



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월04일

(11) 등록번호 10-1525897

(24) 등록일자 2015년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60W 10/20 (2006.01) B60W 30/00 (2006.01)

B62D 6/00 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0012488

(22) 출원일자 2014년02월04일

심사청구일자 2014년02월04일

(56) 선행기술조사문헌

JP10264839 A*

KR1020030048493 A*

KR1020100036868 A*

KR200173957 Y1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동)

(72) 발명자

이호승

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095

이재천

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095

(74) 대리인

김일환

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이언수

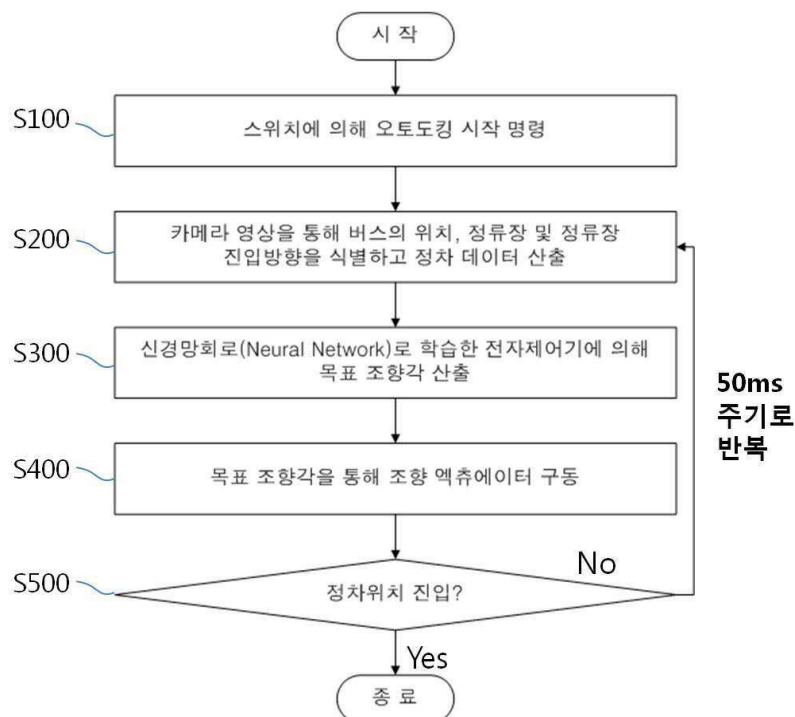
(54) 발명의 명칭 버스의 오토도킹 제어방법 및 이 방법을 사용하는 제어 시스템

(57) 요약

본 발명은 버스의 오토도킹 제어방법 및 그 방법을 사용하는 제어 시스템에 관한 것으로, 버스의 측면에 설치된 카메라, 영상처리장치, 전자제어기, 오토기어박스 및 조향각 및 토크센서를 포함하여 구성된 오토도킹 시스템을 사용하는 오토도킹 제어방법에 있어서, (a) 정류장과 일정거리 범위내로 진입되는 경우, 스위치에 의해 오토도킹

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



명령이 입력되는 단계; (b) 상기 카메라에 의해 촬영된 영상을 상기 영상처리장치가 상기 버스의 위치, 정류장 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하여 정차 데이터를 산출하는 단계; (c) 상기 산출된 정차 데이터를 신경망회로(Neural Network)로 학습한 상기 전자제어기에 의해 목표 조향각을 출력하는 단계; (d) 상기 출력된 목표 조향각을 통해 상기 오토기어박스의 액츄에이터를 구동하는 단계; 및 (e) 상기 버스가 정차위치에 진입될 때까지 상기 (b) 단계 이하를 반복하는 단계를 포함하여 구성된다.

이와 같은 본 발명은 저상버스의 보급 확대와 교통 약자 승객의 원활한 승하차를 위해 버스가 정류장에 자동으로 근접 정차(50mm 이내)하는 오토도킹 제어방법 및 시스템을 제공하여, 운전자의 정차 업무 경감과 안전성 향상, 탑승시간 단축, 승객 승·하차시 이륜차 충돌 방지의 효과를 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	B0008866
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신센터(RIC)조성사업
연구과제명	예측설계기반 전자화자동차부품지역혁신센터
기 여 율	1/1
주관기관	계명대학교 산학협력단
연구기간	2013.03.01 ~ 2014.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

버스의 측면에 설치된 카메라, 영상처리장치, 전자제어기, 오토기어박스 및 조향각 및 토크센서를 포함하여 구성된 오토도킹 시스템에서의 오토도킹 제어방법에 있어서,

- (a) 정류장과 일정거리 범위내로 진입되는 경우, 스위치에 의해 오토도킹 명령이 입력되는 단계;
- (b) 상기 카메라에 의해 촬영된 영상을 통해 상기 영상처리장치가 상기 버스에 장착된 GPS에 의해 차량의 위치를 산출하고, 정류장 인식 알고리즘 및 자동주차 알고리즘을 이용하여 정류장 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하는 상기 정차 데이터를 산출하는 단계;
- (c) 상기 산출된 정차 데이터를 신경망회로(Neural Network)로 학습한 상기 전자제어기에 의해 목표 조향각을 출력하는 단계;
- (d) 상기 출력된 목표 조향각을 통해 상기 오토기어박스의 액츄에이터를 구동하는 단계; 및
- (e) 상기 버스가 정차위치에 진입될 때까지 상기 (b) 단계 이하를 반복하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 제어방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조향각의 출력은,

버스의 차량동역학 모델로 자전거 모델을 사용하여 상기 조향각을 산출하는 단계인 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 제어방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 조향각은,

상기 버스 측면과 상기 정차 경계선 사이의 거리를 나타내는 버스 이탈거리와,

상기 버스 진행방향과 상기 정차 경계선 방향의 차를 나타내는 버스 이탈각을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 제어방법.

청구항 5

제1항, 제3항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (e) 단계에서,

상기 (b) 단계 내지 (d) 단계를 반복하는 주기는 50ms 내지 100ms 인 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 제어방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

상기 정류장이 감지된 경우, 오토도킹 여부를 알리는 경보 알람을 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 제어방법.

청구항 7

제4항의 방법을 사용하는 오토도킹 시스템에 있어서,

버스의 측면 또는 전면에 설치되어, 버스 전방을 촬영하는 카메라;

상기 카메라에서 촬영된 영상을 통해 정차 데이터를 산출하는 영상처리장치;

상기 정차 데이터를 통해 목표 조향각을 산출하는 전자제어기;

상기 버스의 현재 조향각 및 토크를 측정하는 센서; 및

상기 전자제어기로부터 산출된 목표 조향각 및 센서로부터 측정된 현재 조향각을 통해 조향구동을 제어하는 오토기어박스를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 버스에 상기 버스의 위치를 측정하는 GPS 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 시스템.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 카메라, 영상처리장치, 센서 및 전자제어기 상호 간의 통신은 CAN 통신을 이용하는 것을 특징으로 하는 버스의 오토도킹 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 근접 정차를 위한 오토도킹 제어방법 및 그 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 바이모달 트램(Bi-modality Tram)과 같은 유도버스의 정류장의 정밀하고 근접한 오토도킹을 위한 버스의 오토도킹 제어방법 및 이 방법을 사용하는 제어 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

바이모달 트램(Bi-modality Tram)은 유도버스의 일종으로 자기유도로 자동 조향이 되는 CNG 하이브리드 굴절버스로서 버스처럼 일반 도로를 달릴 수 있고 지하철처럼 전용 궤도에서 자동 운전이 가능한, 즉 두 가지 모드에서 모두 달릴 수 있는 대중교통수단이다. 길이는 18m, 바퀴 수는 6개이며 3축을 모두 제어할 수 있다.

[0003]

바이모달 트램이 정거장에 들어오면서 정지할 때, 바이모달 트램과 정거장 사이의 거리가 멀리 떨어져 있으면 승객들의 탑승에 불편함이 있다. 또한 휠체어 등의 탑승을 원활하게 하기 위해서 정거장과 바이모달 트램은 최

대한 근접할 수 있어야 한다. 하지만 사람이 바이모달 트램을 운전하여 정거장에 밀착시키는 일은 쉽지 않다.

- [0004] 이에 종래의 목표 트랙으로 조향을 유도 제어하는 기술이 개시되어 왔다. 일본 공개특허공보 평02-308313호에 개시된 자동유도장치는 설정화면상에 사용자가 설정한 목표 위치로 차량을 이동시키도록 안내하는데, 이러한 자동유도는 차량의 현재 위치를 추정하면서, 차량의 현재 위치로부터 목표 위치까지의 목표 트랙(궤도)을 실시간으로 생성하고, 상기 생성된 목표 트랙에 의거하여 조향각을 제어함으로써 수행된다.
- [0005] 일본 공개특허공보 평10-264839호에 개시된 자동유도장치는 차륜 속도 센서들에 의해 검출되는 각각의 차륜 속도와 요율 센서(yaw rate sensor)에 의해 검출되는 요율에 의거하여 차량의 현재 위치를 추정하고, 차량의 추정 현재 위치가 목표 트랙과 차이가 있는지의 여부를 판단한다. 만일 추정 현재 위치가 목표 트랙과 차이가 난다면, 목표 트랙으로부터의 이탈을 보정하기 위하여 차륜의 조향각이 이탈량에 따라 제어된다.
- [0006] 차량을 목표 위치로 자동유도하기 위해서는, 차량의 이동 동안 목표 트랙과 차량의 현재 위치간의 관계를 실시간으로 감시하는 것이 요구된다. 이는 현재 차량 위치를 추정하는 것이 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.
- [0007] 일반적으로, 현재 차량 위치의 추정은, 예컨대 상술한 종래 기술에서와 같이 요율 센서 및 차륜 속도 센서에 의하여 검출되는 차량의 제어된 조향각 및 이동량(이동 거리)을 기초로 한다. 하지만, 조향각이 목표 조향각에 따라 정밀하게 제어되는 경우에도, 추정 차량 위치와 실제 차량 위치간의 차이가 존재한다. 이러한 차이는 시스템으로 검출할 수가 없는데, 그 이유는 조향각이 목표 조향각에 따라 정밀하게 제어되기 때문이다.
- [0008] 이러한 결과로서, 상기 차이는 보정되지 못하고, 따라서 차량이 엉뚱한 곳으로 유도된다. 그러므로, 자동유도 제어의 정확성을 개선이 요구된다. 또한, 바이모달 트램(Bi-modality Tram)과 같은 유도버스는 대형 차량으로 정류장에 정차함에 있어서 정류장에 최대한 근접하도록 유도할 수 있어야 하기 때문에 정류장 도크(dock)와의 오토도킹을 위한 조향 제어의 정밀성을 더욱 높여야 하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평02-308313호
(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 평10-264839호
(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-0759060호(등록일: 2007년09월10일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 상술한 문제를 해결하고자 하는 본 발명의 과제는 바이모달 트램(Bi-modality Tram)과 같은 유도버스의 정류장의 정밀하고 근접한 오토도킹을 위한 제어방법 및 제어 시스템을 제공하고자 함이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 특징은 버스의 오토도킹 제어방법으로, 버스의 측면에 설치된 카메라, 영상처리장치, 전자제어기, 오토기어박스 및 조향각 및 토크센서를 포함하여 구성된 오토도킹 시스템을 사용하는 오토도킹 제어방법에 있어서, (a) 정류장과 일정거리 범위내로 진입되는 경우, 스위치에 의해 오토도킹 명령이 입력되는 단계; (b) 상기 카메라에 의해 촬영된 영상을 상기 영상처리장치가 상기 버스의 위치, 정류장 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하여 정차 데이터를 산출하는 단계; (c) 상기 산출된 정차 데이터를 신경망회로(Neural Network)로 학습한 상기 전자제어기에 의해 목표 조향각을 출력하는 단계; (d) 상기 출력된 목표 조향각을 통해 상기 오토기어박스의 액츄에이터를 구동하는 단계; 및 (e) 상기 버스가 정차위치에 진입될 때까지 상기 (b) 단계 이하를 반복하는 단계를 포함한다.
- [0012] 여기서, 상기 (b) 단계는, 버스에 장착된 GPS에 의해 차량의 위치를 산출하고, 정류장 인식 알고리즘 및 자동주차 알고리즘을 이용하여 상기 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하는 상기 정차 데이터를 산출하는 단계인 것이 바람직하고, 상기 조향각의 출력은, 버스의 차량동역학 모델로 자전거 모델을 사용하여 상기 조향각을 산출하는 단계인 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 바람직하게는 상기 조향각은, 상기 버스 측면과 상기 정차 경계선 사이의 거리를 나타내는 버스 이탈거리와, 상기 버스 진행방향과 상기 정차 경계선 방향의 차를 나타내는 버스 이탈각을 이용하여 산출되는 것일 수 있고, 상기 (b) 단계 내지 (d) 단계를 반복하는 주기는 50ms 내지 100ms 인 것일 수 있으며, 상기 정류장이 감지된 경우, 오토도킹 여부를 알리는 경보 알람을 표시하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 그리고, 본 발명의 제2 특징으로, 버스의 오토도킹 제어 시스템은, 상술한 제어방법을 사용하는 것으로, 버스의 측면 또는 전면에 설치되어, 버스 전방을 촬영하는 카메라; 상기 카메라에서 촬영된 영상을 통해 정차 데이터를 산출하는 영상처리장치; 상기 정차 데이터를 통해 목표 조향각을 산출하는 전자제어기; 상기 버스의 현재 조향각 및 토크를 측정하는 센서; 및 상기 전자제어기로부터 산출된 목표 조향각 및 센서로부터 측정된 현재 조향각을 통해 조향구동을 제어하는 오토기어박스를 포함한다.

[0015] 여기서, 상기 버스에 상기 버스의 위치를 측정하는 GPS 장치를 더 구비하는 것이 바람직하고, 상기 카메라, 영상처리장치, 센서 및 전자제어기 상호 간의 통신은 CAN 통신을 이용하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0016] 이와 같은 본 발명은 바이모달 트램(Bi-modality Tram)과 같은 유도버스의 정류장의 정밀하고 근접한 오토도킹을 위한 제어방법 및 제어 시스템을 제공하고자 하는 것으로, 저상버스의 보급 확대와 교통 약자 승객의 원활한 승하차를 위해 버스가 정류장에 자동으로 근접 정차(50mm 이내)하는 오토도킹 제어방법 및 시스템을 제공하여, 운전자의 정차 업무 경감과 안전성 향상, 탑승시간 단축, 승객 승·하차시 이륜차 추돌 방지의 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법의 흐름을 나타낸 도면이고,
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 시스템의 구성을 나타낸 모식도이고,
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에서 조향제어에 관한 흐름을 예시한 도면이고,
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에서 상태제어에 관한 흐름을 예시한 도면이고,
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에 사용되는 차선인식 알고리즘을 나타내는 모식도이고,
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에 사용되는 자동추차 알고리즘을 나타내는 모식도이고,
 도 7은 본 발명의 실시예에서 적용되는 자전거 모델에서 에크먼 조향각의 모델링을 도식화한 도면이고,
 도 8은 본 발명이 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에서 신경망 모델을 이용하는 조향제어 모델에서 거리차를 산출 모식도이고,
 도 9는 이탈거리 예측을 위한 모식도이고,
 도 10은 이탈각을 산출을 위한 모식도이고,
 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에 적용되는 신경망 모델을 이용한 조향각 계산 모델을 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 통해 설명될 것이다. 그러나 본 발명은 여기에서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 단지, 본 실시예들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여 제공되는 것이다.

[0019] 도면들에 있어서, 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니며 명확성을 기하기 위하여 과장된 것이다. 또한 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소를 나타낸다.

- [0020] 본 명세서에서 "및/또는"이란 표현은 전후에 나열된 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용된다. 또한, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 또한, 명세서에서 사용되는 "포함한다" 또는 "포함하는"으로 언급된 구성요소, 단계, 동작 및 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작, 소자 및 장치의 존재 또는 추가를 의미한다.
- [0021] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법의 흐름을 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 시스템의 구성을 나타낸 모식도이다. 도 1 및 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법은, 버스의 측면에 설치된 카메라, 영상처리장치, 전자제어기, 오토기어박스 및 조향각 및 토크센서를 포함하여 구성된 오토도킹 시스템을 사용하는 오토도킹 제어방법에 있어서, (a) 정류장과 일정거리 범위내로 진입되는 경우, 스위치에 의해 오토도킹 명령이 입력되는 단계; (b) 상기 카메라에 의해 촬영된 영상을 상기 영상처리장치가 상기 버스의 위치, 정류장 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하여 정차 데이터를 산출하는 단계; (c) 상기 산출된 정차 데이터를 신경망회로(Neural Network)로 학습한 상기 전자제어기에 의해 목표 조향각을 출력하는 단계; (d) 상기 출력된 목표 조향각을 통해 상기 오토기어박스의 엑츄에이터를 구동하는 단계; 및 (e) 상기 버스가 정차위치에 진입될 때까지 상기 (b) 단계 이하를 반복하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0023] 이처럼 본 발명은 바이모달 트램(Bi-modality Tram)과 같은 유도버스의 정류장의 정밀하고 근접한 오토도킹을 위한 제어방법 및 제어 시스템을 제공하고자 하는 것으로, 저상버스의 보급 확대와 교통약자 승객의 원활한 승하차를 위해 버스가 정류장에 자동으로 근접 정차(50mm이내)하는 오토도킹 제어방법 및 시스템을 제공하여, 운전자의 정차 업무 경감과 안전성 향상, 탑승시간 단축, 승객 승·하차시 이륜차 추돌 방지의 효과를 제공하고자 함이다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어 시스템은, 도 2에 나타난 바와 같이, 버스의 측면 또는 전면에 설치되어, 버스 전방을 촬영하는 카메라; 상기 카메라에서 촬영된 영상을 통해 정차 데이터를 산출하는 영상처리장치; 상기 정차 데이터를 통해 목표 조향각을 산출하는 전자제어기; 상기 버스의 현재 조향각 및 토크를 측정하는 센서; 및 상기 전자제어기로부터 산출된 목표 조향각 및 센서로부터 측정된 현재 조향각을 통해 조향구동을 제어하는 오토기어박스를 포함하여 구성된다.
- [0025] 여기서, 상기 카메라, 영상처리장치, 센서 및 전자제어기 상호 간의 통신은 CAN 통신을 이용하는 것이 바람직한다. 이는 사람이 바이모달 트램과 같은 유도버스를 운전하여 정거장에 밀착시키는 일은 쉽지 않기 때문에, 카메라와 CAN을 이용한 조향 제어로 버스와 정거장 사이의 거리가 5cm~10cm 사이에 위치하도록 제어하기 위함이다. 그리고 본 발명의 실시예에서는 NI CAN을 이용하여 바이모달 트램의 1축 조향을 제어하였고, 영상으로 정거장 위치를 인식하기 위하여, 정차 경계선으로 붉은 색의 실색 선을 정거장 연석에 표시하였다.
- [0026] CAN 통신(Controller Area Network)은 차량 내에서 호스트 컴퓨터 없이 마이크로 콘트롤러나 장치들이 서로 통신하기 위해 설계된 표준 통신 규격으로, CAN 통신은 메시지 기반 프로토콜이며 최근에는 차량뿐만 아니라 산업용 자동화 기기나 의료용 장비에서도 종종 사용되고 있다.
- [0027] 카메라는 차량 전방의 영상을 촬영하는 장치로서, 정류장과 근접 도킹을 위한 정차 데이터를 생성하는 영상 센서의 기능을 수행한다. 본 발명이 실시예에서는 영상의 이미지 센서는 Point Grey사의 Flea 3 USB3.0 버전이고 장착한 렌즈는 FA(FACTORY AUTOMATION LENS)사의 M0814-MP이다. 카메라 센서는 차량 첫 번째 칸 2/3지점 1.2m 높이에 약 30도의 각도로 아래를 바라보게 설치하여 사용된다.
- [0028] GPS 장치는 위성항법 장치로서, 차량의 위치를 수 m 이내로 측위하여 정류장과 거리 및 상대 위치를 측정하여, 운전자가 버스의 운행 중 정류장과 수 10m 이내로 근접한 경우, 오토도킹을 수행할지 여부를 알려 주어 운전자의 선택에 따라 오토도킹을 수행할 수 있게 하는 기능을 수행하게 된다.
- [0029] 영상처리장치는 영상데이터 프로세서로서, 상기 카메라에 의해 촬영된 영상 데이터를 이용하여 정류장 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하여 정차 데이터를 산출하는 기능을 수행한다.
- [0030] 조향각 및 토크 센서는 버스의 조향각을 측정하거나 토크를 측정하는 센서로서, 오토도킹을 위한 조향 제어에 중요한 정차 데이터를 형성하고, 카메라에 의한 영상 데이터와 상기 조향각 및 토크 센서로부터 측정된 데이터를 이용하여 전자제어기(ECU: Electric Control Unit)는 신경망 회로 학습 모델을 적용하여 목표 조향각을 산출

하게 된다.

- [0031] 목표 조향각이 산출되면, 오토기어박스는 자동조향장치의 액츄에이터로서 조향을 제어하여 오토도킹을 수행하고, 바이모달 트램(Bi-modality Tram)과 같은 유도버스 목표지점인 정류장의 도크(dock)와 최근접하여(약 5cm~10cm) 정차시키게 된다.
- [0032] 이하에서 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법의 흐름을 단계별로 상세히 설명하기로 한다.
- [0033] 먼저, (a) 단계로서, 오토도킹 선택 단계로서, 버스가 정류장 근처로 진입하여 오토도킹 구간으로 진입하게 되면, 운전자가 오토도킹을 선택할 수 있는 도 3 및 도 4와 같은 프로세스를 구성하게 된다.
- [0034] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에서 조향제어에 관한 흐름을 예시한 도면이다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 오토도킹 제어방법은 운전자가 스위치 버튼의 입력 명령을 통해, 자동 또는 자율 운행을 통한 오토도킹을 수행할 수 있고 수동으로 도킹을 위한 운전을 수행할 수 있다.
- [0035] 이와 같은 운전자의 선택을 위한 조향 제어의 흐름은 도 3에 나타난 바와 같이, 먼저 조향제어를 위한 초기화 작업을 수행하고, 조향제어가 자율제어인지를 판단하는 과정을 거친 후(사용자의 오토도킹 버튼 클릭), 오토도킹을 선택한 경우 상술한 바와 같이 목표 조향각을 산출하여 조향 구동시키게 된다. 그리고, 자율제어를 선택하지 않은 경우, 운전자가 수동으로 오토도킹을 위한 조향을 제어하게 된다.
- [0036] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에서 상태제어에 관한 흐름을 예시한 도면이다. 본 발명의 실시예에 따른 오토도킹 제어방법은 버스의 운전석 전면 일부에 정류장 정차를 위한 오토도킹 선택버튼을 구비하는 것이 바람직하고, 상기 선택버튼은 버스가 정류장 근처로 진입하여 오토도킹 구역으로 진입하였는지 여부를 알려주고, 오토도킹이 종료되거나 해제되는 경우에 알람등을 통해 명확히 표시함으로써, 운전자의 사용 편의성을 높이고, 시스템 고장으로 인한 우발적 사고에 대비할 수 있게 된다.
- [0037] 제어흐름을 살펴보면, 버스가 GPS 장치를 통해 정류장을 감지하여 정류장 근처로 진입하게 되면, 운전자에게 정류장 구간 또는 오토도킹 구간임을 정보 또는 알람하게 되고, 운전자가 오토도킹 스위치를 on 하게 되면, 시스템이 오토도킹 상태인지를 정확하게 표시하고 조향을 자율제어하여 오토도킹을 수행하게 된다.
- [0038] 그리고 나서, 버스가 정차위치에 진입하여 오토도킹이 종료되면, 차량이 멈추게 되고(차량속도=0), 다시 정차위치에서 이탈할 때는 상기 오토도킹 스위치가 해제되어 수동으로 조향을 제어할 수 있는 상태로 이동하게 된다. 차량의 속도가 0 이 아닌 경우, 계속적으로 오토도킹 상태로 조향이 자율제어됨은 물론이다.
- [0039] (b) 단계로서, 카메라에 의해 촬영된 영상을 상기 영상처리장치가 상기 버스의 위치, 정류장 정차 경계선 및 정류장 진입방향을 식별하여 정차 데이터를 산출하게 되는데, 본 발명의 실시예에서는 정류장의 정차 경계선을 인식하는 알고리즘으로 차선인식 알고리즘을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0040] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에 사용되는 차선인식 알고리즘을 나타내는 모식도이다. 도 5에 나타난 바와 같이, 차선 인식 알고리즘은, 먼저 RGB를 영상을 그레이 영상으로 변환하고, 소벨 엣지(Sobel edge)를 검출한 후, 허프 변환(Hough transformation)을 수행하게 된다. 그리고 나서, 역 관점 맵핑(inverse perspective mapping)에 의한 가상 탑 뷰(virtual top view)를 생성하고, 정차선 및 거리 등의 정차 데이터를 산출하게 된다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에 사용되는 자동주차 알고리즘을 나타내는 모식도이다. 도 6에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 적용되는 자동주차 알고리즘의 과정은, 정차구역이 촬영된 카메라 영상에서 정차구역의 좌측 및 우측 수직 라인을 찾은 후, 상하의 수평 라인과 중심점들을 산출한다. 그리고 나서, 정차구역의 좌우측 수직 라인에 대한 중심점들을 계산하고, 지정된 정차구역의 정차를 위한 정차 데이터를 산출하게 된다.
- [0042] (c) 단계로서, 상기 (b) 단계에서 산출된 정차 데이터를 이용하여, 신경망(Neural Network) 모델로 학습한 상기 전자제어기에 의해 목표 조향각을 출력하게 된다. 여기서 신경망 회로는 전자제어기가 상기 각각의 데이터를 이

용하여 목표 조향각을 계산하는 모델을 말한다. 신경망(Neural Network)은 인간 두뇌의 신경세포를 모델링하여 지능을 구현하고자 하는 기법으로, 신경망은 병행적으로 상호작용하는 여러 개의 계산요소들로 이루어져 있으며, 각 계산요소는 가중치 합(weighted sum)과 같은 단순한 계산만을 수행한다.

[0043] 신경망의 계산능력은 다량의 계산요소를 병행적으로 계산을 수행함으로써 얻어지고, 학습데이터를 통하여 가중치를 학습하고, 그 데이터에 대한 특성을 일반화시킴으로서 학습 기능을 수행한다.

[0044] 이와 같은 신경망 모델을 이용하여 전자제어기는 목표 조향각 산출 모델을 학습하고, (b) 단계에서 산출된 정차 데이터를 이용하여 최종적으로 목표 조향각을 산출하게 된다.

[0045] 그리고, 본 발명의 실시예는 목표 조향각을 산출하기 위한 차량동역학 모델로 자전거 모델을 사용하는 것이 바람직하다. 도 7은 본 발명의 실시예에서 적용되는 자전거 모델에서 에크먼 조향각의 모델링을 도식화한 도면이다.

[0046] 본 발명의 실시예에서는 무인자율주행차량의 횡방향 제어에 쓰이는 조향각은 자전거 모델을 사용하여 계산하고, 이 모델에서 사용하는 에크먼 각(Ackerman Angle)식을 사용하여 차량의 이동반경을 조향각으로 산출한다.

[0047] 도 7에 나타난 바와 같이, 차량의 조향각은 차량의 조향반경과 밀접한 관계를 갖는 것을 볼 수 있고, 조향각 산출에 앞선 조향 반경을 얻을 수 있는 방안 제안한다. 이에 본 발명의 실시예에서는 목표지점과 현재 차량의 위치, 차량의 방향을 알기 위한 과거의 차량위치를 이용하여 차량이 목표지점으로 주행하기 위한 반경을 구하기 위해 삼각함수를 사용하여 산출한다.

[0048] 도 8은 본 발명이 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에서 신경망 모델을 이용하는 조향제어 모델에서 거리차를 산출 모식도이고, 도 9는 이탈거리 예측을 위한 모식도이고, 도 10은 이탈각을 산출을 위한 모식도를 나타낸다. 도 8 에 나타난 바와 같이, 거리차(Distance Gap)를 이용하여 차량 머리부분에서 차선(정차 경계선)까지의 거리를 예측한다. 그리고 나서, 도 9에 나타난 바와 같이, 카메라 센서 7m 전방에서의 거리 값은 [수학식 1]과 같이 계산하여 최종 버스 이탈거리(d_{err})로 사용하게 된다.

수학식 1

$$distance_{7m} = distance_{2m} - DisGap * 7/2$$

[0050] 그리고, 도 10에 나타난 바와 같이, 삼각함수를 이용하여 버스와 경계선(Lane)과의 각도를 계산하여 최종 버스 이탈각(h_{err})을 산출하게 된다.

[0051] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 버스의 오토도킹 제어방법에 적용되는 신경망 모델을 이용한 조향각 계산 모델을 나타낸 모식도이다.

[0052] 도 11에 나타난 바와 같이, 버스 이탈거리(d_{err})와 버스 이탈각(h_{err})이 계산되면, 본 발명의 실시예에서 신경망 모델로서 목표 조향각 계산 모델을 [수학식 2]와 같이 나타낸다. 여기서, D_{LA} 는 버스 전방 거리를 나타낸다.

수학식 2

$$\delta_{des} = k_1 \cdot d_{err} + k_2 \cdot h_{err} + \delta_{zero}$$

($k_1 = -1$, $k_2 = 0.1$:가중치)

[0053]

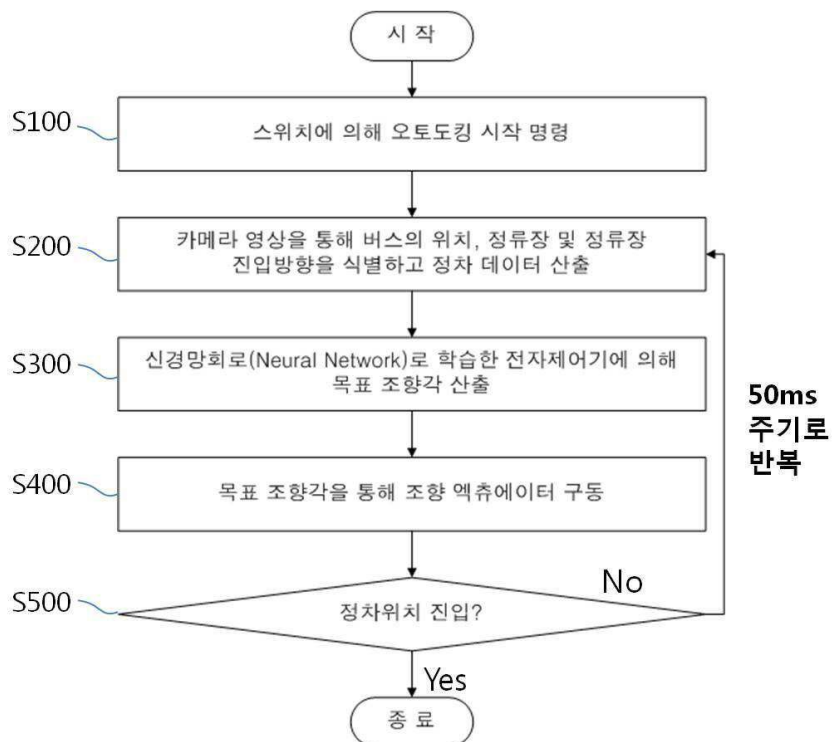
[0054] 여기서, δ_{des} 는 목표 조향각을 나타내고, k_1 및 k_2 는 가중치이다. 가중치는 신경망(Neural network) 모델에서 학습되어 산출되는 파라미터로서, 계속적이고 주기적인 계산에 의해 변화되고 최적화됨은 물론이다.

[0055] 이처럼 (c) 단계에서 산출된 목표 조향각을 이용해서, (d) 단계에서 오토기어박스의 액츄에이터를 구동하여 조향을 제어하게 된다. 이와 같은 계산은 50ms 내지 100ms 주기로 반복하면서((e) 단계) 버스의 목표 조향각을 산출하고, 조향을 제어하여 최종적으로 정차 경계선과 최근접하여(5cm 내지 10cm) 정차시켜 오토도킹을 종료하게 된다.

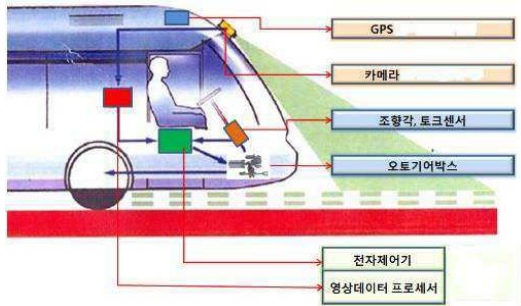
[0056] 이상의 설명에서 본 발명은 특정의 실시 예와 관련하여 도시 및 설명하였지만, 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 개조 및 변화가 가능 하다는 것을 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.

도면

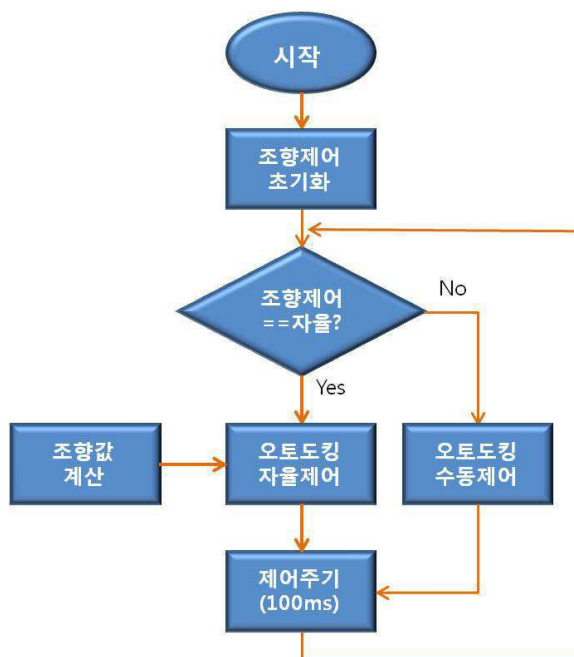
도면1



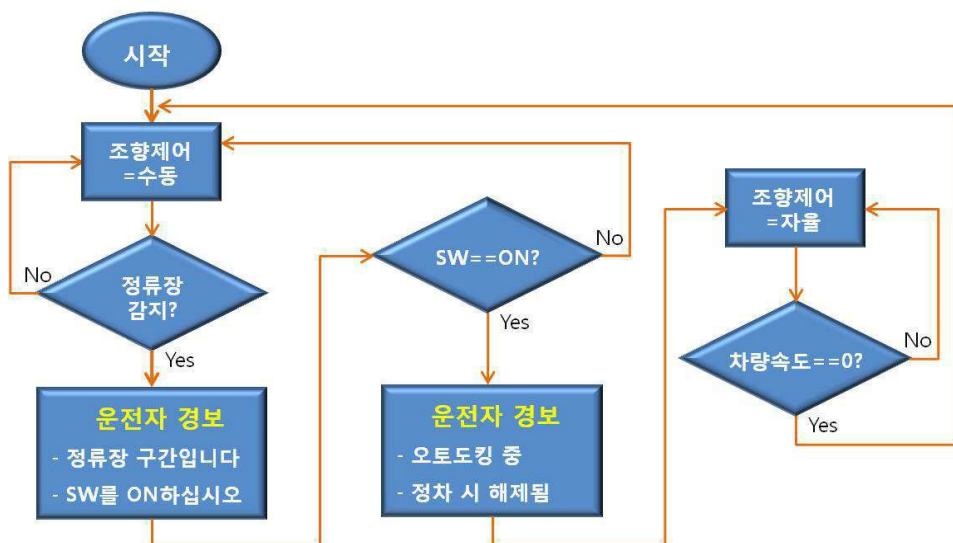
도면2



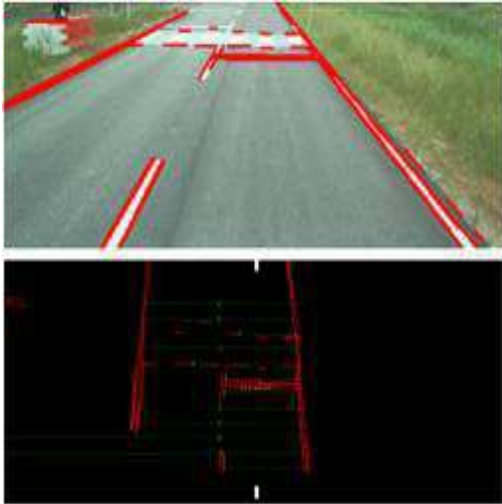
도면3



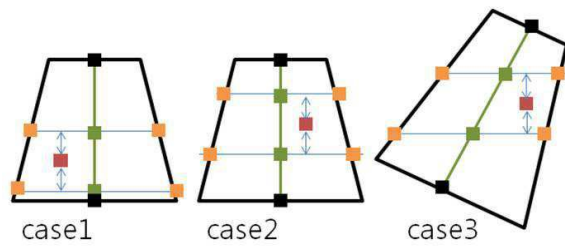
도면4



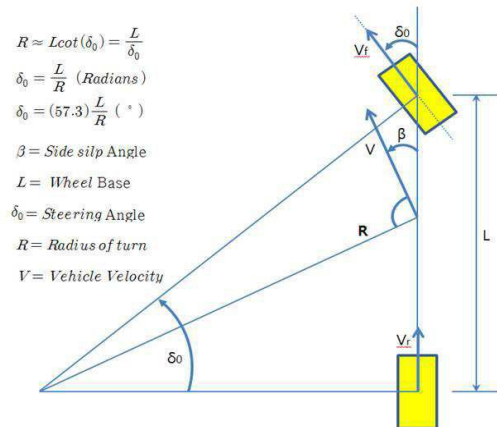
도면5



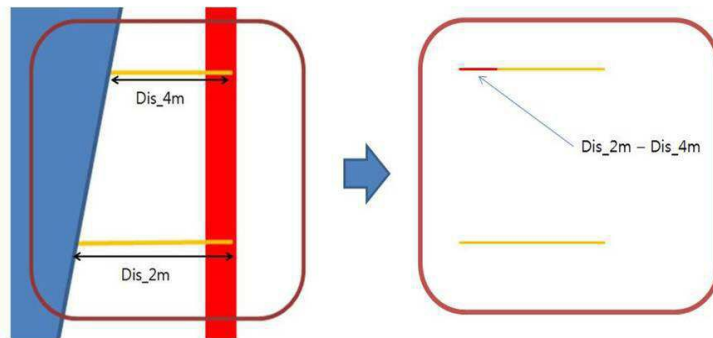
도면6



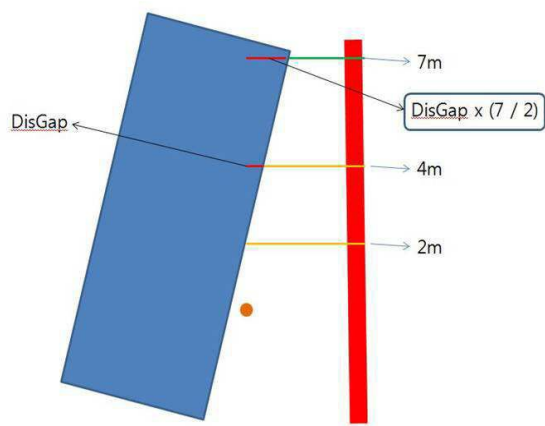
도면7



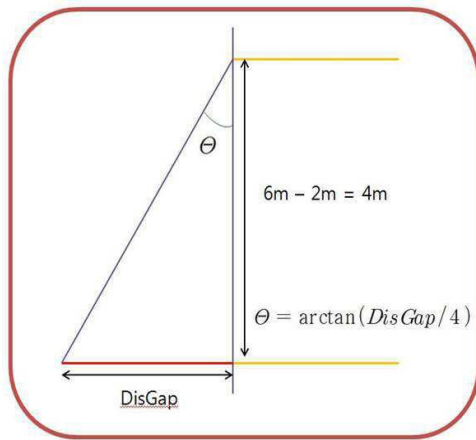
도면8



도면9



도면10



도면11

