



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월22일  
 (11) 등록번호 10-1811361  
 (24) 등록일자 2017년12월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G07D 7/20* (2016.01) *G06F 17/14* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-7003188  
 (22) 출원일자(국제) 2010년08월11일  
 심사청구일자 2015년07월09일  
 (85) 번역문제출일자 2012년02월06일  
 (65) 공개번호 10-2012-0040235  
 (43) 공개일자 2012년04월26일  
 (86) 국제출원번호 PCT/IB2010/053638  
 (87) 국제공개번호 WO 2011/018764  
 국제공개일자 2011년02월17일  
 (30) 우선권주장  
 09167609.8 2009년08월11일  
 유럽특허청(EPO)(EP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 WO2008146262 A2\*  
 WO2004056120 A1\*  
 KR100751855 B1  
 US20040264732 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 21 항

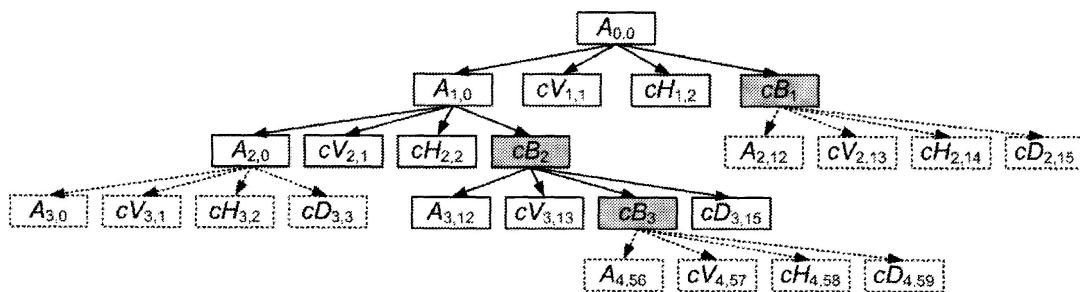
심사관 : 김재호

- (54) 발명의 명칭 보안 문서, 특히 지폐의 인증

**(57) 요 약**

보안 문서, 특히 지폐의 진정성을 검사하기 위한 방법이 설명되고, 진정한 보안 문서는 상기 보안 문서상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 보안 특징(41-49; 30; 10; 51, 52)을 포함하며, 상기 보안 특징은 상기 보안 문서를 제조하기 위해 사용된 프로세스에 고유한 특유한 시각 특징을 포함한다. 상기 방법은 인증 대상인 후보 문서의 표면의 적어도 하나의 관심 영역(R.o.I)의 샘플 영상을 디지털 방식으로 처리하는 단계를 포함하고, 상기 관심 영역은 상기 보안 특징의 적어도 일부분을 둘러싸며, 상기 디지털 방식으로 처리하는 단계는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 변환(WT)에 의해 상기 샘플 영상의 분해를 수행하는 것을 포함한다. 상기 샘플 영상의 상기 분해는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 패킷 변환(WPT)에 기반하며, 바람직하게는 소위 2 차원 시프트 불변 웨이블릿 패킷 변환(2D-SIWPT)에 기반한다.

**대 표 도**



(72) 발명자

샤에 데 요하네스 게오르그

독일 97074 뷔르츠부르크, 막스-하임-슈트라세 8

로흐베크 볼커

독일 32657 렘고, 리비히슈트라세 87, 오스트베스  
트팔렌-리페 유니버시티 오브 어플라이드  
사이언스, 씨/오 인아이티 - 인스티튜트 오브 인더  
스트리얼, 인포메이션 테크놀로지스

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

진정한 보안 문서는 상기 보안 문서 상에 인쇄되거나, 도포된 보안 특징(41-49; 30; 10; 51, 52)을 포함하고, 상기 보안 특징은 상기 보안 문서를 제조하기 위해 사용된 프로세스에 고유한 특유한 시각 특징을 포함하고, 방법은 인증 대상인 후보 문서의 표면의 적어도 하나의 관심 영역(region of interest, R.o.I)의 샘플 영상을 디지털 방식으로 처리하는 단계를 포함하고, 상기 관심 영역은 상기 보안 특징의 적어도 일부분을 둘러싸며, 상기 디지털 방식으로 처리하는 단계는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 변환(wavelet transform, WT)에 의해 상기 샘플 영상의 분해를 수행하고, 상기 샘플 영상의 상기 분해로부터 분류 특징( $\sigma^2$ , C, ...)을 추출하는 단계 및 상기 추출된 분류 특징( $\sigma^2$ , C, ...)에 기반하여 상기 후보 문서의 진정성 등급을 유도하는 단계를 포함하는 보안 문서의 진정성을 검사하기 위한 방법에 있어서,

상기 샘플 영상의 상기 분해는 상기 샘플 영상의 불완전 웨이블릿 패킷 변환(wavelet packet transform, WPT)에 기반하고, 상기 샘플 영상을 적어도 하나의 근사 노드( $A_{i,j}$ ) 및 상세 노드( $cV_{i,j}$ ,  $cH_{i,j}$ ,  $cD_{i,j}$ )를 포함하는 웨이블릿 패킷 트리로 분해하는 것, 및 상기 웨이블릿 패킷 트리 내에서 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 상세 노드를 찾는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 웨이블릿 패킷 변환(WPT)은 2 차원 시프트 불변 웨이블릿 패킷 변환(two-dimensional shift-invariant wavelet packet transform, 2D-SIWPT)인, 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 노드는 최상 브랜치 알고리즘(best branch algorithm, BBA)에 기반하여 결정되는, 방법.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 최상 브랜치 알고리즘(BBA)은,

상기 샘플 영상을 적어도 하나의 제 1 분해 레벨( $i=1$ )로 분해하는 것,

상기 제 1 분해 레벨의 상기 상세 노드( $cV_{1,1}$ ,  $cH_{1,2}$ ,  $cD_{1,3}$ ) 중에서 상기 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 상세 노드 또는 최상 노드( $cB_1$ )를 결정하는 것, 및

상기 제 1 분해 레벨의 상기 근사 노드( $A_{1,0}$ ) 및 상기 최상 노드( $cB_1$ )를 적어도 하나의 제 2 분해 레벨( $i=2$ )로 추가 분해하는 것을 수반하는, 방법.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 노드는 주어진 분해 레벨( $i$ )의 노드 중에서 최고 분산( $\sigma^2$ )을 나타내는 상기 노드로 결정되는, 방법.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 동일한 후보 문서의 몇 개의 관심 영역에 상응하는 복수의 샘플 영상을 디지털 방식으로 처리하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 분류 특징( $\sigma^2$ , C, ...)은 상기 샘플 영상의 상기 분해로부터 야기되는 웨이블릿 계수의 통계 분포의 산술 평균, 분산( $\sigma^2$ ), 왜도, 초과량(C), 및 엔트로피를 포함하는 그룹으로부터 선택된 통계 매개변수인, 방법.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 보안 문서는 지폐인, 방법.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따라 인증 대상인 후보 문서(1)의 상기 표면의 적어도 하나의 관심 영역(R.o.I)의 샘플 영상의 영상 데이터를 처리하기 위한 디지털 신호 처리 유닛(200)으로, 상기 디지털 신호 처리 유닛(200)은 상기 샘플 영상의 상기 디지털 처리를 수행하기 위해 프로그래밍된, 디지털 신호 처리 유닛.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서, 필드-프로그램 가능한-게이트-어레이(Field-Programmable -Gate-Array(FPGA)) 유닛으로서 구현된, 디지털 신호 처리 유닛.

#### 청구항 11

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따라 보안 문서의 진정성을 검사하기 위한 장치로서, 상기 관심 영역(R.o.I)의 상기 샘플 영상을 획득하기 위한 광학 시스템(100), 및 상기 샘플 영상의 상기 디지털 처리를 수행하기 위해 프로그래밍된 디지털 신호 처리 유닛(200)을 포함하는, 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 디지털 신호 처리 유닛(200)은 필드-프로그램 가능한-게이트-어레이(Field-Programmable-Gate-Array(FPGA)) 유닛으로서 구현된, 장치.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서, 집적된 영상 획득 성능을 갖는 휴대용 전자 장치로서 구현된, 장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 집적된 영상 획득 성능을 갖는 휴대용 전자 장치는 스마트폰인, 장치.

#### 청구항 15

보안 특징(41-49; 30; 10; 51, 52)은 보안 문서를 제조하기 위해 사용된 프로세스에 고유한 시각 특징을 포함하고, 방법은 후보 문서의 표면의 적어도 하나의 관심 영역(region of interest, R.o.I)의 샘플 영상을 디지털 방식으로 처리하는 단계를 포함하고, 상기 관심 영역(R.o.I)은 상기 보안 특징(41-49; 30; 10; 51, 52)의 적어도 일부분을 포함하도록 선택되며, 상기 디지털 방식으로 처리하는 단계는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 변환(wavelet transform, WT)에 의해 상기 샘플 영상의 분해를 수행하고 상기 샘플 영상의 상기 분해로부터 분류 특징( $\sigma^2$ , C, ...)을 추출하는 단계를 포함하는 보안 문서 상에 인쇄되거나, 도포된 보안 특징(41-49; 30; 10; 51, 52)을 검출하기 위한 방법에 있어서,

상기 샘플 영상의 상기 분해는 상기 샘플 영상의 불완전 웨이블릿 패킷 변환(wavelet packet transform, WPT)에 기반하고, 상기 샘플 영상을 적어도 하나의 근사 노드( $A_{i,j}$ ) 및 상세 노드( $cV_{i,j}$ ,  $cH_{i,j}$ ,  $cD_{i,j}$ )를 포함하는 웨이블릿 패킷 트리로 분해하는 것, 및 상기 웨이블릿 패킷 트리 내에서 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 상세 노드를 찾는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 웨이블릿 패킷 변환(wavelet packet transform, WPT)은 2 차원 시프트 불변 웨이블릿

패킷 변환(two-dimensional shift-invariant wavelet packet transform, 2D-SIWPT)인, 방법.

### 청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 노드는 최상 브랜치 알고리즘(best branch algorithm, BBA)에 기반하여 결정되는, 방법.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 최상 브랜치 알고리즘(BBA)은,

상기 샘플 영상을 적어도 하나의 제 1 분해 레벨( $i=1$ )로 분해하는 것,

상기 제 1 분해 레벨의 상기 상세 노드( $cV_{1,1}$ ,  $cH_{1,2}$ ,  $cD_{1,3}$ ) 중에서의 상기 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 상세 노드 또는 최상 노드( $cB_1$ )를 결정하는 것, 및

상기 제 1 분해 레벨의 상기 근사 노드( $A_{1,0}$ ) 및 상기 최상 노드( $cB_1$ )를 적어도 하나의 제 2 분해 레벨( $i=2$ )로 추가 분해하는 것을 수반하는, 방법.

### 청구항 19

제 15 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 노드는 주어진 분해 레벨( $i$ )의 노드 중에서 최고 분산( $\sigma^2$ )을 나타내는 상기 노드로 결정되는, 방법.

### 청구항 20

제 15 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서, 음각 인쇄 패턴(41-49)을 검출하기 위한, 방법.

### 청구항 21

제 15 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 보안 문서는 지폐인, 방법.

### 청구항 22

삭제

### 청구항 23

삭제

### 청구항 24

삭제

### 청구항 25

삭제

### 청구항 26

삭제

### 청구항 27

삭제

### 청구항 28

삭제

### 청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 보안 문서, 특히 지폐의 인증에 관한 것이다. 보다 정확하게, 본 발명은 본 출원인의 이름으로 "보안 문서, 특히 지폐의 인증(AUTHENTICATION OF SECURITY DOCUMENTS, IN PARTICULAR OF BANKNOTES)"이라는 발명의 명칭을 가진 2008년 6월 2일자의 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호(2007년 6월 1일의 유럽 특허 출원 제07109470.0호 및 2007년 6월 20일자의 유럽 특허 출원 제07110633.0호의 우선권을 주장하는)에 개시된 발명의 추가적인 개선에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002]

본 명세서에서는 전술된 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호에서 이루어진 종래 기술의 논의 및 그 출원의 전체 개시 사항이 참조된다. 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호에서 논의된 모든 일반적인 원리는 본 발명에 동일하게 적용된다. 따라서, 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호의 내용은 전체적으로 참조를 위해 본 명세서에 통합된다.

[0003]

본 발명은 특히 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호에 개시된 발명을 추가로 개선하기 위한 관점으로 안출되었다.

#### 발명의 내용

## 해결하려는 과제

- [0004] 본 발명의 일반적인 목적은 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호에 개시된 방법, 사용 및 장치를 추가로 개선하는 것이다.
- [0005] 보다 정확하게, 본 발명의 목적은 보다 강건하며 보안 문서상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 특징을 효율적으로 구별할 수 있는 보안 문서, 특히 지폐의 진정성을 검사하기 위한 개선된 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 특히, 본 발명은 음각 인쇄된 텍스트와 중품질 또는 고품질의 상업적 오프셋 인쇄된 텍스트의 판별을 개선하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 본 발명의 또 다른 목적은 휴대용 장치 내에 편리하고 효율적으로 구현될 수 있는 이러한 방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 이를 목적 및 다른 목적은 첨부된 특허청구범위 내에 정의된 해결책에 의해 달성된다.

## 과제의 해결 수단

- [0009] 그에 따라, 보안 문서, 특히 지폐의 진정성을 검사하기 위한 방법이 제공되며, 진정한 보안 문서는 상기 보안 문서상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 보안 특징을 포함하고, 상기 보안 특징은 상기 보안 문서를 제조하기 위해 사용된 프로세스에 고유한 특유한 시각 특징을 포함하며, 상기 방법은 인증 대상인 후보 문서의 표면의 적어도 하나의 관심 영역(R.o.I)의 샘플 영상을 디지털 방식으로 처리하는 단계를 포함하고, 상기 관심 영역은 상기 보안 특징의 적어도 일부분을 둘러싸며, 상기 디지털 방식으로 처리하는 단계는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 변환(wavelet transform, WT)에 의해 상기 샘플 영상의 분해를 수행하는 것을 포함한다. 본 발명에 따라, 상기 샘플 영상의 상기 분해는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 패킷 변환(wavelet packet transform, WPT)에 기반한다.
- [0010] 본 발명의 유리한 실시예에 따라, 상기 웨이블릿 패킷 변환(WPT)은 2 차원 시프트 불변 웨이블릿 패킷 변환(two-dimensional shift-invariant wavelet packet transform, 2D-SIWPT)이고, 바람직하게는 불완전 웨이블릿 패킷 변환에 기반한다.
- [0011] 이러한 후자의 경우에, 상기 샘플 영상의 상기 분해는 상기 샘플 영상을 적어도 하나의 근사 노드 및 상세 노드를 포함하는 웨이블릿 패킷 트리로 분해하는 것, 및 상기 웨이블릿 패킷 트리 내에서 최고 정보 콘텐츠를 갖는 상기 상세 노드를 찾는 것을 포함할 수 있다. 이러한 결정은 유리하게는 소위 최상 브랜치 알고리즘(best branch algorithm, BBA)에 기반한다.
- [0012] 제 14 항에 따른 보안 문서를 제조하기 위한 방법은 물론, 제 16 항에 따른 디지털 신호 처리 유닛 및 제 18 항에 따른 보안 문서의 진정성을 검사하기 위한 장치가 또한 제공된다. 이러한 장치는 유리하게는 스마트폰과 같은 집적된 영상 획득 성능을 갖는 휴대용 전자 장치로서 구현될 수 있다.
- [0013] 보안 문서의, 특히 지폐의 인증을 하기 위한 웨이블릿 패킷 변환(wavelet packet transform, WPT)의 사용이 또한 청구된다.
- [0014] 보안 문서, 특히 지폐 상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 보안 특징을 검출하기 위한 방법이 또한 제공되며, 상기 보안 특징은 상기 보안 문서를 제조하기 위해 사용된 프로세스에 고유한 특유한 시각 특징을 포함하며, 상기 방법은 후보 문서의 표면의 적어도 하나의 관심 영역(R.o.I)의 샘플 영상을 디지털 방식으로 처리하는 단계를 포함하고, 상기 관심 영역(R.o.I)은 상기 보안 특징의 적어도 일부분을 포함하도록 선택되며, 상기 디지털 방식으로 처리하는 단계는 상기 샘플 영상의 웨이블릿 변환(wavelet transform, WT)에 의해 상기 샘플 영상의 분해를 수행하는 것을 포함한다. 상기 샘플 영상의 상기 분해는 유사하게 상기 샘플 영상의 웨이블릿 패킷 변환(wavelet packet transform, WPT)에 기반한다.
- [0015] 전술한 해결책의 유리한 실시예는 종속항의 기술적 사상을 형성한다.

## 도면의 간단한 설명

- [0016] 본 발명의 다른 특징 및 장점은 단지 비제한적인 예에 의해 제시되고 첨부된 도면에 의해 도시된 본 발명의 실시예의 이하의 상세한 설명을 판독함으로써 더욱 명확해질 것이다.
- 도 1a는 예시적인 지폐 견본의 그레이스케일 스캔이다.

도 1b는 도 1a의 지폐 견본의 우측 상단 모서리의 일부분에 대한 그레이스케일 사진이다.

도 2a 및 도 2b는 도 1a의 지폐 견본의 확대도이며, 도 2b는 도 2a의 백색 정사각형에 의해 표시된 영역에 상응한다.

도 3a 및 도 3b는 도 1a의 지폐 견본의 제 1 컬러 사본의 확대도이며, 도 3b는 도 3a의 백색 정사각형에 의해 표시된 영역에 상응한다.

도 4a 및 도 4b는 도 1a의 지폐 견본의 제 2 컬러 사본의 확대도이며, 도 4b는 도 4a의 백색 정사각형에 의해 표시된 영역에 상응한다.

도 5는 3 개의 트리 레벨(2 개의 분해 레벨)을 갖는 2차원 트리 구조 웨이블릿 패킷 변환(Wavelet Packet Transform, WPT)의 개략도이다.

도 6은 필터 맹크로서 구현된 1차원 시프트 불변 웨이블릿 패킷 변환(shift-invariant wavelet packet transform, SIWPT)의 개략도이다.

도 7은 본 발명에 따른 1 레벨 2D-SIWPT 후에 음각 인쇄된 텍스처(좌측) 및 상업적 인쇄된 텍스처(우측)의 웨이블릿 계수의 정규화된 히스토그램을 도시한다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 최상 브랜치 알고리즘(Best Branch Algorithm, BBA)에 따라 분해된 불완전 웨이블릿 패킷 트리를 도시한다.

도 9는 한 세트의 실험 샘플을 구성하기 위한 기반으로서 사용되며 음각 인쇄에 특유한 6 개의 상이한 인쇄된 텍스처를 도시한다.

도 10은 음각 인쇄에 의해 그리고 중품질 및 고품질의 상업적 오프셋 인쇄에 의해 인쇄된 도 9의 텍스처의 인터-클래스 간격 및 인트라-클래스 간격을 도시하는 다이어그램이다.

도 11은 본 발명에 따라 샘플 영상의 분해로부터 야기되는 웨이블릿 계수의 통계 분포의 분산( $\sigma^2$ ) 및 초과량(C)에 기반하여 처리한 후에 샘플의 분류를 도시하는 2차원 특징 공간이다.

도 12는 본 발명의 방법에 따라 보안 문서의 진정성을 검사하기 위한 장치의 개략적인 다이어그램이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017]

본 발명의 배경은 단지 보안 프린터에 이용 가능한 특정 제조 프로세스를 사용하여 보안 문서상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 보안 특징, 특히 음각 인쇄된 특징이 관련된 특정 제조 프로세스에 대한 지식을 갖는 자격이 있는 사람에 의해 인식 가능한 매우 특유한 시각 특징(이하, "고유한 특징(intrinsic feature)"으로 지칭됨)을 나타낸다는 관찰로부터 유래한다.

[0018]

이하의 논의는 음각 인쇄에 의해 제조된 고유한 특징의 분석에 집중할 것이다. 그러나, 동일한 접근방법이 지폐의 다른 고유한 특징, 특히 라인 오프셋 인쇄된 특징, 활판 인쇄된 특징(letterpress-printed feature) 및/또는 광 회절성 구조에 적용 가능하다는 것이 이해될 것이다. 본 출원인에 의해 수행되었던 테스트의 결과는 음각 인쇄된 특징이 본 발명에 따른 인증의 목적에 아주 잘 어울리며 더군다나 최상의 결과를 제공한다는 것을 보여준다. 이는 특히 음각 인쇄가 매우 미세하고 고 해상도이며 선명하게 정의된 패턴의 인쇄를 가능하게 한다는 사실에 기인한다. 그러므로, 음각 인쇄는 본 발명의 상황에서 이용되는 고유한 특징을 제조하기 위한 바람직한 프로세스이다.

[0019]

도 1a는 본 출원인에 의해 2004년도 중에 제조되었던 줄 베른(Jules Verne)의 초상화를 도시하는 예시적인 지폐 견본(1)의 그레이스케일 스캔이다. 이러한 지폐 견본(1)은 특히 지폐의 다색 배경(10)을 인쇄하기 위한 라인 오프셋 인쇄(line offset printing), 평면 천체도(planisphere, 20) 및 육분의(sextant, 21)의 문양을 포함하는 광학적으로 가변적인 잉크 패턴(optically-variable ink patterns)을 인쇄하기 위한 실크스크린 인쇄(silk-screen printing), 지폐의 높이에 따라 수직으로 연장되는 광 회절성 구조(optically-diffractive structure)를 수반하는 재료 띠(strip of material, 30)(이러한 띠(30)는 도 1a 내에 2 개의 점선에 의해 개략적으로 범위 설정된다)를 포함하는 광학적으로 가변적인 장치를 도포하기 위한 포일 스텬핑 기법(foil stamping technique), 줄 베른의 초상화(41)를 포함하는 몇 개의 음각 패턴(41 내지 49)을 인쇄하기 위한 음각 인쇄(intaglio printing), 2 개의 일련 번호(51, 52)를 인쇄하기 위한 활판 인쇄(letterpress printing), 및 보호 니스층으로 지폐를 니스칠하기 위한 니스칠하기(varnishing)를 포함하는 지폐 제조에 특정된 인쇄 및 처리 기법의 조합을

사용하여 제조되었다. 이러한 지폐 견본(1)은 또한 견본의 우측 상에 표시(60)를 구비하며, 이러한 표시(60)는 띠(30) 및 오프셋 인쇄된 잉크의 기저층 (참조되지 않음)의 부분적인 레이저 제거(laser ablation)에 의해 적용된다. 도시된 예에서, (초상화를 둘러싸는 그림 문양 및 수직인 연도 명칭 2004와 함께) 초상화(41), 페가수스(42)를 갖는 "KBA-GIORI"의 로고, 표시(indication) "KBA-GIORI"(43) 및 "견본(Specimen)"(44), 및 지폐의 3개의 모서리 및 지폐의 우측 및 좌측 상의 촉각 패턴(45 내지 49)은 라인 오프셋 배경(10), 실크스크린 인쇄된 문양(20, 21) 및 재료 띠(30) 상부에 음각 인쇄에 의해 인쇄되었다. 일련 번호(51, 52)가 인쇄되었으며, 음각 인쇄 단계 후에 니스칠하기가 수행되었다. 지폐 견본(1)이 (본 출원인에 의해 공급된 바와 같은) 삽지 인쇄 및 처리 설비(sheet-fed printing and processing equipment) 상에서 제조되었다는 것이 추가로 이해될 것이며, 각각의 인쇄된 시트는 제조 프로세스의 말단부에서 궁극적으로 개별 지폐로 분할되었던 (기술 분야에서 통상적인) 복수의 지폐 견본의 어레이를 수반한다.

[0020] 도 1b는 페가수스(42)를 갖는 "KBA-GIORI"의 음각 인쇄된 로고 및 페가수스(42)와 부분적으로 중첩하는 한 세트의 45도 평행선을 포함하는 촉각 패턴(45)을 더욱 상세하게 도시하는 도 1a의 지폐 견본의 우측 상단 모서리의 그레이스케일 사진이다. 인쇄의 선명도(sharpness)는 물론 음각 인쇄의 특유한 엠보싱 및 텔리프 효과는 이러한 사진 내에 명확하게 도시될 수 있다.

[0021] 도 2a는 도 1a의 초상화(41)의 좌측 부분의 더욱 상세한 도면이다(패턴(20, 21 및 44)은 또한 도 2a에서 부분적으로 볼 수 있다). 도 2b는 초상화(41)의 정사각형 부분(또는 관심 영역(region of interest(R.o.I.)))의 확대도이며, 이러한 정사각형 부분은 도 2a에서 백색 정사각형에 의해 도시된다. 도 2b는 초상화(41)를 구성하는 음각 패턴의 특유한 고유한 특징의 일부분을 도시한다. 다음의 신호 처리를 위해 사용된 관심 영역(R.o.I.)은 문서의 넓은 표면적을 덮을 필요가 없다. 대신에, 테스트는 5cm<sup>2</sup> 미만의 표면적이 인증의 목적을 위해 이미 충분하다는 것을 보여준다.

[0022] 도 3a 및 도 3b와 도 4a 및 도 4b는 도 1a에 도시된 지폐 견본의 2 개의 컬러 사본에 대한 도 2a 및 도 2b에 유사한 그레이스케일 영상이며, 이러한 사본은 상업적인 컬러 복사 서비스를 사용하여 제조되었다. 도 3a 및 도 4a 각각에서, 도시된 백색 정사각형은 도 3b 및 도 4b에서 각각 확대도로 도시된 초상화의 상응하는 관심 영역(R.o.I.)을 표시한다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 제 1 컬러 사본은 앱손 잉크젯 프린터 및 앱손 포토페이퍼를 사용하여 제조되었다. 도 4a 및 도 4b에 도시된 제 2 컬러 사본은 캐논 잉크젯 프린터 및 보통 종이를 사용하여 제조되었다. 본래의 견본을 스캔하고 잉크젯 프린터를 위해 필요한 입력을 제공하기 위해 고해상도 스캐너가 사용되었다.

[0023] 2 개의 컬러 사본의 일반적인 시각 양태가 본래의 견본에 유사한 것으로 보이지만, 초상화를 형성하는 복사된 음각 패턴의 구조에 대한 더욱 근접한 관찰은 도 3b 및 도 4b에 도시된 바와 같이 구조가 본래의 견본(도 2b 참조)과 같이 선명하게 정의되지 않으며 이를 구조가 잉크젯 인쇄 프로세스 및 사용된 종이의 특성의 결과로서 다소 번져지고 부드러워져 보인다는 것을 도시된다. 도 3b 및 도 4b에 포함된 영상 정보는 도 2b에 도시된 본래의 견본의 영상 정보와 명백히 상이하다. 국제 출원 번호 WO 2008/146262 A2에 설명된 발명은 도 2b 및 도 2b의 본래의 진정한 견본과 도 3a 및 도 3b와 도 4a 및 도 4b의 사본을 구별하기 위해 이러한 차이를 어떻게 제시될 수 있으며 이용될 수 있는지를 정의하는 방법에 관한 것이다. 이하의 논의는 이러한 이전의 방법의 개선을 다룰 것이다.

[0024] 상기에 암시된 바와 같이, 음각 인쇄된 패턴의 고유하고 특유한 특징은 특히 인쇄의 높은 선명도인 반면, 잉크젯 인쇄된 사본은 특히 디지털 처리 및 인쇄에 기인하여 실질적으로 더욱 낮아진 인쇄 선명도를 나타낸다. 열-승화(thermo-sublimation) 프로세스에 의해 획득된 사본은 물론 컬러 레이저 인쇄된 사본에 대해 동일하게 이야기될 수 있다. 이러한 차이는 웨이블릿 변환(wavelet transform, WT)에 의해 샘플 영상의 분해를 수행함으로써 도 2b, 도 3b 및 도 4b의 도면과 같이 인증 대상인 후보 문서의 확대도(또는 관심 영역) 내에 포함된 영상 데이터의 분해를 수행하며 이러한 분해로부터 대표적인 분류 데이터를 추출함으로써 제시될 수 있다. 보안 문서의 진정성을 검사하는 목적을 위해 적용된 바와 같은 웨이블릿 변환(WT)의 일반적인 원리는 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호에서 광범위하게 논의되며, 그 내용은 전체적으로 본 명세서에 참조를 위해 통합된다.

[0025] 웨이블릿은 주어진 기능 또는 신호를 상이한 스케일 성분으로 분할하기 위해 사용된 수학 기능이다. 웨이블릿 변형(또는 웨이블릿 변환 - 이하 "WT")은 웨이블릿에 의한 기능 또는 신호의 표시이다. WT는 불연속 및 선명한 피크를 갖는 기능 및 신호를 표시하기 위해 전통적인 푸리에 변환(Fourier transform)보다 양호한 장점을 갖는다.

[0026] 푸리에 변환이 WT로 동화되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 실제로, 푸리에 변환은 스케일에 대한 어떠한 구

별도 하지 않으면서 단지 처리된 영상의 그 영상의 관련 있는 공간 주파수 콘텐츠를 표시하는 스펙트럼으로의 변환을 포함한다.

- [0027] 웨이블릿 이론은 이러한 이론이 기술 분야에서 그와 같이 잘 알려져 있고 그 주제에 대한 몇 개의 교과서에서 광범위하게 논의되고 있으므로 본 상세한 설명에서 깊이 있게 논의되지 않을 것이다. 관심 있는 독자는 예를 들어 [Mallat1989] 및 [Unser1995](본 상세한 설명 말단부의 참조문헌 리스트 참조)를 참조할 수 있다. [Mallat1989]에서 논의된 피라미드 구조 WT(pyramidal structured WT) 및 [Unser1995]에서 논의된 시프트 불변 WT(shift invariant WT)는 낮은 주파수 스케일을 연속적으로 분해한다. 그러나, 큰 클래스의 텍스처는 중간 주파수 스케일에서 그에 대한 우세 주파수를 갖는다.
- [0028] 이러한 단점을 극복하기 위해, 본 발명은 기술 분야에서 그와 같이 알려진 소위 웨이블릿 패킷 변환(Wavelet Packet Transform(이하, "WPT"))(예를 들어, [Chang1993] 참조)을 사용한다. 본 발명의 특정 상황에서 WPT의 사용은 WO 2008/146262 A2에서 논의된 발명에 대한 개선을 구성하며, 이는 이하에서 논의될 것이다.
- [0029] 전술된 바와 같이, 지폐와 같은 보안 인쇄는 라인 오프셋, 활판 인쇄, 포일 도포(foil application) 및 음각 인쇄에 의해 주로 제조된다. 특히, 후자의 기법은 지폐 신뢰성에서 중요한 역할을 한다([Dyck2008] 참조). 용어 "음각(intaglio)"은 이탈리아어 어원이며, "새기는 것(to engrave)"을 의미한다. 동일한 명칭의 인쇄 방법은 새겨진 문자 및 구조를 갖는 금속판을 사용한다. 인쇄 프로세스 중에, 새겨진 구조는 잉크로 채워지고, 종이 상에 직접적으로 상당한 압력(인치당 수십 톤)으로 가압된다([vanRenesse2005] 참조). 음각 인쇄 프로세스에 독특하며 상업적인 인쇄 방법을 통해 거의 재생할 수 없는 촉각 릴리프 및 미세한 라인이 형성된다([Schaede2006] 참조). 세계의 통화를 제조하기 위해 음각 프로세스가 사용되므로, 음각 인쇄 프레스 및 음각 인쇄 프레스를 소유한 회사는 정부 기관에 의해 모니터된다.
- [0030] 신호 처리와 관련하여, 음각 기법의 미세 구조는 특정 공간 주파수 영역을 갖는 텍스처로서 간주될 수 있다. 그러므로, WPT를 이용하여 그들을 검출하는 것이 가능할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 위해, 바람직하게는 불완전 WPT에 기반하는 새로운 특징 추출 알고리즘([Jiang2003] 참조)이 제안된다. 그것은 하향식(top-down) 접근에 속하고, 중복 시프트 불변 및 시프트 불변 WPT(redundant shift invariant and shift invariant WPT)에 적용될 수 있다. 알고리즘은 웨이블릿 계수의 제 1차 통계 모멘트에 기반하는 기준에 따라 소위 웨이블릿 패킷 트리(Wavelet Packet Tree)를 분해한다.
- [0031] WPT는 신호의 근사(낮은 주파수 부분)뿐만 아니라 신호의 상세(높은 주파수 부분)가 분해되는 것을 의미하는 고전적인 WT의 일반화이다([Zhang2002] 참조). 이는 도 5에 개략적으로 도시된 바와 같은 트리 구조 WPT(tree-structured WPT), 및 고전적인 WT에서 분해되지 않은 전술된 더욱 풍부한 해상도의 중간 공간 주파수 스케일 및 높은 공간 주파수 스케일의 분해를 야기한다. 트리 특성에 기인하여, 주파수 스케일은 노드(node) 또는 서브영상(subimage)으로 지정된다. 각각의 분해 레벨에서, 모든 리프 노드(leaf node)는 하나의 근사 노드(approximation node,  $A_{i,j}$ ) 및 3 개의 상세 노드(detail node,  $cV_{i,j}$ ,  $cH_{i,j}$  및  $cD_{i,j}$ )에서 분해된다.  $cV_{i,j}$ 는 수직 상세(vertical detail)를 나타내고,  $cH_{i,j}$ 는 수평 상세(horizontal detail)를 나타내며,  $cD_{i,j}$ 는 대각 상세(diagonal detail)를 나타내고,  $i$ 는 분해 레벨이고,  $j$ 는 노드 번호이다.
- [0032] 3 개의 트리 레벨을 갖는 2차원 트리 구조 웨이블릿 패킷 변환을 도시하는 도 5에 도시된 바와 같이, 본래의 영상 또는 "루트(root)"( $A_{0,0}$ )는 근사 노드( $A_{1,0}$ ( $j=0$ , 제 1 노드)) 및 3 개의 상세 노드( $cV_{1,1}$ ( $j=1$ , 제 2 노드),  $cH_{1,2}$ ( $j=2$ , 제 3 노드) 및  $cD_{1,3}$ ( $j=3$ , 제 4 노드))로 분해( $i=1$ , 제 1 분해 레벨, 루트 다음의 제 2 트리 레벨)된다. 그런 다음, 제 2 트리 레벨의 각각의 노드( $A_{1,0}$ ,  $cV_{1,1}$ ,  $cH_{1,2}$  및  $cD_{1,3}$ )는 16 개의 노드( $j=0$  내지 15)( $A_{2,0}$ ,  $cV_{2,1}$ ,  $cH_{2,2}$ ,  $cD_{2,3}$ ,  $A_{2,4}$ ,  $cV_{2,5}$ ,  $cH_{2,6}$ ,  $cD_{2,7}$ ,  $A_{2,8}$ ,  $cV_{2,9}$ ,  $cH_{2,10}$ ,  $cD_{2,11}$ ,  $A_{2,12}$ ,  $cV_{2,13}$ ,  $cH_{2,14}$  및  $cD_{2,15}$ )로 추가로 분해( $i=2$ , 제 2 분해 레벨, 제 3 트리 레벨)된다.
- [0033] 2차원 WPT에 기반하는 대부분의 기존의 텍스처 분석 방법은 텍스처된 영상이 동일한 관점으로부터 획득된다는 명시적이거나 암시적인 가정을 한다([Coifman1992] 참조). 많은 실질적인 응용에서, 이러한 제한을 보장하는 것은 거의 불가능하다. 그러므로, 시프트 불변 WPT가 매우 바람직하다. 2차원 WPT의 전통적인 구현에서, 신호는 먼저 웨이블릿 필터에 의해 콘볼루션(convolution)되며 그런 다음 다운샘플링(downsampling)된다. 분해된 신호의 길이는 본래의 신호의  $1/4^i$  배이고,  $i$ 는 다시 분해 레벨이다. 다운샘플링은 [Mallat1989]에서 논의된 바와 같이 시프트 불변 신호 표시를 야기한다. [Shensa1992]에 의해 설명된 대안적인 접근은 각각의 레벨에서 다운샘플링을 생략함으로써 시프트 불변 변환을 따른다. 이러한 방법의 큰 부담은 매우 중복성인 신호 표시

(highly redundant signal representation)에 기인한 높은 계산 노력이다. 이러한 단점을 고려하여, 1차원 시프트 불변 WPT(또는 "SIWPT")가 제안되었다. 그것은  $\Delta$  샘플의 임의의 신호 병진(signal translation)이 각각의 분해 레벨에서의 다운샘플링에 기인하여  $\text{mod}(\Delta, 2)(\text{mod}(x, y))$ 는 소위 모듈로 함수를 나타냄에 의해 제한된다는 사실에 기반한다. 그러므로, 시프트 불변 표시는, 근사 및 상세 노드의 아래의 수학식 1 및 수학식 2에 의해 정의된 시프트되지 않는 버전의 분해, 및 근사 및 상세 노드의 아래의 수학식 3 및 수학식 4에 의해 정의된 1-픽셀-시프트된 버전의 분해에 의해 달성될 수 있다.

### 수학식 1

$$d_{i+1,2j}[k] = \sum_n h[n] d_{i,j}[n + 2k]$$

[0034]

### 수학식 2

$$d_{i+1,2j+1}[k] = \sum_n g[n] d_{i,j}[n + 2k]$$

[0035]

### 수학식 3

$$d_{i+1,2j+2^{2i-1}}[k] = \sum_n h[n] d_{i,j}[n + 2k + 1]$$

[0036]

### 수학식 4

$$d_{i+1,2j+1+2^{2i-1}}[k] = \sum_n g[n] d_{i,j}[n + 2k + 1]$$

[0037]

[0038] 두 버전은 다운샘플링되고 임의의 웨이블릿 필터  $g[n]$  및  $h[n]$ 에 의해 콘볼루션된다.  $h[n]$ 은 저역통과 웨이블릿 필터이며,  $g[n]$ 은 고역통과 웨이블릿 필터이다([Mallat1989] 및 [Daubechies1992] 참조).

[0039] 더욱 큰 정보 콘텐츠를 갖는 버전이 (다음에 논의된) 정보 콘텐츠 기준에 기반하여 식별되고 추가 분해되는 반면, 나머지 버전은 업캐스팅(upcasting)된다. 업캐스팅은 중복되지 않은 표시로 대체되고 신속한 실행 시간으로 대체된다. 필터 뱅크로서 1차원 SIWPT의 구현은 도 6에 도시된다. 언급된 바와 같이, 각각의 트리 레벨에서, 시프트되지 않은 버전 및 1-픽셀-시프트된 버전이 분해되고 다운샘플링된다. 정보 콘텐츠 기준에 기반하여, 하나의 버전이 추가로 분해되는 반면, 나머지 버전은 폐기된다.

[0040] 전술된 방법은 1차원 신호에 대해 배타적으로 정의되었다. 본 발명의 상황에서, SIWPT는 영상과 같은 2차원 신호에 대해 수정되었다. 결과로서 제조된 2차원 SIWPT(또는 "2D-SIWPT")는 먼저 관련 있는 노드의 4 개의 상이한 시프트된 버전을 분해한다. 결과로서 제조된 정보 콘텐츠에 기반하여, 4 개의 버전 중 3 개가 폐기되는 반면, 최고 정보 콘텐츠를 갖는 버전이 추가로 분해된다. 수행되었던 실험에 따르면, 시프트 불변 WPT 사이에 특징 안정성 및 품질에서 차이가 없다.

[0041] 전술된 바와 같이, WPT는 모든 주파수 스케일에서 텍스처의 전체 특성화를 가능하게 한다. 그러나, 증가하는 분해 레벨과 함께, 노드(또는 서브영상)의 개수는 지수적으로 증가한다. 이는 실행 시간을 상당히 감소시키며, 그에 따라 가장 관련 있는 노드 상으로 집중시키는 방법론이 고안되었다.

[0042] 텍스처 분석을 위해, 완전한 웨이블릿 패킷 트리 분해를 달성하는 것이 대개 불필요하다. 대신에, 최상의 공간 주파수 해상도 및 최대 정보 콘텐츠를 각각 제공하는 노드에 집중하는 것이 더욱 중요하다. 그러므로, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라, WPT는 정보 콘텐츠 기준에 따라 분해되며, 불완전한 WPT를 야기한다.

[Chang1993], [Jiang2003], [Coifman1992], [Saito1994], [Wang2008] 및 [Wang2000]과 같은 대부분의 공지된 방법은 이러한 목적을 위해 영상의 평균 에너지 또는 엔트로피를 사용한다. [Choi2006]은 지폐의 상이한 액면가를 분류하기 위해 제 1 차 통계를 이용하여 WT를 적용한다.

[0043] 전 세계적인 견지에서, 전술된 인쇄 프로세스에 의해 인쇄된 텍스처는 거의 구별 가능하지 않다. 엔트로피 또는 에너지 기반 방법은 상이한 텍스처를 분리시키도록 설계되며 만족스러운 결과를 갖고 그들을 판별할 수 없다. 따라서, 상이한 접근이 필요하다. 다양한 인쇄된 텍스처가 그들의 그레이스케일 전이(gray-scale transitions) 및 불연속(discontinuities)에서 각각 상이하다. 특히, 음각 인쇄된 텍스처의 불연속이 상업적인 인쇄의 불연속에 비교하여 더욱 현저하다. 이러한 차이는 국제 출원 제WO 2008/146262 A2호에서 논의된 바와 같이 웨이블릿 계수의 분산 및 초과량에 의해 결정될 수 있다.

[0044] 도 7은 본 발명에 따른 1 레벨 2D-SIWPT 후에 음각 인쇄된 텍스처(좌측) 및 상업적 인쇄된 텍스처(우측)의 웨이블릿 계수의 정규화된 히스토그램을 도시한다(국제 출원 제WO 2008/146262 A2호의 도 12 내지 도 20 및 관련된 설명을 또한 참조). 음각 인쇄의 매우 불연속적인 구조는 중간 및 높은 웨이블릿 계수에 대한 가중치 부여(weighing)를 따르는 반면, 상업적 인쇄의 히스토그램은 좁게 분포되고 작은 계수에 대해 가중치 부여된다. 서브영상 콘트라스트(contrast)가 최대가 될 때까지 트리가 분산 및 초과량 쪽으로 분해되면, 이러한 특수한 경우에 상이한 인쇄 기법 사이의 최상의 분리가 도달될 수 있다. 그런 다음, 관련 있는 서브영상이 최상의 가능한 방식으로 텍스처를 표시한다고 가정될 수 있다.

[0045] 제조 공차 및 디지털화 프로세스를 고려하면, 텍스처는 추가 잡음에 의해 영향을 받을 수 있다. 잡음이 작은 웨이블릿 계수에 의해 표시된다([Fowler2005] 참조)는 것을 고려하면, 잡음이 있는 텍스처의 히스토그램이 폭넓게 분포된다.

[0046] 2 개의 전술한 특성이 삼 단계 정지 기준(stopping criterion) 1 내지 3에 이르게 한다. 즉,

[0047] 1. 분산이 분해 중에 감소되면, 서브영상의 콘트라스트가 감소되며, 그에 따라 분해가 정지되어야 한다.

[0048] 2. 분산이 초과량이 감소되는 것과 적어도 동일한 정도로 증가되면, 이전 레벨의 작은 웨이블릿 계수가 더욱 커질 것이고, 그에 따라, 서브영상이 덜 잡음을 갖게 되고 추가로 분해되어야 하는데, 이러한 기준은 아래의 수학식 5로서 형성될 수 있다.

## 수학식 5

$$\frac{\sigma_{i-1}^2 - \sigma_i^2}{\sigma_{i-1}^2} \geq \frac{C_{i-1} - C_i}{C_{i-1}}$$

[0049] 3. 분산 및 초과량이 분해 중에 증가하면, 서브영상의 콘트라스트는 향상될 것이며, 그에 따라 트리는 추가로 분해되어야 한다.

[0050] 또한, 서브영상의 크기가 16 x 16 계수의 실험적으로 결정된 값보다 작으면, 분산 및 초과량이 샘플에 따라 폭넓게 변화할 수 있다. 결과적으로, 특징이 불안정해질 수 있다([Chang1993] 참조). 그러므로, 바람직하게는 이러한 서브영상 크기가 전체적인 정지 기준으로서 사용되어야 한다.

[0051] 이제, 전술한 정보 콘텐츠 및 정지 기준에 기반하는 신규한 알고리즘 개념이 제시될 것이다. 이러한 개념은 단지 최상의 공간 주파수 해상도를 제공하는 트리 브랜치(tree branch)만이 텍스처 분석을 위해 중요하다는 가정에 기반한다. 트리 특성의 이후의 조사는 소위 최상 브랜치 알고리즘(Best Branch Algorithm, BBA)에 이르게 한다.

[0052] 상세 노드는 그 명칭이 시사하는 바와 같이 텍스처의 특유한 또는 상세한 특성을 포함한다. 그러므로, 설사 텍스처가 유사할지라도 이러한 정보에 의해 판별될 수 있다. 가장 좌측의 트리 브랜치인 소위 근사 브랜치의 근사 노드는 단지 낮은 주파수 정보만을 포함한다. 그러므로, 근사 브랜치의 정보 콘텐츠를 이용하여 상이한 인쇄 기법을 구별하는 것을 거의 불가능하며, 그러므로, 이러한 근사 브랜치는 특징 추출을 위해 사용되지 않아야 한다. 이론적으로 중간 주파수 스케일의 하부를 표시하는 그들의 자식(children)은 최상의 공간 주파수 해상도를 산출할 수 있다. 이러한 정보는 근사 노드로부터 직접 추출될 수 없다. 이러한 이유 때문에, 근사 노드는

그들의 자식이 전체 트리의 최상의 공간 주파수 해상도를 제공해야 한다. 실행 시간을 가속시키기 위해, 그의 자식이 최상의 상세 브랜치보다 양호한 정보를 지원하는 한 근사 브랜치와 최상의 공간 주파수 해상도를 갖는 상세 브랜치 상에 집중하는 것이 유리하다. 다음 분해 레벨의 상세 브랜치의 평가를 위해, 현재 레벨의 최고 정보 콘텐츠를 갖는 노드, 소위 최상 노드가 조사되어야 한다. 동일한 트리 레벨에서 서브영상의 초과량이 거의 동일하므로, 최상 상세 노드는 최고 분산에 의해 결정될 수 있다.

[0054] 다음 표는 최상 브랜치 알고리즘의 가능한 구현을 요약한다.

### 표 1

<b>알고리즘 1 최상 브랜치 알고리즘(Best Branch Algorithm)</b>	
<b>Require:</b>	$\text{mod}(\text{fix}(i), 2) = 0$ $\text{finished} \leftarrow \text{false}$ $j \leftarrow 1$ $A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0} \leftarrow 2\text{D-SIWPT}(A_{1,0})$ <b>while</b> ( $j \leq \log_2(\text{fix}(i)) = 16 \times 16$ <b>and</b> $\neg(\text{finished})$ ) <b>do</b>
	$cB_{1,j} (\max(\sigma(A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0}))$ {determine the best detail node $cB_{1,j}$ }
	<b>if</b> $cB_{1,j} \subseteq A_{1,0}$ <b>then</b> {best node is part of the approximation branch} <b>delete</b> $A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0}$ $j \leftarrow 0$ <b>else</b> {best node is part of the detail branch} <b>delete</b> $A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0}$ $j \leftarrow 4$ <b>end if</b> $\sigma^2_{1,j} \leftarrow \sigma^2_{cV_{1,0}} + \sigma^2_{cH_{1,0}} + \sigma^2_{cD_{1,0}}$ $C_{1,j} \leftarrow C_{cV_{1,0}} + C_{cH_{1,0}} + C_{cD_{1,0}}$ <b>if</b> $\sigma^2_{1,j} > \sigma^2_{\text{best}}$ <b>then</b> $\text{finished} \leftarrow \text{true}$ {best spatial frequency resolution has been reached} <b>else if</b> $C_{1,j} > C_{\text{best}}$ <b>then</b> <b>if</b> $\neg(\text{Eq. [5]})$ <b>then</b> $\text{finished} \leftarrow \text{true}$ {best spatial frequency resolution has been reached} <b>else</b> increment $j$ <b>if</b> $cB_{1,j} \subseteq A_{1,0}$ <b>then</b> $A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0} \leftarrow 2\text{D-SIWPT}(A_{1,0})$ $A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0} \leftarrow 2\text{D-SIWPT}(cB_{1,j})$ <b>else</b> $A_{1,0}, cV_{1,0}, cH_{1,0}, cD_{1,0} \leftarrow 2\text{D-SIWPT}(cB_{1,j})$ <b>end if</b> <b>end if</b> <b>end while</b> { $C_{\text{best}}$ and $\sigma^2_{\text{best}}$ represent the texture best possible}

[0055]

[0056] 도 8은 전술한 최상 브랜치 알고리즘(Best Branch Algorithm)을 사용하여 분해되었던 불완전 웨이블릿 패킷 트리를 예시를 개략적으로 도시한다. 하이라이트된 노드는 그들의 상응하는 분해 레벨의 최상 노드( $cB_1, cB_2, cB_3$ )로 식별되고, 점선 노드는 분해 중에 폐기되었던 노드이다. 제 3 분해 레벨의 상세 브랜치는 텍스처를 거의 최상으로 특성화한다.

[0057] 그러므로, 도 8의 도시에서, 제 1 분해 레벨( $i=1$ )의 최상 노드( $cB_1$ )가 이러한 예시적인 예에서 대각 상세( $cD_{1,3}$ )를 포함하는 노드, 즉 동일한 레벨의 나머지 상세 노드( $cV_{1,1}$  및  $cH_{1,2}$ )에 비해 최고의 분산을 나타내는 노드로서 결정된다.

[0058] 다음의 분해 레벨( $i=2$ )에서, 어떤 노드가 최상 정보 콘텐츠에 이르게 하는지를 결정하기 위해 단지 제 1 분해 레벨의 근사 노드( $A_{1,0}$ ) 및 최상 노드( $cB_1$ )만이 추가로 분해된다. 도 8의 예에 도시된 바와 같이, 근사 노드( $A_{1,0}$ )의 추가 분해가 제 2 분해 레벨에 대한 최상 노드( $cB_2$ )의 식별에 이르게 한다. 이러한 예에서, 제 2 분해

레벨( $i=2$ )의 최상 노드( $cB_2$ )가 이러한 예에서 근사 노드( $A_{1,0}$ )의 추가 분해로부터 야기되는 대각 상세를 포함하는 노드( $cD_{2,3}$ ), 즉 동일한 분해 레벨의 나머지 상세 노드( $cV_{2,1}$ ,  $cH_{2,2}$ ,  $cV_{2,13}$ ,  $cH_{2,14}$  및  $cD_{2,15}$ )에 비해 최고 분산을 나타내는 노드로서 결정된다. 따라서, 이러한 예에서, 이전에 발견된 최상 노드( $cB_1$ )(즉, 상세 노드( $cD_{1,3}$ ))의 추가 분해는 점선으로 도시된 바와 같이 다음에 폐기되는 노드( $A_{2,12}$ ,  $cV_{2,13}$ ,  $cH_{2,14}$  및  $cD_{2,15}$ )로의 분해에 이르게 한다.

[0059] 다음의 분해 레벨( $i=3$ )에서, 마찬가지로, 어떤 노드가 최상 정보 콘텐츠에 이르게 하는지를 결정하기 위해 단지 제 2 분해 레벨의 근사 노드( $A_{2,0}$ ) 및 최상 노드( $cB_2$ )만이 추가로 분해된다. 이 경우에, 제 3 분해 레벨( $i=3$ )의 최상 노드( $cB_3$ )가 이전의 최상 노드( $cB_2$ )의 추가 분해로부터 야기되는 수평 상세를 포함하는 상세 노드( $cH_{3,14}$ ), 즉 동일한 분해 레벨의 나머지 상세 노드( $cV_{3,1}$ ,  $cH_{3,2}$ ,  $cD_{3,3}$ ,  $cV_{3,13}$  및  $cD_{3,15}$ )에 비해 최고 분산을 나타내는 노드인 것으로 식별된다. 따라서, 이러한 예에서, 근사 노드( $A_{2,0}$ )의 추가 분해는 점선으로 도시된 바와 같이 다음에 폐기되는 노드( $A_{3,0}$ ,  $cV_{3,1}$ ,  $cH_{3,2}$  및  $cD_{3,3}$ )로의 분해에 이르게 한다.

[0060] 도 8은 제 3 분해 레벨의 최상 노드( $cB_3$ )의 추가 분해가 특징의 더욱 최적인 표시에 이르게 하지 않으며 따라서 분해가 정지된다는 것을 도시한다. 결과적으로, 제 3 레벨의 상세 브랜치가 특징 추출을 위해 선택된다.

[0061] 본 출원인에 의해 제작된 한 세트인 900 텍스처를 이용하여 실험이 수행되고 조사되었다. 세트의 일부분은 보안 문서, 특히 지폐의 제조를 위해 사용된 바와 같은 음각 인쇄에 의해 제조되었다. 세트의 나머지 부분은 무엇보다도 신문 인쇄를 위해 사용된 바와 같은 상업적인 오프셋 인쇄에 의해 제조되었다. 이러한 나머지 부분은 고품질 및 중품질 인쇄로 추가로 분할될 수 있으며, 중품질 인쇄는 추가 잡음에 의해 영향을 받는다. 고품질 상업적 인쇄된 텍스처 및 중품질의 상업적 인쇄된 텍스처는 모두 훈련되지 않은 인간 시각에 의해 음각 인쇄된 텍스처로부터 가까스로 구별된다. 텍스처는 제조 공차에 기인하여 수 개의 픽셀만큼 병진되고/되거나 회전된다. 그들은 1200 dpi의 해상도로 스캐닝되며 그레이스케일 영상으로 전환된다. 세트는 도 9에 도시된 바와 같이 256 x 256 픽셀의 영상 크기를 갖는 6 개의 상이한 텍스처로 구성된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 콘트라스트, 그레이스케일 전이의 래티튜드(latitude) 및 구조에서 상이하다. 그들은 음각 인쇄에 의해 제조된 가장 통상적인 보안 인쇄 구조를 예시한다.

[0062] 도 9에 도시된 모든 텍스처 1 내지 텍스처 6은 소위 다우베치즈(Daubechies) 2 텁 웨이블릿(또는 db2 - [Daubechies1992] 참조)을 사용하는 전술된 2차원 시프트 불변 웨이블릿 패킷 변환(two-dimensional Shift Invariant Wavelet Packet Transform, 2D-SIWPT)에 의해 그리고 전술된 최상 브랜치 알고리즘(BBA)을 채택함으로써 분해된다.

[0063] 분리 결과를 추정하기 위해, 추출된 특징은 0과 1 사이의 균일한 범위의 값으로 정규화된다. 도 10은 (도 10 내에 수평 축 상에 표시된) 3 개의 제 1 분해 레벨에 대해 음각 인쇄된 텍스처와 중품질 및 고품질의 상업적 오프셋 인쇄된 텍스처 사이의 인터-클래스 간격(inter-class distance)과 인트라-클래스 간격(intra-class distance)을 각각 도시한다. 점선은 최상 브랜치 알고리즘이 분해를 정지하는 상응하는 분해 레벨을 하이라이트한다.

[0064] 최상 브랜치 알고리즘이 음각 인쇄된 텍스처와 중품질 또는 고품질의 상업적 오프셋 인쇄된 텍스처 사이의 최상 인터-클래스 간격을 100%의 레이트로 달성하는 레벨에서 분해를 정지했다는 것이 도 10에서 관찰될 수 있다. 중품질 및 고품질의 상업적 오프셋 인쇄된 텍스처의 상응하는 인트라-클래스 간격은 대부분의 경우에 대략 60%의 레이트로 최소화된다. 설사 900 개의 조사 대상인 텍스처 모두에 대해 인트라-클래스 간격이 최소화되지 않을지라도, 클래스가 좁게 분포된다는 것이 관찰될 수 있다. 그러므로, 대체로, 클래스가 최상으로 분리되고 최저로 팽창되는 레벨에서 BBA가 정지한다.

[0065] 도 10은 최상 브랜치 알고리즘(BBA)이 900 개의 조사 대상인 텍스처 모두가 최상으로 특성화된 레벨에서 900 개의 조사 대상인 텍스처 모두에 대한 분해를 정지한다는 것을 증명한다. 이런 방식으로, 최상 인터-클래스 간격이 100%의 레이트로 도달된다. 설사 모든 경우에 인트라-클래스 간격이 그 최소값에 도달되지 않을지라도, 클래스 클러스터(class cluster)는 도 11에 개략적으로 도시된 바와 같이 여전히 좁게 분포된다.

[0066] 도 11은 BBA를 사용하는 분해로부터 야기되는 웨이블릿 계수의 분포의 (도 11 내의 수평 축에 따른) 분산( $\sigma^2$ ) 및 (도 11의 수직 축에 따른) 초과량(C)에 기반하여 관련 있는 텍스처가 분류되었던 2차원 특징 공간을 도시한

다.

[0067] 도 11의 우측 하단 모서리 상의 원은 중품질의 상업적 오프셋 인쇄된 텍스처를 표시하는 반면, 도 11의 중간 하단부 상의 다이아몬드는 고품질의 상업적 오프셋 인쇄된 텍스처를 표시한다. 도 11의 좌측 상단 모서리 상의 정사각형은 음각 인쇄된 텍스처를 표시한다.

[0068] 이미 언급된 바와 같이, 도 11은 클래스가 최상으로 분리되고 최저로 팽창되는 레벨에서 BBA가 대체로 정지하는 것을 도시한다. 이는 직선형 경계를 사용하는 다양한 클래스 클러스터의 단순한 분리를 가능하게 한다.

[0069] 분리 결과는 전이와 같은 제조 공차 및 변화하는 콘트라스트에 무관하다. 실제로, 도 9에 도시된 모든 조사 대상인 특징은 설사 그들이 콘트라스트, 그레이스케일 전이의 래티튜드 및 구조에서 명백하게 상이할지라도 밀접하게 클러스터(cluster)된다. 트리 내에서 최상 브랜치의 위치가 샘플에 따라 폭넓게 변화할 수 있다는 것이 관찰되었다. 따라서, BBA에 의해 발견된 특정 노드 위치는 대개 분류 특징(classifying feature)으로서 사용되지 않아야 한다.

[0070] BBA에 기반하는 불완전 2D-SIWPT의 실행 시간은  $O(\log_2(N))$ 으로 정의될 수 있으며,  $N=M \times M$ 은 텍스처 영상의 크기이고, 그 실행 시간은 예를 들어 필드 프로그램 가능한 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array, FPGA)에 대한 실제 구현에 대해 완벽하게 적절할 수 있다.

[0071] 보안 문서, 특히 지폐 상에 인쇄된 상이한 텍스처의 판별을 위한 제안된 불완전 2차원 시프트 불변 웨이블릿 패킷 변환은 보안 문서, 특히 지폐의 진정성을 검사하는 목표를 달성하기 위한 매우 양호한 성능을 증명했다. 이러한 접근은 특히 음각-인쇄된 패턴의 검출을 위해 지폐와 같은 보안 문서상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 보안 특징을 강건하게 검출하는데 매우 적절할 수 있다.

[0072] 분산( $\sigma^2$ )(및 표준 편차 분산( $\sigma$ )) 및 초과량(C)(또는 초과량 첨도) 대신에, 웨이블릿 계수의 통계 분포를 특성화하기 위해 추가의 통계 매개변수가 사용될 수 있는데, 웨이블릿 계수의 통계 분포는 (또한 제WO 2008/146262 A2호의 도 13 및 관련 설명 참조),

[0073] - 웨이블릿 계수의 산술 평균 - 또한 통계에서 "제 1 모멘트"로 지칭됨,

[0074] - 통계 분포의 비대칭성의 척도인 웨이블릿 계수의 통계 분포의 왜도(skewness) - 또한 통계에서 "제 3 모멘트"로 지칭됨, 및/또는

[0075] - 통계 분포의 변화의 척도인 통계 엔트로피이다.

[0076] 특정 추출의 목적을 위해, (분산을 포함하는) 상기에 리스트된 모멘트는 다양한 후보 문서의 적절한 비교 및 분류를 가능하게 하기 위해 정규화될 것이다.

[0077] 도 12는 전술된 방법에 따라 보안 문서, 특히 지폐의 진정성을 검사하기 위한 장치의 구현을 개략적으로 도시한다. 이러한 장치는 인증 대상인 후보 문서(1) 상의 관심 영역(R.o.I.)의 샘플 영상(영상( $c^0$ ))을 획득하기 위한 광학 시스템(100), 및 샘플 영상의 디지털 처리를 수행하기 위해 프로그래밍된 디지털 신호 처리(digital signal processing unit, DSP) 유닛(200)을 포함한다. DSP(200)는 특히 필드-프로그래밍 가능한-게이트-어레이(Field-Programmable-Gate-Array, FPGA) 유닛으로서 구현되는 것이 유리할 수 있다.

[0078] 도 12의 장치는 특히 스마트폰과 같은 집적된 영상-획득 성능(integrated image-acquisition capability)을 갖는 휴대용 전자 장치의 형태로 구현될 수 있다.

[0079] 전술된 발명이 보안 문서, 특히 지폐 상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공된 보안 특징(특히 음각 인쇄된 패턴)을 간단히 검출하기 위해 적용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0080] 전술된 바와 같이, 분류 특징은 편의상 샘플 영상의 분해로부터 야기되는 웨이블릿 계수의 통계 분포의 산술 평균, 분산( $\sigma^2$ ), 왜도, 초과량(C), 및 엔트로피를 포함하는 그룹으로부터 선택된 통계 매개변수일 수 있다.

[0081] 본 방법이 추출된 분류 특징에 기반하여 후보 문서의 진정성 등급의 결정을 제공할 수 있다는 것이 추가로 이해될 것이다. 전술된 방법에 따라 계산된 이러한 진정성 등급은 진정한 문서의 진정성 등급을 최적화하는 방식으로 보안 문서상에 인쇄되거나, 도포되거나 달리 제공되는 보안 특징을 설계함으로써 최적화될 수 있다.

[0082] 이러한 최적화는 특히 음각 패턴, 라인 오프셋 패턴, 활판(letterpress) 패턴, 광 회절성 구조 및/또는 이들의 조합을 포함하는 보안 특징 상에 작용함으로써 달성될 수 있다. 고밀도의 이러한 패턴, 바람직하게는 예를 들

어 도 2b에 도시된 바와 같은 직선형 또는 곡선형 음각 인쇄된 패턴이 특히 바람직할 수 있을 것이다.

[0083] 첨부된 특허청구범위에 의해 정의된 바와 같은 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 전술된 실시예에 대한 다양한 수정 및/또는 개선이 수행될 수 있다.

[0084] 예를 들어, 전술된 바와 같이, 인증 원리가 바람직하게는 음각 인쇄된 패턴을 포함하는 (또는 포함하는 것으로 추정되는) 영상의 처리에 기반하지만, 본 발명은 보안 문서를 제조하기 위해 사용된 프로세스에 고유한 특유한 시각 특징을 포함하는 다른 보안 특징, 특히 라인 오프셋 패턴, 활판 패턴, 광 회절성 구조 및/또는 이들의 조합을 포함하는 영상의 처리에 유사하게 적용될 수 있다.

[0085] 또한, 스펙트럼 계수의 통계 분포의 처리가 조사 대상인 텍스처의 클래스를 결정하기 위한 분류 특징을 추출하는 방식으로서 설명되었지만, 이러한 처리가 조사 대상인 보안 특징을 충분히 대표하는 특징을 분리시키고 유도하는 것을 가능하게 하고 위조로부터 진정한 문서를 효율적으로 구별할 수 있는 한, 임의의 다른 적절한 처리가 예상될 수 있다.

[0086] 명백하게, 동일한 후보 문서의 몇 개의 관심 영역에 상응하는 복수의 샘플 영상이 본 발명에 따라 디지털 방식으로 처리될 수 있다. 어쨌든, 각각의 관심 영역은 바람직하게는 고밀도의 패턴, 바람직하게는 예를 들어 도 2b에 도시된 바와 같은 직선형 또는 곡선형 음각-인쇄된 패턴을 포함하도록 선택된다(또한 도 9 참조).

#### 인용 문헌

[0088] [Mallat1989] Stephane G. Mallat, "다중해상도 신호 분해를 위한 이론: 웨이블릿 표시(A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation)", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 11, No. 7 (July 7, 1989), pp. 674 내지 693

[0089] [Unser1995] Michael Unser, "웨이블릿 프레임을 사용하는 텍스처 분류 및 세그멘테이션(Texture classification and segmentation using wavelet frames)", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 4, No. 11 (November 1995), pp. 1549 내지 1560

[0090] [Chang1993] Tianhorng Chang and C.-C. Jay Kuo, "트리 구조 웨이블릿 변환을 이용한 텍스처 분석 및 분류(Texture Analysis and Classification with Tree-Structured Wavelet Transform)", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 2, No. 4 (October 1993), pp. 429 내지 441

[0091] [Dyck2008] Walter Dyck, Thomas Tuerke, Johannes Schaede and Volker Lohweg, "보안 인쇄를 위한 품질 조사 및 기계 조건 형성에 대한 새로운 개념(A New Concept on Quality Inspection and Machine Conditioning for Security Prints)", Optical Document Security, 2008 Conference on Optical Security and Counterfeit Deterrence, San Francisco, CA, USA, Reconnaissance International Publishers and Consultants (January 23-25, 2008), IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 11, No. 7 (July 7, 1989), 9쪽, published on CD-ROM

[0092] [vanRenesse2005] Rudolf L. van Renesse, "광학적 문서 보안(Optical Document Security)", Third Edition (2005), Artech House Boston/London, Artech House Optoelectronics Library (ISBN 1 -58053-258-6), pp. 115 내지 120.

[0093] [Schaede2006] Johannes Schaede and Volker Lohweg, "보안 특징 개발을 위한 가이드라인으로서 인간 인지의 메카니즘(The Mechanisms of Human Recognition as a Guideline for Security Feature Development)", Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques VI, edited by Rudolf L. van Renesse, Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, SPIE Vol. 6075 (2006), pp. 607507-1 내지 607507-10

[0094] [Jiang2003] Xiao-Yue Jiang and Rong-Chuan Zhao, "불완전 웨이블릿 패킷 프레임에 기반한 세그멘테이션(Segmentation Based on Incomplete Wavelet Packet Frame)", IEEE Proceedings of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xi'an (November 2-5, 2003), pp. 3172 내지 3177

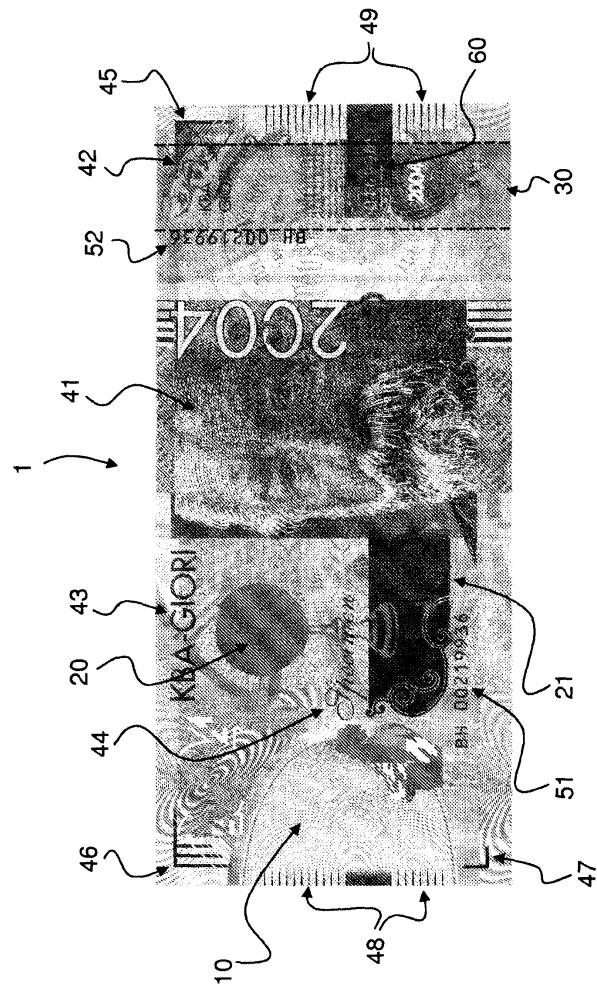
[0095] [Zhang2002] Jianguo Zhang and Tieniu Tan, "불변 텍스처 분석 방법의 간단한 리뷰(Brief Review of Invariant Texture Analysis Methods)", Pattern Recognition Society, 35 (2002), pp. 735 내지 747

[0096] [Coifman1992] Ronald R. Coifman and Mladen Victor Wickerhauser, "최상 기저 선택을 위한 엔트로피 기반 알고리즘(Entropy-Based Algorithm for Best Basis Selection)", IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 38, No. 2 (March 1992), pp. 713 내지 718

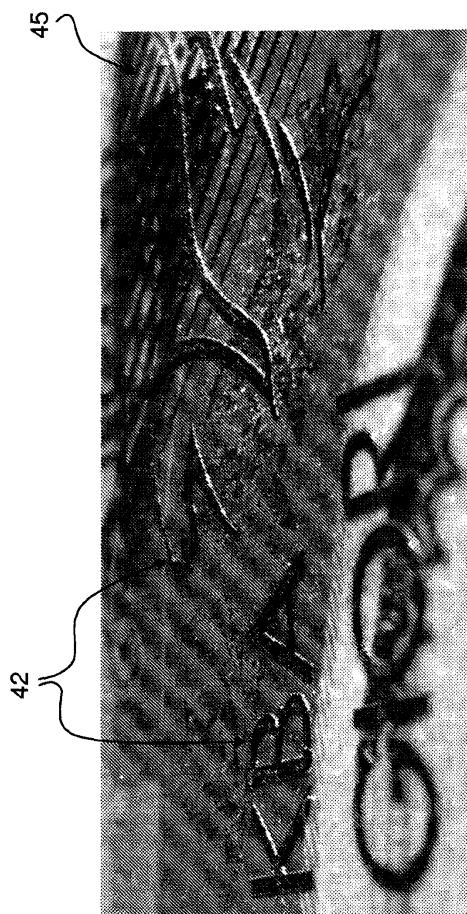
- [0097] [Shensa1992] Mark J. Shensa, "이산 웨이블릿 변환: 웨딩 더 에이 트라우스 앤드 맬릿 알고리즘(The Discrete Wavelet Transform: Wedding the A Trous and Mallat Algorithms)", IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 40, No. 10 (October 1992), pp. 2464 내지 2482
- [0098] [Daubechies1992] Ingrid Daubechies, "웨이블릿에 대한 10 개의 강의(Ten Lectures on Wavelets)", CBMS- NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 61 , SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics), 2nd edition, 1992, ISBN 0-89871 -274-2
- [0099] [Saito1994] Naoki Saito, "기저 라이브러리를 사용한 국부 피쳐 추출 및 그 응용(Local Feature Extraction and its Applications using a Library of Bases)", PhD Thesis, Yale University (December 1994)
- [0100] [Wang2008] Qiong Wang, Hong Li, and Jian Liu, "웨이블릿 패킷 기반 텍스처 분류 내에서 러프 세트를 사용한 서브세트 선택(Subset Selection Using Rough Set in Wavelet Packet Based Texture Classification)", Proceedings of the 2008 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, Hong Kong (August 30-31 , 2008), pp. 662 내지 666
- [0101] [Wang2000] Xiaidan Wang, Hua Jin, and Rongchun Zhao, "불완전 트리 구조 웨이블릿 변환 및 퍼지 코호넨 클러스터링 네트워크에 기반한 텍스처 세그멘테이션(Texture Segmentation Method Based on Incomplete Tree Structured Wavelet Transform and Fuzzy Kohonen Clustering Network)", Proceedings of the 3rd World Congress on Intelligent Control and Automation (June 28 – July 2m 2000), pp. 2684 내지 2687
- [0102] [Choi2006] Euisun Choi, Jongseok Lee, and Joonhyun Yoon, "웨이블릿 변환을 사용한 지폐 분류를 위한 특징 추출(Feature Extraction for Bank Note Classification Using Wavelet Transform)", IEEE Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition, ICPR'06 (2006), pp. 934 내지 937
- [0103] [Fowler2005] James E. Fowler, "중복 이산 웨이블릿 변환 및 추가 잡음(The Redundant Discrete Wavelet Transform and Additive Noise)", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 12, No. 9 (September 2005), pp. 629 내지 632

도면

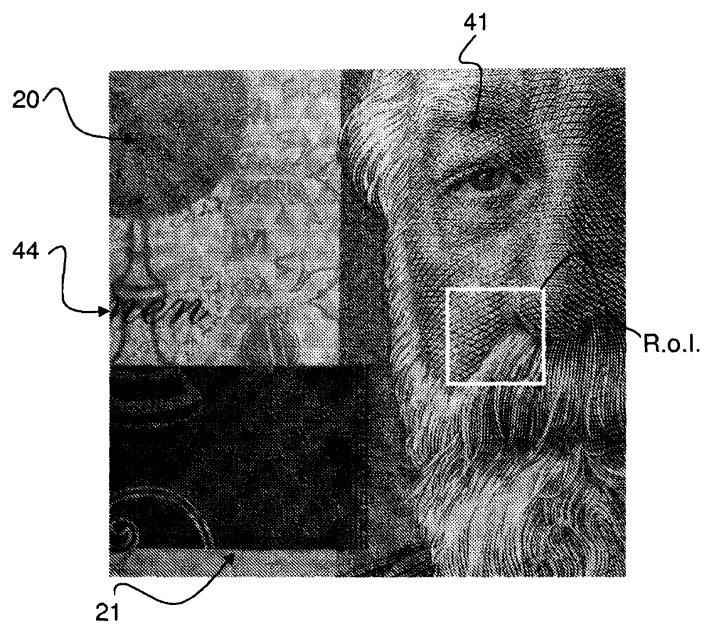
도면 1a



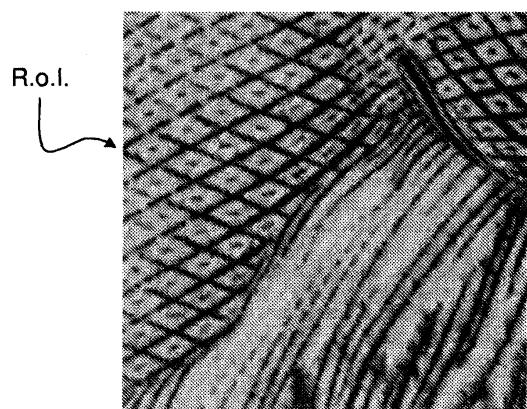
도면1b



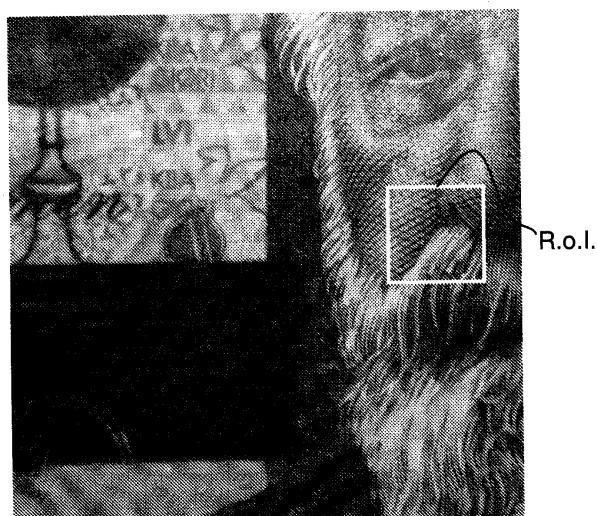
도면2a



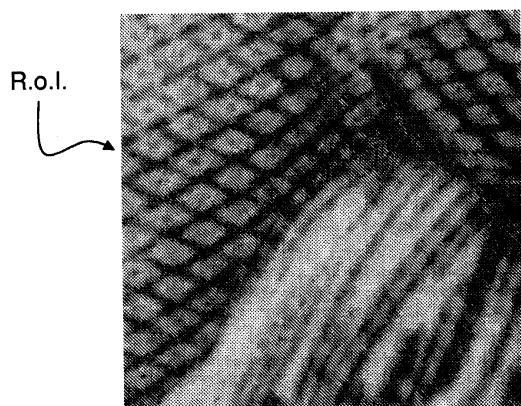
도면2b



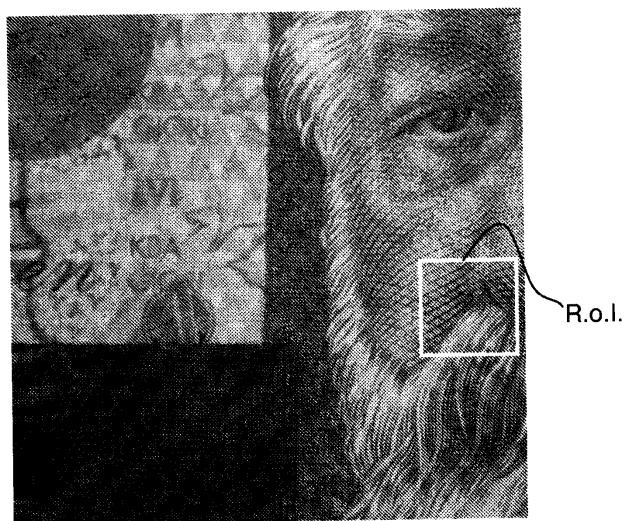
도면3a



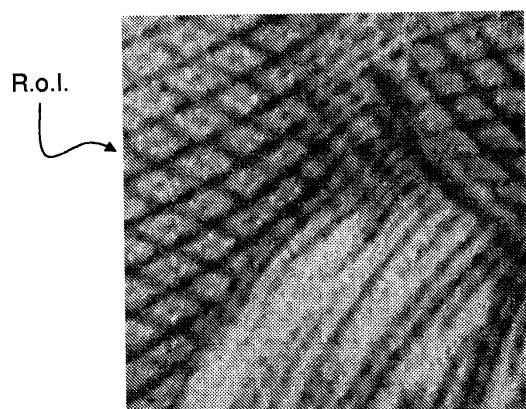
도면3b



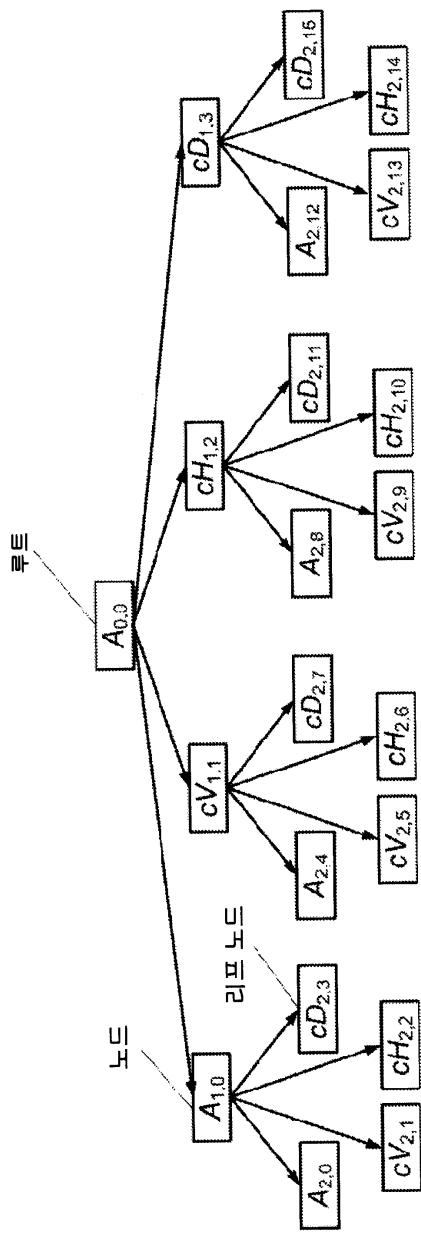
도면4a



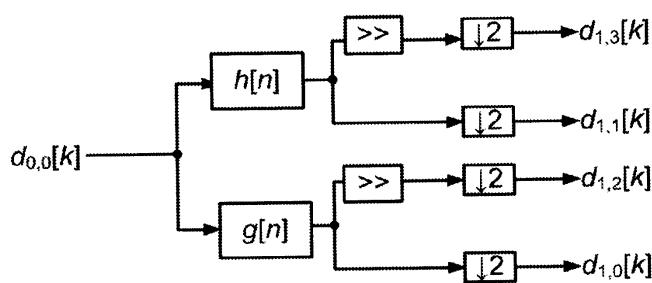
도면4b



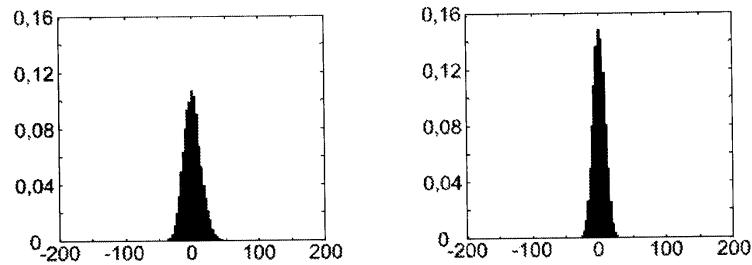
도면5



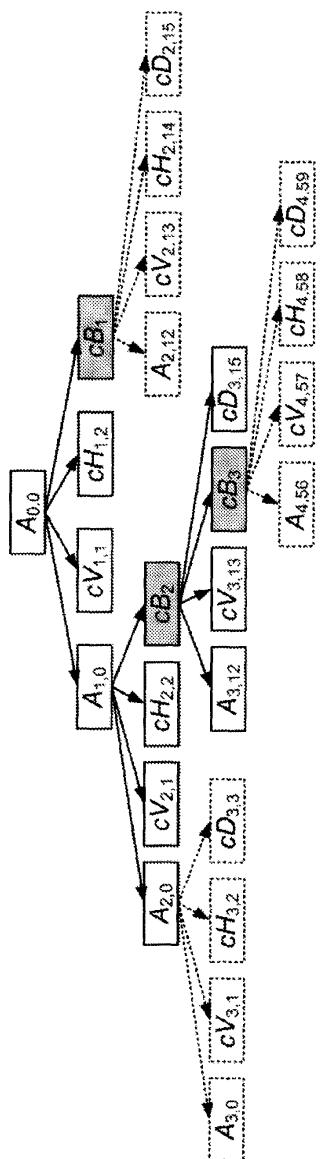
도면6



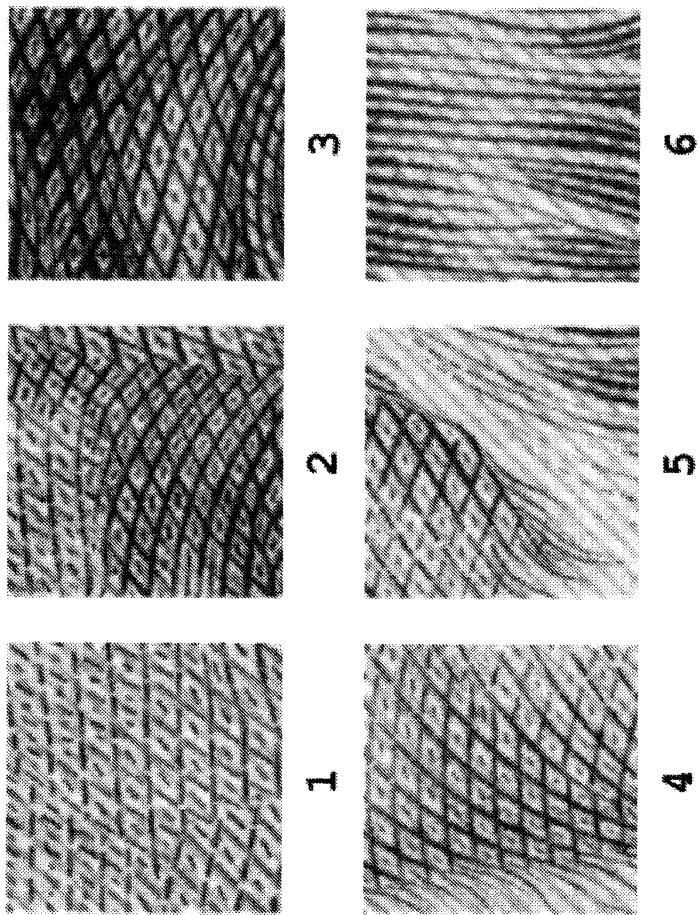
도면7



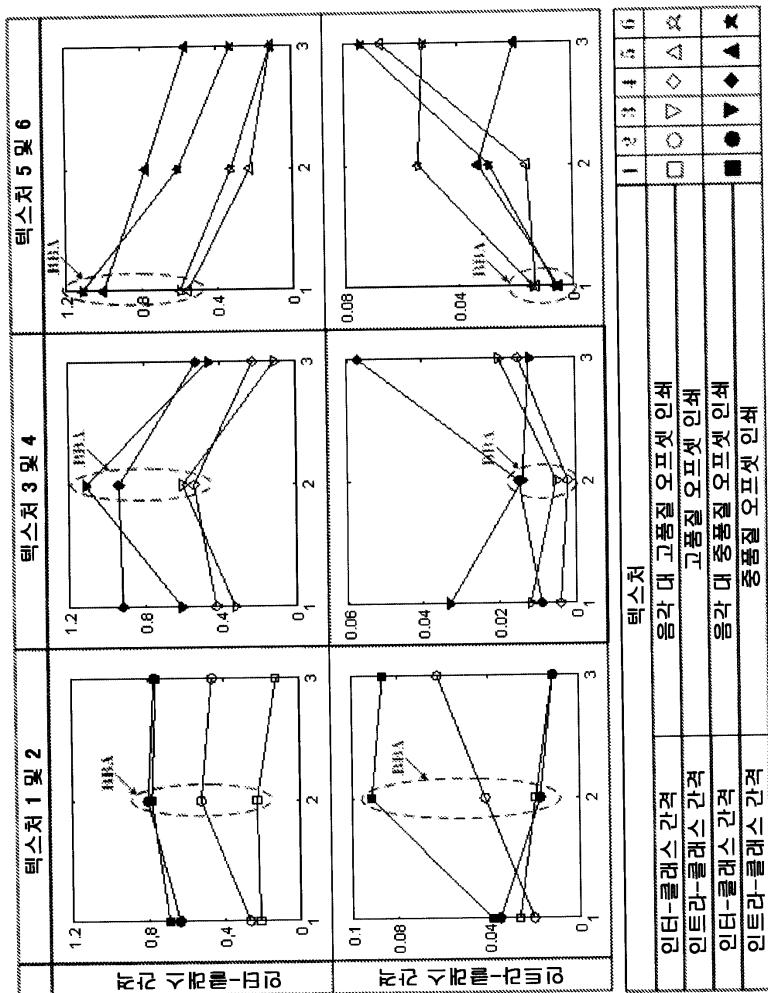
도면8



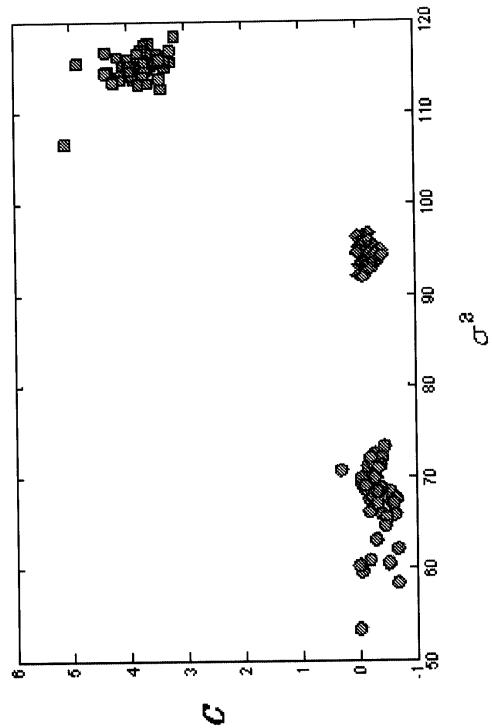
도면9



## 도면10



도면11



도면12

