



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0151414
(43) 공개일자 2023년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 3/40 (2006.01) G06N 3/08 (2023.01)
G06T 5/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06T 3/4076 (2013.01)
G06N 3/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2022-0052203
(22) 출원일자 2022년04월27일
심사청구일자 2022년04월27일
(30) 우선권주장
1020220051032 2022년04월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김형신
대전광역시 유성구 노은로426번길 183
권진세
대전광역시 대덕구 송촌북로4번길 21-6 202호
강재민
대전광역시 유성구 궁동로68번길 9 202호
(74) 대리인
이은철, 김재문

전체 청구항 수 : 총 5 항

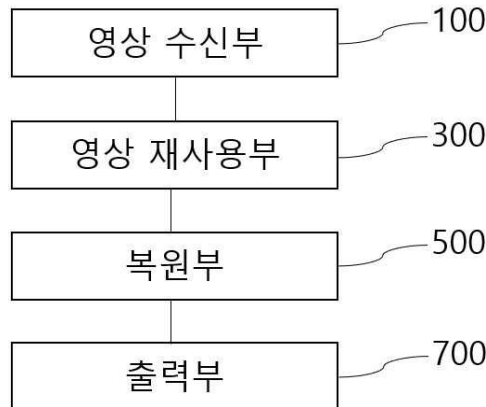
(54) 발명의 명칭 초고해상도 영상복원 시스템

(57) 요약

본 발명은, 인공지능망을 이용한 초고해상도 영상복원 시스템에 있어서, 영상을 수신하는 영상 수신부; 상기 영상 수신부가 수신한 영상의 이동벡터(motion vector)를 분석하여 영상에서 중복된 부분을 재사용하는 영상 재사용부; 상기 영상 수신부가 수신한 영상에서 상기 영상 재사용부에서 재사용하는 부분을 제외한 영상을 인공지능망에 입력하여 초고해상도 영상으로 복원하는 복원부; 및 상기 복원부에서 복원한 영상을 출력하는 출력부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1

10



(52) CPC특허분류

G06T 3/4046 (2013.01)

G06T 5/001 (2013.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345341784
과제번호	1345341784(세부과제번호:2021RIS-004)
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

인공신경망을 이용한 초고해상도 영상복원 시스템에 있어서,

영상을 수신하는 영상 수신부;

상기 영상 수신부가 수신한 영상의 이동벡터(motion vector)를 분석하여 영상에서 중복된 부분을 재사용하는 영상 재사용부;

상기 영상 수신부가 수신한 영상에서 상기 영상 재사용부에서 재사용하는 부분을 제외한 영상을 인공신경망에 입력하여 초고해상도 영상으로 복원하는 복원부; 및

상기 복원부에서 복원한 영상을 출력하는 출력부;를 포함하는 초고해상도 영상복원 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복원부는,

영상 프레임 사이의 차이값 및 이동 벡터를 상기 영상 재사용부로 전송하는 것을 특징으로 하는 초고해상도 영상복원 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복원부는,

영상의 열화를 제거하는 이미지 클리닝 모듈;

영상 전후의 특징을 추출하는 양방향 전과 모듈; 및

상기 양방향 전과 모듈에서 추출한 영상 전후의 특징으로부터 초고해상도 영상을 생성하는 업샘플링 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 초고해상도 영상복원 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 양방향 전과 모듈은,

영상 전후의 특징을 추출하기 위한 복수개의 컨볼루션층으로 구성되고, 상기 복수개의 컨볼루션층 중 일부만을 사용하며, 상기 영상 재사용부에서 재사용되는 전/후 프레임을 뛰어넘으므로 컨볼루션 연산을 일부만 수행하는 것을 특징으로 하는 초고해상도 영상복원 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 양방향 전과 모듈은,

절반의 컨볼루션층만을 이용하는 것을 특징으로 하는 초고해상도 영상복원 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 초고해상도 영상복원 시스템에 관한 것으로서, 특히 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 복원하는 시간을 단축하기 위한 초고해상도 영상복원 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 저해상도 이미지를 초고해상도 이미지로 복원하는 기술은 다양한 분야에서 응용되어 사용되고 있고, 다양한 초고해상도 복원 알고리즘이 제안되어 졌다. Super resolution은 저해상도의 이미지로부터 고해상도의 이미지를 만들어내는 기술로 천문학, 차량 번호판인식 같은 응용에 사용되고 있다.
- [0004] 최근에는 딥러닝을 이용한 super resolution이 좋은 성능을 보여 활발한 연구가 이루어지고 있다. Super resolution은 단일 이미지로부터 고해상도를 만들어내는 SISR(Single Image Super Resolution)과 영상의 여러 프레임을 이용하여 고해상도를 만들어내는 VSR(Video Super Resolution)로 나눌 수 있다. super resolution의 경우 자연스러운 이미지를 만들어내기 위한 많은 양의 연산이 사용되어 실시간 추론에 어려움이 있다. 초고해상도 복원 알고리즘은 뉴럴네트워크를 이용하므로 방대한 파라미터 기반의 연산이 수반되어 연산 시간이 오래 걸리고, 알고리즘의 메모리 사용량도 높다는 문제점이 있다.
- [0005] 따라서, 연산량과 연산 시간을 줄일 수 있는 초고해상도 영상복원 시스템이 요구되고 있는 실정이다.
- [0006] 본 과제(결과물)는 2021년도 교육부이 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역 혁신 사업의 결과입니다(2021RIS-004).
- [0007] This results was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE)(2021RIS-004)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 기존의 초고해상도 복원 알고리즘을 압축 및 가속하는 방식으로 경량화하여 복원 시간을 단축할 수 있는 초고해상도 영상복원 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 인공지능망을 이용한 초고해상도 영상복원 시스템에 있어서, 영상을 수신하는 영상 수신부; 상기 영상 수신부가 수신한 영상의 이동벡터(motion vector)를 분석하여 영상에서 중복된 부분을 재사용하는 영상 재사용부; 상기 영상 수신부가 수신한 영상에서 상기 영상 재사용부에서 재사용하는 부분을 제외한 영상을 인공지능망에 입력하여 초고해상도 영상으로 복원하는 복원부; 및 상기 복원부에서 복원한 영상을 출력하는 출력부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 복원부는, 영상 프레임 사이의 차이값 및 이동 벡터를 상기 영상 재사용부로 전송할 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 복원부는, 영상의 열화를 제거하는 이미지 클리닝 모듈; 영상 전후의 특징을 추출하는 양방향 전파 모듈; 및 상기 양방향 전파 모듈에서 추출한 영상 전후의 특징으로부터 초고해상도 영상을 생성하는 업샘플링 모듈;을 포함할 수 있다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 양방향 전파 모듈은, 영상 전후의 특징을 추출하기 위한 복수개의 컨볼루션층으로 구성되고, 상기 복수개의 컨볼루션층 중 일부만을 사용하며, 상기 영상 재사용부에서 재사용되는 전/후 프레임

을 뛰어넘으므로 컨볼루션 연산을 일부만 수행할 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 양방향 전과 모듈은, 절반의 컨볼루션층만을 이용할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 불필요한 뉴럴네트워크를 압축하여 초고해상도의 복원 시간을 단축할 수 있다는 이점이 있다.

[0018] 또한, 본 발명은 뉴럴네트워크 구조를 경량화하여 연산량을 감소시키므로 휴대용 기기에 적용할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초고해상도 영상복원 시스템의 구성도를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기존 초고해상도의 복원 알고리즘을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 복원부의 구성도를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초고해상도 영상복원 시스템의 알고리즘을 나타낸다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 인공신경망 모델에 따른 시간성능 비교 그래프를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 인공신경망의 가중치 분포를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 인공신경망 모델에 따른 초고해상도 영상복원의 출력을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0022] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초고해상도 영상복원 시스템(10)의 구성도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 영상 수신부(100), 영상 채사용부(300), 복원부(500), 및 출력부(700)를 포함할 수 있다.

[0024] 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 저해상도 영상을 초고해상도 영상으로 복원할 수 있다. 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 초고해상도 영상복원 알고리즘을 가속 및 압축하여 복원 시간을 단축시킬 수 있다. 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 뉴럴네트워크(neural network) 기반 영상복원 알고리즘을 사용하여 저해상도 영상을 초고해상도 영상으로 복원할 수 있다.

[0025] 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 불필요한 뉴럴네트워크를 압축하여 알고리즘을 경량화할 수 있다. 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 알고리즘을 경량화하여도 기존 알고리즘과 동일한 품질을 유지할 수 있다. 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 알고리즘 경량화를 통해 연산량을 감소시킬 수 있다. 초고해상도 영상복원 시스템(10)은 초고해상도 영상복원의 속도를 높이고 연산량을 감소시킴으로써 스마트폰과 같은 휴대용 기기에 적용될 수 있다.

[0026] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기존 초고해상도의 복원 알고리즘을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 기존 초고해상도의 복원 알고리즘은 입력된 영상의 열화를 제거하는 image cleaning을 거친 후 백본망으로 입력된다. 이후 forward/backward의 양방향 전파로 영상 전후의 특징을 추출한다. 이후, 영상과 영상 전후의 특징을 연결하고 융합하여 초고해상도 영상을 생성할 수 있다.

- [0027] 기존 초고해상도의 복원 알고리즘과 본 발명과의 차이는 이동벡터를 이용하여 중복되는 영상 부분을 재사용하고 인공지능망의 네트워크 중 일부만을 사용하는 것이다. 본 발명의 특징에 대한 구체적인 내용은 아래에서 설명한다.
- [0028] 영상 수신부(100)는 영상을 수신할 수 있다. 영상 수신부(100)는 촬영장치 또는 저장장치로부터 영상을 수신할 수 있다. 영상 수신부(100)는 제3의 장치와 유선 또는 무선 네트워크로 연결되어 제 3의 장치가 촬영 또는 저장한 이미지를 수신할 수 있다. 영상 수신부(100)는 복원하고자 하는 영상을 수신하여 영상 재사용부(300)로 전달할 수 있다.
- [0029] 영상 수신부(100)는 수신받은 영상을 전처리할 수 있다. 영상 수신부(100)는 수신받은 영상의 픽값값을 정규화하는 방식의 전처리를 수행할 수 있다. 영상 수신부(100)는 영상의 픽셀을 정규화하여 인공지능망에서의 연산속도를 향상시킬 수 있다.
- [0030] 영상 재사용부(300)는 영상 수신부(100)가 수신한 영상의 이동벡터(motion vector)를 분석하여 영상에서 중복된 부분을 재사용할 수 있다. 영상 재사용부(300)는 연속된 이미지의 집합인 영상의 특성상 연속된 이미지에서는 중복된 부분이 발생하므로 중복된 부분을 재사용할 수 있다. 영상 재사용부(300)는 이동벡터를 사용하여 예측영역을 재생성하고 해당 예측 영역에 복원된 오차를 합성하여 원래의 영상을 재구성할 수 있다.
- [0031] 이동벡터(motion vector)는 현재 블록과 매우 닮은 참조 블록과의 위치좌표간 차이 벡터를 의미한다. 본 발명에서 이동벡터는 전후 영상의 위치좌표 간 차이 벡터를 의미할 수 있다. 이동벡터는 시간 중복성을 제거할 수 있다. 이동벡터는 기준 프레임인 이전 또는 다음 프레임에서 가장 가능성 있는 위치와의 수평, 수직 변위를 묘사할 수 있다. 이동벡터는 영상 화면 단위마다 앞, 뒤 화면 어느 곳에서 움직여 왔는지에 대한 정보를 제공할 수 있다. 이동벡터는 현 매크로 블록과 이동벡터에 의해 움직임 보상된 이전 화면의 매크로 블록 간의 차이만을 부호화함으로써 데이터량을 크게 줄일 수 있다.
- [0032] 영상 재사용부(300)는 중복되는 영상을 재사용하여 인공지능망의 연산량을 줄일 수 있다. 이를 통해, 영상 재사용부(300)는 복원 속도를 향상시킬 수 있다. 영상 재사용부(300)는 영상 프레임 사이의 차이값 및 이동 벡터를 복원부(500) 또는 출력부(700)로부터 제공받을 수 있다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 복원부(500)의 구성도를 나타낸다. 도 3을 참조하면, 복원부(500)는 이미지 클리닝 모듈(510), 양방향 전파 모듈(530), 및 업샘플링 모듈(550)을 포함할 수 있다.
- [0034] 복원부(500)는 영상 수신부(100)가 수신한 영상에서 영상 재사용부(300)에서 재사용하는 부분을 제외한 영상을 인공지능망에 입력하여 초고해상도 영상으로 복원할 수 있다. 복원부(500)는 초고해상도 복원을 위해 시스템에 입력된 영상 중에 중복되는 부분을 제외하고 복원을 수행하므로 연산속도를 향상시키고 연산량을 감소시킬 수 있다.
- [0035] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초고해상도 영상복원 시스템(10)의 알고리즘을 나타낸다. 도 4를 참조하면, 복원부(500)는 영상 프레임 사이의 차이값 및 이동벡터를 영상 재사용부(300)로 전송할 수 있다. 영상 프레임 사이의 차이값 및 이동벡터를 전송받은 영상 재사용부(300)는 이동벡터를 분석하여 중복되는 영상 부분을 재사용할 수 있다.
- [0036] 이미지 클리닝 모듈(510)은 영상의 열화를 제거할 수 있다.
- [0037] 양방향 전파 모듈(530)은 영상 전후의 특징을 추출할 수 있다. 양방향 전파 모듈(530)은 장기(long-term) 및 전역(global) 전파에 중점을 둔 양방향 전파를 수행할 수 있다. 양방향 전파 모듈(530)은 복원 품질과 인공지능망의 효율성에서 뛰어난 성능을 발휘할 수 있다.
- [0038] 양방향 전파 모듈(530)은 영상 전후의 특징을 추출하기 위한 복수개의 컨볼루션층으로 구성되고, 복수개의 컨볼루션층 중 일부만을 사용하며, 영상 재사용부(300)에서 재사용되는 전/후 프레임을 뛰어넘으므로 컨볼루션 연산을 일부만 수행할 수 있다. 바람직하게는, 양방향 전파 모듈(530)은 절반의 컨볼루션층만을 이용할 수 있다. 양방향 전파 모듈(530)은 복수개의 컨볼루션층에서 중복 연산이 발생되므로, 복수개의 컨볼루션층 중 일부만을 사용하여 중복 연산으로 인한 연산량 증가와 연산속도 감소 문제를 해결할 수 있다. 양방향 전파 모듈(530)은 컨볼루션 연산의 일부만을 수행하여 연산량 증가와 연산속도 감소 문제를 해결할 수 있다.
- [0039] 업샘플링 모듈(550)은 양방향 전파 모듈에서 추출한 영상 전후의 특징으로부터 초고해상도 영상을 생성할 수 있다.

- [0040] 출력부(700)는 복원부(500)에서 복원한 영상을 출력할 수 있다.
- [0042] 이하에서는 본 발명의 시뮬레이션 결과를 설명한다.
- [0044] 본 시뮬레이션에서는 좋은 성능지표를 보이는 인공지능망 모델들을 NVIDIA Jetson Board에서 추론시간 측정 및 모델을 분석하였다. 이러한 시뮬레이션을 통해 본 발명에 따른 초고해상도 영상복원 시스템(10)이 가장 적합한 모델임을 확인할 수 있다.
- [0045] Super resolution 모델의 성능은 손실정보를 평가하는 PSNR(Peak Signal-to-noise ratio)과 시각적 화질과의 유사도를 평가하는 SSIM(Structural Similarity Index Map)으로 평가될 수 있다.
- [0046] 최근 두 가지 수치에서 높은 성능을 보이는 인공지능망 모델로 SISR 모델인 LIFF, EDSR과 VSR 모델인 basicVSR, bascivVSR++, 및 Realbasic VSR을 대상으로 Jetson Xavier NX 보드에서 추론 성능을 측정하였다. 각 모델은 320x240 이미지를 1280x960 로 4배 확대하는 시간을 측정하였고, PyTorch를 기반으로 작성된 MMEditting 프레임워크에서 실험하였다.
- [0047] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망 모델에 따른 시간성능 비교 그래프를 나타낸다.
- [0048] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망의 가중치 분포를 나타낸다.
- [0049] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망 모델에 따른 초고해상도 영상복원의 출력을 나타낸다.
- [0050] 도 5 내지 도 7을 참조하면, Convolution layer를 이용한 EDSR모델은 0.67초로 가장 빠른 속도를 보여주나 낮은 화질을 보이고 있다. LIFF모델은 EDSR을 기반으로 추가적인 구조가 붙은 형태로 1장당 13.78초로 가장 느린 속도를 보여준다. BasicVSR 모델들은 Optical flow를 추출하는 Spynet을 기반으로 하는 모델들이며, Realbasic VSR이 1.51초로 좋은 화질을 보이면서도 타 모델에 비해 비교적 빠른 속도를 보여준다. 따라서, 본 발명은 RealbasicVSR 모델을 적합한 모델로 선정하였고, 해당 모델을 가속하고 압축하기 위해 이동벡터를 이용하여 중복되는 영상 부분을 재사용하고 인공지능망의 네트워크 중 일부분을 사용하였다.
- [0051] RealbasicVSR은 Image Cleaning block, Spynet, Forward block and Backward block, Upsample Layer로 나눌 수 있다. Image Cleaning block과 Forward, Backword block의 경우 Convolution layer로 이루어져 있으며 전체 추론시간의 70%를 차지한다. 가중치들은 0에 가깝게 분포해 있어, 가지치기 기법을 적용해 볼 수 있다. 본 시뮬레이션에서는 세 개의 모듈에서 Convolution 레이어 일부를 단순히 제거해보았고, 도 7의 (d)와 같은 결과를 보였다. 기존 초고해상도 복원 알고리즘인 도 6의 (c)와 비교하여, PSNR이 31.2, SSIM이 0.90으로 좋은 성능을 보이면서도, 추론시간이 30% 더 빠른 것을 확인하였다.
- [0052] 임베디드 보드에서 딥러닝을 이용한 super resolution을 위해 성능을 측정하였을 때, Real basicVSR 모델이 빠르면서도 좋은 성능을 보였다. 실시간 추론을 위해 모델의 구조를 분석하였고, Convolution layer들의 가중치가 0에 가깝게 분포해 있어 컨볼루션 층을 단순 제거 시에도 30% 추론성능향상을 보였다.
- [0053] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

- [0055] 10 : 초고해상도 영상복원 시스템
 100 : 영상 수신부
 300 : 영상 재사용부
 500 : 복원부

510 : 이미지 클리닝 모듈

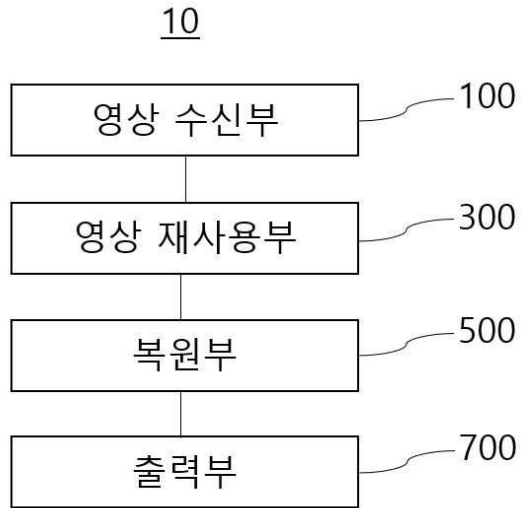
530 : 양방향 전파 모듈

550 : 업샘플링 모듈

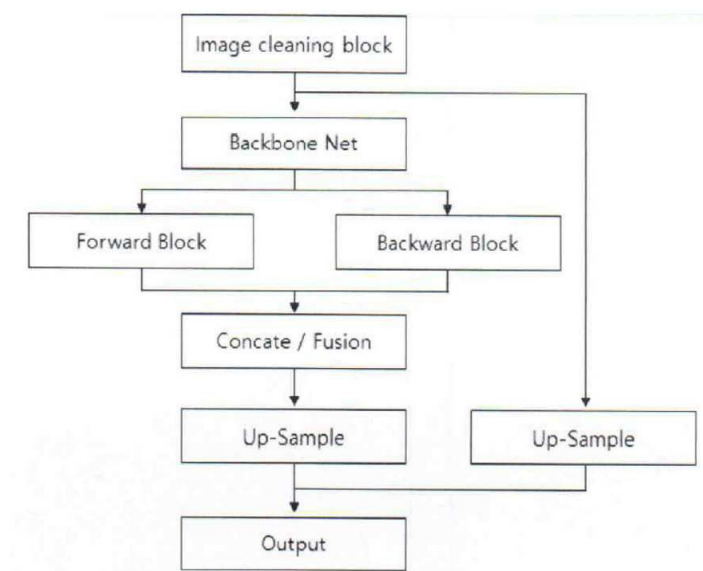
700 : 출력부

도면

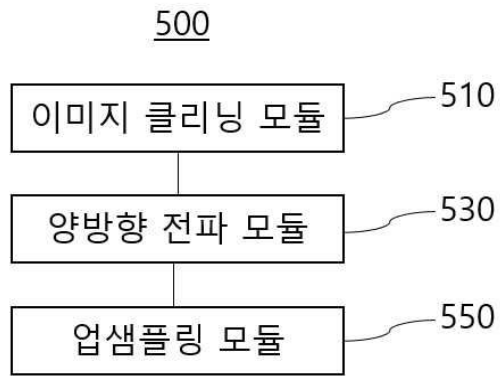
도면1



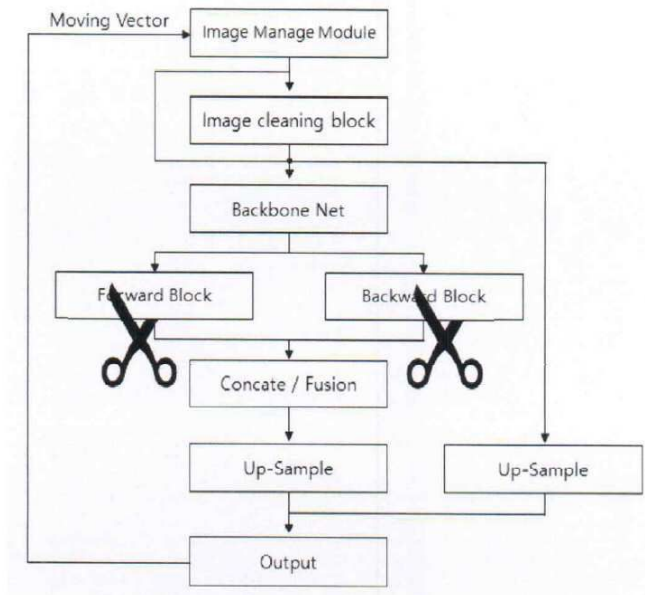
도면2



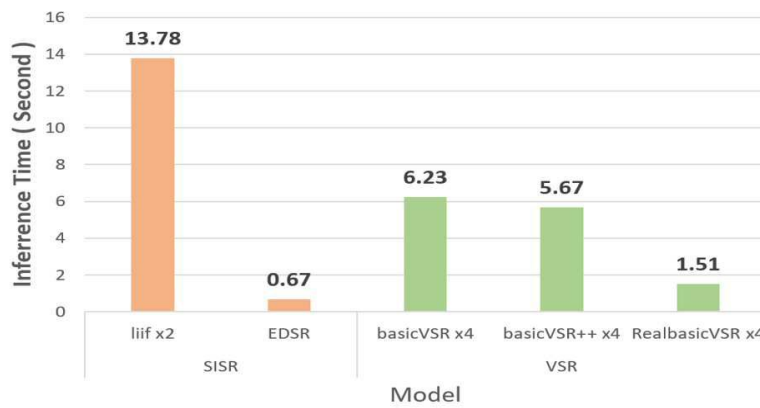
도면3



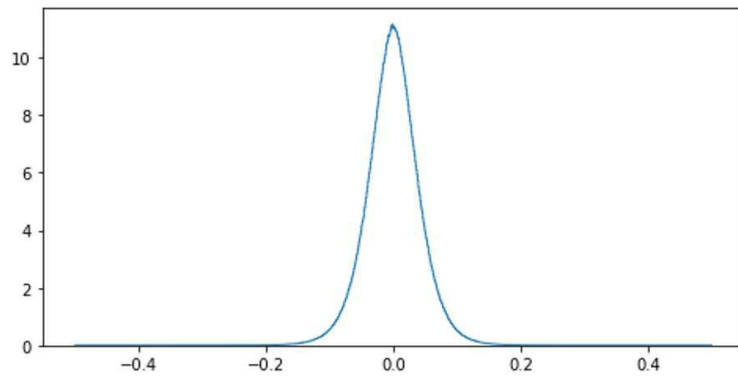
도면4



도면5



도면6



도면7

