

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2020년 3월 5일 (05.03.2020)



(10) 국제공개번호

WO 2020/045903 A1

(51) 국제특허분류:

G06K 9/46 (2006.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/60 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2019/010766

(22) 국제출원일:

2019년 8월 23일 (23.08.2019)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2018-0101128 2018년 8월 28일 (28.08.2018) KR

(71) 출원인: 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 37673 경상북도 포항시 남구 청암로 77, Gyeongsangbuk-do (KR).

(72) 발명자: 김대진 (KIM, Dai Jin); 37673 경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 7동 402호, Gyeongsangbuk-do (KR). 김용현 (KIM, Yong Hyun); 44223 울산시 북구 매산로 65, 102동 1301호, Ulsan (KR).

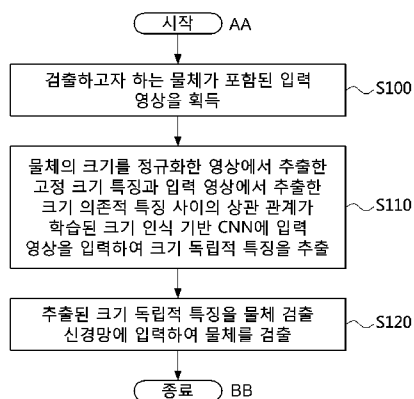
(74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADE-MARK LAW FIRM); 06747 서울시 서초구 바우피로 188, 3층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING OBJECT SIZE-INDEPENDENTLY BY USING CNN

(54) 발명의 명칭: CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치



S100 ... Acquire input image including object to be detected

S110 ... Input input image to size recognition-based CNN that has learned correlation between fixed size feature extracted from image in which size of object has been normalized, and size-dependent feature extracted from input image, and extract size-independent feature

S120 ... Input extracted size-independent feature to object detection neural network, and detect object

AA ... Start

BB ... End

(57) Abstract: Disclosed are a method and device for detecting an object size-independently by using a convolutional neural network (CNN). The method for detecting an object size-independently includes: a step for acquiring an input image including an object to be detected; a step for inputting the input image to a size recognition-based CNN that has learned the correlation between a fixed size feature extracted from an image in which the size of the object has been normalized, and a size-dependent feature extracted from the input image, and extracting a size-independent feature for the object; and a step for inputting the extracted size-independent feature to an object detection neural network, and detecting the object.

(57) 요약서: CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치가 개시된다. 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법은, 검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계, 상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기 입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출하는 단계 및 추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계를 포함한다.

[다음 쪽 계속]

규칙 4.17에 의한 선언서:

- 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예
외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 CNN을 이용하여 크기에 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고정된 크기로 정규화된 물체의 특징과 다양한 크기를 갖는 물체의 특징 사이의 상관관계를 CNN을 이용해 학습하고, 학습된 CNN을 이용하여 물체의 크기에 관계없이 물체를 검출하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 물체 검출 기술은 로봇, 비디오 감시, 자동차 안전 등과 같은 여러 응용 분야에서 널리 사용되고 있는 핵심 기술이다. 최근에는, 물체 검출 기술에 합성곱 신경망(convolutional neural network, CNN)을 사용하는 방식이 알려짐에 따라, 단일 영상을 이용한 물체 검출 기술은 비약적으로 발전하였다.
- [3] 합성곱 신경망을 사용한 물체 검출 방법은 영역 추출(ROI Pooling)을 기반으로 하는 물체 검출 기술과 격자 공간(Grid Cell)을 기반으로 하는 물체 검출 기술로 분류할 수 있다.
- [4] 영역 추출을 기반으로 하는 물체 검출 방법은 합성곱 신경망(CNN)을 이용해 단일 영상 전체의 합성곱 특징을 계산하고, 계산된 특징을 이용하여 확인된 물체 후보 영역을 대상으로 영역 추출을 통한 합성곱 특징을 계산한다. 상기 영역 추출을 기반으로 한 방법은 물체 후보 영역을 미리 정의된 추출 영역 크기로 분할한 뒤 분할된 영역에 대해 최대 혹은 평균값을 계산해 대입한다. 이처럼, 영역 추출을 기반으로 한 방법은 미리 정의된 추출 영역 크기를 사용하기 때문에 영상 내 물체 크기와 관계없이 동일 크기의 합성곱 특징을 추출하게 된다. 따라서, 영상에 따라 다양한 크기로 표현되는 물체의 특징을 동일한 영역 크기를 갖는 합성곱 특징으로 추출하기 때문에, 영상 내 물체 크기에 따라 합성곱 특징의 해상도가 달라지고 특징의 중복과 누락이 발생하게 된다.
- [5] 격자 공간을 기반으로 하는 물체 검출 방법은 합성곱 신경망(CNN)을 이용해 단일 영상 전체의 합성곱 특징을 계산하고 얻어진 합성곱 특징에 따른 각각의 격자 공간을 물체와 대응시킨다. 격자 공간은 물체의 크기와 관계없이 격자 공간의 중심에 위치한 물체들을 대표한다. 상기 격자 공간을 기반으로 한 방법은 공간 정보가 없이 하나의 격자 공간 값으로 표현하기 때문에 물체의 크기 정보를 학습할 수 없게 된다.
- [6] 종합하면, 현재의 합성곱 신경망(CNN)을 이용한 단일 영상내의 물체 검출 기술은 영상마다 상이한 물체의 크기를 고려하지 않고 영역 추출 혹은 격자

공간에 기초한 방법을 이용해 물체를 검출하고 있다. 이 때문에, 같은 물체라고 하더라도 서로 다른 물체의 특징이 추출되므로 물체 검출의 정확도가 낮은 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법을 제공하는 데 있다.
- [8] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [9] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면은, CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법을 제공한다.
- [10] CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법은, 검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계, 상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기 입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출하는 단계 및 추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [11] 상기 입력 영상을 획득하는 단계 전이나 후에, 상기 고정 크기 특징을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database)를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [12] 상기 고정 크기 특징 DB를 생성하는 단계는, 상기 물체의 크기 정보를 수집하는 단계, 수집된 상기 물체의 크기 정보를 이용하여 참조 크기를 결정하는 단계, 결정된 참조 크기를 이용하여 상기 입력 영상에 포함된 물체의 크기를 정규화하는 단계 및 정규화된 상기 입력 영상을 CNN에 입력하여 고정 크기 특징을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [13] 상기 참조 크기를 결정하는 단계는, 상기 물체의 크기 정보에 포함된 값들 중에서 중간값(median)을 상기 참조 크기로 결정할 수 있다.
- [14] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 참조 크기에 따라 상기 크기 의존적 특징을 분류하고, 분류된 크기에 상응하는 부분 신경망이 개별적으로 활성화되어 상기 크기 독립적 특징을 추출할 수 있다.
- [15] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 크기 의존적 특징이 산출된 물체의 크기를 상기 참조 크기와 비교하여, 상기 참조 크기보다 큰 경우, 작은 경우 및 유사한 경우에 따라 개별적으로 활성화되는 3개의 부분 신경망을 포함할 수 있다.
- [16] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계는, 상기 크기

의존적 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(r_c)과 상기 고정 크기 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값($\tilde{r}_c$) 사이의 차분값을

부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth_{L1})로 계산하여 결정될 수 있다.

- [17] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계(L_{san})는, 상기 입력 영상의 표시 방식에 따른 채널(C)에 대하여 수학적
- 로 정의될 수 있다.

$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$

- [18] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 상관 관계를 학습하여 신경망 내부 파라미터(parameter)를 설정하는 제1 크기 인식 기반 CNN 및 상기 제1 크기 인식 기반 CNN의 신경망 내부 파라미터를 공유하여 상기 크기 독립적 특징을 추출하는 제2 크기 인식 기반 CNN을 포함할 수 있다.
- [19] 상기 물체를 검출하는 단계는, 상기 크기 독립적 특징과 상기 크기 의존적 특징을 결합한 결과값을 상기 물체 검출 신경망에 입력함으로써, 상기 크기 의존적 특징에 따른 상기 물체의 영상 내 위치 정보를 고려하여 상기 물체를 검출할 수 있다.
- [20] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면은, CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치를 제공한다.
- [21] 상기 CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치는, 적어도 하나의 프로세서(processor) 및 상기 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)를 포함할 수 있다.
- [22] 적어도 하나의 단계는, 검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계, 상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기 입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출하는 단계 및 추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [23] 상기 입력 영상을 획득하는 단계 전이나 후에, 상기 고정 크기 특징을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database)를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [24] 상기 고정 크기 특징 DB를 생성하는 단계는, 상기 물체의 크기 정보를 수집하는 단계, 수집된 상기 물체의 크기 정보를 이용하여 참조 크기를 결정하는 단계, 결정된 참조 크기를 이용하여 상기 입력 영상에 포함된 물체의 크기를 정규화하는 단계 및 정규화된 상기 입력 영상을 CNN에 입력하여 고정 크기 특징을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [25] 상기 참조 크기를 결정하는 단계는, 상기 물체의 크기 정보에 포함된 값들

중에서 중간값(median)을 상기 참조 크기로 결정할 수 있다.

- [26] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 참조 크기에 따라 상기 크기 의존적 특징을 분류하고, 분류된 크기에 상응하는 부분 신경망이 개별적으로 활성화되어 상기 크기 독립적 특징을 추출할 수 있다.

- [27] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 크기 의존적 특징이 산출된 물체의 크기를 상기 참조 크기와 비교하여, 상기 참조 크기보다 큰 경우, 작은 경우 및 유사한 경우에 따라 개별적으로 활성화되는 3개의 부분 신경망을 포함할 수 있다.

- [28] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계는, 상기 크기 의존적 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(r_c)과 상기 고정 크기 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값($\tilde{r}_c$) 사이의 차분값을

부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth_{L1})로 계산하여 결정될 수 있다.

- [29] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계(L_{san})는, 상기 입력 영상의 표시 방식에 따른 채널(C)에 대하여 수학적

로 정의될 수 있다.

$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$

- [30] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 상관 관계를 학습하여 신경망 내부 파라미터(parameter)를 설정하는 제1 크기 인식 기반 CNN 및 상기 제1 크기 인식 기반 CNN의 신경망 내부 파라미터를 공유하여 상기 크기 독립적 특징을 추출하는 제2 크기 인식 기반 CNN을 포함할 수 있다.

- [31] 상기 물체를 검출하는 단계는, 상기 크기 독립적 특징과 상기 크기 의존적 특징을 결합한 결과값을 상기 물체 검출 신경망에 입력함으로써, 상기 크기 의존적 특징에 따른 상기 물체의 영상 내 위치 정보를 고려하여 상기 물체를 검출할 수 있다.

발명의 효과

- [32] 상기와 같은 본 발명에 따른 CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치를 이용할 경우에는 영상에 표현된 물체의 크기와 관계없이 물체 자체가 가진 고유의 특징을 이용하여 물체를 검출할 수 있으므로 검출 성능이 크게 향상될 수 있다.

- [33] 또한, 기존의 합성 곱 특징(또는 크기 의존적 특징)과 크기에 무관한 크기 독립적 특징을 결합하여 물체를 검출하면, 기존의 합성 곱 특징에 따른 물체의 영상 내 위치 정보와 크기 독립적 특징을 모두 이용하여 물체를 검출할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치에 대한 개념도이다.

- [35] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 내 물체에 대한 고정 크기 특징을 수집하여 데이터베이스로 구축하는 개념도이다.
- [36] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN에 대한 개념도이다.
- [37] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN을 학습시키는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [38] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 손실이 역전파되는 것을 차단하기 위해 크기 인식 기반 CNN을 듀얼로 구성한 개념도이다.
- [39] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법에 대한 흐름도이다.
- [40] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 크기 특징을 수집하여 데이터베이스를 구축하는 방법에 대한 흐름도이다.
- [41] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치에 대한 구성도이다.
- [42] 도 9a 내지 도 9d는 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치에 따른 물체 검출 성능을 나타내는 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [43] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [44] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [45] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [46] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된

것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[47] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[48] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[49]

[50] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치에 대한 개념도이다.

[51] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 영상에 표시되는 물체의 크기에 관계없이 물체의 형상 자체가 가진 고유의 특징(이하에서 크기 독립적 특징으로 지칭할 수 있음)을 추출하고, 추출된 특징을 이용하여 물체를 검출하기 위한 방법을 제안한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 본 발명에서는 크기 독립적 특징을 추출할 수 있는 크기 인식 기반 CNN을 학습시키고, 학습된 크기 인식 기반 CNN을 이용하여 물체를 검출한다.

[52] 구체적으로 도 1을 참조하면, 먼저 검출하고자 하는 물체가 포함된 영상을 CNN(10)에 입력하여 물체에 대한 크기 의존적 특징을 추출할 수 있다. 이때, 크기 의존적 특징은 영상에 따라 다양한 크기를 갖는 물체의 특징을 추출한 것이기 때문에, 영상에 표시된 물체가 동일하더라도 물체의 크기에 따라 서로 다를 수 있다.

[53] 여기서 CNN(10)은 입력 영상으로부터 특징을 추출하는 컨볼루션 레이어(Convolutional layer)를 포함할 수 있다. 컨볼루션 레이어는 입력 영상의 특징을 추출하는 필터, 필터의 값을 비선형 값으로 바꾸는 활성화 함수(activation function) 및 풀링 레이어(pooling layer) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 필터는 일종의 행렬로 표현되는 입력 영상의 특징적 부분을 검출하는 함수로서, 일반적으로 행렬로 표현된다. 여기서 행렬로 표현된 입력 영상과 필터를 서로 합성 곱함으로써, 물체의 특징을 추출할 수 있는데, 여기서 추출된 특징은 특징 맵(feature map), 활성화 맵(activation map) 또는 관심 영역(Region of interest, ROI)으로 지칭될 수도 있다. 또한, 합성곱을 수행하는 간격 값을 스트라이드(stride)라고 지칭할 수 있는데, 스트라이드 값에 따라 다른 크기의

특징 맵이 추출될 수 있다. 이때, 특징 맵은 필터의 크기가 입력 영상보다 작으면, 기존의 입력 영상보다 더 작은 크기를 갖게 되는데, 여러 단계를 거쳐 특징이 소실되는 것을 방지하기 위하여 패딩 과정이 추가로 수행될 수 있다. 이때, 패딩 과정은 생성된 특징 맵의 외곽에 미리 설정된 값(예를 들면 0)을 추가함으로써 입력 영상의 크기와 특징 맵의 크기를 동일하게 유지하는 과정일 수 있다.

[54] 활성화 함수는 어떠한 값(또는 행렬)으로 추출된 특징을 비선형 값으로 바꾸는 함수로서, 시그모이드(sigmoid) 함수, ReLU 함수 등이 사용될 수 있다.

[55] 풀링 레이어는 추출된 특징맵에 대하여 서브 샘플링(subsampling) 또는 풀링(pooling)을 수행하여 특징맵을 대표하는 특징을 선정하는 계층으로서, 특징맵의 일정 영역에 대하여 가장 큰 값을 추출하는 맥스 풀링(max pooling), 평균값을 추출하는 애버리지 풀링(average pooling) 등이 수행될 수 있다. 이때, 풀링 레이어는 활성화 함수 이후에 반드시 수행되는 것이 아니라 선택적으로 수행될 수 있다.

[56] 그 밖에 CNN(10)의 구성과 동작에 대해서는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 기술자가 용이하게 이해할 수 있을 것이므로 구체적인 설명은 생략한다.

[57] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 영상에 표시된 다양한 크기의 물체를 미리 설정된 크기로 정규화하고, 미리 설정된 크기의 물체가 표시된 영상을 대상으로 추출한 특징(이하에서 고정 크기 특징으로 지칭)을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database, DB, 11)를 미리 구축할 수 있다.

[58] 이때, 미리 구축된 고정 크기 특징 DB(11)에서 얻어지는 고정 크기 특징과 다양한 크기의 물체가 표시된 영상에서 얻은 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 크기 인식 기반 CNN(12)이 학습할 수 있도록 한다. 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN(12)은 입력 영상에 대해 크기 독립적 특징을 추출할 수 있게 된다.

[59] 다음으로, 크기 인식 기반 CNN(12)을 통해 크기 독립적 특징이 추출되면, 물체 검출 신경망(13)은 추출된 크기 독립적 특징을 이용하여 입력 영상에 표시된 물체를 검출할 수 있다.

[60] 이때, 물체 검출 신경망(13)은 입력 영상에 표시된 물체를 하나 이상의 검출 가능성이 있는 후보 물체로 분류하는 분류기(classifier) 및 회귀 분석을 통해 어떤 물체인지 예측하는 리그레서(Regressor)로 구성될 수 있는데, 물체 검출 신경망(13)은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 기술자가 용이하게 구현할 수 있으므로 자세한 설명은 생략한다.

[61]

[62] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 내 물체에 대한 고정 크기 특징을 수집하여 데이터베이스로 구축하는 개념도이다.

[63] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도 1의 크기 인식 기반 CNN(12)을 학습시키기 위해 고정 크기 특징이 사용될 수 있다. 이때, 고정 크기 특징은 고정된 크기로 정규화된 물체에 대하여 추출된 특징으로서, 미리 수집될 필요가 있다.

- [64] 도 2를 참조하면, 고정 크기 특징이 수집되어 데이터베이스로 구축되는 과정을 설명할 수 있다. 먼저 하나 이상의 영상(또는 하나 이상의 픽처)에 표시된 물체의 크기를 미리 설정된 크기로 정규화할 수 있다(21). 이때, 정규화된 영상은 영상 내에 표시된 물체가 하나 이상 존재할 경우, 개별 물체가 표시된 영역을 추출하고, 추출된 영역의 크기를 미리 설정된 크기로 정규화함으로써, 하나의 영상에 대해 복수개의 정규화된 영상이 도출될 수도 있다.
- [65] 한편, 여기서 미리 설정된 크기는 별도로 구축된 물체 DB(22)를 통해 얻어진 참조 크기에 따라 설정될 수 있다. 여기서 물체 DB(22)는 개별 물체가 표시된 영상들이 저장되어 있거나, 개별 물체에 대한 크기(넓이, 폭, 높이 등으로 대표적으로는 넓이)가 저장되어 있다. 따라서, 물체 DB(22)에 포함된 크기 중에서 선정된 크기(예를 들면 중앙값)를 참조 크기로 하여 정규화할 크기가 설정될 수 있다.
- [66] 물체의 크기가 정규화된 영상이 도출되면, 크기 정규화된 영상을 CNN(23)에 입력하여 영상에 포함된 물체의 특징을 추출할 수 있다. 여기서 추출되는 물체의 특징은 크기가 정규화된 물체를 대상으로 추출되었기 때문에 도 1에서 설명한 고정 크기 특징으로 지칭될 수 있다. 여기서 CNN(23)은 도 1에 따른 CNN(10)과 동일한 구조를 가지거나 통상의 기술자에 따라 다양한 방식으로 구현될 수 있다.
- [67]
- [68] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN에 대한 개념도이다.
- [69] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN은 크기에 독립적으로(또는 크기에 관련없는) 물체의 특징을 추출하는 신경망으로서, 입력 영상에 대하여 추출된 관심영역들을 관심영역에 포함된 물체의 크기에 따라 분류하는 분류기(31) 물체의 크기에 따라 독립적으로 활성화되는 복수의 부분 신경망(32) 및 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [70] 여기서 분류기(31)는 입력된 관심영역을 물체의 크기에 따라 분류하여 해당되는 크기에 상응하는 부분 신경망(32)을 활성화할 수 있다. 이때, 분류 기준이 되는 크기는 앞서 도 2에 따른 참조 크기가 될 수 있다.
- [71] 예를 들어, 부분 신경망(32)은 참조 크기보다 미리 설정된 임계값 이상 작은 경우, 미리 설정된 임계값보다 큰 경우, 미리 설정된 임계값 이내인 경우에 따라 각각 하나씩 구현되어 최소 3개일 수 있다. 또한, 부분 신경망(32)은 미리 학습된 고정 크기 특징과 크기 의존적 특징 사이의 관계를 이용하여 입력된 물체의 특징에서, 물체의 크기가 미치는 영향을 제외함으로써 크기 독립적 특징을 추출할 수 있다.
- [72]
- [73] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN을 학습시키는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [74] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN은 먼저 입력 영상(40)에 대하여 고정 크기 특징(42)을 추출하는 제1 과정(40a)과 입력

영상에서 추출된 관심 영역(43)을 크기 인식 기반 CNN(44)에 입력하여 크기 의존적 특징(45)을 추출하는 제2 과정(40b)을 통해 학습될 수 있다.

[75] 여기서 고정 크기 특징(42)은 고정된 크기로 정규화된 관심 영역들(41)을 필터와 합성 곱(convolution)하고, 풀링을 선택적으로 수행하여 획득될 수 있다.

[76] 이때, 크기 인식 기반 CNN(44)은 관심 영역(43)을 참조 크기에 따라 분류하고, 분류된 관심 영역(43)을 필터와 컨볼루션한 후 활성화 함수(ReLU)를 적용함으로써 크기 의존적 특징(45)을 추출할 수 있다. 여기서 추출된 크기 의존적 특징(45)은 입력 영상이 RGB에 기반한 경우, R,G,B 각각 3개의 채널에 따라 3개의 특징값일 수 있다.

[77] 여기서, 크기 인식 기반 CNN(44)은 고정 크기 특징(42)의 전역 평균값과 크기 의존적 특징(45)의 전역 평균값 사이의 차분값을 부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth L1)로 계산함으로써, 고정 크기 특징(42)과 크기 의존적 특징(45) 사이의 관계를 학습할 수 있다.

[78] 구체적으로, 고정 크기 특징(42)과 크기 의존적 특징(45) 사이의 관계는 다음의 수학적 식 1에 따른 함수로 정의될 수 있다.

[79] [수식1]

$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$

[80] 상기 수학적 식 1을 참조하면, 각 채널(c, 예를 들어 R,G,B마다 각각 하나)마다 크기 의존적 특징(44)을 공간 축에 대하여 모두 더한 값(r_c)과 고정 크기 특징(42)을 공간 축(x, y)에 대하여 모두 더한 값($\tilde{r}_c$)

$\tilde{r}_c$

) 사이의 차분값을 부드러운 정규 손실 함수(smooth_{L1})에 입력하고 각 채널의 결과값을 합산함으로써, 고정 크기 특징(42)과 크기 의존적 특징(44) 사이의 관계가 정의될 수 있다. 이때, 수학적 식 1에 따른 관계는 크기 의식 손실(size aware loss)로 지칭될 수도 있다.

[81] 크기 인식 기반 CNN(44)에 대한 학습이 끝나면, 학습에 따라 결정된 파라미터를 기반으로 크기 인식 기반 CNN(44)에 따른 특징 추출 과정(40b)을 수행함으로써, 영상에 포함된 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출할 수 있고 추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망(46)에 입력함으로써 최종적으로 물체를 검출할 수 있다.

[82]

[83] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 의식 손실이 역전파되는 것을 차단하기 위해 크기 인식 기반 CNN을 듀얼로 구성한 개념도이다.

[84] 일반적으로 인공 신경망(nurural network)은 다중 계층으로 구성되어 있고,

계층이 복잡해질수록 연산이 복잡해지고 최적의 값을 계산할 수 없는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 인공 신경망에서는, 일반적으로 인공 신경망의 연산 결과값을 다시 역방향으로 계산하면서 결론을 도출하는 역전파(back propagation) 개념이 사용된다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 의식 손실(또는 크기 독립적 특징과 크기 의존적 특징 사이의 관계 학습)이 역전파되는 경우 검출 성능의 저하를 야기할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN은 역전파를 차단하기 위해 듀얼로 구성될 수 있다.

[85] 구체적으로, 도 5를 참조하면 제1 크기 인식 기반 CNN(51)이 크기 의식 손실을 학습하여 신경망 내부의 파라미터를 설정하게 되며, 설정된 파라미터를 공유하는 제2 크기 인식 기반 CNN(52)을 실제 영상의 물체 검출에 사용함으로써, 역전파를 차단할 수 있다. 반면, 제2 크기 인식 기반 CNN(52)는 검출 신경망에 따른 검출 결과(또는 검출 손실)를 다시 신경망 전체로 역전파할 수 있다.

[86] 한편, 도 5에서 제2 크기 인식 기반 CNN에서 도출되는 크기 독립적 특징은 그대로 물체 검출 신경망에 입력되어 물체를 검출할 수도 있으나, 기존의 합성곱 특징과 크기 독립적 특징을 서로 결합시키고 결합된 특징이 검출 신경망에 입력될 수 있다.

[87] 크기 독립적 특징은 영상 내 물체의 위치에 따른 정보가 배제되어 있기 때문에 기존의 합성곱 특징과 결합시키면 표현력을 더 풍부하게 만들 수 있다. 여기서 결합된 특징은 기존 합성곱 특징에 따른 물체의 위치를 반영하고 있고, 크기 독립적일 수 있다. 도 5를 참조하면, 이러한 특징 결합을 반영하기 위하여 가산기(53)가 부가된 것을 확인할 수 있다.

[88]

[89] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법에 대한 흐름도이다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 크기 특징을 수집하여 데이터베이스를 구축하는 방법에 대한 흐름도이다.

[90] 도 6을 참조하면, CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법은, 검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계(S100), 상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기 입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출하는 단계(S110) 및 추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계(S120)를 포함할 수 있다.

[91] 상기 입력 영상을 획득하는 단계(S100) 전이나 후에, 상기 고정 크기 특징을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database)를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[92] 도 7을 참조할 때 상기 고정 크기 특징 DB를 생성하는 단계는, 상기 물체의

크기 정보를 수집하는 단계(S200), 수집된 상기 물체의 크기 정보를 이용하여 참조 크기를 결정하는 단계(S210), 결정된 참조 크기를 이용하여 상기 입력 영상에 포함된 물체의 크기를 정규화하는 단계(S220) 및 정규화된 상기 입력 영상을 CNN에 입력하여 고정 크기 특징을 추출하는 단계(S230)를 포함할 수 있다.

- [93] 상기 참조 크기를 결정하는 단계(S110)는, 상기 물체의 크기 정보에 포함된 값들 중에서 중간값(median)을 상기 참조 크기로 결정할 수 있다.
- [94] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 참조 크기에 따라 상기 크기 의존적 특징을 분류하고, 분류된 크기에 상응하는 부분 신경망이 개별적으로 활성화되어 상기 크기 독립적 특징을 추출할 수 있다.
- [95] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 크기 의존적 특징이 산출된 물체의 크기를 상기 참조 크기와 비교하여, 상기 참조 크기보다 큰 경우, 작은 경우 및 유사한 경우에 따라 개별적으로 활성화되는 3개의 부분 신경망을 포함할 수 있다.
- [96] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계는, 상기 크기 의존적 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(r_c)과 상기 고정 크기 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(

$$\tilde{r}_c$$

) 사이의 차분값을 부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth_{L1})로 계산하여 결정될 수 있다.

- [97] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계(L_{san})는, 상기 입력 영상의 표시 방식에 따른 채널(C)에 대하여 수학적식

$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$

로 정의될 수 있다.

- [98] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 상관 관계를 학습하여 신경망 내부 파라미터(parameter)를 설정하는 제1 크기 인식 기반 CNN 및 상기 제1 크기 인식 기반 CNN의 신경망 내부 파라미터를 공유하여 상기 크기 독립적 특징을 추출하는 제2 크기 인식 기반 CNN을 포함할 수 있다.
- [99] 상기 물체를 검출하는 단계(S120)는, 상기 크기 독립적 특징과 상기 크기 의존적 특징을 결합한 결과값을 상기 물체 검출 신경망에 입력함으로써, 상기 크기 의존적 특징에 따른 상기 물체의 영상 내 위치 정보를 고려하여 상기 물체를 검출할 수 있다.
- [100]
- [101] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치에 대한 구성도이다.

- [102] 도 8을 참조하면, CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치(100)는, 적어도 하나의 프로세서(processor, 110) 및 상기 적어도 하나의 프로세서(110)가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory, 120)를 포함할 수 있다.
- [103] 상기 적어도 하나의 프로세서(110)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 메모리(120) 및 저장 장치(160) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(120)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [104] 또한, CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치(100)는, 무선 네트워크를 통해 통신을 수행하는 송수신 장치(transceiver, 130)를 포함할 수 있다. 또한, CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치(100)는 입력 인터페이스 장치(140), 출력 인터페이스 장치(150), 저장 장치(160) 등을 더 포함할 수 있다. CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치(100)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus)(170)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [105] 상기 적어도 하나의 단계는, 검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계, 상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기 입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출하는 단계 및 추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [106] 상기 입력 영상을 획득하는 단계 전이나 후에, 상기 고정 크기 특징을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database)를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [107] 상기 고정 크기 특징 DB를 생성하는 단계는, 상기 물체의 크기 정보를 수집하는 단계, 수집된 상기 물체의 크기 정보를 이용하여 참조 크기를 결정하는 단계, 결정된 참조 크기를 이용하여 상기 입력 영상에 포함된 물체의 크기를 정규화하는 단계 및 정규화된 상기 입력 영상을 CNN에 입력하여 고정 크기 특징을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [108] 상기 참조 크기를 결정하는 단계는, 상기 물체의 크기 정보에 포함된 값들 중에서 중간값(median)을 상기 참조 크기로 결정할 수 있다.
- [109] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 참조 크기에 따라 상기 크기 의존적 특징을 분류하고, 분류된 크기에 상응하는 부분 신경망이 개별적으로 활성화되어 상기 크기 독립적 특징을 추출할 수 있다.
- [110] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 크기 의존적 특징이 산출된 물체의 크기를

상기 참조 크기와 비교하여, 상기 참조 크기보다 큰 경우, 작은 경우 및 유사한 경우에 따라 개별적으로 활성화되는 3개의 부분 신경망을 포함할 수 있다.

- [111] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계는, 상기 크기 의존적 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(r_c)과 상기 고정 크기 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값($\tilde{r}_c$)

$$\tilde{r}_c$$

) 사이의 차분값을 부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth_{L1})로 계산하여 결정될 수 있다.

- [112] 상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계(L_{san})는, 상기 입력 영상의 표시 방식에 따른 채널(C)에 대하여 수학적

$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$

로 정의될 수 있다.

- [113] 상기 크기 인식 기반 CNN은, 상기 상관 관계를 학습하여 신경망 내부 파라미터(parameter)를 설정하는 제1 크기 인식 기반 CNN 및 상기 제1 크기 인식 기반 CNN의 신경망 내부 파라미터를 공유하여 상기 크기 독립적 특징을 추출하는 제2 크기 인식 기반 CNN을 포함할 수 있다.

- [114] 상기 물체를 검출하는 단계는, 상기 크기 독립적 특징과 상기 크기 의존적 특징을 결합한 결과값을 상기 물체 검출 신경망에 입력함으로써, 상기 크기 의존적 특징에 따른 상기 물체의 영상 내 위치 정보를 고려하여 상기 물체를 검출할 수 있다.

[115]

- [116] 도 9a 내지 도 9d는 본 발명의 일 실시예에 따른 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치에 따른 물체 검출 성능을 나타내는 그래프이다.

- [117] 도 9a 내지 도 9d는 각각 배경(background), 비행기(aeroplane), 자전거(bicycle), 새(bird) 등이 도시된 픽처(또는 영상)를 입력 영상으로 사용하여 영상에 포함된 물체를 검출한 성능을 나타낸 것이다. 이때, 각 그래프는 기존의 관심 영역 기반의 물체 검출 방법(pooling)과 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 인식 기반 CNN을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법(Pooling with SAN)을 서로 비교하여, 물체의 크기(scale)에 따른 평균 제곱근 오차(root mean square error, RMSE)를 도시한 것이다.

- [118] 도 9a 내지 도 9d를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법 및 장치를 사용한 경우에서, 종래의 기술보다 오검출율이 모든 크기 범위에서 더 낮게 측정된 것을 확인할 수 있다.

[119]

[120] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법에서,
검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계;
상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기 입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기 인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기 독립적 특징을 추출하는 단계; 및
추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계를 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에서,
상기 입력 영상을 획득하는 단계 전이나 후에,
상기 고정 크기 특징을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database)를 생성하는 단계를 더 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 3] 청구항 2에서,
상기 고정 크기 특징 DB를 생성하는 단계는,
상기 물체의 크기 정보를 수집하는 단계;
수집된 상기 물체의 크기 정보를 이용하여 참조 크기를 결정하는 단계;
결정된 참조 크기를 이용하여 상기 입력 영상에 포함된 물체의 크기를 정규화하는 단계; 및
정규화된 상기 입력 영상을 CNN에 입력하여 고정 크기 특징을 추출하는 단계를 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 4] 청구항 3에서,
상기 참조 크기를 결정하는 단계는,
상기 물체의 크기 정보에 포함된 값들 중에서 중간값(median)을 상기 참조 크기로 결정하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 5] 청구항 3에서,
상기 크기 인식 기반 CNN은,
상기 참조 크기에 따라 상기 크기 의존적 특징을 분류하고, 분류된 크기에 상응하는 부분 신경망이 개별적으로 활성화되어 상기 크기 독립적 특징을 추출하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 6] 청구항 5에서,
상기 크기 인식 기반 CNN은,
상기 크기 의존적 특징이 산출된 물체의 크기를 상기 참조 크기와 비교하여, 상기 참조 크기보다 큰 경우, 작은 경우 및 유사한 경우에 따라 개별적으로 활성화되는 3개의 부분 신경망을 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.

- [청구항 7] 청구항 1에서,
상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계는,
상기 크기 의존적 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(r_c)과
상기 고정 크기 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값($\tilde{r}_c$)
사이의 차분값을 부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth_{L1})로 계산하여
결정되는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 8] 청구항 7에서,
상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계(L_{san})는,
상기 입력 영상의 표시 방식에 따른 채널(C)에 대하여 수학적
$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$
로 정의되는, 크기
독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 9] 청구항 1에서,
상기 크기 인식 기반 CNN은,
상기 상관 관계를 학습하여 신경망 내부 파라미터(parameter)를 설정하는
제1 크기 인식 기반 CNN; 및
상기 제1 크기 인식 기반 CNN의 신경망 내부 파라미터를 공유하여 상기
크기 독립적 특징을 추출하는 제2 크기 인식 기반 CNN을 포함하는, 크기
독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 10] 청구항 1에서,
상기 물체를 검출하는 단계는,
상기 크기 독립적 특징과 상기 크기 의존적 특징을 결합한 결과값을 상기
물체 검출 신경망에 입력함으로써, 상기 크기 의존적 특징에 따른 상기
물체의 영상 내 위치 정보를 고려하여 상기 물체를 검출하는, 크기
독립적으로 물체를 검출하는 방법.
- [청구항 11] CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하여 크기 독립적으로 물체를
검출하는 장치로서,
적어도 하나의 프로세서(processor); 및
상기 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행하도록
지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)를 포함하고,
상기 적어도 하나의 단계는,
검출하고자 하는 물체가 포함된 입력 영상을 획득하는 단계;
상기 물체의 크기를 정규화한 영상에서 추출한 고정 크기 특징과 상기
입력 영상에서 추출한 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계를 학습한 크기
인식 기반 CNN에 상기 입력 영상을 입력하여, 상기 물체에 대한 크기

- 독립적 특징을 추출하는 단계; 및
추출된 크기 독립적 특징을 물체 검출 신경망에 입력하여 상기 물체를 검출하는 단계를 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 12] 청구항 11에서,
상기 입력 영상을 획득하는 단계 전이나 후에,
상기 고정 크기 특징을 수집하여 고정 크기 특징 DB(database)를 생성하는 단계를 더 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 13] 청구항 12에서,
상기 고정 크기 특징 DB를 생성하는 단계는,
상기 물체의 크기 정보를 수집하는 단계;
수집된 상기 물체의 크기 정보를 이용하여 참조 크기를 결정하는 단계;
결정된 참조 크기를 이용하여 상기 입력 영상에 포함된 물체의 크기를 정규화하는 단계; 및
정규화된 상기 입력 영상을 CNN에 입력하여 고정 크기 특징을 추출하는 단계를 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 14] 청구항 13에서,
상기 참조 크기를 결정하는 단계는,
상기 물체의 크기 정보에 포함된 값들 중에서 중간값(median)을 상기 참조 크기로 결정하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 15] 청구항 13에서,
상기 크기 인식 기반 CNN은,
상기 참조 크기에 따라 상기 크기 의존적 특징을 분류하고, 분류된 크기에 상응하는 부분 신경망이 개별적으로 활성화되어 상기 크기 독립적 특징을 추출하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 16] 청구항 15에서,
상기 크기 인식 기반 CNN은,
상기 크기 의존적 특징이 산출된 물체의 크기를 상기 참조 크기와 비교하여, 상기 참조 크기보다 큰 경우, 작은 경우 및 유사한 경우에 따라 개별적으로 활성화되는 3개의 부분 신경망을 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 17] 청구항 11에서,
상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계는,
상기 크기 의존적 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값(r_c)과
상기 고정 크기 특징에 따른 특징값을 공간축상에서 모두 더한 값($\tilde{r}_c$)
사이의 차분값을 부드러운 1차 정규 손실 함수(smooth_{L1})로 계산하여 결정되는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.
- [청구항 18] 청구항 17에서,

상기 고정 크기 특징과 상기 크기 의존적 특징 사이의 상관 관계(L_{san})는, 상기 입력 영상의 표시 방식에 따른 채널(C)에 대하여 수학식

$$L_{san} = \sum_{c \in C} smooth_{L1} [r_c - \tilde{r}_c]$$

로 정의되는, 크기

독립적으로 물체를 검출하는 장치.

[청구항 19]

청구항 1에서,

상기 크기 인식 기반 CNN은,

상기 상관 관계를 학습하여 신경망 내부 파라미터(parameter)를 설정하는 제1 크기 인식 기반 CNN; 및

상기 제1 크기 인식 기반 CNN의 신경망 내부 파라미터를 공유하여 상기 크기 독립적 특징을 추출하는 제2 크기 인식 기반 CNN을 포함하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.

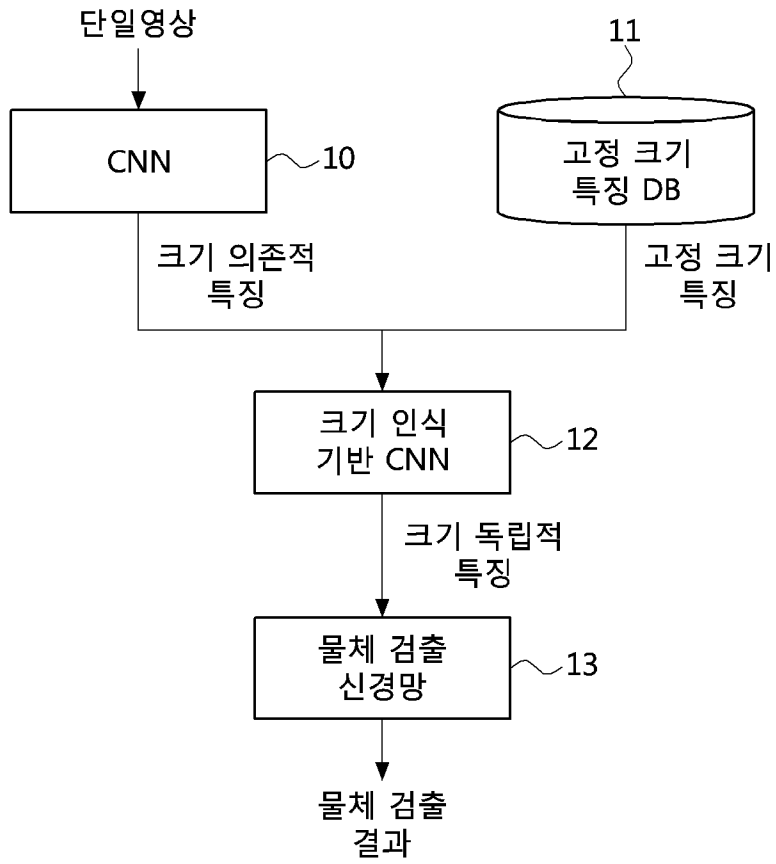
[청구항 20]

청구항 11에서,

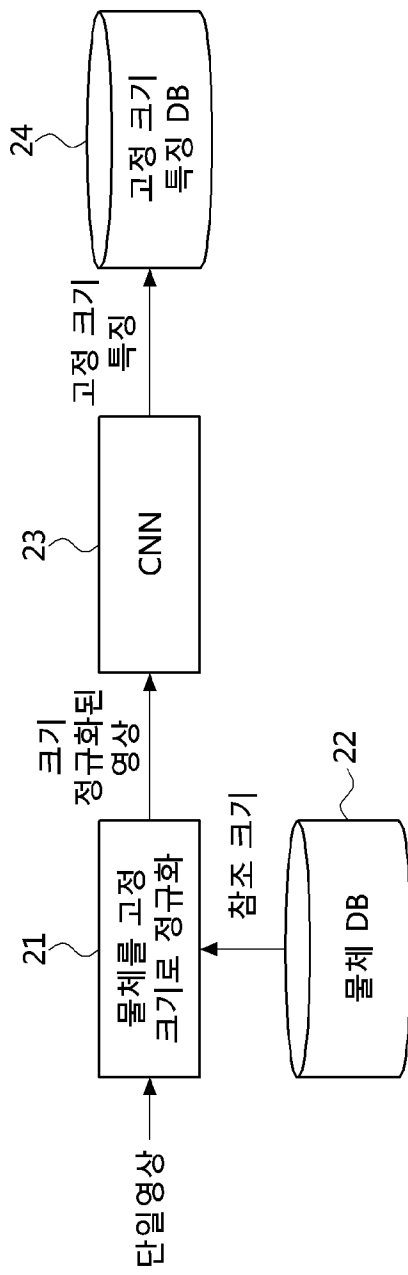
상기 물체를 검출하는 단계는,

상기 크기 독립적 특징과 상기 크기 의존적 특징을 결합한 결과값을 상기 물체 검출 신경망에 입력함으로써, 상기 크기 의존적 특징에 따른 상기 물체의 영상 내 위치 정보를 고려하여 상기 물체를 검출하는, 크기 독립적으로 물체를 검출하는 장치.

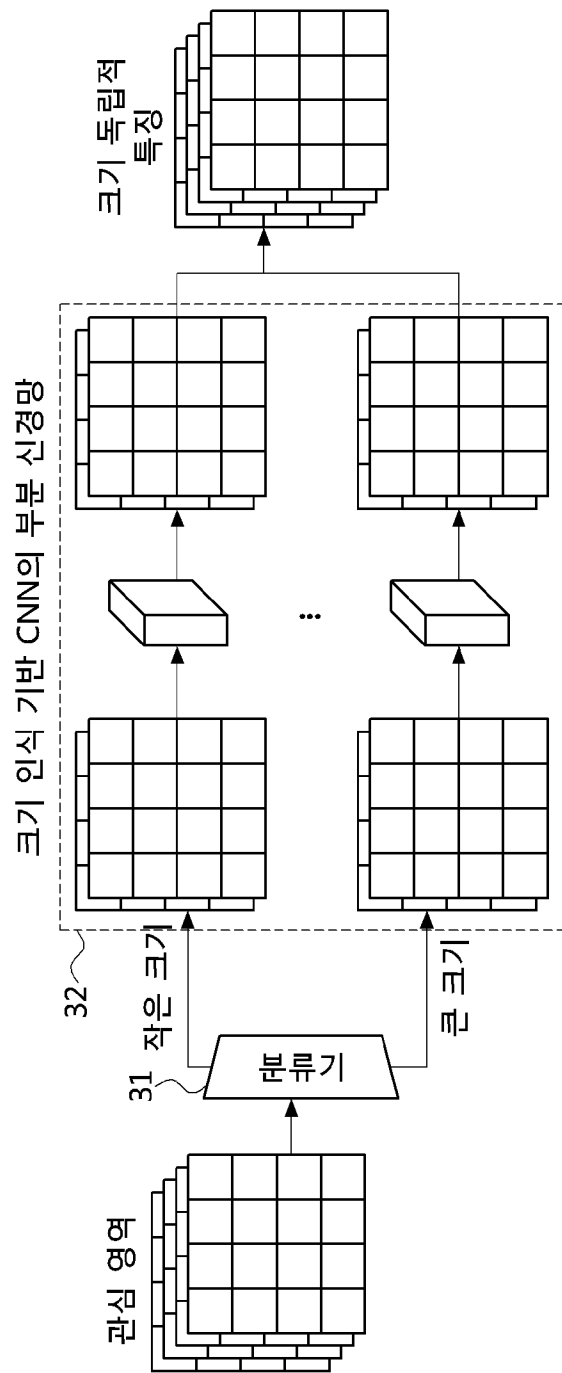
[도1]



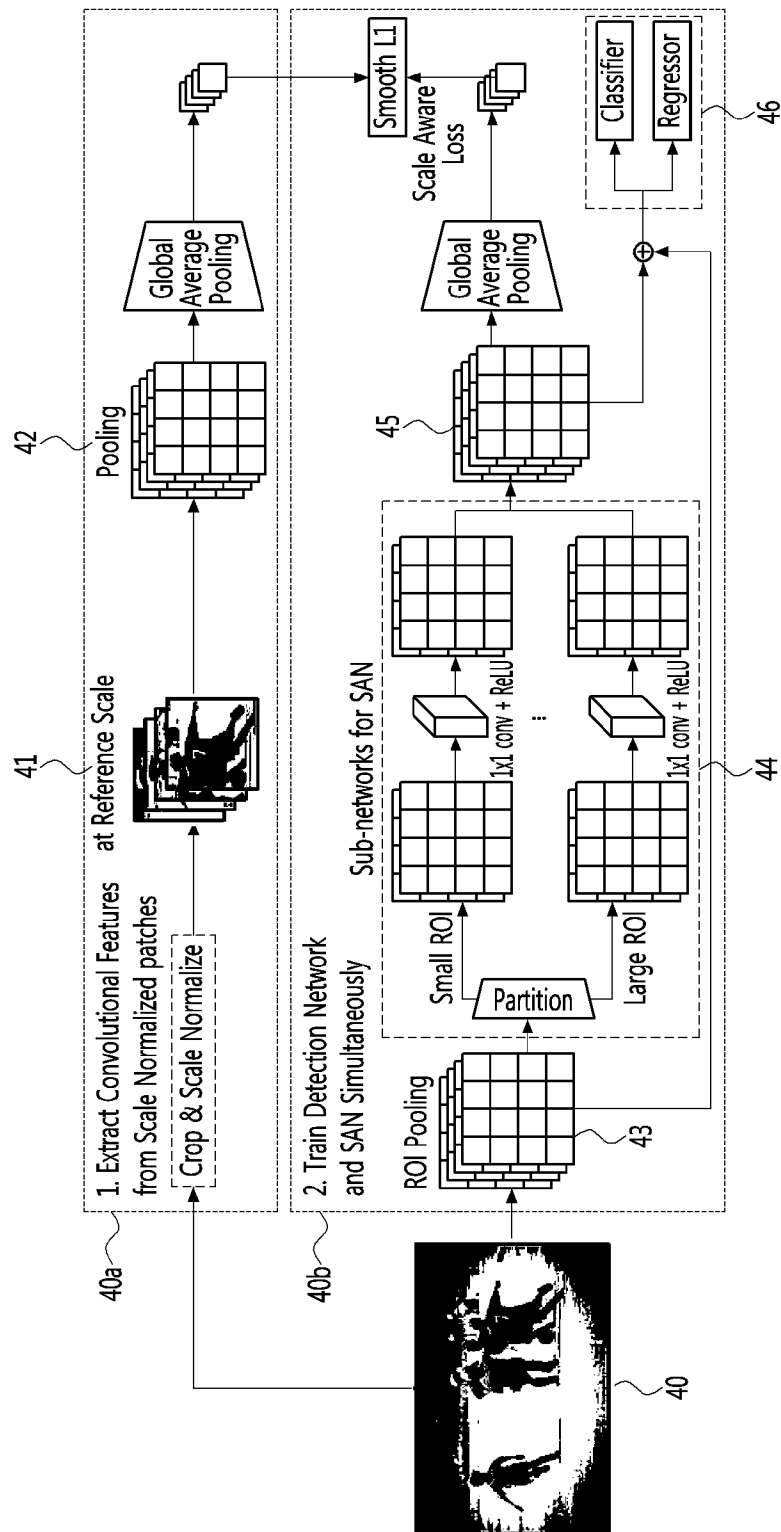
[도2]



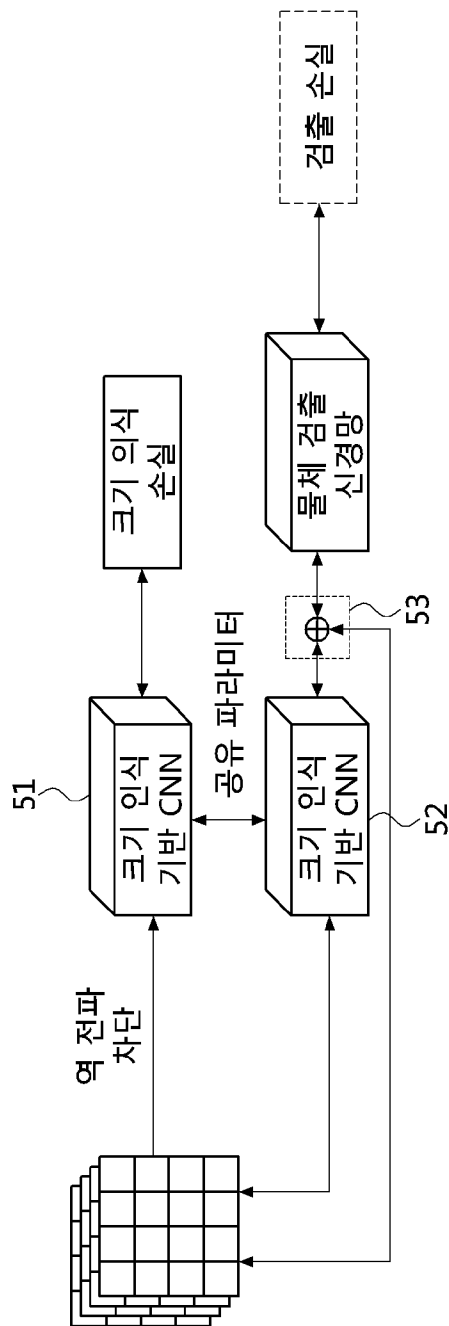
[도3]



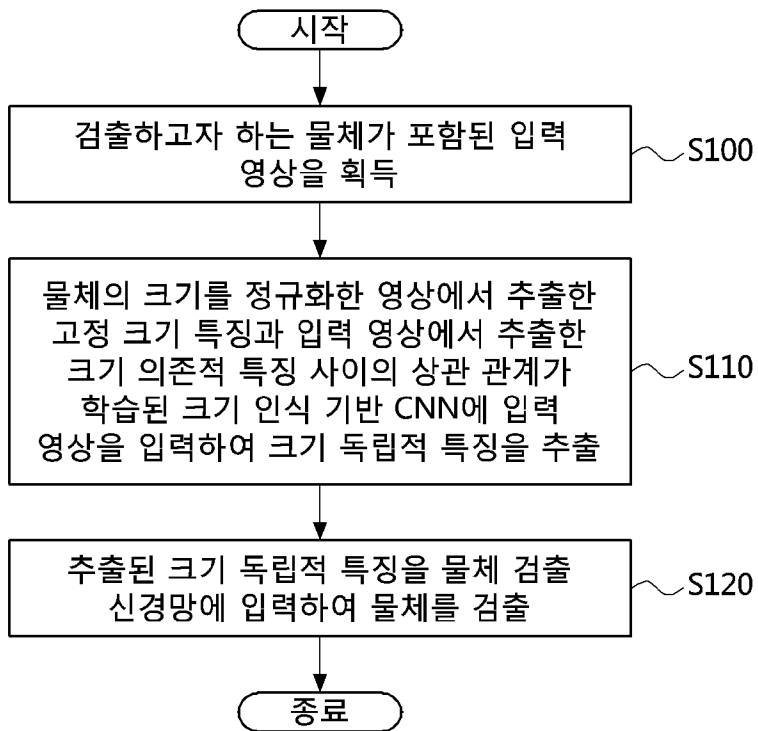
[도4]



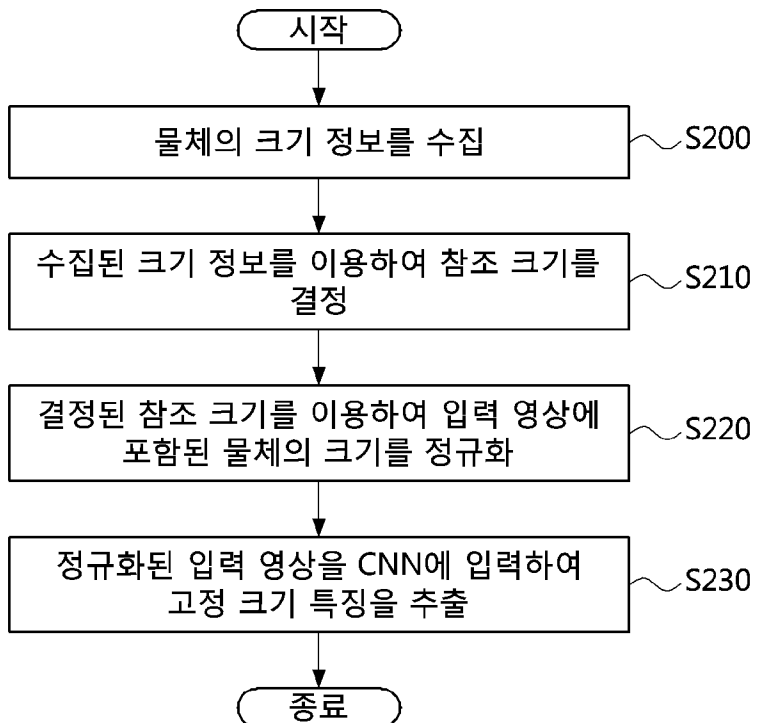
[도5]



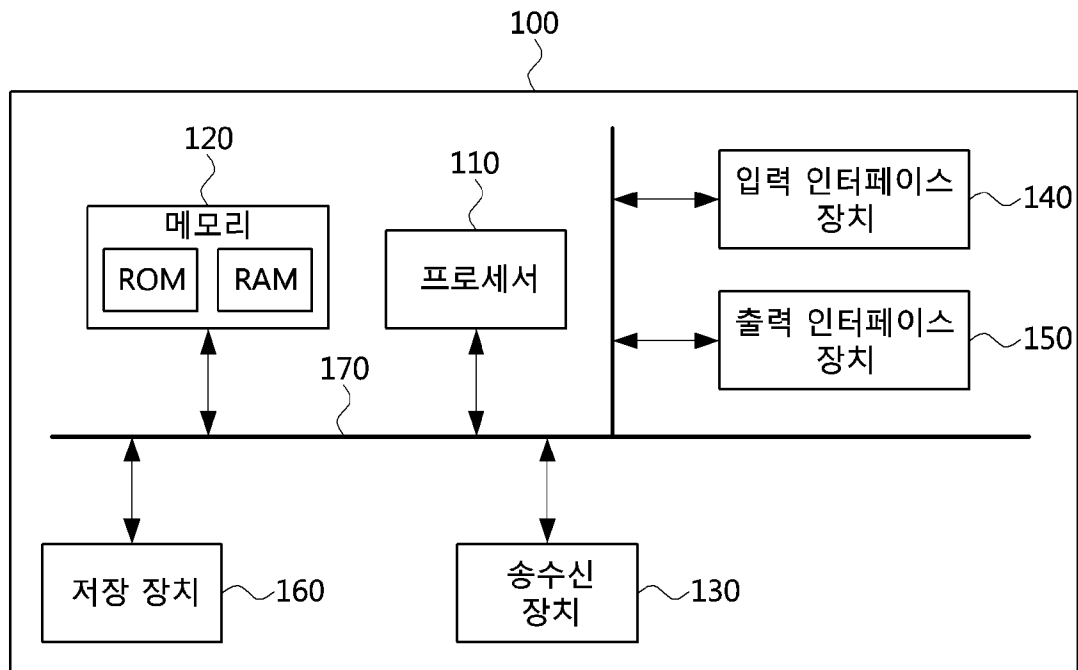
[도6]



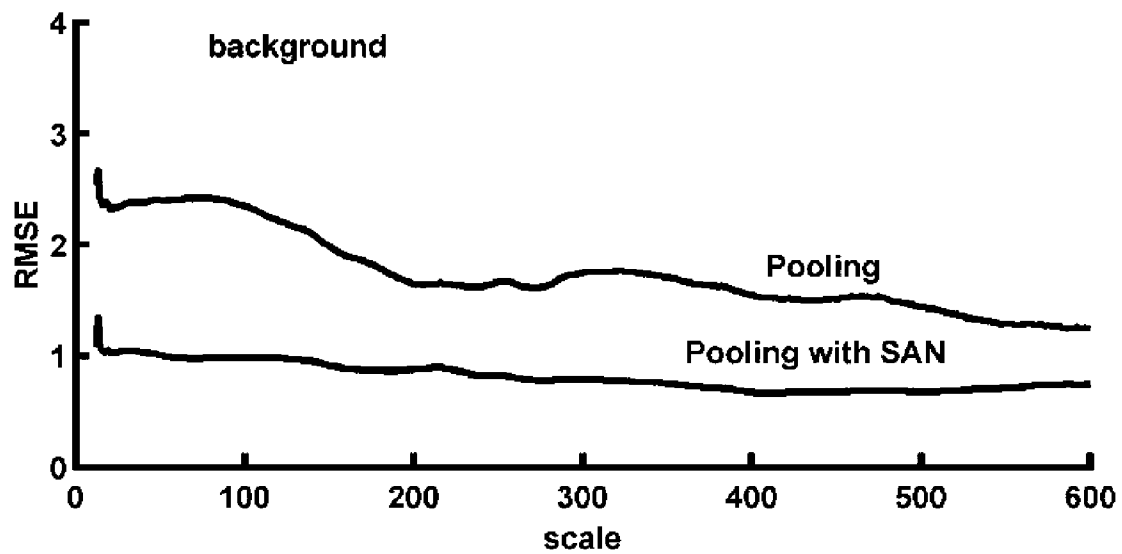
[도7]



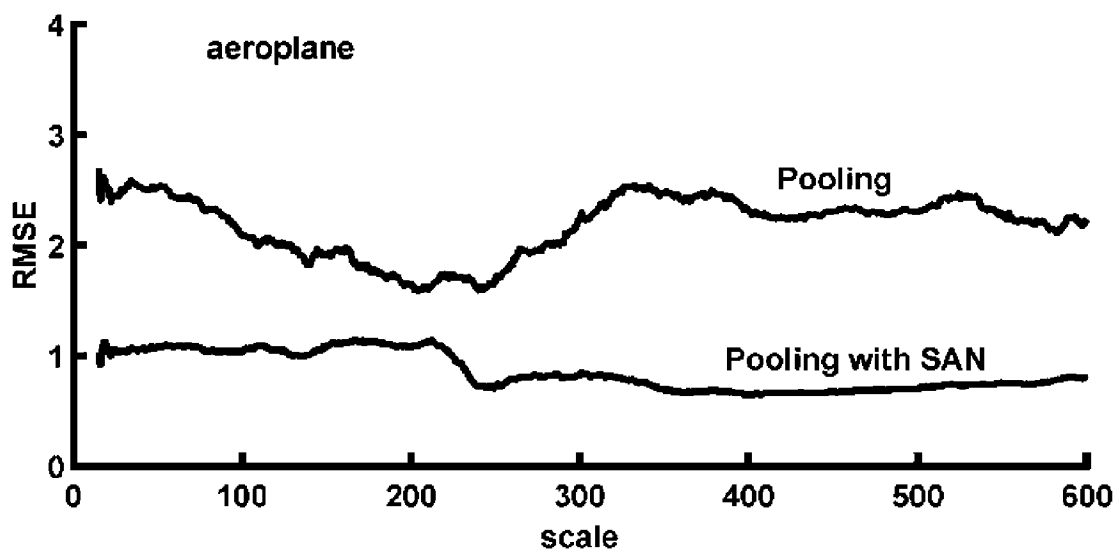
[도8]



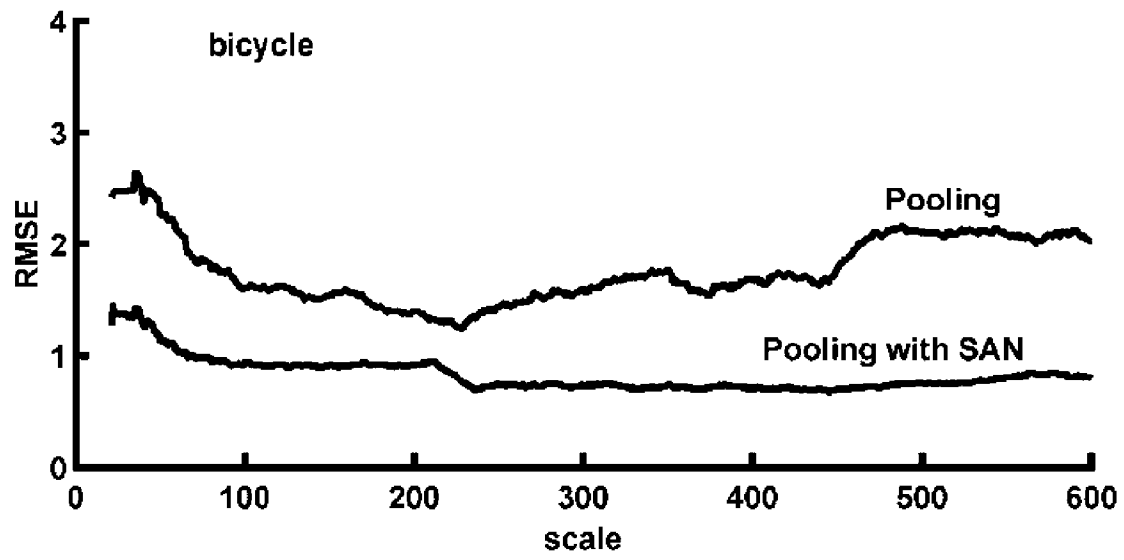
[도9a]



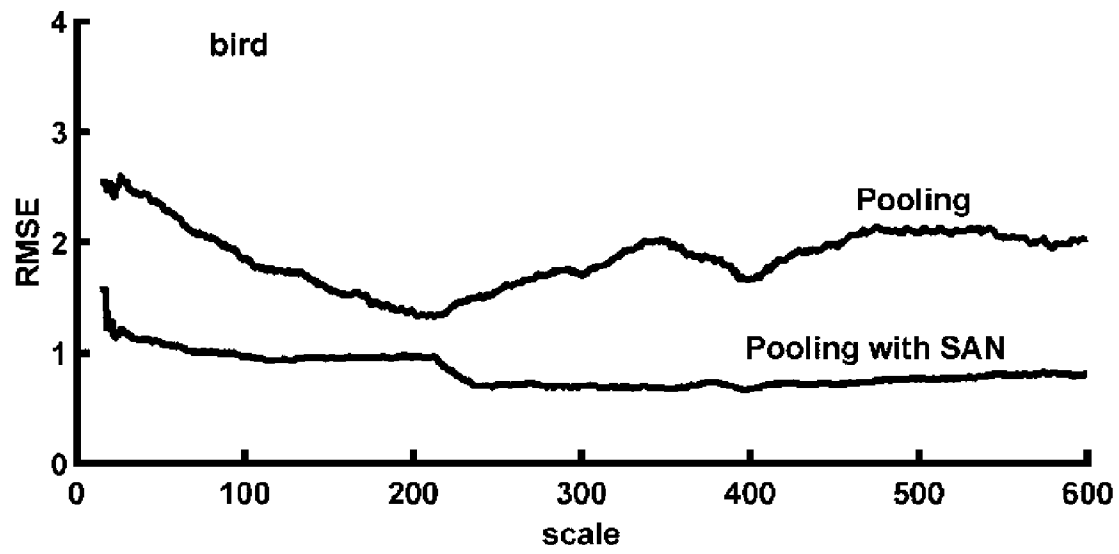
[도9b]



[도9c]



[도9d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/010766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/46(2006.01)i, G06T 7/11(2017.01)i, G06T 7/60(2006.01)i, G06K 9/62(2006.01)i, G06N 3/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K 9/46; G06K 9/00; G06K 9/62; G06K 9/66; G06N 3/02; G06T 7/00; G06T 7/11; G06T 7/60; G06N 3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: Convolutional Neural Network, object, size

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2017-0028591 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 14 March 2017 See paragraphs [0015], [0025], [0033], claim 1 and figure 1.	1-20
X	KIM, Yonghyun et al. SAN: Learning Relationship between Convolutional Features for Multi-Scale Object Detection. Computer Science. 15 August 2018, pages 1-16, Retrieved from the Internet: <URL:https://arxiv.org/abs/1808.04974>. See pages 1-16.	1-20
A	KR 10-2018-0080081 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 July 2018 See claims 1-3 and figure 1.	1-20
A	KR 10-2016-0131848 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 16 November 2016 See paragraphs [0042]-[0046] and figure 6.	1-20
A	KR 10-1772916 B1 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY ERICA CAMPUS et al.) 31 August 2017 See claims 1, 3 and figure 3.	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 DECEMBER 2019 (09.12.2019)

Date of mailing of the international search report

09 DECEMBER 2019 (09.12.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/010766

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2017-0028591 A	14/03/2017	KR 10-1980360 B1	28/08/2019
KR 10-2018-0080081 A	11/07/2018	None	
KR 10-2016-0131848 A	16/11/2016	US 2016-0328630 A1 US 9940539 B2	10/11/2016 10/04/2018
KR 10-1772916 B1	31/08/2017	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06K 9/46(2006.01)i, G06T 7/11(2017.01)i, G06T 7/60(2006.01)i, G06K 9/62(2006.01)i, G06N 3/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06K 9/46; G06K 9/00; G06K 9/62; G06K 9/66; G06N 3/02; G06T 7/00; G06T 7/11; G06T 7/60; G06N 3/08

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network), 물체(object), 크기(size)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2017-0028591 A (한국전자통신연구원) 2017.03.14 단락 [0015],[0025],[0033], 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-20
X	YONGHUUN KIM 등 `SAN: Learning Relationship between Convolutional Features for Multi-Scale Object Detection' Computer Science 2018.08.15 페이지 1-16 인터넷 검색: <URL:https://arxiv.org/abs/1808.04974> 페이지 1-16 참조.	1-20
A	KR 10-2018-0080081 A (한국과학기술원) 2018.07.11 청구항 1-3 및 도면 1 참조.	1-20
A	KR 10-2016-0131848 A (삼성전자주식회사 등) 2016.11.16 단락 [0042]-[0046] 및 도면 6 참조.	1-20
A	KR 10-1772916 B1 (한양대학교 에리카산학협력단 등) 2017.08.31 청구항 1,3 및 도면 3 참조.	1-20

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 12월 09일 (09.12.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 12월 09일 (09.12.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

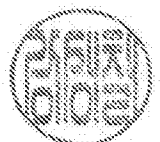
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강성철

전화번호 +82-42-481-8405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2017-0028591 A	2017/03/14	KR 10-1980360 B1	2019/08/28
KR 10-2018-0080081 A	2018/07/11	없음	
KR 10-2016-0131848 A	2016/11/16	US 2016-0328630 A1 US 9940539 B2	2016/11/10 2018/04/10
KR 10-1772916 B1	2017/08/31	없음	