



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월19일
(11) 등록번호 10-2638388
(24) 등록일자 2024년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 18/00 (2023.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06T 7/11 (2017.01) G06V 10/40 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 30/422 (2022.01)
G06N 20/00 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2021-0071884
(22) 출원일자 2021년06월03일
심사청구일자 2021년06월03일
(65) 공개번호 10-2022-0163579
(43) 공개일자 2022년12월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP2020181405 A*
한국 공개특허공보 제10-2020-0065613
호(2020.06.09.) 1부.*
한국 공개특허공보 제10-2020-0103204
호(2020.09.02.) 1부.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
문두환
세종특별자치시 도움3로 75, 1101동 503호 (중촌
동, 가재마을11단지)
(74) 대리인
김정연, 유광철, 백두진, 강일신, 권성현

전체 청구항 수 : 총 19 항

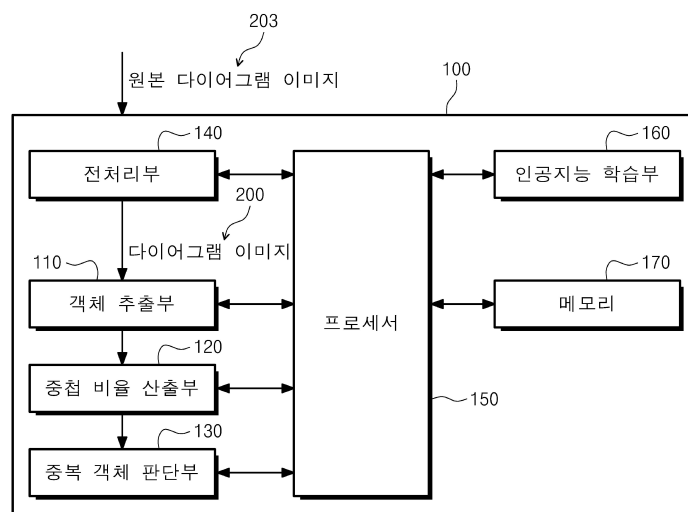
심사관 : 정수진

(54) 발명의 명칭 객체 인식 시스템, 객체 인식 방법 및 객체 인식 방법을 실행시키도록 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

개시된 발명의 일 실시예에 따른 객체 인식 방법은, (a) 객체 추출부에 의해, 상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 단계; (b) 중첩 비율 산출부에 의해, 추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 단계; 및 (c) 중복 객체 판단부에 의해, 상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/11 (2017.01)

G06V 10/40 (2023.08)

G06V 30/10 (2023.08)

G06T 2210/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 심볼들을 포함하는 다이어그램 이미지에서 객체를 인식하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 방법에 있어서,

- (a) 객체 추출부에 의해, 상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 단계;
- (b) 중첩 비율 산출부에 의해, 추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 단계; 및
- (c) 중복 객체 판단부에 의해, 상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 단계;를 포함하고,

상기 (c) 단계는:

- (c1) 상기 객체들의 크기와 형상을 분석하여 상기 객체들의 심볼 타입들을 결정하고, 상기 객체들의 심볼 타입들을 비교하는 단계;
- (c2) 상기 객체들의 심볼 타입들이 중첩 발생 빈도를 기반으로 결정되는 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부를 판단하는 단계; 및
- (c3) 상기 심볼 타입들의 비교 결과 및 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부에 따라 상기 중복 객체를 판단하는 단계를 포함하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (c3) 단계는:

상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하지 않은 경우, 상기 객체들을 중복 객체가 아닌 것으로 판단하는 단계;

상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 심볼 타입에 따라 결정되는 제1 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하는 단계; 및

상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하지 않는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 제1 기준 임계값보다 낮은 제2 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하는 단계;를 포함하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 방법.

청구항 4

다수의 심볼들을 포함하는 다이어그램 이미지에서 객체를 인식하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 방법에 있어서,

- (a) 객체 추출부에 의해, 상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 단계;
- (b) 중첩 비율 산출부에 의해, 추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 단계; 및
- (c) 중복 객체 판단부에 의해, 상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 단계;를 포함하고,

상기 (c) 단계는:

상기 다이어그램 이미지로부터 추출된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 생성하는 단계;

서로 겹쳐진 바운딩 박스들의 합쳐진 영역의 면적에 대한 겹쳐진 영역의 면적 비율로부터 상기 바운딩 박스들 간의 IOU 비율을 연산하는 단계;

상기 추출된 객체의 크기 및 형상을 기초로 심볼 타입을 결정하는 단계;

상기 결정된 심볼 타입을 기초로 상기 기준 임계값을 결정하는 단계;

상기 IOU 비율이 상기 기준 임계값 이상이면 상기 겹쳐진 바운딩 박스들 중 하나의 바운딩 박스를 제거하는 단계; 및

제거되지 않은 상기 바운딩 박스에 포함된 객체를 상기 바운딩 박스에 대응되는 심볼로 인식하는 단계;를 포함하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 심볼로 인식된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에서의 상기 심볼의 위치 정보 또는 상기 심볼들의 리스트 중 적어도 하나를 생성하는 단계;를 더 포함하는, 객체 인식 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

인공지능 학습부에 의해, 심볼의 특징을 입력 변수로 설정하고 상기 객체들의 유형을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하는 단계;를 더 포함하고,

상기 (c) 단계는,

상기 추출된 객체로부터 상기 객체의 특징을 추출하는 단계; 및

상기 추출된 객체의 특징을 기초로 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 추출된 객체의 유형을 결정하는 단계;를 포함하는, 객체 인식 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

전처리부에 의해, 상기 다이어그램 이미지의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하고,

상기 객체를 추출하는 단계는,

상기 객체 추출부에 의해, 상기 크기 변경 다이어그램 이미지에 포함되어 크기가 변경된 객체를 추출하는 단계;를 포함하는, 객체 인식 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

전처리부에 의해, 상기 다이어그램 이미지를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하고,

상기 객체를 추출하는 단계는,

상기 객체 추출부에 의해, 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하는 단계;를 더 포함하는, 객체 인식 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

전처리부에 의해, 상기 다이어그램 이미지의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지를 생성하고, 상기

다이어그램 이미지를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하고,
 상기 객체를 추출하는 단계는,
 상기 객체 추출부에 의해, 상기 크기 변경 다이어그램 이미지에 포함되어 크기가 변경된 객체 및 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하는 단계;를 포함하는, 객체 인식 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
 텍스트 추출부에 의해, 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 텍스트를 추출하여 상기 다이어그램 이미지의 텍스트를 인식하는 단계;를 더 포함하는, 객체 인식 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,
 전처리부에 의해, 원본 다이어그램 이미지로부터 수평선을 추출하고, 추출된 수평선들 중 길이가 가장 긴 수평선을 결정하고, 상기 가장 긴 수평선에 연결된 모든 검정 픽셀을 추출하고, 상기 원본 다이어그램 이미지로부터 상기 추출된 검정 픽셀을 제거하여 상기 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하는 객체 인식 방법.

청구항 12

제1항, 제3항 내지 제11항 중 어느 한 항의 객체 인식 방법을 실행시키도록 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 13

다수의 심볼들을 포함하는 다이어그램 이미지에서 객체를 인식하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 시스템에 있어서,

상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 객체 추출부;

추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 중첩 비율 산출부; 및

상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 중복 객체 판단부;를 포함하고,

상기 중복 객체 판단부는:

상기 객체들의 크기와 형상을 분석하여 상기 객체들의 심볼 타입들을 결정하고, 상기 객체들의 심볼 타입들을 비교하고;

상기 객체들의 심볼 타입들이 중첩 발생 빈도를 기반으로 결정되는 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부를 판단하고; 그리고

상기 심볼 타입들의 비교 결과 및 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부에 따라 상기 중복 객체를 판단하도록 구성되는, 다이어그램 이미지의 객체 인식 시스템.

청구항 14

삭제

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 중복 객체 판단부는:

상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하지 않은 경우, 상기 객체들을 중복 객체가 아닌 것으로 판단하고;

상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 심볼 타

입에 따라 결정되는 제1 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하고; 그리고

상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하지 않는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 제1 기준 임계값보다 낮은 제2 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하도록 구성되는, 다이어그램 이미지의 객체 인식 시스템.

청구항 16

다수의 심볼들을 포함하는 다이어그램 이미지에서 객체를 인식하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 시스템에 있어서,

상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 객체 추출부;

추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 중첩 비율 산출부; 및

상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 중복 객체 판단부;를 포함하고,

상기 중복 객체 판단부는:

상기 다이어그램 이미지로부터 추출된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 생성하고;

서로 겹쳐진 바운딩 박스들의 합쳐진 영역의 면적에 대한 겹쳐진 영역의 면적 비율로부터 상기 바운딩 박스들 간의 IOU 비율을 연산하고;

상기 추출된 객체의 크기 및 형상을 기초로 심볼 타입을 결정하고;

상기 결정된 심볼 타입을 기초로 상기 기준 임계값을 결정하고;

상기 IOU 비율이 상기 기준 임계값 이상이면 상기 겹쳐진 바운딩 박스들 중 하나의 바운딩 박스를 제거하고; 그리고

제거되지 않은 상기 바운딩 박스에 포함된 객체를 상기 바운딩 박스에 대응되는 심볼로 인식하도록 구성되는, 객체 인식 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 심볼로 인식된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에서의 상기 심볼의 위치 정보 또는 상기 심볼들의 리스트 중 적어도 하나를 생성하도록 구성되는 프로세서;를 더 포함하는 객체 인식 시스템.

청구항 18

제13항에 있어서,

심볼의 특징을 입력 변수로 설정하고 상기 객체들의 유형을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하도록 구성되는 인공지능 학습부;를 더 포함하고,

상기 중복 객체 판단부는:

상기 추출된 객체로부터 상기 객체의 특징을 추출하고; 그리고

상기 추출된 객체의 특징을 기초로 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 추출된 객체의 유형을 결정하도록 구성되는, 객체 인식 시스템.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 다이어그램 이미지의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지를 생성하고, 상기 다이어그램 이미지를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지를 생성하도록 구성되는 전처리부;를 더 포함하고,

상기 객체 추출부는,

상기 크기 변경 다이어그램 이미지에 포함되어 크기가 변경된 객체 및 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하도록 구성되는, 객체 인식 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 텍스트를 추출하여 상기 다이어그램 이미지의 텍스트를 인식하도록 구성되는 텍스트 추출부;를 더 포함하는 객체 인식 시스템.

청구항 21

제13항에 있어서,

원본 다이어그램 이미지로부터 수평선을 추출하고, 추출된 수평선들 중 길이가 가장 긴 수평선을 결정하고, 상기 가장 긴 수평선에 연결된 모든 검정 픽셀을 추출하고, 상기 원본 다이어그램 이미지로부터 상기 추출된 검정 픽셀을 제거하여 상기 다이어그램 이미지를 생성하도록 구성되는 전처리부;를 포함하는, 객체 인식 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 추출된 객체의 심볼 타입에 따라 다른 기준을 적용하여 해당 객체가 중첩된 객체인지 여부를 판단함으로써 다이어그램 이미지의 심볼에 대한 객체 인식 성능을 개선할 수 있는 객체 인식 시스템 및 객체 인식 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 공정 플랜트 (process plant) 산업에 사용되는 대표적인 다이어그램 (diagram)으로 P&ID (piping and instrumentation diagram)이 있다. P&ID는 PFD (process flow diagram)를 기준으로 작성이 되며 각 공정 (process)을 구성하는 주요 기자재 (equipment and materials)와 유체의 흐름을 상세하게 표현한다.
- [0003] 이러한 P&ID는 플랜트의 기본 설계 (basic design)를 전달하는 기본 매체이며 상세 설계 (detail design), 구매 및 조달, 시공 (construction), 및 시운전 (commissioning)의 기본 자료로 활용된다.
- [0004] 한편, 신규로 건설되는 플랜트에서도 FEED(front end engineering and design)단계에서 생성된 P&ID나 기자재 제작사에서 제공한 P&ID는, 계약 관계나 지적재산 보안 이슈로 인해서, 이미지 형식을 갖는 경우가 많다.
- [0005] 플랜트 운영사는 플랜트 운영과정에서 지속적으로 플랜트의 개선 및 확장을 하게 되는데 이때 외부 협력사로부터 이미지 형식의 P&ID를 받게 되는 경우가 많다. 플랜트 운영사가 디지털 P&ID를 적용할 수도 있으나, 장기간 운영 중인 노후 플랜트의 경우 대량의 P&ID가 이미지 형식으로 저장되어 있을 수 있다.
- [0006] 이에 따라 플랜트 산업에서 이미지 형식의 P&ID를 디지털 P&ID로 변환할 필요가 발생할 수 있다. 이때, 이미지 형식의 P&ID를 디지털 P&ID로 전환하기 위해서 P&ID에 포함된 심볼을 보다 잘 인식하는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 다이어그램 이미지로부터 추출된 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 정확하게 판단할 수 있고, 중복 객체에 해당하지 않는 객체가 중복 객체로 잘못 인식되는 것을 방지할 수 있으며, 심볼 인식 정확도를 향상시킬 수 있는 객체 인식 시스템, 객체 인식 방법 및 컴퓨터 프로그램을 제공하기 위한 것이다.
- [0008] 또한, 본 발명은 다이어그램 이미지의 심볼 크기 편차에 따른 성능 저하를 보상할 수 있으며, 별도의 후처리 프로세스를 통해 높은 밀도의 심볼에 대한 인식 성능을 높일 수 있는 객체 인식 시스템, 객체 인식 방법 및 컴퓨터 프로그램을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 개시된 발명의 일 측면에 따른 다수의 심볼들을 포함하는 다이어그램 이미지에서 객체를 인식하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 방법은, (a) 객체 추출부에 의해, 상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 단계; (b) 중첩 비율 산출부에 의해, 추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 단계; 및 (c) 중복 객체 판단부에 의해, 상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 (c) 단계는: (c1) 상기 객체들의 크기와 형상을 분석하여 상기 객체들의 심볼 타입들을 결정하고, 상기 객체들의 심볼 타입들을 비교하는 단계; (c2) 상기 객체들의 심볼 타입들이 중첩 발생 빈도를 기반으로 결정되는 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부를 판단하는 단계; 및 (c3) 상기 심볼 타입들의 비교 결과 및 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부에 따라 상기 중복 객체를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 (c3) 단계는: 상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하지 않은 경우, 상기 객체들을 중복 객체가 아닌 것으로 판단하는 단계; 상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 심볼 타입에 따라 결정되는 제1 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하는 단계; 및 상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하지 않는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 제1 기준 임계값보다 낮은 제2 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 (c) 단계는: 상기 다이어그램 이미지로부터 추출된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 생성하는 단계; 서로 겹쳐진 바운딩 박스들의 합쳐진 영역의 면적에 대한 겹쳐진 영역의 면적 비율로부터 상기 바운딩 박스들 간의 IOU 비율을 연산하는 단계; 상기 추출된 객체의 크기 및 형상을 기초로 심볼 타입을 결정하는 단계; 상기 결정된 심볼 타입을 기초로 상기 기준 임계값을 결정하는 단계; 상기 IOU 비율이 상기 기준 임계값 이상이면 상기 겹쳐진 바운딩 박스들 중 하나의 바운딩 박스를 제거하는 단계; 및 제거되지 않은 상기 바운딩 박스에 포함된 객체를 상기 바운딩 박스에 대응되는 심볼로 인식하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 심볼로 인식된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에서의 상기 심볼의 위치 정보 또는 상기 심볼들의 리스트 중 적어도 하나를 생성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 인공지능 학습부에 의해, 심볼의 특징을 입력 변수로 설정하고 상기 객체들의 유형을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하는 단계;를 더 포함하고, 상기 (c) 단계는, 상기 추출된 객체로부터 상기 객체의 특징을 추출하는 단계; 및 상기 추출된 객체의 특징을 기초로 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 추출된 객체의 유형을 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 전처리부에 의해, 상기 다이어그램 이미지의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하고, 상기 객체를 추출하는 단계는, 상기 객체 추출부에 의해, 상기 크기 변경 다이어그램 이미지에 포함되어 크기가 변경된 객체를 추출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 전처리부에 의해, 상기 다이어그램 이미지를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하고, 상기 객체를 추출하는 단계는, 상기 객체 추출부에 의해, 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 전처리부에 의해, 상기 다이어그램 이미지의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지를 생성하고, 상기 다이어그램 이미지를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함하고, 상기 객체를 추출하는 단계는, 상기 객체 추출부에 의해, 상기 크기 변경 다이어그램 이미지에 포함되어 크기가 변경된 객체 및 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 텍스트 추출부에 의해, 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 텍스트를 추출하여 상기 다이어그램 이미지의 텍스트를 인식하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 전처리부에 의해, 원본 다이어그램 이미지로부터 수평선을 추출하고, 추출된 수평선들 중 길이가 가장 긴 수평선을 결정하고, 상기 가장 긴 수평선에 연결된 모든 검정 픽셀을 추출하고, 상기 원본 다이어그램 이미지로부터 상기 추출된 검정 픽셀을 제거하여 상기 다이어그램 이미지를 생성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 개시된 발명의 일 측면에 따른 컴퓨터 프로그램은, 상기 객체 인식 방법을 실행시키도록 컴퓨터로 판독 가능한

기록매체에 저장될 수 있다.

- [0021] 개시된 발명의 일 측면에 따른 다수의 심볼들을 포함하는 다이어그램 이미지에서 객체를 인식하는 다이어그램 이미지의 객체 인식 시스템은, 상기 다이어그램 이미지로부터 상기 심볼들을 포함하는 객체들을 추출하는 객체 추출부; 추출된 객체들의 중첩 영역과 상기 객체들의 영역 간의 중첩 비율을 산출하는 중첩 비율 산출부; 및 상기 중첩 비율을 상기 객체들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 상기 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 판단하는 중복 객체 판단부;를 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 중복 객체 판단부는: 상기 객체들의 크기와 형상을 분석하여 상기 객체들의 심볼 타입들을 결정하고, 상기 객체들의 심볼 타입들을 비교하고; 상기 객체들의 심볼 타입들이 중첩 발생 빈도를 기반으로 결정되는 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부를 판단하고; 그리고 상기 심볼 타입들의 비교 결과 및 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부에 따라 상기 중복 객체를 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 중복 객체 판단부는: 상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하지 않은 경우, 상기 객체들을 중복 객체가 아닌 것으로 판단하고; 상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 심볼 타입에 따라 결정되는 제1 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하고; 그리고 상기 객체들의 심볼 타입들이 동일하고, 상기 중첩 심볼 집합에 해당하지 않는 경우, 상기 중첩 비율을 상기 제1 기준 임계값보다 낮은 제2 기준 임계값과 비교하여 상기 중복 객체를 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 중복 객체 판단부는: 상기 다이어그램 이미지로부터 추출된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 생성하고; 서로 겹쳐진 바운딩 박스들의 합쳐진 영역의 면적에 대한 겹쳐진 영역의 면적 비율로부터 상기 바운딩 박스들 간의 IOU 비율을 연산하고; 상기 추출된 객체의 크기 및 형상을 기초로 심볼 타입을 결정하고; 상기 결정된 심볼 타입을 기초로 상기 기준 임계값을 결정하고; 상기 IOU 비율이 상기 기준 임계값 이상이면 상기 겹쳐진 바운딩 박스들 중 하나의 바운딩 박스를 제거하고; 그리고 제거되지 않은 상기 바운딩 박스에 포함된 객체를 상기 바운딩 박스에 대응되는 심볼로 인식하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 심볼로 인식된 객체를 포함하는 바운딩 박스를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에서의 상기 심볼의 위치 정보 또는 상기 심볼들의 리스트 중 적어도 하나를 생성하도록 구성되는 프로세서;를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 또한, 심볼의 특징을 입력 변수로 설정하고 상기 객체들의 유형을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하도록 구성되는 인공지능 학습부;를 더 포함하고, 상기 중복 객체 판단부는: 상기 추출된 객체로부터 상기 객체의 특징을 추출하고; 그리고 상기 추출된 객체의 특징을 기초로 상기 인공지능 모델을 이용하여 상기 추출된 객체의 유형을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 다이어그램 이미지의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지를 생성하고, 상기 다이어그램 이미지를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지를 생성하도록 구성되는 전처리부;를 더 포함하고, 상기 객체 추출부는, 상기 크기 변경 다이어그램 이미지에 포함되어 크기가 변경된 객체 및 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 기초로, 상기 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 분할 다이어그램 이미지에 포함된 텍스트를 추출하여 상기 다이어그램 이미지의 텍스트를 인식하도록 구성되는 텍스트 추출부;를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 또한, 원본 다이어그램 이미지로부터 수평선을 추출하고, 추출된 수평선들 중 길이가 가장 긴 수평선을 결정하고, 상기 가장 긴 수평선에 연결된 모든 검정 픽셀을 추출하고, 상기 원본 다이어그램 이미지로부터 상기 추출된 검정 픽셀을 제거하여 상기 다이어그램 이미지를 생성하도록 구성되는 전처리부;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 개시된 발명의 일 측면에 따르면, 다이어그램 이미지로부터 추출된 객체들이 중복 객체에 해당하는지 여부를 정확하게 판단할 수 있고, 중복 객체에 해당하지 않는 객체가 중복 객체로 잘못 인식되는 것을 방지할 수 있으며, 심볼 인식 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 다이어그램 이미지의 심볼 크기 편차에 따른 성능 저하를 보상할 수 있으며, 별도의 후처리 프로세스를 통해 높은 밀도의 심볼에 대한 인식 성능을 높일 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 회전 판단(rotation estimation) 과정을 통해 각 문자열 영역이 회전된 문자열인지, 회전되지 않은 문자열인지를 구분하여 문자열을 인식함으로써 문자열의 인식 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 일 실시예에 따른 객체 인식 시스템의 구성도이다.
- 도 2는 객체 인식을 실패하는 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 심볼 타입을 분류한 표이다.
- 도 4는 인식된 객체를 중복 객체로 잘못 판단하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따라 인식된 객체에 서로 다른 기준 임계값을 적용했을 때의 차이점을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따라 생성된 심볼들의 리스트를 도시한 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 인공지능 모델의 데이터 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따라 크기 변경 다이어그램 이미지 및 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따라 다이어그램 이미지에 포함된 텍스트를 인식하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따라 텍스트를 추출하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 11은 원본 다이어그램 이미지를 전처리하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 12는 일 실시예에 따른 객체 인식 방법의 순서도이다.
- 도 13은 또 다른 실시예에 따른 객체 인식 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '~부'가 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '~부'가 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0035] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0036] 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0037] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0038] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.
- [0039] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0040] 도 1은 일 실시예에 따른 객체 인식 시스템의 구성도이다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 객체 인식 시스템(100)은, 객체 추출부(110), 중첩 비율 산출부(120), 중복 객체 판단부(130), 전처리부(140), 프로세서(150), 인공지능 학습부(160), 메모리(170)를 포함할 수 있다.
- [0042] 다이어그램 이미지(200)는 이미지 데이터의 형태로 객체 인식 시스템(100)에 입력될 수 있다.
- [0043] 다이어그램 이미지(200)는 공정 플랜트 산업에 사용되는 다이어그램(diagram)일 수 있다. 예를 들어, 다이어그램 이미지(200)는 P&ID(piping and instrumentation diagram)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 다이어그램 이미지(200)는 PFD(process flow diagram)를 기준으로 작성될 수 있으며, 각 공정(process)을 구성

하는 주요 기자재(equipment and materials)와 유체의 흐름을 상세하게 표현할 수 있다. 즉, 다이어그램 이미지(200)는 플랜트의 기본 설계를 전달하는 기본매체일 수 있으며, 상세 설계, 구매, 조달, 시공 및 시운전의 기본 자료로 활용되는 이미지일 수 있다.

- [0045] 객체 인식 시스템(100)은 다수의 심볼(300)들을 포함하는 다이어그램 이미지(200)에서 객체(400)를 인식할 수 있다.
- [0046] 객체 추출부(110)는 다이어그램 이미지(200)로부터 객체(400)들을 추출할 수 있다.
- [0047] 객체(400)는 심볼(300)을 포함할 수 있다. 즉, 객체 인식 시스템(100)은 다이어그램 이미지(200)로부터 객체(400)를 추출하면, 추출된 객체(400)에 포함된 심볼(300)을 인식할 수 있다.
- [0048] 한편, 객체 추출부(110)는 다이어그램 이미지(200)로부터 복수개의 객체(400)들을 추출하게 되며, 이때 두개의 추출된 객체(400)들 각각이 차지하고 있는 영역들은 서로 겹쳐질 수 있다.
- [0049] 객체 추출부(110)는 종래의 객체 검출(Object detection)을 통하여 다이어그램 이미지(200) 내에 존재하는 객체(400)의 위치를 탐지할 수 있다.
- [0050] 중첩 비율 산출부(120)는 추출된 객체(400)들의 중첩 영역(501)과 객체들의 영역(500) 간의 중첩 비율을 산출할 수 있다.
- [0051] 중첩 영역(501)은 추출된 두개의 객체(400)가 겹쳐졌을 때 겹쳐진 영역의 면적일 수 있다.
- [0052] 또한, 객체들의 영역(500)은 추출된 두개의 객체(400)가 겹쳐졌을 때, 해당 객체(400)들이 차지하고 있는 총 면적일 수 있다. 즉, 객체들의 영역(500)은 각 객체(400)의 영역을 합친 값에 중첩 영역(501)을 뺀 값일 수 있다.
- [0053] 중첩 비율은 객체들의 영역(500)에 대한 중첩 영역(501)의 비율일 수 있다. 즉, 중첩 비율은 어느 두 객체(400)가 겹쳐졌을 때, 해당 객체(400)들이 겹쳐진 비율을 나타낸 값일 수 있다.
- [0054] 중복 객체 판단부(130)는 중첩 비율을 객체(400)들의 유형에 따라 결정되는 기준 임계값과 비교하여 객체(400)들이 중복 객체(401)에 해당하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0055] 객체(400)들의 유형은 다이어그램 이미지(200)로부터 추출될 수 있는 객체(400)들의 종류일 수 있다. 또한, 객체(400)들의 유형은 다이어그램 이미지(200)로부터 추출될 수 있는 어느 한 객체(400)의 형태에 대한 유형일 수도 있으나, 복수개의 객체(400)들이 이루고 있는 형태에 대한 유형일 수도 있다.
- [0056] 객체(400)가 다이어그램 이미지(200)에 포함된 심볼(300)일 경우, 객체(400)들의 유형은 객체(400)들의 심볼 타입일 수 있다. 이러한 심볼 타입은 각 심볼(300)들의 크기 및 형상에 따라 미리 분류하여 결정될 수 있다.
- [0057] 기준 임계값은 추출된 두 객체(400)의 영역이 서로 겹쳐졌을 경우, 해당 두 객체(400)들이 중복 객체(401)에 해당되는지 여부를 판단하는데 기준이 되는 값일 수 있다. 즉, 기준 임계값은 0 내지 1 사이의 수치를 가질 수 있다. 기준 임계값은 미리 설정될 수 있다.
- [0058] 추출된 두 객체(400)가 사실은 하나의 객체(400)로 인식되어야 하는 경우 임에도 별개의 객체(400)로 인식된 것일 수 있다. 이때, 중복 객체 판단부(130)는 해당 추출된 두 객체(400)를 중복 객체(401)로 판단할 수 있다.
- [0059] 중복 객체 판단부(130)는 동일한 객체(400)로 탐지된 객체(400)들 사이의 중첩 비율이 기준 임계값을 초과하면, 해당 객체(400)들을 중복 객체(401)라고 판단할 수 있다. 이때, 객체(400)들의 유형마다 기준 임계값이 다르므로, 같은 중첩 비율인 경우라 하더라도, 중복 객체 판단부(130)는 어느 두 객체(400)에 대해서는 중복 객체(401)라 판단하고, 또 다른 두 객체(400)에 대해서는 중복 객체(401)가 아니라고 판단할 수 있다.
- [0060] 프로세서(150)는 중복 객체(401)로 판단된 두 객체(400) 중 보다 인식이 잘 되는 객체(400)만을 심볼(300)로 인식하고, 나머지 한 객체(400)에 대해서는 심볼(300)로 인식하지 않을 수 있다. 결과적으로, 프로세서(150)는 본래 하나의 객체(400)로 추출되어야 했던 하나의 심볼(300)을 두개의 심볼(300)로 잘 못 인식하는 일이 없도록 할 수 있다.
- [0061] 전처리부(140), 객체 추출부(110), 중첩 비율 산출부(120), 중복 객체 판단부(130), 인공지능 학습부(160)는 객체 인식 시스템(100)에 포함된 복수개의 프로세서(150) 중 어느 하나의 프로세서(150)를 포함할 수 있다. 또한, 지금까지 설명된 본 발명의 실시예 및 앞으로 설명할 실시예에 따른 객체 인식 방법은, 프로세서(150)에 의해 구동될 수 있는 프로그램의 형태로 구현될 수 있다.

- [0062] 여기서 프로그램은, 프로그램 명령, 데이터 파일 및 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 프로그램은 기계어 코드나 고급 언어 코드를 이용하여 설계 및 제작된 것일 수 있다. 프로그램은 상술한 부호 수정을 위한 방법을 구현하기 위하여 특별히 설계된 것일 수도 있고, 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 기술자에게 기 공지되어 사용 가능한 각종 함수나 정의를 이용하여 구현된 것일 수도 있다. 전술한 정보 표시 방법을 구현하기 위한 프로그램은, 프로세서(150)에 의해 판독 가능한 기록매체에 기록될 수 있다. 이때, 기록매체는 메모리(170)일 수 있다.
- [0063] 메모리(170)는 전술한 동작 및 후술하는 동작을 수행하는 프로그램을 저장할 수 있으며, 메모리(170)는 저장된 프로그램을 실행시킬 수 있다. 프로세서(150)와 메모리(170)가 복수인 경우에, 이들이 하나의 칩에 집적되는 것도 가능하고, 물리적으로 분리된 위치에 마련되는 것도 가능하다. 메모리(170)는 데이터를 일시적으로 기억하기 위한 S램(Static Random Access Memory, S-RAM), D램(Dynamic Random Access Memory) 등의 휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(170)는 제어 프로그램 및 제어 데이터를 장기간 저장하기 위한 롬(Read Only Memory), 이피롬(Erasable Programmable Read Only Memory: EPROM), 이이피롬(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory: EEPROM) 등의 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다.
- [0064] 프로세서(150)는 각종 논리 회로와 연산 회로를 포함할 수 있으며, 메모리(170)로부터 제공된 프로그램에 따라 데이터를 처리하고, 처리 결과에 따라 제어 신호를 생성할 수 있다.
- [0065] 도 2는 객체 인식을 실패하는 경우를 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 일 실시예에 따른 심볼 타입을 분류한 표이며, 도 4는 인식된 객체를 중복 객체로 잘못 판단하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [0066] 도 2를 참조하면, 다이어그램 이미지(200)에서 크기가 큰 심볼(300)들에 대해서는 처음부터 객체(400)를 추출하지 못하여 심볼(300)을 검출하지 못하는 경우가 있음을 확인할 수 있다. 이러한 큰 심볼(300)에 대해서는 학습 데이터가 충분할 경우 성공적으로 검출할 수 있다.
- [0067] 다이어그램 이미지(200)에서 크기가 작은 심볼(300)들에 대해서는 주로 유사한 형상을 가지는 다른 심볼(300)로 오인식하는 경우가 있음을 확인할 수 있다. 따라서, 작은 심볼(300)들의 경우 단순히 객체(400)를 추출하지 못하여 오류가 발생하는 것이 아니라, 추출된 객체(400)를 다른 심볼(300)로 잘못 인식하여 오류가 발생할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0068] 도 3을 참조하면, 다이어그램 이미지(200)에 포함될 수 있는 심볼(300)들이 심볼 타입별로 분류될 수 있음을 확인할 수 있다. 즉, 심볼(300)들은 도시된 바와 같이 5개의 심볼 타입으로 분류될 수 있으나, 분류되는 방식 또는 타입이 이에 한정되는 것은 아니며, 각 심볼(300)들의 특징에 따라 다른 다양한 방식으로 분류될 수도 있다.
- [0069] 추출된 객체(400)로부터 인식되는 심볼(300)의 심볼 타입에 따라 복수개의 심볼(300)임에도 하나의 심볼(300)로 잘못 인식되는 정도가 다를 수 있다. 즉, 본래 두개의 객체(400)로 인식되어 결과적으로 두개의 심볼(300)로 인식되어야 함에도 하나의 심볼(300)로 잘못 인식되는 정도는 해당 심볼(300)의 형태, 타입에 따라 달라질 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 'PIPING COMPONENT'에 해당하는 심볼(300)들은 'EQUIPMENT'에 해당하는 심볼(300)들보다 복수개의 심볼(300)이 하나의 심볼(300)로 잘못 인식되는 경우가 많을 수 있다.
- [0071] 도 4를 참조하면, 두개의 심볼(300)로 인식되어야 하는 두개의 객체(400)가 최종적으로 하나의 심볼(300)로 오인식되는 과정을 확인할 수 있다.
- [0072] 중복 객체 판단부(130)는 두개의 객체(400) 사이의 중첩 영역(501)이 기준 임계값보다 크면 해당 객체(400)들을 중복 객체(401)로 판단할 수 있다. 한편, 이러한 과정은 중첩 영역(501)이 형성된 두 객체(400)에 대해서라면 계속 반복해서 일어날 수 있다. 예를 들어, 어느 두 객체(400)의 중복 객체 여부를 판단한 후, 해당 두 객체(400) 중 한 객체(400)와 제3의 객체(400)가 중복 객체(401)에 해당하는지 여부를 또 판단할 수 있다.
- [0073] 프로세서(150)는 중복 객체(401)로 판단된 두 객체(400) 중 보다 인식이 잘 되는 객체(400)만을 심볼(300)로 인식할 수 있으므로, 전술한 과정을 반복하면 최종적으로 영역이 겹쳐진 객체(400)들의 경우 한 객체(400)만이 심볼(300)을 인식하는데 이용되는 경우도 발생할 수 있다. 이러한 과정은 한 개의 심볼(300)을 복수개의 심볼(300)로 잘못 인식하는 것을 방지하기 위하여 필요할 수 있다.
- [0074] 하지만, 심볼(300)의 타입에 따라 두개의 별개 심볼(300)이 인접한 경우, 별개의 심볼(300)임에도 불구하고 최종적으로 하나의 심볼(300)로 오인식하는 경우가 발생할 수 있다.

- [0075] 따라서, 추출된 복수개의 중첩된 객체(400)들에 대해서 동일한 기준 임계값을 적용하여 해당 객체(400)가 중복 객체(401)인지 여부를 판단하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 즉, 복수개의 심볼(300)이 하나의 심볼(300)로 잘못 인식되는 경우가 더 많은 심볼 타입에 대해서는 좀더 높은 값의 기준 임계값을 적용하여, 어느 정도 중첩이 되었다고 하더라도 추출된 객체(400)들이 중복 객체(401)가 아니라고 판단하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 도 4를 참조하면, 다이어그램 이미지(200)에서 2개의 인접한 'Flange'를 나타내는 2개의 심볼(300)이 있는 경우, 인식된 두 객체(400)가 겹쳐진 중첩 영역(501)이 기준 임계값보다 커서 결과적으로 1개의 심볼(300)로 잘못 인식하는 경우가 발생할 수 있다.
- [0077] 도 5는 일 실시예에 따라 인식된 객체에 서로 다른 기준 임계값을 적용했을 때의 차이점을 설명하기 위한 도면이다.
- [0078] 도 5를 참조하면, 추출된 복수개의 객체(400)들이 중복 객체(401)인지 여부를 판단할 때, 적용되는 기준 임계값에 따라 결과가 달라질 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0079] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 크기와 형상을 분석하여 객체(400)들의 심볼 타입들을 결정하고, 객체(400)들의 심볼 타입들을 비교할 수 있다.
- [0080] 중복 객체 판단부(130)는 종래의 객체 검출(Object detection)을 통하여 다이어그램 이미지(200) 내에 존재하는 객체(400)의 종류를 결정할 수 있다.
- [0081] 객체 검출은 이미지를 이해하기 위한 방법으로, 컴퓨터 비전 분야에서 주요하게 연구되어 온 기술이다. 전통적인 기계학습은 특징(feature)들을 객체(400)에서 추출할 수 있다. 이후 서로 다른 객체(400)들에서 추출된 특징의 분포를 강건하게 분류할 수 있는 SVM 및 Adaboost 등과 같은 분류기(classifier)를 학습시킬 수 있다. 이후 응용 단계에서는 검출(Detection)을 수행하고자 하는 입력 이미지로부터 특징을 추출하고 분류기를 통과시켜 객체(400)를 탐지(detect)할 수 있다.
- [0082] 한편, 객체 추출부(110)가 반드시 기계학습 기반의 객체 검출을 통해서 다이어그램 이미지(200) 내에 존재하는 객체(400)를 추출해야 하는 것은 아니다.
- [0083] 예를 들어, 딥러닝 기반의 객체 검출 기술이 기계학습 기반의 객체 검출 대신 이용될 수 있다. 딥러닝 기반의 객체 검출 기술은 이미지로부터 추출하는 객체(400)의 특징(feature)을 데이터를 기반으로 학습한다. 이미지로부터 특징(feature)을 추출하는 방식을 학습하기 위해 여러 단계의 컨볼루션 계층(convolution layer)을 쌓은 CNN(Convolutional Neural Networks) 구조가 널리 활용되고 있다.
- [0084] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 심볼 타입들이 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0085] 중첩 심볼 집합은 중첩 발생 빈도를 기반으로 결정되는 집합일 수 있다.
- [0086] 중복 객체 판단부(130)는 심볼 타입들의 비교 결과 및 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부에 따라 중복 객체(401)를 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0088] [방정식 1]
- [0089] Remove detection if
$$\begin{cases} IoU(b_i, b_j) > T_{overlap}, & C(b_i) = C(b_j) \text{ and } C(b_i) \in \mathcal{C} \\ IoU(b_i, b_j) > T_{else}, & C(b_i) = C(b_j) \text{ and } C(b_i) \notin \mathcal{C} \end{cases}$$
- [0091] [방정식 1]을 참조하면, 중첩 심볼 집합은 객체(400)의 인식 시 중첩이 발생하는 빈도가 높은 심볼(300)들의 집합($\mathcal{C}$)일 수 있다.
- [0092] $IoU(b_i, b_j)$ 는 추출된 두 객체(400)에 각각 대응되는 b_i 와 b_j 의 중첩 비율이며 $C(b_i)$ 는 b_i 의 심볼 타입을 나타내는 함수일 수 있다.
- [0093] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 심볼 타입들이 동일하지 않은 경우, 객체(400)들을 중복 객체(401)가 아닌 것으로 판단할 수 있다.
- [0094] 즉 [방정식 1]을 다시 참조하면, 두 객체(400)의 심볼 타입이 다르면(i.e. $C(b_i) \neq C(b_j)$), 중복 객체 판단부(130)는 해당 두 객체(400)가 중복 객체(401)가 아닌 것으로 판단할 수 있다.

- [0095] 두 객체(400)가 중복 객체(401)가 아닌 것으로 판단되면, 중복 객체 판단부(130)는 해당 두 객체(400)에 기초하여 해당 두 객체(400) 각각에 해당하는 심볼(300)을 인식할 수 있다.
- [0096] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 심볼 타입들이 동일하고, 중첩 심볼 집합에 해당하는 경우, 중첩 비율을 심볼 타입에 따라 결정되는 제1 기준 임계값과 비교하여 중복 객체(401)를 판단할 수 있다.
- [0097] 제1 기준 임계값은 중첩이 잘 일어나지 않는 심볼 타입의 객체(400)가 중복 객체(401)인지 여부를 판단하는데 기준이 되는 기준 임계값일 수 있다.
- [0098] [방정식 1]을 참조하면, 두 객체(400)들의 심볼 타입이 동일하고, 두 객체(400)가 중첩 심볼 집합에 해당되는 경우($C(b_i) = C(b_j)$ and $C(b_i) \in \mathcal{C}$), 중첩 비율이 제1 기준 임계값보다 크면($IoU(b_i, b_j) > T_{overlap}$), 해당 두 객체(400)를 중복 객체(401)로 판단할 수 있다.
- [0099] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 심볼 타입들이 동일하고, 중첩 심볼 집합에 해당하지 않는 경우, 중첩 비율을 제1 기준 임계값보다 낮은 제2 기준 임계값과 비교하여 중복 객체(401)를 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0100] 제2 기준 임계값은 중첩이 잘 발생하는 심볼 타입의 객체(400)가 중복 객체(401)인지 여부를 판단하는데 기준이 되는 기준 임계값일 수 있다.
- [0101] [방정식 1]을 다시 참조하면, 두 객체(400)들의 심볼 타입이 동일하고, 두 객체(400)가 중첩 심볼 집합에 해당하지 않는 경우($C(b_i) = C(b_j)$ and $C(b_i) \notin \mathcal{C}$), 중첩 비율이 제2 기준 임계값보다 크면($IoU(b_i, b_j) > T_{size}$), 해당 두 객체(400)를 중복 객체(401)로 판단할 수 있다.
- [0102] 결과적으로, 본 발명의 실시예에 의하면, 일률적인 기준 임계값을 적용하여 중복 객체(401)인지 여부를 판단하고 중복 객체(401)로 판단되면 하나의 객체만을 심볼(300)로 인식하는 객체 인식 방법보다 심볼(300)을 잘 인식할 수 있다.
- [0103] 즉, 본 발명의 객체 인식 시스템(100)은 높은 밀도를 갖으며 서로 다른 크기 및 형상 복잡도를 가지는 여러 종류 심볼(300)로 구성되는 다이어그램 이미지(P&ID)(200)에 대해서 딥러닝 기술을 적용하여 산업에서 적용 가능한 수준으로 심볼(300)을 인식할 수 있다.
- [0104] 다시 도 5를 참조하면, 중복 객체 판단부(130)는 다이어그램 이미지(200)로부터 추출된 객체(400)를 포함하는 바운딩 박스(600)를 생성할 수 있다.
- [0105] 하나의 바운딩 박스(600)는 하나의 객체(400)에 대응될 수 있으며, 해당 객체(400)의 위치 정보를 생성하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 바운딩 박스(600)에 포함되는 객체(400)의 위치 정보는 해당 바운딩 박스(600)의 좌상단 및 우하단의 좌표정보일 수 있다.
- [0106] 중복 객체 판단부(130)는 서로 겹쳐진 바운딩 박스(600)들의 겹쳐진 영역의 면적에 대한 겹쳐진 영역의 면적 비율로부터 바운딩 박스(600)들 간의 IOU(intersection over union) 비율을 연산할 수 있다. 이때, IOU 비율은 두 바운딩 박스(600)들 사이의 중첩 비율일 수 있다.
- [0107] 중복 객체 판단부(130)는 추출된 두 객체(400)의 심볼 타입을 기초로 기준 임계값을 결정하고, IOU 비율이 결정된 기준 임계값 이상이면 겹쳐진 바운딩 박스(600)들 중 하나의 바운딩 박스(600)를 제거할 수 있다.
- [0108] 중복 객체 판단부(130)는 제거되지 않은 바운딩 박스(600)에 포함된 객체(400)를 바운딩 박스(600)에 대응되는 심볼(300)로 인식하도록 구성될 수 있다.
- [0109] 즉, 중복 객체 판단부(130)는 한 개의 심볼(300)임에도 두 개의 바운딩 박스(600)가 생성되어 두 개의 심볼(300)로 오인식되는 것을 막기 위하여, 두 바운딩 박스(600)간 겹쳐진 비율이 일정 크기 이상이면 하나의 바운딩 박스(600)만을 남겨서 해당 심볼(300)이 한 개의 심볼(300)로 정상적으로 인식되도록 할 수 있다.
- [0110] 도 6은 일 실시예에 따라 생성된 심볼들의 리스트를 도시한 도면이다.
- [0111] 도 6을 참조하면, 다이어그램 이미지(200)에 포함된 객체(400)들이 인식되어 있는 것을 확인할 수 있고, 각 객체(400)마다 하나의 바운딩 박스(600)가 생성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0112] 또한, 인식된 객체(400)들의 목록이 생성되어 심볼(300)들의 리스트가 생성되었음을 확인할 수 있다.
- [0113] 프로세서(150)는 바운딩 박스(600)를 기초로 심볼(300)들의 리스트를 생성할 수 있다. 구체적으로, 프로세서

(150)는 심볼(300)로 인식된 객체(400)를 포함하는 바운딩 박스(600)를 기초로, 다이어그램 이미지(200)에서의 심볼(300)의 위치 정보 또는 심볼(300)들의 리스트 중 적어도 하나를 생성하도록 구성될 수 있다.

- [0114] 도 7은 일 실시예에 따른 인공지능 모델의 데이터 구조를 나타낸 도면이다.
- [0115] 도 7을 참조하면, 객체(400) 인식을 위한 인공지능 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터 저장 구조를 확인할 수 있다.
- [0116] 학습 데이터는 객체(400)들의 유형이 심볼 타입과 심볼(300)의 방향을 고려하여 정의되어 있을 수 있다.
- [0117] 학습 데이터 폴더 구조의 최상위 폴더는 P&ID 폴더일 수 있다. 이 폴더에는 심볼(300) 및 문자의 클래스 목록 파일이 위치할 수 있다. P&ID 폴더의 하위 폴더는 프로젝트 폴더일 수 있다. 프로젝트 폴더는 해당 프로젝트에서 생성된 다이어그램과 다이어그램 리스트 파일이 존재할 수 있다. 프로젝트 폴더는 프로젝트마다 사용하는 P&ID의 표준이 다르기 때문에 프로젝트에 따라 학습 데이터를 구분하여 저장할 수 있다. 프로젝트 폴더의 하위 폴더는 심볼(300)의 탐지에 필요한 폴더, 심볼(300)의 분류에 필요한 학습 데이터를 저장한 폴더, 문자의 인식에 필요한 학습 데이터를 저장한 폴더, 선의 인식에 필요한 학습 데이터를 저장한 폴더일 수 있다. 각 객체(400)의 학습 데이터 폴더에는 필요 정보를 담고 있는 주석(annotation) 파일이 각 다이어그램 별로 저장될 수 있다. 심볼(300)의 분류에 필요한 학습 데이터를 저장한 폴더에는 각 다이어그램에서 추출한 심볼 이미지 파일이 저장될 수 있다.
- [0118] 인공지능 학습부(160)는 심볼(300)의 특징을 입력 변수로 설정하고 객체(400)들의 유형을 출력 변수로 설정하여 인공지능 모델을 학습하도록 구성될 수 있다.
- [0119] 심볼(300)의 특징은 해당 심볼(300)에 대한 다양한 특징을 나타내는 정보일 수 있다. 예를 들어, 심볼(300)의 특징은 해당 심볼(300)의 크기, 형태 등에 대한 정보일 수 있다.
- [0120] 이때, 인공지능 모델을 학습하는 것은 기계 학습(Machine Learning) 방식을 통한 학습일 수 있다.
- [0121] 기계 학습이란 다수의 파라미터로 구성된 모델을 이용하며, 주어진 데이터로 파라미터를 최적화하는 것을 의미할 수 있다. 인공지능 학습부(160)는 입력에 따라 인공지능 모델을 통해 최종적으로 나온 결과물(output)인 출력과, 입력에 대한 레이블(정답)을 이용하여 인공지능 모델을 학습할 수 있다.
- [0122] 인공지능 학습부(160)는 기계 학습 방식뿐만 아니라 딥 러닝 방식을 통해서도 개인 인증을 수행할 수 있다.
- [0123] 인공지능 모델은 심볼(300)의 특징 정보를 입력 변수로 하고, 심볼 타입을 출력 변수로 설정한 모델일 수 있다. 인공지능 모델은 전술한 학습 데이터 폴더를 포함할 수 있으며, 메모리(170)에 저장될 수 있다.
- [0124] 중복 객체 판단부(130)는 다이어그램 이미지(200)로부터 추출된 객체(400)로부터 객체(400)의 특징을 추출할 수 있다. 객체(400)의 특징은 해당 객체(400)의 크기, 형태 등에 대한 정보일 수 있다.
- [0125] 중복 객체 판단부(130)는 추출된 객체(400)의 특징을 기초로 인공지능 모델을 이용하여 추출된 객체(400)의 유형을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0126] 결과적으로 본 발명의 객체 인식 시스템(100)은 다이어그램 이미지(200)로부터 추출된 객체(400)에 대해서 기계 학습 또는 딥 러닝 방식을 통하여 보다 강건하게 객체(400)의 유형을 분류할 수 있으며, 보다 강건하게 추출된 객체(400)의 심볼 타입을 결정할 수 있다.
- [0127] 도 8은 일 실시예에 따라 크기 변경 다이어그램 이미지 및 분할 다이어그램 이미지에 포함된 객체를 추출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0128] 객체 추출부(110)는 다이어그램 이미지(200)에 포함된 상대적으로 큰 객체(400)를 추출하기 어려울 수 있다. 따라서, 다이어그램 이미지(200)로부터 객체(400)를 추출하기 위해서는 추가적인 전처리가 필요할 수 있다.
- [0129] 한편, 상대적으로 작은 객체(400)에 대해서는 단순히 다이어그램 이미지(200)로부터 추출하는 것보다 분할된 복수개의 다이어그램 이미지(200)로부터 추출하는 것이 용이할 수 있다. 하지만, 상대적으로 큰 객체(400)는 다이어그램 이미지(200)의 분할 시 함께 분할될 수 있어서 분할된 다이어그램 이미지(200)로부터 추출하는 것은 용이하지 않을 수 있다.
- [0130] 따라서, 상대적으로 큰 심볼(300) 및 상대적으로 작은 심볼(300)에 대해서는 서로 다른 방법으로 전처리된 다이어그램 이미지(200)로부터 객체(400)를 추출하는 것이 바람직할 수 있다.

- [0131] 도 8을 참조하면, 객체 인식 시스템(100)은 다이어그램 이미지(200)의 크기가 변경되어 생성되는 크기 변경 다이어그램 및 다이어그램 이미지(200)가 분할되어 생성되는 분할 다이어그램 이미지(201)를 이용하여 객체(400)를 추출할 수 있다.
- [0132] 전처리부(140)는 다이어그램 이미지(200)의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지(202)를 생성하도록 구성될 수 있다. 이때 크기 변경 다이어그램 이미지(202)는 다이어그램 이미지(200)의 가로 길이 및 세로 길이를 감소시켜서 생성된 이미지일 수 있다. 이때 가로 길이 및 세로 길이의 비율이 일정하게 유지되도록 감소시키는 것이 바람직할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0133] 객체 추출부(110)는 크기 변경 다이어그램 이미지(202)에 포함되어 크기가 변경된 객체(400)를 기초로, 다이어그램 이미지(200)에 포함된 객체(400)를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0134] 즉, 객체 추출부(110)는 크기가 감소한 크기 변경 다이어그램 이미지(202)에 포함된 크기가 감소한 객체(400)를 추출하는 방식으로 다이어그램 이미지(200)의 객체(400)를 추출할 수 있다. 이때 결과적으로, 객체 추출부(110)는 크기를 변경하기 전에는 상대적으로 커서 인식이 잘 안되던 객체(400)를 보다 잘 인식할 수 있다.
- [0135] 전처리부(140)는 다이어그램 이미지(200)를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지(201)를 생성하도록 구성될 수 있다. 이때 분할 다이어그램 이미지(201)는 다이어그램 이미지(200)의 일정 영역을 나타내는 이미지일 수 있다. 예를 들어, 전처리부(140)는 다이어그램 이미지(200)의 가로를 세 등분 하고, 세로를 세 등분하여 9 개의 분할 다이어그램 이미지(201)를 생성할 수 있으나, 분할 다이어그램 이미지(201)를 생성하는 방식이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0136] 객체 추출부(110)는 분할 다이어그램 이미지(201)에 포함된 객체(400)를 기초로, 다이어그램 이미지(200)에 포함된 객체(400)를 추출하도록 구성될 수 있다. 즉, 객체 추출부(110)는 분할되어 다이어그램 이미지(200)의 일부 영역에 포함된 객체(400)를 추출하는 방식으로 다이어그램 이미지(200)의 객체(400)를 추출할 수 있다.
- [0137] 도 9는 일 실시예에 따라 다이어그램 이미지에 포함된 텍스트를 인식하는 과정을 도시한 도면이며, 도 10은 일 실시예에 따라 텍스트를 추출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0138] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 객체(400)를 인식하는 과정은 원본 다이어그램 이미지(203)를 전처리하여 다이어그램 이미지(200)를 생성하는 단계, 심볼(300)을 인식하는 단계, 텍스트를 인식하는 단계 및 인식 결과를 저장하는 단계로 구성될 수 있다.
- [0139] 텍스트 추출부는 분할 다이어그램 이미지(201)에 포함된 텍스트를 추출하여 다이어그램 이미지(200)의 텍스트를 인식하도록 구성될 수 있다.
- [0140] 구체적으로, 분할 다이어그램 이미지(201)에 포함된 문자가 존재하는 영역과 인식된 결과가 도출될 수 있다. 이후 도출된 결과의 텍스트 영역의 정보와 인식 스코어(score)를 입력으로 회전 판단(rotation estimation) 과정을 거쳐 각 문자열 영역이 회전된 문자열인지, 회전되지 않은 문자열인지를 구분할 수 있다. 이후 텍스트 영역 내부의 이미지에 대한 문자열을 인식한 뒤, 그 결과를 분할 전의 다이어그램 이미지(200)에 맞도록 변환하고, 병합하면 최종적으로 다이어그램 이미지(200)에 포함된 문자열의 인식 결과를 얻을 수 있다.
- [0141] 도 10을 참조하면, 회전 판단은 두 단계로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 바운딩 박스(600)의 비율(aspect ratio) 기반의 회전 판단과 텍스트 인식 스코어(text recognition score)를 기반으로 한 회전 판단으로 나눌 수 있다. 바운딩 박스(600)의 비율 기반의 회전 판단은 텍스트 영역 바운딩 박스(600)의 비율 (바운딩 박스(600)의 가로 길이/바운딩 박스(600)의 세로 길이)가 0.5 이하인 경우에 해당 텍스트를 회전된 문자열로 판단할 수 있다. 스코어 기반 회전 판단에 의하면, 바운딩 박스(600)의 비율이 0.5 이상인 경우에, 회전되지 않은 이미지와 회전된 이미지에서 모두 문자열 인식을 수행한 뒤 회전된 이미지에서 결과가 높은 스코어를 갖는 경우 회전된 문자열로 판단할 수 있다.
- [0142] 도 10의 (a) 및 (b)를 참조하면, 긴 문자열의 경우 바운딩 박스(600) 비율 기반 방식을 통해 회전된 문자열임을 쉽게 판단이 가능하다. 하지만, 도 10의 (c)에서처럼 세로 문자열의 길이가 짧은 경우, 이러한 방식으로 회전된 문자열을 판단하기 어려울 수 있다. 이 경우 도 10의 (d)와 같이 회전된 이미지에서의 텍스트 인식 결과의 스코어 정보를 고려하여 회전된 이미지에서 더 높은 스코어를 나타낸 경우 회전된 문자열로 판단하고, 회전된 이미지에서 인식된 결과를 최종 문자 인식 결과로 사용할 수 있다.
- [0143] 도 11은 원본 다이어그램 이미지를 전처리하는 과정을 도시한 도면이다.

- [0144] 도 11을 참조하면, 본 발명의 객체 인식 시스템(100)은 원본 다이어그램 이미지(203)로부터 다이어그램 이미지(200)를 생성할 수 있다.
- [0145] 원본 다이어그램 이미지(203)는 객체 추출에 이용되는 다이어그램 이미지(200)가 전처리되기 전의 다이어그램으로서, 외곽경계와 표제를 포함하는 다이어그램일 수 있다.
- [0146] 원본 다이어그램의 외곽경계 및 표제 영역의 형태는 프로젝트마다 달라질 수 있다. 외곽 경계는 단일 실선이나 이중 실선으로 구성되며 보조 눈금이 있는 경우가 있다. 표제는 하단 좌측, 중앙 또는 우측에 위치할 수 있다. 그리고 표제 영역에는 노트 영역이 존재하며 주로 원본 다이어그램의 우측에 존재할 수 있다.
- [0147] 이러한 외곽경계 및 표제가 다이어그램 이미지(200)에 포함되어 있을 경우, 심볼(300), 텍스트, 선 객체와 큰 차이가 없어서, 객체 인식 과정에서 정확도가 낮아지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 원본 다이어그램 이미지(203)로부터 외곽경계 및 표제를 식별하고 제거하는 것이 필요하다.
- [0148] 전처리부(140)는 이미지 처리 과정에서 필요한 연산량을 줄이기 위해 도 11의 (b)에 도시된 바와 같이 원본 다이어그램의 하단 1/5을 잘라낼 수 있다.
- [0149] 전처리부(140)는 잘라낸 다이어그램에 있는 모든 수평선을 추출할 수 있다.
- [0150] 전처리부(140)는 추출된 수평선들 중 길이가 가장 긴 수평선을 결정할 수 있다. 즉, 전처리부(140)는 도 11의 (b)에 도시된 바와 같이 추출된 수평선 중 길이가 가장 긴 선을 식별할 수 있다.
- [0151] 이때 전처리부(140)는 추가적으로 식별된 선과의 길이 오차가 5% 이하인 선을 추가로 식별하여 외곽경계의 형태에 관계없이 외곽경계를 이루는 각 선의 한 점을 알아낼 수 있다.
- [0152] 전처리부(140)는 결정된 가장 긴 수평선에 연결된 모든 검정 픽셀을 추출하고, 원본 다이어그램 이미지(203)로부터 추출된 검정 픽셀을 제거하여 다이어그램 이미지(200)를 생성할 수 있다.
- [0153] 표제는 외곽경계와 연결되어 있기 때문에, 식별된 외곽경계의 한 점과 연결되어 있는 모든 검정 픽셀을 추출하면, 도 11의 (c)와 같이 표제 및 외곽경계를 추출할 수 있다.
- [0154] 이때, 전처리부(140)는 추출한 검정 픽셀들에 대해 모폴로지 연산 (morphology operation)의 침식 연산 (erosion operation)과 팽창 연산(dilation operation)을 적용하여 외곽경계 및 표제 영역을 식별할 수 있으며 마지막으로 원본 다이어그램 이미지(203) 내에서 식별된 영역을 제거할 수 있다.
- [0155] 모폴로지 연산은 영상 내에 존재하는 특정 객체(400)의 형태를 변형시키는 용도로 사용되는 영상처리 기법이며, 이는 다양한 영상 처리 시스템에서 전처리 또는 후처리의 형태로 널리 사용되고 있다. 모폴로지 연산 중 가장 기본이 되는 연산은 침식 연산과 팽창 연산이 있다.
- [0156] 침식 연산은 커널 영역 내 픽셀들의 값 중 최솟값을 현재 픽셀의 값에 대입하는 연산 방식이며, 도 11의 (d)에 도시된 바와 같이 검은색 영역은 늘어나고 흰색 영역은 줄어들게 할 수 있다.
- [0157] 팽창 연산은 이와 반대로 커널 영역 내 픽셀들의 값 중 최대값을 현재 픽셀의 값에 대입하는 연산 방식으로, 도 11의 (e)와 같이 흰색 영역이 늘어나고 검은색 영역이 줄어든다. 이 검은색 영역이 외곽경계 및 표제 영역이며, 침식 연산 후 팽창 연산을 수행하는 것을 열기 연산(open operation)이라 한다.
- [0158] 이상에서 설명된 구성요소들의 성능에 대응하여 적어도 하나의 구성요소가 추가되거나 삭제될 수 있다. 또한, 구성요소들의 상호 위치는 시스템의 성능 또는 구조에 대응하여 변경될 수 있다는 것은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 용이하게 이해될 것이다.
- [0159] 도 12는 일 실시예에 따른 객체 인식 방법의 순서도이다. 이는 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 실시예일 뿐이며, 필요에 따라 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수 있음은 물론이다.
- [0160] 도 12를 참조하면, 객체 추출부(110)는 다이어그램 이미지(200)로부터 심볼(300)들을 포함하는 객체(400)들을 추출할 수 있다(1001). 이때, 객체 추출부(110)는 추출된 객체(400)들의 정보를 중첩 비율 산출부(120)로 전달할 수 있다.
- [0161] 중첩 비율 산출부(120)는 추출된 객체(400)들의 중첩 영역(501)과 객체들의 영역(500) 간의 중첩 비율을 산출할 수 있다(1002). 이때, 중첩 비율 산출부(120)는 산출된 중첩 비율의 정보를 중복 객체 판단부(130)에 전달할 수 있다.

- [0162] 중복 객체 판단부(130)는 색체들의 크기와 형상을 분석하여 객체(400)들의 심볼 타입들을 결정하고, 결정된 객체(400)들의 심볼 타입들을 비교할 수 있다(1003).
- [0163] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 심볼 타입들이 동일한지 여부를 판단할 수 있다(1004).
- [0164] 만약 객체(400)들의 심볼 타입들이 동일하지 않다고 판단되면(1004의 '아니오'), 중복 객체 판단부는 해당 객체(400)가 중복 객체(401)가 아니라고 판단할 수 있다(1005).
- [0165] 만약 객체(400)들의 심볼 타입들이 동일하다고 판단되면(1004의 '예'), 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들의 심볼 타입들이 중첩 발생 빈도를 기반으로 결정되는 중첩 심볼 집합에 해당하는지 여부를 판단할 수 있다(1006).
- [0166] 만약 객체(400)들의 심볼 타입들이 중첩 심볼 집합에 해당된다고 판단되면(1006의 '예'), 중복 객체 판단부(130)는 중첩 비율을 제1 기준 임계값과 비교하여 중복 객체 여부를 판단할 수 있다(1007).
- [0167] 만약 객체(400)들의 심볼 타입들이 중첩 심볼 집합에 해당되지 않다고 판단되면(1006의 '아니오'), 중복 객체 판단부(130)는 중첩 비율을 제1 기준 임계값보다 낮은 제2 기준 임계값과 비교하여 중복 객체 여부를 판단할 수 있다(1008).
- [0168] 중복 객체 판단부(130)는 객체(400)들이 중복 객체(401)로 판단되면 객체(400)들 중 하나의 객체(400)만 심볼(300)로 인식할 수 있다(1009).
- [0169] 도 13은 또 다른 실시예에 따른 객체 인식 방법의 순서도이다.
- [0170] 전처리부(140)는 원본 다이어그램 이미지(203)를 전처리하여 다이어그램 이미지(200)를 생성할 수 있다(2001).
- [0171] 이때, 전처리부(140)는 원본 다이어그램 이미지(203)로부터 수평선을 추출하고, 추출된 수평선들 중 길이가 가장 긴 수평선을 결정할 수 있다. 또한, 전처리부(140)는 가장 긴 수평선에 연결된 모든 검정 픽셀을 추출하고, 원본 다이어그램 이미지(203)로부터 추출된 검정 픽셀을 제거하여 다이어그램 이미지(200)를 생성할 수 있다.
- [0172] 전처리부(140)는 다이어그램 이미지(200)의 크기를 변경하여 크기 변경 다이어그램 이미지(202)를 생성할 수 있다(2002).
- [0173] 전처리부(140)는 다이어그램 이미지(200)를 분할하여 복수개의 분할 다이어그램 이미지(201)를 생성할 수 있다(2003).
- [0174] 객체 추출부(110)는 크기 변경 다이어그램 이미지(202)에 포함되어 크기가 변경된 객체(400) 및 분할 다이어그램 이미지(201)에 포함된 객체(400)를 기초로, 다이어그램 이미지(200)에 포함된 객체(400)를 추출할 수 있다(2004).
- [0175] 이때, 상대적으로 크기가 큰 심볼(300)에 대응되는 객체(400)는 크기가 축소된 크기 변경 다이어그램 이미지(202)로부터 추출될 수 있고, 상대적으로 크기가 작은 심볼(300)에 대응되는 객체(400)는 분할 다이어그램 이미지(201)로부터 추출될 수 있다.
- [0176] 텍스트 추출부는 분할 다이어그램 이미지(201)에 포함된 텍스트를 추출하여 다이어그램 이미지(200)의 텍스트를 인식할 수 있다(2005).
- [0177] 프로세서(150)는 추출된 객체(400) 및 추출된 텍스트에 기초하여 다이어그램 이미지(200)에 포함된 심볼(300)들의 리스트를 생성할 수 있다(2006).
- [0178] 본 발명의 실시예에 따른 다수의 심볼(300)들을 포함하는 다이어그램 이미지(200)에서 객체(400)를 인식하는 다이어그램 이미지(200)의 객체 인식 시스템(100)의 성능을 검증하기 위하여, 심볼 탐지 실험을 진행하였다.
- [0179] 정량적인 성능 측정을 위해서 1) 도출된 detection들을 score 0.5, IOU threshold 0.5를 기준으로 계산한 precision과 recall, 2) COCO dataset에서 사용하는 Average precision 지표인 AP, AP50, AP75, 3) symbol diagonal length를 기준으로 150 이하(small), 150에서 250 사이(medium), 250 이상(large)으로 나누어 average precision을 계산하였다.
- [0180] 실험에서는 제안하는 방법을 네 단계로 나누어 성능을 살펴보았다. 먼저 GFL 기반으로 구성된 small symbol network만을 사용한 성능 (GFL(default)), small symbol network 결과에서 adaptive threshold를 적용한 성능 (GFL(A.T.)), 추가적으로 large symbol network를 병행하여 사용하였을 때의 성능(GFL(A.T.) + large)과 마치

막으로 data augmentation 을 적용하였을 때의 성능 (GFL + large w/ augmentation)이다. 마지막 case에서는 기본적인 flip augmentation 이외에 crop, up & down scaling과 blur 및 noise를 추가하여 실험을 진행하였다.

위 네 단계의 성능 측정 결과는 아래 [표 1]과 같다. 각 성능 지표별로 가장 성능이 높은 항목을 bold 및 underline으로 표시하였으며 두 번째로 성능이 높은 항목을 bold 및 italic으로 표시하였다.

[표 1]

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>AP</i>	<i>AP₅₀</i>	<i>AP₇₅</i>	<i>AP_S</i>	<i>AP_M</i>		<i>AP_L</i>
GFL(default)	0.9656	0.8911	0.8250	0.8610	0.8340	0.8740	0.8210		0.7980
GFL(A.T.)	0.9603	0.954	0.8330	0.8690	0.8420	0.8830	0.8210		0.8160
GFL(A.T.) + large	0.9604	0.9619	0.8550	0.8990	0.8720	0.8830	0.8210		0.8780
GFL(A.T.) + large w/ augmentation	0.9718	0.9827	0.8350	0.9030	0.8880	0.8660	0.7910		0.8440

결과 표를 통해 large symbol network 사용과 adaptive threshold의 사용, 그리고 augmentation이 모두 precision/recall 성능을 높이는 데 기여한 것으로 나타났다. 최종적으로, 모든 방법론을 적용했을 경우, precision이 0.9718, recall이 0.9827로 가장 높은 성능을 나타냈다.

본 발명의 실시예에 따라 딥러닝 기반 객체 탐지 기술을 다이어그램 이미지(200)의 심볼 탐지에 활용하기 위한 연구를 진행하였다. 기존에 제안된 딥러닝 기반 객체탐지 기술은 공통적으로 널리 알려진 데이터셋을 기반으로 성능을 측정하여 보고하였다. 하지만 이러한 성능 기준이 모든 다이어그램 이미지(200)에 동일하게 나타난다고 보장할 수는 없다. 딥러닝 기술의 특성상 학습 데이터의 특성과 그 분포(distribution)가 성능에 큰 영향을 미치기 때문에 다른 데이터셋에 적용하는 경우 결과 성능이 달라질 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따라 one-stage 접근법을 중심으로 다이어그램 이미지(200)에 대한 심볼(300)의 탐지 성능을 다양한 조건에서 실험을 통해 알아보고, 최적의 성능을 나타내는 방안을 제안하였다. 다이어그램 이미지(200)의 심볼 크기 편차에 따른 성능 저하를 보상할 수 있도록 두 개의 네트워크를 구성하였다. 높은 밀도의 심볼(300)에 대한 인식 성능을 높이기 위해 별도의 후처리 프로세스를 구성하였으며 data augmentation을 통해 최종적인 성능을 도출하였다.

추가적으로 본 연구를 통해 구축한 데이터셋이 아닌 별도의 다이어그램 이미지(200)에 대해서도 실험을 진행하였으며, 이때 유사한 결과를 볼 수 있었다. 해당 다이어그램 이미지(200)는 학습에 사용한 데이터셋보다 좀 더 dense하게 심볼(300)들이 배치되어 있었다. 다이어그램 이미지(200)의 특성상 동일한 시스템을 통해 그려진 다이어그램인 경우 다이어그램의 전체적인 형태가 달라도 심볼(300)의 형상 및 텍스트 구성은 크게 변하지 않는다. 따라서 본 연구를 통해 구축한 학습 데이터셋을 활용해 학습시킨 symbol detection 및 text recognition network는 다른 다이어그램 이미지(200)에 대해서도 활용이 가능하다는 것을 확인하였다.

실험 결과 제안된 심볼 인식과 텍스트 인식 방법은 모두 준수한 성능을 보여주었다. 심볼 인식에서는 제안된 두 가지 방법인 large symbol network의 사용과 adaptive threshold 사용이 단계적으로 성능을 높여주는 것으로 나타났다.

정답 instance의 개수를 높이고, 보다 정확하게 box regression 결과를 내는 것이 필요하다면 augmentation을 적용하는 것이 성능을 높여준다는 것을 실험적으로 확인하였다. 정량적인 성능 지표와 가시화된 결과 통해 제안된 GFL 기반의 심볼 detection 방법이 높은 성능을 나타내는 것을 볼 수 있었다.

텍스트 인식에서는 기존 text recognition 방법론들이 준수한 성능을 보여주었다.

제안하는 방법의 검증을 위해서 81장의 다이어그램 이미지(200)를 활용하여 심볼(300) 및 텍스트의 인식 실험을 수행하였다. 그 결과, 심볼(300)의 경우 precision과 recall이 각각 0.9718, 0.9827로 나타났고, 텍스트의 경우 precision과 recall이 각각 0.9289, 0.8991로 나와서 심볼(300)과 텍스트 모두에 대해서 준수한 인식 성능을 보이는 것을 확인하였다.

이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서

는 안 된다.

부호의 설명

[0194]

100: 객체 인식 시스템

110: 객체 추출부

120: 중첩 비율 산출부

130: 중복 객체 판단부

140: 전처리부

150: 프로세서

160: 인공지능 학습부

170: 메모리

200: 다이어그램 이미지

201: 분할 다이어그램 이미지

202: 크기 변경 다이어그램 이미지

203: 원본 다이어그램 이미지

300: 심볼

400: 객체

401: 중복 객체

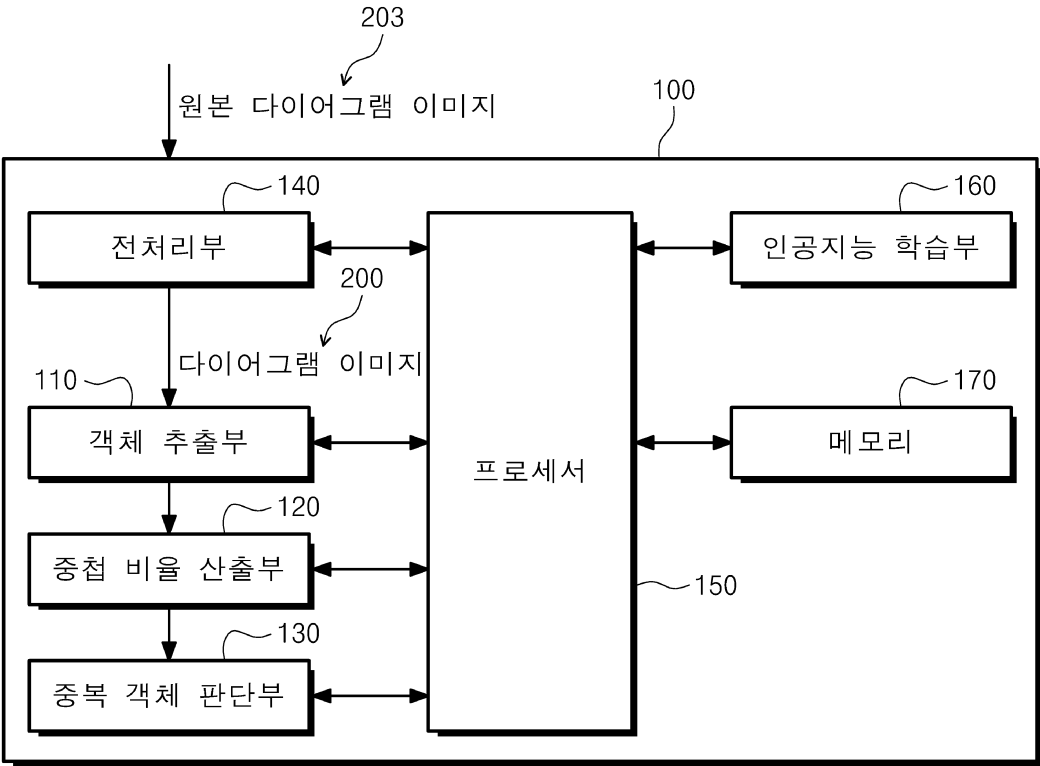
500: 객체들의 영역

501: 중첩 영역

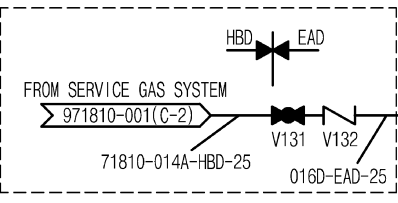
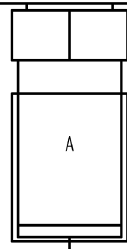
600: 바운딩 박스

도면

도면1



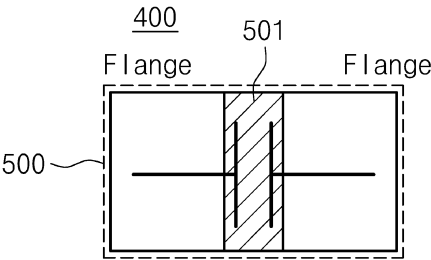
도면2

Small symbols	Large symbols	
Misclassification	Not detected	Regression error
 Misclassified to		

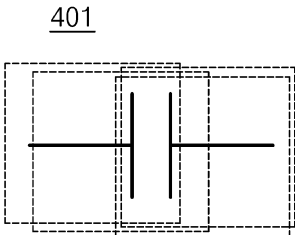
도면3

No	Type	Representative Symbol Images
1	INSTRUMENT	
2	PIPING COMPONENT	
3	OPC	
4	EQUIPMENT	
5	NOZZLE	

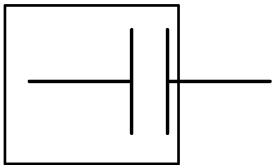
도면4



(a)Ground truth symbols

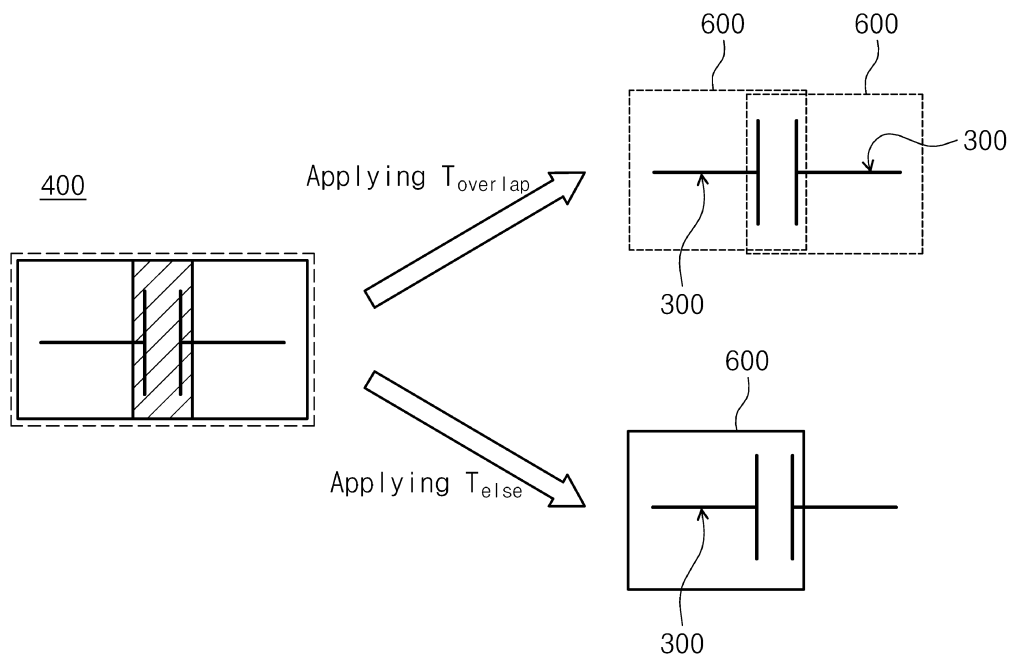


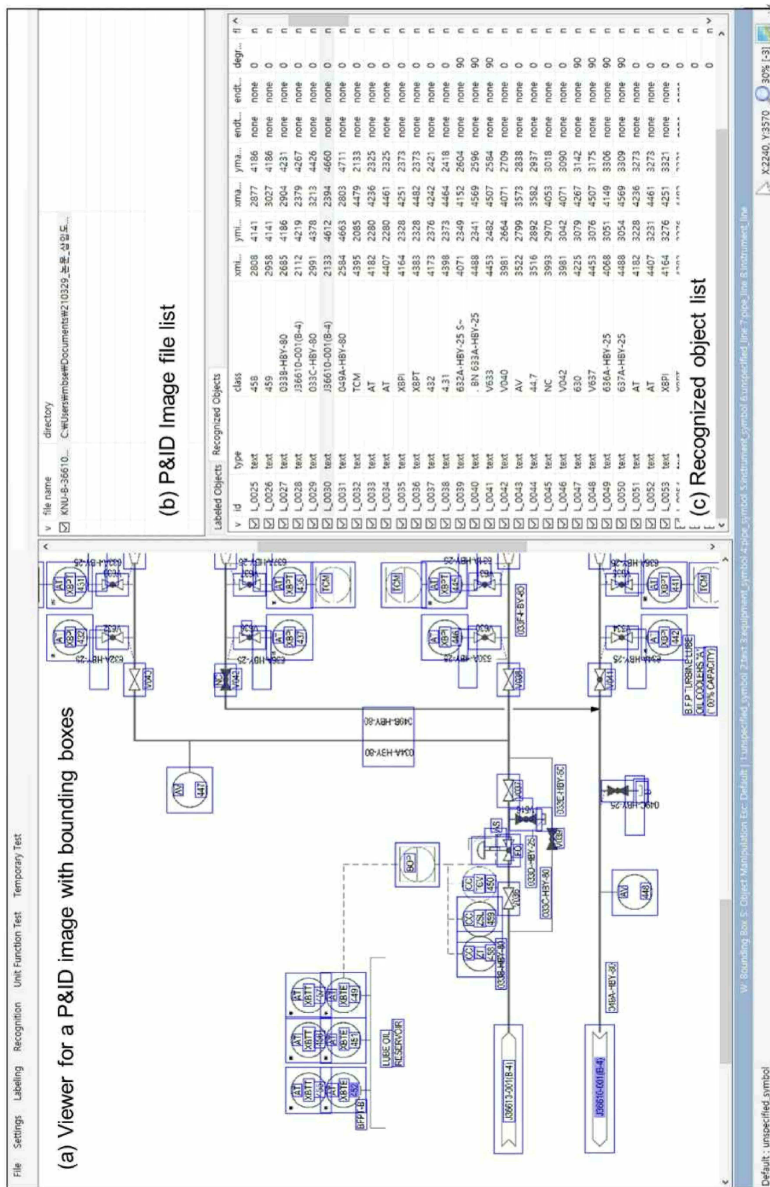
(b)Detected symbols



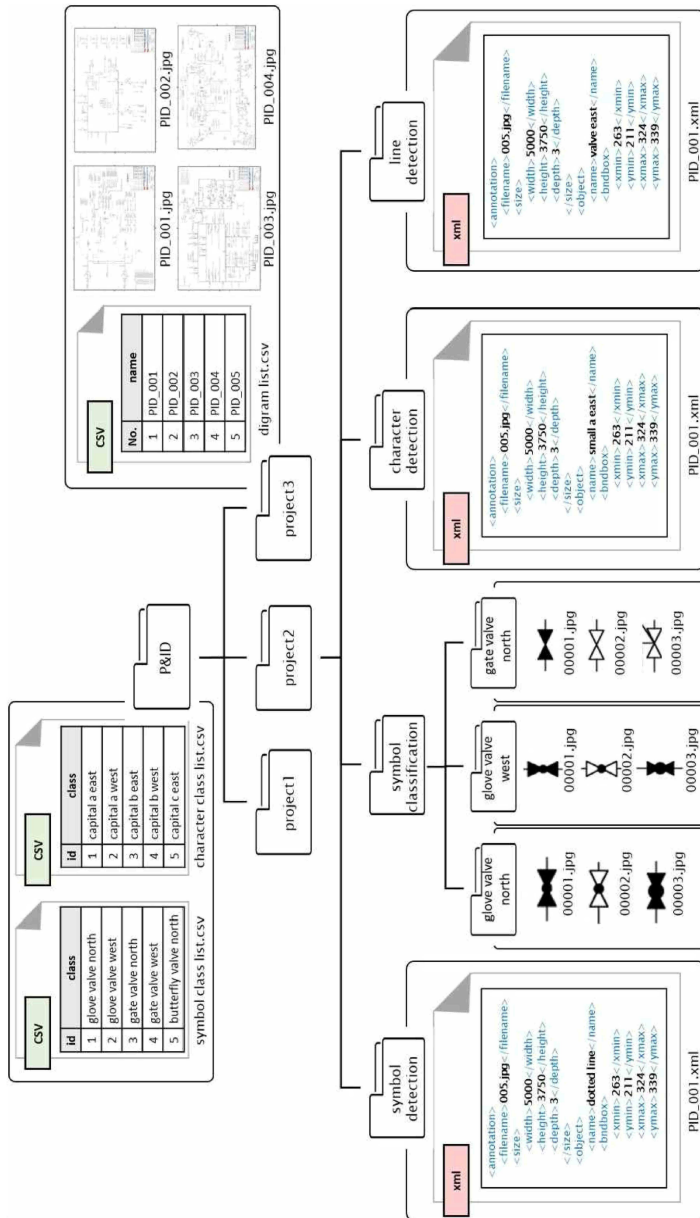
(c)Fixed NMS threshold

도면5

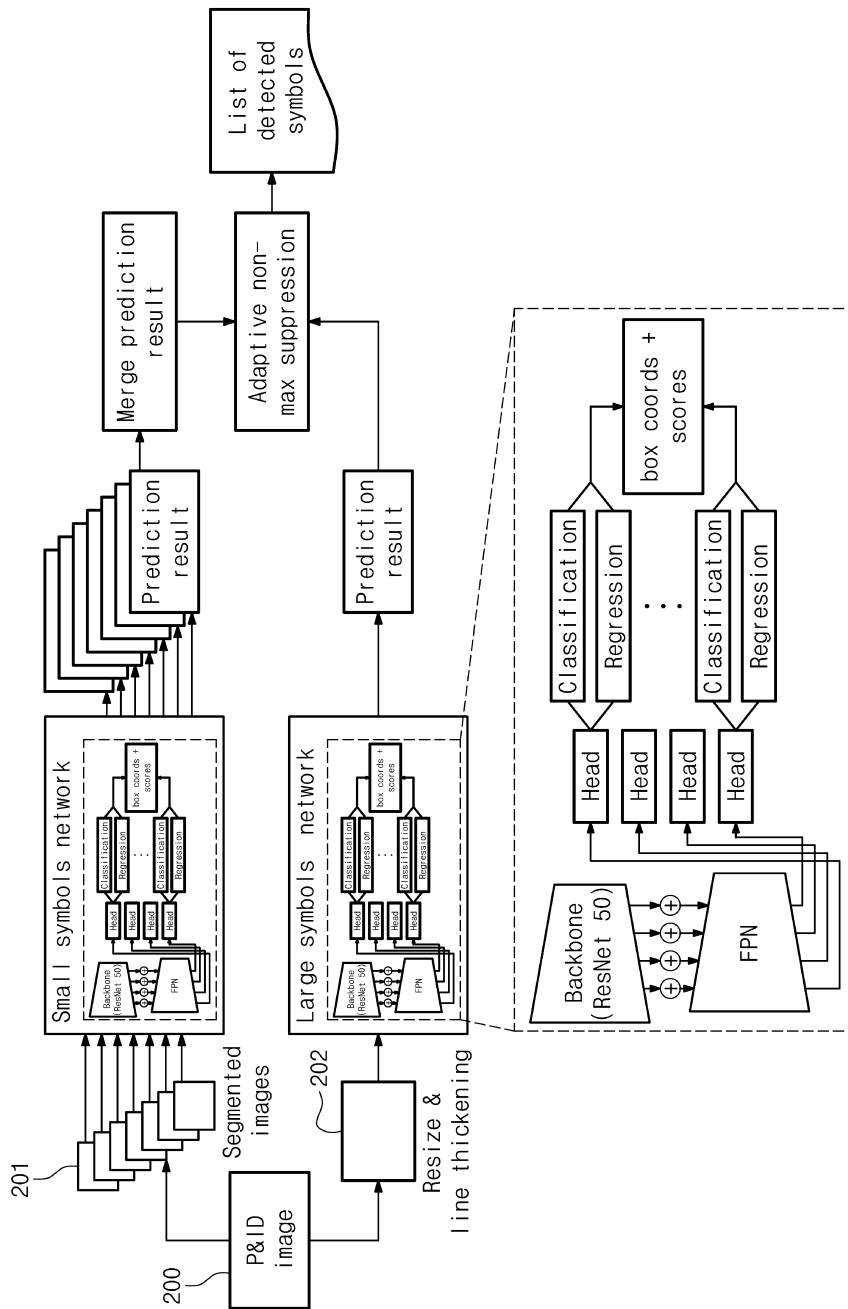




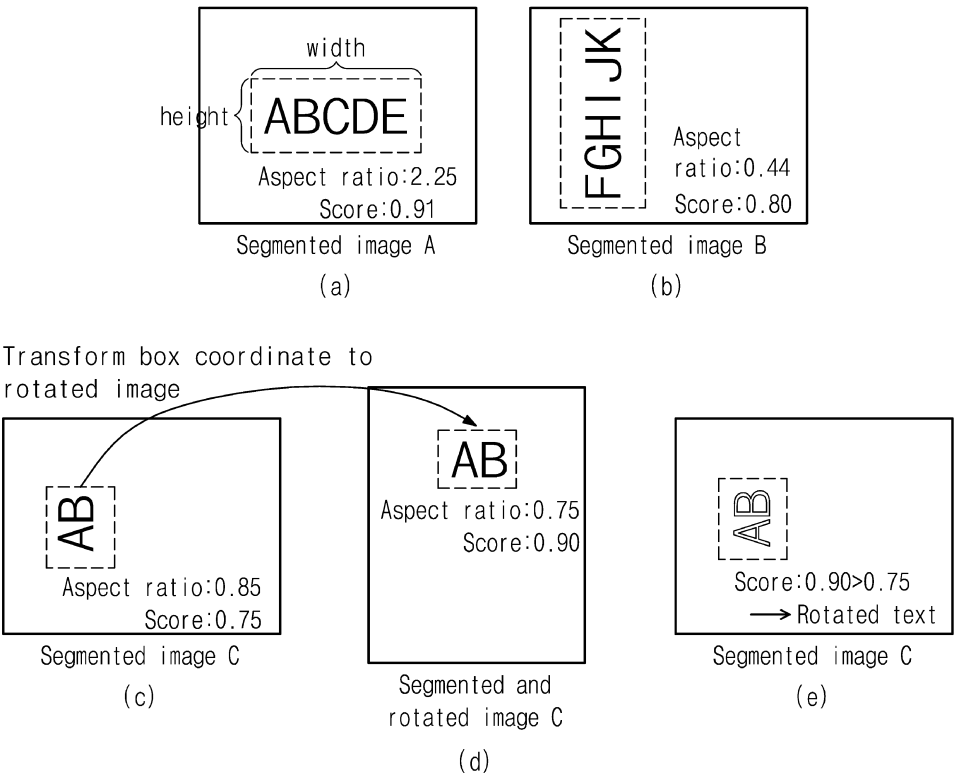
도면7



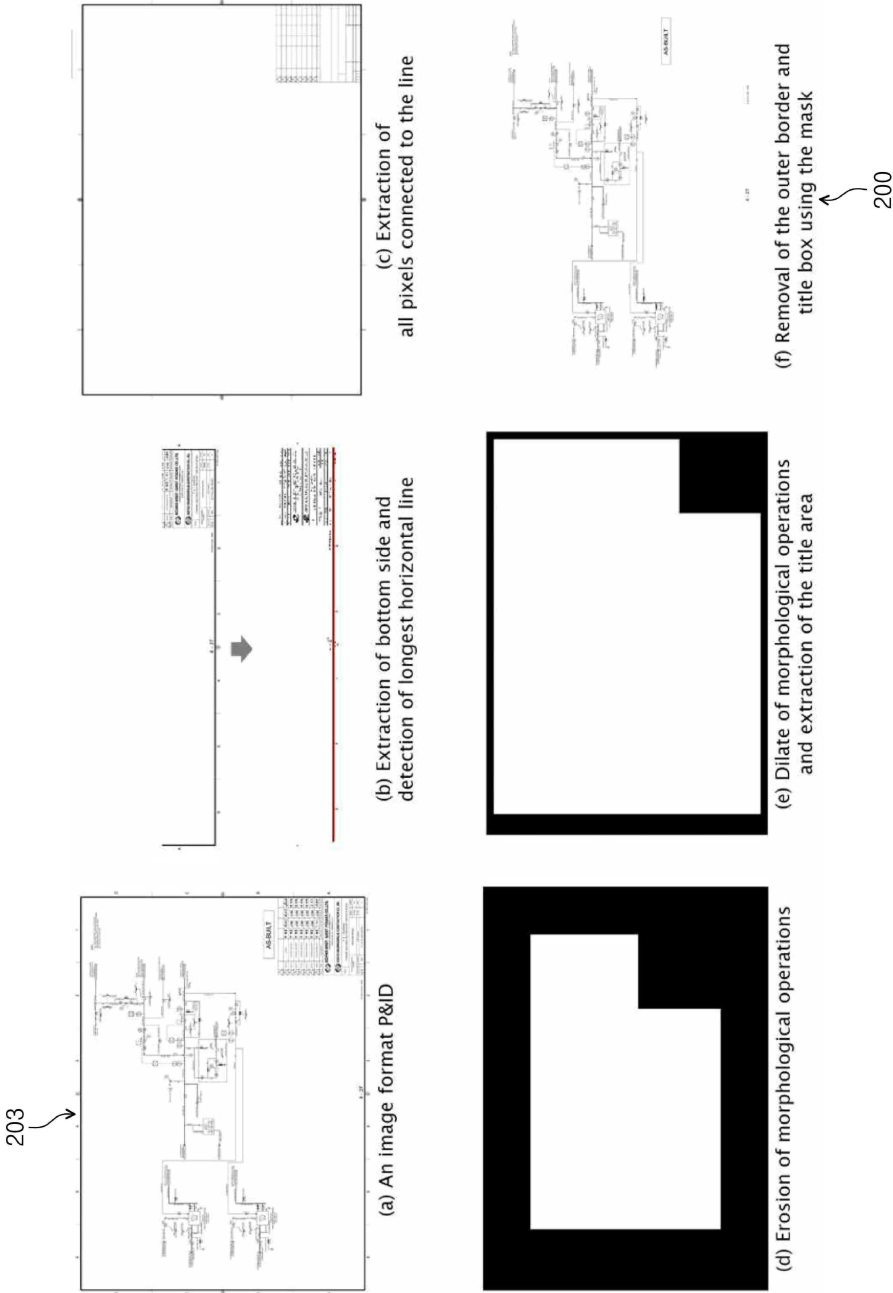
도면8



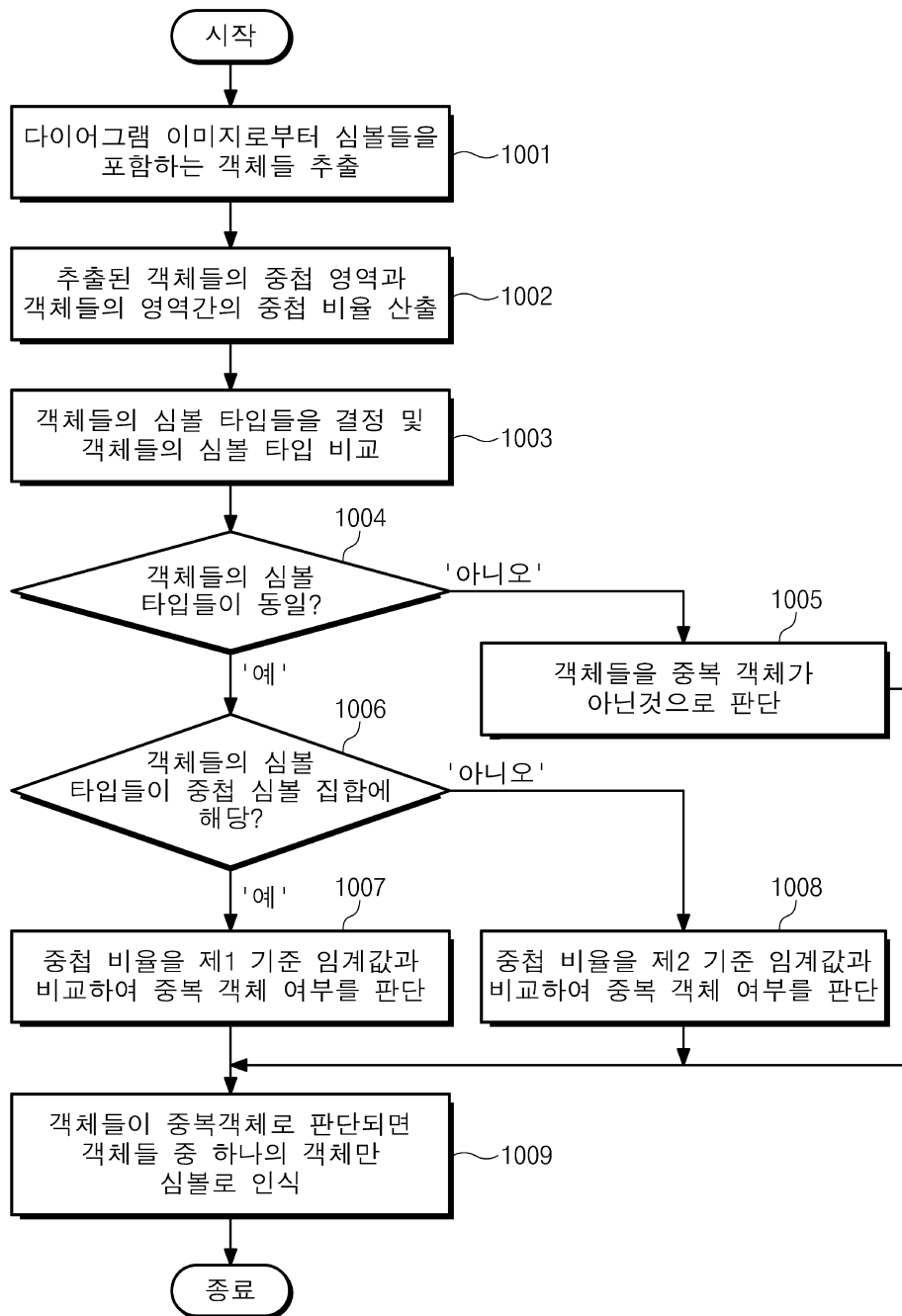
도면10



도면11



도면12



도면13

