



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월30일
(11) 등록번호 10-2538080
(24) 등록일자 2023년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 18/00 (2023.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06T 5/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06V 40/18 (2022.01)
G06N 20/00 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2021-0068263
(22) 출원일자 2021년05월27일
심사청구일자 2021년05월27일
(65) 공개번호 10-2022-0160272
(43) 공개일자 2022년12월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020190028749 A
KR1020200004939 A

(73) 특허권자
주식회사 에이제이투
경기도 성남시 분당구 대왕판교로 670, 에이동
206호(삼평동, 유스페이스2)
(72) 발명자
김유정
경기도 안산시 단원구 와동공원로2길 22, 3층 40
1호 (와동)
정길수
경기도 안산시 단원구 와동공원로2길 22, 3층 40
1호 (와동)
(74) 대리인
(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

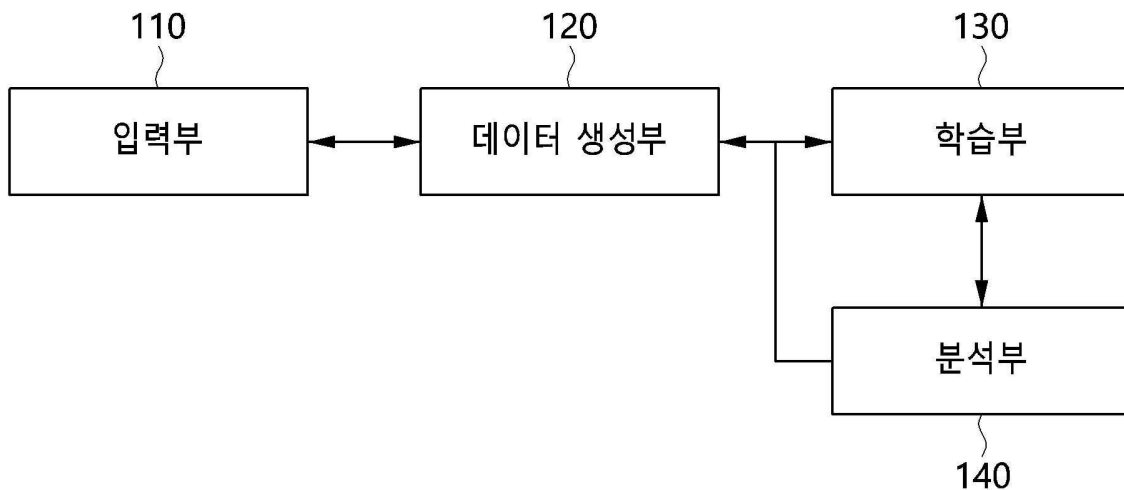
심사관 : 황승희

(54) 발명의 명칭 **홍채 이미지 학습 장치 및 방법**

(57) 요약

홍채 이미지 학습 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 장치는 대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받는 입력부; 상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 샘플링하여 시계열 데이터를 생성하는 데이터 생성부 및 상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습하는 학습부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 5/001 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받는 입력부;

상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 기설정된 단위 마다 추출하여 시계열 데이터를 생성하는 데이터 생성부; 및

상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습하는 학습부

를 포함하고,

상기 시계열 데이터는

상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 기설정된 단위 마다 추출된 밝기 크기의 값들을 포함하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 데이터 생성부는

상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 밝기 크기의 변화가 기설정된 값 이상 발생하는 지점을 특징점으로 설정하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 데이터 생성부는

FFT(FAST FOURIER TRANSFORM) 알고리즘을 이용하여 상기 특징점에서의 밝기 크기의 변화로부터 주파수 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 데이터 생성부는

상기 시계열 데이터와 상기 주파수 데이터를 비교하여 상기 밝기 크기의 오차를 보정하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 학습부는

리커런스 플롯(RECURRENCE PLOT) 기법을 이용하여 상기 시계열 데이터를 상기 특징 이미지로 변환하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 특징 이미지는

시계열 데이터에서 홍채 구간의 밝기 크기 만을 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 복수개의 가상 직선들의 개수는

사전에 $360/N$ 개로 설정되고(N 은 2 이상의 정수), 상기 복수개의 가상 직선들 사이의 각도는 N 도로 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 장치.

청구항 8

홍채 이미지 학습 장치의 홍채 이미지 학습 방법에 있어서,

대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받는 단계;

상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 기설정된 단위 마다 추출하여 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습하는 단계

를 포함하고,

상기 시계열 데이터는

상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 기설정된 단위 마다 추출된 밝기 크기의 값들을 포함하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 시계열 데이터를 생성하는 단계는

상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 밝기 크기의 변화가 기설정된 값 이상 발생하는 지점을 특징점으로 설정하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 시계열 데이터를 생성하는 단계는

FFT(FAST FOURIER TRANSFORM) 알고리즘을 이용하여 상기 특징점에서의 밝기 크기의 변화로부터 주파수 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 시계열 데이터를 생성하는 단계는

상기 시계열 데이터와 상기 주파수 데이터를 비교하여 상기 밝기 크기의 오차를 보정하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 학습하는 단계는

리커런스 플롯(RECURRENCE PLOT) 기법을 이용하여 상기 시계열 데이터를 상기 특징 이미지로 변환하는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 특징 이미지는

시계열 데이터에서 홍채 구간의 밝기 크기 만을 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

청구항 14

청구항 8에 있어서,

상기 복수개의 가상 직선들의 개수는

사전에 $360/N$ 개로 설정되고(N 은 2 이상의 정수), 상기 복수개의 가상 직선들 사이의 각도는 N 도로 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 홍채 이미지 학습 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 홍채 인식 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 머신 러닝을 이용한 홍채 인식 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 COVID-19로 인해 사람들은 점점 개인 건강에 관심이 늘고 있다.

[0003] 스마트워치의 경우, 개인 건강 체크할 수 있는 건강관리 어플리케이션을 제공하고 있다. 스마트워치의 건강관리 어플리케이션은 심전도, 혈당관리, 운동관리 등 다양한 진단 기능을 제공하고 있고, 이러한 진단 결과는 원격진료 자료로 사용되고 있으며, 개인건강기록 (PHR: Personal Health Record) 시장으로까지 확대되고 있다.

[0004] 또한, COVID-19로 지문 인식은 퇴출당하고 있고, 얼굴인식은 마스크 착용에 대한 기술적 한계로 시장은 새로운 생체인식 기술로 홍채 인식 기술이 주목 받고 있다.

[0005] 그러나, 스마트워치(스마트폰 Wearable Smart IoT 디바이스 등)와 같은 경량의 디바이스에 홍채 인식 알고리즘을 적용시키기 어렵다는 단점이 있다.

[0006] 예를 들어, 종래 범용 홍채인식 알고리즘(Neurotechnology 사 VeriEye 알고리즘)은 8,000-copy 일시불 구매 시 €16이고 1-copy 구매 시 €76로 경량 디바이스에 적용시키기 위해서는 너무 큰 비용이 필요하다는 단점이 있다.

[0007] 따라서, 스마트워치(스마트폰 Wearable Smart IoT 디바이스 등)와 같은 경량의 디바이스에서 간편하게 사용할 수 있는 경량화 된 홍채 인식 알고리즘 개발이 필수적이다.

[0008] 한편, 한국등록특허 제 10-1969766 호 “홍채인식 장치 및 방법” 는 홍채 이미지를 획득하는 이미지 센서의 오차 개선과 최적화에 관하여 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 경량화된 디바이스에서 사용할 수 있는 머신 러닝 기반의 홍채 인식 알고리즘을 개발할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 홍채 이미지의 정보를 손실하지 않으면서 홍채 인식의 정확도를 향상시킬 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 홍채 이미지 학습 장치는 대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받는 입력부; 상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 샘플링하여 시계열 데이터를 생성하는 데이터 생성부 및 상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습하는 학습부를 포함한다.

[0012] 이 때, 상기 데이터 생성부는 상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 밝기 크기의 변화가 기설정된 값 이상 발

생하는 지점을 특징점으로 설정할 수 있다.

- [0013] 이 때, 상기 데이터 생성부는 FFT(FAST FOURIER TRANSFORM) 알고리즘을 이용하여 상기 특징점에서의 밝기 크기의 변화로부터 주파수 데이터를 생성할 수 있다.
- [0014] 이 때, 상기 데이터 생성부는 상기 시계열 데이터와 상기 주파수 데이터를 비교하여 상기 밝기 크기의 오차를 보정할 수 있다.
- [0015] 이 때, 상기 학습부는 리커런스 플롯(RECURRENCE PLOT) 기법을 이용하여 상기 시계열 데이터를 상기 특징 이미지로 변환할 수 있다.
- [0016] 이 때, 상기 특징 이미지는 상기 시계열 데이터에서 홍채 구간의 밝기 크기 만을 이용하여 생성될 수 있다.
- [0017] 이 때, 상기 복수개의 가상 직선들의 개수는 사전에 $360/N$ 개로 설정되고(N 은 2 이상의 정수), 상기 복수개의 가상 직선들 사이의 각도는 N 도로 동일하게 설정될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 방법은 홍채 이미지 학습 장치의 홍채 이미지 학습 방법에 있어서, 대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받는 단계; 상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 샘플링하여 시계열 데이터를 생성하는 단계 및 상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습하는 단계를 포함한다.
- [0019] 이 때, 상기 시계열 데이터를 생성하는 단계는 상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 밝기 크기의 변화가 기 설정된 값 이상 발생하는 지점을 특징점으로 설정할 수 있다.
- [0020] 이 때, 상기 시계열 데이터를 생성하는 단계는 FFT(FAST FOURIER TRANSFORM) 알고리즘을 이용하여 상기 특징점에서의 밝기 크기의 변화로부터 주파수 데이터를 생성할 수 있다.
- [0021] 이 때, 상기 시계열 데이터를 생성하는 단계는 상기 시계열 데이터와 상기 주파수 데이터를 비교하여 상기 밝기 크기의 오차를 보정할 수 있다.
- [0022] 이 때, 상기 학습하는 단계는 리커런스 플롯(RECURRENCE PLOT) 기법을 이용하여 상기 시계열 데이터를 상기 특징 이미지로 변환할 수 있다.
- [0023] 이 때, 상기 특징 이미지는 시계열 데이터에서 홍채 구간의 밝기 크기 만을 이용하여 생성될 수 있다.
- [0024] 상기 복수개의 가상 직선들의 개수는 사전에 $360/N$ 개로 설정되고(N 은 2 이상의 정수), 상기 복수개의 가상 직선들 사이의 각도는 N 도로 동일하게 설정될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명은 경량화된 디바이스에서 사용할 수 있는 머신 러닝 기반의 홍채 인식 알고리즘을 개발할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 홍채 이미지의 정보를 손실하지 않으면서 홍채 인식의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 장치를 나타낸 블록도이다.
- 도 2 및 도3은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지의 밝기 크기를 검출하는 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터의 FFT 알고리즘 적용 결과 나타낸 그래프이다.
- 도 6 내지 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터의 특징 이미지 변환 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터를 2차원 공간 궤적으로 변환한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 도 12에서 도시된 2차원 공간 궤적으로부터 특징 이미지를 생성한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 14 내지 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 리커런스 플롯 기법을 이용하여 시계열 데이터를 특징 이미지로 변환한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터의 홍채 구간의 밝기 크기로부터 특징 이미지를 생성하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 딥러닝 구조를 나타낸 도면이다.

도 24 및 도 25는 도 23의 딥러닝 구조를 이용하여 생성된 특징 맵을 나타낸 도면이다.

도 26은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 방법을 나타낸 동작흐름도이다.

도 27은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습을 통한 홍채 이미지 인식 방법을 나타낸 동작흐름도이다.

도 28은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 반복되는 설명, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능, 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 본 발명의 실시형태는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0029] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0030] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 장치는 입력부(110), 데이터 생성부(120), 학습부(130) 및 분석부(140)를 포함한다.
- [0033] 입력부(110)는 대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받을 수 있다.
- [0034] 이 때, 상기 복수개의 가상 직선들의 개수는 사전에 $360/N$ 개로 설정되고(N 은 2 이상의 정수), 상기 복수개의 가상 직선들 사이의 각도는 N 도로 동일하게 설정될 수 있다.
- [0035] 데이터 생성부(120)는 상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어 나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 샘플링하여 시계열 데이터를 생성할 수 있다.
- [0036] 이 때, 데이터 생성부(120)는 상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 밝기 크기의 변화가 기설정된 값 이상 발생하는 지점을 특징점으로 설정할 수 있다.
- [0037] 이 때, 데이터 생성부(120)는 FFT(FAST FOURIER TRANSFORM) 알고리즘을 이용하여 상기 특징점에서의 밝기 크기의 변화로부터 주파수 데이터를 생성할 수 있다.
- [0038] 이 때, 데이터 생성부(120)는 상기 시계열 데이터와 상기 주파수 데이터를 비교하여 상기 밝기 크기의 오차를 보정할 수 있다.
- [0039] 이 때, 데이터 생성부(120)는 AF 5MP 카메라 모듈과 고효율 IR-LED을 이용하여 외부조명에 둔감한 선명한 홍채 이미지를 입력받으면, 보다 정확하게 방사형 변곡점의 특징을 feature와 hypothesis 인자로 결합시켜 밝기 크기의 오차를 보정할 수 있다.
- [0040] 학습부(130)는 상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습할 수 있다.
- [0041] 이 때, 학습부(130)는 리커런스 플롯(RECURRENCE PLOT) 기법을 이용하여 상기 시계열 데이터를 상기 특징 이미지로 변환할 수 있다.
- [0042] 이 때, 상기 특징 이미지는 상기 시계열 데이터에서 홍채 구간의 밝기 크기 만을 이용하여 생성될 수 있다.
- [0043] 이 때, 학습부(130)는 상기 특징 이미지를 학습하여 홍채 인식용 딥러닝 모델을 생성할 수 있다.
- [0044] 이 때, 학습부(130)는 머신 러닝 기반의 VGG16 모델을 이용하여 전처리 프로세서를 개발하여 선명하고 정확한 홍채이미지를 capture한 후 여러 가지 딥러닝 기법을 검토한 후에 최종적으로 딥러닝 모델을 생성할 수도 있다.
- [0045] 이 때, 학습부(130)는 상기 특징 이미지를 학습하여 홍채 인식용 딥러닝 모델을 학습 및 갱신시킬 수 있다.
- [0046] 이 때, 학습부(130)는 상기 특징 이미지에 대한 대상자의 사용자 정보를 함께 학습할 수 있다.

[0047] 분석부(140)는 홍채 인식을 위해 입력된 인식용 홍채 이미지로부터 생성된 특징 이미지와 학습부(130)에서 생성된 홍채 인식용 딥러닝 모델을 이용하여 인식용 홍채 이미지의 대상을 인식하고 사용자 정보를 획득할 수 있다.

[0048] 이 때, 분석부(140)는 인식용 홍채 이미지로부터 생성된 시계열 데이터로부터 커널필터(3x3)의 feature map들을 정의하면 각 방사형 위의 가상 직선상의 변곡점을 찾을 수 있다.

[0049] 도 2 및 도3은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지의 밝기 크기를 검출하는 과정을 나타낸 도면이다.

[0050] 도 2를 참조하면, 홍채 이미지로부터 방사형으로 가상 직선들을 설정하고, 가상 직선들 상의 밝기 크기의 변화가 기설정된 값 이상인 지점인 변곡점을 특징점으로 추출하는 것을 알 수 있다.

[0051] 도 3을 참조하면, 동공의 중심부터 바깥쪽으로의 가상 직선상의 밝기 크기를 시계열 데이터로 나타낸 것을 알 수 있다.

[0052] 이 때, 밝기 크기가 변화하는 지점을 시계열 분석 기법을 통해 추출하고, 추출된 지점을 특징점으로 설정하는 것을 알 수 있다.

[0053] 이 때, 각각의 직선상의 위치에 대해서 나타난 변곡점을 신호로 해석하여 수학적 1의 FFT 모델링을 적용할 수 있다.

[0054] [수학식 1]

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^{N-1} a_n e^{-2\pi ink/N} &= \sum_{n=0}^{N/2-1} a_{2n} e^{-2\pi i(2n)k/N} \\ &+ \sum_{n=0}^{N/2-1} a_{2n+1} e^{-2\pi i(2n+1)k/N} \\ &= \sum_{n=0}^{N/2-1} a_n^{even} e^{-2\pi ink/(N/2)} \\ &+ e^{-2\pi ink/N} \sum_{n=0}^{N/2-1} a_n^{odd} e^{-2\pi ink/(N/2)}, \end{aligned}$$

[0055]

[0056] 샘플링 개수의 1/2 개의 주파수 성분이 추출될 수 있다.

[0057] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터의 FFT 알고리즘 적용 결과 나타낸 그래프이다.

[0058] 도 4를 참조하면, 시계열 데이터의 FFT 알고리즘을 적용한 결과를 주파수 스펙트럼(주파수, 진폭)으로 나타낸 것을 알 수 있다.

[0059] 도 5를 참조하면, 시계열 데이터의 FFT 알고리즘을 적용한 결과를 복소 평면에 나타낸 것을 알 수 있다.

[0060] FFT 알고리즘을 사용하여 홍채인식을 사용하는 중요한 이유 중의 하나는 원래 신호가 x축 또는 time 축에 대해서 shift 된 신호에 대해서도 동일한, 진폭이 발생하기 때문이다.

[0061] 예를 들어, 사람들이 홍채를 찍으려고 카메라에 접근해서 자세를 잡을 때 미세하게 얼굴의 각도가 달라질 수 있는데 이 때 홍채의 데이터가 미세하게 틀어지게 되고 밝기 변화가 생기지만, FFT 알고리즘을 적용하면 수학적 2의 특성에 따라 동일한 홍채에 대해서는 동일한 진폭 결과를 얻을 수 있다.

[0062] [수학식 2]

$$\begin{aligned}
 \mathcal{F}\{g(t-a)\} &= \int_{-\infty}^{\infty} g(t-a)e^{-i2\pi ft} dt \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} g(u)e^{-i2\pi f(u+a)} du \\
 &= e^{-i2\pi fa} \int_{-\infty}^{\infty} g(u)e^{-i2\pi fu} du \\
 &= e^{-i2\pi fa} G(f)
 \end{aligned}$$

[0063]

[0064] 즉, 사람마다 다른 홍채 무늬에 대해서 가장 밝기 변화가 큰 변곡점의 특징점은 주파수 영역에서 크기의 차이가 최소가 될 수 있으므로, FFT 알고리즘을 사용하여 생성된 주파수 데이터로부터 시계열 데이터를 보정할 수 있다.

[0065] 동공의 중심점을 잘못 찾아 변곡점의 위치가 shift된 경우, 주변 조명 영향으로 주변 gray 값에 일부 변곡점이 묻혀 나타나지 않는 경우가 있을 수 있다. 이런 경우 변곡점 위치에서 신호에 대해 FFT를 통해 time 축의 진폭을 찾아 오차를 보정해주는 hypothesis을 정의하면, 딥러닝(CNN)을 이용한 A.I. 홍채 패턴 인식(매칭)알고리즘 만들 수 있다.

[0066] 또한, 본 발명은 사용자가 홍채인식을 시도하는 경우 항상 LCD(거울)을 정면을 보도록 유도하여 가능한 홍채의 각도가 미세하게만 틀어지도록 유도할 수도 있다.

[0067] 도 6 내지 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터의 특징 이미지 변환 결과를 나타낸 도면이다.

[0068] 도 6 및 도 7을 참조하면, 도 6에 도시된 시계열 데이터에 리커런스 플롯 기법을 적용하여 도 7과 같은 특징 이미지가 생성된 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0069] 도 8 및 도 9를 참조하면, 도 8에 도시된 시계열 데이터에 리커런스 플롯 기법을 적용하여 도 9와 같은 특징 이미지가 생성된 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0070] 도 10 및 도 11을 참조하면, 도 10에 도시된 시계열 데이터에 리커런스 플롯 기법을 적용하여 도 11과 같은 특징 이미지가 생성된 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0071] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터를 2차원 공간 궤적으로 변환한 결과를 나타낸 도면이다. 도 13은 도 12에서 도시된 2차원 공간 궤적으로부터 특징 이미지를 생성한 결과를 나타낸 도면이다.

[0072] 도 12 및 도 13에 나타낸 특징 이미지 생성 과정은 2017년 발표된 논문 "Classification of Time-Series Images Using Deep Convolutional Neural Networks"에 개시된 것으로 시계열 데이터에 리커런스 플롯 기법을 적용하여 2차원 공간 궤적을 생성하고, 2차원 공간 궤적으로부터 특징 이미지를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0073] 도 14 내지 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 리커런스 플롯 기법을 이용하여 시계열 데이터를 특징 이미지로 변환한 결과를 나타낸 도면이다.

[0074] 도 14 및 도 15를 참조하면, 도 14의 화이트 노이즈의 시계열 데이터로부터 리커런스 플롯 기법을 이용하여 도 15의 특징 이미지로 변환한 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0075] 도 16 및 도 17을 참조하면, 도 16의 고조파 진동의 시계열 데이터로부터 리커런스 플롯 기법을 이용하여 도 17의 특징 이미지로 변환한 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0076] 도 18 및 도 19를 참조하면, 도 18의 선형 추세의 카오스 계열의 시계열 데이터로부터 리커런스 플롯 기법을 이용하여 도 19의 특징 이미지로 변환한 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0077] 도 20 및 도 21를 참조하면, 도 20의 자동 회귀 프로세스(auto-regressive process)의 시계열 데이터로부터 리커런스 플롯 기법을 이용하여 도 21의 특징 이미지로 변환한 결과를 나타낸 것을 알 수 있다.

[0078] 이 때, 시계열 데이터의 직선은 단순한 이미지의 11x11 매트릭스로 표현될 수 있다.

[0079] 이 때, 특징 이미지를 행렬 R이라 할 때 $R_{i,j}$ 는 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[0080] [수학식 3]

$$R_{i,j} = \theta(\epsilon - \|\vec{s}_i - \vec{s}_j\|)$$

ϵ (엡실론) : 거리 역치값

$\theta(x)$: 단위 계단 함수 (Heaviside step function)

[0081]

[0082] 수학식 3은 $R_{i,j}$ 는 S_i 의 거리를 의미로 다만 거리에 최소 기준치(ϵ)을 반올림을 취했을 뿐 그냥 두 S간의 거리를 행렬로 표시될 수 있다.

[0083] 예를 들어, 행렬의 R의 (1,1)의 값은 $S_1(0,1)$ 과 S_1 의 거리는 0이지만 R(1,2)의 경우 $S_1(0,1)$ 과 $S_2(1,2)$ 의 거리는 단순하게 계산하면 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

[0084] [수학식 4]

$$\sqrt{(1-0)^2 + (2-1)^2} = \sqrt{2}$$

[0085]

[0086] 상기와 같이 모든 조합의 S간 거리를 기록한 것으로부터 리커런스 플롯 행렬을 생성할 수 있다. 이 때, 특징 이미지를 1 과 0 의 이진 값으로 표현하면 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

[0087] [수학식 5]

$$R(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } \|\vec{x}(i) - \vec{x}(j)\| \leq \epsilon \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad \text{where } i, j \in \{t_0, t_1, \dots, t, \dots, t_T\}$$

[0088]

[0089] 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 시계열 데이터의 홍채 구간의 밝기 크기로부터 특징 이미지를 생성하는 과정을 나타낸 도면이다. 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 딥러닝 모델을 나타낸 도면이다. 도 24 및 도 25는 도 23의 딥러닝 모델을 이용하여 생성된 특징 맵을 나타낸 도면이다.

[0090] 도 22를 참조하면, 홍채 이미지로부터 획득한 시계열 데이터에서 홍채 구간에 해당하는 시계열 데이터만을 이용하여 특징 이미지(70x70)를 생성하고,

[0091] 도 23에 도시된 CNN(Convolution Neural Network) 구조의 딥러닝 모델을 이용하여 특징 이미지를 학습하고, 학습모델을 생성하는 과정을 나타낸 것을 알 수 있다.

[0092] 도 24 및 도 25를 참조하면, 상기 특징 맵을 학습한 딥러닝 모델로부터 생성된 특징 맵(feature map)을 나타낸 것을 알 수 있다.

[0093] 도 26은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 방법을 나타낸 동작흐름도이다.

[0094] 도 26을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 방법은 홍채 이미지를 입력 받을 수 있다(S210).

[0095] 즉, 단계(S210)는 대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 홍채 이미지를 입력 받을 수 있다.

[0096] 이 때, 상기 복수개의 가상 직선들의 개수는 사전에 360/N 개로 설정되고(N은 2 이상의 정수), 상기 복수개의 가상 직선들 사이의 각도는 N 도로 동일하게 설정될 수 있다.

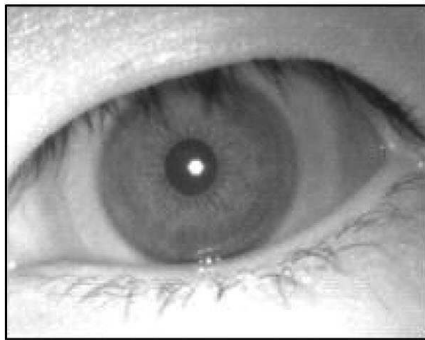
[0097] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 방법은 시계열 데이터를 생성할 수 있다(S220).

[0098] 즉, 단계(S220)는 상기 홍채 이미지에서 동공의 중심부터 눈동자와 흰자 사이의 경계까지 방사형으로 뻗어나가는 복수개의 가상 직선들 상의 밝기 크기를 샘플링하여 시계열 데이터를 생성할 수 있다.

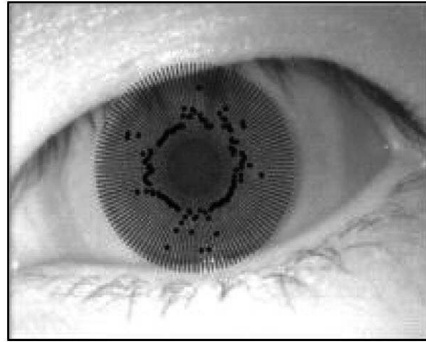
[0099] 이 때, 단계(S220)는 상기 복수개의 가상 직선들 상에서 상기 밝기 크기의 변화가 기설정된 값 이상 발생하는 지점을 특징점으로 설정할 수 있다.

- [0100] 이 때, 단계(S220)는 FFT(FAST FOURIER TRANSFORM) 알고리즘을 이용하여 상기 특징점에서의 밝기 크기의 변화로부터 주파수 데이터를 생성할 수 있다.
- [0101] 이 때, 단계(S220)는 상기 시계열 데이터와 상기 주파수 데이터를 비교하여 상기 밝기 크기의 오차를 보정할 수 있다.
- [0102] 이 때, 단계(S220)는 AF 5MP 카메라 모듈과 고�출력 IR-LED을 이용하여 외부조명에 둔감한 선명한 홍채 이미지를 입력받으면, 보다 정확하게 방사형 변곡점의 특징을 feature와 hypothesis 인자로 결합시켜 밝기 크기의 오차를 보정할 수 있다.
- [0103] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 방법은 특징 이미지를 학습할 수 있다(S230).
- [0104] 즉, 단계(S230)는 상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환하고, 상기 특징 이미지를 학습할 수 있다.
- [0105] 이 때, 단계(S230)는 리커런스 플롯(RECURRENCE PLOT) 기법을 이용하여 상기 시계열 데이터를 상기 특징 이미지로 변환할 수 있다.
- [0106] 이 때, 상기 특징 이미지는 상기 시계열 데이터에서 홍채 구간의 밝기 크기 만을 이용하여 생성될 수 있다.
- [0107] 이 때, 단계(S230)는 상기 특징 이미지를 학습하여 홍채 인식용 딥러닝 모델을 생성할 수 있다.
- [0108] 이 때, 단계(S230)는 상기 특징 이미지를 학습하여 홍채 인식용 딥러닝 모델을 학습 및 갱신시킬 수 있다.
- [0109] 이 때, 단계(S230)는 상기 특징 이미지에 대한 대상자의 사용자 정보를 입력 받아 함께 학습할 수 있다.
- [0110] 이 때, 단계(S230)는 머신 러닝 기반의 VGG16 모델을 이용하여 전처리 프로세서를 개발하여 선명하고 정확한 홍채 이미지를 capture한 후 여러 가지 딥러닝 기법을 검토한 후에 최종적으로 딥러닝 모델을 생성할 수도 있다.
- [0111] 도 27은 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습을 통한 홍채 이미지 인식 방법을 나타낸 동작흐름도이다.
- [0112] 도 27을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습을 통한 홍채 이미지 인식 방법은 인식용 홍채 이미지를 입력 받을 수 있다(S310).
- [0113] 즉, 단계(S310)는 대상의 홍채를 포함하는 눈동자가 촬영된 인식용 홍채 이미지를 입력 받을 수 있다.
- [0114] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습을 통한 홍채 이미지 인식 방법은 시계열 데이터를 생성할 수 있다(S320).
- [0115] 즉, 단계(S320)는 단계(S220)과 동일한 방식으로 상기 인식용 홍채 이미지로부터 시계열 데이터를 생성할 수 있다.
- [0116] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습을 통한 홍채 이미지 인식 방법은 대상의 홍채를 인식할 수 있다(S330).
- [0117] 즉, 단계(S330)는 단계(S230)과 동일한 방식으로 상기 시계열 데이터를 특징 이미지(FEATURE IMAGE)로 변환할 수 있다.
- [0118] 이 때, 단계(S330)는 인식용 홍채 이미지로부터 생성된 시계열 데이터로부터 커널필터(3x3)의 feature map들을 정의하면 각 방사형 위의 가상 직선상의 변곡점을 찾을 수 있다.
- [0119] 이 때, 단계(S330)는 기생성된 홍채 인식용 딥러닝 모델을 이용하여 인식용 홍채 이미지의 대상을 인식하고 사용자 정보를 획득할 수 있다.
- [0120] 도 28은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0121] 도 28을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 홍채 이미지 학습 장치는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체와 같은 컴퓨터 시스템(1100)에서 구현될 수 있다. 도 28에 도시된 바와 같이, 컴퓨터 시스템(1100)은 버스(1120)를 통하여 서로 통신하는 하나 이상의 프로세서(1110), 메모리(1130), 사용자 인터페이스 입력 장치(1140), 사용자 인터페이스 출력 장치(1150) 및 스토리지(1160)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터 시스템(1100)은 네트워크(1180)에 연결되는 네트워크 인터페이스(1170)를 더 포함할 수 있다. 프로세서(1110)는 중앙 처리 장치 또는 메모리(1130)나 스토리지(1160)에 저장된 프로세싱 인스트럭션들을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(1130) 및 스토리지(1160)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체일 수 있다. 예를 들어, 메모리는

도면2

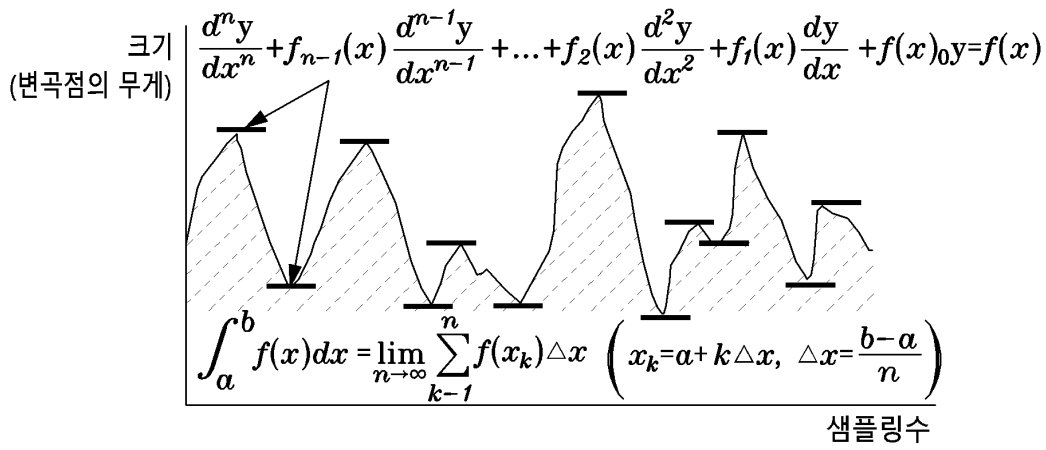


Raw 홍채 이미지

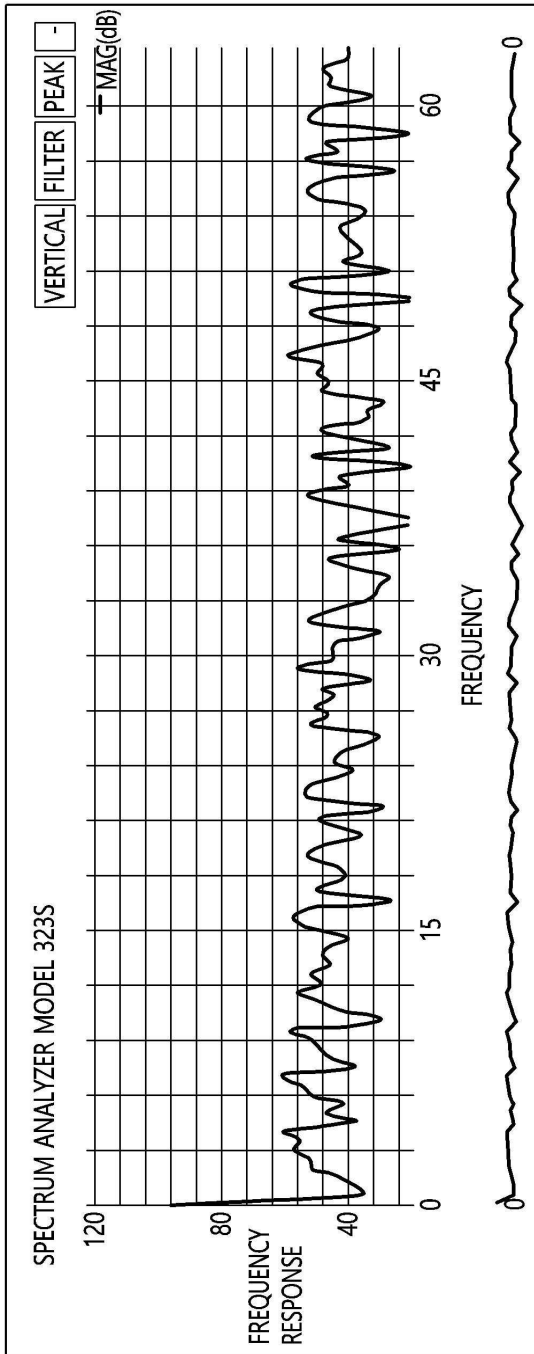


방사형으로 변곡점 추출

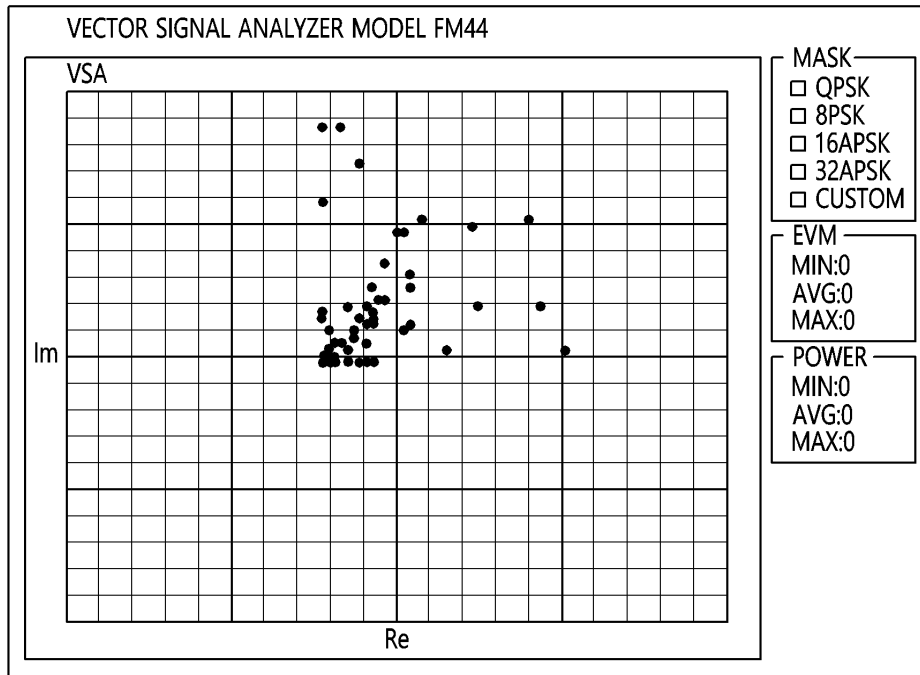
도면3



도면4



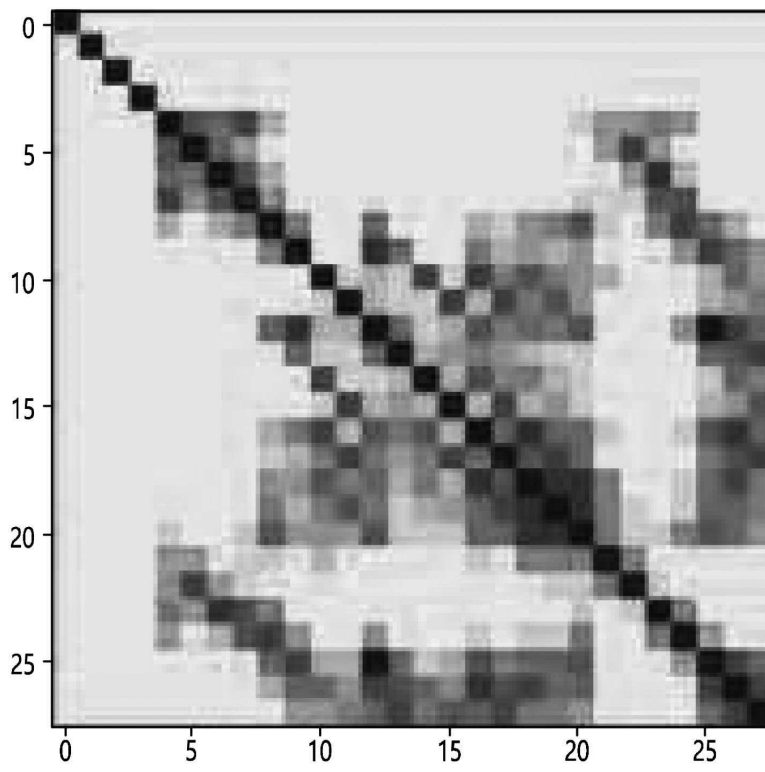
도면5



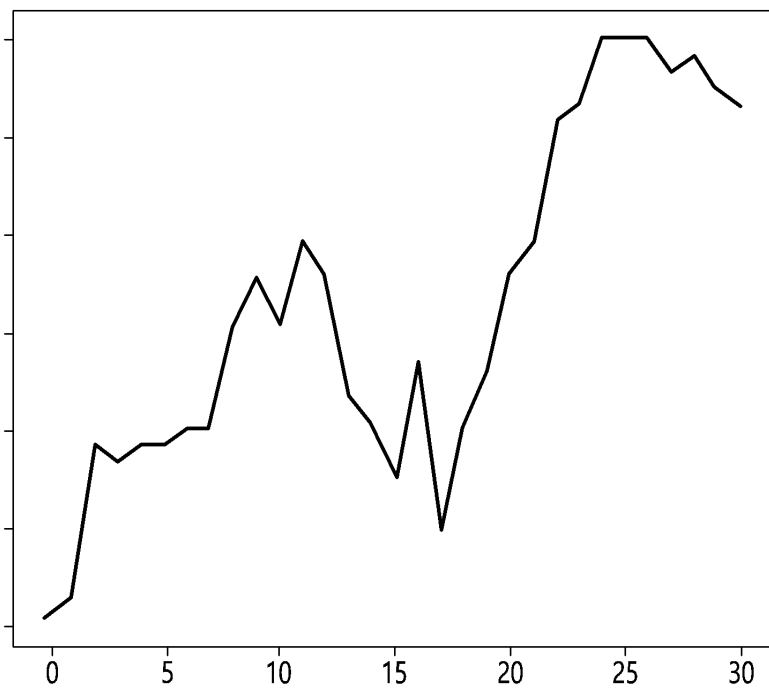
도면6



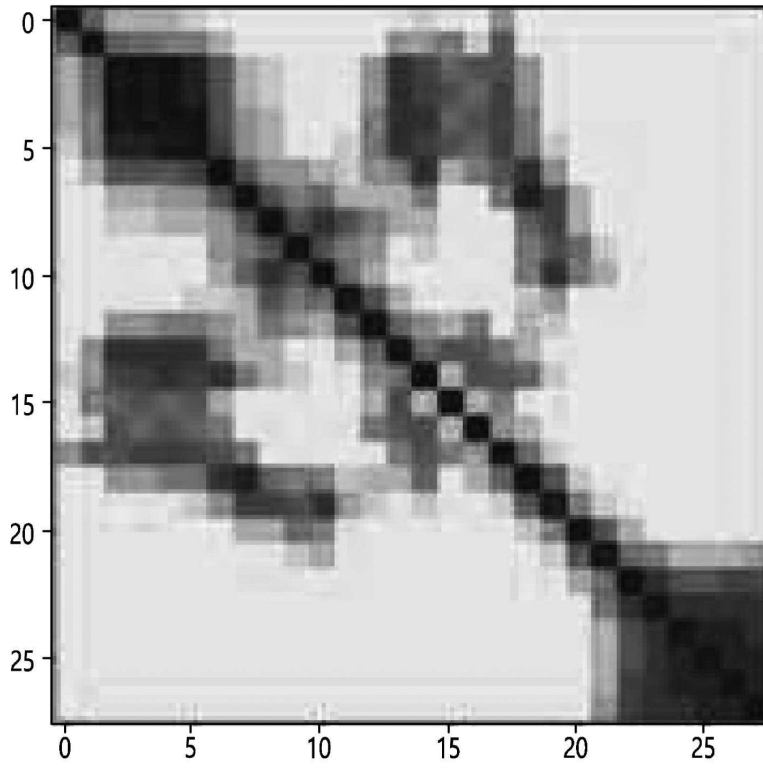
도면7



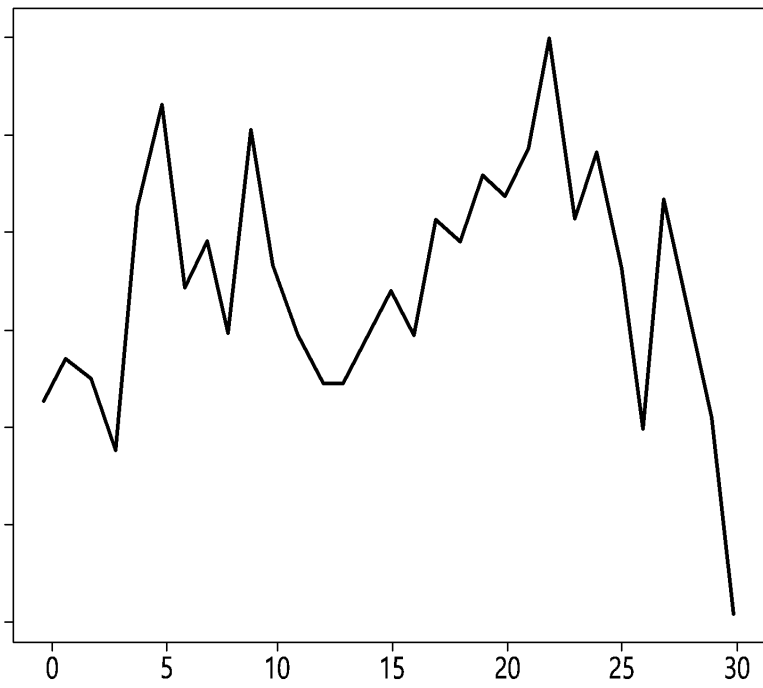
도면8



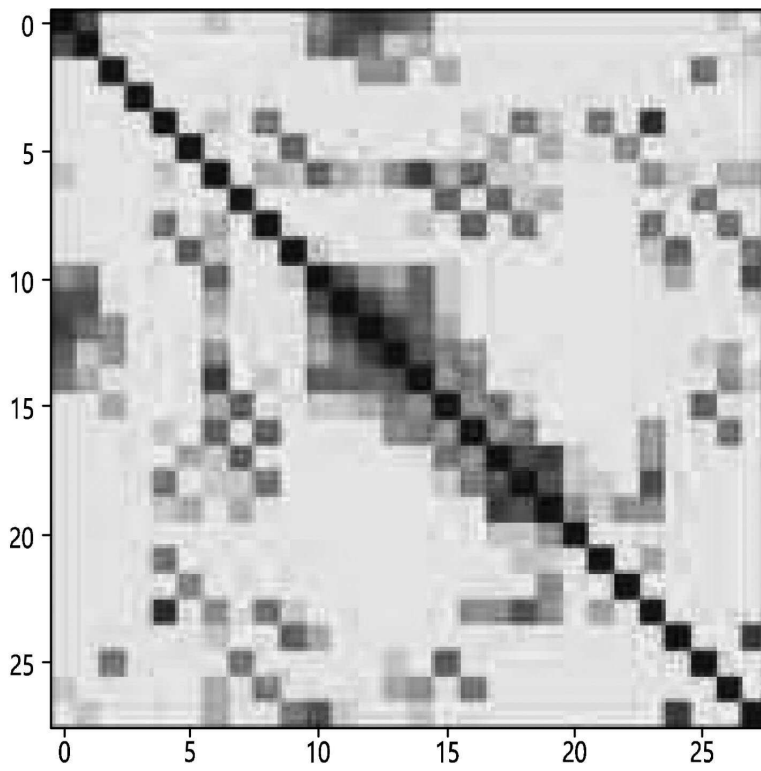
도면9



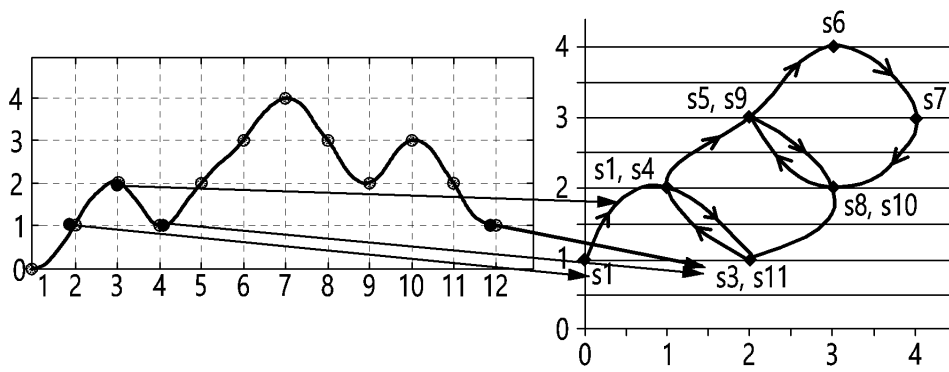
도면10



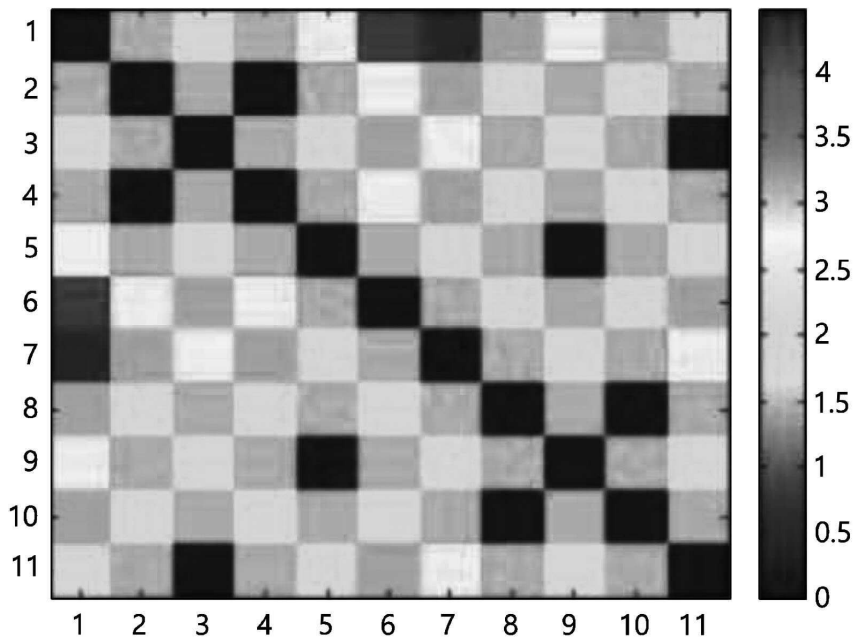
도면11



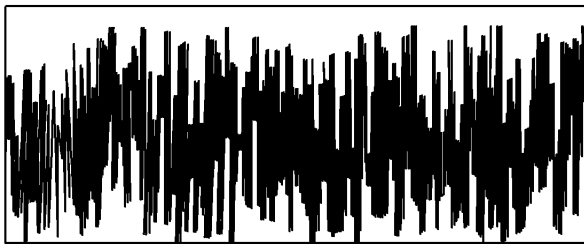
도면12



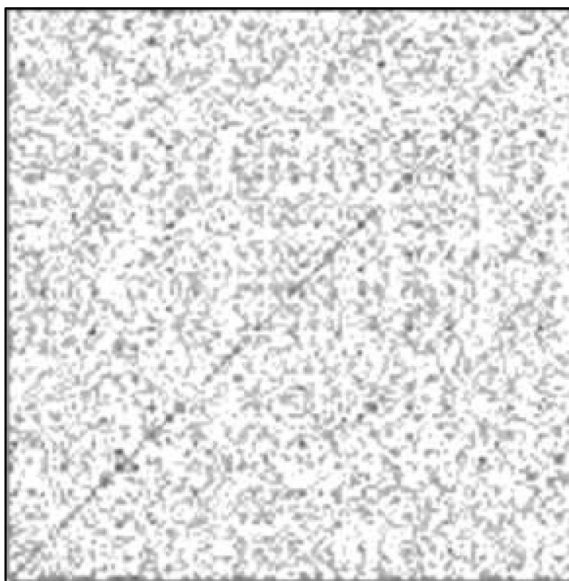
도면13



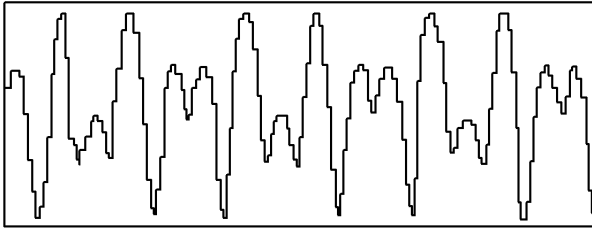
도면14



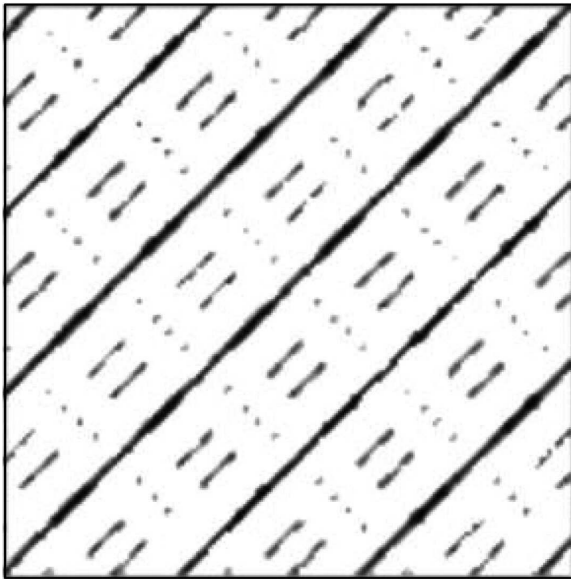
도면15



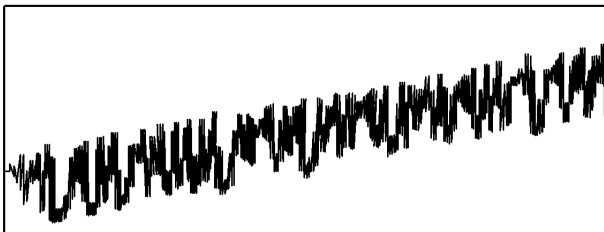
도면16



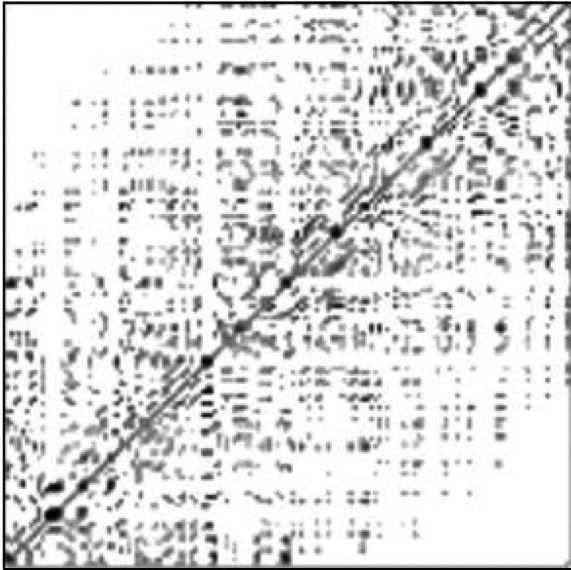
도면17



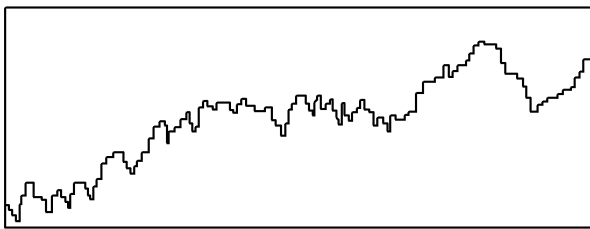
도면18



도면19



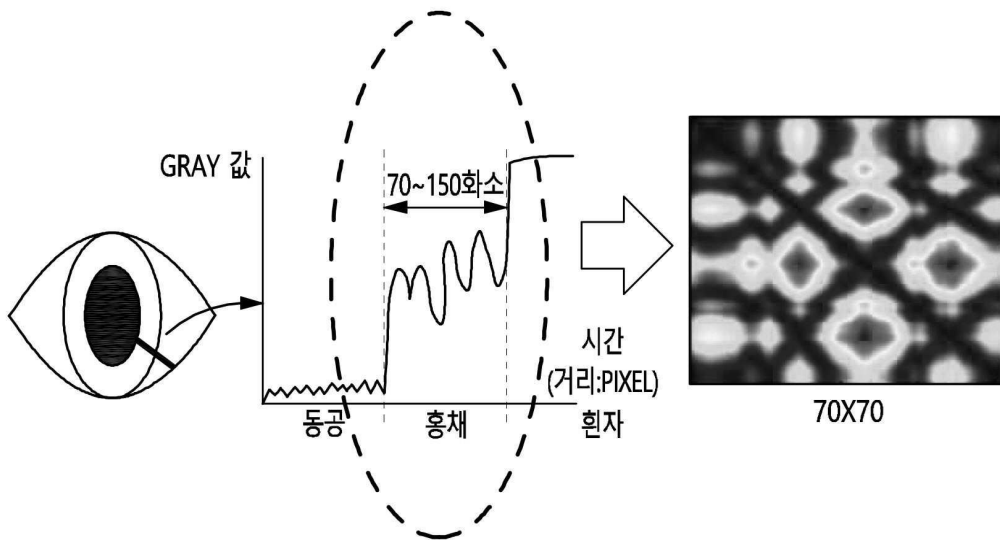
도면20



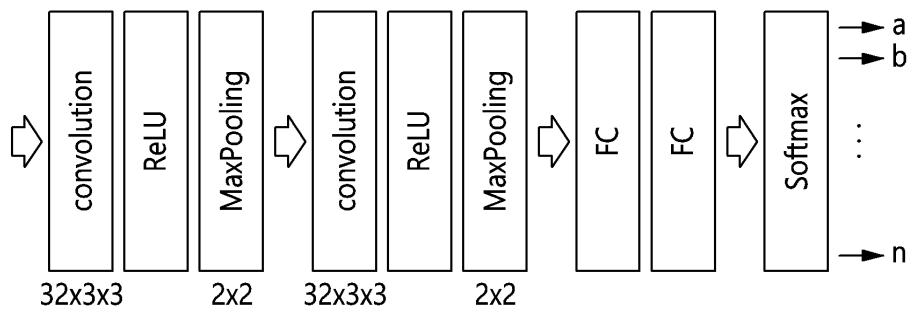
도면21



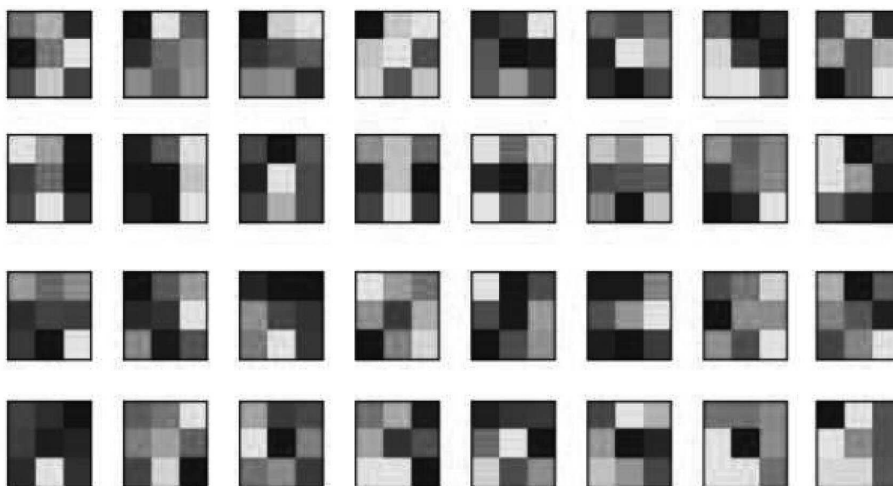
도면22



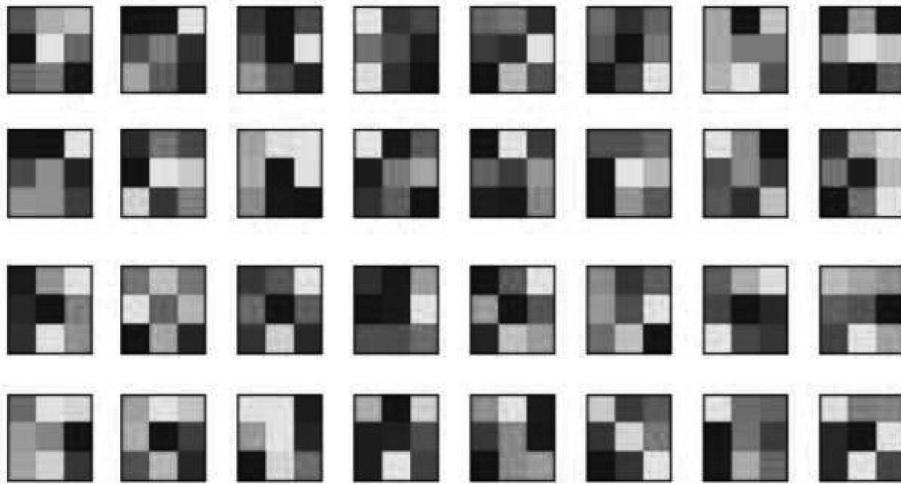
도면23



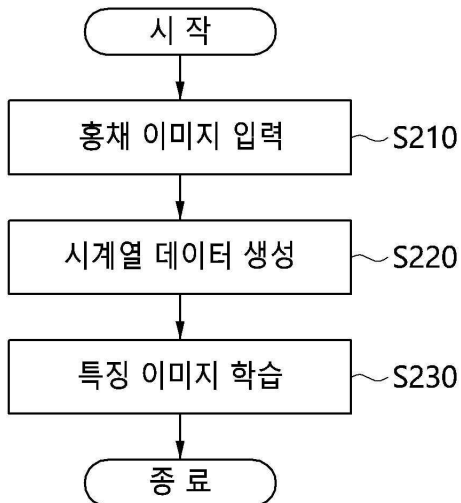
도면24



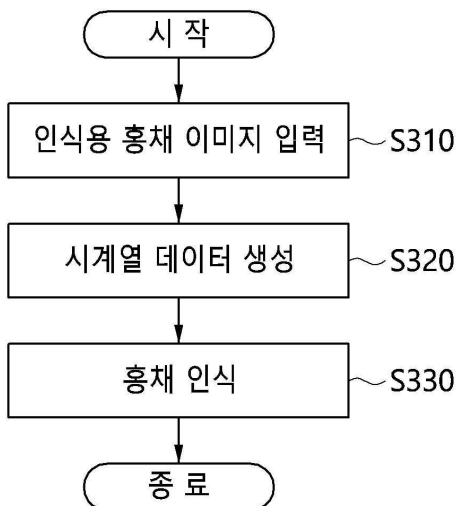
도면25



도면26



도면27



도면28

