

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082831

(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G07D 7/181 (2016.01) G07D 11/225 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G07D 7/181 (2017.05)

G07D 11/225 (2019.01)

(21) 출원번호 10-2018-0173804

(22) 출원일자 2018년12월31일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

효성티앤에스 주식회사

서울특별시 강남구 광평로 281 (수서동, 수서빌딩)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

최의선

경기도 부천시 소삼로 47, 105동 2001호 (소사본동, 부천소사역 푸르지오)

이용철

경기도 용인시 수지구 수지로 75, 209동 1002호(상현동, 심곡마을 광고 힐스테이트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

신운철

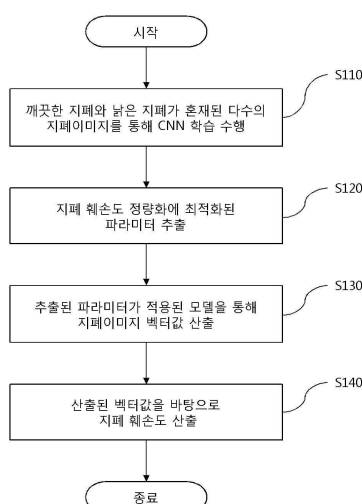
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **얇은 지폐 훼손도 정량화 방법**

(57) 요약

본 발명은 얇은 지폐 훼손도 정량화 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다수의 지폐이미지에 대해 컨볼루셔널 인공신경망(CNN)을 통해 학습을 수행하고, 수행된 학습을 바탕으로 지폐의 훼손도를 정량화하는데 최적화된 파라미터들을 추출하여, 추출된 파라미터들에 근거한 CNN을 통해 지폐의 훼손 정도를 정량화함으로써, 사람이 객관적으로 판단하기 어려운 지폐의 훼손 정도를 객관적인 수치로 제공받을 수 있어, 투입된 지폐 이미지의 훼손 정도를 정량적 수치로 용이하게 파악 가능하며, 지폐훼손 판별의 허용범위를 유동적으로 설정할 수 있어 국가별 및 모델별로 각각 다른 금융자동화기기의 지폐훼손 판별 기준을 효율적으로 설정할 수 있는 얇은 지폐 훼손도 정량화 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김종우

서울특별시 강남구 삼성로51길 37, 102동 202호 (대치동, 래미안 대치 팰리스 1단지)

고한석

서울특별시 용산구 이촌로88길 30, 101동 1402호 (이촌동, 삼성리버스위트아파트)

이강휴

경기도 성남시 분당구 불정로 119, 803동 1501호 (정자동, 정든마을한진8단지아파트)

박정기

대구광역시 수성구 수성로69길 70, 103동 202호 (수성동1가, 수성롯데캐슬더퍼스트1단지)

기분

서울특별시 성북구 인촌로27길 35, 208호 (안암동 5가)

명세서

청구범위

청구항 1

낮은 지폐의 훼손도를 정량화하는 방법에 있어서,

정상지폐와 훼손지폐가 포함된 다수의 지폐이미지에 대해 컨볼루션 신경망(CNN)에 기반한 학습 과정을 통해, 지폐의 훼손도 정량화에 최적화된 파라미터들을 추출하고,

추출된 파라미터들이 적용된 CNN을 통해 투입되는 지폐의 이미지 데이터로부터 지폐 훼손도 정량화를 위한 2차원 벡터를 산출하여,

산출된 2차원 벡터와 지폐 훼손도 정량화를 위해 미리 산출된 기준값과의 비교를 통해 투입된 지폐의 훼손도를 정량적으로 산출하는 것을 특징으로 하는 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 지폐의 훼손도 정량화에 최적화된 파라미터들을 추출하기 위한 CNN을 통한 학습과정에서는,

정상지폐와 훼손지폐가 포함된 다수의 지폐이미지 중에서 랜덤으로 두개의 지폐이미지를 추출하여,

CNN을 통해 산출되는 두 지폐의 출력벡터 간의 거리를 나타내는 손실함수 값이 최소화되도록 학습을 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 CNN을 통해 산출되는 출력벡터는,

투입되는 지폐로부터 얻어지는 $64 \times 64 \times 3$ 의 크기의 이미지데이터를 2차원 벡터로 리사이징하여 산출되는 것을 특징으로 하는 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 손실함수는,

하기의 [수학식 6]을 통해 계산되는 것을 특징으로 하는 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법.

[수학식 6]

$$Loss_{new} = (1 - Y)(1 - X)max(0, Dw - h)^2 + (1 - Y)(X)\{max(0, Dw - 2h)\}^2 + (Y)\frac{1}{2}\{max(0, 2h - Dw)\}^2$$

여기서, $Loss_{new}$ 는 두 벡터로부터 얻어지는 손실함수 값,

Dw는 두 벡터 사이의 거리,

Y는 랜덤으로 추출된 두 지폐이미지의 동일 클래스 여부(둘 다 정상지폐이거나 훼손지폐일 경우 : 0, 아닐 경우

: 1),

X는 같은 클래스의 입력이 들어왔을 때, 정상지폐일 경우 0, 반대로 위조지폐일 경우 1을 가지며,
h는 두 지폐이미지의 Hue값의 평균을 나타냄.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 산출된 2차원 벡터와 미리 산출된 기준값과의 비교를 통해 투입된 지폐의 위조도를 정량적으로 산출함에 있어서는,

하기의 [수학식 7]이 적용되는 것을 특징으로 하는 낡은 지폐 위조도 정량화 방법.

[수학식 7]

$$Score = \frac{v_{proj} - v_{new}}{v_{soil} - v_{new}} * 100$$

여기서, *Score*는 해당 지폐이미지의 지폐 위조도(%)이고,

v_{proj} 는 해당 지폐의 지폐이미지로부터 CNN을 통해 얻어진 2차원 벡터 값이고,

v_{new} 는 미리 산출된 가장 깨끗한 지폐의 2차원 벡터 값이고,

v_{soil} 은 미리 산출된 가장 위조도가 높은 지폐의 2차원 벡터 값.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 정상지폐와 위조지폐가 포함된 다수의 지폐이미지에 대해 컨볼루션 신경망(CNN)에 기반한 학습과정을 수행함에 있어서는,

GAN을 이용하여 위조지폐에 대한 지폐이미지 생성을 통해 데이터 확대를 수행하는 것을 특징으로 하는 낡은 지폐 위조도 정량화 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

위조지폐에 대한 지폐이미지 생성을 통해 데이터 확대를 수행함에 있어서는,

지폐이미지의 모양과 형태적 차이점에 기반하는 형상 차이 정보와 색감 및 질감의 스타일적 차이점에 기반하는 스타일 차이 정보를 조합하여 위조지폐에 대한 지폐이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 낡은 지폐 위조도 정량화 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 형상 차이 정보는,

하기의 [수학식 8]이 적용되는 것을 특징으로 하는 낡은 지폐 위조도 정량화 방법.

[수학식 8]

$$\ell_{feat}^{\phi,j}(\hat{y}, y) = \frac{1}{C_j H_j W_j} \|\phi_j(\hat{y}) - \phi_j(y)\|_2^2$$

여기서, j 는 j 번째 레이어

C , H , W 는 각각 CNN을 통과한 특징맵(feature map)의 개수, 특징맵(feature map)의 세로와 가로 길이를 나타냄.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 스타일 차이 정보는,

하기의 [수학식 9]가 적용되는 것을 특징으로 하는 낚은 지폐 훼손도 정량화 방법.

[수학식 9]

$$G_j^\phi(x)_{c,c'} = \frac{1}{C_j H_j W_j} \sum_{h=1}^{H_j} \sum_{w=1}^{W_j} \phi_j(x)_{h,w,c} \phi_j(x)_{h,w,c'}$$

$$\ell_{style}^{\phi,j}(\hat{y}, y) = \|G_j^\phi(\hat{y}) - G_j^\phi(y)\|_F^2$$

여기서, j 는 j 번째 레이어

C , H , W 는 각각 CNN을 통과한 특징맵(feature map)의 개수, 특징맵(feature map)의 세로와 가로 길이를 나타냄.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 훼손지폐에 대한 지폐이미지 생성은,

하기의 [수학식 10]이 적용되는 것을 특징으로 하는 낚은 지폐 훼손도 정량화 방법.

[수학식 10]

$$\hat{y} = \arg \min_y \lambda_c \ell_{feat}^{\phi,j}(y, y_c) + \lambda_s \ell_{style}^{\phi,J}(y, y_s)$$

여기서, λ_c 와 λ_s 는 각각 형상 차이 정보와, 스타일 차이 정보를 얼마나 반영할지 결정하는 변수.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 낚은 지폐 훼손도 정량화 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다수의 지폐이미지에 대해 컨볼루션 신경망(CNN)을 통해 학습을 수행하고, 수행된 학습을 바탕으로 지폐의 훼손도를 정량화하는데 최적화된 파라미터들을 추출하여, 추출된 파라미터들에 근거한 CNN을 통해 지폐의 훼손 정도를 정량화함으로써, 사람이 객관적으로 판단하기 어려운 지폐의 훼손 정도를 객관적인 수치로 제공받을 수 있어, 투입된 지폐 이미지의 훼손 정도를 정량적 수치로 용이하게 파악 가능하며, 지폐훼손 판별의 허용범위를 유동적으로 설정할 수 있어

국가별 및 모델별로 각각 다른 금융자동화기기의 지폐훼손 판별 기준을 효율적으로 설정할 수 있는 낡은 지폐 훼손도 정량화 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 지폐 식별 장치는 금융자동화기기 등에 장착되어 유입되는 지폐를 식별하는 기기이다. 통상적인 지폐 식별 장치는 투입구로 사용자가 지폐를 밀어 넣으면, 롤러에 의해 지폐를 내부로 유입시키고, 유입된 지폐를 센서에 의해 감지하여 지폐권종 및 진위여부를 판별하도록 되어 있다. 또한, 지폐가 훼손되어 인식할 수 없거나, 지폐가 아닌 종이를 삽입할 경우에는 롤러가 역회전하여 지폐를 반환한다.
- [0003] 종래의 지폐 식별 장치에는 고객으로부터 투입되는 지폐의 권종, 진위 및/또는 지폐의 손상 여부 등을 감별하기 위한 감별부가 구비되며, 이러한 감별부에서의 감별 결과에 따라 투입된 지폐를 식별 및 분류하여 저장하게 된다. 통상의 감별부는, 고객이 투입한 지폐가 손상이 심하거나 낡은 경우, 이러한 지폐가 다시 환류되지 않도록 리젝트박스에 분리하여 보관한다.
- [0004] 한국공개특허공보 제2016-0077671호에는 투입된 지폐를 인식하여 권종, 위폐여부 및 훼손 여부 등을 파악하고, 인식결과에 따라 배출부에 구비된 하나 또는 둘 이상의 적재 포켓들에 분리되어 배출되는 기술이 제안되어 있다. 상기 한국공개특허공보 제2016-0077671호에 기재된 바와 같이, 종래에는 투입된 지폐에 초음파 센서를 통해 지폐에 테이프가 부착되어 있는 등의 훼손 여부와, 컨택 이미지 센서를 이용하여 찢어지거나 구멍난 지폐를 검출하거나, 자외선 센서를 통해 물에 빠진 지폐를 검출하거나, 적외선 센서를 이용해 낙서가 되어 있는 지폐를 검출하는 방식으로 훼손지폐를 식별하였다.
- [0005] 하지만, 지폐가 손상되거나 훼손되지 않았더라도, 오랜시간 사용됨에 따라 지폐에 인쇄된 원색의 잉크가 퇴색 및 농도가 떨어지거나 오염된 지폐 역시 고객에게 다시 출금되지 않도록 분리하여 보관할 필요가 있으나, 지폐의 낡은 정도를 효과적으로 정확하게 파악할 수 있는 기술 및 방법이 없어 심하게 낡은 지폐의 경우 위폐 또는 의심권으로 판별되거나 또는 환류가 중지되어야 할 정도의 낡은 지폐도 정상지폐로 처리되어 환류되는 문제점이 있었다.
- [0006] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 한국등록특허 제1,830,769호에는 금융자동화기기에 투입된 지폐의 이미지를 획득하고, 획득된 지폐 이미지의 각 픽셀들을 영상의 밝기 분포에 따라 밝은 영역과 어두운 영역으로 나눈 후, 두 영역의 밝기 평균의 차이값을 산출하여 미리 설정된 기준값과 비교를 통해 환류 중지를 위한 지폐의 낡음 유무를 판단하는 기술이 개시되었다.
- [0007] 그러나, 상기 한국등록특허 제1,830,769호는 단순히 지폐의 밝기값만을 이용하여 지폐의 낡음 정도를 판단함에 따라, 지폐의 훼손도를 더욱 효과적으로 판단할 수 있는 다른 조건들의 적용이 어려웠으며, 사전에 설정된 기준값과의 비교를 통해 환류 중지를 위한 지폐 낡음의 유무만을 판별할 수 있음에 따라, 해당 지폐가 어느 정도 훼손되었는지 판단할 수 있는 정량적 수치를 산출하기 어려웠다.
- [0008] 또한, 지폐 낡음 유무를 판단하기 위한 기준값 설정에 있어서도, 지폐의 종류, 국가별 및 금융자동화기기 모델별로 각기 다른 기준값이 적용되어야 하나, 이와 같이 각기 다른 기준값을 적용하기 위해서는 지폐의 훼손도를 정량적으로 산출할 수 있는 방법이 필요하며, 이를 위한 다양한 훼손 지폐 이미지 데이터베이스 확보가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 1. 한국공개특허 제2016-0077671호(공개일 : 2016. 7. 4) "지폐 처리 장치 및 그의 동작 제어 방법"
- (특허문헌 0002) 2. 한국등록특허 제1,830,769호(등록일 : 2018. 2. 13) "낡은 지폐 식별 방법 및 그 방법이 적용된 금융자동화기기"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기한 종래 기술에 따른 문제점을 해결하기 위한 것이다. 즉, 본 발명의 목적은, 다수의 지폐이미지에 대해 컨볼루션 신경망(CNN)을 통해 학습을 수행하고, 수행된 학습을 바탕으로 지폐의 훼손도를 정량화하는데 최적화된 파라미터들을 추출하여, 추출된 파라미터들에 근거한 CNN을 통해 지폐의 훼손 정도를 정량화함으로써, 사람이 객관적으로 판단하기 어려운 지폐의 훼손 정도를 객관적인 수치로 제공받을 수 있어, 투입된 지폐 이미지의 훼손 정도를 정량적 수치로 용이하게 파악 가능하며, 지폐훼손 판별의 허용범위를 유동적으로 설정할 수 있어 국가별 및 모델별로 각각 다른 금융자동화기기의 지폐훼손 판별 기준을 효율적으로 설정할 수 있는 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기의 목적을 달성하기 위한 기술적 사상으로서 본 발명은, 정상지폐와 훼손지폐가 포함된 다수의 지폐이미지에 대해 컨볼루션 신경망(CNN)에 기반한 학습 과정을 통해, 지폐의 훼손도 정량화에 최적화된 파라미터들을 추출하고, 추출된 파라미터들이 적용된 CNN을 통해 투입되는 지폐의 이미지 데이터로부터 지폐 훼손도 정량화를 위한 2차원 벡터를 산출하여, 산출된 2차원 벡터와 지폐 훼손도 정량화를 위해 미리 산출된 기준값과의 비교를 통해 투입된 지폐의 훼손도를 정량적으로 산출하는 것을 특징으로 하는 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법은, 사람이 객관적으로 판단하기 어려운 지폐의 훼손 정도를 객관적인 수치로 제공받을 수 있어, 투입된 지폐 이미지의 훼손 정도를 정량적 수치로 용이하게 파악 가능하며, 지폐훼손의 판별을 위한 기준범위를 유동적으로 설정할 수 있어, 지폐 종류별, 국가별로 각각 다른 금융자동화기기의 지폐훼손 판별 기준을 효율적으로 설정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법을 순차적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다.

[0015] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0016] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면에 의거하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 낮은 지폐 훼손도 정량화 방법을 순차적으로 도시한 도면이다.

[0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명은 먼저 깨끗한 지폐(정상지폐) 및 낮은 지폐(훼손지폐)를 포함하는 다양한 지폐이미지를 컨볼루션 신경망 구조(Convolutional Neural Network, 이하 CNN)를 통해 학습하여(S110), 수행된 학습을 바탕으로 지폐의 훼손도를 정량화하는데 최적화된 파라미터들을 추출한다(S120).

- [0021] 딥러닝(Deep Learning)기술은, 컴퓨터가 사람처럼 생각하고 배울수 있도록 하는 인공지능(AI) 기술로서, 인공신경망 이론을 기반으로 복잡한 비선형 문제를 기계가 스스로 학습해결 할 수 있도록 한다. 인공신경망(Neural network)은 각 레이어(layer)의 노드들이 각각의 중점(weight)을 가지고 서로 연결되어 있으며, 이러한 레이어들이 적층되어 쌓아집으로써 이미지 분류와 같은 고차원의 비선형 문제를 해결할 수 있게 된다.
- [0022] 인공신경망을 통해 산출된 결과값 또는 예측값은 정답 레이블과 비교되어 손실함수(cost function 또는 loss function)로 산출되며, 인공신경망은 이러한 예측값과 정답의 차이, 즉, 손실함수를 줄이는 방향으로 학습을 진행한다. 이를 위해서는 역전파와 신경망(back propagation)이 사용되는데, 역전파는 연쇄법칙(chain rule)을 이용해 경사하강(gradient decent)을 수행하는 것으로, 마지막 레이어인 손실함수층(loss function layer)으로부터 입력층까지 역으로 거슬러 올라가면서 가중치(기울기)와 편향(bias)을 계산하고 업데이트 한다. 이러한 학습 과정을 통해 인공신경망은 손실함수(loss function)가 최소값을 갖도록 하는 특징(parameter)들을 추출할 수 있게 되며, 해당 각 레이어들의 특징(parameter)들은 학습과정을 거치면서 인식이나 분류 등에 적합하도록 학습된 학습정보를 갖게 된다.
- [0023] 본 발명에서는 이러한 인공신경망 알고리즘 중에서 컨볼루션 신경망(Convolutional Neural Network, 이하 CNN)을 이용하여 정상지폐와 위조지폐에 대한 학습을 수행한다. 즉, 정상지폐 및 위조지폐가 포함된 다수의 지폐이미지들 중에서 랜덤으로 두개의 지폐이미지 데이터를 하나의 CNN에 입력한 후, 산출되는 출력벡터 간의 거리를 통해 손실함수(loss function)가 최소화되는 방향으로 학습을 수행하며, 수행된 학습을 통해 손실함수를 최소화시키는 다양한 파라미터들을 추출한다.
- [0024] 이를 위해, 본 발명에서는 적외선 센서, 컨택 이미지 센서 등 다양한 센서를 통해 지폐이미지를 획득하고, 획득된 지폐이미지를 미리 설정된 크기로 리사이징시킨 후 CNN에 입력시킨다. 본 발명의 실시예에서는 지폐이미지의 RGB값을 이용하여, $64 \times 64 \times 3$ 의 크기로 리사이징하여 CNN에 입력하였다. 또한, 본 발명의 실시예에서는 CNN을 총 7개의 레이어로 구성하였으며, 이러한 7개의 레이어는 6개의 Convolution-BatchNorm-ReLU층으로 이루어져 있으며, 마지막층에는 max pooling을 통해 크기를 2배씩 줄이도록 구성하였다.
- [0025] 또한, 각 층의 컨볼루션 필터의 개수는 처음에는 32개를 가지고 각 층마다 2배씩 늘어나 마지막 레이어에서는 512개의 컨볼루션 필터를 가지도록 구성하였으며, 컨볼루션 필터의 크기는 처음에는 9×9 에서 가로와 세로 각각 2씩 점점 작아져 마지막 두개의 층에선 1×1 컨볼루션 연산을 수행하도록 구성하였다.
- [0026] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 $64 \times 64 \times 3$ 의 지폐이미지는 CNN을 거치면서 2차원의 벡터로 바뀌고, 입력된 두개의 이미지를 통한 두 벡터 사이의 거리가 손실함수(loss function)에 반영되어, 손실함수(loss function)가 최소화 되는 방향으로 학습을 수행함으로써, 손실함수를 최소화시키는 다양한 파라미터들을 추출할 수 있게 된다.
- [0028] 이때, CNN과 같은 학습을 통해 학습정보의 정확도를 높이기 위해서는 다양한 조건을 갖는 지폐이미지가 구축되어 있어야 한다. 본 발명에서는 GAN(generative adversarial networks)을 이용하여 황변, 낙서, 얼룩 등 다양한 위조 정보가 조합된 지폐이미지의 생성을 통해 데이터 확대를 수행한다.
- [0029] GAN은 딥러닝 알고리즘의 한 종류로 두개의 네트워크인 생성기(Generator)와 판별기(Discriminator)로 구성된다. 생성기는 랜덤 노이즈 벡터(random noise vector)를 입력으로 받아 진짜와 유사한 가짜 이미지를 생성하며, 판별기는 실제 데이터와 생성기가 만들어낸 가짜 이미지를 구분하는 역할을 한다. 학습 초기에는 생성기가 노이즈에 가까운 이미지를 만들어내기 때문에 판별기가 쉽게 구분할 수 있지만, 학습이 점점 진행될 수록 생성기는 실제와 비슷한 이미지를 만들어내고, 결국 판별기가 실제 이미지와 가짜 이미지를 구별해 낼 확률은 1/2로 수렴하게 된다. 따라서 학습이 모두 끝난 후에 생성기에 랜덤 노이즈를 입력으로 주면 실제 데이터와 구분하기 힘든 유사 이미지(fake image)를 얻을 수 있다.
- [0030] 본 발명에서는 수정된 GAN(modified generative adversarial networks)을 이용하여, 지폐 이미지의 모양과 형태적 차이점에 기반하는 형상 차이 정보(content loss)와 색감, 질감 등의 스타일적 차이점에 기반하는 스타일 차이 정보(style loss)의 조합을 통해 다양한 지폐 이미지들을 생성한다. 이를 위해, 본 발명에서는 정상지폐와 위조지폐로 이루어진 다수 지폐이미지들을 CNN을 통해 학습시켜 형상 차이 정보를 추출하며, 위조지폐로만 이루어진 지폐이미지들을 CNN을 통해 학습시켜 스타일 차이 정보를 추출한다.
- [0031] 이에 따라, 정상지폐 및 위조지폐들과 유사한 형상정보를 가지면서, 색감, 질감 등의 스타일이 변경된 새로운

지페이미지를 생성할 수 있게 된다. 이러한, 형상 차이 정보는 하기의 [수학식 1]로 획득되며, 스타일 차이 정보는 하기의 [수학식 2]로 획득된다.

수학식 1

$$\ell_{feat}^{\phi,j}(\hat{y}, y) = \frac{1}{C_j H_j W_j} \|\phi_j(\hat{y}) - \phi_j(y)\|_2^2$$

수학식 2

$$G_j^\phi(x)_{c,c'} = \frac{1}{C_j H_j W_j} \sum_{h=1}^{H_j} \sum_{w=1}^{W_j} \phi_j(x)_{h,w,c} \phi_j(x)_{h,w,c'}$$

$$\ell_{style}^{\phi,j}(\hat{y}, y) = \|G_j^\phi(\hat{y}) - G_j^\phi(y)\|_F^2$$

상기 [수학식 1] 및 [수학식 2]에서 j는 j번째 레이어를 나타내고, C, H, W는 각각 CNN을 통해 얻어지는 특징맵(feature map)의 개수, 특징맵(feature map)의 세로와 가로 길이를 나타낸다.

이와 같이, 획득된 형상 차이 정보와 스타일 차이 정보를 이용하여 훼손 지페이미지를 생성하기 위한 수학식은 하기의 [수학식 3]과 같다. 여기서, λ_c 와 λ_s 는 각각 형상 차이 정보와, 스타일 차이 정보를 얼마나 반영할 지 결정하는 변수이다.

수학식 3

$$\hat{y} = \arg \min_y \lambda_c \ell_{feat}^{\phi,j}(y, y_c) + \lambda_s \ell_{style}^{\phi,J}(y, y_s)$$

앞서 상술한 바와 같이 정상지페와 훼손지페를 포함하는 다양한 지페이미지를 CNN을 통해 학습시키면, $64 \times 64 \times 3$ 의 지페이미지는 CNN을 거치면서 2차원의 벡터로 바뀌게 된다. 이와 같이, CNN을 통해 얻어지는 벡터들의 값을 X축으로 하여 프로젝션(projection)하면, 가장 깨끗한 지페와 가장 훼손된 지페 사이에 CNN을 거쳐 얻어진 벡터들이 위치하게 되는데, 일반적으로 같은 클래스로 뭉치도록 다른 클래스는 떨어지는 방향으로 학습되기 때문에, 학습이 모두 끝난 뒤에는 클래스별로 유사한(같은 클래스) 이미지들끼리 서로 가깝게 매핑된다.

이에 따라, 정상지페들은 정상지페끼리 매우 밀접하게 밀집하게 되고, 훼손지페들 역시 훼손지페들끼리 매우 밀접하게 밀집함으로써, 정상지페 클래스와 훼손지페 클래스 사이가 멀어져, 지페의 훼손도를 순차적으로 정량화된 결과로 도출하기 어렵다.

이를 위해, 본 발명에서는 CNN 학습을 통해 지페의 훼손도가 고르게 분포될 수 있도록 최적화된 파라미터를 추출할 수 있는 방법을 도출하였다. 즉, 정상지페 및 훼손지페가 포함된 다수의 지페이미지들 중에서 랜덤으로 두 개의 지페이미지 데이터를 하나의 CNN에 입력한 후, 산출되는 출력벡터 간의 거리를 하기의 [수학식 4]의 손실함수에 반영하여 학습한다. 이때, 학습은 하기의 [수학식 4]의 손실함수가 최소화 되는 방향으로 학습을 수행한다.

수학식 4

$$Loss_{new} = (1 - Y)(1 - X)max(0, Dw - h)^2 + (1 - Y)(X)\{max(0, Dw - 2h)\}^2 + (Y)\frac{1}{2}\{max(0, 2h - Dw)\}^2$$

[0044]

[0045]

여기서, $Loss_{new}$ 는 두 벡터로부터 얻어지는 손실함수 값,

[0046]

Dw는 두 벡터 사이의 거리,

[0047]

Y는 랜덤으로 추출된 두 지폐이미지의 동일 클래스 여부(둘 다 정상지폐이거나 훼손지폐일 경우 : 0, 아닐 경우 : 1),

[0048]

X는 같은 클래스의 입력이 들어왔을 때, 정상지폐일 경우 0, 반대로 훼손지폐일 경우 1을 가지며,

[0049]

h는 두 지폐이미지의 Hue값의 평균을 나타낸다.

[0051]

이와 같은 학습을 통해, CNN을 통해 얻어지는 벡터들의 값을 X축으로 하여 프로젝션(projection)하면(S130), 가장 깨끗한 지폐와 가장 훼손된 지폐 사이에 CNN을 통과한 벡터들이 고르게 분포되며, 이와 같이 획득된 지폐들의 훼손도 정량화를 기반으로, 새로 투입되는 지폐의 정량적인 훼손도를 산출할 수 있게 된다(S140).

[0052]

즉, 새로 투입된 지폐이미지 데이터를 상기와 같은 학습을 통해 얻어진 파라미터들이 반영된 CNN을 통과시키면, 그 결과로 얻어지는 2차원의 벡터들은 지폐의 훼손 정도에 따라 깨끗한 지폐와 훼손도가 높은 지폐가 상대적으로 고른 분포를 형성하며 분산되게 되고, 이에 따라 각각의 개별 지폐의 훼손 정도를 효과적으로 정량화하여 구별할 수 있게 된다.

[0053]

이어서, 이렇게 얻어지는 각각의 개별 지폐에 대한 지폐의 훼손도는 하기의 [수학식 5]를 통해 산출될 수 있다.

수학식 5

$$Score = \frac{v_{proj} - v_{new}}{v_{soil} - v_{new}} * 100$$

[0054]

[0055]

여기서, $Score$ 는 해당 지폐의 지폐 훼손도(%)이고,

[0056]

v_{proj} 는 해당 지폐의 지폐이미지로부터 CNN을 통해 얻어진 2차원 벡터 값이고,

[0057]

v_{new} 는 기존의 학습과정에서의 가장 깨끗한 지폐이미지의 벡터 값,

[0058]

v_{soil} 은 기존의 학습과정에서의 가장 훼손이 심한 지폐이미지의 벡터 값이다.

[0060]

이와 같은 방법을 통해, 본 발명에서는 감별을 위해 투입되는 지폐에 대한 지폐 훼손 정도의 정량적 수치화를 통해 금융자동화기기의 지폐 투입 거부 임계점을 유동적으로 설정할 수 있게 된다. 즉, 금융자동화기를 사용하는 지역적 문화적 차이에 맞춰서 지폐의 거부 여부를 결정할 수 있게 된다. 예를 들어, 상대적으로 통용되는 지폐의 훼손도가 심한 루피를 사용하는 인도의 경우, 금융자동화기기의 임계점을 높게 설정하여 훼손 정도가 상대적으로 조금 심하더라도 지폐 투입이 승인되도록 설정할 수 있으며, 상대적으로 통용되는 지폐의 훼손도가 덜한 유로의 경우, 금융자동화기기의 임계점을 낮게 설정할 수 있다.

[0061]

또한, 지폐의 훼손도에 따라 금융자동화기기 내에서 비슷한 훼손도끼리 분류가 가능해지며, 다양한 훼손지폐 이미지에 대한 데이터베이스를 확보할 수 있게 된다.

[0063] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백하다 할 것이다.

도면

도면1

