



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0123824
(43) 공개일자 2021년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2006.01) G06N 5/02 (2006.01)
G06T 7/168 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06N 5/022 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2020-0041502
(22) 출원일자 2020년04월06일
심사청구일자 2020년04월06일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이상철
인천광역시 연수구 아트센터대로97번길 76, 1402동 805호(송도동, 송도 더샵 하버뷰 14단지)
남주현
전라남도 순천시 팔마1길 27, 104동 302호(연향동, 블루시안아파트)
(74) 대리인
양성보

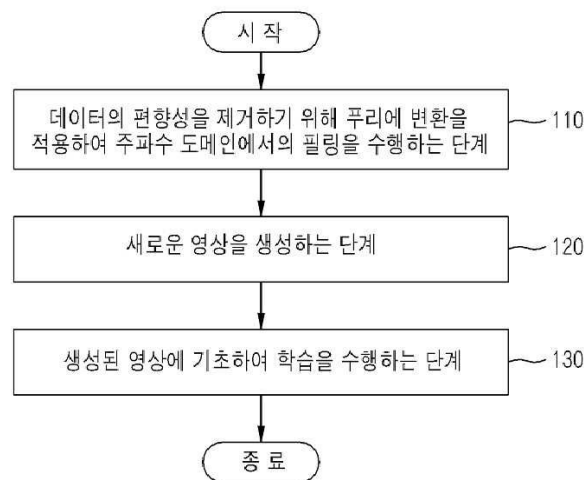
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법 및 장치

(57) 요약

딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법 및 장치가 제시된다. 본 발명에서 제안하는 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법은 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계, 필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 단계 및 생성된 영상에 기초하여 학습을 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/168 (2017.01)

G06T 2207/20056 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711099481
과제번호	2017M3C8A8091768
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초 . 원천기술 개발사업
연구과제명	[Ezbaro] 디지털 컴패니언 기반의 고령자 모니터링 및 대응소프트웨어 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2019.09.20 ~ 2020.07.19

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711089183
과제번호	2018R1A2B6001643
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구
연구과제명	[Ezbaro] 영상 정합, 추적 및 검출을 위한 기계학습 기반 목적 지향형 특징벡터 합
성 기술	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계;
필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 단계; 및
생성된 영상에 기초하여 학습을 수행하는 단계
를 포함하는 데이터 증강 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계는,
푸리에 변환을 적용한 영상에 미리 정해진 필터를 이용하여 화소 별 곱셈을 통해 필터링된 영상을 얻기 위한 전
처리를 수행하는
데이터 증강 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계는,
영상에 2차원 이산 푸리에 변환을 적용하여 변환된 영상의 중심을 이동시키고, 주파수 도메인에서 변환된 영상
과 필터에 대하여 화소 별 곱셈을 수행하는
데이터 증강 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 단계는,
주파수 도메인에서 필터링된 영상을 공간 도메인으로 다시 바꾸기 위해 2차 역 이산 푸리에 변환 적용하고, 공
간 도메인으로 변환된 영상의 중심을 이동시키는
데이터 증강 방법.

청구항 5

데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 필터링부;
필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 영상 생성부; 및
생성된 영상에 기초하여 학습을 수행하는 학습부
를 포함하는 데이터 증강 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
필터링부는,
푸리에 변환을 적용한 영상에 미리 정해진 필터를 이용하여 화소 별 곱셈을 통해 필터링된 영상을 얻기 위한 전

처리를 수행하는
데이터 증강 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
필터링부는,

영상에 2차원 이산 푸리에 변환을 적용하여 변환된 영상의 중심을 이동시키고, 주파수 도메인에서 변환된 영상과 필터에 대하여 화소 별 곱셈을 수행하는
데이터 증강 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
영상 생성부는,

주파수 도메인에서 필터링된 영상을 공간 도메인으로 다시 바꾸기 위해 2차 역 이산 푸리에 변환 적용하고, 공간 도메인으로 변환된 영상의 중심을 이동시키는
데이터 증강 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 이미지 분류 모델을 학습할 때 데이터의 불균형은 분류 성능 향상에 있어서 지금까지 중요한 주제이다. 특정 데이터의 분포가 다른 데이터에 비해 과도하게 편향된 경우, 학습된 모델은 시험 데이터에 대해서 편향된 데이터에 대한 정확도는 높지만, 다른 데이터는 낮은 정확도를 보이게 된다. 이를 해결하기 위해 모델을 일반화하기 위한 연구가 다양하게 진행되었다. 대표적으로 Dropout, Batch Normalization, 데이터 증강 기법을 통해 편향성을 줄이기도 한다.

[0003] 먼저, Dropout은 모델이 학습되는 동안 무작위로 특정 계층의 신경을 비활성화하는 기법이다. 이를 통해, 흔히 앙상블 효과를 얻을 수 있으며, 모델의 일반화를 달성할 수 있다.

[0004] 그 다음으로, 데이터 증강은 입력 영상에 확대, 축소, 회전, 수평 반전, 수직 반전 등의 과정을 거친 후에 모델을 학습하게 된다. 이를 통해, 데이터의 편향성을 줄여 정확도를 높이게 된다.

[0005] 하지만, 위 방법을 사용하더라도 해결되지 않은 경우가 있다. 이 현상을 해결하기 위해서 데이터의 수가 적은 영상에 대해서 주파수 도메인에서의 필터링 전처리를 통해 새로운 영상을 얻는 방법을 제안한다. 또한, 다양한 실험을 통해서 주어진 데이터의 분류 정확도 성능이 가장 잘 오르도록 하는 필터를 찾는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 주파수 공간에서 버터워스(ButterWorth) 차단 필터를 특정 이미지에 적용하여 새로운 이미지를 만드는 방법 및 장치를 제공하는데 있다. 이를 통해 기존 데이터의 불균형 문제를 해결하여 과적합을 방지하기 위한 방법 및 장치를 제안한다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법은 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계, 필터링

된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 단계 및 생성된 영상에 기초하여 학습을 수행하는 단계를 포함한다.

[0008] 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계는 푸리에 변환을 적용한 영상에 미리 정해진 필터를 이용하여 화소 별 곱셈을 통해 필터링된 영상을 얻기 위한 전처리를 수행한다.

[0009] 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계는 영상에 2차원 이산 푸리에 변환을 적용하여 변환된 영상의 중심을 이동시키고, 주파수 도메인에서 변환된 영상과 필터에 대하여 화소 별 곱셈을 수행한다.

[0010] 필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 단계는 주파수 도메인에서 필터링된 영상을 공간 도메인으로 다시 바꾸기 위해 2차 역 이산 푸리에 변환 적용하고, 공간 도메인으로 변환된 영상의 중심을 이동시킨다.

[0011] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 장치는 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 필터링부, 필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 영상 생성부 및 생성된 영상에 기초하여 학습을 수행하는 학습부를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예들에 따르면 데이터의 수가 적은 영상에 대해서 주파수 도메인에서의 필터링 전처리를 통해 새로운 영상을 얻을 수 있다. 또한, 이를 통해 기존 데이터의 불균형 문제를 해결하여 과적합을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 필터링된 영상을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실험을 위한 피부암 예시와 데이터 분포를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 증강 방식을 적용한 데이터에 대한 학습 결과를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터별 시험 데이터에 대한 오답율을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 증강 기법을 적용한 학습 결과와 종래기술에 따른 학습 결과를 비교하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증강 기법을 적용한 학습 결과와 종래기술에 따른 학습 결과를 비교하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 증강 비율에 대한 분포 결과를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 도메인 필터링 및 데이터 증강 방식을 적용한 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명에서는 주파수 공간에서 버터워스(ButterWorth) 차단 필터를 특정 이미지에 적용하여 새로운 이미지를 만드는 방법을 제안한다. 이를 통해 기존 데이터의 불균형 문제를 해결하여 과적합을 방지할 수 있을 것이다. 또한, 의학 영상이 그레이 스케일(Gray Scale) 영상임을 가정하기 위해서 영상을 그레이 스케일로 변환한 뒤 푸리에 변환 및 주파수 도메인에서 필터링을 진행하였다. 실험을 위해 VGG16을 미세 조정하여 사용하였다. 결과적으로 두 가지 방식을 함께 적용하여 95개밖에 없었던 가장 작은 데이터의 오답율을 약 20%감소시키는 효과를 얻게 되었다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0017] 제안하는 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 방법은 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행하는 단계(110), 필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성하는 단계(120) 및 생성된 영상에 기초하여 학습을 수행하는 단계(130)를 포함한다.
- [0018] 단계(110)에서, 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행한다. 푸리에 변환을 적용한 영상에 미리 정해진 필터를 이용하여 화소 별 곱셈을 통해 필터링된 영상을 얻기 위한 전처리를 수행한다. 영상에 2차원 이산 푸리에 변환을 적용하여 변환된 영상의 중심을 이동시키고, 주파수 도메인에서 변환된 영상과 필터에 대하여 화소 별 곱셈을 수행한다.
- [0019] 단계(120)에서, 필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성한다. 주파수 도메인에서 필터링된 영상을 공간 도메인으로 다시 바꾸기 위해 2차 역 이산 푸리에 변환 적용하고, 공간 도메인으로 변환된 영상의 중심을 이동시킨다.
- [0020] 단계(130)에서, 생성된 영상에 기초하여 학습을 수행한다.
- [0022] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 필터링된 영상을 나타내는 도면이다.
- [0023] 주파수 도메인 필터링은 푸리에 변환을 적용한 영상에 특정 필터를 화소 별 곱셈을 통해 필터링된 영상을 얻는 전처리이다. 제안하는 전처리 과정은 다음과 같다.
- [0024] 먼저, 영상(210)에 2차원 이산 푸리에 변환 적용한다. 이후, 변환된 영상을 중심 이동시킨다. 주파수 도메인에서 변환된 영상(220)과 필터(230)에 대해 화소 별 곱셈을 수행한다. 그리고, 공간 도메인으로 다시 바꾸기 위해 2차 역 이산 푸리에 변환을 적용한다. 마지막으로, 공간 도메인으로 돌아온 영상(240)에 중심을 이동시킨다.
- [0025] 도 2에서, width=32, range=40, n=10인 버터워스(ButterWorth) 차단 필터를 적용하여 필터링된 영상을 나타내었다.
- [0026] 이때, 이상적 차단 필터, 가우시안 차단 필터 중에서 버터워스 차단 필터를 적용하였다. 도 2의 기존 영상과 필터링된 영상을 비교해보면 사람의 눈으로 식별 시 그렇게 큰 차이가 없다는 것이 볼 수 있다. 하지만, 전체적인 화소 값은 조금씩 변화였다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0029] 제안하는 딥러닝 성능향상을 위한 주파수 도메인에서의 데이터 증강 장치는 필터링부(310), 영상 생성부(320) 및 학습부(330)를 포함한다.
- [0030] 필터링부(310)는 데이터의 편향성을 제거하기 위해 푸리에 변환을 적용하여 주파수 도메인에서의 필터링을 수행한다. 푸리에 변환을 적용한 영상에 미리 정해진 필터를 이용하여 화소 별 곱셈을 통해 필터링된 영상을 얻기 위한 전처리를 수행한다. 영상에 2차원 이산 푸리에 변환을 적용하여 변환된 영상의 중심을 이동시키고, 주파수 도메인에서 변환된 영상과 필터에 대하여 화소 별 곱셈을 수행한다.
- [0031] 영상 생성부(320)는 필터링된 영상을 이용하여 새로운 영상을 생성한다. 주파수 도메인에서 필터링된 영상을 공간 도메인으로 다시 바꾸기 위해 2차 역 이산 푸리에 변환 적용하고, 공간 도메인으로 변환된 영상의 중심을 이동시킨다.
- [0032] 학습부(330)는 생성된 영상에 기초하여 학습을 수행한다.
- [0034] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실험을 위한 피부암 예시와 데이터 분포를 나타내는 도면이다.
- [0035] 실험 과정은 다음과 같다. 고정된 실험 변수는 학습을 200에폭을 반복하였고, 최적화를 위한 최적화기(optimizer)는 'Adam'을 선택하였다. 먼저, 기존 데이터와 기존의 데이터 증강 방식을 적용한 데이터에 대한 분류 성능을 확인한다. 그 다음으로 앞서 설명된 필터링 전처리를 이용하여 다양한 필터에 대한 실험을 통해서 분

류 성능이 가장 높은 필터를 선택한다. 마지막으로, 기존의 데이터 증강 방식과 본 발명에서 제안하는 데이터 증강 방식을 함께 적용한 뒤에도 분류 성능이 가장 높은 필터를 선택한다. 최종적으로 선택된 필터들을 통해 얻은 데이터에 대한 분류 성능과 기존 데이터 증강 기법의 성능을 비교한다.

- [0036] 데이터는 Kaggle이라는 빅 데이터 사이트를 통해 수집하였으며 7가지 종류의 피부암이 각기 다른 분포를 가지고 있어 해당 실험을 하기에 알맞기 때문에 선택하였다. 피부암 예시와 데이터 분포는 도 4와 같다.
- [0037] 도 4(a)는 7가지 종류의 피부암을 각각 5개씩 샘플링한 도면을 나타낸다. 도 4(b)는 각 피부암의 데이터 수를 나타낸다. 왼쪽 데이터부터 Melanocytic nevi(nv): 5498개, Benign keratosis-like lesions(bkl): 907개, Melanoma(mel): 892개, Basel cell carcinoma(bcc): 430개, Actinic keratoses(akiec): 262개, Vascular lesions(vasc): 117개, Dermatofibroma(df): 95개이다.
- [0039] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 증강 방식을 적용한 데이터에 대한 학습 결과를 나타내는 도면이다.
- [0040] 먼저, 아무런 변화도 주지 않은 데이터와 기존의 데이터 증강 방식을 적용한 데이터에 대해서 학습한 결과를 확인한다. 이때, 데이터 증강으로 매 학습마다 입력 영상에 0~10도 사이의 회전이나, 중앙을 중심으로 10% 내의 확대/축소나, 전체 화소 크기의 0.1배만큼 수평/수직 이동을 적용하였다.
- [0041] 결과는 도 5와 같다. 도 5(a)는 기존 데이터에 대한 정확도를 나타내고, 도 5(b)는 기본 데이터에 대한 손실의 변화를 나타낸다. 여기서, 훈련 데이터 정확도=97%, 검증 데이터 정확도=72%, 시험 데이터 정확도=73.6%이다.
- [0042] 도 5(c)는 기존 데이터에 제안하는 증강 방식을 적용한 데이터에 대한 정확도를 나타내고, 도 5(d)는 기존 데이터에 제안하는 증강 방식을 적용한 데이터에 대한 손실의 변화를 나타낸다. 여기서, 훈련 데이터 정확도=74%, 검증 데이터 정확도=71%, 시험 데이터 정확도=74.2%이다.
- [0043] 기존 데이터의 정확도와 손실의 변화추이를 확인해보면 훈련 데이터에 대한 정확도는 100%에, 손실은 0으로 수렴해가고 있는 것을 볼 수 있다. 하지만, 검증 데이터의 경우 정확도가 72% 근처에서 발산하고, 손실은 20에폭 근처에서 다시 손실이 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 그에 반해 기존의 데이터 증강 방식을 적용한 경우, 훈련 데이터에 대해서 정확도는 약 85%, 손실은 0.3 근처로 수렴하고 있다. 훈련 데이터의 성능으로만 판단했을 때는 기존 데이터보다 좋지 않는 성능을 가지고 있을 것이라고 판단할 수 있지만, 검증 데이터의 손실과 함께 보면 기존 데이터에 비해 다시 상승하는 속도가 줄어든 것을 볼 수 있다. 이는 기존 데이터에 비해 데이터의 편향성이 감소했다고 볼 수 있다.
- [0045] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터별 시험 데이터에 대한 오답율을 나타내는 도면이다.
- [0046] 도 6을 참조하면, 기존의 데이터(610)에 비해 증강 방식을 적용한 데이터(620)의 bcc, df, nv 데이터에 대한 오답율은 감소한 것을 볼 수 있다. 하지만, bkl, mel, vasc 데이터의 경우 크게 오답율이 오히려 증가하거나 변화가 없는 것을 볼 수 있다. 이는 기존의 데이터 증강 방식이 불완전하다고 볼 수 있으므로 이를 보완하기 위한 새로운 데이터 증강 방식이 필요하다고 볼 수 있다.
- [0048] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 증강 기법을 적용한 학습 결과와 종래기술에 따른 학습 결과를 비교하는 도면이다.
- [0049] 도 7은 상단부터 버터워스(ButterWorth) 차단 필터를 $n = 2, 5, 10$ 으로 적용한 4:1의 비율로 데이터 증강한 뒤 검증 데이터 손실의 변화 추이를 나타낸다. 이때, 각 n 에 따라서 왼쪽 3열은 기존 데이터에 필터링의 범위(range)를 20, 30, 40으로 정하고 한 개에 범위에 대해서 적당한 대역폭(width) 값을 정하여 필터링을 적용한 뒤 학습한 결과이다. 오른쪽 3열은 데이터 필터링과 기존의 데이터 증강 기법을 함께 적용하여 학습한 결과이다. 이를 정리하면 아래 표 1과 같다.

<표 1>

		range = 20, width = 16			range = 30, width = 24			range = 40, width = 32		
		훈련	검증	시험	훈련	검증	시험	훈련	검증	시험
n	2	99.1%	88.7%	73.6%	99.2%	91.6%	72.6%	99.1%	90.9%	73.2%
		88.6%	81.1%	72.5%	87.2%	82.4%	71.8%	87.6%	82.9%	73.2%
	5	99.1%	85.9%	73.2%	99.3%	89.1%	73.8%	99.4%	90.9%	73.5%
		86.5%	82.7%	72.3%	87.2%	82.8%	73.5%	87.4%	83.8%	73.5%
	10	99.0%	87.4%	72.9%	99.1%	87.0%	72.9%	99.3%	89.1%	73.8%
		86.6%	81.8%	70.3%	87.0%	81.2%	73.1%	86.9%	81.7%	74.1%

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증강 기법을 적용한 학습 결과와 종래기술에 따른 학습 결과를 비교하는 도면이다.

도 8은 상단부터 버터워스(ButterWorth) 차단 필터를 $n = 2, 5, 10$ 으로 적용한 2:1의 비율로 데이터 증강한 뒤 검증 데이터 손실의 변화 추이를 나타낸다. 이때, 각 n 에 따라서 왼쪽 3열은 기존 데이터에 필터링의 범위(range)를 20, 30, 40으로 정하고 한 개에 범위에 대해서 적당한 대역폭(width) 값을 정하여 필터링을 적용한 뒤 학습한 결과이다. 오른쪽 3열은 데이터 필터링과 기존의 데이터 증강 기법을 함께 적용하여 학습한 결과. 이를 정리하면 아래 표 2와 같다.

<표 2>

		range = 20, width = 16			range = 30, width = 24			range = 40, width = 32		
		훈련	검증	시험	훈련	검증	시험	훈련	검증	시험
n	2	99.6%	91.1%	72.3%	99.6%	93.7%	74.3%	99.7%	94.1%	73.8%
		87.4%	83.9%	68.6%	87.7%	83.4%	73.2%	88.5%	84.8%	73.2%
	5	99.5%	90.1%	73.1%	99.6%	92.3%	73.7%	99.7%	92.7%	73.4%
		87.4%	84.7%	71.1%	88.1%	84.9%	72.5%	88.3%	82.6%	73.2%
	10	99.5%	90.8%	72.1%	99.6%	92.3%	71.5%	99.7%	94.4%	73.2%
		87.1%	86.9%	72.0%	87.9%	85.0%	72.8%	88.1%	87.0%	72.3%

다음은 주파수 도메인 필터링을 이용한 데이터 증강 기법을 사용 시 데이터 증가 비율을 4:1, 2:1 비율로 나누어 필터링을 적용하는 과정이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 증강 비율에 대한 분포 결과를 나타내는 도면이다.

도 9(a)는 데이터 증강을 4:1로 하여 데이터 증강을 수행했을 때의 분포이고, 도 9(b)는 데이터 증강을 2:1로 하여 데이터 증강을 수행했을 때의 분포이다. 결과는 도 7에 나타내었다.

모든 그래프에서 내부 통과 필터의 크기가 커질수록 검증 데이터의 손실이 더욱 안정적으로 수렴하고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 영상을 푸리에 변환을 적용하고 중심 이동을 하게 되면 영상의 정보가 중심으로 전부 옮겨지게 되는 현상이 생기게 되는 데 이때 영상의 중심을 dc항이라고 한다. 따라서, 변환된 영상의 중심에 가까울수록 영상의 정보가 더 많이 존재한다는 것을 알 수 있다. 이때, 내부 통과 필터의 크기는 영상의 중심으로 하는 원을 그리는 통과 필터로서 대역폭(width)이 커질수록 영상의 정보를 많이 보존한다고 볼 수 있다. 이러한 이유로 내부 통과 필터의 크기가 큰 필터가 작은 필터에 비해 검증 데이터의 손실이 잘 수렴하는 이유가 된다.

이때, 동일한 이유로 차단 필터의 크기가 커질수록 영상의 많은 정보를 차단하지 않기 때문에 차단 필터의 크기가 커질수록 검증 데이터의 손실이 더 잘 수렴하는 이유가 된다.

하지만, 여전히 훈련 데이터에 대한 정확도는 거의 100%이지만 검증 데이터의 정확도는 대체적으로 87% ~ 91% 사이에 있다. 이는 여전히 데이터의 편향성이 제거되지 않았음을 의미한다.

마지막으로 동일한 데이터 증강 비율에 대해서 기존의 데이터 증강 방식과 본 발명에서 제안한 방식을 함께 적용한 결과를 확인한다. 기존의 데이터 증강 방식만 적용한 경우보다 훈련 데이터와 검증 데이터의 정확도가 약 10% 정도 증가했으며 0.9 근처에서 수렴하지 않고 0.6 근처에서 수렴하게 되는 결과를 보여주고 있다.

2:1비율로 증강된 데이터 역시 훈련 데이터와 검증 데이터의 정확도가 약 10% 정도 증가했으면 0.3~0.4 근처에서 검증 데이터의 손실이 수렴하는 것을 볼 수 있다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 도메인 필터링 및 데이터 증강 방식을 적용한 결과를 나타내는 도

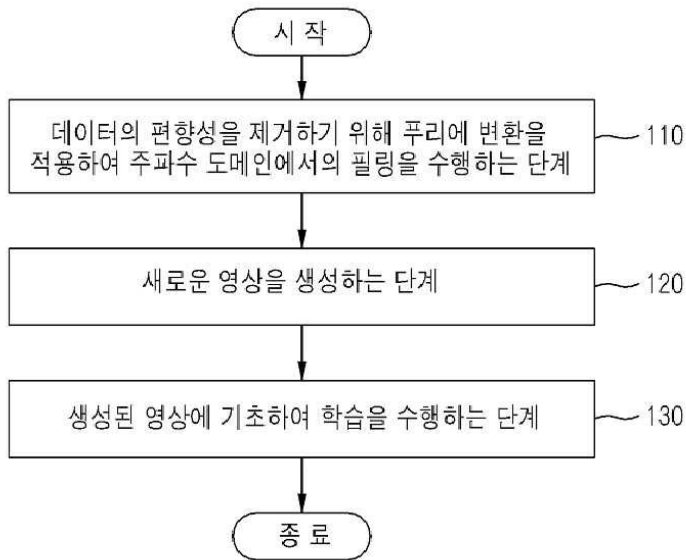
면이다.

- [0068] 도 10(a)는 주파수 도메인 필터링만 적용한 결과이고, 도 10(b)는 주파수 도메인 필터링과 기존 데이터 증강 방식을 함께 적용한 결과이다.
- [0069] 본 발명에서는 데이터의 편향성을 제거하기 위해서 기존의 데이터 증강 방식이 아닌 주파수 도메인에서의 필터링을 통해 새로운 영상을 생성하는 방법을 제시하고 이를 바탕으로 VGG16을 통해 학습하는 과정을 보았다. 특히, 본 발명에서는 기존의 데이터 증강 방법을 사용하기 전에 주파수 도메인에서의 필터링을 적용한 새로운 영상을 추가하여 사용하는 것을 제안한다. 비록 몇몇 피부암 데이터에 대해서는 큰 효과를 보지는 못하였지만 가장 데이터의 개수가 작았던 피부암의 경우 약 20% 정도 오답율이 감소한 것을 볼 수 있었다. 이를 통해서 작은 데이터라고 하더라도 다른 데이터 증강 방법을 이용하여 학습한다면 더 좋은 성능을 가질 수 있다고 볼 수 있다. 본 발명에서는 그레이 스케일 영상을 이용하여 학습을 진행하였으나, 컬러 영상을 이용한 학습도 가능하다.
- [0071] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0072] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0073] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0074] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0075] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

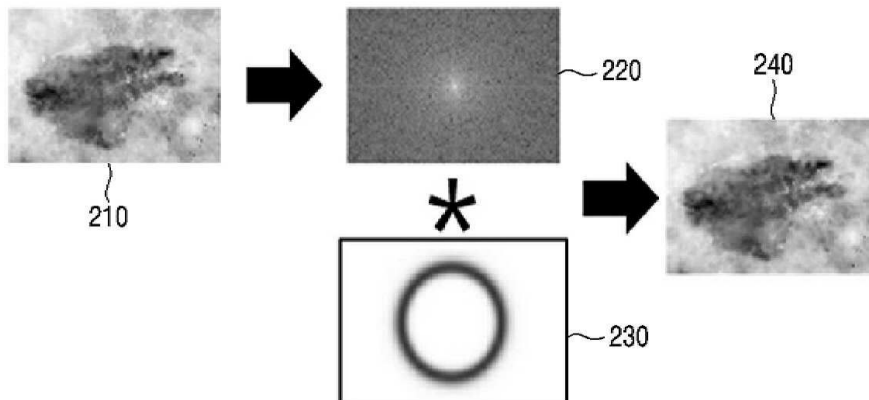
다.

도면

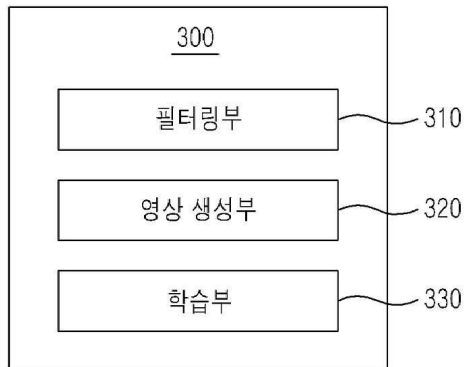
도면1



도면2



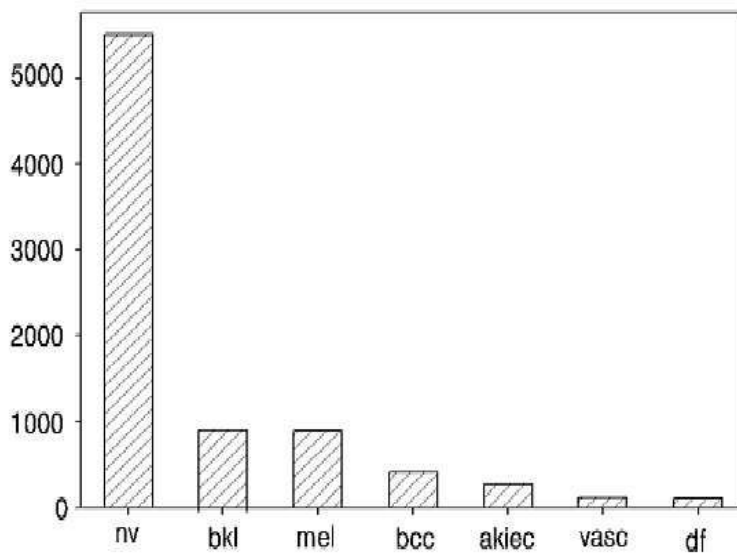
도면3



도면4

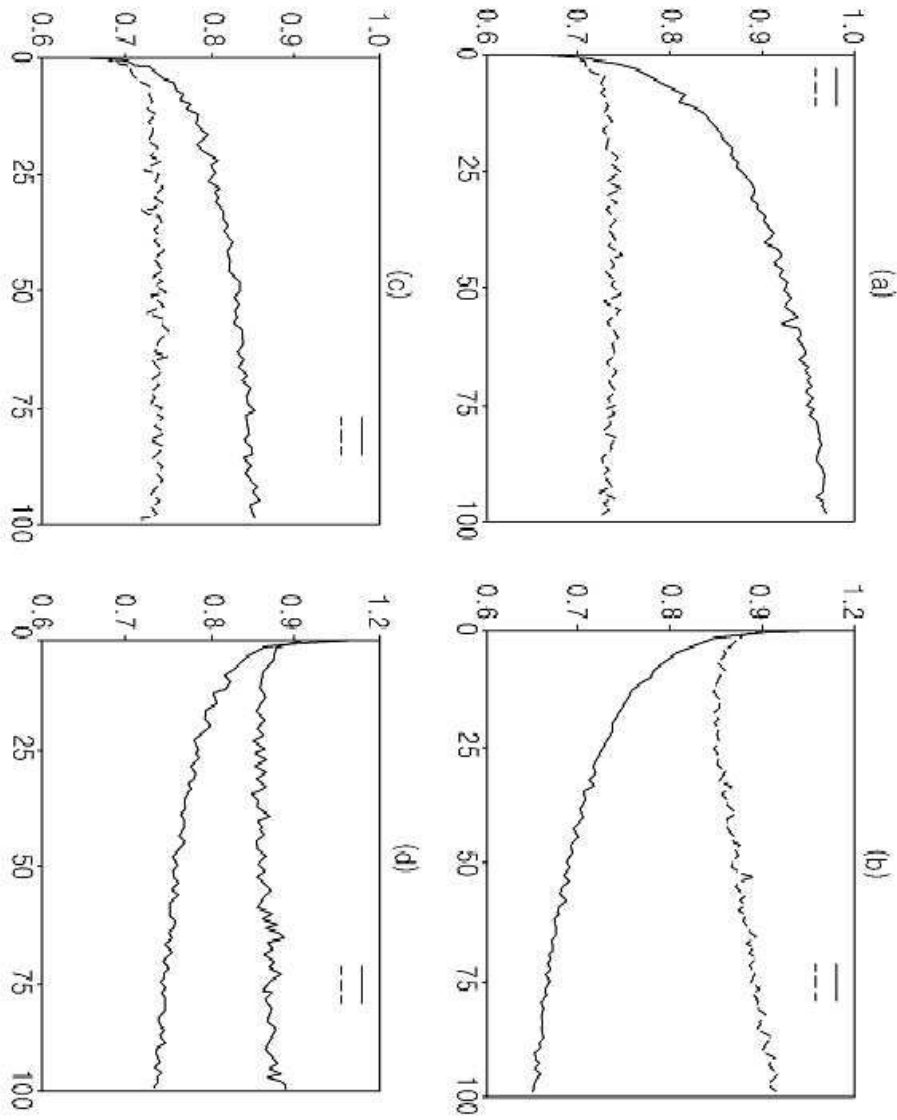


(a)

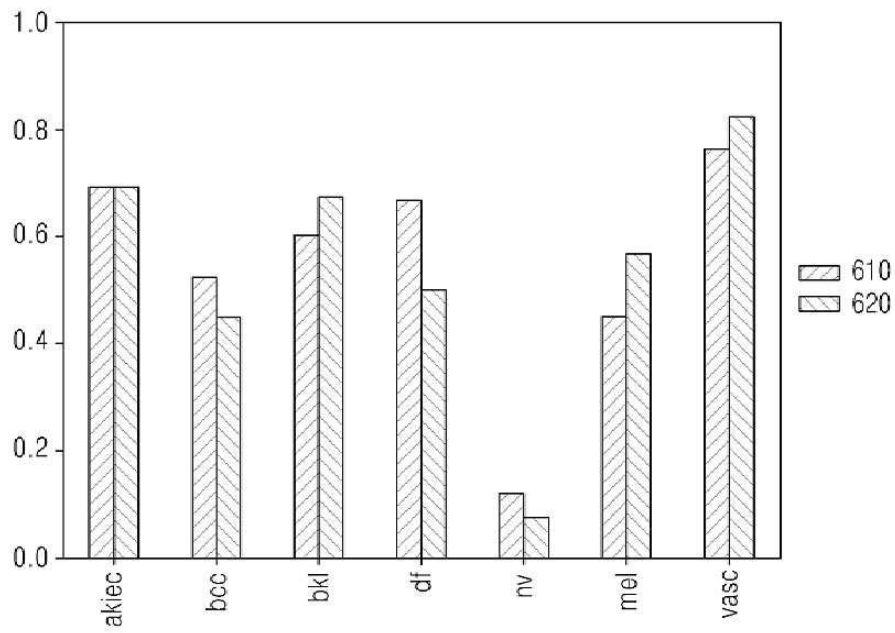


(b)

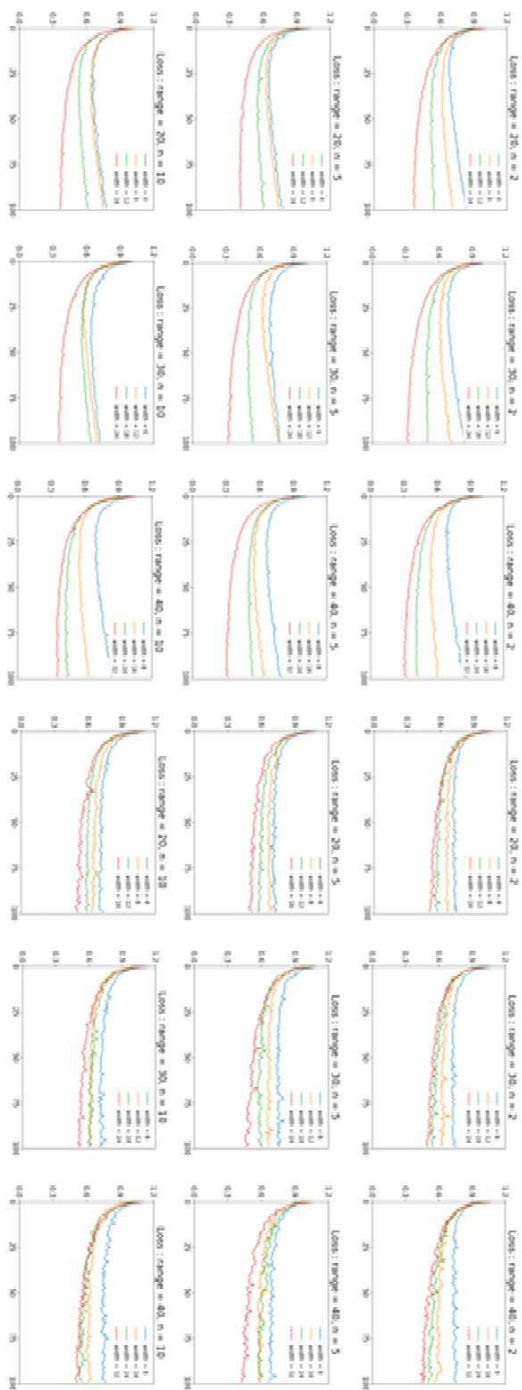
도면5



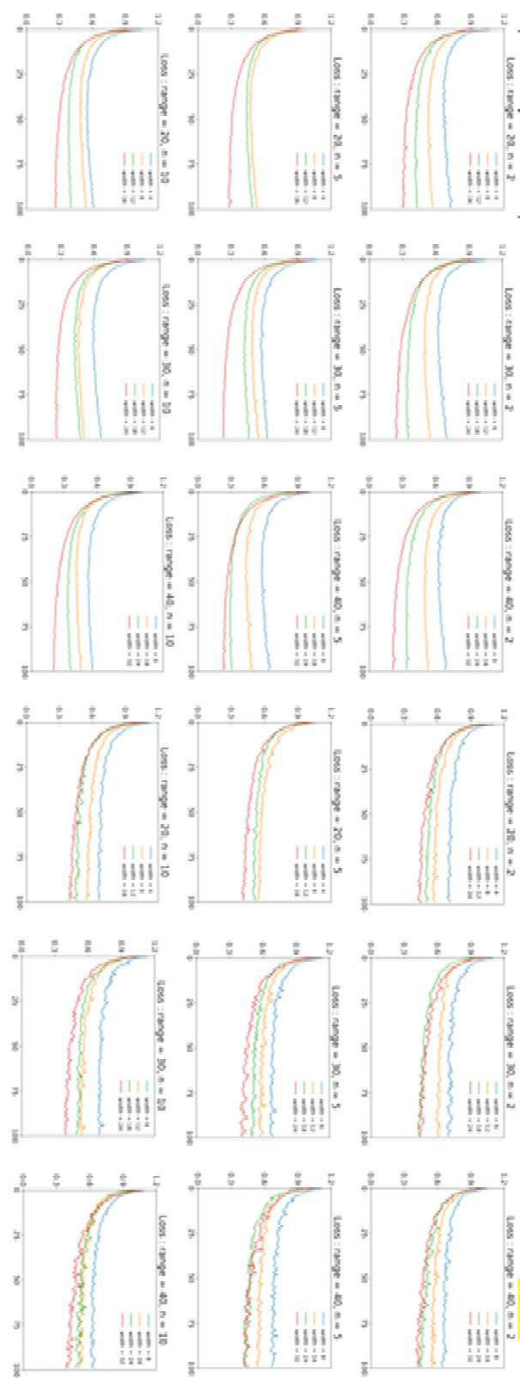
도면6



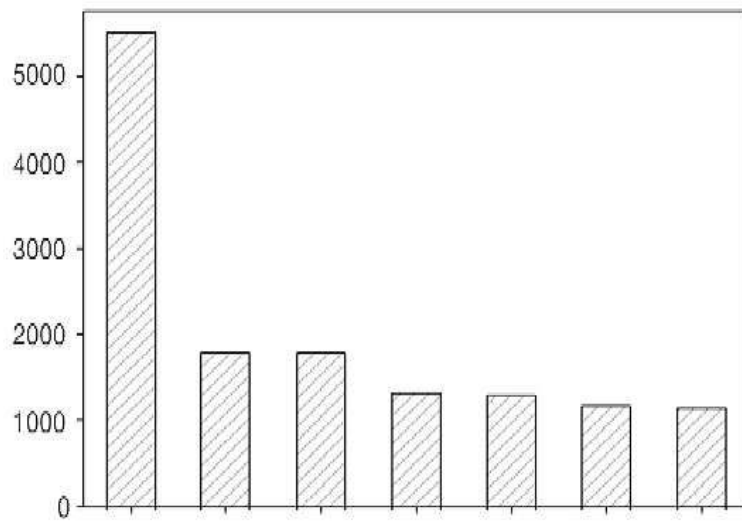
도면7



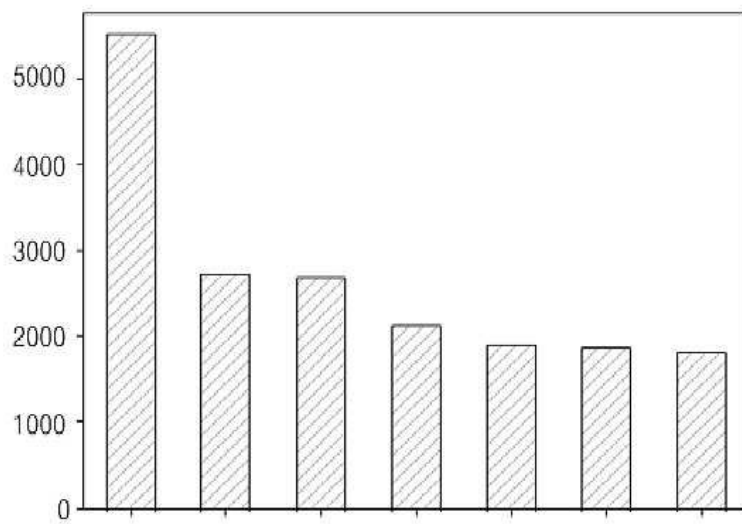
도면8



도면9



(a)



(b)

도면10

