



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월02일
 (11) 등록번호 10-1701901
 (24) 등록일자 2017년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G05D 1/02 (2006.01) G08G 1/096 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G05D 1/0214 (2013.01)
 G05D 1/0223 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0059053
 (22) 출원일자 2016년05월13일
 심사청구일자 2016년05월13일
 (56) 선행기술조사문헌
 US20150057835 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국과학기술정보연구원
 대전광역시 유성구 대학로 245 (어은동)
 (72) 발명자
 김덕수
 대전광역시 유성구 온천북로33번길 36-26, 403호 (봉명동, 세종타운)
 김민아
 대전광역시 유성구 어은로 57, 111동 1104호 (어은동, 한빛아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 10 항

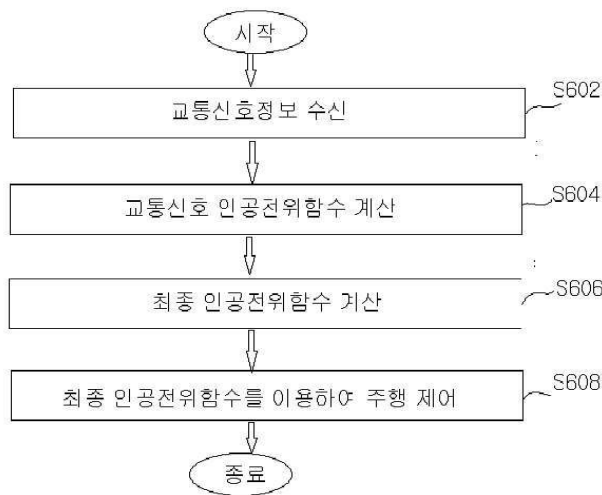
심사관 : 김동성

(54) 발명의 명칭 **교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법 및 시스템**

(57) 요약

본 발명은 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 교통신호에 따라 자율주행차량의 주행을 제어하는 방법에 있어서, (a) 교통신호 인공 전위 함수를 계산하는 단계, (b) 상기 교통신호 인공 전위 함수와 기 정의된 자율 주행 차량 제어를 위한 인공전위 함수를 연산하여 최종 인공 전위 함수를 계산하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G08G 1/096 (2013.01)

(72) 발명자

구기범

대전광역시 유성구 노은로 353, 302동 703호 (하기동, 송림마을3단지아파트)

이세훈

대전광역시 유성구 어은로42번길 22, 한빛빌라 205호 (어은동)

이중연

대전광역시 서구 청사로 65, 108동 1205호 (월평동, 황실타운아파트)

허영주

대전광역시 유성구 노은로 353, 302동 703호 (하기동, 송림마을3단지아파트)

황규현

대전광역시 서구 대덕대로175번길 40, 802호 (둔산동, 두운힐스타운)

조금원

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 106동 606호 (전민동, 엑스포아파트)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

교통신호에 따라 자율주행차량의 주행을 제어하는 방법에 있어서,

(a) 교통신호 인공 전위 함수를 계산하는 단계;

(b) 상기 교통신호 인공 전위 함수와 기 정의된 자율 주행 차량 제어를 위한 인공전위 함수를 연산하여 최종 인공 전위 함수를 계산하는 단계;

(c) 상기 계산된 최종 인공 전위 함수(U)를 이용하여 자율주행 차량의 주행을 제어하는 단계;를 포함하고,

상기 (c) 단계는, 상기 최종 인공 전위 함수의 기울기 값($-\nabla U$)을 구하고, 상기 기울기 값에 따라 상기 차량의 가속도를 결정하며, 상기 결정된 가속도를 차량 주행 제어 신호로 변환하여 상기 차량에 전달하여, 상기 차량의 주행을 제어하고,

상기 최종 인공 전위 함수는 교통신호 인공전위함수, 도로 인공전위함수, 차선 인공전위함수를 합하여 계산하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 교통신호 인공전위 함수는 녹색 신호 인공전위함수, 노란색 신호 인공전위함수, 빨간색 신호 인공전위 함수를 포함하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 녹색 신호 인공전위 함수는, 녹색 신호의 최대 전위, 다음 신호로 전환되기까지 남은 거리, 횡단보도로부터의 거리, 거리에 대한 전위 변화 민감도를 이용한 가우시안-유사 함수를 통해 계산하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 노란색 신호 인공전위함수는 노란색 신호에 의한 최대 전위에서 녹색 신호의 최대 전위를 뺀 값, 다음 신호로 전환되기까지 남은 시간, 거리에 대한 전위 변화 민감도를 연산하여 계산하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 빨간색 신호 인공전위함수는, 녹색 신호의 최대 전위 값, 노란색 신호에 의한 최대 전위에서 녹색 신호의 최대 전위를 뺀 값, 거리에 따른 전위 강하율을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

자율주행 차량이 교통신호에 따라 주행을 제어하는 방법에 있어서,

통신망을 통해 신호등으로부터 교통신호 정보를 수신하는 단계;

상기 수신된 교통신호 정보를 이용하여 교통신호 인공전위함수를 계산하고, 상기 계산된 교통신호 인공전위함수와 도로 인공전위함수 및 차선 인공전위함수를 연산하여 최종 인공전위함수를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 최종 인공 전위 함수를 이용하여 주행을 제어하는 단계;를 포함하되,

상기 최종 인공 전위 함수는 교통신호 인공전위함수, 도로 인공전위함수, 차선 인공전위함수를 합하여 계산하고,

상기 계산된 최종 인공 전위 함수를 이용하여 주행을 제어하는 단계는, 상기 최종 인공 전위 함수의 기울기 값(-∇U)을 구하고, 상기 기울기 값에 따라 상기 차량의 가속도를 결정하며, 상기 결정된 가속도를 차량 주행 제어 신호로 변환하여 상기 차량에 전달하여, 상기 차량의 주행을 제어하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 교통신호 정보는 신호색, 신호 전환까지 남은 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

교통신호에 대한 인공전위함수를 조합하여 교통신호 인공전위함수를 계산하는 교통신호 인공전위함수 계산부;

상기 교통신호 인공전위함수와 기 정의된 자율 주행 차량 제어를 위한 인공전위 함수를 연산하여 최종 인공 전위 함수를 계산하는 최종 인공전위함수 계산부; 및

상기 계산된 최종 인공 전위 함수를 이용하여 자율주행 차량의 주행을 제어하는 자율주행 차량 제어부;를 포함하되,

상기 최종 인공전위함수 계산부는 교통신호 인공전위함수, 도로 인공전위함수, 차선 인공전위함수를 합하여 최종 인공 전위 함수를 계산하고,

상기 자율주행 차량 제어부는, 상기 최종 인공 전위 함수의 기울기 값(-∇U)을 구하고, 상기 기울기 값에 따라 상기 차량의 가속도를 결정하며, 상기 결정된 가속도를 차량 주행 제어 신호로 변환하여 상기 차량에 전달하여,

상기 차량의 주행을 제어하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

제12항에 있어서,

통신망을 통해 신호등으로부터 교통신호 정보를 수신하는 수신부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 시스템.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 교통신호 인공전위함수 계산부는 녹색 신호 인공전위함수, 노란색 신호 인공전위함수, 빨간색 신호 인공전위 함수를 조합하여 교통신호 인공전위함수를 계산하는 것을 특징으로 하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 시스템.

청구항 17

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 신호 등 신호에 따른 인공 전위 함수를 정의하고, 정의된 인공 전위 함수를 사용하여 자율 주행 차량의 속도 및 방향을 제어하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자율 주행 차량(automated vehicle)은 차량 스스로 주변 환경을 인식하고 판단하며, 주행 계획을 수립하여 운전자의 조작 없이 스스로 주행하는 자동차를 말한다. 최근 구글(Google)을 비롯한 국내외 기업들이 적극적으로 기술개발에 나서면서, 관련 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 자율 주행 차량은 다양한 주행 상황에 대한 인식 및 판단을 통해 적절한 행동을 취해야 한다. 다양한 주행 상황 중 신호등은 가장 일반적이면서 보행자의 안전과 직결된 가장 중요한 주행 상황 중 하나이다.

[0003] 한편, 도심 도로의 주행은 다양한 상황에 대응해야 하는 매우 복잡한 과정이며, 규칙 기반(rule-based) 알고리즘으로 실현하는 것에는 한계를 가지고 있다. 상대적으로 간단한 주행 상황을 가진 고속도로의 주행조차 규칙을 기반으로 한 주행 설계는 간단하지 않은 일로 알려져 있다. 인공 전위 장(artificial potential field)을 활용한 주행 계획 수립은 훌륭한 대안 중 하나로서, 로봇의 행동 설계(motion planning)를 위해 널리 사용되는 방법 중 하나이기도 하다. 인공 전위 장을 활용한 행동 설계의 핵심은 로봇을 원하는 곳으로 이동시키기 위한 적절한 인공 전위 함수(artificial potential function)를 적용하는 것이다.

[0004] 그러나, 도로 도심의 주행은 다양한 상황에 대응해야 하는 매우 복잡한 과정으로, 규칙 기반 기술로 실현하는 것에는 한계가 있다.

[0005] 또한, 기존의 인공전위 함수기반 자율주행 차량 제어 기술은 신호등 등 도심의 다양한 신호의 고려가 미미하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 선행기술1: 한국공개특허 제2010-0036832호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 신호등 신호에 따른 인공 전위 함수를 정의하고, 정의된 인공 전위 함수를 사용하여 자율 주행 차량의 속도 및 방향을 제어하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법 및 시스템을 제공하는 것이다.

[0008] 한편, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 기술적 과제가 포함될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 교통신호에 따라 자율주행차량의 주행을 제어하는 방법에 있어서, (a) 교통신호 인공 전위 함수를 계산하는 단계, (b) 상기 교통신호 인공 전위 함수와 기 정의된 자율 주행 차량 제어를 위한 인공전위 함수를 연산하여 최종 인공 전위 함수를 계산하는 단계를 포함하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법이 제공된다.

[0010] 상기 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법은 (c) 상기 계산된 최종 인공 전위 함수를 이용하여 자율주행 차량의 주행을 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 (c)단계는, 상기 자율주행 차량의 현재 위치에서의 기울기 값에 따라 상기 차량의 가속도를 결정하는 단계, 상기 결정된 가속도에 따라 차량 주행 제어 신호를 생성하여 상기 차량을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 교통신호 인공전위 함수는 녹색 신호 인공전위함수, 노란색 신호 인공전위함수, 빨간색 신호 인공전위 함수를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 녹색 신호 인공전위 함수는, 녹색 신호의 최대 전위, 다음 신호로 전환되기까지 남은 거리, 횡단보도로부터의 거리, 거리에 대한 전위 변화 민감도를 이용한 가우시안-유사 함수를 통해 계산할 수 있다.

[0014] 상기 노란색 신호 인공전위함수는 노란색 신호에 의한 최대 전위에서 녹색 신호의 최대 전위를 뺀 값, 다음 신호로 전환되기까지 남은 시간, 거리에 대한 전위 변화 민감도를 연산하여 계산할 수 있다.

[0015] 상기 빨간색 신호 인공전위함수는, 녹색 신호의 최대 전위 값, 노란색 신호에 의한 최대 전위에서 녹색 신호의 최대 전위를 뺀 값, 거리에 따른 전위 강하율을 이용하여 계산할 수 있다.

[0016] 상기 최종 인공 전위 함수는 교통신호 인공전위함수, 도로 인공전위함수, 차선 인공전위함수를 합하여 계산할 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 자율주행 차량이 교통신호에 따라 주행을 제어하는 방법에 있어서, 통신망을 통해 신호등으로부터 교통신호 정보를 수신하는 단계, 상기 수신된 교통신호 정보를 이용하여 교통신호 인공전위 함수를 계산하고, 상기 계산된 교통신호 인공전위함수와 도로 인공전위함수 및 차선 인공전위함수를 연산하여 최종 인공전위함수를 계산하는 단계, 상기 계산된 최종 인공 전위 함수를 이용하여 주행을 제어하는 단계를 포함하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법이 제공된다.

[0018] 상기 교통신호 정보는 신호색, 신호 전환까지 남은 시간을 포함할 수 있다.

[0019] 상기 계산된 최종 인공 전위 함수를 이용하여 주행을 제어하는 단계는, 상기 자율주행 차량의 현재 위치에서의 기울기 값에 따라 상기 차량의 가속도를 결정하는 단계, 상기 결정된 가속도에 따라 차량 주행 제어 신호를 생

성하여 상기 차량을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0020] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 교통신호에 대한 인공전위함수를 조합하여 교통신호 인공전위함수를 계산하는 교통신호 인공전위함수 계산부, 상기 교통신호 인공전위함수와 기 정의된 자율 주행 차량 제어를 위한 인공전위함수를 연산하여 최종 인공전위함수를 계산하는 최종 인공전위함수 계산부를 포함하는 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 시스템이 제공된다.
- [0021] 상기 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 시스템은 상기 계산된 최종 인공전위함수를 이용하여 자율주행 차량의 주행을 제어하는 자율주행 차량 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 자율주행 차량 제어부는, 상기 자율주행 차량의 현재 위치에서의 기울기 값에 따라 상기 차량의 가속도를 결정하고, 상기 결정된 가속도에 따라 차량 주행 제어 신호를 생성하여 상기 차량을 제어할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 시스템은 통신망을 통해 신호등으로부터 교통신호 정보를 수신하는 수신부를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 교통신호 인공전위함수 계산부는 녹색 신호 인공전위함수, 노란색 신호 인공전위함수, 빨간색 신호 인공전위함수를 조합하여 교통신호 인공전위함수를 계산할 수 있다.
- [0025] 상기 최종 인공전위함수 계산부는 교통신호 인공전위함수, 도로 인공전위함수, 차선 인공전위함수를 합하여 계산할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따르면, 신호등 전위함수와 함께 도로 및 차선 전위함수를 적용하여 최종 인공전위장을 형성함으로써, 차량이 차선의 중앙을 찾아가며 안정적으로 주행할 수 있다.
- [0027] 또한, 신호등 인공전위함수가 다양한 신호등 상황에서 차량을 안정적으로 제어할 수 있다.
- [0028] 또한, 신호등 전위함수는 횡단보도와외의 거리 및 신호 전환까지 남은 시간에 종속적으로 인공전위장을 동적으로 변화시키면서 차량을 제어할 수 있다.
- [0029] 한편, 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 효과들이 포함될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 차량과 신호등의 통신을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신호 전환까지 남은 시간(R)에 따른 전위의 변화의 예를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 도로 및 차선 전위함수가 적용된 인공전위장을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신호에 변화에 따른 인공전위장의 변화를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 차량 제어 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 '교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법 및 시스템'을 상세하게 설명한다. 설명하는 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 당업자가 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것으로 이에 의해 본 발명이 한정되지 않는다. 또한, 첨부된 도면에 표현된 사항들은 본 발명의 실시예들을 쉽게 설명하기 위해 도식화된 도면으로 실제로 구현되는 형태와 상이할 수 있다.
- [0032] 한편, 이하에서 표현되는 각 구성부는 본 발명을 구현하기 위한 예일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 다른 구현에서는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 구성부가 사용될 수 있다.
- [0033] 또한, 각 구성부는 순전히 하드웨어 또는 소프트웨어의 구성만으로 구현될 수도 있지만, 동일 기능을 수행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합으로 구현될 수도 있다. 또한, 하나의 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 둘 이상의 구성부들이 함께 구현될 수도 있다.

- [0034] 또한, 어떤 구성요소들을 '포함'한다는 표현은, '개방형'의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 차량과 신호등의 통신을 설명하기 위한 도면이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 자율주행 차량은 탑재된 통신장비(예컨대, 단거리 라디오 등)를 통해 신호등과 통신하여 교통 신호 정보를 수신한다. 여기서, 교통 신호 정보는 신호등의 신호색, 신호 전환까지 남은 시간 등을 포함할 수 있다.
- [0037] 자율주행 차량은 교통 신호 정보에 근거한 교통 신호 인공지능위함수를 이용하여 안전한 주행을 할 수 있다. 여기서, 교통 신호는 차량 신호등인 녹색, 노랑, 빨강의 세 가지 신호를 가진 신호등을 대상으로 하고, 교통 신호 인공지능위함수는 세가지 신호색(녹색, 노랑, 빨강)의 조합으로 구성되며, 시간에 따라 동적으로 변한다. 이러한 동적인 인공지능위함수의 변화는 남은 신호 시간 및 신호 전환에 따른 부드러운 전위장의 변화를 만들며, 주행 중인 차량이 신호에 따른 적절한 행동을 취하도록 유도하는 역할을 한다.
- [0038] 신호등의 신호색은 녹색에서 노랑으로, 노랑에서 빨강으로, 빨강에서 녹색으로 각각 T_G , T_Y , T_R 시간 후 전환되고, 각각의 신호등 신호 색은 자신의 전위함수를 가지며, 신호등의 인공지능위함수는 세가지 전위함수들의 조합으로 정의된다.
- [0039] 한편, 보행자의 안전을 보장하기 위해서는 횡단보도 근처에서의 감속 운전이 요구된다. 감속의 정도는 신호등의 신호색에 따라 달라지며, 부드러운 감속을 통해 탑승자 및 후방 차량의 안전에 대한 고려도 필요하다.
- [0040] 도로는 신호등이 있는 횡단보도를 포함하고 있으며, 횡단보도로부터 도로의 각 지점까지의 거리(d)는 자율주행 차량에 의해 자동으로 측정된다. 도로에 대한 인공지능위함수는 수학적 식 6과 같고, 차선에 대한 인공지능위함수는 수학적 식 7과 같이 정의된다.
- [0041] 상기에서 설명한 교통 신호 인공지능위함수는 도로 주행을 위한 도로 인공지능위함수, 차선 인공지능위함수와 결합되어, 최종 인공지능위함수를 생성한다. 최종 인공지능위함수는 자율 주행 차량이 신호등의 신호를 지키며 안정적으로 주행하도록 제어한다.
- [0042] 이하, 자율주행 차량이 최종인공지능위함수를 이용하여 주행을 제어하는 기술에 대해 설명하기로 한다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 교통 신호에 따른 자율주행 차량 제어 시스템을 나타낸 도면, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신호 전환까지 남은 시간(R)에 따른 전위의 변화의 예를 나타낸 도면, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 도로 및 차선 전위 함수가 적용된 인공 전위장을 나타낸 도면, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신호에 변화에 따른 인공지능위함수의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 자율주행 차량 제어 시스템(100)은 교통 신호 인공지능위함수 계산부(120), 최종 인공지능위함수 계산부(130), 자율주행 차량 제어부(140)를 포함하고, 신호등의 신호에 따라 자율 주행 차량의 적절한 행동을 결정한다.
- [0045] 교통 신호 인공지능위함수 계산부(120)는 교통 신호에 대한 인공지능위함수를 조합하여 교통 신호 인공지능위함수를 계산한다. 여기서, 교통 신호는 차량 신호등인 녹색, 노랑, 빨강의 세 가지 신호를 가진 신호등을 대상으로 할 수 있다. 신호등의 신호색은 녹색에서 노랑으로, 노랑에서 빨강으로, 빨강에서 녹색으로 각각 T_G , T_Y , T_R 시간 후 전환되고, 각각의 신호등 신호 색은 자신의 전위함수를 가지며, 신호등의 인공지능위함수는 세가지 전위함수들의 조합으로 정의된다. 신호등 인공지능위함수는 실제 도로의 주행에서 신호등의 신호에 따라 알맞은 차량의 움직임을 유도하고, 도로를 주행하는 차량이 신호등의 신호에 따라 안전한 주행을 할 수 있도록 한다.
- [0046] 교통 신호 인공지능위함수 계산부(120)는 수학적 식 1과 같이 녹색 신호 전위함수, 노란색 신호 전위함수, 빨간색 신호 전위 함수를 조합하여 교통 신호 인공지능위함수를 계산한다.

수학식 1

$$U_{T_light} = \begin{cases} U_{green} & , green\ light \\ U_{yellow} & , yellow\ light \\ U_{red} & , red\ light \end{cases}$$

[0047]

[0048]

여기서, Ugreen은 녹색 신호 전위함수, Uyellow는 노란색 신호 전위함수, Ured는 빨강색 신호 전위함수일 수 있다.

[0049]

녹색 신호 전위 함수(Ugreen)는 차량이 신호의 변화 및 보행자에 대비하여 속력을 약간 줄여서 주행하도록 하는 역할을 한다. 이와 같은 주행 제어를 위해 가우시안-유사(Gaussian-like) 함수를 통해 수학식 2와 같은 녹색 신호 인공전위 함수를 정의한다.

수학식 2

$$U_{green} = (1 - \frac{R}{T_G}) \times A_G \times e^{-\frac{d^2}{\alpha}}$$

[0050]

[0051]

여기서, A_G는 최대 전위(또는 진폭, amplitude), R은 다음 신호(노랑)로 전환되기까지 남은 시간, d는 횡단보도로부터 자율주행차량까지의 거리, α는 거리에 대한 전위 변화 민감도이다. 수학식 2의 첫 항은 신호 전환까지 남은 시간이 줄어들수록 전위의 크기를 증가시키며, 마지막 항은 횡단보도에 가까워질수록 전위가 서서히 증가하도록 만든다. 즉, 신호 전환까지 남은 시간이 적을수록, 그리고 횡단보도와의 거리가 가까워질수록 전위의 크기를 점진적으로 증가시키며 차량 감속 크기를 증가시키는 역할을 한다. T_G와 d에 따른 전위 그래프 변화는 도 3과 같을 수 있다.

[0052]

노란색 신호 전위 함수(Uyellow)는 차량이 횡단보도 앞에서 정지할 수 있게 비하고, 녹색 신호의 경우보다 빠르게 속력을 줄이도록 하는 역할을 한다.

수학식 3

$$U_{yellow} = (A_G + (1 - \frac{R}{T_Y}) \times A_Y) \times e^{-\frac{d^2}{\beta}}$$

[0053]

[0054]

여기서, A_Y는 노란색 신호에 의한 최대 전위에서 A_G를 뺀 값이며, β는 거리에 대한 전위 변화 민감도이다. 노란색 신호 전위함수는 녹색 신호의 최대 전위 값(A_G)이 첫 항에 더해지며, 이를 통해 녹색 신호에서 노란색 신호로의 전위 전환이 연속적인 형태로 부드럽게 이어진다. T_Y와 d에 따른 전위 그래프 변화는 도 3과 같을 수 있다.

[0055]

빨강색 신호 전위 함수(Ured)는 차량이 횡단보도 앞에서 반드시 멈추도록 유도하는 역할을 한다. 이를 위해 빨간색 신호에 대한 전위 함수는 횡단보도 위치에서 최대 전위를 계속 유지한다. 그리고 거리에 따른 전위 강하율(falling rate)이 신호전환까지 남은 시간 R에 따라 변화하도록 정의된다.

수학식 4

$$U_{red} = (A_G + A_Y) \times e^{-\frac{d^2}{F_{fall}}}$$

$$F_{fall} = \beta \times \frac{R}{T_R}$$

[0056]

[0057]

여기서, F_{fall} 은 R이 줄어들수록 작아지게 되며, 횡단보도 주변의 전위 강도가 폭이 더욱 커지게 된다. 이에 따라 차량은 국부적 최소 지점(local minima)로 이동하게 되고, 그곳에서 안정적으로 정지된 상태를 유지하게 된다. 이는 또한 녹색으로의 신호전환이 얼마 남지 않은 상황에서, 차량이 충분히 멀리서 다가오고 있는 경우 빨간색 신호에 의한 불필요한 감속이 일어나지 않도록 하는 역할도 한다.

[0058]

상기와 같이 녹색 인공전위함수, 노란색 인공전위함수, 빨간색 인공전위함수가 구해지면, 교통신호 인공전위함수 계산부(120)는 교통신호 인공전위함수를 구할 수 있다.

[0059]

교통신호 인공전위함수는 신호등의 신호색 각각에 대한 전위함수들로 구성되며, 전위함수간 전환이 연속적이며 부드럽게 이루어지도록 디자인된다. 신호등 전위함수는 횡단보도와 의 거리 및 신호전환까지 남은 시간에 종속적으로 인공전위장을 동적으로 변화시키며 차량을 제어한다.

[0060]

최종 인공전위함수 계산부(130)는 교통신호 인공전위함수와 기 정의된 자율주행 차량 제어를 위한 인공전위함수를 연산하여 최종 인공전위함수를 계산한다. 즉, 최종 인공전위함수 계산부(130)는 수학식 5와 같이 교통신호 인공전위함수($U_{T-light}$), 자율주행을 위한 도로 인공전위함수(U_{road}), 자율주행을 위한 차선 인공전위함수(U_{lane})를 합하여 최종 인공전위함수를 계산한다.

수학식 5

$$U = U_{road} + U_{lane} + U_{T-light}$$

[0061]

[0062]

도로 인공전위함수는 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$U_{road,j} = \frac{1}{2} H \left(\frac{1}{y - y_{0,j}} \right)^2$$

[0063]

[0064]

차선 인공전위함수는 수학식 7과 같다.

수학식 7

$$U_{lane} = \sum_i^{N_{lanes}-1} U_{lane,i}$$

[0065]

[0066]

차량이 원하는 방향으로 주행하도록 제어하기 위해 도로의 시작점으로부터 도로의 끝까지 전위 값이 선형적으로 감소하며, 도로의 시작점은 최대 전위 값(Max amplitude)을, 도로의 끝은 0을 전위 값으로 가진다. 교통신호 인공전위장의 기울기는 정상적인 주행 상태에서 차량의 목표 속력과 비례한다. 교통신호 전위장에 도로 및 차선

인공 전위 함수가 더해져서 도 4와 같은 주행을 위한 기본적인 전위 장이 구성된다. 교통신호 인공 전위 함수가 위의 기본 인공 전위 장과 결합되어 최종 인공 전위 장이 완성되며, 도 5와 같이 시간에 따른 신호등 전위 함수의 변화에 따라 인공 전위 장도 동적으로 변하게 된다.

- [0067] 자율주행 차량 제어부(140)는 자율 주행 차량의 현재 위치에서의 기울기 값에 따라 차량의 가속도를 결정하고, 결정된 가속도에 따라 차량 주행 제어 신호를 생성하여 차량을 제어한다. 즉, 최종 인공전위 장이 형성되면, 자율 주행 차량은 점 로봇(point robot)으로 표현되어 전위 장 위에 놓여진다. 점 로봇은 현재 위치에서의 기울기 (-∇U)에 따라 움직이게 된다. 본 발명은 부드러운 차량의 움직임을 구현하기 위해, 차량에게 주행 방향에 대한 속력을 부여하고, 인공 전위 장의 기울기를 가·감속을 위한 가속도로 사용하도록 하였다. 즉 차량의 현재 속력보다 -∇U가 큰 경우 그에 비례하여 가속을 하고, 반대의 경우 그에 비례한 감속을 적용한다. 이렇게 결정된 가속도는 차량의 제어 신호로 변환되어 차량에 전달되며, 차량은 제어신호에 따라 차의 방향 및 속력을 조절하게 된다.
- [0068] 한편, 자율주행 차량 제어 시스템(100)은 통신망을 통해 신호등으로부터 교통신호 정보를 수신하는 수신부(110)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 수신부(110)는 신호등과 통신망을 통해 통신 가능한 통신 장치일 수 있다.
- [0069] 수신부(110)가 교통신호 정보를 수신하면, 교통신호 인공전위함수 계산부(120)는 교통신호 정보를 이용하여 교통신호 인공전위함수를 계산한다.
- [0070] 한편, 수신부(110), 교통신호 인공전위함수 계산부(120), 최종 인공전위함수 계산부(130), 자율주행차량 제어부(140) 각각은 컴퓨팅 장치상에서 프로그램을 실행하기 위해 필요한 프로세서 등에 의해 각각 구현될 수 있다. 이처럼 수신부(110), 교통신호 인공전위함수 계산부(120), 최종 인공전위함수 계산부(130), 자율주행차량 제어부(140)는 물리적으로 독립된 각각의 구성에 의해 구현될 수도 있고, 하나의 프로세서 내에서 기능적으로 구분되는 형태로 구현될 수도 있다.
- [0071] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자율주행 차량 제어 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0072] 도 6을 참조하면, 시스템은 통신망을 통해 신호등으로부터 교통신호 정보가 수신되면(S602), 교통신호 정보를 이용하여 교통신호 인공전위함수를 계산한다(S604). 여기서, 교통신호 정보는 신호색, 신호 전환까지 남은 시간 등을 포함할 수 있고, 시스템은 교통신호 정보를 교통신호 인공전위 함수에 적용하여 그 값을 구한다.
- [0073] 그런 후, 시스템은 교통신호 인공전위함수와 도로 인공전위함수 및 차선 인공전위함수를 연산하여 최종 인공전위함수를 계산한다(S606). 즉, 시스템은 교통신호 인공전위함수, 도로 인공전위함수 및 차선 인공전위함수의 합인 최종 인공전위함수에 해당 값을 적용하여 최종 인공전위 함수 값을 구한다.
- [0074] 그러면, 시스템은 최종 인공전위함수를 이용하여 자율주행 차량의 주행을 제어한다(S608). 이때, 시스템은 자율주행 차량의 현재 위치에서의 기울기 값에 따라 차량의 가속도를 결정하고, 결정된 가속도에 따라 차량 주행 제어 신호를 생성하여 차량을 제어한다.
- [0075] 이러한 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법은 프로그램으로 작성 가능하며, 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 당해 분야의 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 교통신호에 따른 자율주행 차량 제어를 위한 방법에 관한 프로그램은 전자장치가 읽을 수 있는 정보저장매체(Readable Media)에 저장되고, 전자장치에 의하여 읽혀지고 실행될 수 있다.
- [0076] 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 실시 형태로 실시될 수 있다는 것을 인지할 수 있을 것이다. 따라서 이상에서 기술한 실시 예들은 예시적인 것일 뿐이며, 그 범위를 제한해놓은 한정적인 것이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 또한, 도면에 도시된 순서도들은 본 발명을 실시함에 있어서 가장 바람직한 결과를 달성하기 위해 예시적으로 도시된 순차적인 순서에 불과하며, 다른 추가적인 단계들이 제공되거나, 일부 단계가 삭제될 수 있음은 물론이다.
- [0077] 본 명세서에서 기술한 기술적 특징과 이를 실행하는 구현물은 디지털 전자 회로로 구현되거나, 본 명세서에서 기술하는 구조 및 그 구조적인 등가물 등을 포함하는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어 또는 하드웨어로 구현되거나, 이들 중 하나 이상의 조합으로 구현 가능하다. 또한 본 명세서에서 기술한 기술적 특징을 실행하는 구현물은 컴퓨터 프로그램 제품, 다시 말해 처리 시스템의 동작을 제어하기 위하여 또는 이것에 의한 실행을 위하여 유형의 프로그램 저장매체 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 명령어에 관한 모듈로서 구현될 수도 있다.

[0078] 삭제

[0079] 또한, 본 명세서에서 기술한 "컴퓨터에서 관독 가능한 매체"는 프로그램 실행을 위해 명령어를 프로세서로 제공 하는데 기여하는 모든 매체를 포함한다.

[0080] 이와 같이, 본 명세서는 그 제시된 구체적인 용어에 의해 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 따라서, 이상에 서 기술한 실시 예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 본 실시 예들에 대한 개조, 변경 및 변형을 가할 수 있다.

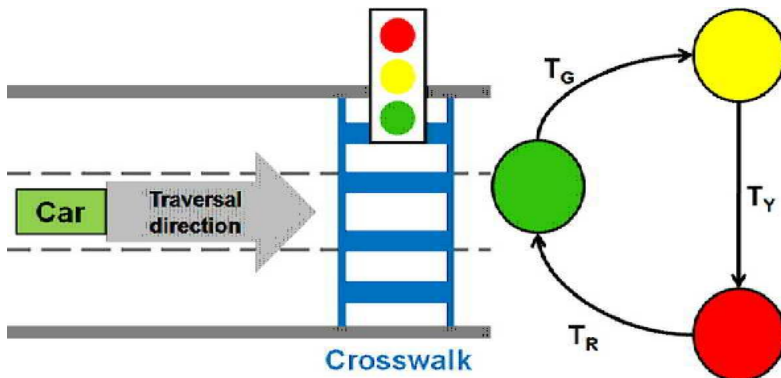
[0081] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

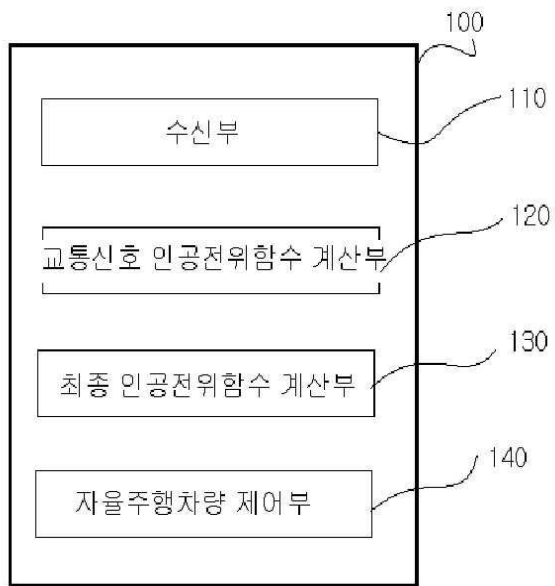
- [0082] 100 : 자율주행 차량 제어 시스템 110 : 수신부
- 120 : 교통신호 인공전위함수 계산부 130 : 최종 인공전위함수 계산부
- 140 : 자율주행 차량 제어부

도면

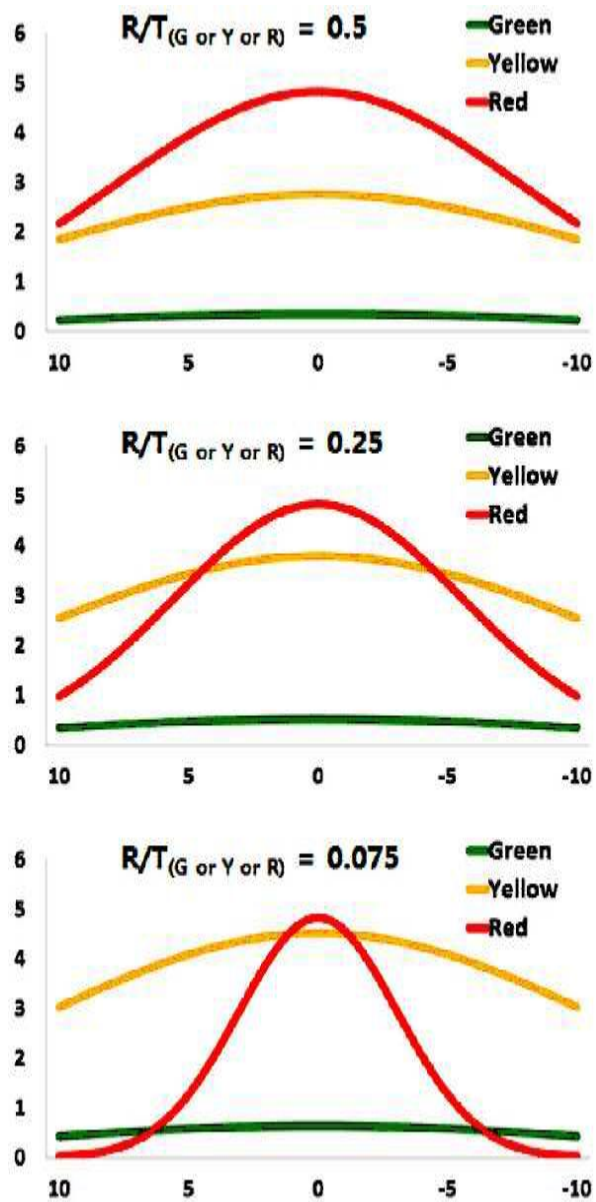
도면1



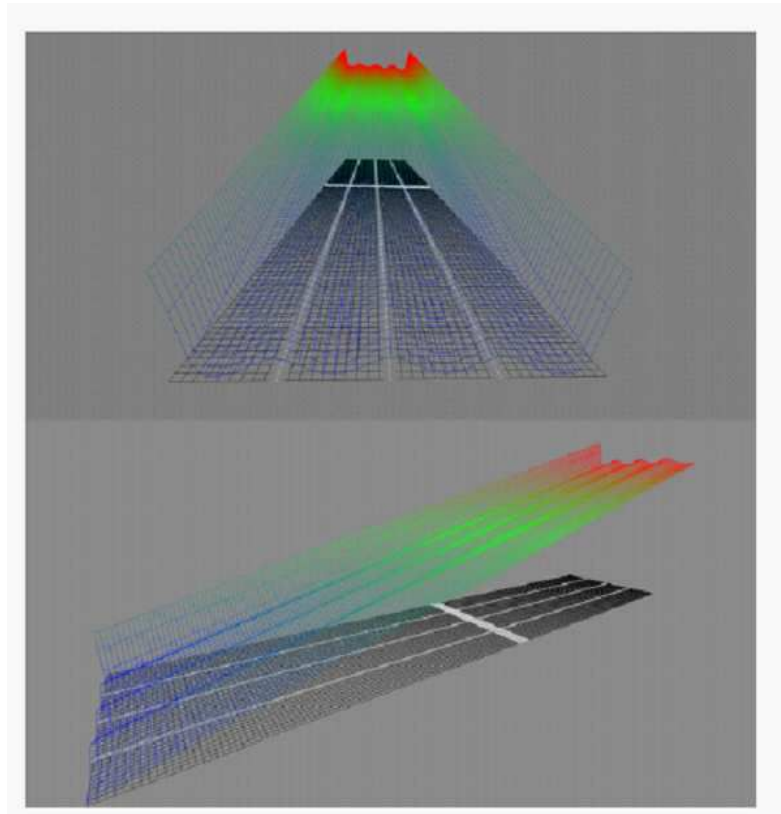
도면2



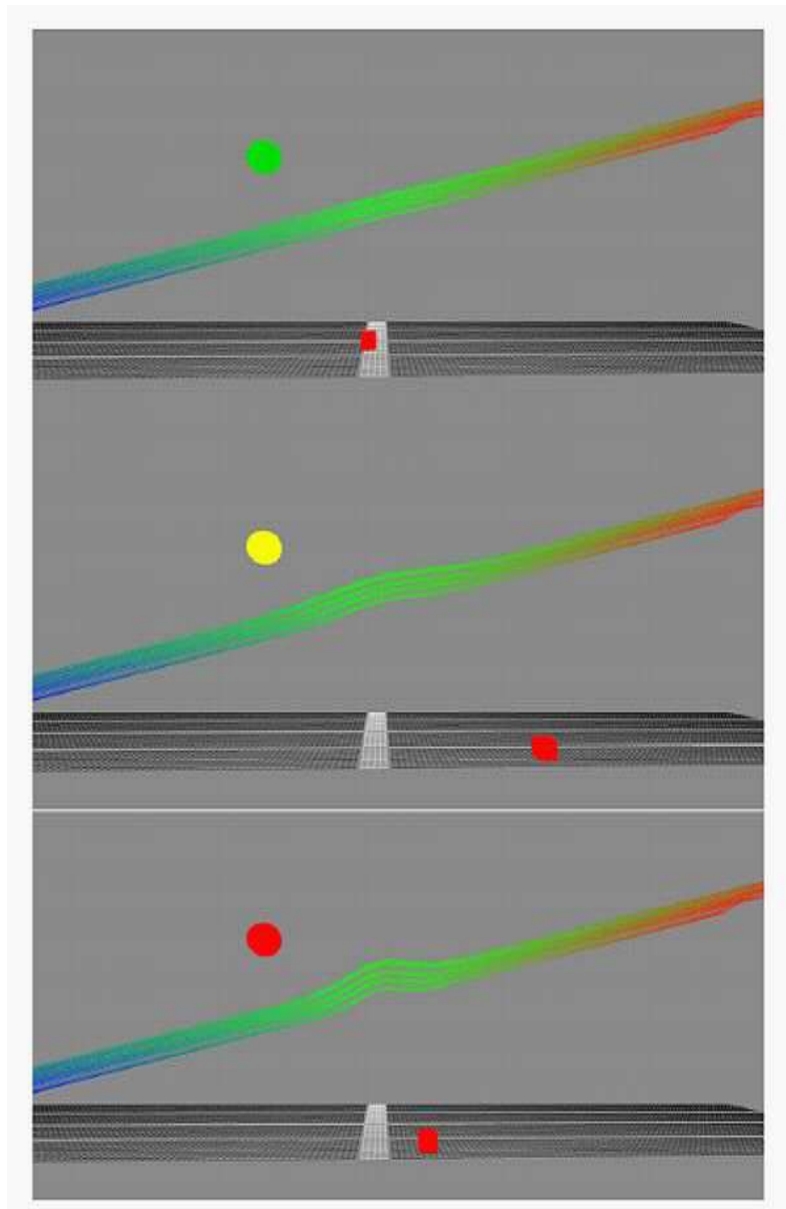
도면3



도면4



도면5



도면6

