상의 레이블 상에 CDP를 프린트.

더욱 일반적으로, CDP는 문서에 어떤 프로세스가 적용되었는지 판정가능한 것이 바람직한 임의의 애플리케이션에서 사용될 수 있다. 패턴은 물론, 관심있는 프로세스의 최상의 검출을 위해 요구대로 바뀔 수 있다.

CDP는 또한 다음과 같은 애플리케이션을 위해 사용될 수 있다:

1. 프린팅 품질의 벤치마킹(benchmarking)

CDP를 렌더링할 때, CDP의 디지털 기록의 품질 지수가 계산된다. 이 품질 지수는 프린트 품질, 종이/기질 품질, 또는 디지털화/스캐닝(장치) 품질에 따라 다를 것이다. CDP 품질 지수는 특정 프린팅 프로세스, 특정 기질 또는 특정 스캐너의 품질을 정량화하기 위해 사용될 수 있다.

2. 품질 제어

동일한 기질에서, CDP 판독기는 자동 품질 제어를 위한 프린트 생성 프로세스에서 사용될 수 있다. 수동 검사보다 우수한 CDP의 장점은 자동화되고 객관적이고 정밀한 품질 측정을 제공한다는 것이다.

3. 트레이싱(tracing)

CDP는 프린터, 종이, 카메라, 및 사용법 및 마모와 관련된 구조 및 특성을 갖는다. 원칙적으로, CDP의 분석은 문서의 일반적 "이력": 어떻게 프린트되었는지, 및 얼마나 "마모"당했는지를 판정할 수 있다.

VAP의 구현 상세

문서 내의 VAP의 형식

아날로그 형식 내의 변경을 검출하기 위한 VAP의 사용을 위해 요구되는 모든 것은 그러한 목적에 맞을 패턴, 및 아날로그 형식으로부터 기록된 패턴과 비교될 수 있는 패턴을 갖는 아날로그 형식 내의 한 영역이 있다는 것이다. 그러므로, 몇몇 경우에, 아날로그 형식 내의 기존의 패턴을 그 기술을 위해 사용할 수 있게 될 것이다. 하지만, 더욱 일반적으로, VAP는 새로운 아날로그 형식 설계의 일부로서 포함될 것이다. 물론, 아날로그 형식 VAP를 숨길 필요가 없고, 실제로 몇몇 경우에, 그것의 존재는 고객에게 불법 아날로그 형식이 검출될 수 있다는 것을 재보증하기 위해 광고될 수 있다. 한편, VAP는 임의의 형상을 가질 수 있으므로, 아날로그 형식의 다른 특징부 내로 용이하게 끼워넣어질 수 있다. 도 8은 2개의 예를 도시한 것이다. 참조번호(801)에서는 바(bar)들이 VAP를 구성하는 바코드가 표시된다. 참조번호(803)에서는 VAP를 포함하는 로고가 표시된다. 물론, 문서 내에 2개 이상의 VAP가 있을 수 있고, 2개 이상의 VAP는 한 위치를 공유할 수 있다. 이것은 모든 패턴의 가중의 합이 1에 달하도록 각 패턴에 가중치를 제공함으로써 행해질 수 있는데, 예를 들어 다음과 같다:

Final_pattern = a*pattern1+(1-a)*pattern2, 여기에서 0<a<1

다중 패턴의 한가지 애플리케이션은 계약서의 인증일 수 있는데, 여기에서 각 당사자는 계약서에 서명할 때 그 자신의 패턴을 추가하거나, 그렇지 않으면 협상의 한 단계를 종료한다.

또한, 다수의 당사자들이 그 자신의 CDP를 검증할 수 있게 하고, 다른 당사의 CDP를 검증하는 것(따라서, 그것들을 복사하는 것)이 가능하지 않게 하기 위해, 전형적으로 상이한 키로 생성된 몇개의 CDP를 한 문서 상에서 서로 다른 곳에 삽입하는 것이 가능하다. 심지어, 상이한 당사자들이 CDP를 검증할 수 있게 하기 위해, 상이한 키들(각각의 키는 CDP의 상이한 공간 또는 주파수 영역을 제어할 수 있음)을 사용하여 CDP를 생성하는 것이 가능하다. 이 방식에서, 한 당사자가 자신의 키를 해제하면, 이 키는 CDP의 정확한 복사물을 작성하기에 불충분하고(모든 키가 필요함), 보안은 약속되지 않는다. 이것은 "공유된 비밀"의 개념과 유사한 것이다.

VAP의 레지스트레이션

양호한 실시예는 VAP를 위한 레지스트레이션으로서 블랙 박스(106)를 이용한다. 그러나, 다른 많은 레지스트레이션 기술이 가능하다. 예를 들어, 우리는 OCR뿐만 아니라 VAP의 위치를 찾기 위해 패키지 상에 미리 표시된 프레임, 바 코드 등과 같은 시각적 패턴을 사용할 수 있다. 우리는 또한, 2004년 8월 24일자로 허여된 Zhao 등에 의한 "Apparatus and methods for improving detection of watermarks in content that has undergone a lossy transform"이란 명칭의 미합중국 특허 제6,782,2116호에 설명된 임의의 기술 또는 UV 마크를 사용할 수 있다. 또한, 우리는 기록된 VAP의 푸리에-멜린(Fourier-Mellin) 변환을 하여, 그것을 VAP의 원본 디지털 표현과 맞출 수도 있다.

몇몇 애플리케이션의 경우에, VAP의 디지털 기록의 방향이 올바른지, 또는 판독전에 위쪽을 아래로 돌려야(180도 회전해야) 되는지 알기 어렵다. VAP를 한번 분석해야 하는 것을 방지하고, 분석이 성공적이지 않으면, VAP를 맞은편 수직 방향으로 회전시켜서 다시 분석하기 위해, 대칭적 VAP를 설계할 수 있는데: 하부 부분은 상부 부분의 미러이다. 이때 VAP는 그 수직 방향에 무관하게 분석될 수 있다.

VAP의 패턴의 특성

패턴은 그레이스케일 패턴이거나 컬러 패턴일 수 있다. 후자의 경우에, 상이한 컬러 채널, 예를 들어 RGB 및 YUV가 이용될 수 있다. 패턴은 또한 다양한 주파수 도메인, 예를 들어 공간, 웨이브렛(wavelet), DFT 또는 DCT 도메인에서 생성될 수 있다.

VAP의 생성

VAP의 잡음성(noisiness), 즉 랜덤한 특성은 위조자 및 날조자가 VAP를 다루기 어렵게 하는 것이다. 랜덤 또는 의사-랜덤 패턴을 생성할 수 있는 임의의 기술은 VAP를 생성하기 위해 행해질 것이다. 양호한 실시예에서, 생성은 그 값에 유일한 난수열을 생성하는 의사-난수 생성기에 값을 제공함으로써 행해진다. 그러므로, 그 값은 패턴의 새로운 복사본을 생성하기 위해 사용될 수 있는 키로서 소용된다. 상이한 의사-난수 생성기는 상이한 실시예에서 사용될 수 있고, 생성된 난수에 대한 확률적 빈도 값들은 상이한 확률 분포로부터 얻어질 수 있다. 키는 또한 분석이 실행되는 VAP 내의 위치를 판정하기 위해 사용될 수 있다. 다른 정보를 보유하기 위해 VAP를 사용하는 설명부분에서 후술되는 바와 같이, 키는 그러한 다른 정보를 포함할 수 있다. 몇몇 애플리케이션에서, 패턴을 설계하기 위해 사용된 키는 다른 당사자에게 드러나지 않을 수도 있다. 그러한 경우에, 키를 배포하는 임의의 유용한 방법, 예를 들어 비대칭 키 또는 공개-개인 키 쌍이 사용될 수 있다.

패턴은 로고를 패턴에 추가하거나 이와 반대로 함으로써 로고와 결합될 수 있다. 로고는 기타 용도(2-D 바 코드, 워터마크 삽입 이미지 등)에 맞는 이미지를 포함하여, 임의의 기존 이미지 또는 문서일 수 있다. 또한, 로고가 VAP의 원본 디지털 표현과 기록된 VAP의 비교를 최소한으로 방해하도록 로고에 또는 패턴에 필터링과 같은 임의의 프로세스를 적용시킬 수 있다.

VAP 프린팅

VAP에 의해 제공된 인증의 품질은 VAP가 문서 상에 프린트되는 충실도에 따라 완전히 좌우된다. 인증 에러는 VAP의 충실도를 보증하기 위해 "품질 제어" 단계가 프린팅 프로세스의 끝에 추가되면 감소될 수 있다:

1. 각각의 프린트된 VAP는 인증 패턴이 원본으로서 인식되도록 요구되는 최소 품질을 갖는지 검사하기 위해 자동 검증 프로세스로 보내질 것이다.

2. 품질이 최소 품질 이하이면, 경보를 발하고, 인증 패턴을 포함하는 문서/패키지가 재프린트될 것이다.

3. 그러한 검증은 또한 프린터에 의해 도입된 에러 또는 프린팅 품질을 위한 "품질 제어"로서 작용할 수 있다.

VAP의 생성은 프린팅 기술에 적응될 수 있다. 예를 들어, 이진 도트만을 프린트하는 레이저 프린터가 사용되면, 이진 도트 VAP는 프린터의 능력을 더욱 잘 사용하도록 생성될 수 있다. 또한, VAP는 프린터의 컬러 공간에서 더욱 적당하게 생성되어 프린트될 수 있다. 소정의 프린터가 특정 잉크(예를 들어, CMYK)를 사용하면, RGB 도메인에서보다 그 도메인에서 VAP를 생성하는 것이 더욱 효과적일 수 있다. VAP가 이진 도트만을 생성할 수 있는 레이저 조각기(engraver)로 금속 내에 새겨지면, 이진 VAP를 생성하는 것이 더욱 합당할 수 있다.

<u>다른 정보를 보유하기 위한 VAP의 사용</u>

다른 정보를 보유하기 위해 VAP를 사용하는 3가지 방법이 다음에 설명되는데: 정보를 보유하기 위해 VAP의 소정 영역을 확보해 두고, 원본 VAP를 작성하기 위해 사용된 키를 생성하기 위해 다른 정보를 사용하며, 워터마크를 VAP에 추가한다. 워터마크를 추가하는 단점은 VAP 내의 비원본 아날로그 형식 또는 변경을 검출하는 VAP의 능력을 떨어뜨린다는 것이다.

정보를 보유하기 위한 VAP 내의 영역의 확보

VAP의 소정의 영역(예를 들어, 8x8 블럭)은 정보를 보유하기 위해 확보될 수 있다. 그들 영역에서, VAP의 구조/특성은 실제로 그것의 인증성을 검증하기 위해 사용되는 것이 아니라, 몇몇 정보 비트를 저장하기 위해 사용된다. 이들 영역은 VAP 내의 영역이 정보를 저장하거나 VAP의 인증성을 판정하기 위해 실제로 사용되는지 여부를 키를 갖지 않는 엔티티가 판정할 수 없도록, 키를 사용하여 의사-랜덤하게 선택될 수 있다. 정보를 보유하기 위해 사용된 영역에서, VAP의 소정의 구조/특성은 정보의 소정의 비트 값('0' 또는 '1')에 대응할 수 있다. 이들 비트-종속적 구조/특성은 물론 키에 의해 결정된 대로 바뀔 수 있다. 확보된 영역들 및 그것들이 포함하는 정보는 생성된 VAP의 일부라는 것을 알기 바란다. 그러므로, 그것들은 비인증 문서를 검출하는 VAP의 능력을 떨어뜨리지 않는다. 확보된 영역의 한가지 용도는 VAP를 생성하기 위해 사용된 키를 저장하는 것이다.

VAP의 키를 생성하기 위한 정보의 사용

이 설명은 다음과 같은 용어를 사용한다: VAP는 키 P로 생성되고 검출되며; 우리는 확보된 영역과 관련하여 상술된 바와 같이 또는 워터마크와 관련하여 후술되는 바와 같이 패턴 내에 메시지를 삽입하기 위해 상이한 키 S를 사용하고 싶어할 수 있으며; 메시지 M은 키 S를 사용하여 VAP 내에 삽입되고; 마지막으로 추가 정보 I는 패턴의 내부 또는 외부에서, 문서 상에 눈에 보이게 프린트되거나(일련 번호, 바코드 등), 눈에 보이지 않게 UV-코드화되거나, 외부 소스로부터 얻어질 수 있다.

고정된 패턴 키

한 실시예에서, VAP 생성 키는 고정된 P이다. 이것은 전형적으로 표준 오프셋 프린팅 기술에 대한 경우인데, 여기에서 프린팅 기술은 각각의 패키지/제품/문서에 대해 동적으로 패턴을 바꾸는 능력을 갖지 않는다. 키는 상술된 바와 같이 비밀로 유지되거나, 다른 보안 특징부 내에 삽입될 수 있다. 예를 들어, 그것은 문서 상에 UV 잉크로 프린트될 수 있다. 고정된 패턴 키는 일반적으로 브랜드 보호 또는 문서 보호를 위해 사용될 수 있다.

가변 패턴 키

다른 실시예에서, VAP의 키는 비밀 키 S 및 소정의 다른 정보 I에 의존한다. 이 다른 정보 I는 문서 상에(패턴 내부 또는 외부에) 표시되거나, 외부 소스로부터 얻어질 수 있다. 문서로부터의 정보는 예를 들어, 일련 번호, 텍스트, 바코드 등일 수 있다. 외부 소스로부터의 정보는 예를 들어, VAP와 관련되고, VAP를 포함하는 문서의 인증 여부를 검사하는 사람에게 알려진 값일 수 있다. 패턴 키는 비밀 키 및 정보 I인 파라미터의 소정의 임의 함수 P=f(S,I)일 수 있다. 단순 함수는 2개의 파라미터를 연결시키거나 합하는 것일 수 있지만, 2개의 파라미터의 결합의 해시 함수 등과 같은 다른 많은 함수가 가능하다. 검출시에, 프린트된 정보 I는 적절한 기술-바코드 판독기, OCR 등-로 추출된다. 그 다음, 패턴 키가 P=f(S,I)로서 생성되고, 패턴이 분석된다. 전형적인 용도는 디지털 프린팅에 따른 브랜드 보호를 포함한다.

VAP 내의 워터마크

임의의 워터마킹 기술을 사용하여 눈에 보이는 또는 보이지 않는 워터마크를 VAP 내에 매립하는 것이 가능하다. 워터마크는 여러 목적에 맞게 쓰일 수 있다. 워터마크는 상술된 바와 같이 단일 비트만을 포함하는 임의의 정보를 포함할 수 있고, 또는 패턴의 레지스트레이션을 도울 수 있다. 워터마크는 그것의 판독이 다른 사용자 또는 사용자들 그룹에 제한되도록, VAP를 생성하기 위해 사용된 키 또는 다른 키로 검출될 수 있다. 후술되는 제3의 가능한 능력은 VAP를 생성하기 위해 사용된 키를 끌어내기 위해 워터마크에 의해 보유된 정보를 사용하는 것이다.

디지털 워터마크가 VAP 내에 매립될 때, VAP는 약간 변경될 수 있다. 결과적으로, 동일한 VAP가 인증성 검증을 위해 사용될 때, 그 목적을 위한 신뢰성이 감소될 수 있다. 대안으로서, 디지털 워터마크는 상술된 바와 같이 정보를 저장하기 위해 확보되는 VAP 내의 영역 내로 매립될 수 있다.

워터마크 및 키

다른 실시예에서, 패턴 생성 키 P는 복사본 검출 패턴 내에 디지털 워터마크로서 매립된 메시지 M 및 비밀 키 S로부터 구해진다. 이 경우에, M은 상술된 가변 패턴 키를 생성하기 위해 사용된 정보 I의 자리를 차지한다. 생성시에, 패턴 키 P는 비밀 키 S와 메시지 M의 소정의 함수 g(M,S)일 수 있다. 패턴은 일반적인 방식으로 생성되고, 이때 워터마크는 패턴 내로 삽입되며, 워터마크는 파라미터로서 비밀 키 S를 사용하여 메시지 M을 인코드한다. 검출시에, 먼저 워터마크 메시지 M은 비밀 키 S로 패턴으로부터 판독되어야 한다. 일단 M이 알려지면, 패턴 키 P=g(M,S)가 구해지고, 패턴이 분석된다.

이 애플리케이션 프레임워크에서, 패키지 상에 프린트된 더 많은 정보를 추출하기 위해 필요로 될 수 있는 보조 기술은 없다. 그러나, 여기에서 설명된 원리 의 몇가지 방식으로 패키지 상에 프린트된 정보 I를 사용할 수도 있다. 예를 들어, 비밀 키 S는 패턴 내에 메시지를 매립하기 위해 사용되는 워터마킹 키 W, 즉 h(S,I)=W를 생성하기 위해 정보 I와 결합하여 사용될 수 있다. 그 다음, 패턴 키는 앞에서와 동일한 방식으로 생성된다, P=f(M,W)=f(M,h(S,I)). 일반적으로, VAP는 워터마킹 기술 및 다른 판독 기술(예를 들어, OCR 또는 바코드 판독기)과 결합될 수 있는 것으로, 상이한 검증 레벨을 생성하기 위한 것이다.

VAP들의 비교

기록 VAP가 VAP의 원본 디지털 표현과 비교되는 방법은 VAP가 어떻게 작성되고 그 용도가 무엇인지에 따라 다를 것이다. 몇가지 일반적으로 응용가능한 변화는 어떤 프로세스가 문서에 적용되었는지에 관한 더 많은 실마리를 갖기 위해 또는 보안 특징부를 위해, 소정의 영역들을 독립적으로 평가하는 것을 포함한다. 상술된 바와 같이, VAP는 2개 이상의 인증 패턴을 포함할 수 있고, 상이한 패턴은 상이한 그룹에 의해 분석될 수 있다.

VAP가 의미있게 비교되기 전에, 비교 프로그램은 CDP에 대해 상술된 바와 같이, 원본 문서로부터 기록된 VAP로 "훈련"될 필요가 있을 수 있다. 훈련은 인증성이 조사되고 있는 문서로부터 기록된 VAP의 인증 여부를 판정하는 임계치를 설정한다. 임계치의 의미는 물론, VAP가 검출하기 위해 사용되고 있는 변경의 종류에 따라 다를 것이다. 재훈련은 VAP 비교에 영향을 미치는 방식으로 원본 문서가 프린트되는 방식이 바뀔 때마다 요구된다. 훈련은 한장의 종이 위에 다수의 VAP를 프린트하고, 그 종이를 스캔하며, 그 스캔을 훈련 소프트웨어에 제공함으로써 자동으로 행해질 수 있다.

다른 실시예에서는, 품질 지수를 측정하기 위해 테스트 VAP의 디지털 기록을 대응하는 디지털 표현과 비교하는 대신에, 디지털 기록을 다른 VAP(전형적으로, 스캔된 원본 VAP)의 디지털 기록과 비교할 수 있다.

VAP 분석이 실행되는 환경

VAP 분석을 하기 위해 요구되는 것은 기록된 VAP를 작성하기 위해 문서로부터 VAP를 기록할 수 있는 장치, VAP의 원본 디지털 표현의 복사본, 및 기록된 VAP를 VAP의 원본 디지털 표현과 비교할 수 있는 프로세서이다. 레코더 및 프로세서는 서로에게 국부적으로 있거나, 네트워크에 의해 접속될 수 있다. 네트워크는 LAN(local area network) 또는 WAN(Wide area network)일 수 있다. 로컬 환경의 예는 스캐너, 분석 코드의 복사본, 및 VAP의 원본 디지털 표현의 복사본을 갖는 PC인 프로세서이다. VAP의 원본 디지털 표현의 복사본은 다운로드되거나, 국부적으로 사전-저장되거나, 키를 사용하여 국부적으로 생성될 수 있다. 분석 결과는 PC의 표시 장치에 출력된다.

네트워크 환경에서, VAP의 스캐닝, 분석, 및 원본 디지털 표현은 임의의 방식으로 네트워크 전반을 통해 분산될 수 있다. VAP의 원본 디지털 표현의 보안을 유지하고, 로컬 레벨에서 필요한 장비를 단순화하는 분산은 WAN에 접속되는 장치에서 스캐닝이 행해지는 것이다. 문서 상의 VAP가 기록된 VAP를 생성하기 위해 스캐닝되었을 때, 기록된 VAP는 분석 코드

및 VAP의 원본 디지털 표현이 이용가능한 WAN 내의 위치로 보내진다. 원본 디지털 표현은 요구에 따라 저장되거나 재생될 수 있다. 분석은 그 위치에서 행해지고, 분석 결과만이 스캐닝을 위해 사용된 장치로 WAN을 통해 복귀된다. 일반적으로 네트워크 환경에서, 기록된 VAP 내에 보유되거나 기록된 VAP와 함께 보내지는 정보는 분석시에 사용하기 위한 정보를 검색하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 문서는 일련 번호를 포함할 수 있고, 일련 번호는 분석을 하는 위치로 기록된 VAP와 함께 보내질 수 있다. VAP와 일련 번호 사이에 연관성이 있으면, 일련 번호는 기록된 VAP와 비교되어야 하는 VAP의 원본 디지털 표현을 위한 키, 또는 VAP 자체의 원본 디지털 표현의 복사본을 검색하기 위해, 네트워크 내의 그 위치 또는 다른 곳에서 데이터베이스에 적용될 수 있다. 상술된 바와 같이, 일련 번호는 VAP 내의 눈에 보이는 워터마크로서 VAP를 포함한 바코드 내에 지정되거나, 문서로부터 OCR화되거나, 또는 심지어 스캐닝을 행하는 사람에 의해 입력될 수 있다.

카메라(웹캠, 캠코더 등)도 또한 VAP의 이미지를 캡처하기 위해 사용될 수 있다. 이 경우에, VAP 검출기는 입력으로서의 한 이미지뿐만 아니라, 일정한 이미지 스트림을 수신한다. 몇가지 이미지에 의해 제공된 추가 정보는 분석시에 매우 유용하게 될 가능성이 있다. 그러나, 하나의 이미지를 분석하는데 요구된 시간이 2개의 연속적인 이미지 사이의 시간보다 상당히 더 많기 때문에, 이미지 스트림의 사용이 최적화될 수 있다. 예를 들어, 정확한 판독을 위한 특성(양호한 선명도, 픽처 내에 전적으로 포함된 VAP)을 갖는 것으로 보이는 이미지가 스트림으로부터 선택되어 분석을 위해 사용될 수 있다.

다른 보안 기술과 VAP의 결합

VAP는 아날로그 형식을 더욱 안전하게 만드는데 목적이 있는 다른 기술과 결합될 수 있다. 예를 들어, VAP는 디지털 워터마킹과 같은 정보 감춤 기술과 함께, 1-D 또는 2-D 바 코드와 같은 기계-판독가능 정보와 함께, 또는 아날로그 형식에 적용될 수 있는 임의의 다른 기술과 함께 사용될 수 있다. 기술들간의 관계는 여러가지 있을 수 있는데: 한 예로서, 2-D 바 코드는 독립된 정보, 또는 패턴 분석을 위해 필요한 비밀 키를 포함할 수 있고, 또는 이와 반대로 VAP가 2-D 바 코드를 디코드하기 위해 필요한 키를 보유하거나, 2-D 바 코드가 VAP를 포함할 수 있다.

VAP 위치 검출

아날로그 형식이 스캐닝될 때, 스캔의 맨처음에 VAP가 위치한 곳을 항상 알 수 있는 것은 아니다. 이것은 VAP를 사용하는 애플리케이션이 상이한 위치에 배치된 VAP 및/또는 상이한 포맷으로 문서를 지원해야 하기 때문이고, 스캐너 상에 문서를 배치하는 최종 사용자가 문서 배치 방법을 모르기 때문이며; 휴대용 카메라/카메라가 구비된 컴퓨터가 문서의 이미지를 캡처하기 위해 사용되고, 이미지 캡처 시에 사람에 따른 고유한 변화도가 있기 때문이고; 또는 단순히 각각의 스캔시에 자연 변화도가 있고, VAP에 가까운 문서 내의 패턴이 VAP에 지장을 초래하기 때문이다. 하나의 "최악의 경우의 애플리케이션"에서, 레터-사이즈(letter-size) 아날로그 형식의 전체 영역이 스캐닝되고, VAP가 아날로그 형식 상의 어느 곳이나 임의의 방향으로 위치할 가능성이 있을 수 있다.

그러나, 아날로그 형식 내의 VAP의 위치를 찾기 위해 VAP의 일반적 통계 특성을 이용할 수 있다. 대부분의 다른 이미지 또는 문서 특징부로부터 VAP를 구별하는 특성은 그것의 히스토그램의 전개에 있다. VAP가 잡음성이기 때문에, 원본 디지털 VAP의 각 픽셀 값(그레이스케일 이미지의 경우에 256; 이진 이미지의 경우에 2; 컬러 이미지의 경우에 24 비트 또는 그보다 큰 수)은 일반적으로 동등하게 가능하거나, 또는 특정 분포를 가질 수 있다. VAP의 프린팅 및 스캐닝이 그 픽셀 값의 분포를 변경하긴 하지만, 그렇게 생성된 변경은 매우 특수하다. 보정 프로세스에서 소정 수의 VAP를 프린트하고 스캔함으로써, 아날로그 형식으로부터 스캔된 VAP 내의 픽셀 값들의 평균 분포의 평가인 히스토그램을 만들 수 있다. 도 13은 다음 설명에서 "템플릿 히스토그램"으로 칭해지는 그러한 한가지 분포(1301)를 도시한 것이다. VAP의 잡음 특성으로 인해, 템플릿 히스토그램 내의 픽셀 값들의 분포는 일반적으로 문서 내의 픽셀 값들의 분포보다 훨씬 더 넓을 것이다.

문서의 스캔의 이미지는 전형적으로 크기 50x50 픽셀의 블럭으로 나누어질 수 있다. 300 dpi에서 스캔하는 레터-사이즈 스캐너의 경우에, 3300x2550 픽셀의 스캔된 이미지는 66x51=3366 블럭으로 나누어진다. 이들 3366 블럭들 각각의 히스토그램은 계산되어, 템플릿 히스토그램에 상관된다. 대부분의 문서의 비랜덤 특성으로부터 예상될 수 있는 바와 같이, 스캔된 아날로그 형식의 이미지 내의 대부분의 블럭이 템플릿 히스토그램과 비제로 상관관계를 갖는 반면, VAP의 블럭들은 템플릿 히스토그램과 상당히 긍정적인 상관관계를 갖는다는 것을 경험적으로 알게 되었다. 템플릿 히스토그램과 가장 높은 상관관계를 갖는 블럭은 특히 이웃하는 블럭들이 또한 높은 상관관계를 나타내는 경우에, 일반적으로 VAP에 속하는 것으로 추정될 수 있다. 로컬 검색 알고리즘은 VAP에 속하는 모든 인접 블럭들을 검출하기 위해 적용될 수 있고, 이때 VAP를 포함하는 영역은 잘라져서, 복원 함수로의 입력으로서 주어질 수 있다.

상기 방법은 템플릿 히스토그램을 생성하기 위해 주어진 프린팅-스캐닝 환경의 지식을 충분히 가질 필요가 있다. 그러한 지식을 항상 가질 수 있는 것은 아니고; 그 경우에, VAP의 특징적인 높은 엔트로피(entropy)는 그것을 검출하기 위해 사

용될 수 있다. 여기에서 사용되는 바와 같이, 엔트로피는 그레이스케일 이미지의 블럭 내의 픽셀이 다수의 상이한 값들 중의 하나를 가질 확률이다. 예를 들어, 프린트(프린트된 텍스트 또는 그래픽)를 포함하는 블럭에서, 픽셀들은 전형적으로 2개의 값 주변으로, 즉 픽셀들이 종이를 나타내면 백색 가까이로, 픽셀들이 프린트를 나타내면 흑색 가까이로 집중될 것이므로, 한 픽셀이 다수의 값들 중의 하나를 가질 확률은 낮고, 따라서 엔트로피도 낮다. 디지털 표현 내의 VAP가 잡음성이기 때문에, VAP 내의 픽셀이 다수의 값들중 하나를 가질 확률은 높고, VAP의 엔트로피는 높다. 디지털 표현 내의 VAP의 엔트로피가 프린팅-스캐닝에 의해 감소되긴 하지만, 흔히, VAP를 갖는 영역들은 가장 높은 엔트로피를 갖는 스캔된 이미지 내의 영역들로 남아있는 것이 사실이다. 그러므로, 스캔된 이미지의 각 영역 내의 엔트로피를 측정하고, 가장 높은 엔트로피를 갖는 영역을 선택함으로써, 템플릿 히스토그램을 사용하지 않고 VAP의 위치를 찾아낼 수 있다.

몇몇 경우에, 이 방법은 VAP를 포함하는 디지털 표현이, 텍스처, 따라서 엔트로피가 프린팅-스캐닝 동안에 더 양호하게 보존된 다른 높게 텍스처된 영역을 포함하기 때문에 행해지지 않는다. 이 경우에, 그러한 영역 검출을 하지 않는 한가지 방법은 엔트로피의 계산으로 들어가는 가능한 픽셀 값들 세트에 몇가지 제한을 설정하는 것이다. 예를 들어, VAP가 스캔된 이미지 내에서 0과 150 사이의 픽셀 값을 자주 가지면, 우리는 150보다 큰 휘도를 갖는 모든 픽셀 값을 엔트로피의 계산에서 제외시킬 수 있다. 우리는 물론 텍스처된 영역 내의 값 범위와 다른 값 범위를 갖도록 VAP를 구체적으로 설계할 수 있다.

VAP의 다른 특성, 예를 들어 그것의 크기, 다른 보안 특징부에 대한 그것의 위치, 또는 특정 잉크로 프린트되는 특성은 VAP 영역을 비VAP 영역으로부터 더욱 구별하기 위한 추가 요인으로서 사용될 수 있다.

이 방법은 VAP 특성이 매우 혼란스러워질 수 있기 때문에, 낮은 품질의 복사본 또는 위조품의 위치를 찾기 위해서 행해지지는 않는다. 그러한 경우에, 다른 방법은 VAP가 복사되는 경우라도 이미지의 임의의 다른 부분보다 일반적으로 훨씬 더 많은 동력(dynamics)을 갖는다는 사실을 이용하는 것이다. (50x50 픽셀의) 한 영역의 "동력"을 측정하기 위해, 우리는 한 픽셀과 이웃하는 각 픽셀 사이의 평균차를 측정할 수 있다.

사용된 임의의 방법에 대해, 일단 블럭이 VAP의 부분으로 식별되면, 또한 VAP에 속하는 다른 인접한 모든 블럭을 찾기 위해 그 블럭 주위를 검색하는 것이 여전히 필요하다. 임의의 로컬 검색 알고리즘을 주어진 특성을 갖는 연결된 블럭들 세트를 찾기 위해 사용될 수 있는데, 그 특성은 블럭이 상술된 함수에 대한 "중대한" 출력을 갖는다는 것이다.

비원본 디지털 표현 및 비원본 아날로그 형식을 검출하기 위한 CDP의 사용: 도 10 및 11

프린팅 및 스캐닝의 효과는 문서 및 문서의 CDP의 각 픽셀 값에 소정량의 랜덤한 잡음을 추가하는 것에 본질적으로 상응하는 것으로 보일 수 있다. 아날로그 형식이 프린트되고 스캐된 후에 항상 평가되므로, 프린팅 및 스캐닝 프로세스에 의해 원본 아날로그 형식보다 비원본 아날로그 형식에 더 많은 잡음이 추가되었을 것으로 예측된다. 이러한 이유로, 공간 도메인에서 CDP의 디지털 원본과 스캔된 아날로그 형식으로부터의 CDP 사이의 단순한 차이를 측정함으로써 원본 아날로그 형식과 비원본 아날로그 형식 사이를 일반적으로 구별할 수 있다. CDP가 비원본 아날로그 형식으로부터의 것이면 더 큰 차이가 예상될 수 있다. 열 i와 행 j에 위치한 픽셀 x(i,j) 및 y(i,j)는 각각 디지털 원본 및 테스트 패턴에 대한 픽셀 값이고, 디지털 원본과 테스트 패턴 사이의 거리의 측정은 다음과 같다:

$$D=\mathrm{Sum}_j\ \mathrm{Sum}_i\ |x(I,j)-y(I,j)|^p / (N*M)$$

여기에서, p는 임의의 양수이고, N과 M은 픽셀 내의 패턴의 폭 및 높이이다. 상술된 바와 같이, 거리 D는 항상 복사본보다 원본의 경우에 더 높을 것이다.

상기 측정이 복사본을 원본과 구별하는데 아주 최적하다는 것이 수학적으로 증명될 수 있긴 하지만, 아날로그 형식으로부터의 CDP의 소정의 프로세싱없이는 이용할 수 없다. 그 이유는 프린팅 및 스캐닝이 아날로그 형식 내의 픽셀 값의 비선형 변환을 초래하기 때문이다. 이들 변환은 프린터 및 스캐너에 따라, 심지어 프린팅/스캐닝 파라미터에 따라 다르다. 일반적으로, 아날로그 형식으로부터의 CDP 픽셀 값의 스펙트럼은 원본 디지털 표현으로부터의 CDP에서보다 훨씬 더 드문 아날로그 형식의 CDP의 스펙트럼으로부터의 극값을 갖는 프린팅 스캐닝 시퀀스에 의해 압축될 것이다.

그러나, 이러한 문제는 아날로그 형식으로부터의 CDP에 히스토그램 변환 함수를 적용함으로써 극복될 수 있다. 히스토그램 변환 함수는 아날로그 형식으로부터의 CDP가 원본 디지털 표현으로부터의 CDP의 히스토그램에 동등하도록, 아날로그 형식으로부터의 CDP의 각 개별 픽셀을 변경한다. 이 변환 함수는 일반적으로 보정 단계에서 프린트된 CDP들 세트를 사용하여 평가된다. 변환 함수는 일반적으로 고정되고, 아날로그 형식으로부터의 각 CDP에 적용된다. 도 10은 예시적인

히스토그램 변환 함수(1001)를 도시한 것이다. 도 11은 아날로그 형식으로부터의 CDP에 히스토그램 함수를 적용하는 효과를 도시한 것이다. 원본 디지털 표현으로부터의 CDP가 참조번호(1101)에 도시되고; 아날로그 형식으로부터 스캔된 CDP가 참조번호(1103)에 도시되며; 변환 함수의 적용에 의해 정정된 CDP가 참조번호(1105)에 도시된다. 도 11로부터 명백히 알 수 있는 바와 같이, 정정된 CDP(1105)는 CDP(1103)보다 원본 디지털 표현으로부터의 CDP(1101)에 훨씬 더 가깝다.

아날로그 형식 내의 CDP의 평균 휘도는 스캐너 내의 상이한 조명 조건 및/또는 종이 안으로 주입된 상이한 잉크량으로 인해, 전형적으로 약간의 변화를 갖는다. 이 변화도는 자연적으로 발생하여 제어될 수 없다. 이 변화도의 효과를 최소화하기 위해, 우리는 원본 디지털 표현으로부터의 CDP에 대한 평균 휘도를 결정하고, 스캔된 CDP의 실제 휘도를 결정한 다음에, 스캔된 CDP의 평균 휘도가 원본 디지털 표현으로부터의 CDP의 평균 휘도와 같아지도록, 스캔된 CDP 내의 각 픽셀에 고정 값을 더하거나 뺄 수 있다. 예를 들어, 원본 디지털 표현으로부터의 CDP 내의 픽셀의 평균값이 127이고, 스캔된 CDP 내의 픽셀 휘도의 평균값이 실제로 118이면, 스캔된 CDP 내의 각 픽셀에 9가 더해진다. 이러한 픽셀 휘도 조정은 전형적으로 히스토그램 변환 이전에 적용된다.

이 변환이 적용된 후, 아날로그 형식으로부터의 CDP의 픽셀 값은 원본 디지털 표현으로부터의 CDP의 픽셀 값과 동일한 스펙트럼을 가질 것이다. 그러므로, 그것들은 비교가능하고, 수식 1이 적용될 수 있다. f()가 히스토그램 변환 함수이면, 거리 D는 다음과 같이 주어진다:

$$D=\mathrm{Sum}_j\ \mathrm{Sum}_i\ |x(I_j)-f(y(I_j))|^p / (N*M)$$

주의: 이 거리 함수는 단지 한 예일 뿐이고, 몇가지 다른 거리 함수가 사용될 수 있다.

예를 들어, 변환은 아날로그 표현 대신에 디지털 표현에 적용될 수 있는데, 즉 다음과 같다:

$$D2=\mathrm{Sum}_j\ \mathrm{Sum}_i\ |g(x(I,j))-y(I,j)|^p / (N*M)$$

프린팅-스캐닝 환경에서의 변화 처리

소정의 애플리케이션에서, 아날로그 복사본을 프린트하는데 사용된 프린팅-스캐닝 환경에 상당히 많은 변화가 있을 것이다. 변화가 발생할 수 있는 이유 중에는 다음과 같은 것이 있다:

· CDP를 포함하는 아날로그 형식은 상이한 프린터 상에서 프린트되었다.

· 아날로그 형식은 상이한 종이 또는 기질 상에 프린트되었거나 상이한 층이 CDP 상에 씌워져 있다.

· 상이한 스캐너가 아날로그 형식을 스캔하기 위해 사용되었다.

· 아날로그 형식의 상이한 물리적 처리.

상이한 아날로그 형식의 CDP 내에 그러한 변화를 일으키는 애플리케이션의 한 예는 상이한 특성을 갖는 종이로 만들어진 상이한 유형의 봉투 상에 CDP를 프린트하고, 때때로 심지어 상이한 프린터 상에서 CDP를 프린트하는 우편요금 미터이다.

그러한 애플리케이션에서, 히스토그램 변환 함수는 상술된 특성들의 각각의 결합에 의해 영향받을 수 있다. 불량 히스토그램 변환 함수의 적용은 일반적으로 아날로그 형식으로부터의 CDP와 원본 디지털 표현으로부터의 CDP 사이의 거리 왜곡을 초래할 수 있다. 이 때 하나의 솔루션은 몇몇 히스토그램 변환 함수를 사용하여, 아날로그 형식으로부터의 CDP를 검증하고, CDP에 히스토그램 변환 함수들 각각을 적용하며, 원본 디지털 표현으로부터의 CDP에 대한 최저 거리를 갖는 히스토그램 변환 함수에 의해 변경된 아날로그 형식으로부터의 CDP를 찾고, 이 변경된 CDP만을 원본 디지털 표현으로부터의 CDP에 비교하는 경우일 수 있다. 다른 파라미터가 특정 프린터-종이-스캐너 조합(예를 들어, 임계치)에 종속적이면, "최상의" 히스토그램 변환 함수의 선택은 다른 파라미터의 선택을 암시할 수 있다.

불안정한 프린팅-스캐닝 환경의 영향은 또한 다른 방식으로 최소화될 수 있다. 하나의 변환 함수가 아날로그 형식으로부터의 각 CDP에 대해 생성될 수 있는 하나의 애플리케이션을 위한 가능한 히스토그램 변환 함수들 세트를 고려하면, 자연적인 변화를 통합하는 상이한 방식이 있다. 한가지 해결책은 각 픽셀에 대한 표준 편차를 측정한 다음에, 그것을 아날로그

형식으로부터의 CDP와 원본 디지털 표현으로부터의 CDP 사이의 거리를 측정할 때 고려된 정규화 인자로서 사용하는데 있다. 다른 해결책은 각 픽셀 휘도의 전형 값의 상한과 하한을 평가하고(예를 들어, 휘도 100은 스캔된 이미지 내에 90과 110 사이의 전형 값을 가질 수 있는 반면, 휘도 40은 2배 크기인 20과 60 사이의 전형 값을 가질 수 있음), 경계 밖에 있는 픽셀들을 더욱 엄격하게 처리하는데 있다. 또 다른 해결책은 애플리케이션에서 발생할 수 있는 상이한 변환 함수들의 스펙트럼을 충실히 나타내는 상이한 변환 함수들 세트를 갖고, 가장 적당한 것을 사용하여, 매번 아날로그 형식으로부터 CDP와 원본 디지털 표현으로부터의 CDP 사이에 최소 거리를 생기게 하는데 있다.

더욱 더 신중한 해결책들이 가능하다. 한 해결책은 미리 평가된 파라미터를 사용하는 것이 아니라, 아날로그 형식으로부터의 CDP 상에서 파라미터를 평가하는 것이다. 이것은 변화에 대한 더 많은 허용오차를 인정하지만, 이 방법에 2가지 잠재적인 제한이 있다:

· 파라미터가 아날로그 형식으로부터의 CDP 상에서 평가되기 때문에, 이것은 원본 디지털 표현으로부터의 CDP의 전형적인 히스토그램(들)을 고려에 넣지 않고 따라서 비원본 아날로그 형식일 수도 있는 아날로그 형식의 더 많은 허용오차를 인정한다.

· 파라미터가 아날로그 형식으로부터의 하나의 CDP로부터만 평가되기 때문에, 파라미터의 덜 정밀한 평가를 예상할 수 있다. 예를 들어, 255개의 동일 확률의 휘도 값을 갖는 1000개의 픽셀 CDP의 경우에, 평균적으로 휘도 값 당 40 미만의 샘플이 있을 수 있고, 자연 통계 변화에 의해 몇몇 휘도 값은 40보다 상당히 적은 샘플을 가질 수 있다.

첫번째 문제는 상이한 방식으로 처리될 수 있다. 우리는 표준 방법에서와 같이 미리 평가된 변환 함수를 갖지만, 그것을 아날로그 형식으로부터의 CDP를 변환하기 위해서가 아니라, CDP 아날로그 형식에 대해 평가된 변환 함수에 대한 거리를 측정하기 위해서만 사용하는 것이다. 변환 함수들 사이의 한가지 가능한 거리 측정은 다음과 같다:

$$D(f',f)=1/256 * Sum(\ lum=0 \text{ to } lum=255)\ \ abs(f'(lum)-f(lum))$$

여기에서, f'(.) 및 f(.)는 각각 자체 평가 변환 함수 및 평균 변환 함수이다. 또한, 각 픽셀에 대한 자연 변화에 대응하는 정규화 인자 g(lum)를 넣을 수 있는데, 예를 들면 다음과 같다:

$$Dn(f',f)=1/256 * Sum(\ lum=0 \text{ to } lum=255)\ \ abs(f'(lum)-f(lum))/g(lum)$$

이 거리는 판정시에 제기할 수 있는 추가 증거로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 아날로그 형식으로부터의 2개의 상이한 CDP는 자체 평가된 파라미터 변환을 갖는 원본 디지털 표현으로부터의 CDP에 대한 그들의 거리의 경우에 78의 동일한 유사도를 가질 수 있다. 그러나, 그들의 자체 평가된 변환 함수는 평균 변환 함수에 대해 상이한 거리를 가질 수 있는데, 예를 들어 제1 CDP에 대해 Dn(f',f)=2.5이고, 제2 CDP에 대해 Dn(f',f)=0.5이다. 제1 CDP에 대한 더 높은 거리는 그것이 비원본 아날로그 형식이라는 것을 판정하기 위해 사용될 수 있지만, 동일한 품질 지수에 대해, 제2 CDP는 원본 아날로그 형식으로 간주될 수 있다.

두번째 문제는 변환 함수에 대한 모델을 가정함으로써 다루어질 수 있는데, 예를 들어 변환 함수는 소정의 회귀 함수, 예를 들어 다항 회귀 함수 또는 로지스틱(logistic) 회귀 함수를 따른다. 이것은 평가될 파라미터의 수를 최소화하고, 불연속성이 없는 더욱 매끄러운 함수를 제공한다.

마지막으로, 몇몇 경우에, 프린팅-스캐닝 특성은 시간에 따라 점진적으로 변화할 수 있고/있거나, 초기에 CDP 검출기를 보정할 수가 없다. 그러한 경우에, 융통성있는 방법은 각각의 새로운 스캔의 데이터를 반영하고, 환경의 파라미터가 알려지지 않을 때 처음에 더 많은 허용오차를 인정하며, 새로운 데이터의 추가가 하위 파라미터의 더욱 정밀한 평가를 허용함에 따라 그 허용오차를 점차 감소시키는데 있다. 이 방법은 사실상 일반적인 것이고, CDP 검출에 관련된 모든 파라미터(변환 함수, 임계치 등)에 대해 유효하다. 새로운 지식을 반영하기 위해, 베이지안(Baysian) 학습은 앞의 것에 할당된 중요도가 점차 감소되는 경우에 적용될 수 있다. 평가에 의해 얻은 정보는 데이터베이스에 저장되어, 상이한 검증 지국들 사이에 공유될 수 있다. 이 방법은 프린팅시의 CDP 품질에 관한 정보를 스캐닝 파라미터로부터 분리할 수 있게 한다. 정보는 검증이 발생할 때 평가되어, 해결책을 위한 더욱 융통성있는 통합 프로세스를 가능하게 한다.

상기 방법의 조합은 몇몇 평가 전략이 적용되고, 그 결과가 아날로그 형식으로부터의 CDP의 품질에 관한 결론적인 판정을 위한 확률을 구하기 위해 가중되는 시나리오에서 가능하다.

CDP 품질에 영향을 줄 수 있는 특성 및 프린트-스캔 환경에 대한 정보(상기 참조)는 아날로그 형식 상에 인코드된 기계 판독가능 방식으로 저장될 수 있다. 대안적으로, 그것은 CDP 내에 저장될 수 있다. 그러한 경우에, 프린터에 대한 그러한 정보를 CDP에 삽입하는 한가지 방식은 프린터(예를 들어, 데스크탑 프린터) 드라이버가 프린트되고 있는 CDP 내로 프린터를 유일하게 식별하는 코드("프린터 식별자")를 자동으로 추가하게 하는 것이다. 스캐닝 및 검증측에서, CDP 검출기는 프린터 식별자를 판독하고, (스캐너 자체, 로컬 또는 원격 데이터베이스로부터 얻어지거나 사용자에 의해 입력된) 스캐너로부터의 정보를 수신한다. 그 다음, CDP는 프린터 식별자, 및 판정을 하는 스캐너에 대한 정보에 기초하여 데이터베이스(로컬 또는 원격)로부터 프린트-스캔 환경에 대응하는 보정 데이터를 얻을 수 있다. 그러므로, 모든 유형의 프린터 및 스캐너에 대해 보정 프로세스를 자동화할 수 있다.

마지막으로, 몇몇 경우에, 아날로그와 디지털 표현 사이의 상관관계가 형성될 수 있다. 이러한 방식으로, 아날로그 또는 디지털 CDP를 변환하는 단계는 완전히 바이패스된다. 한가지 가능한 상관 함수는 다음과 같다:

$$Dc=\mathrm{Sum}_j\ \mathrm{Sum}_i\ ((x(i,j)-mean_x)*(y(i,j)-mean_y))/sqrt(var_x,var_y)$$

여기에서:

-mean_x는 x 신호의 평균값,

-mean_y는 y 신호의 평균값,

-var_x는 x 신호의 분산,

-var_y는 y 신호의 분산.

상술된 기술은 VAP의 작은 부분들에 따로따로 적용되어, "글로벌 점수"를 출력하도록 그룹지워질 수 있다. 예를 들어, VAP는 작은 블럭들(예를 들어, 10x10 픽셀)로 나누어질 수 있고, 유사도 또는 차이점의 측정은 이 블럭에 적용되어, 블럭에 대한 "블럭 점수"를 계산한다. 그 다음, 개별 블럭 점수는 VAP에 대한 전체 점수를 여러 방식으로 출력하기 위해 함께 공동계산될 수 있다. 명확한 공동계산은 모든 블럭 점수의 단순한 평균일 수 있지만, 다른 측정이 유리할 수 있는데; 예를 들어, 블럭 점수는 가장 높은 값에서 가장 낮은 값까지 분류될 수 있고, 예를 들어, 최상의 25% 블럭 점수만이 글로벌 점수인 평균을 계산하는데 사용되거나; 글로벌 점수가 제25 백분위수의 블럭 점수로서 설정된다.

계산에 들어가는 블럭 점수를 선택하는 장점은 아날로그 변환에 의해 더 많은 영향을 받았을 수 있는 VAP의 영역이 계산에서 제외될 수 있다는 것이다. 점수에 영향을 미칠 것같지 않은 VAP에 대한 변경은 마모, 예를 들어 펜 마킹 또는 종이 접힘; VAP의 소정 영역에 영향을 미치는 초점이 맞지 않은 이미지 캡처이다. 이들 변경이 글로벌 점수의 계산에서 제외되지 않은 경우-또는 그들의 영향이 최소화되지 않은 경우-, 원본 VAP는 원본으로 인식될 정도로 너무 낮은 글로벌 점수를 가질 수 있다.

여기에서 설명된 기술은 또한 프린팅 및 스캐닝 동안에 규칙적으로 발생하는 덜 명확하거나 인지할 수 없는 변경에 대한 견고성을 증가시킨다.

아날로그 형식으로부터의 CDP와의 비교 이전에 원본 디지털 표현으로부터의 CDP를 변경하기 위해 프린트-스캔 프로세스에 대한 정보를 사용하는 방법

전형적으로, 아날로그 형식으로부터의 CDP는 원본 디지털 표현으로부터의 CDP와 비교된다. 그러나, 원본 디지털 표현으로부터의 CDP는 아날로그 형식으로부터의 CDP 상에 미치는 프린팅 및 스캐닝의 영향을 고려하지 않는다. 이들 영향은 전형적으로 원본 디지털 표현으로부터의 CDP에 적용된 로우-패스 필터 또는 밴드-패스 필터로서 설명될 수 있다. 프린팅 및 스캐닝 영향을 시뮬레이션하기 위해 변경된 원본 디지털 표현으로부터의 CDP와 아날로그 형식으로부터의 CDP의 비교는 아날로그 형식으로부터의 CDP의 더욱 정밀한 품질 측정을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 일반적인 관찰로서, 원본 디지털 표현으로부터의 CDP 내의 낮은 휘도를 갖는 픽셀은 일반적으로 아날로그 형식으로부터의 CDP 내의 낮은 휘도를 갖는 픽셀로 보이지만; 아날로그 형식으로부터의 CDP 내의 그 픽셀의 휘도는 일반적으로, 어두운 픽셀에 의해 둘러싸이는

경우보다 원본 디지털 표현으로부터의 CDP 내의 밝은 픽셀에 의해 둘러싸이는 경우에 더 높을 것이다. 프린트-스캔 프로세스를 시뮬레이션하기 위한 원본 디지털 표현으로부터의 CDP의 변경은 픽셀의 휘도에 미치는, 아날로그 형식으로부터의 CDP 내의 한 픽셀의 이웃의 영향을 고려할 수 있다.

프린트-스캔 프로세스의 영향을 평가하는 몇가지 방식이 있다. 그것들은 일반적으로 3개의 카테고리로 분류될 수 있다:

1. 프린트-스캔 프로세스는 아날로그 형식으로부터의 다수의 CDP 내의 각 픽셀의 평균 휘도 값을 고찰함으로써 시뮬레이션될 수 있다.

2. 프린트-스캔 프로세스는 특정 주파수 응답을 갖는 필터로 평가될 수 있다. 그 다음, 필터는 디지털 표현으로부터 CDP에 적용되고, 디지털 표현으로부터의 변경된 CDP는 검출 프로세스에서 사용된다.

3. 프린터, 종이 및 스캐너의 물리적인 특성은 때때로 알려질 수 있고, 아날로그 형식으로부터의 CDP의 픽셀 값을 평가하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 열 프린터는 전형적으로 각각의 개별 픽셀 또는 도트를 프린트한 후에 잔류 열을 갖고 있고, 이 잔류 열은 과도한 열로 프린트될 수 있는 다음 픽셀에 영향을 미칠 수 있어서, 원하는 픽셀보다 더 어둡게 한다. 이들 물리적 영향, 특정 프린팅 및 스캐닝 장치에 속하고 종이의 잉크 흡수성에 속하는 다른 많은 영향이 고려될 수 있다.

프린팅 및 스캐닝으로 인한 변환을 위한 파라미터의 획득

다음 설명에서, 다수의 상이한 기술은 아날로그 형식으로부터의 CDP 내의 프린팅 및 스캐닝으로 비롯된 변환을 보상하기 위해 요구된 파라미터를 얻기 위해 개시된다. 이들 기술은 2개의 상이한 그룹으로 구분되는데: CDP 자체 또는 아날로그 형식 내에 파라미터 정보를 포함하는 기술 및 CDP 검출기를 훈련시키는 기술로 구분된다.

아날로그 형식 자체로부터의 파라미터 획득

아날로그 형식의 CDP로부터의 파라미터 획득

아날로그 형식으로부터의 CDP를 분석하기 위해 필요한 파라미터가 얻어질 수 있는 한 곳은 CDP 자체이다. 상술된 바와 같이, CDP는 메시지를 보유할 수 있고, 파라미터는 CDP 내에 보유된 메시지 내에 포함될 수 있다. 예를 들어, 품질 임계치의 이상 또는 이하에서, 아날로그 형식으로부터의 CDP가 원본 아날로그 형식으로부터의 것인지 비원본 아날로그 형식으로부터의 것인지 판정될 수 있는 품질 임계치는 CDP 내에, 더할나위 없이 히스토그램 변환 함수의 명세서 내에 저장될 수 있다.

일반 문서 인증(항시 인증): 모든 프린터는 프린트되는 각 아날로그 형식 상으로 새로운 CDP를 프린트함

프린터에 의해 제공된 CDP는 프린터 상에 프린트되는 각 아날로그 형식에 관한 디폴트로 프린트될 수 있다. 프린터 상에 프린트된 아날로그 형식이 CDP를 갖는 원본 디지털 표현으로부터 작성된 것이면, 아날로그 형식은 2개의 CDP를 가질 수 있는데: 하나는 프린터에 의해 제공된 것이고, 하나는 원본 디지털 표현으로부터의 것이다. 프린터에 의해 제공된 CDP는 물론 프린터 상에 아날로그 형식을 프린트하는 것에서 비롯된 변환을 기록하고, 이들 변환은 원본 디지털 표현으로부터의 아날로그 형식의 CDP가 아날로그 형식이 프린팅-스캐닝-프린팅 프로세스의 결과라는 것을 나타내는 지의 여부를 판정하고, 따라서 원본 아날로그 형식이 아니라는 것을 판정하기 위해 사용될 수 있다.

프린팅 프로세스에 대한 정보는 또한 원격 데이터베이스 내에 저장될 수 있고, CDP 또는 문서는 검출 장치가 원격 데이터베이스 내의 이 정보를 액세스할 수 있게 하는 식별정보를 포함할 수 있다.

CDP 및 그외 다른 보안 특징부

*VAP는 "눈에 안보이는 잉크", 즉 통상적으로 사람에게는 보이지 않지만, 전기 전도도, 전기 임피던스, 전기 캐패시턴스 또는 전계발광과 같은 용이하게 검출가능한 특성을 갖는 얇고 투명한 코팅을 사용하여 문서 상에 프린트될 수 있다. 부수적으로, VAP는 보안 문서 섹터 내에 광범위한 용도를 갖는 특수 잉크로 프린트될 수 있다. 이들 특수 잉크는 가시광 또는 자외광 하에서 형광을 발하는 패턴을 만들기 위해 여러 색을 사용하는 것에서부터 고강도 자외광을 사용하는 것까지 모든 것을 포함한다.

섬유 또는 잉크와 같은 물리적 보안 특징부는 CDP를 위한 키를 보유할 수 있다. CDP는 또한 스마트 카드, 2D 바코드, 자기 카드 등과 같은 보안 저장 장치와 결합될 수 있다. 프린터 특성에 의존하는 비밀 키 및 보정 데이터는 이들 저장 장치 내에 저장될 수 있다.

CDP는 또한 비원본 아날로그 형식 상에 나타나는 "VOID" 팬토그래프(pantograph)와 같은 물리적, 화학적 또는 광학적 복사 방지 특징부와 서로 보완한다.

보정 데이터의 자동 선택

프린터 또는 스캐너 드라이버와 같이, CDP 판독기(검증기)는 적절한 보정 데이터를 수동으로 또는 자동으로 선택할 수 있다. 예를 들어, CDP가 프린트될 때, 프린터를 유일하게 식별하는 코드, 또는 프린터의 카테고리(프린터 모델)는 CDP 내로 매립되거나, 데이터베이스 내로 저장되거나, CDP가 프린트되는 문서 상에 저장된다. 검증 단계에서, 판독기는 먼저 코드를 검출한 다음에, 검증을 위한 적절한 보정 데이터를 선택한다. 검증을 위한 파라미터와 같은 스캐너-종속 파라미터는 이와 유사한 방식으로 자동으로 선택될 수 있다.

자동화된 보정 - 훈련 단계

프린터/스캐너에 대해 고정된 설정에 의해 정의되는 특정 애플리케이션을 위한 CDP의 검출을 최적화하기 위해, 그 애플리케이션을 위한 프린트 출력 스캔의 다양한 파라미터가 평가될 필요가 있다. 예를 들어, 상술된 히스토그램 변환 함수는 프린터 및 스캐너 설정에 의존하고, 판정을 하기 위해 검출기에 의해 사용된 품질 또는 유사도 임계치는 또한 스캐너 설정에 의존한다. 그러나, 프린트-스캔 프로세스가 본질적으로 잡음성이고, 프린트마다 그리고 스캔마다 통계적 한계 내에서 변하기 때문에, 파라미터의 값을 통계적으로 평가할 필요가 있다. 그러나, 파라미터를 평가하기 위해 30개 이상이 CDP를 프린트하고 스캔하는 것은 어렵고, 지루하고, 에러가 생기기 쉽다. 그러므로, 임의의 사람들이 CDP를 사용하여 복사본을 검출하는 애플리케이션을 만들 수 있게 하기 위해, 각 애플리케이션을 설정하기 위해 요구된 이러한 프로세스를 자동화하는 것에 명백한 장점이 있다.

파라미터를 통계적으로 평가하는 프로세스를 자동화하는 한가지 방식은 동일한 디지털 표현으로부터 작성된 아날로그 형식으로부터의 CDP, 또는 변화가 알려진 특정 키 또는 페이로드(payload)를 갖는 CDP의 몇몇 복사본을 포함하는 디지털 이미지인 소위 보정 이미지를 작성하는 것이다. 그러한 한가지 이미지는 도 15에 도시된다. 이 이미지는 그 다음, 애플리케이션의 프린터 및 스캐너 설정으로 프린트되고 설정된다. 그 다음, 프린트된 보정 이미지는 스캔되어, CDP 보정 소프트웨어로 처리된다. 보정이 성공적이면, 보정 소프트웨어는 애플리케이션의 파라미터 및 검출기의 판정 임계치를 출력한다. 판정 임계치는, 예를 들어 (통계 분포가 유지된다고 가정하고) 1000개의 경우 중에 하나의 에러를 초래하지 않는 임계치를 판정하기 위해, 품질 지수의 평균 및 분산을 먼저 측정한 다음에, 이들 데이터에 통계 모델을 끼워맞춤으로써 보통 계산된다. 사용자는 임계치를 판정하기 위한 계산시에 사용될 (원본을 복사본으로 검출하는) 잘못된 경보의 확률 상의 상한을 파라미터로서 제공할 수 있다.

각각의 새로운 검출을 위한 반복 학습은 검출기 내에 통합될 수 있다. 한 실시예에서, 사용자는 5개의 상이한 원본 아날로그 표현을 갖는 검출기를 사용하도록 요청받을 수 있다. 원본 아날로그 표현의 여러가지 유용한 통계 및 파라미터(예를 들어, 판정 임계치)가 계산된다. 선택 모드에서, 이 판정 임계치 및 다른 파라미터 및 통계는 판정을 위해 사용될 수 있고, 반복적으로 조정될 수 있다.

아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지 여부의 대충의 판정을 하기 위한 아날로그 형식 그 자체로부터의 CDP의 사용

아날로그 형식과 원본 CDP 사이의 품질 차이를 측정하기 위해, 먼저, 아날로그 형식으로부터의 CDP를 스캔함으로써 작성된 CDP의 디지털 표현을, 원본 디지털 CDP와 아날로그 형식으로부터의 CDP의 디지털 표현의 비교를 할 수 있게 하는 형식으로 복원할 필요가 있다. 이 프로세스는 일반적으로 값이 비싸고, 때때로 아날로그 형식의 손상으로 인해 매우 어렵다. 몇몇 경우에, 아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지 비원본 아날로그 형식인지 대충의 평가만을 하는 것이 바람직할 수 있고, 또는 단순히, 값비싼 상관(복원 및 비교) 프로세스없이 정밀한 평가를 하는 것이 불가능하다. 그 이유는 비교 비용이 너무 비싸거나, CDP가 손상되었거나, 키 또는 다른 필수 파라미터가 결여되었거나, 판정 소프트웨어가 보안상의 이유 등으로 이용가능하지 않게 되었기 때문일 수 있다. 대충의 평가는 아날로그 형식으로부터의 CDP를 스캔함으로써 작성된 CDP의 디지털 표현의 글로벌 특성을 직접 측정함으로써 행해질 수 있는데: 이들 글로벌 특성의 일부는 히스토그램 분포, 평균 휘도, 2개의 연속적인 픽셀들 사이의 평균 분산 정도, 이진 CDP에 대한 흑색 및 백색 픽셀의 밀도 및 분포 등이다. 이들 글로벌 특성이 일반적으로 회전, 크기조정 및 평행이동시에 변하지 않기 때문에, 그러한 글로벌 특성을 측정하기 위해

아날로그 형식으로부터 CDP의 디지털 표현을 복원할 필요가 없다. 그러므로, 이들 특성의 표현은 원본 디지털 CDP도, 그것을 생성하기 위한 키도 필요로 하지 않는다. 대충의 평가는 CDP의 랜덤성 및 높은 엔트로피에 의존하는 CDP의 소정의 선정된 특성과 이들 글로벌 특성 사이의 유사도를 비교함으로써 행해진다.

아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지 비원본 아날로그 형식인지 판정하는데 있어서의 신뢰도는 판정이 단지 이들 글로벌 특성의 측정에만 기초할 때 높지는 않겠지만, 하급 디지털 영상 장비를 사용하여 만들어진 대부분의 비원본 아날로그 형식은 검출될 수 있다. 아날로그 형식으로부터의 CDP 상에서 글로벌 검사를 실행하는 검출기는 또한 의심스러운 아날로그 형식을 검사받고, 아날로그 형식으로부터의 CDP를 복원하기 위해 필요한 정보로 액세스하는 검출기를 사용하여 그 의심스러운 아날로그 형식을 더 조사받게 하기 위해 사용될 수 있다.

상기 기술의 한 예로서의 우편요금 미터 애플리케이션

CDP는 우편 소인(indicia)의 디지털 이미지 내로 자동으로 삽입될 수 있다. 그 다음, 이미지는 전형적으로 봉투에 붙여지거나 봉투 상에 바로 프린트된 스티커상에 프린트된다. 우편 소인으로부터의 CDP는 우편 소인이 원본 아날로그 형식인지 비원본 아날로그 형식인지 자동으로 검출하기 위해 나중에 사용될 수 있다. 소인으로부터의 CDP를 사용하여 측정된 품질 지수는 우편 소인의 다른 특징부와 결합되어, 예를 들어 소인이 원본 아날로그 형식인지 자동으로 또는 수동으로 판정하는데 사용되는 글로벌 점수로, 소인을 생성한 프린터의 판정, 글자체의 분석, 및/또는 프린트된 디지털 워터마크의 판독을 할 수 있다.

프린트된 소인 상의 CDP는 의심스러운 우편 소인이 평반 스캐너 및 검출 소프트웨어가 갖추어진 지국에 오게 되는 때와 같은 때에 수사적 검증을 위해 사용될 수 있다. 또한, 고속 스캐너(예를 들어, WFOV)가 각 우편 소인의 이미지 캡처를 할 때 자동 검증을 위해 사용될 수 있다.

그러한 애플리케이션에서, CDP를 위한 키는 고정적이거나 가변적일 수 있다. 가변적인 경우, 키는 우편 소인 내에 포함된 다른 정보, 예를 들어 발송인 이름으로부터 (부분적으로) 구해질 수 있다.

VAP 내로 정보를 삽입하는 기술

상술된 바와 같이, VAP는 메시지를 보유할 수 있다. 메시지는 VAP가 생성될 때 VAP 내로 삽입된다. VAP가 메시지를 갖고 생성되기 때문에, 각각의 상이한 메시지는 상이한 VAP의 생성을 초래한다. 메시지를 VAP 내로 삽입하는 한가지 방법은 VAP를 생성하기 위해 사용되는 의사-난수 생성기로의 입력으로서 비밀 키 및 메시지를 사용하는 것이다. 일반적으로, VAP의 히스토그램 또는 엔트로피를 보존하는 방식으로 메시지를 VAP 내로 삽입하는 것이 바람직하다. 메시지를 VAP 내로 삽입하는 후술된 모든 방식은 정보를 포함하지 않는 VAP와 유사한 히스토그램 및 엔트로피를 갖는다. 하지만, VAP의 히스토그램 또는 엔트로피의 보존이 몇가지 장점을 가질 수 있더라도, 예를 들어 복사본을 원본과 구별하는 VAP의 능력은 영향을 받지 않아야 되고, 엔트로피 또는 히스토그램의 보존은 요구사항이 아니다. 즉, 여전히 정보를 포함하는 VAP를 생성할 수 있고, 그것을 이용하여, 그들의 엔트로피 또는 히스토그램의 보존없이 복사본을 원본과 구별할 수 있다.

한 실시예에서, VAP는 상이한 비중첩 영역들, 예를 들어 고정된 크기의 인접한 블럭들로 나누어진다. 이 크기는 임의적인데, 예를 들어 1x1 픽셀, 4x4 픽셀 또는 8x4 픽셀이 모두 이용될 것이다. 블럭 크기가 너무 크면, 메시지 크기가 제한될 것이고; 너무 작으면, 메시지가 판독하기 어렵게 될 수 있다. 예를 들어, 각 블럭이 단일 비트, '1' 또는 '0'을 가지면, VAP 내의 각 픽셀은 '1'을 보유하는 픽셀의 카테고리, 또는 '0'을 보유하는 픽셀의 카테고리에 속한다. 의사-난수 생성기에서 사용된, 픽셀이 속하는 카테고리 "c", 그 위치 "p", 및 비밀 키 "key"는 픽셀 값 x, 즉 다음을 생성하기 위해 함수 G에서 사용된다:

$$x=G(key,p,c)$$

이진 픽셀 값의 경우, x는 0과 1 중의 하나이고, 그레이스케일 픽셀 값의 경우, x는 0과 255 사이의 정수이다. 모든 x 값은 동일한 확률을 갖는다.

함수 G를 2개의 함수 G1 및 H로 분해할 수 있는데, G1은 키 및 픽셀 위치를 입력으로 하는 의사-난수 생성기이고, H는 픽셀이 속하는 카테고리에 의존하여 픽셀 값을 조정하는 함수이다:

x=H(G1(key,p),c)
*

한가지 가능한 구현에서, H는 블럭이 비트 '0'을 가질 때(또는 달리 말해서, 그 카테고리 c가 '0'일 때), H가 픽셀 값을 불변 상태로 두게 한다:

H(G1(key,p),'0')=G1(key,p).

그러나, 블럭이 '1'을 가질 때, H는 픽셀의 값을 "반전"시키는데, 즉 픽셀이 이진이면, 다음과 같고,

H(G1(key,p),'1')=1-G1(key,p)

픽셀 값이 그레이스케일이면, 다음과 같다:

H(G1(key,p),'1')=255-G1(key,p)

블럭이 메시지 요소를 보유할 수 있는 방법을 설명하는 다른 방식은 한 비트가 블럭의 2개의 카테고리 B1 및 B0을 정함으로써 한 블럭 내에 보유될 수 있다는 것이다. B1은 비트 '1'을 보유하는 블럭의 카테고리이고, B0은 비트 '0'을 보유하는 블럭의 다른 카테고리이다. B1 및 B0은 B1 내의 임의의 블럭(b1)이 B0 내의 임의의 블럭(b0)과 최소 상관관계를 갖는 그러한 방식으로 양호하게 정의된다. b0 또는 b1에 대한 픽셀 값을 생성하는 한가지 단순한 방식은 난수 생성기를 위한 키 및 픽셀 위치 이외에 시드(seed)로서 비트 값을 취하는 것이다. b0과 b1 사이의 "중첩" 가능성을 줄이기 위해, 특히 작은 수의 픽셀을 갖는 블럭의 경우, 난수 생성기는 b0에 대한 값이 b1에 대한 값과 매우 다른 그러한 방식으로 제어될 수 있다. 검출 동안 비트 값을 판독하기 위해, 아날로그 형식으로부터의 블럭은 b1 및 b0과 비교된다. b1과의 상관관계가 b0과의 상관관계보다 양호하면, 비트 값 '1'이 판독된다. 그렇지 않으면, 비트 값 '0'이 판독된다.

아날로그 형식으로부터의 블럭을 b0 및 b1과 비교하는 여러 방법이 가능하지만; 일반적으로, 상관관계 또는 거리 측정은 만족스러운 결과를 제공할 것이다. 더욱 더 일반적으로, 블럭은 블럭 카테고리의 수가 2에서 N으로 증가되면 임의의 N값들 중의 임의의 값을 인코드할 수 있다. N개의 블럭 카테고리를 갖고, 블럭은 log2(N)까지의 비트를 포함할 수 있다는 것에 주의하자. 예를 들어, N=4이면, "1" 값을 갖는 블럭은 4개의 카테고리 중에서 블럭이 속하는 카테고리에 의존하여 0과 3 사이의 값을 인코드할 수 있으므로, 2 비트를 포함한다. 이 기술이 N 값으로 실행되게 하기 위해, 최소 상관관계는 한 값을 나타내는 카테고리의 블럭과 한 값을 나타내지 않는 카테고리의 블럭 사이의 카테고리에서 요구된다. 또한, "블럭"의 정의는 1x1 픽셀에서부터 임의의 분리된 픽셀들 세트까지의 어느 것이나 나타내도록 확장될 수 있다.

도 17은 메시지가 삽입된 픽셀들 세트의 변환을 도시한 것이다. 변경되지 않은 픽셀 값을 갖는 블럭은 참조번호(1701)에 도시된다. 참조번호(1702)에는 블럭이 값 '1'을 갖는 비트를 보유하도록 변경된 후의 픽셀 블럭이 도시된다.

상기 방식으로 삽입된 정보를 갖는 VAP의 픽셀 값의 히스토그램 또는 빈도 분포가 그대로 불변 상태로 있다는 것이 쉽게 검증될 수 있다. 도 12는 참조번호(1201)에 키 "테스트"로 생성된 VAP가, 참조번호(1203)에 추가된 정보(정수 값 123456789)와 동일한 키로 생성된 VAP가, 참조번호(1205)에 상이한 이미지가 도시된다. 상이한 이미지의 흑색 영역(실제로 4x4 픽셀의 블럭)은 정보의 삽입에 의해 변경(반전)되지 않은 픽셀 값에 대응하는데: 그것들은 '0'이 매립된 블럭에 대응한다. 명백하게, 잡음형의 변경된 영역은 '1'이 매립된 영역에 대응한다.

검출을 실행하는 한가지 가능한 방식은 제1 단계에서, 어떤 정보도 포함하지 않는 디지털 VAP를 생성하는데 있다. 그 다음, 스캔되고, 복원되며, 히스토그램 변환된 VAP의 각 블럭은 (1) 원본 디지털 VAP의 대응하는 블럭, 및 (2) 반전된 픽셀 값을 갖는 동일한 블럭과 비교된다. 상이한 비교 함수들: 유클리드(Euclidean) 거리, 절대 거리 등이 사용될 수 있다. 그 다음, 가장 밀접한 블럭이 반전된 것이면, 그 블럭의 비트 값은 '1'로 추정되고, 그렇지 않으면 '0'으로 추정된다.

예를 들어, 도 17의 참조번호(1703)에는 아날로그 형식으로부터 스캔되어 복원되고 변환된 픽셀 블럭이 도시된다. 이 블럭이 원본 디지털 표현의 VAP로부터의 대응하는 블럭, 및 반전된 픽셀 값을 갖는 동일한 블럭과 비교될 때, 절대 차는 다음과 같다:

'0'인 경우: (| 243-44 | + | 228-36 | + ...+ | 104-172 |)/16=132.81

'1'인 경우: (| 12-44 | + | 27-26 | + ... | 151-172 |)/16=22.93

이 경우에, 검출된 비트는 '1'이다.

한 비트가 VAP 내의 상이한 곳에 몇번 매립되면, 비트 값에 관한 최종 판정에 대한 각 블럭의 기여가 가중되도록, 각 위치에서 '0' 및 '1'에 대한 거리의 트랙을 유지할 수 있다. 이 방식에서, '0'에 대해 55.32의 거리가 얻어지고, '1'에 대해 51.34의 거리가 얻어지는 블럭은 계산이 위에 표시된 블럭보다 덜 기여할 수 있는데, 여기에서 '1'을 위한 증거가 훨씬 더 유력하다(22.93 대 132.81의 거리).

메시지의 존재가 VAP의 외관에 영향을 미치기 때문에, 메시지를 포함하는 스캔된 VAP는 VAP 상의 메시지 삽입의 효과가 고려되었을 때까지, 스캔된 VAP가 원본 아날로그 복사본으로부터 온 것인지 비원본 아날로그 복사본으로부터 온 것인지 판정하기 위해 원본 디지털 표현으로부터의 VAP와 비교될 수 없다. 이것은 메시지를 갖는 원본 디지털 표현으로부터의 VAP를 재작성한 다음에, 메시지를 갖는 재작성된 VAP를 메시지를 갖는 스캔된 VAP와 비교함으로써, 일단 메시지가 알려지면 행해질 수 있다. 몇몇 경우에, 메시지는, 예를 들어 프린팅의 품질이 너무 낮기 때문에 판독될 수 없다. 우리는 여전히, VAP가 손상된 원본인지, 복사본인지, 심지어는 VAP처럼 보이지만, 예를 들어 상이한 키를 사용하여 다르게 생성된 패턴인지 판정하고 싶어한다. 이러한 판정을 할 수 있게 하기 위해, 우리는 블럭이 메시지 요소를 포함하지 않는 VAP의 일부를 확보해 둘 수 있다. 이 블럭 부분은 주어진 비밀 키에 대해 판정될 수 있고, 그 부분은 메시지가 판독될 수 없더라도 판정을 하기 위해 사용될 수 있다.

각 블럭에서 검출된 개별 비트 값은 특정 메시지를 견고하고 안전한 방식으로 인코드하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 식별 번호 "123456789"로 이루어진 메시지를 VAP 내에 매립하기 위해, 우리는 다음 절차를 사용할 수 있다:

· 2^32 정수값 중의 임의의 값의 표현을 할 수 있는 4바이트 또는 32비트로 메시지를 표시한다.

· 32비트 메시지에 에러 정정/검출 코드를 추가하고; (8,28) BCH 코드가 사용되면, 코딩된 에러 정정을 갖는 메시지는 28x4=112비트에 표시된다.

· VAP 내의 이용가능한 블럭의 수를 세고; 4 블럭으로 나누어진 100x100 픽셀 이미지의 경우에, 이것은 625 블럭이 된다. 112 비트의 각각은 VAP 내의 5개 위치에 삽입될 수 있다(625-112*5=65의 남겨진 블럭은 사용되지 않은 채로 있을 수 있고, 또는 여섯번째로 몇몇 비트를 매립하기 위해 사용될 수 있다).

· 비밀 키를 사용하여, 112-비트스트림을 스크램블(scramble)하고, 그것을 비트 1 또는 0을 삽입하기 위한 상술된 방식들 중의 하나를 사용하여 VAP의 의사-랜덤하게 선택된 블럭 내에 삽입한다.

VAP의 아날로그 표현으로부터 메시지를 검출하기 위해, 단계들은 일반적으로 반대 순서로 이어질 수 있다. 단계들은 비원본 VAP에 대해서도 동일하다는 것을 알기 바란다.

· 0이 매립되었는지 1이 매립되었는지 각 블럭 내의 VAP의 값이 될 것 같은 것을 판정한다.

· 아날로그 VAP 내의 각 블럭에 대해, 2개의 점수를 측정하는데, 한 점수는 블럭이 '1'을 얼마나 포함할 지에 대응하고, 다른 한 점수는 블럭이 '0'을 얼마나 포함할 지에 대응한다.

· 메시지의 각 비트가 일반적으로 몇번 표시되므로(이 경우에, 112 비트가 5번 표시됨), 비트가 매립된 상이한 위치로부터 개별 점수를 누적한다(이들 위치는 비밀 키로 알려질 수 있다). 누적된 점수에 기초하여 가장 그럴듯한 비트를 선택한다.

· 32 비트 메시지를 얻기 위해 112 비트에 에러 정정을 적용한다.

· 정수, 이 경우에 "123456789"로 32 비트 메시지를 변환한다.

분산된 VAP

소정의 문서의 경우에, VAP의 눈에 보이는 양상은 심미적 요건과 모순될 수 있다. 예를 들어, 은행권의 심미적 양상은 매우 중요하고, 일반적으로 이들 문서의 보안 특징부는 눈에 띄지 않아야 되고, 또는 혼란스럽지 않아야 되고, 또는 문서의 도안 내에 자연스럽게 짜맞춰져야 된다. 그러한 문서에 VAP를 적용하는 한가지 방식은 문서 전반에 그것들을 분산시키는 것이다. 도 14는 분산된 VAP(1403)로의 검사(1401)를 도시한 것이다. 분산된 VAP는 다수의 VAP 유닛(1405)으로 구성된다. 검사(1401)에서, 각 VAP 유닛(1405(i))은 10x10 픽셀의 크기를 갖고, VAP 유닛(1405)은 분산된 VAP(1403) 내의 100개의 픽셀마다 규칙적으로 분포된다. 전체적으로 보면, VAP 유닛(1405) 내의 픽셀들은 240x100 픽셀의 크기를 갖는 비분산 VAP와 동등하다. 검사(1401)의 VAP 유닛은 매우 명확하지만, 더욱 텍스처된 VAP 유닛의 사용, 더 적은 VAP 유닛의 사용, 및/또는 VAP 유닛 위치의 랜덤화에 의해 훨씬 덜 그렇게 만들어질 수 있다. VAP 유닛이 생성될 때, 유닛의 픽셀은 문서 내의 유닛의 위치에서 문서에 의해 제공된 배경과 조화되는 값의 범위가 주어질 수 있다. 문서의 주어진 영역 내의 VAP 유닛의 밀도는 또한 VAP 유닛이 덜 인지되게 하도록 조정될 수 있다. 비밀 키는 VAP 유닛의 위치를 판정하기 위해 사용될 수 있다.

픽셀 크기 또는 도트 크기 VAP 유닛을 갖는 분산된 VAP

분산된 VAP는 픽셀 크기 또는 도트 크기의 VAP 유닛으로 구성될 수 있다. 그러한 분산된 VAP에서, 픽셀 크기 또는 도트 크기의 VAP 유닛(다음 설명에서는 둘다 도트라 칭함)은 아날로그 형식 전반에 퍼져 있고, 각 도트는 랜덤 픽셀 휘도 값을 갖는다. 도트는 규칙적인 패턴으로 분산되거나 랜덤한 또는 의사-랜덤한 분포를 가질 수 있다. 분포는 비밀 키를 사용하여 판정될 수 있다. 다른 VAP를 갖는 경우에서처럼, 도트는 아날로그 형식이 프린트될 때 프린트된다. 도 16은 도트(1602)의 랜덤 분포를 갖는 아날로그 형식(1601)의 예를 도시한 것이다. 의사-랜덤 도트의 패턴 및 도트 값은 고정된 크기, 예를 들어 2x2 인치일 수 있고, 패턴은 전체 아날로그 형식 위에 타일화될 수 있다.

검출시에, 도트 검출 알고리즘은 아날로그 형식의 디지털화 이미지 내의 모든 또는 대부분의 도트를 검출하기 위해 적용될 수 있다. 도트 위치를 찾는 기술은 2004년 8월 24일자로 허여된 Zhao 등에 의한 "Apparatus and methods for improving detection of watermarks in content that has undergone a lossy transformation"이란 명칭의 미합중국 특허 제 6,782,2116호에 설명되는데, 그것은 여기에서 참조로 사용된다. 일단 도트들 세트가 검출되면, 검색 알고리즘은 특정 특성을 갖는 도트 그룹을 찾기 위해 적용된다. 그러한 한가지 특성은 도트의 픽셀 값과 도트의 위치에서 문서에 의해 제공된 배경 사이의 관계일 수 있다. 일단 그러한 도트 그룹이 발견되었으면, 도트 패턴의 레지스트레이션이 알려지고, 아날로그 형식으로부터의 도트의 패턴이 원본 디지털 표현으로부터의 도트의 패턴과 비교될 수 있으며, 품질 지수가 아날로그 형식에 대해 판정될 수 있다.

텍스트 및 그래픽을 포함하는 영역을 통한 분산된 VAP의 분포

분산된 VAP의 픽셀은 도 16의 참조번호(1603)에 표시된 바와 같이, 텍스트 또는 그래픽을 포함하는 영역을 통해 분포시킴으로써 눈에 덜 띄게 될 수 있다. 그러한 VAP는 일반적으로 분산된 VAP에 대해 설명된 바와 같이 처리될 수 있다. 분산된 VAP의 유닛은 또한 문서 내의 시각적 워터마크와 같은 특정한 시각적 패턴을 형성할 수 있다.

다른 보안 특징부를 포함하는 영역을 통한 분산된 VAP의 분포

분산된 VAP의 픽셀은 팬토그래프, 키네그램(kinegram), 홀로그램 또는 마이크로텍스트(마이크로프린팅)과 같은 보안 특징부를 형성하기 위해 사용될 수 있다.

비그레이스케일 프린터로의 VAP의 프린팅

소정 유형의 프린터는 완전히 흑색 픽셀만을 프린트할 수 있고, 0과 255 사이의 임의의 가능한 픽셀 휘도를 갖는 그레이스케일 VAP를 프린트하는 능력이 없다. 이들 종류의 프린터의 경우, VAP 픽셀 값을 생성하기 위해 사용되는 의사-난수 생성기는 픽셀 값이 '0(흑색)' 또는 '1(백색)'이 되게 설정될 수 있다. 상술된 알고리즘은 모두 이진 VAP에 적용될 수 있다.

잉크젯 또는 레이저 프린터와 같은 소정의 프린터는 디지털 하프-토닝(half-toning) 방법을 이용함으로써, 즉 낮은 해상도(예를 들어, 300 dpi)의 그레이스케일 이미지에 대해 높은 해상도(예를 들어, 1200 dpi)에서 작은 이진(흑색?) 도트를 프린트함으로써, 그레이 톤의 범위를 실제로 생성한다. 그들 프린터의 경우에, 이미지의 이진 표현은 입력 그레이스케일 표현으로부터 프린터에 의해 생성되고, 결국 프린트되는 것은 이진 흑백 이미지이다. 프린터에 의한 변환을 거쳐야 하는 그레이스케일 VAP를 생성하고 프린트하는 대신에, (디지털 하프-토닝 프로세스없는) 프린터에 의한 것처럼 프린트되는 더 높은 해상도(예를 들어, 1200 dpi) 이진 VAP를 생성할 수 있다.

더 높은 프린팅 해상도에서의 흑색 픽셀들 사이의 가능한 간섭(주로 잉크의 용해 또는 종이에 의한 잉크의 흡수에 의해 야기됨)을 줄이기 위해, VAP 생성시에 흑 대 백의 비를 제어할 수 있다. 비는 흑과 백의 픽셀의 수가 거의 동일한 정상 이진 VAP에 대해 약 1.0이 되어야 한다. 감소된 비는 흑색 픽셀이 더 적은 VAP를 초래한다. 위에 제시된 이유로, 이것은 몇몇 애플리케이션에 더욱 적절하게 될 수 있다.

이진 VAP를 프린트하기 위해, 적절한 프린팅 해상도, 즉 인치 당 픽셀(pixel per inch: PPI)을 사용하는 것이 중요하다. PPI가 너무 높게 설정되면, 프린터 및/또는 프린트 매체(즉, 종이)는 그러한 해상도를 제공할 수 없으므로, 원본 아날로그 형식에 대한 품질이 예상보다 저하될 수 있다. 한편, PPI가 너무 낮게 설정되면, 아날로그 형식 상에 프린트된 각 픽셀은 스캐너에 의해 쉽게 입수될 수 있으므로, 품질 저하가 너무 낮아서 복사본을 원본으로부터 구별할 수 없다. 적절한 PPI는 CDP를 최상의 품질로 프린트하기 위해 선택된다. 그러므로, PPI는 흔히, 프린터의 해상도, 및 특정 애플리케이션에 사용된 프린트 매체의 품질에 의존할 것이다.

마지막으로, 이진 VAP를 프린트할 수 있는 다른 이진 프린팅 프로세스가 있는데: 예를 들어, 금속, 유리 플라스틱 또는 다른 재료를 조각하는 레이저, 특정 홀로그램 등이 있다.

***시각적 암호화를 위한 VAP의 사용**

VAP의 한가지 관심있는 특성은 복사본을 원본으로부터 자동으로 구별하기 위한 그들의 사용 이외에, 그것은 Moni Naor and Adi Shamiv, **Visual Cryptography**, Eurocrypt 94에 처음 설명된, 시각적 암호화라고 하는 프로세스에서 수동 인증을 위해 사용될 수 있다.

VAP로 시각적 암호화를 가능하게 하기 위해, VAP는 일반적인 것과 동일한 방식으로 생성되고 프린트된다. 프린트된 VAP를 VAP0으로 부르기로 하자. 그러면, 우리가 정당한 VAP에서 어떤 시각적 메시지(또는 이미지)가 보고 싶은지 결정할 필요가 있다. 일반적으로, 시각적 메시지는 디지털 흑/백 이미지이고, 디지털 VAP와 동일한 픽셀 크기이다(시각적 이미지는 항상 디지털 VAP의 크기에 일치하도록 조정될 수 있다). 이것을 시각적 메시지 VM으로 부르기로 하자. 그러면, 각 픽셀 (x,y)에 대해 다음과 같이 되도록, VAP0 및 VM과 동일한 픽셀 크기의, VAPk라고 하는 새로운 VAP를 생성한다.

$$VAPk(x,y)=1-VAP0(x,y) \text{ if } VM(x,y)=0$$

$$VAPk(x,y)=VAP0(x,y) \text{ if } VM(x,y)=1$$

VAPk는 시각적 키인데: 투명한 것에 프린트되면(값 '1'을 갖는 픽셀은 빛을 통과시킬 것이다), 그것은 프린트된 VAP 상에 정밀하게 배치될 때 메시지를 드러낼 것이다. 실제로, 그러한 경우에, I(x,y)라고 칭하게 될, 관측자에 의해 인지된 휘도 값은 프린트된 VAP 및 VAP 수동 키의 가장 어두운 값이 될 것이다:

$$I(x,y)=\min(VAP(x,y),VAPk(x,y))$$

I(x,y)는 메시지의 흑색 영역에서 항상 0인 반면에(VM(x,y)=0), 메시지의 백색 영역에서, I(x,y)는 프린트된 VAP(x,y)와 동일한 값을 가질 것이라는 것이 쉽게 검증될 수 있다. 가능성이 같은 0과 1의 값을 갖는 이진 VAP의 경우에는, 메시지의 백색 영역에서, I(x,y)의 픽셀의 50%가 밝은 값을 가질 것이라는 것을 의미한다. 전체적으로, 시각적 이미지는 관측자에게 원본 버전보다 다소 덜 대비된 방식으로, 하지만 여전히 구별가능하게 보일 것이다.

도 18은 이진 VAP0(1801), 시각적 메시지 "1234"(1805), 이진 VAP와 시각적 메시지로부터 생성된 시각적 키 VAPk (1803)를 도시한 것이다. 마지막으로, 시각적 메시지가 드러나는 방식은 VAPk(1803)가 VAP0(1801) 상으로 놓여질 때이다.

일반 원리

상기 VAP 개선을 가져온 작업은 또한 VAP 내에 매립되는 복사본 검출에 관한 다수의 일반 원리를 설명했다. VAP 내에 매립된 한가지 일반 원리는 복사 프로세스에 의해 생성된 아티팩트(artifact)가 복사 프로세스를 통해 몇번이나 디지털 표현이 되었는지 판정하기 위해 사용될 수 있다는 것이다. 이 원리의 한 예는 아날로그 형식이 비원본인지 검출하기 위해 비

원본 아날로그 형식의 작성과 관련된 프린팅 및 스캐닝에 의해 생성된 아티팩트를 사용하는 것이다. 더욱 상세하게 후술되는 바와 같이, 이 원리의 다른 예는 복사 프로세스를 통해 몇번이나 전체 디지털 표현이 되었는지 판정하기 위해 에러 정정을 하지 않는 디지털 표현의 일부를 사용하는 것이다. 이 두개의 예에 필수적인 것은 에러 정정이 불가능하게 되는 복사가 있다는 것이다. 관심사가 디지털과 아날로그 형식들 사이의 변환을 수반하고 복사하는 것인 경우에, 디지털 에러 정정은 아날로그 범위에서 효과가 없을 수 있고; 디지털 대 디지털 복사의 경우에, 디지털 표현의 일부에서 디지털 에러 정정을 할 수 없도록 규정이 되어야 한다.

VAP 내에 매립된 다른 일반 원리는 복사본 검출을 위해 사용되고 있는 영역이 높은 엔트로피의 랜덤 영역을 갖는다는 것이다. 패턴은 임의의 형식을 가질 수 있지만, 일반적으로 VAP를 포함하는 디지털 표현의 기본(primitive) 요소인 패턴 요소로 구성된다. 예를 들어, 디지털 표현이 이미지이면, 패턴 요소는 픽셀일 수 있고, 비디오이면, 패턴 요소는 비디오 이미지를 나타내기 위해 사용된 블럭일 수 있다. 패턴은 전형적으로 비밀 키를 사용하여 생성된다. 패턴의 랜덤성 및 엔트로피는 복사에 의해 생성된 아티팩트를 보기 어렵게 하므로 패턴을 변경시켜서 복사 프로세스에 의해 생성된 아티팩트를 숨긴다. 랜덤 패턴의 특성은 복사 프로세스에 의해 생성된 아티팩트의 특성을 고려하여 신중하게 선택된다. 예를 들어, VAP의 경우에, 선택된 특성은 한편으론 복사 프로세스에 견뎌내지만, 다른 한편으론 그것에 의해 알아볼 수 있을 정도로 영향받는다.

디지털과 아날로그 형식들 사이의 변환을 수반하여 복사하는 인증 패턴

그러한 인증 패턴은 다음 설명에서 아날로그-디지털 인증 패턴으로 칭해질 것이다.

아날로그-디지털 인증 패턴의 일반 원리

아날로그-디지털 인증 패턴은 다음의 2가지 원리에 기초하고 있다:

1) 비원본 아날로그 형식은 항상 아날로그 출력 프로세스의 아날로그 출력-디지털 기록을 거치는 반면, 원본 아날로그 형식은 출력만 된다. 이것은 원본 아날로그 형식과 비원본 아날로그 형식 사이에 검출가능한 품질 차이를 초래한다.

2) 아날로그-디지털 인증 패턴(ADAP)은 아날로그 형식으로부터의 ADAP의 디지털화 표현 상에서 실행하는 자동 검출기가 ADAP의 품질 저하율을 측정함으로써 아날로그 형식이 원본으로부터의 것인지 비원본 아날로그 형식으로부터의 것인지 판정할 수 있게 하는 방식으로, 아날로그와 디지털 범위 사이의 변환으로 인한 변환에 최대로 민감하게 되고 그들 변환을 나타내도록 설계되는 키-생성 그래픽이다.

이들 2가지 원리는 원본 디지털 표현으로부터 생성된 임의의 아날로그 형식에 적용될 수 있다는 것을 쉽게 알 수 있다. 모든 경우에, 아날로그 형식은 디지털 표현으로부터 작성된다. 임의의 그러한 아날로그 형식은 이미지 내의 VAP와 기능적으로 동등한 의사-랜덤 잡음 신호를 잠재적으로 포함할 수 있다. 그러므로, ADAP는 상이한 아날로그 형식 내의 VAP와 동등하다. 이와 유사하게, CDP의 등가물은 복사본 검출 신호(CDS)로 알려질 수 있다.

VAP에서와 같이, ADAP를 위해 요구되는 것은 ADAP가 아날로그 형식의 다른 내용으로부터 구별가능해야 된다는 것이다. 예를 들어, 무선 신호로, 소정의 주파수 대역은 ADAP를 보유할 수 있다. 자기 또는 광 테이프, 디스크 또는 스트라이프와 같은 매체에 있어서, 테이프, 디스크 또는 스트라이프의 선정된 영역은 VAP를 포함할 수 있고, 다중-매체 아날로그 형식에 있어서, ADAP는 다중-매체 아날로그 형식의 트랙 내에 포함될 수 있다.

ADAP의 예시적인 애플리케이션

위조 RFID 신호를 검출하기 위한 CDS의 사용

무선 주파수 식별 장치(RFID)는 개별적인 임의의 아이템에 부착되어, 아이템의 유일 식별정보로 소용되는 유일 신호를 보낸다. 이 기술이 초기 단계일 뿐이고, RFID의 비용이 여전히 비싸긴 하지만, 이 기술의 여러 애플리케이션은 특히 판매, 배포 및 저장 분야에서 나타날 것으로 예상된다.

위조자의 경우, 광범위한 RFID의 사용은 위조된 아이템이 위조된 신호를 보내는 위조된 RFID를 가져야 한다는 것을 의미한다. RFID 신호의 위조는 원본 RFID 신호를 캡처하여, 캡처된 RFID 신호를 재생하는 RFID 장치를 만들어냄으로써 행해질 수 있다.

VAP가 비원본 아날로그 형식을 검출하기 위해 사용되는 상황과의 유사성이 발견되는데: 위조될 RFID 신호가 그것의 원본 아날로그 형식의 디지털화 표현을 작성함으로써 캡처되고, 디지털화 표현이 위조(비원본) 아날로그 형식을 생성하기 위해 사용된다고 하면, RFID 신호의 원본 아날로그 형식은 인증성을 위해 분석되기 전에 한번의 아날로그-디지털 변환을 당하게 되고; 비원본 아날로그 형식은 2번의 아날로그-디지털 변환을 당하게 되는데, 한번은 위조 아날로그 형식을 생성하는 프로세스 동안이고, 다른 한번은 인증성을 분석되기 전이다. 추가 아날로그-디지털 변환은 일반적으로 RFID 신호의 품질 또는 정보의 추가 손실을 가져올 것이다. 그러므로, 디지털-아날로그 변환으로 인한 변환에 최대로 민감하고, RFID에 의해 내보내질 수 있는 복사본 검출 신호(CDS)를 생성할 수 있다. 이 신호는 VAP가 분석되는 것과 매우 동일한 방식으로 RFID 장치가 인증된 것인지 위조된 것인지 검출하기 위해 RFID 검출기에 의해 분석될 수 있다.

일반적으로 신호가 디지털-아날로그 변환 및 아날로그-디지털 변환을 얼마나 많이 받았는지 판정하기 위한 ADAP의 사용

신호가 A/D 또는 D/A 변환을 받을 때마다, 변환 장치는 "잡음"을 끌어들일 것이다. 일반적으로, 이렇게 도입된 잡음은 특정 "잡음" 패턴을 갖는다. 변환에 의해 도입된 잡음을 측정하기 위한 신호 내에 ADAP를 포함하고, "잡음" 특성을 분석하여, 그 ADAP를 원본 ADAP와 비교함으로써, 표절된 복사본으로서 ADAP를 포함하는 디지털 표현을 처리할 것인지 아날로그 형식을 처리할 것인지 판정할 수 있고, 또한 아마도 표절된 복사본이 만들어진 메카니즘에 대한 어떤 것을 판정할 수도 있다. 더구나, 또한 품질 저하를 측정함으로써 복사본의 생성을 어림할 수 있게 될 수 있다.

디지털 표현의 복사 방지를 위해 "아날로그 홀"을 막기 위한 CDS의 사용

"아날로그 홀(analog hole)"은 아날로그 수단을 사용하여 재생될 예정인 디지털 내용에 대한 복사 방지 방식에서의 근본적인 취약점을 나타낸다. 정보가 아날로그 형식으로 변환될 때, 디지털 권한 관리(DRM) 정보와 같은 모든 디지털 복사 방지 메카니즘은 손실되므로, 결과적인 아날로그 신호에 제한이 없고, 내용이 제한없는 디지털 형식으로 다시 캡처될 수 있다. 보호될 디지털 표현에 CDS를 추가함으로써, (DVD 플레이어 또는 DVD 레코더와 같은) 장치는 CDS의 품질을 자동으로 판독하는 CDS 검출기를 포함하여, 디지털 표현이 원본 디지털 표현인지 비원본 디지털 표현인지 CDS 검출기가 나타내면 동작을 허용하거나 거부할 수 있다. CDS는 다양한 방식으로 여러 곳에 배치될 수 있다. 예를 들어, 그것은 영화의 처음부분에 "저작권 경고" 프레임으로서 눈에 보이게 삽입되거나, 또는 분산 PAP로서 영화의 특정 위치에 정교하게 배치될 수 있다. 이 원리는 또한, 캠코더 기록이 또한 "복사" 프로세스로 간주되기 때문에, 영화관에서 캠코더로 캡처되고 디지털 파일로 변환되어 압축되는 영화 복사본을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 캠코더-표절 영화를 재생하거나 복사하고자 시도하면, CDS 검출기를 포함하는 장치는 재생 또는 복사를 정지할 수 있다. 더구나, 모든 캠코더에 CDS 인서터(inserter)가 구비되면, 그러한 CDS 인서터는 자동으로 소정의 프레임 내에 CDS를 삽입하고, 이와 동시에 그러한 CDS는 기록 동안에 (캠코더 ID와 같은) 캠코더를 유일하게 식별하는 메시지를 보유한다. 그러므로, 캠코더-표절 영화로부터, CDS 검출기는 그것이 복사본이라는 것을 검출할 뿐만 아니라, 표절의 소스를 식별한다.

디지털 매체 상에서 "한번 복사" 규정을 실시하기 위한 인증 패턴의 사용

원본 정보가 컴퓨터 하드 디스크, 디지털 테이프, 컴퓨터 디스크 또는 DVD 디스크와 같은 저장 매체에 디지털 형식으로 기록될 때, (리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드와 같은) 추가 디스크-레벨 에러 정정 코드가 전형적으로 추가되어, 장치의 기록 또는 판독에 의해, 또는 저장 매체 상의 (CD 또는 DVD 상의 스크래치와 같은) 물리적 손상에 의해 잠재적으로 도입될 수 있는 에러를 정정한다. 디스크-레벨 에러 정정으로 인해, 디지털 표현은 상기 에러 정정후 원본 정보와 동일한 저장 매체로부터 판독될 수 있다. 그래서, 원본 정보와 동일한 복사본이 저장 매체로부터 만들어질 수 있다. 그러나, 그러한 디스크-레벨 에러 정정없이, 원본 정보가 저장되는 저장 매체로부터 만들어진 복사본은 기록, 판독 및 매체 자체에 의해 도입된 에러로 인해 "저하"되게 된다. 심지어 디지털-디지털 복사가 원본에 비해 복사본을 저하시키기 때문에, CDS는 사용자가 하나의 디지털 복사를 할 수 있게 하는 "한번 복사" 규정을 실시하기 위해 사용될 수 있다. CDS는 그 내용을 인식할 수 없게 하는 키를 사용하여 의사-랜덤 방식으로 생성될 수 있다. CDS가 복사 프로세스에 의해 확실하게 저하될 수 있게 하기 위해, CDS는 어떤 에러 정정 방식도 포함하지 않는다. 예를 들어, CDS는 컴팩트 디스크 또는 DVD의 "사용자 데이터" 구간에 삽입되거나, (MPEG-2 또는 H.264와 같은) 비디오 또는 오디오 압축 포맷의 "사용자 데이터" 포맷에 삽입/분포되거나, 또는 (영화의 처음 부분에서의 비디오 프레임과 같은) 원본 정보의 일부로서 삽입/분포될 수 있다. CDS는 원본 디지털 표현의 복사본이 만들어질 때 저하되는 방식으로 재생될 것이다. 복사본의 복사본의 만들어지면, CDS는 두배로 저하되어, 품질이 더 낮아질 것이다. 이러한 CDS 품질이 주어지면, CDS의 품질을 자동으로 판독해서, 디지털 표현이 비원본 디지털 표현이 아니라 원본 디지털 표현이라는 것을 CDS가 나타내는 경우에만 사용자가 복사를 할 수 있게 하는 장치가 구성될 수 있다. 그러한 복사본 검출 신호를 위한 한 사용 영역은 복사될 원본 디지털 표현인 DVD만 허용한 복사 장치 상의 복사 검출기 내에 있을 수 있다.

발명의 효과

결론

상기 상세한 설명은 일반적으로 디지털 표현이 원본인지 복사본인지 판정하기 위해 복사본 검출 신호를 사용하고, 대상물의 아날로그 형식이 원본 아날로그 형식인지 비원본 아날로그 형식인지 판정하는 발명가들의 기술, VAP의 위치를 찾아서 VAP를 분석하는 그들의 개선된 기술, 및 VAP 내에 메시지를 포함하는 그들의 새로운 기술을 관련 기술분야에 숙련된 기술자들에게 개시했으며, 또한 이 기술을 실시하기 위해 발명가들에게 현재 알려져 있는 최상의 모드를 관련 기술분야에 숙련된 기술자들에게 개시했다. 여기에 개시된 것과는 다른 출원인의 기술의 많은 실시예가 가능하다는 것을 관련 기술분야에 숙련된 기술자들에게 즉시 명백할 것이다. 복사본 검출 패턴의 기본 기술은 임의의 디지털 매체와 함께 사용될 수 있고, 패턴 요소, 크기, 형상, 위치, 및 복사본 검출 패턴의 패턴은 이 기술이 복사본 검출 신호를 분석하기 위해 사용될 수 있는 바와 같이, 복사본 검출 패턴과 함께 사용되는 매체의 특성 및 복사본 검출 패턴의 목적에 의해 판정될 것이다. VAP 또는 CDS가 추가 정보를 보유하는 방법, 그 정보가 무엇인지, 및 그것이 분석 프로세스에서 사용되는 방법은 또한 CDS가 적용되는 매체의 특성 및 애플리케이션의 목적에 의해 판정될 것이다. 일반적으로, CDS는 복사 프로세스로 인한 변화가 검출될 어떤 상황에서 사용될 수 있다.

상술된 모든 이유로, 상세한 설명은 모두 예시적인 것으로 간주되어야지 제한적인 것으로 간주되어서는 안되고, 여기에 개시된 본 발명의 범위는 상세한 설명으로부터 결정되는 것이 아니라, 특허법에 의해 허용된 전체 범위로 해석되는 청구범위로부터 결정될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 시각적 인증 패턴(VAP)이 생성되어 문서 내로 삽입되는 방법의 개략도.

도 2는 VAP가 문서로부터 기록되는 방법을 도시한 도면.

도 3은 VAP가 인증에 사용될 수 있는 방법을 개략적으로 도시한 플로우차트.

도 4는 원본 및 비원본 아날로그 형식의 프린팅 및 인증의 개략도.

도 5는 워터마크(watermark) 검출 및 변경 검출을 위한 GUI를 도시한 도면.

도 6은 VAP의 원본 디지털 표현 및 원본 문서로부터 기록된 VAP에 있어서의 주파수 대역 내의 에너지 사이의 상관관계를 도시한 그래프.

도 7은 VAP의 원본 디지털 표현 및 원본 문서로부터 기록된 VAP들에 있어서의 주파수 대역 내의 에너지 사이의 상관관계를 도시한 그래프.

도 8은 메시지 기반의 키가 이미지 내에 무내용 워터마크를 매립하기 위해 사용될 수 있는 방법을 도시한 도면.

도 9는 VAP가 바 코드 내로 또는 로고(logo) 내로 삽입될 수 있고; 함수가 대체로 고정되며, 복원후 각 테스트 CDP 상에 적용되는 방법을 도시한 도면.

도 10은 예시적인 히스토그램 변환 함수를 도시한 도면.

도 11은 스캔된 복원 CDP 상에 미치는 히스토그램 변환의 영향을 도시한 도면.

도 12는 서로다른 키로 생성된 몇몇 CDP를 도시한 도면.

도 13은 평균 분포를 갖는 어떤 한 분포를 갖는 템플릿(template) 히스토그램을 도시한 도면.

도 14는 분산된 CDP로의 검사를 도시한 도면.

도 15는 CDP의 보정 이미지를 도시한 도면.

도 16은 문서 또는 문서 내의 대상(object) 전체에 걸쳐 분포된 CDP를 도시한 도면.

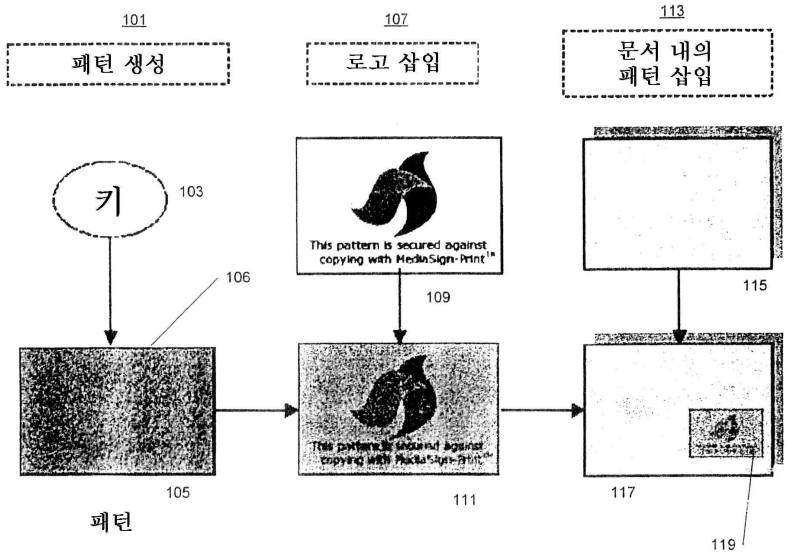
도 17은 메시지가 삽입된 픽셀 세트의 변환을 도시한 도면.

도 18은 VAP가 시각적 암호화를 위해 사용될 수 있는 방법을 도시한 도면.

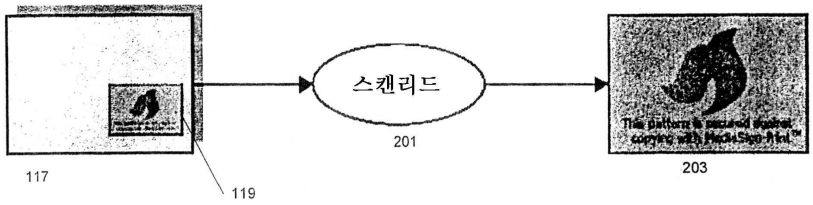
도면에서의 참조 번호는 3개 이상의 숫자를 갖는데; 2개의 우측 자리 숫자는 나머지 자리 숫자에 의해 표시된 도면 내의 참조 번호이다. 그러므로, 참조 번호(203)을 갖는 아이템은 도 2에 아이템(203)으로 나타난다.

도면

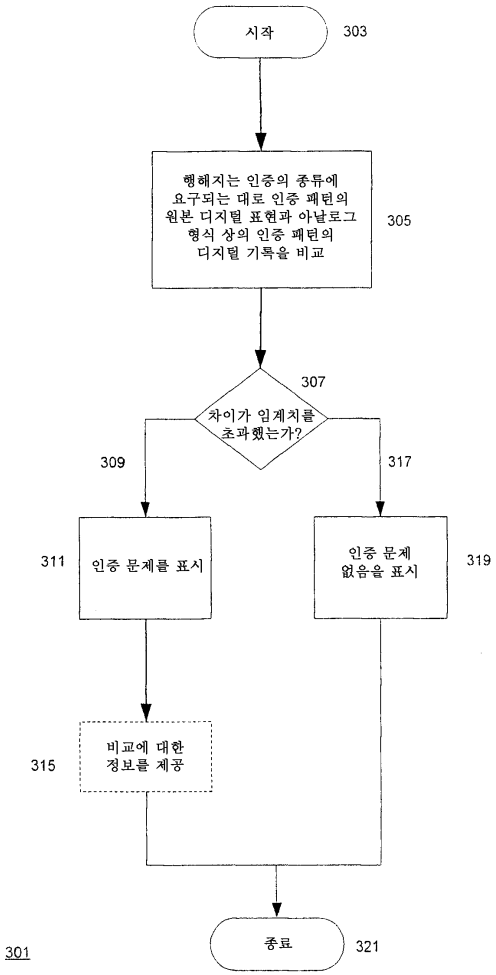
도면1



도면2

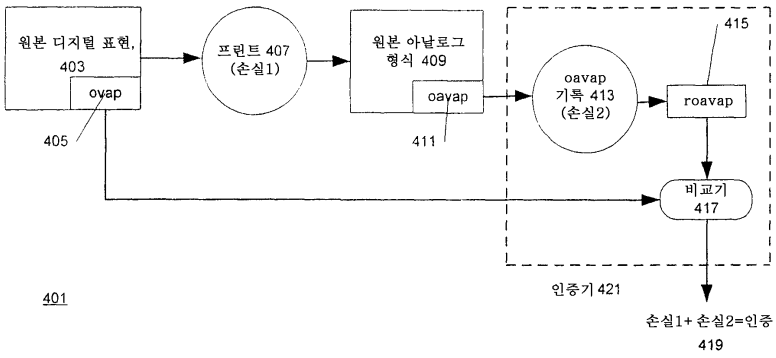


도면3

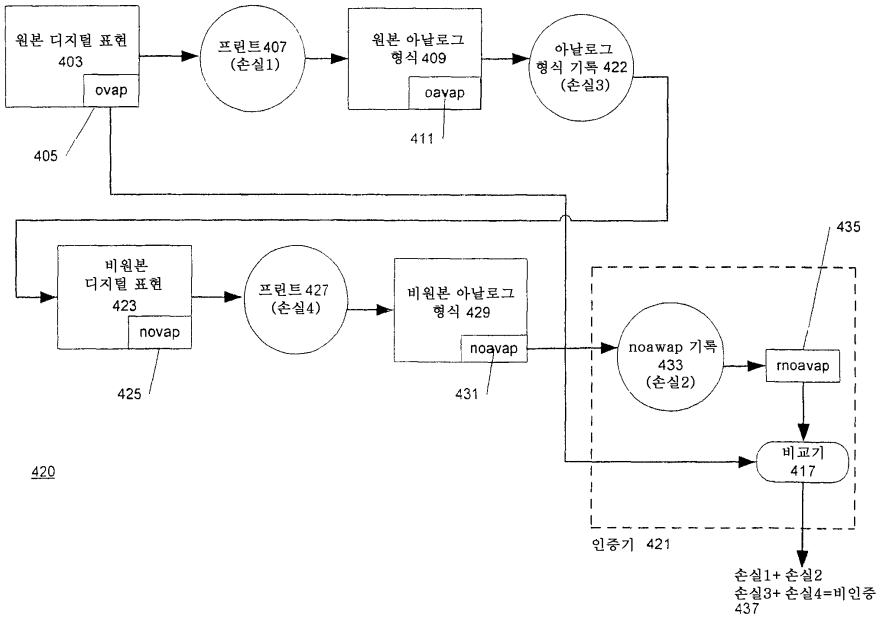

시작
303
행해지는 인증의 종류에
요구되는 대로 인증 패턴의
원본 디지털 표현과 아날로그
형식 상의 인증 패턴의
디지털 기록을 비교
305
307
차이가 임계치를
초과했는가?
309
317
311
인증 문제를 표시
인증 문제
없음을 표시
319
315
비교에 대한
정보를 제공
종료
321
301

도면4

시나리오 1: 원본 아날로그
형식의 프린팅 및 인증



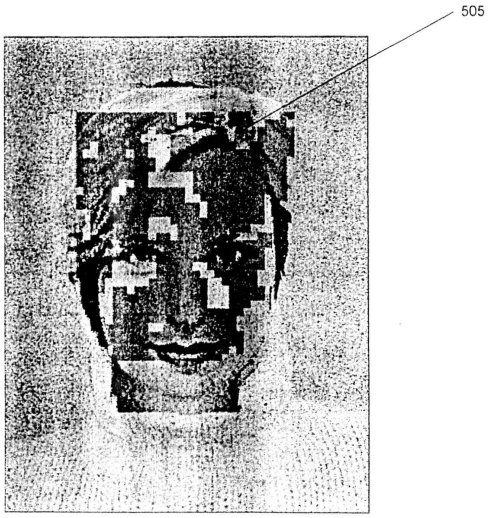
시나리오 2: 비원본 아날로그
형식의 프린팅 및 인증



도면5

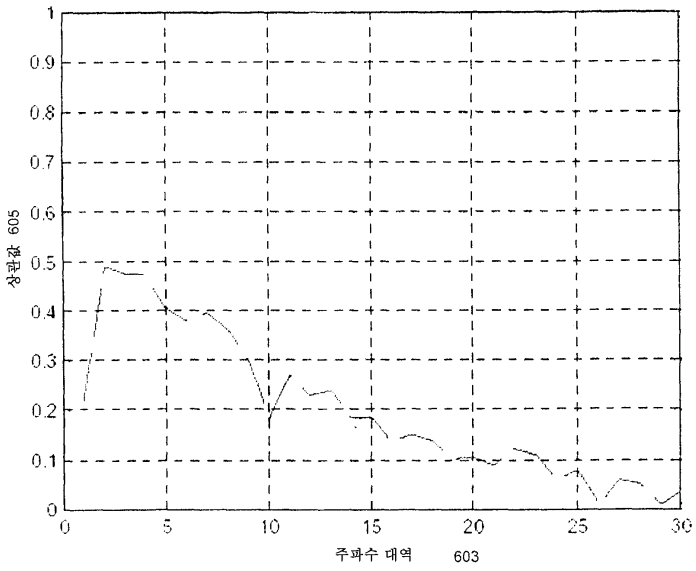
501

502

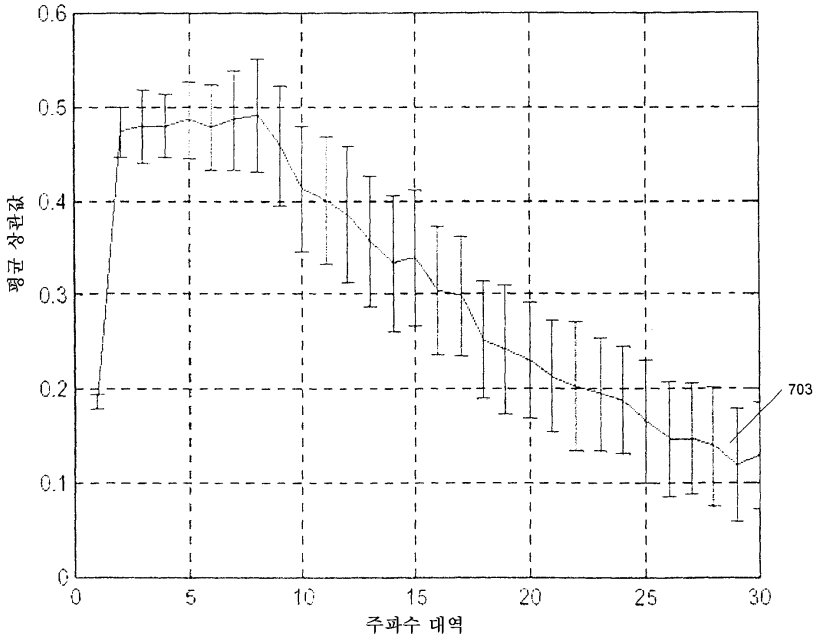


503

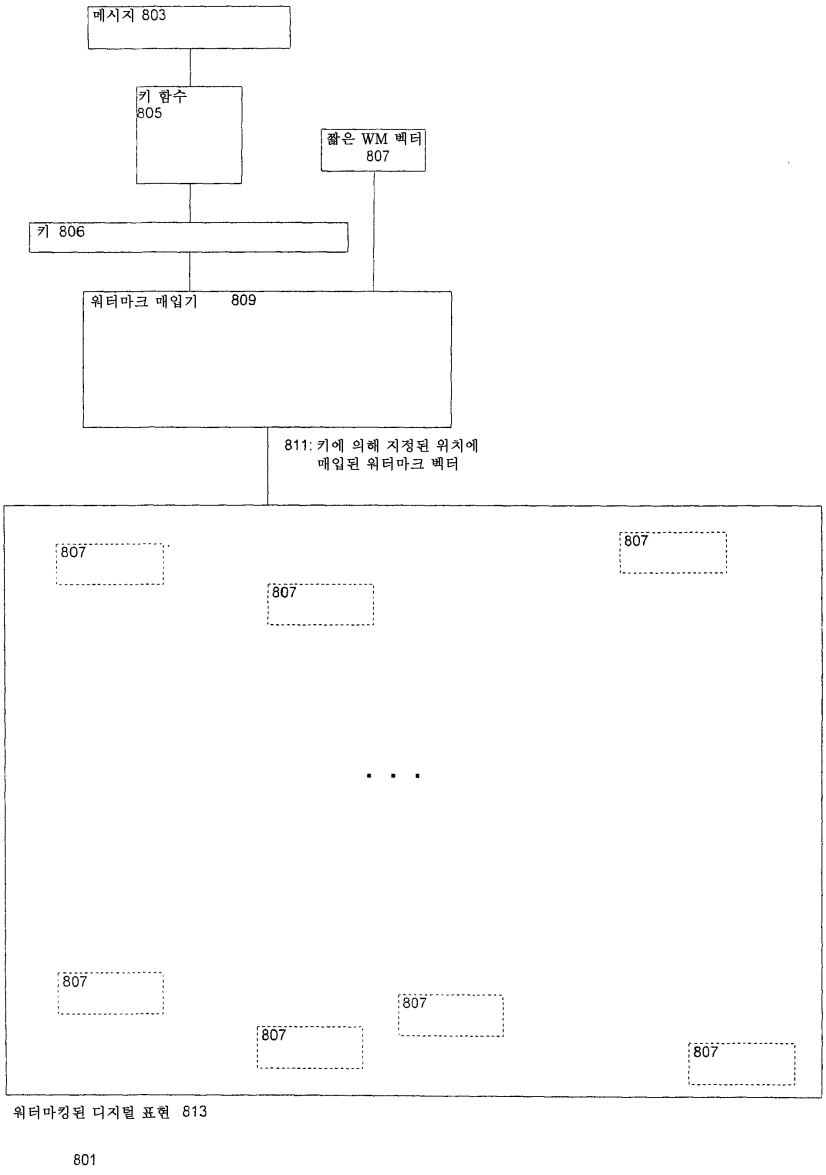
도면6



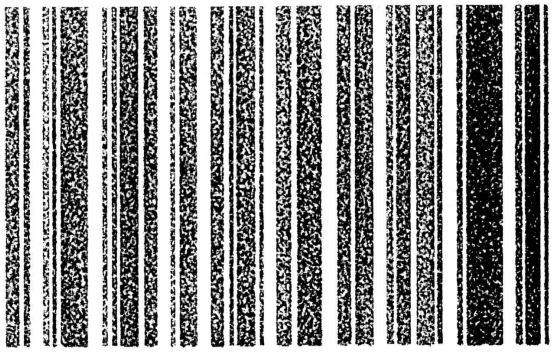
도면7



도면8


메시지 803
키 함수
805
짧은 WM 벡터
807
키 806
워터마크 매입기 809
811: 키에 의해 지정된 위치에
매입된 워터마크 벡터
807
807
807
807
807
807
807
워터마킹된 디지털 표현 813
801

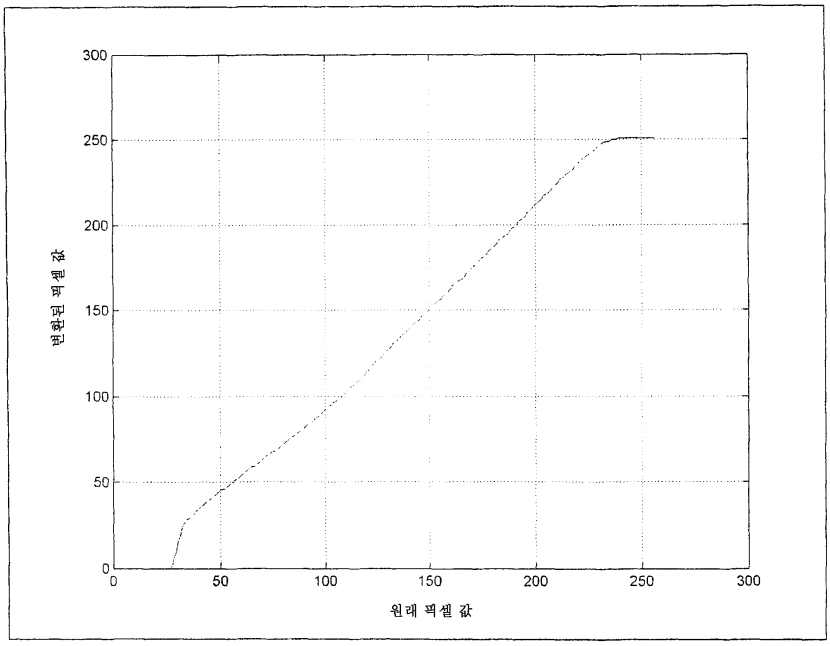
도면9



901

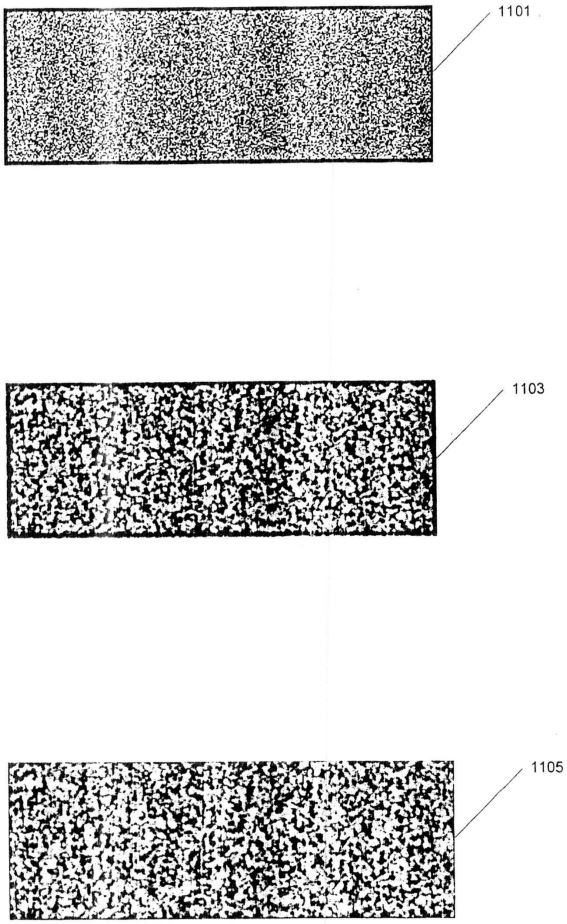
903

도면10

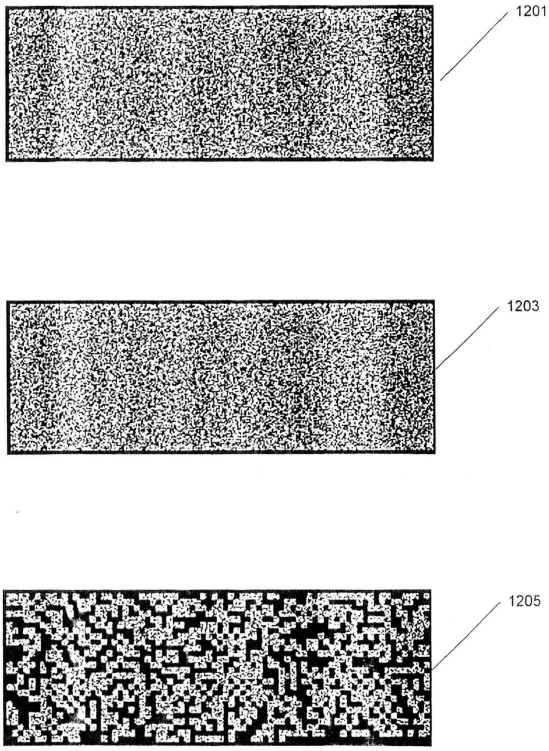


1001

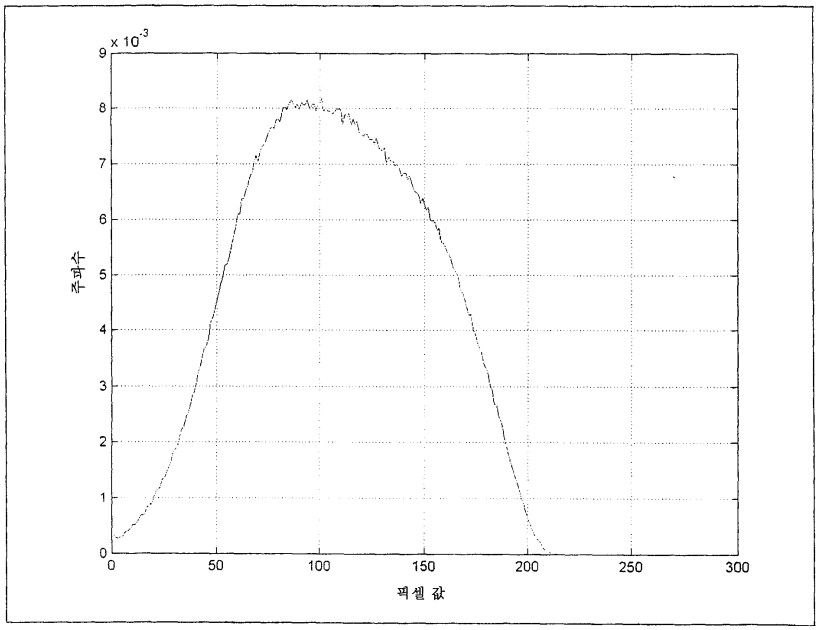
도면11



도면12

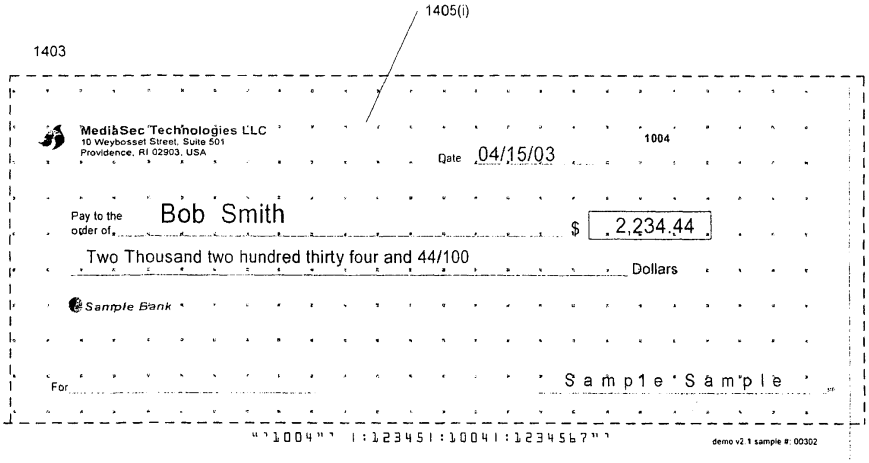


도면13



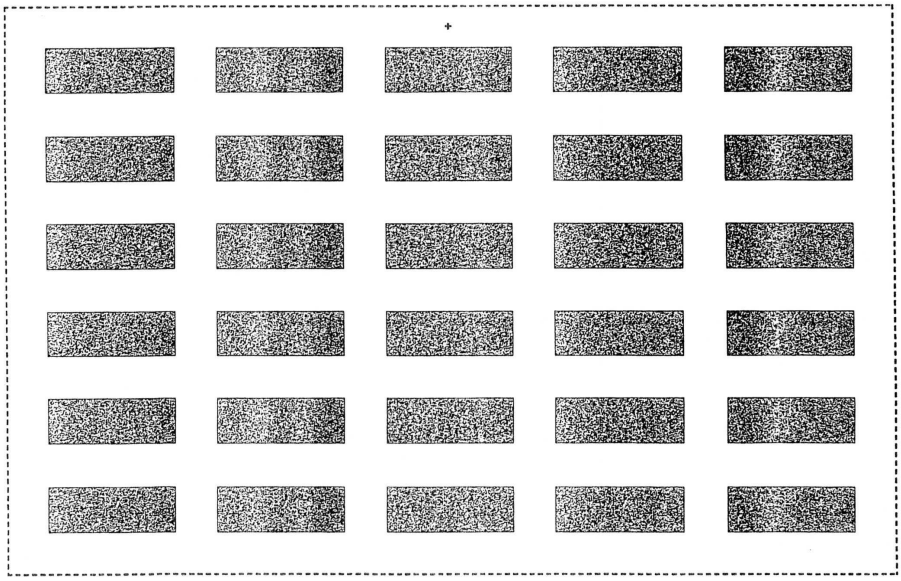
1301

도면14



1401

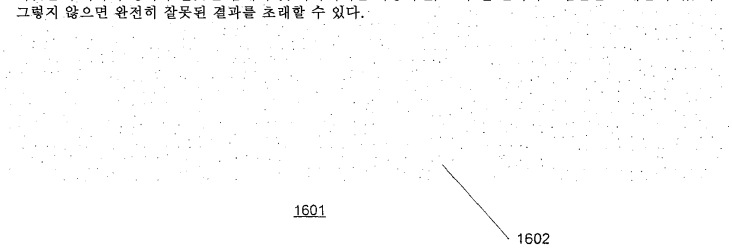
도면15



1501

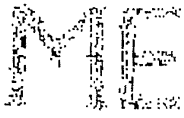
도면16

명백하게, 다수의 CDP 이미지는 동일한 프린팅 파라미터를 갖고, 애플리케이션에서 사용될 프린터 상에 프린트되어야 하고, 또한 동일한 프린팅 파라미터를 갖고, 애플리케이션의 스캐너로 스캔되어야 한다. 이것을 주시하지 않거나 잘못된 입계치 및 파라미터를 사용하면, 보다 덜 신뢰되는 검출을 초래할 수 있고, 그렇지 않으면 완전히 잘못된 결과를 초래할 수 있다.



1601

1602



1603

도면17

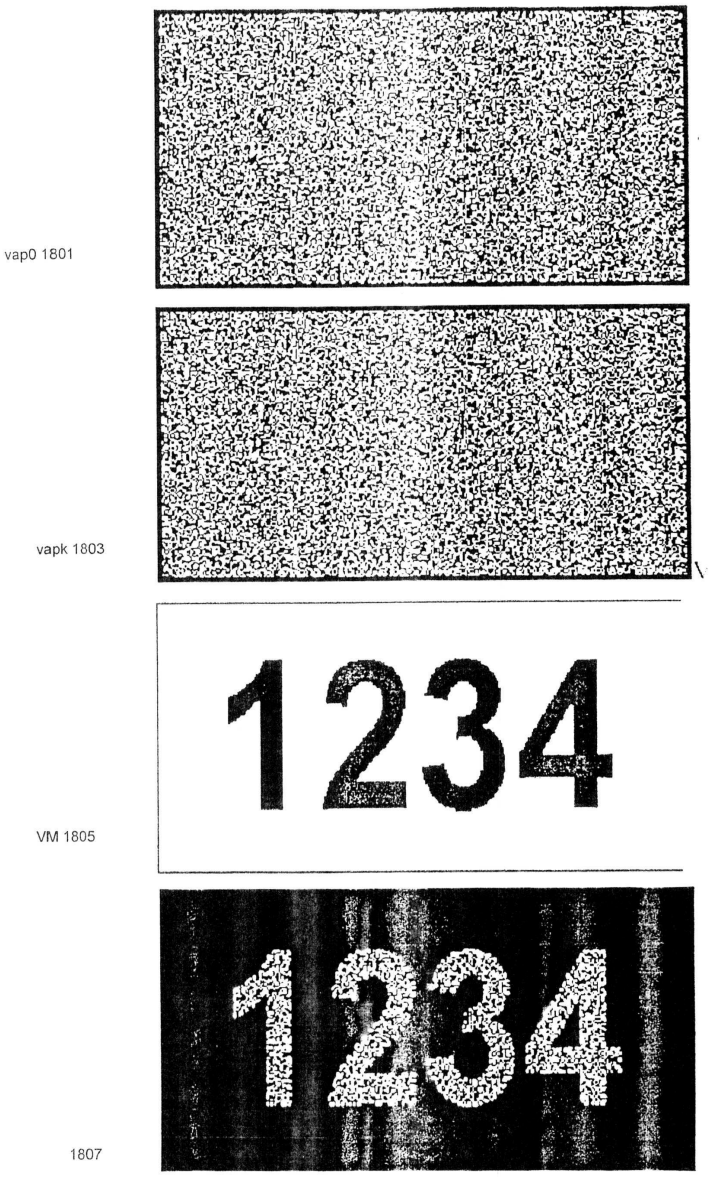
1701

243	228	210	236
59	195	114	189
155	117	158	45
124	5	203	104

1702

12	27	45	19
196	60	141	66
100	138	97	210
131	250	52	151

1703

44	36	24	10
198	20	167	83
97	159	135	198
106	299	10	172

도면18