



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0102655
(43) 공개일자 2025년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06V 10/82 (2022.01) G06N 3/04 (2023.01)
G06T 3/40 (2024.01) G06V 10/80 (2022.01)
G06V 10/94 (2022.01) G06V 20/17 (2022.01)

(52) CPC특허분류

G06V 10/82 (2022.01)
G06N 3/04 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2023-0194552

(22) 출원일자 2023년12월28일

심사청구일자 2023년12월28일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

서재규

인천광역시 부평구 갈월동로 45, 101동 501호(갈산동, 두산아파트)

쉬안 웅이아 후인

서울특별시 광진구 광나루로20가길 11-2, 반지층 1호(화양동)

정구범

경기도 용인시 기흥구 동백5로 41, 3005동 2004호(중동, 성산마을신영지웰)

(74) 대리인

양성보

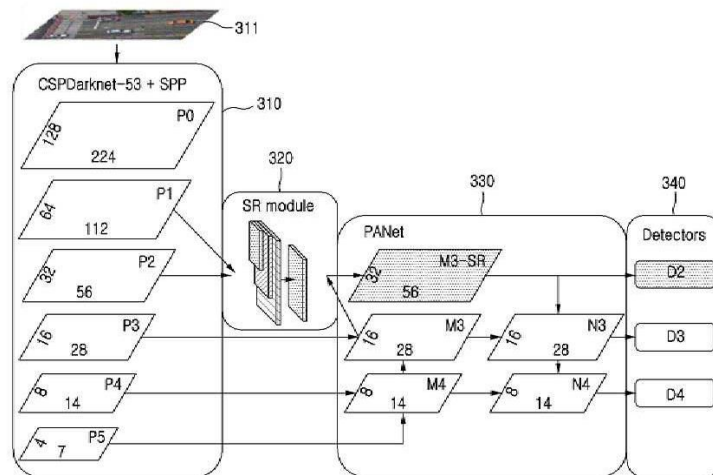
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템

(57) 요약

초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 시스템은 물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성하는 백본 네트워크, 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 SR 모듈, 상기 백본 네트워크 및 상기 SR 모듈로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 결합하는 경로 통합 네트워크 및 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출하는 검출부를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06T 3/4053 (2024.01)

G06V 10/803 (2023.08)

G06V 10/803 (2023.08)

G06V 10/95 (2022.01)

G06V 20/17 (2023.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345366486
과제번호	2020R1A6A1A03038540
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학확산연구기반구축
연구과제명	자율지능무인비행체연구소
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615013254
과제번호	615013254
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술사업화지원
연구과제명	자율협력주행용 LDM Layer4 정보 생성을 위한 AI 카메라의 고도화 및 연동 기술 개

발

기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)위드로봇
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성하는 백본 네트워크;

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 SR 모듈 -상기 제2 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 높고, 제3 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 낮음-;

상기 백본 네트워크 및 상기 SR 모듈로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 결합하는 경로 통합 네트워크(Path Aggregation Network; PANet); 및

서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출하는 검출부

를 포함하는 물체 검출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 SR 모듈은,

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 복수의 잔차 블록(residual block) 및 픽셀 셔플(pixel shuffling) 기법을 기반으로 특징 맵을 강화한 후 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도(Super Resolution) 특징맵을 생성하는

물체 검출 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 SR 모듈은,

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 통합하여 초고해상도 특징맵을 생성하기 위해 초기 특징 추출에서부터 시작하여 가장 낮은 해상도 특징맵에 대하여 초고해상도 기법 중 하나인 픽셀 셔플(pixel shuffling) 기법을 활용하여 업샘플링하고, 이후 순차적으로 높은 해상도를 가지는 복수의 특징맵을 통합하기 위해 각 특징맵에 대한 맥락 정보를 추출하고, 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특징을 집계하여, 최종적으로 서로 다른 해상도의 특징을 통합하는 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)을 통해 최종 특징맵을 출력하는

물체 검출 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 SR 모듈은,

연산량을 감소시키기 위해 상기 복수의 잔차 블록 중 일부를 CBL(Convolution + Batch-normalization + Leaky ReLU)로 대체하고,

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 상기 복수의 잔차 블록, 상기 CBL 및 상기 픽셀 셔플 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵을 생성하는

물체 검출 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 SR 모듈은,

검출 성능을 향상시키기 위해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 입력 받아 특징맵의 크기를 키우는 복수의 업 샘플링 블록(Up-sampling block)과 특징맵의 크기를 줄여주는 복수의 다운 샘플링 블록(Down-sampling block)을 연속적으로 적용하여 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 다시 생성하고, 다시 생성된 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)에 입력으로 사용하여 하나의 특징맵으로 통합하는

물체 검출 시스템.

청구항 6

백본 네트워크를 통해 물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성하는 단계;

SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계 -상기 제2 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 높고, 제3 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 낮음-;

경로 통합 네트워크를 통해 상기 백본 네트워크 및 상기 SR 모듈로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 결합하는 단계; 및

검출부를 통해 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출하는 단계

를 포함하는 물체 검출 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계는,

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 복수의 잔차 블록(residual block) 및 픽셀 셔플(pixel shuffle) 기법을 기반으로 특징 맵을 강화한 후 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도(Super Resolution) 특징맵을 생성하는

물체 검출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계는,

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 통합하여 초고해상도 특징맵을 생성하기 위해 초기 특징 추출에서부터 시작하여 가장 낮은 해상도 특징맵에 대하여 초고해상도 기법 중 하나인 픽셀 셔플(pixel shuffle) 기법을 활용하여 업샘플링하고, 이후 순차적으로 높은 해상도를 가지는 복수의 특징맵을 통합하기 위해 각 특징맵에 대한 맥락 정보를 추출하고, 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특징을 집계하여, 최종적으로 서로 다른 해상도의 특징을 통합하는 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)을 통해 최종 특징맵을 출력하는

물체 검출 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계는,

연산량을 감소시키기 위해 상기 복수의 잔차 블록 중 일부가 CBL(Convolution + Batch-normalization + Leaky ReLU)로 대체되고,

상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 상기 복수의 잔차 블록, 상기 CBL 및 상기 픽셀 셔플 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵을 생성하는

물체 검출 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계는,

검출 성능을 향상시키기 위해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 입력 받아 특징맵의 크기를 키우는 복수의 업 샘플링 블록(Up-sampling block)과 특징맵의 크기를 줄여주는 복수의 다운 샘플링 블록(Down-sampling block)을 연속적으로 적용하여 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 다시 생성하고, 다시 생성된 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)에 입력으로 사용하여 하나의 특징맵으로 통합하는

물체 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 컴퓨터 비전에서 물체 검출기는 발전을 거듭해 왔으며, 감시 시스템, 자율주행 자동차, 드론 등 다양한 분야에서 사용되어 왔다. 이러한 발전에도 대부분의 물체 검출기들은 여전히 작은 크기의 물체를 검출하는 데 어려움을 겪고 있다.

[0003] 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 연구에서는 초고해상도(Super-Resolution), 다중 스케일 표현(Multi-scale representation) 등의 다양한 기법을 사용하고 있다.

[0004] 딥뉴럴네트워크(Deep Neural Network; DNN) 기반 방법의 발전은 영상 기반 물체 검출의 성능을 획기적으로 향상시켰다. 하지만 영상에서 작은 크기의 물체를 검출하는 것은 낮은 픽셀 수, 구별하기 어려운 특징, 복잡한 배경, 제한된 정보, 폐색 및 잘림 현상 등으로 인해 여전히 도전적인 과제이다. 감시 카메라, 드론 카메라, 자율주행자동차 카메라 등과 같이 실시간 에지 프로세싱을 수행하거나 원거리에서 물체를 촬영하는 상황에서는 영상에 작게 촬영되는 물체들을 빠르고 정확하게 검출하는 것이 필요하다.

[0005] 도 1은 종래기술에 따른 드론에서 촬영된 작은 크기의 물체가 다수 포함된 영상의 예시를 나타내는 도면이다.

[0006] 도 1은 드론에서 촬영된 영상의 예를 보여준다. 이 그림에서는 차량(110)과 보행자(120) 등이 매우 작은 크기로 촬영되어 기존 물체 검출기가 이들을 안정적으로 검출하는데 어려움을 겪게 된다. 따라서 이와 같은 상황에서 작은 물체 검출의 성능을 향상시키는 방법을 필요로 한다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0007] (비특허문헌 0001) [1] Haris, M.; Shakhnarovich, G.; Ukita, N. Task-Driven Super Resolution: Object Detection in Low-Resolution Images. In Proceedings of the Neural Information Processing: 28th International Conference (ICONIP 2021), Sanur, Indonesia, 8-12 December 2021; pp. 387-395.
- (비특허문헌 0002) [2] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang and H.-Y. M. Liao, "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection," arXivpreprint arXiv:2004.10934, 2020.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 초고해상도 특징맵을 기반으로 영상에 존재하는 작은 크기의 물체들에 대한 검출 성능을 향상시키기 위한 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크(Deep Neural Network; DNN) 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템을 제공하는데 있다. 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템은 작은 물체 검출 성능을 향상시키기 위해 기존 물체 검출기에 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network; CNN) 기반 초고해상도 특징맵 생성 모듈인 SR(Super-Resolution) 모듈을 추가한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 시스템은 물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성하는 백본 네트워크, 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 SR 모듈 -상기 제2 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 높고, 제3 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 낮음-, 상기 백본 네트워크 및 상기 SR 모듈로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 결합하는 경로 통합 네트워크(Path Aggregation Network; PANet) 및 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출하는 검출부를 포함한다.
- [0010] 상기 SR 모듈은 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 복수의 잔차 블록(residual block) 및 픽셀 셔플(pixel shuffle) 기법을 기반으로 특징 맵을 강화한 후 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도(Super Resolution) 특징맵을 생성한다.
- [0011] 상기 SR 모듈은 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 통합하여 초고해상도 특징맵을 생성하기 위해 초기 특징 추출에서부터 시작하여 가장 낮은 해상도 특징맵에 대하여 초고해상도 기법 중 하나인 픽셀 셔플(pixel shuffle) 기법을 활용하여 업샘플링하고, 이후 순차적으로 높은 해상도를 가지는 복수의 특징맵을 통합하기 위해 각 특징맵에 대한 맥락 정보를 추출하고, 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특징을 집계하여, 최종적으로 서로 다른 해상도의 특징을 통합하는 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)을 통해 최종 특징맵을 출력한다.
- [0012] 상기 SR 모듈은 연산량을 감소시키기 위해 상기 복수의 잔차 블록 중 일부를 CBL(Convolution + Batch-normalization + Leaky ReLU)로 대체하고, 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 상기 복수의 잔차 블록, 상기 CBL 및 상기 픽셀 셔플 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵을 생성한다.
- [0013] 상기 SR 모듈은 검출 성능을 향상시키기 위해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 입력 받아 특징맵의 크기를 키우는 복수의 업 샘플링 블록(Up-sampling block)과 특징맵의 크기를 줄여주는 복수의 다운 샘플링 블록(Down-sampling block)을 연속적으로 적용하여 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 다시 생성하고, 다시 생성된 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)에 입력하여 하나의 특징맵으로 통합한다.
- [0014] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법은 백본 네트워크를 통해 물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성하는 단계, SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네

트위크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계, 경로 통합 네트워크를 통해 상기 백본 네트워크 및 상기 SR 모듈로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 결합하는 단계 및 검출부를 통해 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들에 따른 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템을 통해 초고해상도 특징맵을 기반으로 영상에 존재하는 작은 크기의 물체들에 대한 검출 성능을 향상시킬 수 있다. 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법 및 시스템은 기존 물체 검출기에 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network; CNN) 기반 초고해상도 특징맵 생성 모듈인 SR(Super-Resolution) 모듈을 추가하여 작은 물체 검출 성능을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 실시예들에 따르면, SR 모듈은 초고해상도 특징맵을 생성하는 과정에서 특징맵의 품질을 향상시키고 이에 포함된 작은 물체에 대한 정보를 더욱 풍부하게 만들기 때문에 작은 물체 검출 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 종래기술에 따른 드론에서 촬영된 작은 크기의 물체가 다수 포함된 영상의 예시를 나타내는 도면이다.
 도 2는 종래기술에 따른 물체 검출기를 나타내는 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 SR 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 간소화된 SR 모듈의 상세도이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 고도화된 SR 모듈의 상세도이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SR 모듈이 포함된 YOLOv4를 Visdrone 데이터셋에 적용한 결과의 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명에서는 일반적인 영상 기반 물체 검출기가 가지고 있는 문제인 작은 크기 물체 검출 성능 저하 문제를 해결함으로써 영상 기반 물체 검출기의 작은 크기 물체에 대한 검출 성능을 향상시키는 기술적 과제를 풀고자 한다. 이를 위해 본 발명에서는 기존 물체 검출기에 합성곱 신경망을 기반으로 작은 물체 검출용 특징맵의 해상도를 향상시켜 초고해상도 특징맵을 생성하는 초고해상도(Super Resolution; SR) 모듈을 추가함으로써 특징맵에 포함된 작은 물체에 대한 정보를 더욱 풍부하게 만들고 이를 기반으로 작은 물체 검출 성능을 향상시키는 방법을 제안한다. 구체적으로는 경로 통합 네트워크(Path Aggregation Network; PANet)를 기반으로 SR-PANet이라는 초고해상도기반 모듈을 개발하여 기존 YOLO 기반 물체 검출기에 적용하였다.

[0018] 본 발명에서는 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법이 작은 물체 검출 성능을 향상시킬 수 있음을 VisDrone2019 데이터셋을 기반으로 확인하였다.

[0019] 본 발명에서는 개발된 물체 검출기를 실시간 임베디드 시스템에 적용하기 위해 네트워크 슬리밍(network slimming) 기반 채널 프루닝(channel pruning)을 적용하여 간소화를 수행하였다. 간소화된 물체 검출기는 Qualcomm Neural Processing SDK를 기반으로 QCS610의 DSP에 임베딩 되어 실시간으로 동작하는 것을 확인하였다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 도 2는 종래기술에 따른 물체 검출기를 나타내는 도면이다.

[0022] 본 발명에서는 대표적인 1단계(One-stage) 물체 검출기인 YOLOv4 기반이 되는 모델로 사용하였다. 본 설명에서는 YOLOv4가 예시로서 설명되었지만, 이는 일 실시예일뿐 이외에 다른 1단계 물체 검출기를 사용하는 것도 가능하다.

[0023] 본 발명의 실시예에 따른 YOLOv4 검출기는 백본 네트워크로 CSPDarknet53을 사용하여 연산량과 메모리를 효과적

으로 감소시켰고, 경로 통합을 통해 서로 다른 수준의 특성을 결합해 다양한 정보를 활용하였다. 또한, SPP(Spatial Pyramid Pooling)을 기반으로 다양한 수용 영역을 고려하여 물체를 검출하는 방법을 사용하였다. YOLOv4는 상당한 시간 동안 다양한 응용에 적용되어 왔고 추론 속도와 검출 성능의 균형을 잘 맞춘 검출기이기 때문에 실시간 임베디드 시스템에 효과적으로 적용될 수 있다.

- [0024] 도 2(a)는 YOLOv4의 구조도이고, 도 2(b)는 YOLOv4를 변경한 물체 검출기의 구조이다.
- [0025] 도 2(a)를 참조하면, 특징맵 M3는 작은 크기 물체 검출에 사용되고, N4는 중간 크기 물체 검출에 사용되며, N5는 큰 크기 물체 검출에 사용된다.
- [0026] 도 2(b)는 도 2(a)의 YOLOv4를 변경하여 각 크기의 물체 검출에 사용되는 특징맵의 크기를 두 배씩 키운 물체 검출기의 구조도를 보여준다. 여기에서 특징맵 M2는 작은 크기 물체 검출에 사용되고, N3는 중간 크기 물체 검출에 사용되며, N4는 큰 크기 물체 검출에 사용된다. 이와 같이 작은 크기 물체 검출에 사용되는 특징맵의 크기를 키우면, 보다 세밀한 정보가 포함된 특징맵에서 물체를 검출할 수 있기 때문에 작은 크기 물체에 대한 검출 성능이 소폭 개선된다.
- [0027] 본 발명에서는 이와 유사하게 작은 크기 물체 검출에 사용되는 특징맵의 품질을 더욱 향상시키기 위한 여러 모들을 제안한다.
- [0029] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0030] 본 발명은 널리 사용되는 영상 기반 물체 검출기인 1단계 검출기에 작은 물체 검출을 위한 특징맵의 해상도를 향상시켜 초고해상도 특징맵을 생성하는 SR 모듈을 추가하여 작은 물체 검출을 위한 특징맵에 포함된 정보를 더욱 풍부하게 함으로써 작은 물체 검출 성능을 향상시키는 방법을 제안한다.
- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 SR(Super Resolution) 모듈을 포함하는 1단계 검출기를 도시한다. 제안하는 SR 모듈은 경로 통합 네트워크(Path Aggregation Network; PANet)와 백본 네트워크(Backbone network)에서 추출된 서로 다른 크기의 세 가지 특징맵들(P1, P2, M3)을 잔차 블록(residual block)들과 픽셀 셔플(pixel shuffling) 기법을 기반으로 특징 맵을 강화한 후 통합하여 작은 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵(M3-SR)을 생성한다. 물체 검출기는 이와 같이 생성된 초고해상도 특징맵을 기반으로 작은 물체를 검출하게 된다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 따른 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 시스템은 백본 네트워크(310), SR 모듈(320), 경로 통합 네트워크(Path Aggregation Network; PANet)(330) 및 검출부(340)를 포함한다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 백본 네트워크(310)는 물체 검출을 위한 이미지(311)를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵(P5, P4, P3, P2, P1, P0)을 생성한다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따른 SR 모듈(320)은 백본 네트워크(310)의 제1 해상도 특징맵(P2)과 제2 해상도 특징맵(P1) 및 경로 통합 네트워크(330)의 제3 해상도 특징맵(M3)을 조합하여 초고해상도 특징맵(M3-SR)을 생성한다.
- [0035] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 제2 해상도 특징맵(P1)의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵(P2)의 해상도보다 높고, 제3 해상도 특징맵(M3)의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵(P2)의 해상도보다 낮다.
- [0036] 본 발명의 실시예에 따른 SR 모듈(320)은 상기 상기 백본 네트워크(310)의 제1 해상도 특징맵(P2)과 제2 해상도 특징맵(P1) 및 경로 통합 네트워크(330)의 제3 해상도 특징맵(M3)을 복수의 잔차 블록(residual block) 및 픽셀 셔플(pixel shuffling) 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도(Super Resolution) 특징맵(M3-SR)을 생성한다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 따른 SR 모듈(320)은 다양한 스케일의 특징을 효과적으로 통합함으로써 작은 물체 검출 성능을 향상시키는 목적으로 제안되었다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 따르면, 작은 물체 검출에 사용되는 특징맵인 M3-SR은 본 발명의 실시예에 따른 SR 모듈(320)로부터 생성된다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따른 SR 모듈(320)은 초기 특징 추출에서부터 시작하여 저수준 특징을 초고해상도 기법 중 하나인 픽셀 셔플(pixel shuffling)(Depth to Space) 방식을 활용하여 업샘플링 한다. 이어서 고수준 특징

통합을 거치면서 맥락 정보를 추출하고, 다양한 수준의 특징들을 집계한다. 최종적으로 다양한 스케일의 특징을 통합하는 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)을 통해 최종 특징맵을 출력한다.

- [0040] 본 발명의 일 실시예에 따른 SR 모듈(320)은 연산량을 감소시키기 위해 상기 복수의 잔차 블록 중 일부가 CBL(Convolution + Batch-normalization + Leaky ReLU)로 대체되고, 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 상기 복수의 잔차 블록, 상기 CBL 및 상기 픽셀 셔플 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵을 생성할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 SR 모듈(320)은 검출 성능을 향상시키기 위해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 입력 받아 특징맵의 크기를 키우는 복수의 업 샘플링 블록(Up-sampling block)과 특징맵의 크기를 줄여주는 복수의 다운 샘플링 블록(Down-sampling block)을 연속적으로 적용하여 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 다시 생성하고, 다시 생성된 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)에 입력으로 사용하여 하나의 특징맵으로 통합할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 실시예에 따른 경로 통합 네트워크(330)는 상기 백본 네트워크(310) 및 상기 SR 모듈(320)로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵(M4, M3, M3-SR)의 특성을 결합한다.
- [0043] 본 발명의 실시예에 따른 검출부(340)는 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출한다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 SR 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 도 4(a)는 본 발명의 실시예에 따른 SR 모듈의 상세 구조도이고, 도 4(b)는 본 발명의 실시예에 따른 잔차 블록 및 픽셀 셔플의 상세 구조도이다.
- [0047] 도 4(a)를 참조하면, SR 모듈은 경로 통합 네트워크의 특징맵(M3) 및 백본 네트워크의 특징맵(P1, P2)를 입력 받아 M3-SR을 생성한다. 이 과정에서 복수의 잔차 블록 및 픽셀 셔플을 연속적으로 이용하는 기법을 사용한다. 제안하는 SR 모듈은 저해상도 특징맵에 존재하는 의미론적인 정보와 고해상도 특징맵에 존재하는 상세한 정보를 효과적으로 조합하여 작은 물체 검출에 유용한 특징맵인 M3-SR을 생성한다. 도 4(a)에서 CBL은 Convolution + Batch-normalization + Leaky ReLU의 줄임말로 세 연산의 묶음을 하나의 용어로 표현한 것이다. 도 4(b)는 SR 모듈에 사용된 잔차 블록 및 픽셀 셔플의 상세도를 도시한다.
- [0049] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 간소화된 SR 모듈의 상세도이다.
- [0050] 도 4를 참조하여 설명된 SR 모듈이 연산 능력이 한정적인 실시간 임베디드 시스템에 사용되는 경우에는 연산량 문제로 실시간 처리가 어려울 수 있다. 따라서 본 발명에서는 제안된 SR 모듈을 간소화한 형태인 간소화된 SR 모듈(simplified SR-module)을 추가로 제안한다.
- [0051] 도 5는 간소화된 SR 모듈을 도시한다. 간소화된 SR 모듈은 본 발명의 실시예에 따른 1단계 검출기에서 기본 SR 모듈과 동일한 위치에 삽입되어 사용된다. 간소화된 SR 모듈에서는 기본 SR 모듈(도 4 참조)에 존재하는 연산량을 많이 사용하는 기본 SR 모듈 일부(411, 412)를 연산량을 적게 사용하는 간단한 CBL(511, 512) 형태로 변경하여 사용한다. 간소화된 SR 모듈을 사용하게 되면 전체 검출기 기준으로 약 절반의 연산량이 감소되어 실시간 임베디드 시스템에 사용하기 유리하게 된다. 반면, 검출 성능은 아주 적게 감소하게 된다.
- [0053] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 고도화된 SR 모듈의 상세도이다.
- [0054] 도 4를 참조하여 설명된 SR 모듈을 연산량이 충분한 장치에서 동작시키는 경우에는 해당 모델을 고도화한 형태를 적용하여 연산량은 증가시키고 검출 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0055] 도 6은 고도화된 SR 모듈(advanced SR-module)을 도시한다. 도 6(a)는 고도화된 SR 모듈의 전체적인 구조를 도시하며, 도 6(b) 내지 도 6(e)는 고도화된 SR 모듈에 사용되는 개별 요소들인 업 샘플링 블록(Up-sampling block), 다운 샘플링 블록(Down-sampling block), 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM), 보틀넥(Bottle neck)의 상세 구조를 각각 도시한다.

- [0056] 도 6(a)를 참조하면, 고도화된 SR 모듈은 세 가지 크기의 특징맵들을 입력 받아 특징맵의 크기를 키워주는 업샘플링 블록들과 특징맵의 크기를 줄여주는 다운샘플링 블록들을 연속적으로 적용하여 세 가지 크기의 특징맵들을 다시 생성한다. 이렇게 생성된 세 가지 크기의 특징맵들은 크로스 스케일 퓨전 모듈에 입력되어 하나의 특징맵으로 통합된 후 작은 물체 검출에 사용된다. 고도화된 SR 모듈을 사용하게 되면 전체 검출기 기준으로 연산량이 약 두 배 정도 증가하게 되고 검출 성능은 소폭 상승하게 된다.
- [0058] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0059] 제안하는 초고해상도 특징맵을 활용한 딥뉴럴네트워크 기반 작은 물체 검출 방법은 백본 네트워크를 통해 물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성하는 단계(710), SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성하는 단계(720), 경로 통합 네트워크를 통해 상기 백본 네트워크 및 상기 SR 모듈로부터 입력 받은 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 결합하는 단계(730) 및 검출부를 통해 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특성을 이용하여 물체를 검출하는 단계(740)를 포함한다.
- [0060] 단계(710)에서, 백본 네트워크를 통해 물체 검출을 위한 이미지를 입력 받아 서로 다른 해상도를 갖는 복수의 특징맵을 생성한다.
- [0061] 단계(720)에서, SR 모듈을 통해 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 조합하여 초고해상도 특징맵을 생성한다.
- [0062] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 제2 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 높고, 제3 해상도 특징맵의 해상도는 상기 제1 해상도 특징맵의 해상도보다 낮다.
- [0063] 본 발명의 실시예에 따르면, SR 모듈을 통해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 복수의 잔차 블록 및 픽셀 셔플 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵을 생성한다.
- [0064] 본 발명의 실시예에 따르면, SR 모듈을 통해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 통합하여 초고해상도 특징맵을 생성하기 위해 초기 특징 추출에서부터 시작하여 가장 낮은 해상도 특징맵에 대하여 초고해상도 기법 중 하나인 픽셀 셔플(pixel shuffling) 기법을 활용하여 업샘플링하고, 이후 순차적으로 높은 해상도를 가지는 복수의 특징맵을 통합하기 위해 각 특징맵에 대한 맥락 정보를 추출하고, 서로 다른 해상도의 복수의 특징맵의 특징을 집계하여, 최종적으로 서로 다른 해상도의 특징을 통합하는 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)을 통해 최종 특징맵을 출력한다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예에 따르면, SR 모듈을 통해 연산량을 감소시키기 위해 상기 복수의 잔차 블록 중 일부가 CBL(Convolution + Batch-normalization + Leaky ReLU)로 대체되고, 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 상기 복수의 잔차 블록, 상기 CBL 및 상기 픽셀 셔플 기법을 기반으로 통합하여 물체 검출을 위한 초고해상도 특징맵을 생성할 수 있다.
- [0066] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, SR 모듈을 통해 검출 성능을 향상시키기 위해 상기 백본 네트워크의 제1 해상도 특징맵과 제2 해상도 특징맵 및 경로 통합 네트워크의 제3 해상도 특징맵을 입력 받아 특징맵의 크기를 키워주는 복수의 업샘플링 블록(Up-sampling block)과 특징맵의 크기를 줄여주는 복수의 다운샘플링 블록(Down-sampling block)을 연속적으로 적용하여 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 다시 생성하고, 다시 생성된 상기 제1 해상도 특징맵, 제2 해상도 특징맵 및 제3 해상도 특징맵을 크로스 스케일 퓨전 모듈(Cross-scale fusion module; CFM)에 입력으로 사용하여 하나의 특징맵으로 통합할 수 있다.
- [0068] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SR 모듈이 포함된 YOLOv4를 Visdrone 데이터셋에 적용한 결과의 예시이다.
- [0069] 제안하는 방법은 드론에서 촬영된 공용 데이터인 Visdrone 데이터셋과 감시 카메라에서 직접 취득한 데이터셋에서 정량적으로 평가되었다. 두 데이터셋에 포함된 물체들은 거의 대부분이 작은 물체들로 구성된다. Visdrone 데이터셋의 경우 전체 물체의 약 96% 정도가 작은 물체이고, 직접 취득한 데이터셋의 경우 전체 물체의 약 88%

정도가 작은 물체이다. 표 1은 두 가지 데이터셋에 제안된 방법을 평가하여 얻은 성능이다.

<표 1>

사용된 물체 검출기	Visdrone 데이터셋 (480×288 pixels)		직접 취득한 데이터셋 (224×128 pixels)	
	mAP50	GFLOPs	mAP50	GFLOPs
YOLOv4	15.93	43.16	67.71	9.99
YOLOv4 + SR-module	24.86	93.88	79.09	19.47
YOLOv4 + simplified SR-module	22.27	49.25	77.20	10.22

mAP50은 검출 성능을 나타내며 100에 근접할수록 검출 성능이 좋다는 것을 의미하고, GFLOPs는 연산량을 나타내며 클수록 연산량이 많이 필요하다는 것을 의미한다. 표 1에서 기존 검출기인 YOLOv4만을 사용하였을 때와 비교하여 제안하는 SR 모듈을 기존 검출기와 함께 사용하는 경우에 상당한 검출 성능의 향상이 있다는 것을 확인할 수 있다. 하지만 연산량 또한 약 두 배 정도 증가한 것을 확인할 수 있다. 하지만 기존 검출기와 간소화된 SR 모듈을 사용한 경우에는 기존 검출기만을 사용한 경우와 비교하여 거의 동일한 연산량을 사용하면서도 검출 성능을 상당히 향상시킬 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 표 1에는 제시되지 않았지만 기존 검출기와 고도화된 SR 모듈을 사용한 경우에는 기존 검출기와 SR 모듈을 사용한 경우에 비해 약 두 배 정도의 연산량 상승과 소폭의 검출 성능 향상을 확인할 수 있다. 도 8을 참조하면, Visdrone 데이터셋에 제안하는 SR 모듈이 포함된 YOLOv4를 적용한 검출 결과의 예를 보여준다. 표 1과 도 8을 통해 제안된 방법을 사용하여 매우 작은 물체들(810, 820)을 효과적으로 검출할 수 있다는 것을 정량적 그리고 정성적으로 확인할 수 있다.

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, FPGA(field programmable gate 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.

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, 가상장치(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.

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.

[0077] 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.

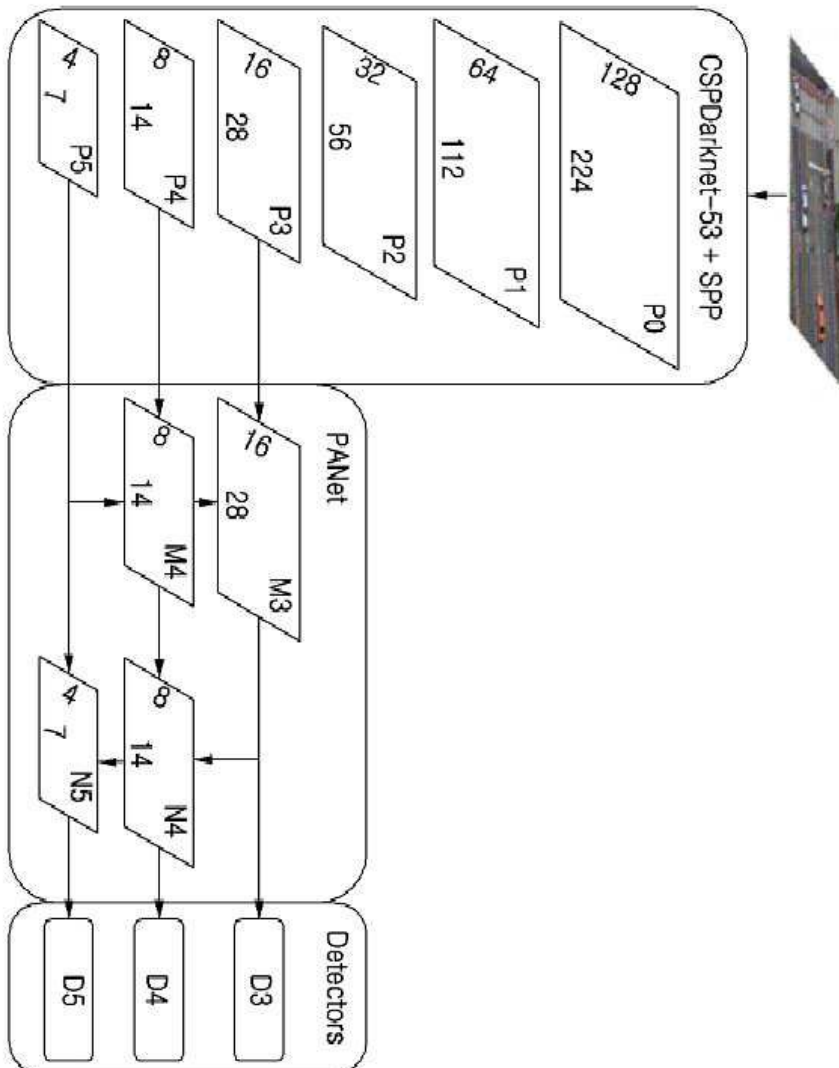
[0078] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

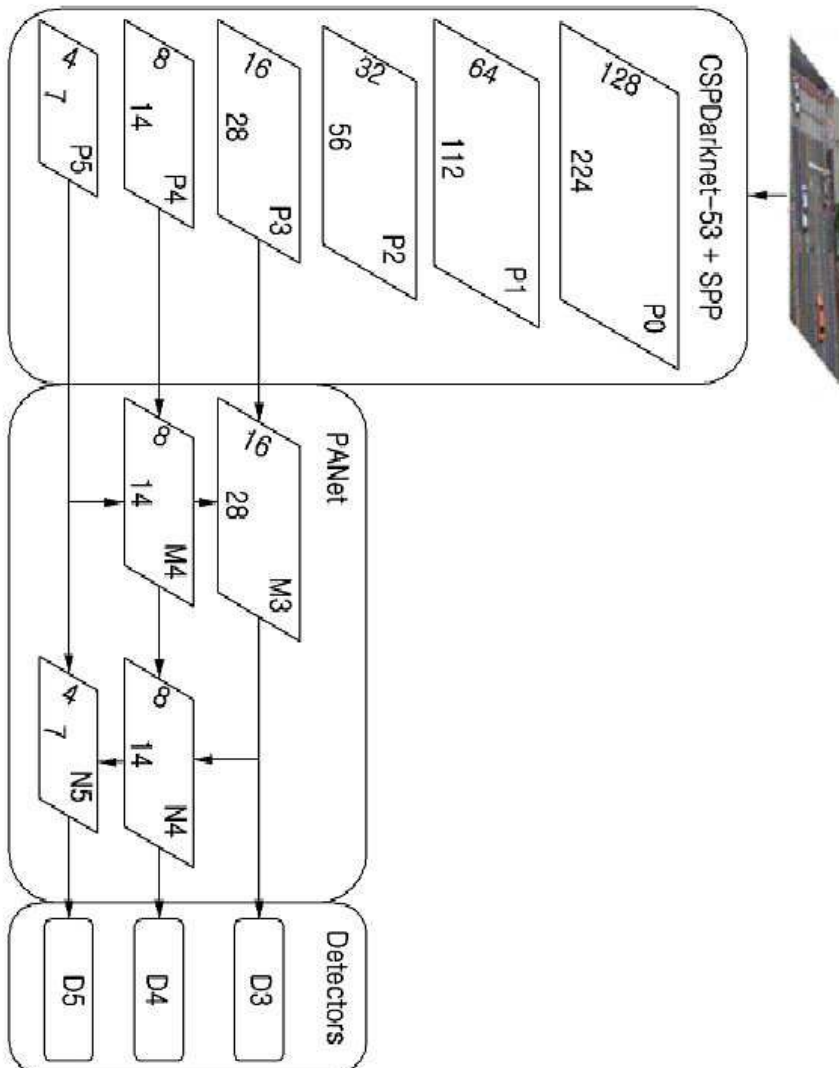
도면1



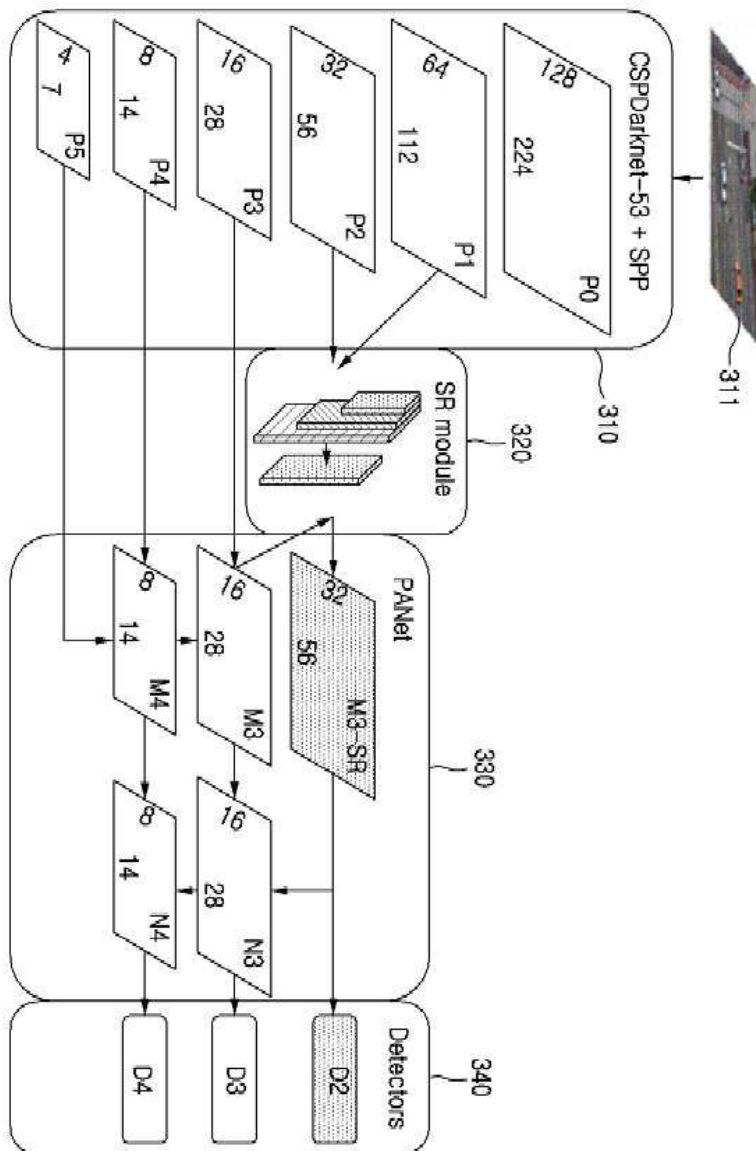
도면2a



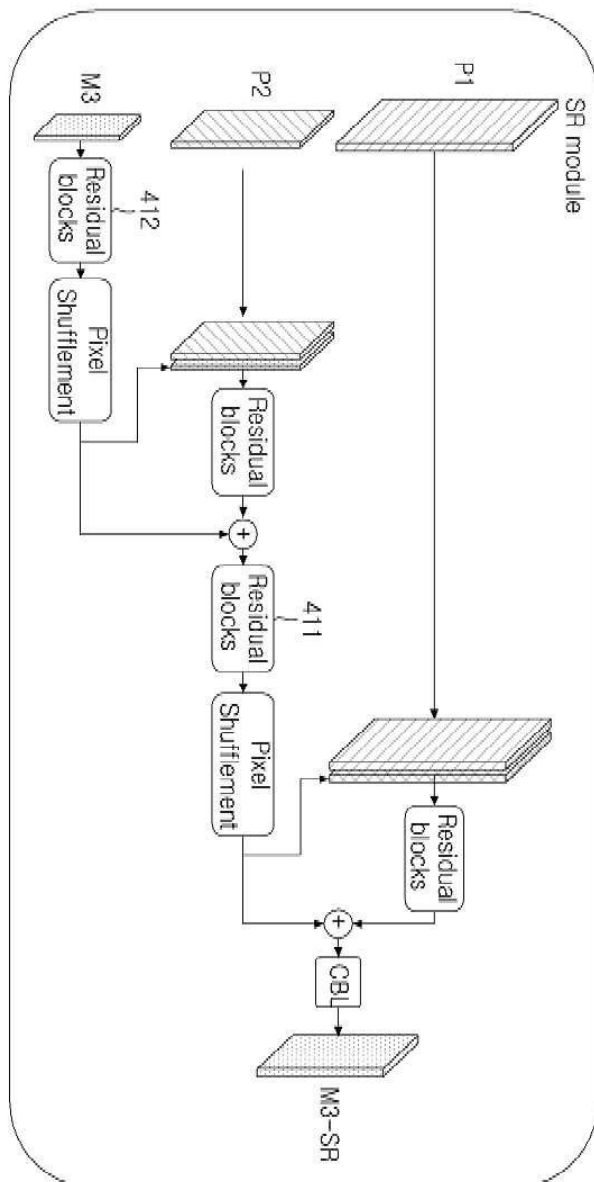
도면2b



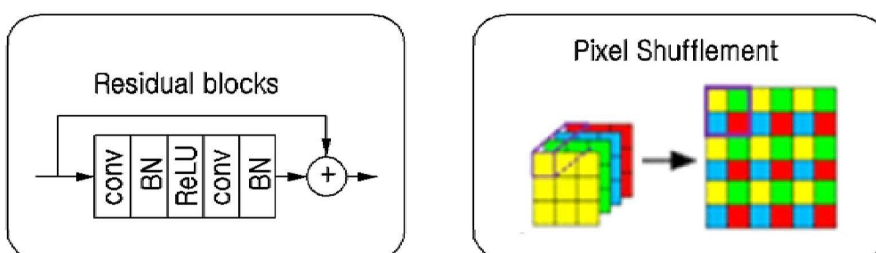
도면3



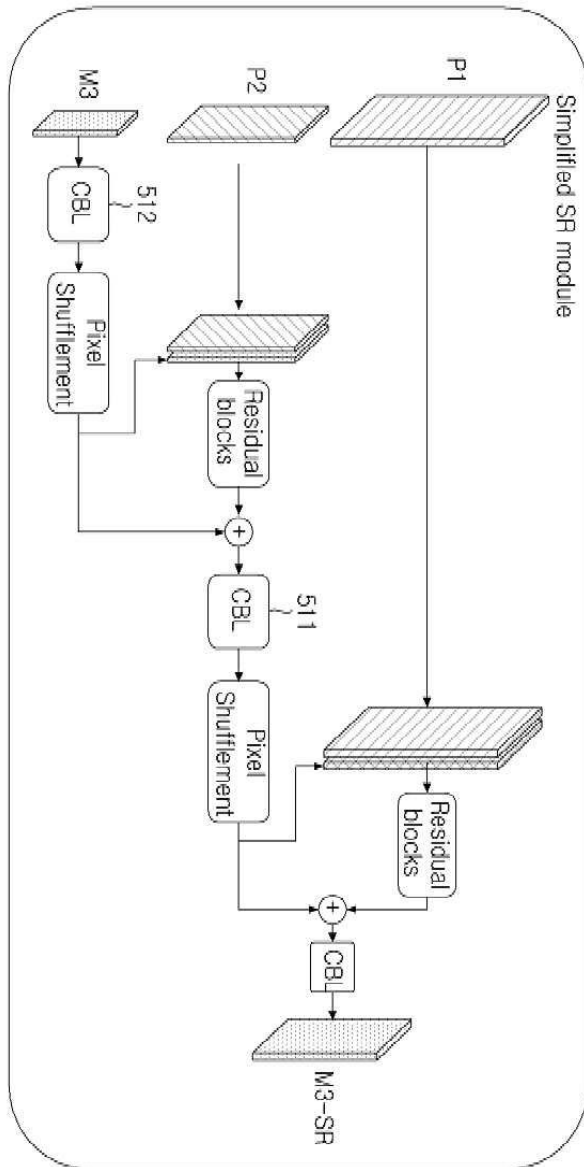
도면4a



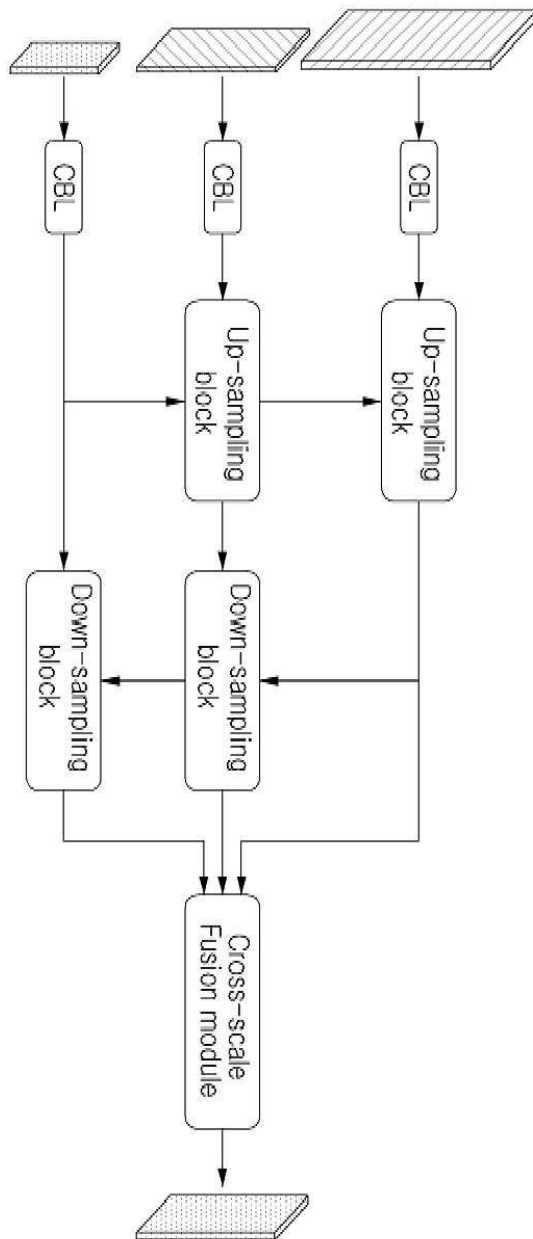
도면4b



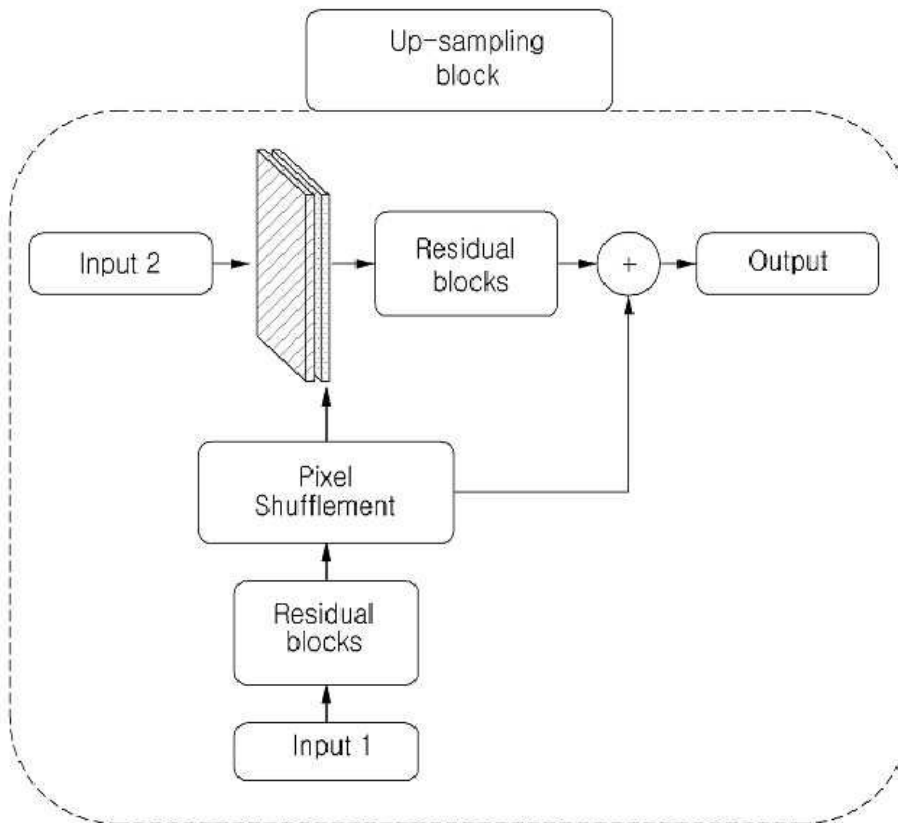
도면5



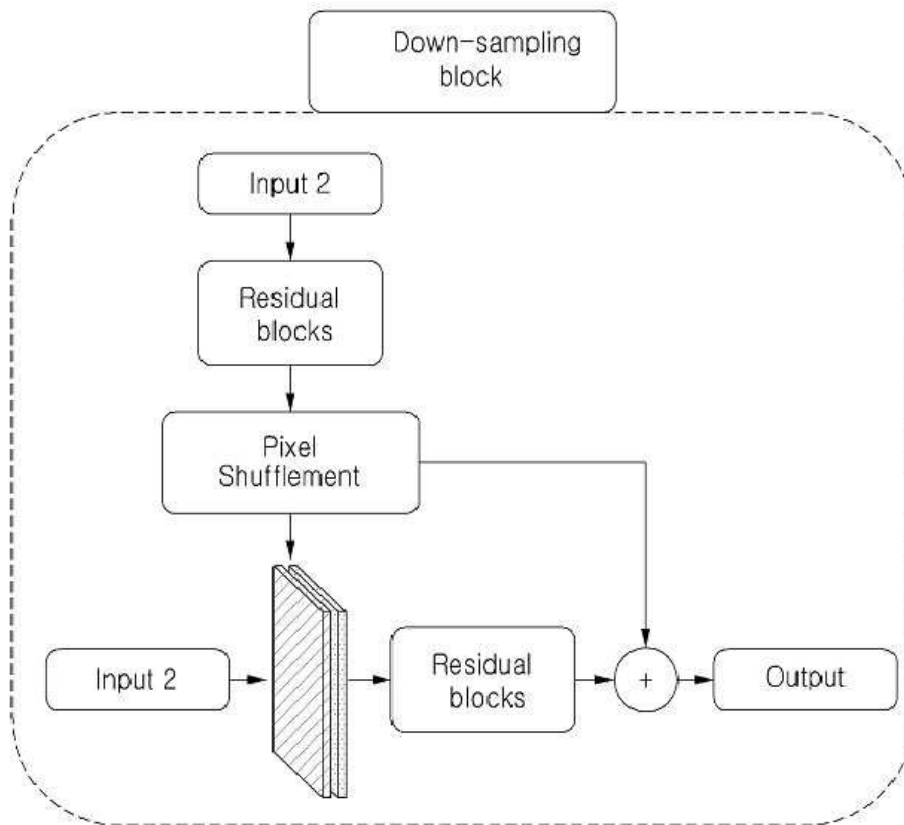
도면6a



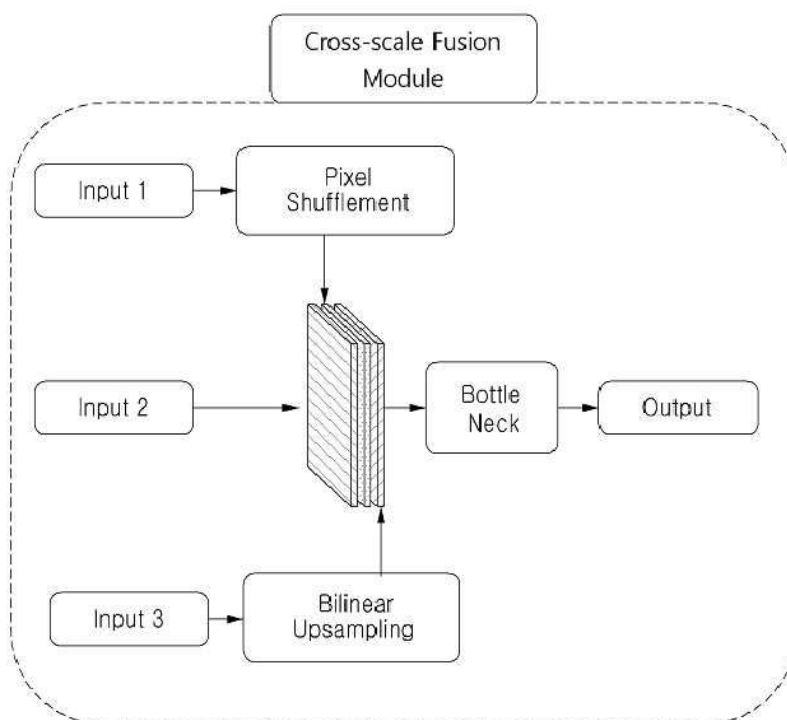
도면6b



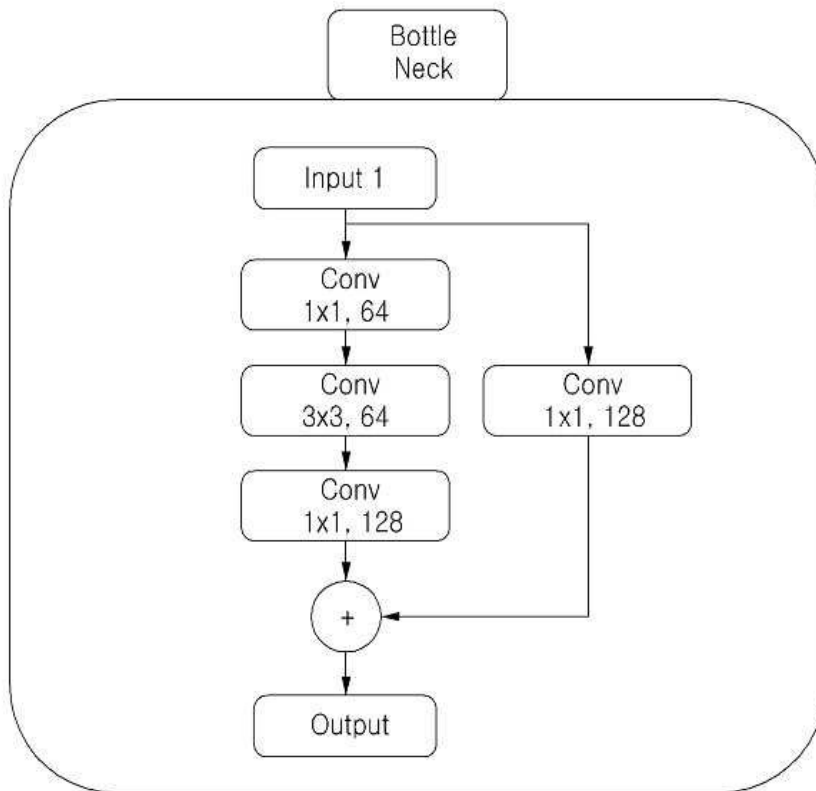
도면6c



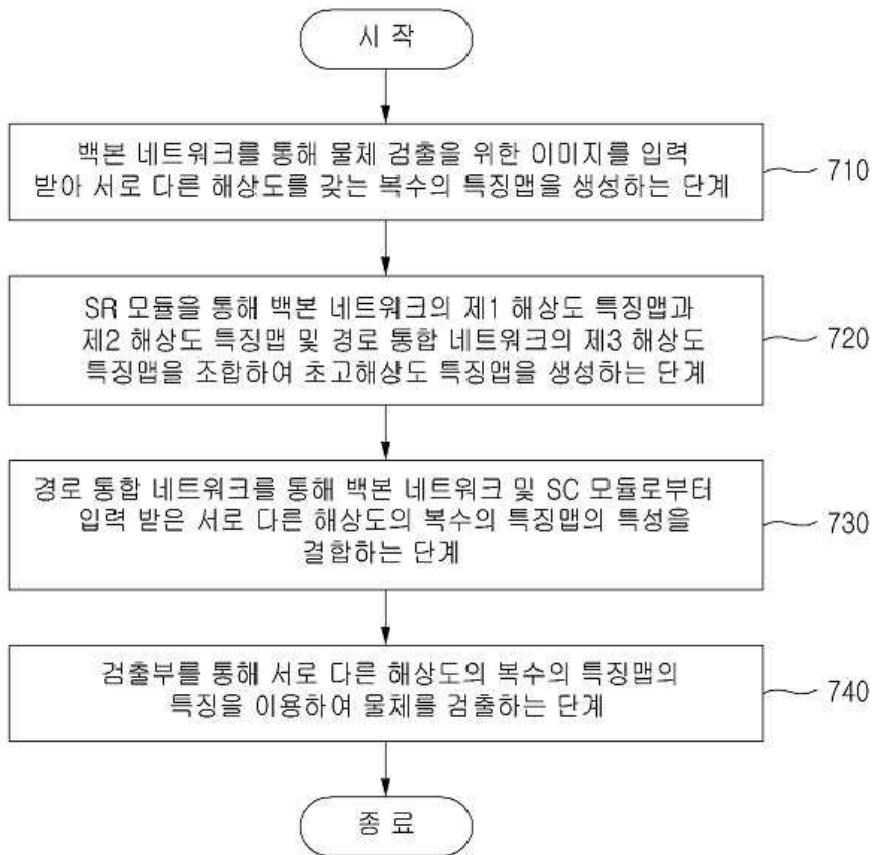
도면6d



도면6e



도면7



도면8

