



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0066707
(43) 공개일자 2021년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/15 (2014.01) G06N 3/04 (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/15 (2015.01)
G06N 3/0454 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0131236
(22) 출원일자 2020년10월12일
심사청구일자 2020년10월12일
(30) 우선권주장
1020190155994 2019년11월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이경한
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
남우승
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
(74) 대리인
제일특허법인(유)

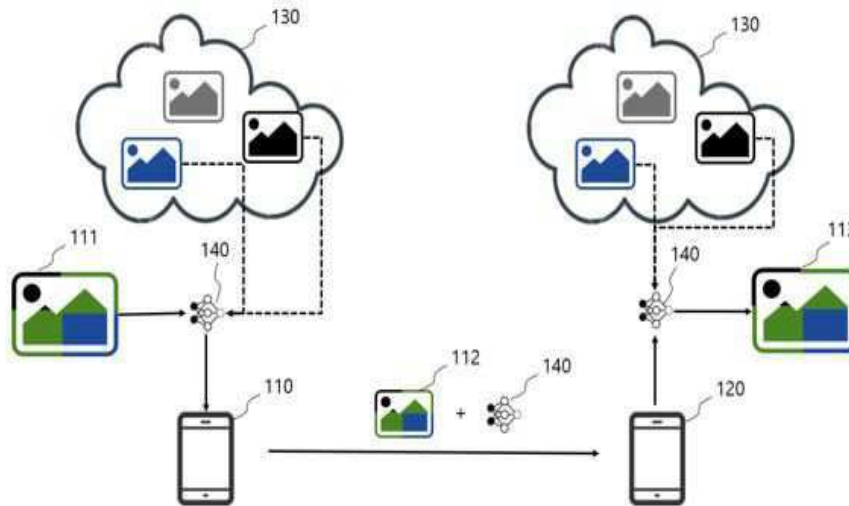
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 무손실 이미지 압축을 위한 데이터 압축 및 복원 장치

(57) 요약

본 발명은 무손실 이미지 압축을 위한 데이터 압축 및 복원 장치에 대한 것으로, 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치는, 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)하는 분류부, 상기 클러스터링된 집단 중 적어도 하나 이상의 집단을 이용하여 대상 이미지를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델을 생성하는 모델 생성부, 상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 대상 이미지에 대한 압축 이미지를 생성하는 인코딩부 및 상기 압축 이미지, 상기 생성된 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 데이터 복원 장치로 송신하는 송신부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083477
과제번호	2017-0-00692-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	방송통신산업기술개발(R&D)
연구과제명	초저지연 AR/VR 서비스를 실현하는 전송계층-인지 스트리밍 기술 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

데이터 압축 장치에 있어서,

기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)하는 분류부;

상기 클러스터링된 집단 중 적어도 하나 이상의 집단을 이용하여 대상 이미지를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델을 생성하는 모델 생성부;

상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 대상 이미지에 대한 압축 이미지를 생성하는 인코딩부; 및

상기 압축 이미지, 상기 생성된 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 데이터 복원 장치로 송신하는 송신부를 포함하는 데이터 압축 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모델 생성부는,

상기 클러스터링된 집단 중에서 상기 신경망 모델의 학습에 이용될 학습 데이터 셋을 선정하는 데이터 셋 선정부; 및

상기 선정된 학습 데이터 셋을 이용하여 상기 대상 이미지를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델을 생성하는 생성부를 포함하는 데이터 압축 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 모델 생성부는,

GAN(Generative Adversarial Networks) 및 AE(AutoEncoder)를 포함하는 심층 신경망 모델 중 적어도 하나에 기초하여 상기 신경망 모델을 생성하는 데이터 압축 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 모델 생성부는,

상기 압축 이미지의 크기 및 상기 잔차 이미지의 크기 모두에 기초하여 상기 신경망 모델을 생성하는 데이터 압축 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 분류부는,

K-평균 클러스터링, K-최근접 이웃 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱

(Semantic Hasing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 상기 기 저장된 복수 개의 이미지를 클러스터링하는 데이터 압축 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 신경망 모델에 대한 정보는,

상기 신경망 모델의 생성에 이용된 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및 랜덤 시드(random seed)를 포함하는 데이터 압축 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 신경망 모델에 대한 정보는,

상기 신경망 모델 자체를 포함하는 데이터 압축 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 데이터셋 선정부는,

상기 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단과 상기 대상 이미지의 유사도를 정량적으로 판단하고,

상기 유사도가 높은 순서대로 기 설정된 개수의 집단을 상기 학습 데이터 셋으로 선정하는 데이터 압축 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 유사도는,

문맥 기반 시맨틱 매칭(context-based semantic matching) 및 문맥 기반 시각적 매칭(context-based visual matching) 중 적어도 하나에 기초하여 판단되는 데이터 압축 장치.

청구항 10

데이터 복원 장치에 있어서,

데이터 압축 장치로부터 대상 이미지에 대한 압축 이미지, 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 수신하는 수신부;

기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)하는 분류부;

상기 신경망 모델에 대한 정보 및 상기 클러스터링 된 집단 중 적어도 하나 이상의 집단을 이용하여 신경망 모델을 생성하는 모델 생성부; 및

상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 상기 압축 이미지로부터 상기 대상 이미지를 복원하는 복원부를 포함하는 데이터 복원 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 복원부는,

상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 상기 압축 이미지로부터 상기 대상 이미지에 대한 예측 이미지를 생성하고,

상기 예측 이미지에 상기 잔차 이미지를 더하여 상기 대상 이미지를 복원하는 데이터 복원 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 분류부는,

K-평균 클러스터링, K-최근접 이웃 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 상기 기 저장된 복수 개의 이미지를 클러스터링하는 데이터 복원 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 신경망 모델에 대한 정보는,

상기 신경망 모델의 생성에 이용된 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및 랜덤 시드(random seed)를 포함하는 데이터 복원 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 신경망 모델에 대한 정보는,

상기 신경망 모델 자체를 포함하는 데이터 복원 장치.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 모델 생성부는,

GAN(Generative Adversarial Networks) 및 AE(AutoEncoder)를 포함하는 심층 신경망 모델 중 적어도 하나에 기초하여 상기 신경망 모델을 생성하는 데이터 복원 장치.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 생성된 신경망 모델은,

상기 데이터 압축 장치에서 생성된 신경망 모델과 동일한 신경망 모델인 데이터 복원 장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 무손실 이미지 압축을 위한 데이터 압축 및 복원 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 무손실 이미지 압축을 위해, 대상 이미지와 유사성이 있는 기 저장된 다른 이미지들에 기초한 신경망 모델을 이용하는 데이터 압축 장치 및 데이터 복원 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 데이터 전송 기술이 발전함에 따라 이미지 및 비디오 데이터의 생성 및 소비 비율이 갈수록 증가하고 있는 바, 이미지 및 비디오를 포함하는 멀티미디어 콘텐츠에 특화된 새로운 데이터 압축 기법이 필요하다.

[0003] 또한, 일반적인 네트워크 통신에서의 트래픽은 텍스트 데이터보다 비교적 크기가 큰 이미지 데이터가 많은 비중을 차지하고 있어, 새로운 이미지 압축 기법의 필요성이 증가하고 있는 실정이다.

[0004] 한편, 최근 출시된 스토리지용 이미지 압축 기법으로는 Dropbox에서 제안한 Lepton(NSDI'17)이 존재하며, 이는 Dropbox에 저장된 JPEG 이미지 파일을 약 23% 가량 더 압축하는 기술이다. 최근 들어, 이미지 압축에 딥러닝(Deep Learning)을 적용한 많은 최신 기술들은, Lepton과 같이 손실 압축(lossy compression)을 통해 이미지를 압축하고 있다.

[0005] 하지만, 과학적 자료 분석, 범죄 관련 자료 분석, 보안, 군사 및 의료 목적 등의 데이터 압축 분야에서는 원본 데이터의 보존이 중요하므로, 데이터 압축에 있어 무손실 압축(lossless compression)이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보, 10-1519653호 (2015.05.06. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 무손실 이미지 압축을 위한 데이터 압축 및 복원 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은, 무손실 이미지 압축을 위해, 대상 이미지와 유사성이 있는 기 저장된 다른 이미지들에 기초한 신경망 모델을 이용하는 데이터 압축 장치 및 데이터 복원 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은, 무손실 이미지 압축을 위해, 압축 대상 이미지와 중복성 또는 유사성 있는 복수 개의 이미지들 중에서 참조할 이미지를 빠르게 탐색 및 선정할 수 있는 데이터 압축 장치 및 데이터 복원 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치는, 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)하는 분류부, 상기 클러스터링된 집단 중 적어도 하나 이상의 집단을 이용하여 대상 이미지를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델을 생성하는 모델 생성부, 상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 대상 이미지에 대한 압축 이미지를 생성하는 인코딩부 및 상기 압축 이미지, 상기 생성된 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 데이터 복원 장치로 송신하는 송신부를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 모델 생성부는, 상기 클러스터링된 집단 중에서 상기 신경망 모델의 학습에 이용될 학습 데이터 셋을 선정하는 데이터 셋 선정부 및 상기 선정된 학습 데이터 셋을 이용하여 상기 대상 이미지를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델을 생성하는 생성부를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 모델 생성부는, GAN(Generative Adversarial Networks) 및

AE(AutoEncoder)를 포함하는 심층 신경망 모델 중 적어도 하나에 기초하여 상기 신경망 모델을 생성할 수 있다.

- [0014] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 모델 생성부는, 상기 압축 이미지의 크기 및 상기 잔차 이미지의 크기 모두에 기초하여 상기 신경망 모델을 생성할 수 있다.
- [0015] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 분류부는, K-평균 클러스터링, K-최근접 이웃 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 상기 기 저장된 복수 개의 이미지를 클러스터링할 수 있다.
- [0016] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 신경망 모델에 대한 정보는, 상기 신경망 모델의 생성에 이용된 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및 랜덤 시드(random seed)를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 신경망 모델에 대한 정보는, 상기 신경망 모델 자체를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 데이터셋 선정부는, 상기 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단과 상기 대상 이미지의 유사도를 정량적으로 판단하고, 상기 유사도가 높은 순서대로 기 설정된 개수의 집단을 상기 학습 데이터 셋으로 선정할 수 있다.
- [0019] 상기 데이터 압축 장치에 있어서, 상기 유사도는, 문맥 기반 시맨틱 매칭(context-based semantic matching) 및 문맥 기반 시각적 매칭(context-based visual matching) 중 적어도 하나에 기초하여 판단될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 실시예에 따른 데이터 복원 장치는, 데이터 압축 장치로부터 대상 이미지에 대한 압축 이미지, 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 수신하는 수신부, 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)하는 분류부, 상기 신경망 모델에 대한 정보 및 상기 클러스터링 된 집단 중 적어도 하나 이상의 집단을 이용하여 신경망 모델을 생성하는 모델 생성부 및 상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 상기 압축 이미지로부터 상기 대상 이미지를 복원하는 복원부를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 데이터 복원 장치에 있어서, 상기 복원부는, 상기 생성된 신경망 모델을 이용하여 상기 압축 이미지로부터 상기 대상 이미지에 대한 예측 이미지를 생성하고, 상기 예측 이미지에 상기 잔차 이미지를 더하여 상기 대상 이미지를 복원할 수 있다.
- [0022] 상기 데이터 복원 장치에 있어서, 상기 분류부는, K-평균 클러스터링, K-최근접 이웃 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 상기 기 저장된 복수 개의 이미지를 클러스터링할 수 있다.
- [0023] 상기 데이터 복원 장치에 있어서, 상기 신경망 모델에 대한 정보는, 상기 신경망 모델의 생성에 이용된 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및 랜덤 시드(random seed)를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 데이터 복원 장치에 있어서, 상기 신경망 모델에 대한 정보는, 상기 신경망 모델 자체를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 데이터 복원 장치에 있어서, 상기 모델 생성부는, GAN(Generative Adversarial Networks) 및 AE(AutoEncoder)를 포함하는 심층 신경망 모델 중 적어도 하나에 기초하여 상기 신경망 모델을 생성할 수 있다.
- [0026] 상기 데이터 복원 장치에 있어서, 상기 생성된 신경망 모델은, 상기 데이터 압축 장치에서 생성된 신경망 모델과 동일한 신경망 모델일 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따르면, 무손실 이미지 압축을 위한 데이터 압축 및 복원 장치가 제공될 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명에 따르면, 무손실 이미지 압축을 위해, 대상 이미지와 유사성이 있는 기 저장된 다른 이미지들에 기초한 신경망 모델을 이용하는 데이터 압축 장치 및 데이터 복원 장치가 제공될 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명에 따르면, 무손실 이미지 압축을 위해, 압축 대상 이미지와 중복성 또는 유사성 있는 복수 개의 이미지들 중에서 참조할 이미지를 빠르게 탐색 및 선정할 수 있는 데이터 압축 장치 및 데이터 복원 장치가 제공될 수 있다.
- [0030] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 및 전송 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델 중 GAN(Generative Adversarial Networks)를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델 중 AE(Auto Encoder)를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 복원 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 복원 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 도면부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0033] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0034] 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0035] 현재까지의 무손실 이미지 압축 기술(예: JPEG-lossless, PNG, WebP-lossless 등)은, 자신의 데이터 내부의 공간적 제거(Spatial Elimination)만을 이용해 데이터를 압축하고 있다.
- [0036] 본 발명의 실시예에 따르면, 데이터가 압축될 때 기존의 이미지 압축 기술인 공간적 및/또는 시간적 중복성이 제거되는 것을 넘어, 이미 동기화된(저장된) 복수의 이미지 데이터 간의 중복성 또는 유사성이 이용될 수 있다.
- [0037] 즉, 압축 대상 이미지 내에서의 정보만을 이용해 압축(Intra-image compression)하는 기존의 이미지 압축 기술과 달리, 본 발명의 실시예에 따르면, 서로 다른 복수의 이미지들 간의 중복성 또는 유사성(Inter-image cross-correlation)을, 인터-이미지 압축 모델(inter-image compression model)을 이용해 압축 및 복원하는 기술이 제공될 수 있다. 이때, 인터-이미지 압축 모델은 이미지들의 대표적인 특징의 집합인 dictionary 형태 또는 딥러닝 모델(deep learning model) 중 적어도 하나일 수 있다. 이하 본 명세서에서는, 인터-이미지 압축 모델이 딥러닝 모델을 전제로 하여 설명한다. 이때, 딥러닝 모델은 신경망 모델과 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0038] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 및 전송 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0040] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치(110)는 전송 및 동기화의 대상에 해당하는 대상 이미지(111)를 압축하여, 압축 이미지(112)를 생성할 수 있다. 이때, 상기 압축 이미지(112)의 생성 과정에는, 기존에 동기화된(또는 저장된) 복수 개의 이미지 데이터(130)가 이용될 수 있다.
- [0041] 데이터 압축 장치(110)는 기존에 동기화된 복수 개의 이미지 데이터(130) 중 새롭게 동기화 할 대상 이미지(111)와 유사한 적어도 하나 이상의 이미지를 이용하여 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다. 이때, 상기 신경망 모델(140)은 대상 이미지(111)를 압축함에 있어, 압축 이미지 및 무손실 복원을 위한 잔차 이미지의 크기를 최소화하도록 학습된 신경망 모델을 의미할 수 있다. 또한, 상기 신경망 모델(140)은 GAN(Generative Adversarial Networks) 및 AE(Adversarial Networks)를 포함하는 심층 신경망 모델 중 하나일 수 있다. 상기 GAN 및 AE에

대해서는 도 2 및 도 3과 관련된 설명에서 후술한다.

- [0042] 데이터 압축 장치(110)는 상기 신경망 모델(140)을 통해 압축된 압축 이미지(112), 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 데이터 복원 장치(120)로 송신할 수 있다. 이때, 상기 잔차 이미지는, 대상 이미지(111)에서 압축 이미지(112)가 상기 신경망 모델을 통해 복원된 예측 이미지를 뺀 이미지 영역을 의미할 수 있다. 또한, 상기 잔차 이미지는 추후에 대상 이미지(111)의 무손실 복원을 위해 사용될 수 있다.
- [0043] 신경망 모델에 대한 정보는, 생성된 신경망 모델(140)에 대한 학습 매뉴얼을 포함할 수 있다. 이때, 신경망 모델(140)에 대한 학습 매뉴얼은 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및/또는 랜덤 시드(random seed) 등의 신경망(neural network) 모델의 학습에 필요한 정보를 포함할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 신경망 모델에 대한 정보는, 생성된 신경망 모델(140) 자체를 포함할 수 있다.
- [0045] 데이터 압축 장치(110)의 구성 요소에 대해서는 도 4와 관련된 설명에서 보다 자세히 설명한다.
- [0046] 데이터 복원 장치(120)는 데이터 압축 장치(110)로부터 압축 이미지(112), 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 수신하고, 기존에 동기화된 복수 개의 이미지 데이터(130)를 이용하여 대상 이미지(111)를 복원하여 복원 이미지(113)를 생성할 수 있다. 이때, 본 발명의 실시예에 따르면, 무손실 압축이 가능하므로 복원 이미지(113)는 대상 이미지(111)와 동일한 해상도를 갖는 고해상도 이미지일 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 데이터 복원 장치(120)는 데이터 압축 장치(110)로부터 수신한 신경망 모델(140)에 대한 학습 매뉴얼을 이용하여, 데이터 압축 장치(110)에서 생성한 이미지 압축에 이용된 신경망 모델(140)과 동일한 신경망 모델(140)을 재구성(reconstruction)할 수 있다.
- [0048] 즉, 데이터 복원 장치(120)는 신경망 모델(140)에 대한 학습 매뉴얼을 기초로 하여, 기존에 동기화된 복수 개의 이미지 데이터(130) 중 상기 신경망 모델(140)의 학습에 사용된 것과 동일한 이미지를 사용하여 데이터 압축 장치(110)에서 생성된 신경망 모델(140)과 동일한 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다. 상기 신경망 모델(140)은, 대상 이미지(111)의 압축 이미지(112)와 잔차 이미지의 크기를 최소화하도록 학습된 신경망 모델을 의미할 수 있다.
- [0049] 그리고, 데이터 복원 장치(120)는 생성된 신경망 모델(140)에 기초하여, 압축 이미지(112)를 이용해 고해상도 이미지인 예측 이미지를 생성할 수 있다. 또한, 데이터 복원 장치(120)는, 예측 이미지에 잔차 이미지를 더하여 복원 이미지(113)를 생성함으로써, 대상 이미지(111)를 무손실 복원할 수 있다.
- [0050] 데이터 복원 장치(120)의 구성요소에 대해서는 도 5와 관련된 설명에서 보다 자세히 설명한다.
- [0051] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 데이터 복원 장치(120)에서 신경망 모델(140)을 재구성하는 비용을 줄이기 위해, 데이터 압축 장치(110)는 신경망 모델(140)의 학습 매뉴얼이 아닌 데이터 압축에 이용된 신경망 모델(140) 자체를 압축 이미지(112)와 함께 데이터 복원 장치(120)로 송신할 수 있다.
- [0052] 이하, 도 2에서 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델(140) 중 GAN에 대한 원리에 대해 설명한다.
- [0053] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델 중 GAN(Generative Adversarial Networks)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0054] 도 2를 참조하면, GAN은 머신 러닝 중 비지도 학습(Unsupervised learning)에 해당하는 신경망 모델로서, 생성 모델(Generator) 및 구분 모델(Discriminator)을 포함할 수 있다. 이때, GAN은 실제 데이터와 동일한 데이터를 생성하려는 생성 모델 및 실제 데이터 및 가상 데이터를 판별하려는 분류 모델이 존재하여 서로 적대적으로 학습이 수행되는 모델을 의미할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 실시예에 따른 데이터 압축 장치(110) 및 데이터 복원 장치(120)에서 사용되는 신경망 모델(140)로서 GAN이 이용되는 경우, 생성 모델은 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 복원하고, 분류 모델은 생성 모델에 의해 생성된 고해상도 이미지가 원본 이미지인지 아닌지를 판단할 수 있다.
- [0056] 이하, 도 3에서 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델(140) 중 AE에 대한 원리에 대해 설명한다.
- [0057] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델 중 AE(Auto Encoder)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0058] 도 3을 참조하면, 이미지 데이터 압축 및 복원에 이용되는 딥러닝 모델의 다른 실시예로, AE가 도시되어 있다. AE는 인코더 네트워크(Encoder)(310)를 통해 입력 데이터(Input)를 압축 이미지(Compressed Image)(320)로 압

축하고, 디코더(Decoder) 네트워크(330)를 통해 압축 이미지를 복원하여 출력 데이터(Output)를 생성할 수 있다. 즉, AE는 입력 데이터와 출력 데이터의 차이가 적어지는 방향으로 인코더 네트워크(310) 및 디코더 네트워크(330)를 동시에 학습시키는 신경망 모델을 의미할 수 있다.

[0059] 본 발명의 실시예에 따른 데이터 압축 장치(110) 및 데이터 복원 장치(120)에서 사용되는 신경망 모델(140)로서 AE가 이용되는 경우, 입력 데이터로 대상 이미지(111)가 인코더 네트워크(310)에 입력되어, 압축 이미지(320)가 생성되고, 디코더 네트워크(330)가 이용되어 압축 이미지(320)가 복원될 수 있다. 이때, 압축 이미지(320)와 복원된 이미지와 대상 이미지의 차를 의미하는 잔차 이미지의 크기가 최소화되는 방향으로 인코더 네트워크(310) 및 디코더 네트워크(330)가 동시에 학습될 수 있다.

[0060] 본 발명의 실시예에 따른 신경망 모델(140)로서, 상술한 GAN 및 AE 외에도 다양한 심층 신경망 모델이 이용될 수 있다.

[0061] 이하, 도 4에서 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치(110)의 구성에 대해 설명한다.

[0062] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 4에 도시된 데이터 압축 장치(400)는 도 1에 도시된 데이터 압축 장치(110)에 대응될 수 있다.

[0063] 도 4를 참조하면, 데이터 압축 장치(400)는 분류부(410), 모델 생성부(420), 인코딩부(430) 및 송신부(440)를 포함할 수 있다. 그러나, 반드시 이에 제한되지는 않고, 데이터 압축을 위해 필요한 모듈을 추가적으로 더 포함할 수 있다.

[0064] 분류부(410)는 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)할 수 있다. 구체적으로, 분류부(410)는 기 저장된 복수 개의 이미지 데이터(130) 중에서 중복성 또는 유사성 있는 이미지들을 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링할 수 있다. 이때, 상기 클러스터링은, K-평균 클러스터링(K-means clustering), K-최근접 이웃(K-nearest neighbor) 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 수행될 수 있다.

[0065] 모델 생성부(420)는 상기 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단을 학습 데이터 셋으로 이용하여, 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다. 이때, 모델 생성부(420)는 압축 이미지의 크기 및 잔차 이미지의 크기 모두에 기초하여 상기 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다.

[0066] 구체적으로, 모델 생성부(420)는 상기 클러스터링된 적어도 하나의 집단 중에서 대상 이미지(111)의 압축에 이용될 학습 데이터 셋을 선정하는 데이터 셋 선정부 및 상기 선정된 학습 데이터 셋을 이용하여 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성하는 생성부를 포함할 수 있다. 즉, 상기 데이터 셋 선정부는 상기 클러스터링 된 집단 중에서 상기 신경망 모델의 학습에 이용될 학습 데이터 셋을 선정할 수 있다.

[0067] 이때, 상기 신경망 모델(140)은 GAN 및 AE를 포함하는 심층 신경망 모델 중 하나의 신경망 모델일 수 있다.

[0068] 데이터 셋 선정부는 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단과 대상 이미지(111)의 유사도를 정량적으로 판단할 수 있다. 예를 들어, 데이터 셋 선정부는 픽셀 간 색상 차를 이용하는 방법, 이미지 간의 윤곽선 및 색상의 특성과 같은 이미지 특성(feature)을 추출해 유사도를 산출하는 이미지 특징 매칭(feature matching), 문맥 기반 시맨틱 매칭(context-based semantic matching) 및 문맥 기반 시각적 매칭(context-based visual matching) 중 적어도 하나에 기초하여, 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단과 대상 이미지(111)의 유사도를 정량적으로 판단할 수 있다.

[0069] 데이터 셋 선정부는 상기 유사도 판단 결과에 기초하여, 상기 유사도가 높은 순서대로 기 설정된 개수의 집단을 상기 학습 데이터 셋으로 설정할 수 있다.

[0070] 또한, 생성부는 데이터 셋 선정부에 의해 선정된 학습 데이터 셋을 이용하여, 학습된 신경망 모델을 생성할 수 있다. 이때, 상기 학습은 압축 이미지(112) 및 잔차 이미지의 크기가 최소화되는 방향으로 학습될 수 있다.

[0071] 구체적으로, 전송할 대상 이미지(111)의 압축된 정도, 즉 화질 열화 정도에 따라 압축 이미지(112)의 크기가 달라질 수 있다. 또한, 잔차 이미지를 의미하는 offset bits의 크기 역시 달라질 수 있다.

[0072] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 학습은 단순히 최소의 크기를 갖는 압축 이미지(112)를 전송하고 이를 복원하는 것이 아니라, 전송할 압축 이미지(112)의 크기(reduced bits) 및 무손실 복원을 위한 잔차 이미지(offset bits)의 크기를 모두 고려해 최적화된 크기의 압축 이미지(112) 및 잔차 이미지를 전송하기 위한 학습일 수 있다.

다.

- [0073] 인코딩부(430)는 상기 생성된 신경망 모델(140)을 이용하여, 대상 이미지(111)에 대한 압축 이미지(112)를 생성할 수 있다.
- [0074] 송신부(440)는 압축 이미지(112), 잔차 이미지 및 생성된 신경망 모델(140)에 대한 정보를 데이터 복원 장치(120)로 송신할 수 있다. 일 예로, 상기 압축 이미지, 잔차 이미지 및 생성된 신경망 모델에 대한 정보는 비트스트림 형태로 전송될 수 있다.
- [0075] 이하, 도 5에서 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 복원 장치(120)의 구성에 대해 설명한다.
- [0076] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 복원 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 5에 도시된 데이터 복원 장치(500)는 도 1에 도시된 데이터 복원 장치(120)에 대응될 수 있다.
- [0077] 도 5를 참조하면, 데이터 복원 장치(500)는 수신부(510), 분류부(520), 모델 생성부(530) 및 복원부(540)를 포함할 수 있다. 그러나, 반드시 이에 제한되지는 않고, 데이터 복원을 위해 필요한 모듈을 추가적으로 더 포함할 수 있다.
- [0078] 수신부(510)는 데이터 압축 장치(110)로부터 대상 이미지(111)에 대한 압축 이미지(112), 신경망 모델(140)에 대한 정보 및 잔차 이미지를 수신할 수 있다. 이때, 신경망 모델(140)에 대한 정보는, 데이터 압축 장치(110)의 모델 생성부(420)에서 신경망 모델(140)의 생성에 이용된 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및 랜덤 시드 등 데이터 압축 장치(110)에서 생성된 신경망 모델과 동일한 신경망 모델이 생성되기 위한 정보를 포함할 수 있다.
- [0079] 분류부(520)는 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링(clustering)할 수 있다. 구체적으로, 분류부(520)는 기 저장된 복수 개의 이미지 데이터(130) 중에서 중복성 또는 유사성 있는 이미지들을 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링할 수 있다. 이때, 상기 클러스터링은, K-평균 클러스터링(K-means clustering), K-최근접 이웃(K-nearest neighbor) 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0080] 모델 생성부(530)는 신경망 모델(140)에 대한 정보 및 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단을 이용하여, 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다.
- [0081] 구체적으로, 모델 생성부(530)는 데이터 압축 장치(110)로부터 수신한 신경망 모델(140)에 대한 정보에 기초하여, 상기 클러스터링된 적어도 하나 이상의 집단 중에서 대상 이미지(111)의 압축에 이용된 학습 데이터 셋을 선정하고, 상기 선정된 학습 데이터 셋을 이용하여 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다. 즉, 데이터 복원 장치(120)의 모델 생성부(530)에서 생성된 신경망 모델(140)은 데이터 압축 장치(110)의 모델 생성부(420)에서 생성된 신경망 모델(140)과 동일한 모델일 수 있다.
- [0082] 이때, 상기 신경망 모델(140)은 GAN 및 AE를 포함하는 심층 신경망 모델 중 하나의 신경망 모델일 수 있다.
- [0083] 복원부(540)는 상기 생성된 신경망 모델(140)을 이용하여, 수신한 압축 이미지(112)로부터 대상 이미지(111)에 대한 예측 이미지를 생성할 수 있다. 또한, 복원부(540)는 상기 생성된 예측 이미지에 수신한 잔차 이미지를 더하여 복원 이미지(113)를 생성할 수 있다. 이때, 복원 이미지(113)는 대상 이미지(111)와 동일한 이미지일 수 있다.
- [0084] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 데이터 복원 장치(120)에서 신경망 모델(140)을 재구축하는 비용을 줄이기 위해, 데이터 압축 장치(110)는 신경망 모델(140)의 학습 매뉴얼이 아닌 데이터 압축에 이용된 신경망 모델(140) 자체를 압축 이미지(112)와 함께 데이터 복원 장치(120)로 송신할 수 있다. 즉, 상기 신경망 모델(140)에 대한 정보는 신경망 모델(140) 자체를 포함할 수 있다. 이 경우, 데이터 복원 장치(120)는, 수신한 신경망 모델(140) 자체를 이용하여, 압축 이미지(112)로부터 예측 이미지를 생성할 수 있다. 또한, 데이터 복원 장치(120)는 예측 이미지에 잔차 이미지를 더하여 복원 이미지(113)를 생성할 수 있다.
- [0085] 이하, 도 6 및 도 7에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 방법 및 데이터 복원 방법을 설명한다.
- [0086] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0087] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 압축 장치(110)는, 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링 할 수 있다(S601). 즉, 데이터 압축 장치(110)의 분류부(410)는 기 저장된 복수 개의 이미지 데이터(130) 중에서 중복성 또는 유사성 있는 이미지들을 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스

터링할 수 있다. 이때, 상기 클러스터링은, K-평균 클러스터링(K-means clustering), K-최근접 이웃(K-nearest neighbor) 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 수행될 수 있다.

[0088] 그리고, 데이터 압축 장치(110)는, 적어도 하나 이상의 집단을 학습 데이터 셋으로 이용하여 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다(S602).

[0089] 구체적으로, 데이터 압축 장치(110)는, 클러스터링된 적어도 하나의 집단 중에서 대상 이미지(111)와 유사한 집단을 압축에 이용될 학습 데이터 셋으로 선정하고, 상기 선정된 학습 데이터 셋을 통해 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다. 이때, 상기 신경망 모델(140)은 GAN 및 AE를 포함하는 심층 신경망 모델 중 하나의 신경망 모델일 수 있다.

[0090] 그리고, 데이터 압축 장치(110)는, 상기 생성된 신경망 모델(140)을 이용하여 대상 이미지(111)에 대한 압축 이미지(112)를 생성할 수 있다(S603).

[0091] 이때, 상기 신경망 모델(140)은, 실제로 전송 및 동기화될 이미지 데이터인 압축 이미지 및 무손실 복원을 위한 잔차 이미지의 크기가 최소화되도록 학습이 수행될 수 있다.

[0092] 그리고, 데이터 압축 장치(110)는, 압축 이미지, 생성된 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 데이터 복원 장치(120)로 송신할 수 있다(S604). 일 예로, 상기 압축 이미지, 잔차 이미지 및 생성된 신경망 모델에 대한 정보는 비트스트림 형태로 전송될 수 있다.

[0093] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 복원 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0094] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 복원 장치(120)는, 데이터 압축 장치(110)로부터 대상 이미지(111)에 대한 압축 이미지(112), 신경망 모델에 대한 정보 및 잔차 이미지를 수신할 수 있다(S701). 이때, 신경망 모델(140)에 대한 정보는, 데이터 압축 장치(110)의 모델 생성부(420)에서 신경망 모델(140)의 생성에 이용된 학습 횟수, 학습 데이터 셋 및 랜덤 시드 등의 신경망 모델(140)의 생성에 필요한 정보를 포함할 수 있다. 또는, 신경망 모델(140)에 대한 정보는, 신경망 모델(140) 자체를 포함할 수 있다.

[0095] 그리고, 데이터 복원 장치(120)는, 기 저장된 복수 개의 이미지를 적어도 하나 이상의 집단으로 클러스터링할 수 있다(S702). 이때, 상기 클러스터링은, K-평균 클러스터링(K-means clustering), K-최근접 이웃(K-nearest neighbor) 알고리즘, 스펙트럴 해싱(Spectral Hashing) 알고리즘 및 시맨틱 해싱(Semantic Hashing) 알고리즘 중 적어도 하나에 기초하여 수행될 수 있다.

[0096] 그리고, 데이터 복원 장치(120)는, 신경망 모델에 대한 정보 및 적어도 하나의 집단을 이용하여 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다(S703).

[0097] 구체적으로, 데이터 복원 장치(120)는, 데이터 압축 장치(110)로부터 수신한 신경망 모델(140)에 대한 정보에 기초하여, 상기 클러스터링된 하나 이상의 집단 중에서 데이터 압축 장치(110)에서 신경망 모델(140)의 생성에 사용됐던 학습 데이터 셋과 동일한 집단을 학습 데이터 셋으로 선정하고, 상기 선정된 학습 데이터 셋을 이용하여 대상 이미지(111)를 압축 및 복원하도록 학습된 신경망 모델(140)을 생성할 수 있다.

[0098] 즉, 데이터 복원 장치(120)의 모델 생성부(530)에서 생성된 신경망 모델(140)은 데이터 압축 장치(110)의 모델 생성부(420)에서 생성된 신경망 모델(140)과 동일한 모델일 수 있다.

[0099] 그리고, 데이터 복원 장치(120)는, 생성된 신경망 모델을 이용하여 압축 이미지로부터 대상 이미지를 복원할 수 있다(S704).

[0100] 구체적으로, 데이터 복원 장치(120)는 상기 생성된 신경망 모델(140)을 이용하여, 수신한 압축 이미지(112)로부터 대상 이미지(111)에 대한 예측 이미지를 생성할 수 있다. 또한, 복원부(540)는 상기 생성된 예측 이미지에 수신한 잔차 이미지를 더하여 복원 이미지(113)를 생성할 수 있다.

[0101] 본 발명의 변형예로서, 데이터 압축 장치(110)는, 모든 카테고리에 대해 적용 가능한 대형 신경망(global neural network)를 데이터 복원 장치(120)에 미리 전송해두어, 데이터 압축 장치(110) 및 데이터 복원 장치(120)가 상기 대형 신경망을 이용하여 이미지 데이터의 압축 및 복원을 수행할 수도 있다.

[0102] 본 명세서에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한

데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0103] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

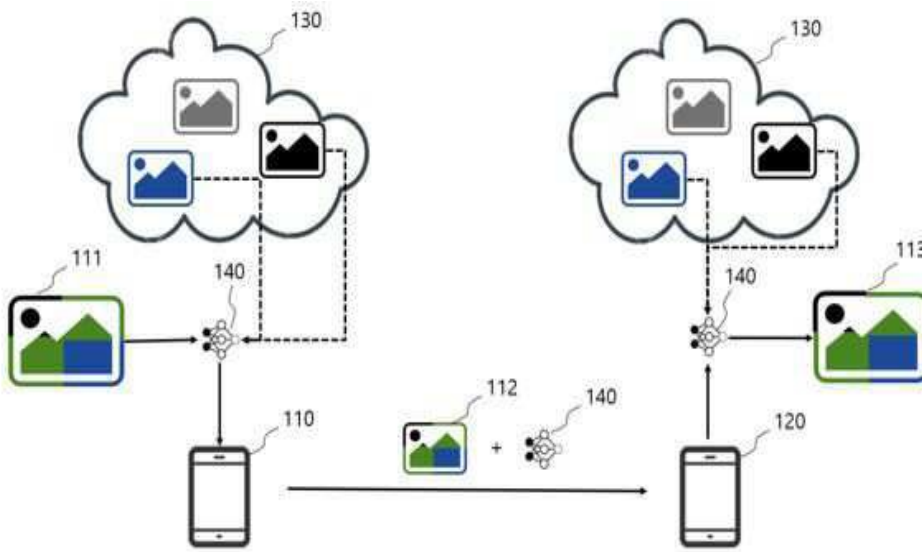
[0104] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

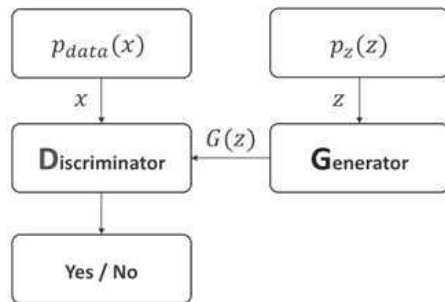
- [0105]
- 110: 데이터 압축 장치
 - 111: 대상 이미지
 - 112: 압축 이미지
 - 113: 복원 이미지
 - 120: 데이터 복원 장치
 - 130: 기 저장된 복수 개의 이미지 데이터
 - 140: 신경망 모델

도면

도면1



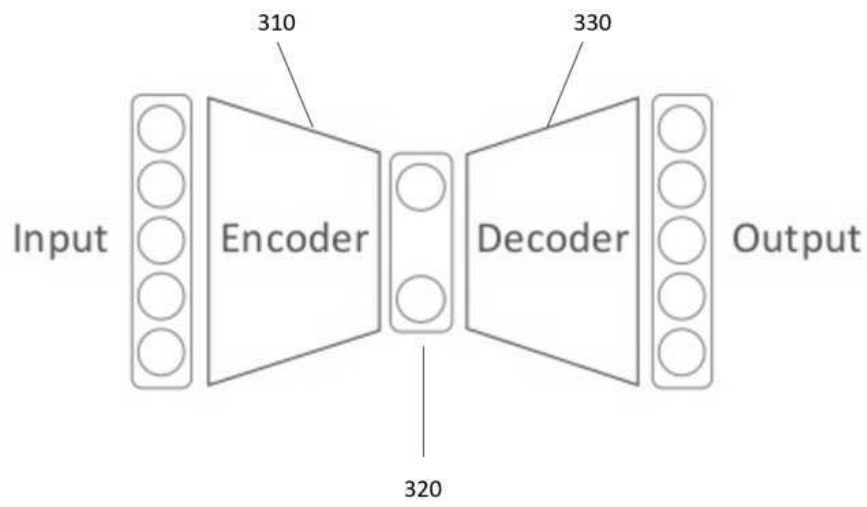
도면2



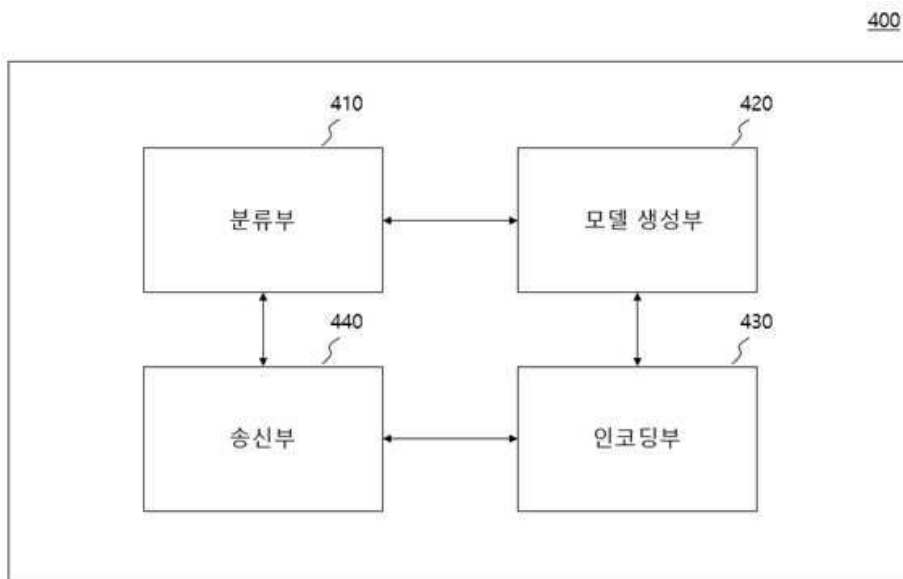
$$V(D, G) = \mathbb{E}_{x \sim p_{data}(x)} [\log D(x)] + \mathbb{E}_{z \sim p_z(z)} [\log (1 - D(G(z)))]$$

$$D^*, G^* = \min_G \max_D V(D, G)$$

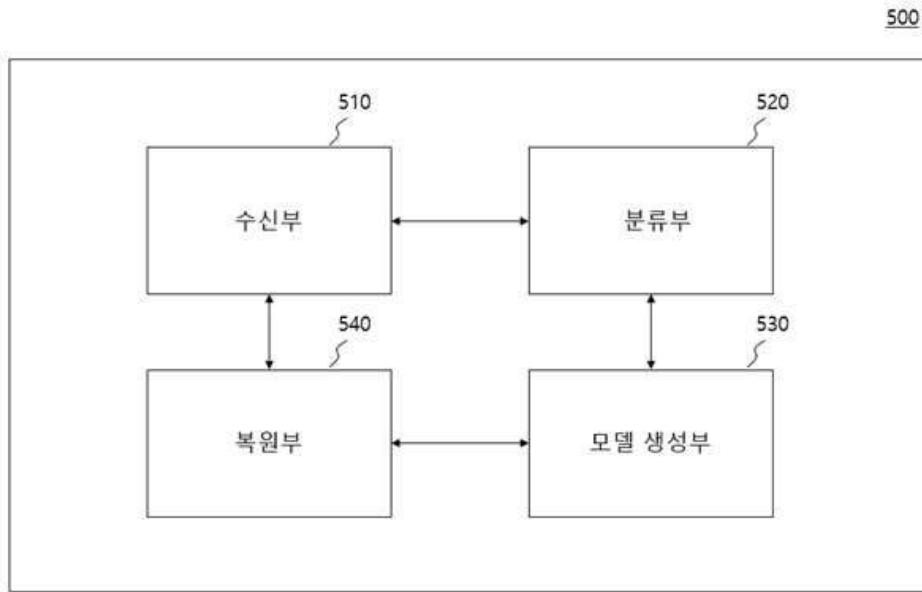
도면3



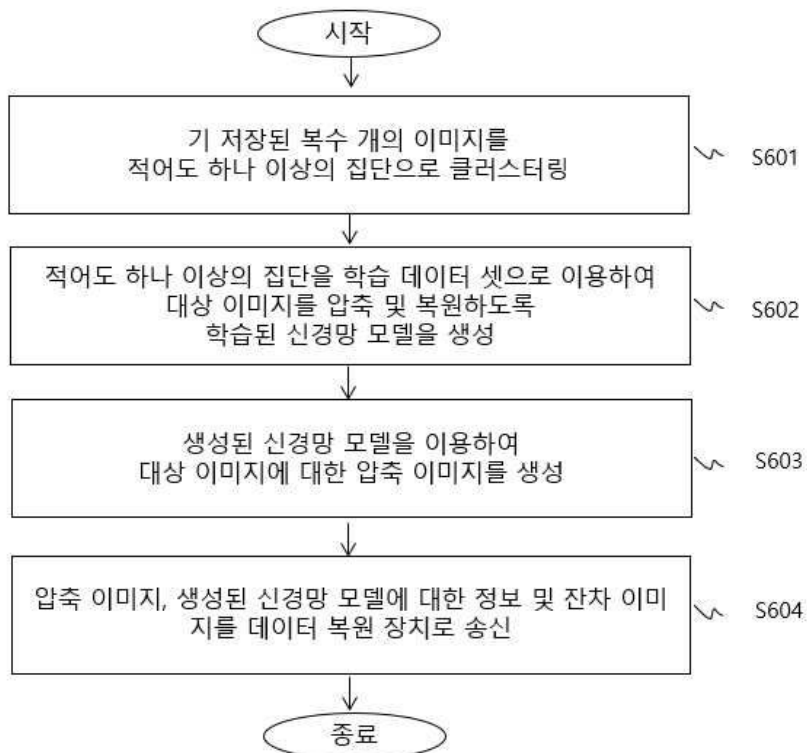
도면4



도면5



도면6



도면7

