



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0082868  
(43) 공개일자 2022년06월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G08G 1/00 (2006.01) B60W 30/12 (2020.01)  
B60W 30/165 (2020.01) B60W 30/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G08G 1/22 (2013.01)  
B60W 30/12 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7015798
- (22) 출원일자(국제) 2020년10월15일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2022년05월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2020/055681
- (87) 국제공개번호 WO 2021/076696  
국제공개일자 2021년04월22일
- (30) 우선권주장  
62/915,795 2019년10월16일 미국(US)  
62/915,808 2019년10월16일 미국(US)
- (71) 출원인  
로코메이션, 인크.  
미국 15143 펜실베이니아주 스위클리 오차드 레인 217
- (72) 발명자  
조지, 마이클 데이비드  
미국 15238 펜실베이니아주 피츠버그 워포드 드라이브 406  
메리클리, 데킨 알프  
미국 15228 펜실베이니아주 피츠버그 프루트허스트 드라이브 727  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 김연송, 백만기

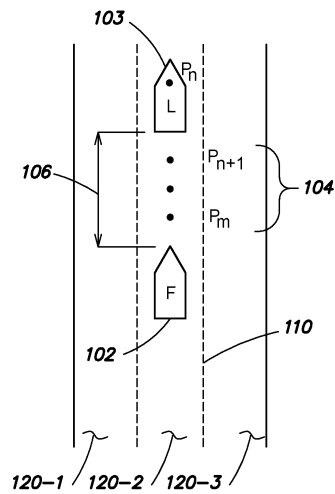
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 자율 팔로워 차량들에 관한 요구를 감소시키는 거동들

(57) 요약

차선 추종 또는 리더 교체 등의, 호송대로 동작하는 자율 차량들의 거동에 관한 요구들을 감소시키는 방법들 및 장치들.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

*B60W 30/165* (2013.01)  
*B60W 30/18163* (2013.01)  
*B60W 2420/42* (2013.01)  
*B60W 2552/53* (2020.02)  
*B60W 2554/4041* (2020.02)  
*B60W 2554/4048* (2020.02)  
*B60W 2554/801* (2020.02)  
*B60W 2554/802* (2020.02)

(72) 발명자

**메리클리, 세틴 알프**

미국 15201 펜실베이니아주 피츠버그 헤리슨 스트리트 4840

**라자고팔란, 벤카타라마난**

미국 15143 펜실베이니아주 스위클리 스위트워터 드라이브 185

**켈리, 알론조 제이.**

미국 15143 펜실베이니아주 옛지위스 오차드 레인 217

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

리더(leader) 및 팔로워(follower)를 포함하는 복수의 차량을 소대(platoon)로 운용하는 방법으로서,

상기 팔로워에서,

경로를 따른 상기 리더의 일련의 위치들( $p_1, p_2, \dots, p_n$ )을 검출하는 단계;

상기 팔로워가 상기 경로를 따라 상기 리더와 동일한 대응하는 종방향 위치들에 도달하도록 상기 팔로워의 종방향 위치들을 제어하는 단계;

상기 팔로워에 의해 현재 점유된 주행 차선의 속성들을 검출하는 단계;

상기 경로를 따라 검출된 상기 리더의 임의의 측방향 위치와는 관계없이 상기 검출된 주행 차선 속성들을 이용하여 상기 주행 차선에 관한 상기 팔로워의 측방향 위치를 추가로 제어하는 단계

를 포함하되,

상기 리더가 그 상응하는 주행 차선으로부터 이탈하고 있다는 조건을 상기 팔로워가 통보받지 않거나 검출하지 않는 것을 조건부로 하며, 만일 상기 리더가 그 상응하는 주행 차선으로부터 이탈하고 있다면,

상기 팔로워는 상기 조건이 더 이상 존재하지 않을 때까지, 상기 리더가 추종한 동일한 측방향 위치를 포함한, 상기 리더와 정확히 동일한 경로를 추종하도록 자신을 정확히 상기 리더 바로 뒤에 위치시키는, 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 리더의 위치들을 검출하는 단계는,

하나 이상의 센서를 이용하여 상기 리더의 위치를 검출하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 조건은 상기 리더가 장애물을 회피하고 있다는 것을 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 조건은 차선 변경인, 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 팔로워에서,

상기 차선 변경이 상기 팔로워에서 실행하기에 안전하지 않을 수 있다는 하나 이상의 차선 변경 조건을 검출하는 단계, 그런 다음,

상기 팔로워가 상기 차선 변경을 거부하고 있다는 것을 상기 리더에게 통보하는 단계; 또는

상기 차선 변경을 하지 않기로 자율적으로 결정하는 단계

중 어느 하나를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 6

제4항에 있어서, 상기 차선 변경 조건들은,

상기 팔로워, 상기 리더 또는 양쪽 모두에 대해 이용가능한 주행 차선들;

방해 트래픽;  
 측면들에 대한 간섭 차량 또는 기타의 장애물들;  
 뒤에서 접근하는 트래픽;  
 상기 팔로워의 센서들에게 보이지 않는 차선 마킹들; 또는  
 상기 리더에 대한 팔로워의 시야가 명료하거나 모호함  
 중 하나 이상을 포함하는, 방법.

**청구항 7**

리더 및 팔로워를 포함하는 복수의 차량을 소대(platoon)로 운용하는 방법으로서,  
 상기 팔로워에서,  
 경로를 따른 상기 리더의 일련의 위치들( $p_1, p_2, \dots, p_n$ )을 검출하는 단계;  
 상기 경로를 따라 상기 리더와 동일한 종방향 위치들에 도달하도록 자신의 종방향 위치들을 제어하는 단계;  
 주행 차선의 하나 이상의 속성을 검출하는 단계; 및  
 조건에 따라, 상기 차선 내에서 자신의 측방향 위치를 추가로 제어하되,  
 상기 검출된 차선 속성들을 이용하여 상기 차선 내 오프셋을 결정하거나;  
 상기 차선 내에서 리더의 측방향 위치를 모방함으로써, 제어하는 단계  
 를 포함하는 방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 일련의 위치들은 상기 리더 상의 기준점이 도로에 관해 상대적인 위치들을 나타내고;  
 상기 팔로워가 대응하는 종방향 위치에 도달하면, 상기 팔로워는 그 대응하는 기준점이 상기 리더가 그 종방향  
 위치에 있었을 때 상기 리더의 대응하는 기준점과 역시 동일한 측방향 위치에 있다는 것을 추가로 보장하는, 방  
 법.

**청구항 9**

제7항에 있어서, 상기 기준점은 제1 리더의 차량 지오메트리의 모델로부터 도출되는, 방법.

**청구항 10**

제7항에 있어서,  
 조정가능한 추적 거리로 리더-팔로워 상대적 자세를 이용하여 종방향 위치들을 제어하는 단계를 추가로 포함하  
 는 방법.

**청구항 11**

제7항에 있어서, 상기 기준점은 도어 대 카메라 상대적 자세로부터 도출되는, 방법.

**청구항 12**

제7항에 있어서, 상기 기준점은 상기 리더의 후방 도어들 상의 지점 이외의 것인, 방법.

**청구항 13**

제7항에 있어서, 상기 기준점은 상기 리더의 이미지 형성의 모델로부터 도출되는, 방법.

**청구항 14**

제7항에 있어서,

추적 자세까지의 거리에 관한 통제를 상기 리더까지의 거리에 관한 통제로부터 분리하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 15**

제7항에 있어서, 추가로, 상기 기준점은 휠 슬립(wheel slip)에 대해 조정되는, 방법.

**청구항 16**

제7항에 있어서, 상기 조건은,

차선 마킹이 상기 팔로워에게 보이는지;

상기 리더의 위치들이 검출가능한지; 또는

상기 리더가 차선 변경을 실행하고 있는지

중에서 하나 이상에 의존하는, 방법.

**청구항 17**

제1 리더, 팔로워 및 제2 리더를 포함하는 복수의 차량을 소대로 운용하는 방법으로서,

상기 제1 리더가 경로를 따라 주행하는 동안:

상기 팔로워는 또한, 상기 제1 리더의 센서-기반 위치 추적을 통해 상기 제1 리더의 경로를 자율적으로 추종하고 있고,

후속적으로 상기 팔로워가 상기 제1 리더 대신 상기 제2 리더의 추종으로 천이하는 것을 인에이블하되,

상기 제2 리더가 팔로워의 센서들 중 하나 이상의 센서의 범위 내에서 주행하는 동안,

상기 팔로워는 전제조건들을 추가로 테스트하고 있고,

상기 전제조건이 충족될 때, 상기 팔로워는 상기 제2 리더의 센서-기반 위치 추적을 통해 자율적으로 다른 경로를 추종하기 시작하고 상기 제1 리더의 추종을 중단하여,

추적할 상기 제1 리더 또는 상기 제2 리더를 갖지 않은 채 상기 팔로워가 주행 차선에 혼자 있게 되는 일이 결코 없도록 하는 추가적인 단계들에 의해, 상기 제2 리더의 추종으로 천이하는 것을 인에이블하는 단계; 및

상기 제1 리더가 상기 팔로워로부터 멀리 이동하는 것을 검출하는 단계

를 포함하는 방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 팔로워에 의해 테스트된 상기 전제조건들은

상기 제1 리더, 상기 제2 리더, 또는 상기 팔로워 중 하나 이상을 위한 복수의 가용 주행 차선;

전방에 방해 트래픽 없음;

측면들에 간섭 차량들 없음;

뒤에서 접근하는 트래픽 없음;

상기 팔로워의 센서들에게 보이는 차선 마킹들;

상기 팔로워가 상기 제1 리더, 상기 제2 리더, 또는 양쪽 모두의 위치를 검출할 수 있는지;

상기 팔로워의 자율성 레벨; 또는

상기 팔로워가 상기 제2 리더와 함께 소대를 구성할 권한부여

중에서 임의의 것 또는 전부를 포함할 수 있는, 방법.

**청구항 19**

제17항에 있어서, 추가로,

상기 팔로워가 주행 차선에서 상기 제1 리더를 추종하고 있고, 상기 제2 리더가 인접 차선으로 이동하고 있을 때;

상기 팔로워가 차선을 변경하여 상기 제2 리더 뒤에 놓이고;

상기 팔로워가 상기 제2 리더의 추종을 개시하는, 방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 상기 팔로워는, 차선 마킹을 검출하거나 상응하는 제1 리더 또는 제2 리더를 추적함으로써, 상기 제1 리더, 상기 제2 리더, 또는 양쪽 모두를 추종하는, 방법.

#### 청구항 21

제17항에 있어서, 추가로,

상기 팔로워가 주행 차선에서 상기 제1 리더를 추종하고 있을 때;

상기 제1 리더와 상기 팔로워는 그들 사이에 갭을 생성하기 위해 종방향으로 이동하지만, 상기 팔로워가 여전히 상기 제1 리더를 추종할 수 있도록 충분히 가깝게 이동하고,

상기 제2 리더는 상기 갭 내로 이동하고;

상기 팔로워는 상기 제2 리더의 추종을 개시하고 상기 제1 리더의 추종을 중단하는, 방법.

#### 청구항 22

제17항에 있어서, 추가로, 상기 팔로워는 상기 제2 리더에게 자신이 지금 상기 제2 리더를 추종하고 있다는 것을 통보하고 상기 제1 리더에게 자신이 상기 제1 리더를 추종하는 것을 중단했음을 통보하는, 방법.

#### 청구항 23

제17항에 있어서, 추가로, 상기 제2 리더는 상기 팔로워가 지금 상기 제2 리더를 추종하고 있다는 것을 검출하고, 상기 제1 리더는 상기 팔로워가 상기 제1 리더를 더 이상 추종하고 있지 않는 것을 검출하는, 방법.

#### 청구항 24

제17항에 있어서, 상기 전제조건은, 상기 제1 리더, 상기 제2 리더, 또는 양쪽 모두의 감지된 거동인, 방법.

#### 청구항 25

제24항에 있어서, 상기 감지된 거동은 시그널 등인, 방법.

#### 청구항 26

제17항에 있어서, 상기 전제조건은, 상기 팔로워가 상기 제2 리더를 추종하기 시작하고 상기 제1 리더의 추종을 중단해야 한다는 것을 나타내는 정보를 상기 팔로워에서 수신하는 것인, 방법.

#### 청구항 27

제17항에 있어서,

상기 제1 리더 및 상기 제2 리더 중 어느 쪽이 현재 상기 팔로워를 이끌고 있는지에 관한 리더 상태 정보를 수신하는 단계; 및

상기 수신된 리더 상태 정보 및 상기 팔로워의 센서들로부터 도출된 다른 리더 상태 정보를 비교하는 단계; 및

이러한 상태 정보에서의 임의의 불일치를 상기 제1 및 상기 제2 리더 중 어느 하나 또는 양쪽 모두에게 통보하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 28

제17항에 있어서,

상기 제2 리더의 경로로부터 측방향 오프셋을 결정하고 상기 팔로워가 상기 제2 리더의 경로에 수렴하게 하는 상기 팔로워에 대한 수정 궤적을 생성하는 단계; 또는

차선 폭 또는 상기 팔로워와 상기 제2 리더 사이의 상대적 위치에 의존하는 상기 팔로워의 경로에 대한 오프셋—이러한 오프셋은 시간 경과에 따라 또는 상기 팔로워가 이동한 거리에 따라 추가로 감소됨—을 결정하는 단계

를 더 포함하거나, 또는

상기 팔로워는, 상기 제2 리더의 추종으로의 천이가 진행되는 동안 차선 추종 모드로 들어가는, 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호참조

[0002] 본 특허 출원은 2019년 10월 16일에 출원된 발명의 명칭이 "VISION-BASED FOLLOW THE LEADER LATERAL CONTROLLER"인 계류 중인 미국 가출원 일련번호 62/915,795호와, 및 2019년 10월 16일에 출원된 발명의 명칭이 "REDUCING DEMAND ON AUTONOMOUS FOLLOWER VEHICLES"인 동시 계류 중인 미국 가출원 일련 번호 제62/915,808호에 대한 우선권을 주장한다. 본 출원은 또한, 본 출원과 동일한 날짜에 출원된 발명의 명칭이 "VISION-BASED FOLLOW THE LEADER LATERAL CONTROLLER"인 미국 특허 출원, 일련 번호 제\_\_\_\_호(대리인 문서 번호 3827-007U01)에 관한 것이다. 이들 출원들 각각의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 포함된다.

### 배경 기술

[0003] 본 특허 출원은 호송대(convoy)로 동작하는 자율 차량들에 대한 요구를 감소시키는 방법들 및 장치들에 관한 것이다.

[0004] 연구원들과 차량 제조업체들은 수년 동안 자율 주행 기술들을 개발해 왔다. 상업용 트럭은 자율 차량이 궁극적으로 널리 보급될 분야들 중 하나가 계속해서 될 것이다. 한 시나리오에서, 호송대 앞의 트럭은 사람의 통제 하에 있고, 하나 이상의 후행 차량이 리더를 또는 서로를 자율적으로 추종한다. 센서들 및/또는 (차량-대-차량 무선 통신 등의) 무선 접속들은, 트럭들이 서로의 위치와 조건을 인지하게 하여, 자율 팔로워(들)가 리더의 방향 및 속도에서의 변화에 대응할 수 있게 한다.

[0005] 소니 등은, "Formation Control for a Fleet of Autonomous GroundVehicles: A Survey", Robotics, 2018, 7, 67 에서, 향상된 안전성, 연료 효율, 주행 거리, 이동에 필요한 시간 및 감소된 도로 정체 등의, 차량 대형 제어의 다양한 이점을 언급하고 있다.

[0006] 자율 차량들은 차선을 유지하고 안전한 거리와 속도를 유지하면서 주변 차량들을 추종해야 하는 것이 준수되어야 한다. 소대 대형 제어의 목적은, 소대에 있는 모든 차량이 원하는 차량간 간격 전략에 명시된, 원하는 대형 형상 또는 지오메트리를 유지하면서 동일한 속도로 이동하고 있음을 확인하는 것이다. 따라서, 자율 차량들의 경우, 소대 대형을 형성하는 것은, 특정한 알고리즘들, 제어기들, 종방향 및 측방향 제어로 구성된 전략들을 요구한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

### 과제의 해결 수단

[0007] 여기서 흥미로운 것은, 자율 주행 로직을 간소화하는 등에 의해, 자율 팔로워에 관한 요구를 감소시키는 접근법들이다. 이들은 다음을 포함할 수 있다

[0008] -차선 마킹 제약을 준수하면서 리더의 경로를 추종.

- [0009] -차선 변경 또는 기타의 기동 동안에 리더 바로 뒤에 머무르기.
- [0010] -정의된 리더 핸드오프 프로토콜 준수; 또는
- [0011] -기타의 거동
- [0012] 이들 접근법들 중 하나 이상을 채택함으로써, 자율 팔로워가 더 안전하게 동작하는 것을 보여줄 수 있다. 이들 접근법들 중 하나 또는 또 다른 것이 현재 조건들에 기초하여 선택될 수 있다.
- [0013] 한 실시예에서, 팔로워에 관한 요구를 감소시키는 것은, 리더의 차선 오프셋 거동을 모방하는 것을 포함할 수 있다. 이 경우, 팔로워는, 라이더, 레이더, 또는 카메라 등의, 이용가능한 센서의 비전을 이용하여 경로를 따라 리더의 위치들을 검출할 수 있다. 이것은 리더에 의한 팔로워의 완전한 직접 제어 없이(예를 들어, 측방향에 대한 완전하지 않은 제어) 또는 무선 링크를 통해서 등의 리더의 위치들을 팔로워에 전달하지 않고 이루어질 수 있다. 팔로워는 경로를 따라 동일한 위치들에 도달하고 리더와 동일한 차선 내에 머물려고 노력하지만, 동시에, 그 차선 내에서 자신의 측방향 위치를 추가로 제어한다. 팔로워는 차선 마킹을 검출하거나 도로 가장자리, 저지 장벽(jersey barrier), 교통 원뿔 등의 주행 차선 위치의 다른 표시를 관찰함으로써 차선 내에서 자신의 위치를 제어할 수 있다. 그 결과, 팔로워의 차선 오프셋은 종종 리더의 차선 오프셋과 정확히 동일하지 않을 수도 있다.
- [0014] 그러나, 소정의 다른 조건들에서, 팔로워는 상이하게 동작한다. 이들 조건들은, 예를 들어, 주행 차선으로부터 이탈하거나, 차선 변경을 실행하거나, 장애물을 피하기 위해 등을 위해, 리더가 의도적으로 소정의 방식으로 기동하고 있다는 것을 팔로워가 검출할(또는 통보받을) 때 발생할 수 있다. 이 경우, 팔로워는 측방향 위치 제어 시도를 중단하고, 대신에 리더 바로 뒤에 정확히 자신을 위치시키고, 이제 리더의 차선 중심 오프셋을 "모방"하도록 측방향 위치를 포함한 정확히 동일한 경로를 추종한다. 팔로워가 리더의 차선 오프셋과 정확히 일치시키려고 시도하는 이러한 모방은, 의도적인 기동이 완료되었음을 팔로워가 검출할(또는 통보받을) 때까지 계속된다.
- [0015] 다른 구현들은 이 차선 모방 프로세스를 개선할 수도 있다. 예를 들어, 팔로워는 리더 차량의 어딘가에 위치한 검출가능한 지점을 기준점으로서 이용할 수 있다. 그 다음, 기준점은 리더의 차선 오프셋을 결정할 때 가이드로서 이용된다. 한 접근법에서, 팔로워가 한 주어진 종방향 위치에 도달하면, 팔로워는 그 자신의 대응하는 기준점이 리더가 그 주어진 종방향 위치에 있었을 때의 리더의 대응하는 기준점과 동일한 측방향 위치에 있다는 것을 추가로 보장한다. 따라서, 팔로워는 트레일러의 후방 도어들(또는 트랙터의 뒷차축 등)의 위치가 리더의 대응하는 후방 도어 (또는 트랙터 뒷차축 등)를 추적하고 있음을 보장할 수 있다.
- [0016] 다른 실시예들에서, 리더 교체 기동 동안 팔로워에 관한 감소된 요구가 가능하다. 여기서는, 제1 리더(L1), 팔로워(F), 제2 리더(L2)를 포함한 적어도 3개의 차량이 있다. 처음에, 팔로워는 어떤 경로를 따라 리더를 추종하고 있다. 일부 실시예에서, 그 경로는, 무선 링크를 통해서 등에 의해 리더에 의해 직접적으로 통보받지 않고, 자신의 센서들을 이용하여 리더의 일련의 위치들을 검출함으로써 팔로워에 의해 도출될 수 있다. 나중에, 팔로워는, 먼저 전제조건들을 테스트함으로써 제2 리더를 추종하는 것이 가능해진다. 이들 조건들이 충족되지 않으면, 팔로워는 차선 변경 기동을 거부할 수 있다. 그러나, 조건들이 안전한 차선 변경이 가능함을 나타내는 경우, 팔로워는, 그 센서들을 이용하여 추적할 제1 또는 제2 리더를 갖지 않은 채 주행 차선에서 팔로워가 혼자 남는 일이 결코 없도록 하는 방식으로 제2 리더 추종으로 전환할 수 있다.
- [0017] 여기서 설명된 시스템의 이점들은 다음과 같다...

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 여기서 논의된 접근법들의 추가적인 신규한 피처들 및 이점들은 이하의 본문과 첨부된 도면들에서 분명하며, 여기서:
  - 도 1a 내지 도 1c는 직선 경로를 따른 차선 추종의 다양한 상태를 나타낸다.
  - 도 1d 및 도 1e는 곡선 경로를 따른 차선 추종의 다양한 상태를 나타낸다.
  - 도 2a 및 도 2b는 간섭 차량을 나타낸다.
  - 도 2c 및 도 2d는 가려진 차선 마킹을 나타낸다.
  - 도 2e 및 도 2f는 또 다른 간섭 차량 상황을 나타낸다.

도 3a 및 도 3b는 리더 교체를 나타낸다.

도 3c 및 도 3d는 또 다른 리더 교체를 나타낸다.

도 3e 및 도 3f는 역시 또 다른 리더 교체를 나타낸다.

도 4는 여기서 설명된 방법들 및 장치를 구현하는 한 전자 시스템의 블록도이다.

도 5a 및 도 5b는 차선 추종 거동들에 대한 한 예시적인 흐름이다.

도 5c는 리더 교체 거동들에 대한 한 예시적인 흐름이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 도 1a를 참조하면, 하나의 예시적인 상황에서 팔로워 차량(102)(역시 문자 "F"로 지정됨)은 지면을 따라 리더 차량(103)(역시 문자 "L"로 지정됨)과 동일한 경로(104)를 추종하면서, 동시에 차선 제약들을 준수한다.
- [0020] 리더(103) 및 팔로워(102) 각각은, 트랙터 및 트레일러의 킹핀이 결합된 제5 휠을 포함하는 세미트럭 등의 차량 일 수 있다. 일부 구현에서, 트럭이 자동차를 추종하거나 그 반대일 수 있고, 또는 자동차가 자동차를 추종할 수도 있다. 어느 하나 또는 양쪽 차량 모두의 트랙터 및/또는 트레일러에 위치한 전자기기들로는, 하나 이상의 센서, 통신 인터페이스, 자율 제어기, 및 물리적 구동 시스템에 대한 인터페이스가 포함된다.
- [0021] 도 4와 관련하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 센서들은, 카메라, 레이더, 소나, LIDAR 등의 비전 센서, 주행 거리계, 속도계, 자이로스코프, 및 기타의 센서 등의 움직임 센서를 포함할 수 있다. 팔로워(102)가 세미트럭인 경우, 비전 센서들 중 적어도 일부는 세미트럭 전방의 영역(들)을 포함하는 시야를 가져야 하고, 다른 비전 센서들은, 트랙터 또는 부착된 트레일러의 각각의 측면으로부터 측방향으로 연장되는 측면 영역을 포함하는 시야를 가질 수 있고, 역시 다른 비전 센서들은, 차선 마킹(110) 또는 도로 표면 및/또는 의도된 주행 차선을 구성하는 영역의 측방향 범위의 다른 표시들을 보기 위해 아래쪽을 가리킬 수 있다. 팔로워(102)의 전자기기들은 또한, 센서들로부터 수신된 데이터를 처리하고, 인지 로직을 이용하여 하나 이상의 조건을 결정한 다음, 이들 조건에 따라 자율 플래너 로직(planner logic)을 실행하는, 하나 이상의 컴퓨터를 포함할 수 있다. 플래너 로직은, 차례로, 구동 시스템의 기계적 컴포넌트들을 작동하는 제어 로직을 구동한다. 구동 시스템은, 적어도, 가속(또는 스로틀), 제동, 및 제어 로직에 의해 제공되는 전기 제어 입력들에 응답하는 조향 메커니즘들을 포함한다. 제어 로직은 차량의 움직임을 측정하기 위해 주행거리계 및 자이로스코프 등의 움직임 센서들을 직접 이용할 수 있다.
- [0022] 1. 팔로워는 리더의 경로를 추종하면서 자신의 차선 제약들을 자유롭게 준수한다.
- [0023] 계속해서 도 1a를 참조하면, 팔로워(102(F))는 리더(103(L))가 지면을 따라 추종한 경로(104)에 관한 정보를 (리더로부터 또는 로컬로 도출함으로써) 수신하고, 팔로워(F)는 항상 그 경로에 머문다. 104 경로는 일련의 위치들  $P_n, P_{n+1}, \dots, P_m$ 에 의해 또는 다른 방식들로 정의될 수 있다. 팔로워(102)의 측방향 제어, 즉, 도로에 대한 횡방향의 그 상대 위치(예를 들어, 차선들 110-1, 110-2, 110-3(집합적으로 차선들(110))에 관한 그 위치)의 제어도 역시 차선 마킹(110) 등에 의해 제약된다.
- [0024] 측방향 제어는 리더(L)와 팔로워(F) 사이의 간격 또는 물리적 갭(106)을 제어하는 것(예를 들어, 종종 종방향 제어라고 하는, 자동 순항 제어가 수행할 수 있는 것)과 동일하지 않다는 것도 역시 이해해야 한다. 차량 호송은, 종종 리더(103)와 팔로워(102) 사이에 갭 제약 또는 최소 거리(106)를 부과한다. 여기서 갭 제약은, 팔로워(102)가 리더(103)가 종주한 차선과 동일한 차선을 유지하되, 적어도 일시적으로 리더(103)로부터 더 짧은 시선 거리에 있는 것을 허용하도록 회전(turn) 동안 적절하게 정의될 수 있다. 이것은, 팔로워가 커브를 도는 동안 시선 거리를 이용하여 속도를 높이고 리더에 대한 갭(106)을 좁히는 경향을 제거하는 등에 의해, 팔로워(102)가 차선 규율을 준수하는 것을 더 쉽게 만들 수 있다.
- [0025] 리더의 경로(104)는 여러 방식으로 결정될 수 있다. 리더가 추종하는 경로는, V2V 또는 기타의 무선 인터페이스를 통해 리더에 의해 팔로워에게 전송된 GPS 좌표 세트일 수 있다. 그러나, 리더의 경로(104)는 또한, 리더의 위치를 주기적으로 결정하기 위해 카메라들 및 이미지 처리를 이용하는 것 등의, 리더로부터의 입력 없이 팔로워에 의해 결정될 수도 있다. 이러한 정보에 기초하여, 팔로워(102)의 제어 로직은, a) 측방향 또는 b) 종방향, 또는 c) 리더의 바퀴들 근처의 차선 마킹에 관한 리더(103)의 측방향 위치에 있어서, 그 자신에 관한 리더(102)의 위치의 임의의 조합을 결정하는데 관심이 있을 수 있다.

- [0026] 팔로워(102)는 자신의 바퀴 근처의 차선 마킹에 관한 자신의 위치를 결정하는데 관심이 있을 수 있다. 이러한 위치는, 팔로워의 전방, 후방 또는 측면 도로 상의 차선 마킹(110)(또는 차선 위치의 다른 표시)을 볼 수 있는 팔로워(102) 상의 임의의 위치에 놓인 비전 센서들에 의해 검출될 수 있다. 이들 센서들의 시야에 있는 물체의 위치를 지속적으로 결정하기 위해 센서들을 이용하는 이러한 프로세스는, 센서 기반 위치 추적이라고 불릴 것이다.
- [0027] 차선 마킹(110)은, 도로 표면 상의 페인팅된 실선이나 파선, 또는 도로 표면 상의 측방향 위치의 측정을 허용하는 임의의 다른 물리적 또는 달리 검출가능한 피처로서 구성될 수 있다. 이들 피처들에는, 포장 도로의 가장자리, 저지 장벽(jersey barrier)들, 교통 원뿔, 가드레일 등이 포함될 수 있다. 도로가 눈으로 덮인 경우와 같이, 그 필요성이 극단적인 경우, 측방향 위치는 인접 차선들의 차량들로부터 도출되어, 충돌을 피하거나 그들의 움직임이 그들의 차선의 부분적 정의에 해당한다고 단순하게 가정할 수도 있다. 또 다른 극단적인 예는, 도로가 제설기로 청소되기 전에 눈 속의 타이어 자국들로부터 측방향 위치를 도출하는 것이다.
- [0028] 주어진 물체(리더(103) 차량, 차선 마킹(110) 또는 임의의 관심대상 물체)의 위치의 일부 구성요소는 이용되는 센서들의 제한들로 인해, 또는 감지된 물체들의 특성들, 또는 센서-물체의 상대적 배열, 또는 대칭이나 엘리어싱, 폐색 또는 노이즈 레벨 등의 기타의 신호 처리 문제로 인해 측정가능하지 않을 수도 있으며, 공식적으로 "관찰가능"이라고 알려져 있다는 것을 이해해야 한다. 일부 경우에, 예를 들어, 촬영된 물체의 크기에 관한 어떠한 예상치도 이용가능하지 않을 때, 단일 카메라 이미지로부터 물체의 깊이를 관찰하기 어렵거나 불가능하지만, (좌측 또는 우측 위치와 관련된) 물체에 대한 방위를 쉽게 관찰할 수 있다. 대칭이 중요한 경우는 도로의 종방향 피처들의 측정이다. 이러한 측정들은 전형적인 움직임 이동 방향을 따른 센서(들)의 움직임에 대해 종종 실질적으로 변경되지 않으며, 공식적으로는 "불변"이라고 알려져 있다. 종방향 피처들의 예로서는, 실선 및 파선 차선 마킹, 가드레일, 타이어 자국, 교통 원뿔들의 라인, 도로 가장자리 등이 포함된다. 이러한 불변성의 결과로서, 종방향에서의, 즉, 주행 차선 자체를 따른, 카메라(또는 아마도 다른 센서)의 위치 또는 움직임은 관찰가능하지 않다. 측정들은 엘리어싱을 보일 수도 있는데, 예를 들어 도로를 따라 하나의 파선 길이를 이동한 후 하나의 파선 차선 마킹(또는 교통 원뿔)이 또 다른 것과 동일하게 보이기 때문이다. 종방향 피처들의 경우, 차선 마킹에 관한 그 배향 외에도 측방향에서 카메라의 위치를 관찰하는 것이 전형적으로 여전히 가능하다. 사실상, 종방향 좌표는 전형적으로 차선 추종과 관련이 없기 때문에 측방향 제어(예를 들어, 조향) 목적에 대해 제한된 관찰가능성은 어려운 제한이 아니다.
- [0029] 일반적으로, 팔로워(102)는, 항상 리더와 동일한 차선 규율을 준수하면서 리더(103)와 동일한 차선을 유지하려고 시도하도록 자신의 위치를 제어하기 위해 센서 입력들을 이용한다. 그럼에도 불구하고, 동일한 차선 규율의 의미하는 바를 정의하기 위한 몇 가지 옵션이 있으며 아래에서 논의된다. 리더(103)가 실질적으로 항상 전방에 위치하지 않고서는 팔로워(102)는 결코 동작하지 않지만, 양쪽 차량들 모두가 차선들(120) 사이에서 동작하는 경우가 있다. 차선을 변경하거나, 입구 또는 출구 램프에 들어가거나 나오거나, 갓길로 바짝 붙거나, 충돌을 피하기 위한 의도가 있는 일부 경우가 있다.
- [0030] 팔로워(102)는 단지 "최단 경로에서 리더(103)를 향해 운전"하는 것이 아니라, 대신에 여러 측방향 제어 규율들 중 임의의 것을 실행할 수 있으며, 이들은 다양한 방식으로 결합될 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 경로 모방에서, 팔로워는 리더가 주행한 바로 그 경로를 추종해야 한다. 따라서, 팔로워도 리더 뒤쪽의 동일한 위치들  $P_n, P_{n+1}, \dots, P_m$ 에 도달하려고 노력한다.
- [0031] 리더(103)는 인간에 의해 구동되거나, 다른 경우에는, 강력한 자율 주행 알고리즘(예를 들어, SAE 레벨 4 또는 5 자율성)을 실행하는 완전 자율 차량일 수 있다. 리더(103)를 인간-구동형으로 하는 것에는 경제적 가치가 있을 수 있고, 팔로워(102) 상의 전자기기들의 대부분 또는 전부를 리더 상의 복제시키는 것에 있어서 잠재적인 안전 및 기능적 가치가 있다. 하나의 시나리오에서, 리더(103)는 센서들의 완전 자율 수트(full autonomy suite)를 포함하고 그것이 인지하고 있는 것을 팔로워(102)의 자율 시스템에 보고한다.
- [0032] 리더(103)를 제어하는 것이 인간이든 강력한 자율 운전자이든, 리더는 항상 팔로워(102)를 위해 경로를 "증명"한다. 따라서, 팔로워(102)는 적어도 리더(103)만큼 안전한 방식으로 동작하는 것이 보장될 수 있다. 이것은, 결국, 팔로워(102)에 관한 제약들을 감소시키므로, 자율 팔로워가 덜 복잡한 로직을 갖는 것을 허용하지만, 여전히 리더(103)를 추종하는 것으로부터 증가된 안전 이점을 얻는다.
- [0033] 이것은 도 1d에 도시된 것 등의 상황을 참조하여 추가로 이해된다, 여기서 리더(103) 및 팔로워(102)는 커브(202)를 포함하는 경로를 종주하고 있다. 위치 P1의 팔로워(102)가 단순히 위치 P2의 리더(103)를 "향해 운전"하는 경우, 도 1e에 도시된 바와 같이 팔로워는 (곡선(202)의 정점(apex)에 접근함에 따라) 중앙 차선으로부터

터 우측 차선 내로 교차하는 경로(205)로 주행하기 쉬울 수 있다, 이 상황은, 팔로워가 "리더의 경로(104)를 추종하고" 동시에 "차선 규율을 준수"하게 함으로써 피할 수 있다.

[0034] 2. 차선 추종

[0035] 좁은 도로 공사 구역, 계량소 또는 주차장 등의, 도로 표면에 적절한 차선 마킹이 없는 장소가 많이 있다. 마킹이 마모 또는 파괴된 경우 또는 도로 표면에 적절한 차선 마킹이 없거나 충분히 보이지 않는 공기중 또는 표면 장애물(날씨/먼지)이 존재하는 경우 등의 상황도 있다. 이러한 경우, 경로 모방은, 임의의 종류의 검출가능한 도로 피처의 존재에 의존하지 않기 때문에, 유용한 측방향 제어 규율이다 - 리더의 경로는 팔로워의 경로가 도출되는 기준을 형성한다.

[0036] 그러나, 대부분의 경우, 차선 추종 규율이 더 유용할 수 있다. 이 규율에서, 팔로워는, 리더의 오프셋과 상이 하더라도 그 차선 중심 오프셋을 결정하거나 제어하는 어느 정도의 자율성을 부여받는다.

[0037] 이러한 자율성에 대한 한 가지 동기부여는, 인간 운전자가, 피로나 주의산만 또는 다른 이유들에 의해 야기된, 불충분한 주의력 수준으로 인해, 차량이 차선 내에서 다소 옆으로 드리프트하는 것을 허용하는 경향이 있다는 사실이다. 또한, 바람, 측방향 가속도, 미끄러운 표면 등의 수많은 순간적인 방해는, 리더가 그 차선 중심으로 부터 이탈하게 할 수 있다. 이러한 경우, 팔로워가 리더의 정확한 차선 중심 오프셋을 모방할 것을 요구하는 것은 위험하며 대개 가치가 없다. 한 위험은, 팔로워가 동일한 장소에 도착할 때 리더에게는 깨끗했던 영역이 더 이상 깨끗하지 않을 수도 있는 약간의 위험이다. 또 다른 위험은, 수많은 팔로워들이 서로를 추종할 때 차선 중심 오프셋 오차가 악화(일렬 불안정성)되는 경향이다.

[0038] 이들 위험들 모두는 팔로워(102)에게 "차선내 이탈 권한"이 부여된다면 완화된다 - 즉, 적어도 일상적인 동작 동안에, 어느 정도는, 자신의 차선 내의 어느 곳이든 이동할 권한, 동등하게는, 리더의 정확한 경로로부터 이탈 할 수 있는 권한.

[0039] 3. 차선 오프셋 모방 및 리더의 경로로부터의 일시적 이탈

[0040] 그럼에도 불구하고, 팔로워(102)가 리더(103)의 경로(104)를 더 정밀하게 추종하는 것이 중요할 수 있는 비일상적인 상황이 있다. 불충분한 차선 마킹의 경우는 위에서 논의되었다. 또 다른 경우는, 차선 마킹(110)이 있지만, 리더(103)가, 팔로워(102)가 동일한 장소에서 동일한 기동을 해야 한다는 것을 암시하는 이유로 차선 중심으로부터, 의도적으로, 및 아마도 상당히 벗어나는 경우이다. 여기서, 차선 마킹(110)이 있기 때문에, 원하는 측방향 제어 규율을 "차선 중심 오프셋 모방"으로서 정의할 수 있다. 이러한 규율은, 리더의 차선 중심 오프셋을 모방하는 측면에서, 원하는 팔로워 경로가 더욱 정확하고 유용하게 정의되는 것을 허용할 수 있다. 이러한 정의는, (상대적 자세 및 팔로워의 움직임 이력의 비전 센서 측정들로부터 도출된) 리더의 경로의 추정치의 측면에서 팔로워 경로를 정의하는 경로 모방과는 별개이다.

[0041] 또 다른 고려사항은, 일반적으로, 인간 운전자는 차선 마킹(110)에 관해 지속적으로 "드리프트"하는 경향이 있고 자신의 차선 내에 정확히 머물지 않는다는 것이다. 따라서, 그 일반적인 경우에, 팔로워(102)가 항상 리더(103)의 차선 거동을 정확히 모방하는 것은 이상적이지 않을 수도 있다. 많은 경우에, 팔로워는, 여전히 안전한 추종 거리를 준수하면서 이용가능한 차선 마킹(110)(또는 주행 차선이 어디인지를 나타내는 다른 표식)을 이용하여 자신의 차선(120) 내에 머무르는 것이 좋다. 그러나, 리더(103)가, 차선 변경 동안 또는 장애물을 피하기 위한 등의 경우에, 자신의 차선으로부터 의도적으로 및 상당히 이탈할 때, 팔로워(102)는 리더의 움직임을 모방하는 것으로 전환해야 한다.

[0042] 장애물이라는 용어는, 본 기술 분야에서 자주 사용되는 바와 같이 본 명세서에서 사용된다. 장애물이란, 단단한 물체 뿐만 아니라 움직임을 방해할 수 있는, 정적이거나 움직이는 물체를 말한다. 장애물이란 또한, 차량이나 사람 또는 인근 부동산에 대한 안전 위험을 나타낼 수 있는 소정 시간에서의 공간 내의 한 위치에서 발생하거나 잠재적으로 발생할 수 있는 기타 임의의 모든 위험한 조건(중중 위험이라고 함)를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 리더 또는 팔로워 차량은, 움푹 들어간 곳, 토석이나 눈으로 뒤덮인 도로의 지점이거나, 블랙 아이스로 의심되거나, 인간이나 머신의 지각에 의해 충분히 이해하기 어려운 "장애물"과 조우하는 것을 피하기 위해 조치를 취할 수 있다.

[0043] 도 1b를 참조하면, 리더(103)와 동일한 차선(120)에 머무르는 것은 또한, 팔로워(102)가 리더(103)의 "차선 중심 오프셋"(130)을 모방하게 하는 것을 포함할 수 있다. 여기서 중앙 차선(120-2)을 주행하는 리더(103)는 좌측 차선(120-1)으로 대략 1/4 차선만큼 드리프트했다. 따라서, 팔로워(102)는 이 차선 오프셋 조건을 검출하거나 통보받을 수 있으며, 그 자신의 측방향 위치를 차선 폭의 1/4만큼 중앙 차선(120-2)의 좌측으로 또한 이동하

도록 조정하여, 리더(103)의 차선 중심 오프셋(130)을 "모방"할 수 있다.

- [0044] 차선 오프셋 모방을 이용하는 주요 동기는 위에서 언급한 잠재적으로 더 높은 정확도뿐만 아니라 전방 도로에 대한 팔로워의 시야가 리더 자체에 의해 다소 차단된다는 사실이다. 그러나, 이것은 팔로워(102)가 짧은 구간 동안 리더의 경로(104)에서 이탈하지 않을 수도 있다는 것을 말하는 것은 아니다.
- [0045] 리더의 차선 오프셋(130)을 모방할지의 결정은 때때로 어려울 수 있다. 이것은, 리더(103)가 정지된 장애물을 피하고 있을 때는 분명히 가치가 있고, 리더를 모방하는 것이 팔로워가 자신에 인접한 차량과 충돌을 야기할 때는 분명히 가치가 없다. 여기서 다시, 팔로워(102)가 그 차선 중심으로부터 이탈할지의 여부에 관해 어느 정도 자율성을 부여받는 것이 유리할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 자율성을 실현함에 있어서, 2가지 제어 결정은, 1) (아마도 바람이 불어서 또는 리더(103)의 운전자의 부주의 때문에) 리더(103)가 의도적으로 벗어나고 있는지의 여부를 팔로워(102)가 어떻게 아는가와 2) 알게되더라도, 팔로워(102)가 모방해야 하는지의 여부를 포함할 수 있다. 팔로워(102)는 예를 들어 리더의 순간적인 탈선 기동을 거부하거나("기동 거부" 권한) 장애물을 피하기 위해 자체 기동을 생성하고 실행하는 것을 허용하는 이탈 권한("장애물 회피" 권한)을 가질 수 있다.
- [0046] 도 1c에 도시된 바와 같이, 한 상황에서 팔로워(102)는 리더(103)가 일시적으로 이탈을 보고할 때(또는 팔로워에 의해 관찰될 때)에도 중앙 차선에 머무를 수 있다. 이것은 동물(140)이 리더(103)의 예상 경로를 가로질러(예를 들어, 우측에서 좌측으로) 달리는 것이 검출될 때 발생할 수 있다. 이러한 상황은 또한, 예를 들어 그 카메라 또는 다른 비전 센서들을 이용하여 팔로워(102)에 의해 검출될 수 있다.
- [0047] 도 1c의 상황이 리더(103)에 의해 검출되면, 리더(103)는 동물(140)의 존재로 인한 일시적 이탈을 팔로워(102)에게 보고할 수 있다. 또는 아마도 리더가 이러한 상황에서 자신의 일시적 위치 Pt를 그냥 보고하지 않을 수도 있다. 그 다음, 팔로워(102)는, 팔로워가 그 지점에 도달할 때 동물(140)이 지나갔을 것이기 때문에 이탈없이 자신의 차선에 남아 있는 것이 안전하다고 결정할 수 있다. 또는 아마도 팔로워(102)는 기동 거부 권한을 갖고, 리더(103)의 차선 중심 오프셋을 계속 모방하거나 스스로 어떤 다른 장애물 회피 기동을 일시적으로 실행하는 것이 가장 안전하다고 결정할 수 있다.
- [0048] 4. 측방향 제어 규율들의 융합
- [0049] 하나보다 많은 측방향 제어 규율들을 활성화하고 이들을 어떤 방식으로 병합하는 것이 가치가 있을 수 있는 상황들이 있다. 예를 들어, 팔로워(102)가 공사 구역에서 리더(103)의 경로를 모방하고 있지만 유효 차선 가장자리 근처에 저지 장벽 또는 가드레일이 있는 경우, 주행 차선(예를 들어, 가드레일)에 의해 표시된 명목 경로 추종을 허용하여 경로 모방에 의해 표시된 명목 경로를 무시하는 것이 더 안전할 수 있는데, 이것은 후자가 팔로워를 차선 가장자리의 물리적 장벽에 너무 가깝게 만들기 때문이다. 즉, 리더 경로(104)는 "선호하는 경로"로 간주될 수 있지만 안전이 필요할 때 차선-도출된 경로에 의해 무시될 수 있다.
- [0050] 다소 신뢰할 수 있는 동일한 결과를 달성하는 다른 방식들이 있다. 예를 들어, 팔로워(102)가 장애물 회피 이탈 권한을 가지고 있다면, 이러한 권한을 행사하고 저지 장벽 차선 가장자리를 차선 마킹(제안) 대신 (하드) 장애물로서 취급할 수 있다.
- [0051] 또한, 아래에 개시되는 바와 같이, 이 경우에 팔로워(102)가 단순히 상이한 차선(110) 추종 측방향 제어 규율로 전환하기로 결정하는 것이 가장 신뢰할 수 있을 것이다. 이러한 자율 전환이 허용되는 경우, 실제 구현은 사람이 개입하기 위한 메커니즘들 및/또는 전환에 관한 전체조건들을 부과하는 메커니즘들로부터 혜택을 받을 수 있다.
- [0052] 5. 측방향 제어 규율에서 인간에 의해 개시되는, 자동 및 조건부 변경들
- [0053] 팔로워(102)가 그 측방향 제어 규율을 한 규율로부터 또 다른 규율로 전환하기로 결정하는 것이 유용할 수 있는 상황들이 있다. 예를 들어, 팔로워가 리더 경로(104)를 모방(130)하고 있지만 차선 마킹(110)이 잠시 동안 안정적이었다는 것을 발견하면 차선 마킹(110) 추종을 시작하기로 선택할 수 있다. 팔로워는 완전히 스스로 그렇게 하거나, 팔로워(102)는 변화가 수용가능한지 리더(103)에게 물어보기로 선택하거나, 차선 마킹(110)에 의해 정의된 명목 경로가 리더 경로(104)로부터 크게 이탈하지 않는 정도로만 차선 마킹(110)을 추종할 수도 있다.
- [0054] 또한, 천이를 원활하고 신뢰성있게 만들기 위해 새로운 규율과 구 규율들 양쪽 모두가 일정 기간 동안 활성화된다면, 규율들을 전환하는 의사 결정 프로세스가 더욱 신뢰성있을 가능성이 높다.
- [0055] 리더(103)의 인간 운전자는 또한, 팔로워(102)가 상이한 규율로 전환할 도래하는 필요성을 언제든지 인지할 수도 있으며 팔로워(102)에게 천이할 것을 지시하거나 전환을 준비하도록 팔로워를 조절하는 것이 유용할 것이다.

한 예는, 새로운 공사 구역, 또는 그 구역으로의 변경이 방금 발생했으며, 팔로워가 그것을 처리하는데 있어서 도움을 받을 수 있는 경우이다.

- [0056] 6. 차선 변경 또는 기타 기동들을 위한 자율성이 취소된 차선 오프셋 모방
- [0057] 위의 논의는 차선 오프셋(130) 모방이 팔로워(102)가 장애물을 피하는 것을 돕는데 있어서 가치가 있을 수 있는 상황을 제시했다. 이것은 또한, 때때로, 팔로워(102)가 자신의 상황이 리더의 상황과 다를 때 어느 정도 자율성을 행사할 수 있는 자유로부터 혜택을 볼 수 있다고 주장했다.
- [0058] 그럼에도 불구하고, 팔로워(102)가 이탈 권한을 일시적으로 취소시키는 것이 더 안전할 수 있는 다른 상황들이 있다. 한 가지 분명한 경우는, 양쪽 차량 모두가 차선 변경 기동을 실행하기로 커밋(commit)된 경우이다. 팔로워를 그 차선에 남겨두는 것과 연관된 안전 위험(기동이 실패한 경우)이 사실상 기동을 커밋하기로 한 잘못된 결정으로 인한 안전 위험보다 높기 때문에 기동 동안에 이탈 권한을 취소하는 것은 유효한 설계 결정일 수 있다.
- [0059] 취소된 이탈 권한이 잠재적으로 유용한 다른 상황들이 여전히 있다. 이들은, 리더 운전자가 취소하기로 결정할 때마다 이탈이 전형적으로 허용되는 경우인 팔로워(102)에 대한 더 넓은 ODD(operational driving domain) 외부에서 동작하는 것과, 직렬 또는 병렬 주차 구성들로부터/구성들로 호송을 중단하거나 시작하는 것과 같은 소정의 비포장 도로 동작들을 포함하는 임의의 상황을 포함한다.
- [0060] 임의의 팔로워-개시된 이탈들이 도입되기 전에 진행해야 하는 경우 이탈 권한은 팔로워(102)의 명목 경로에 관해 정의된다는 점에 유의한다. 명목 경로는, 팔로워가 주차 기동에서 리더 옆에 바짝 의도적으로 정지할 때와 같이, 내장된 고유의 또는 리더-개시된 이탈들을 포함할 수 있다.
- [0061] 7. 팔로워-도출된 전제조건들의 부과
- [0062] 팔로워(102)의 자율성이 리더(103)의 의사를 거부할 정도까지 확장되면 안전이 강화되는 상황들도 있다. 하나의 이러한 경우는, 예를 들어 팔로워(102)에게 차선 변경 기동을 시작할 것을 요청할 수 있는 리더 차량(103)의 운전자에게 명백하게 알려지지 않은 측면 충돌의 위험이 있다고 팔로워(102)가 상당히 확신하는 경우이다.
- [0063] 자율 팔로워(102)에 관한 요구를 감소시키는 또 다른 거동은, 차선 변경 동안에도 팔로워(102)가 리더(103) 바로 뒤에 머무르는 것이다. 이것은, 리더(102)가 팔로워(102)를 위해 네비게이트하기 가장 안전하고/하거나 쉬운 새로운 차선을 선택하도록, 또는 기동 타이밍을 가장 안전할 것 같은 시간들로 제한하도록 리더(102)에 제약을 부과하는 것을 포함할 수 있다. 이러한 차선 추종은, 일렬로 서로를 추종하는 여러 팔로워가 호송대가 개 꼬리처럼 "흔들리지" 않도록 하는 "안정된 일렬"일 수 있다.
- [0064] 도 2a에 도시된 상황을 고려하자. 팔로워는 중앙 차선에서 리더를 추종하고 있다. 그러나, 리더(103) 및/또는 팔로워(102)는 간섭 차량(180)(또한, 문자 I로 지정됨)이 인접 차선(120-3)에 위치해 있는 것을 검출 및/또는 보고한다. 이 조건을 검출하면, 리더(103)는 간섭 차량(180)이 호송대를 지나치거나 뒤쪽에 떨어질 때까지 우측으로 차선 변경을 시도하지 않을 것이다. 또는, 이 상황에서 리더(103)는 대신에 최좌측 차선(120-1)으로 변경하기로 결정할 수 있다.
- [0065] 도 2b에 도시된 또 다른 상황에서, 간섭 차량(180)은 호송대로부터 여전히 어느 정도 떨어져 있을 수 있고 따라서 리더(103) 및 팔로워(102)는 우측 차선(120-3)으로의 변경을 실행할 공간 및 시간을 여전히 갖고 있다. 그러나, 잠재적인 간섭 차량(180)은, 차선 변경 직후 우측 차선(120-3)의 가용 공간이 더 이상 이용가능하지 않을 정도로 빠른 속도로 호송대에 접근하고 있는 것으로 검출될 수 있다. 이러한 상황에서, 리더(103)는, 공간과 시간이 충분하더라도, 간섭 차량(180)이 리더(103)를 지나갈 때까지 차선 변경을 대기하고 실행하지 않기로 결정할 수 있다.
- [0066] 도 2c는 차선 변경들에 대한 또 다른 잠재적인 제약이다. 여기서 호송대의 우측에 있는 차선 마킹(110)이 가려져 있다. 이것은, 마모 또는 누락된 마킹, 또는 기상 조건, 또는 팔로워가 차선 마킹 제약들도 준수하면서 리더를 추종하는 것을 어렵게 만드는 임의의 상태의 결과일 수 있다. 이 경우에, 도 2d에 따라, 리더(103) 또는 팔로워(102)가 차선 마킹(110)이 가려져 있다는 사실을 검출한 후, 리더(103)는 차선 마킹이 더 선명한 좌측(120-1)으로 차선을 변경하기로 선택할 수 있다. 또는 리더(103)는 임의의 차선 변경 기동을 시작하기 전에 차선 마킹(110)이 다시 뚜렷해질 때까지 단순히 기다릴 수 있다.
- [0067] 또 다른 시나리오에서, 리더(103)와 팔로워(102)는 그들 사이에 갭(106)을 두고 도 2e에 도시된 바와 같이 시작한다. 잠재적 간섭 차량들 180-1(I1) 및/또는 180-2(I2)이 인접한 최좌측 차선에 존재하며, 예를 들어 차량 I1

은 동일한 차선의 차량 I2에 빠르게 접근하고 있다. 리더(103)가 차선 변경을 고려할 때, 잠재적 간섭 차량 (I1)이 검출된다. 리더(103) 및/또는 팔로워(102)는, 적어도 간섭 차량(I1)이 갭(106)에 진입하려는 시도를 억제하기 위해 충분하도록 그들 사이의 갭(106)을 일시적으로 감소시키기 위한 조치들을 취한다. 갭(106)은, 팔로워 (102)가 속도를 유지하는 동안 리더(103)가 감속함으로써 감소될 수 있다. 더 일반적으로, 및 차량들 사이의 갭의 모든 조정에 대해, 원하는 효과를 갖는 개개의 차량들의 가속 및 감속의 임의의 조합에 의해 변경이 달성 될 수 있지만, 이들 옵션들은, 신속성, 실행가능성, 안전성, 연료 소비, 또는 기타의 속성들의 측면에서 상이할 수 있다. 이들은 또한, 아마도 그 질량 또는 면적 중심 등의 움직임의 관점에서 정의되는, 전체로서의 호송대의 결과적인 움직임에 있어서도 상이할 수 있다. 이러한 감소된 갭(106) 간격으로, 리더(103)와 팔로워(102)는 도 2f에 도시된 바와 같이 우측으로 차선 변경을 실행할 수 있다. I2에 빠르게 접근함으로써 동기부여될 수 있는 차량 I1은 이제 깨끗한 중앙 차선 120-2를 이용하여 I2를 통과할 가능성이 훨씬 더 높다.

[0068] 8. 리더 핸드오프/핸드오버 전략들

[0069] 이 접근법은 자율 팔로워(102)를 한 리더로부터 또 다른 리더로 핸드오프(동등하게 핸드오버)하는 것을 포함한다. 관련된 임의의 차량에는 인간 운전자가 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 관심대상의 한 이용 사례는 3대의 차량이 모두 "이동 중"인 동안 자율 팔로워가 한 리더로부터 또 다른 리더로 전환하는 경우이다.

[0070] 핸드오프는 도 3a에 도시된 바와 같이 진행될 수 있다. 여기서 팔로워(102(F))는 임의의 알려진 기술을 이용하여 제1 리더(103-1)(리더-1 또는 L1)를 자율적으로 추종하고 있다. 도 3b에 도시된 어떤 후속 시간에, 또 다른 리더(103-2)(리더-2 또는 L2)가 인접한 차선에서 호송대 옆에 차를 세웠다. 이 시점에서 팔로워(102)는 여전히 리더-1(103-1)을 추종하고 있다. (방해 트래픽 또는 간섭 차량들 또는 가려진 차선 마킹 없음 등의) 전제조건에 대한 테스트 후에, 팔로워(102)는 리더-1(103-1) 추적으로부터 리더-2(103-2) 추적으로 전환한다. 이 시점에서 호송대는 이제 팔로워(102)와 리더-2(103-2)로 구성되며 리더-1(103-1)은 탈락했다. 도 3c를 참조한다. 그 다음 팔로워는, 도 3d에 도시된 바와 같이, 차선을 변경하여 리더-2 뒤에서 동일한 차선을 유지한다.

[0071] 또 다른 시나리오에서, 도 3e에 따라, 리더-1(103-1)과 팔로워(102) 사이의 간격은 리더-2(103-2)가 인수하기 전에 증가된다. 이것은, 리더-2(103-2)가 다른 2개의 차량과 동일한 차선에 진입하여 리더-1(103-1)과 팔로워 (102) 사이에 끼어들 수 있는 충분한 공간을 남겨둔다. 이 공간은 팔로워(102)를 감속시키거나 리더-1(103-1)을 가속시킴으로써 생성될 수 있다. 중요한 것은, 리더-2(103-2)를 위한 충분한 공간을 만들기 위해 간격이 증가된다는 것이다. 그 다음, 도 3f에 도시된 바와 같이, 팔로워(102)는 리더-2(103-2)가 추종하는 경로를 추종하도록 즉시 전환할 수 있다. 그러면, 리더-1(103-1)은 팔로워(102)에 관한 책임으로부터 면제된다. 또는, 팔로워(102)는, 리더-2(103-2)의 차선 변경 동안 예상대로 리더-1의 시야를 차단하기 시작할 때만 리더-2(103-2)를 추종하는 것으로 전환할 수 있다.

[0072] 위에서 설명한 여러 리더 교체 기동에서, 팔로워(102)는, (팔로워(102)가 변경하여 들어가야 하는) 또 다른 차선에 있을 때 또는 리더-2(103-2)가 팔로워의 차선으로 변경하는 과정 중에 있을 때 리더-2(103-2)를 추종하는 것으로 전환할 수 있다. 어느 경우든, 새로운 리더로의 천이는, 천이가 소정 시간이나 거리에 걸쳐 연장되도록, 더 점진적으로 실행되는 것이 유용할 수 있다. 이를 달성하기 위해 몇 가지 전략이 가능하다.

[0073] 어떤 차량이 차선을 변경하는지에 관계없이, 차선 변경의 상세사항은 다음과 같이 진행될 수 있다. 일단 리더 교체 기동을 실행하기 위한 전제조건들이 충족되고 나면, 리더-2(103-2)가 팔로워(102)에 의해 시각적으로 추적되고 있고 리더-2(103-2) 또는 팔로워(102) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두가 이제는 새로운 리더 뒤에 팔로워를 위치시키기 위해 측방향으로 빠르게 이동하는 것을 목표를 갖는다는 의미에서, 팔로워는 리더-2(103-2)를 "추종하는 것"으로 전환한다. 일단 전환이 일어나고 나면, 팔로워(102)는, 적어도 초기에, 리더-2(103-2)와는 상이한 차선에 있거나 부분적으로 상이한 차선에 있다는 점에 유의한다.

[0074] 한 실시예에서, 팔로워(102)를 위한 시간에서 시행되는 측방향 제어 규율이 정상적으로 기능하도록 허용될 것이다. 이것은 리더-2(103-2)의 경로로부터의 큰 측방향 오프셋을 주목하고 팔로워(102)가 리더-2(103-2)의 경로로 수렴하게 하는 수정 궤적을 생성할 것이다. 또 다른 실시예에서, 팔로워의 원하는 경로는, 리더-2(103-2)의 경로로부터 하나의 차선 폭(또는 전환이 발생하는 순간에서의 오프셋의 양)만큼 초기에 오프셋되도록 정의될 것이며, 이 의도적인 오프셋은 팔로워(102)가 이동한 시간 또는 거리가 자연스럽게 진행됨에 따라 천천히 감소될 것이다. 제3 실시예에서, 팔로워(102)는, 리더-2(103-2)가 측방향으로 이동함으로써 기동을 종료하는 동안 자신을 차선 추종 모드에 배치하거나 그렇게 하도록 지시받는다.

[0075] 어느 실시예이건, 순 효과는 팔로워(102)가 리더(103-2) 뒤에 서서히 정렬되는 것이다. 가장 일반적인 경우에,

팔로워(102)는 리더(103-2)를 향해 측방향으로 이동하는 한편 리더(103-2)는 동시에 팔로워(102)를 향해 측방향으로 이동할 것이다. 팔로워(102)는 자신 또는 리더(103-2)가 차선을 변경하고 있다는 것을 인지하거나 인지하지 못할 수 있으며, 이것은, 어느 한 차량의 경로가 차선에 대한 자신의 위치를 결정하기 위해 종방향 피쳐들을 이용하고 있는지에 관계없이 해당될 수 있다. 중요한 것은 2개의 차량이 짧은 시간에 어느 정도 측방향으로 정렬된다는 점이다.

[0076] 더욱이, 리더-2(103-2)가 인간 운전자에 의해 제어되는 경우, 이들 전략들은 모두 원하는 목표 구성을 달성하기 위해 리더(103-2)의 측방향 움직임에서의 변화에 자동으로 적응하도록 설계될 수 있다. 이것은, 측방향 경로 추종 오차는 원하는 (측방향) 위치와 실제 위치 사이의 차이이고 둘 중 하나 또는 양쪽 모두를 변경하면 오류에 영향을 미치지 때문이다. 다시 말해서, 리더(103-2)가 의도된 움직임을 실행하는지의 여부에 관계없이, 팔로워(102)는 리더-2(102-3) 뒤에 있게 되도록 보장하는 방식으로 보상하도록 구성될 수 있다. 팔로워(102)는 리더(103-2)가 차선 변경에 실패하면 차선을 변경할 수 있고, 리더-2(103-2)가 짧은 시간 또는 거리에서 차선 변경을 수행하면 팔로워(102)는 그 자신의 차선에 머무를 수 있다. 팔로워(102)는 얼마큼의 측방향 교정이 각각의 차량의 책임인지를 반드시 알 필요는 없으며, 어느 차량이 차선을 변경하고 있는지 알 필요도 없다. 이 접근법의 한 가지 이점은 차선이 없거나 측방향 위치 측정의 기반이 되는 어떠한 차선 마킹도 없거나 충분히 검출가능한 어떠한 차선 마킹이 없는 경우에도 작동한다는 것이다.

[0077] 리더들(103-1, 103-2)과 팔로워들(102) 사이의 핸드오버를 허용하는 이러한 접근법은 리더와 팔로워가 처음부터 끝까지 정확히 동일한 이동 경로를 추종해야 한다는 요건을 제거한다. 다시 말해서, 리더들(103)의 시퀀스는 이제, 팔로워(102)가 원하는 경로를 커버할 수 있으며, 팔로워가 이동 중인 동안 복수의 리더가 리더 역할을 차례로 맡는다. 이 접근법은 또한, 리더를 전환하기 위해 호송대가 갖길이나 휴게소에서 멈출 필요성을 제거한다. 무엇보다도, 이 접근법은, 팔로워(102)를 그 차선에 혼자 두지 않으면서도 리더 교체를 허용하므로 임의의 교통 상황에 대처할 것을 요구한다.

[0078] 9. 거부권 무시

[0079] 상기의 경우들 중 임의의 경우에, 인간 운전자가 임의의 및 모든 기동에 대한 최종 권한을 유지하는 것이 유용할 수 있다. 이것은, 예를 들어, 고장난 또는 고장나고 있는 센서들을 가진 팔로워(102)가 도로 측면으로 바짝 붙게 강제하는데 중요할 수 있다. 또 다른 예는, 리더 운전자가 도로에서 (구멍 등의) 장애물을 검출하고 팔로워(102)가 이를 피하도록 강제하기를 원하는 경우이다. 이러한 "부정적인 장애물들"은 자율 차량들이 신뢰성있게 검출하기가 매우 어려울 수 있다.

[0080] 10. 구현 상세사항들 및 옵션들

[0081] 위에서 간략하게 언급된 바와 같이, 도 4는 세미트럭 등의 자율 차량의 소정의 컴포넌트들의 한 예시적인 개략도이다. 세미트럭은 트랙터 및 연관된 트레일러를 포함할 수 있다. 트랙터 및/또는 트레일러에 위치한 전자기기(400)는, 하나 이상의 센서(410), 통신 인터페이스(415), 제어기(440), 및 구동 시스템에 대한 인터페이스(480)를 포함한다.

[0082] 센서들(410)은, 카메라, 레이더, 소나 또는 LIDAR 등의 비전 센서들, 주행거리계 및 자이로스코프 등의 속도 센서들, 및 기타의 센서들을 포함할 수 있다. 일부 비전 센서는, 자율 트럭 앞의 영역을 포괄하는 시야를 가질 수 있고, 다른 비전 센서들은 트랙터 또는 트랙터에 결합된 트레일러의 각각의 측면으로부터 측방향으로 확장되는 측면 영역들을 포괄하는 시야를 가질 수 있다. 역시 또 다른 센서들은, 차선 마킹, 또는 도로 표면의 측방향 범위 및/또는 의도된 주행 차선을 구성하는 영역의 다른 표시들을 보기 위해 아래쪽을 가리킬 수 있다.

[0083] 자율 팔로워의 다른 전자기기들은 하나 이상의 컴퓨터를 포함할 수 있다. 컴퓨터(들)는 센서들(410)로부터 수신된 데이터를 처리하고, 하나 이상의 조건을 결정하는 인지 로직(420)을 구현하거나 이용하고, 이들 조건에 따라 플래너 로직(427)을 구현하거나 실행한다. 플래너 로직(427)은 차례로 제어기 로직(440)에 공급되는 제어 신호들을 생성한다. 제어기 로직(440)은, 차례로, 제동, 조향 및 추진 인터페이스를 포함하는 구동 시스템을 작동시키는 인터페이스들(180)에 공급되는 제어 신호들을 생성한다.

[0084] 차량 대 차량(V2V) 통신 인터페이스(415) 등의, 무선 인터페이스들을 통해 데이터를 전송 및 수신하는 무선 트랜시버들은 또한, 플래너(427) 또는 제어 로직(440)에서 이용되는 데이터를 제공할 수 있다.

[0085] 예를 들어, 리더가 추종하고 있는 경로(428)는, V2V 인터페이스(115)를 통해 리더에 의해 팔로워에게 전송될 수 있다.

- [0086] 구동 시스템(490)은, 적어도, 가속(또는 스톱), 제동, 및 제어 로직(440)에 의해 제공되는 전기 제어 신호 입력들에 응답하는 조향 메커니즘들을 포함한다.
- [0087] 본 명세서에서 이용되는 바와 같이, 컴퓨터들은, 하나 이상의 프로세서, 중앙 처리 유닛, 그래픽 처리 유닛, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 및/또는 맞춤형 설계된 하드웨어에 대응하는 프로그래머블 데이터 처리 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 컴퓨터(들) 및/또는 컴퓨터들에 의해 제공되는 장치에 의해 수행되는 방법들은, 소프트웨어 프로그램 코드의 실행, 예를 들어 컴퓨터 판독가능한 명령어들의 실행을 통해 인스턴스화된다. 이들 명령어는 컴퓨팅 디바이스의 하나 이상의 메모리 자원에 저장될 수 있다. 프로그램 코드는, 프로그램, 서브루틴, 프로그램의 일부, 소프트웨어 컴포넌트 및/또는 하나 이상의 명시된 작업 또는 기능을 수행할 수 있는 전문화된 하드웨어 컴포넌트를 포함할 수 있다. 모듈 또는 컴포넌트는 다른 모듈들 또는 컴포넌트들과는 독립적으로 메모리 또는 하드웨어 컴포넌트에 존재할 수 있다. 대안으로서, 모듈 또는 컴포넌트는, 다른 모듈들, 프로그램들 또는 머신들의 공유된 요소 또는 프로세스일 수 있다.
- [0088] 플래너는, 센서들(410), 인지 로직(420), 및/또는 V2V 인터페이스(415)로부터 데이터를 수신하여, 자율 팔로워(102)가 목적지까지의 선택된 경로를 계속하기 위해 수행해야 하는 동작들을 결정한다.
- [0089] 이 문서의 다른 곳에서 설명된 바와 같이, 인지 로직(420) 및/또는 플래너(427)는, 한 세트의 필요한 센서들(410)과, 팔로워(102)가 차선 마킹을 또한 준수하면서 리더(103)와 동일한 경로를 따라 이동하거나, 차선 변경 동안 또는 리더 핸드오버 동안, 리더의 차선-중심 오프셋을 역시 모방하는 것을 허용하는 원하는 제약들에 기초하여 고유하게 구성될 수 있다.
- [0090] 일부 예에서, 센서 로직(미도시)은, 인지 로직(420)에 제공되기 전에 복수의 센서(410)에 의해 출력된 센서 데이터를 융합할 수 있다.
- [0091] 인지 로직(420)은, 센서들(410)로부터 입력들을 수신하고 물체 검출 및 분류, 또는 리더 경로 결정, 및/또는 리더 경로 예측 등의 기능들을 수행한다. 물체 검출 및 분류는 이미지 처리를 이용하여, 차선 마킹, 간섭 차량의 존재, 또는 도로를 건너는 동물들 등의 장애물들을 검출할 수 있다. 리더의 경로는 리더로부터 팔로워에게 전송되거나, 리더 차량 후면의 연속적인 이미지들을 비교하고 3D 이미지 처리 기술들을 이용하여 리더의 자세들의 시퀀스를 도출하는 것 등에 의해, 인지 로직에 의해 결정될 수 있다. 리더의 경로를 결정하고 추종하기 위한 몇 가지 예시적인 방법은, 참조에 의해 본 명세서에 포함되는, 동일한 날짜에 출원되고 발명의 명칭이 "VISION-BASED FOLLOW THE LEADER LATERAL CONTROLLER"(대리인 문서 번호 3827-007U01)인 동시 계류 중인 미국 특허 출원 일련 번호 \_\_\_에 설명되어 있다.
- [0092] 인지 로직(420)은, 예를 들어, 자율 팔로워가 이용하고 있는 운전 차선, 차선의 가장자리 또는 도로의 가장자리로부터의 그 거리, 및/또는 리더에 의해 제공된 기준점으로부터 주행 거리 중 임의의 하나 이상을 식별하는 측면에서 특정적일 수 있다.
- [0093] 인지 로직(420)은, 간섭 차량(180) 또는 제2 리더(130-2) 등의 움직이는 물체의 분류 등의, 움직이는 물체에 관한 정보를 식별하는 인지 출력을 생성할 수 있다. 인지 로직(420)은, 예를 들어, 환경 내의 동적 물체들, 개개의 물체와 연관된 상태 정보(예를 들어, 물체가 움직이는지, 물체의 자세, 또는 물체의 방향), 및/또는 각각의 동적 물체의 예측된 궤적 등의, 융합된 센서 뷰로부터 관심대상의 분류된 물체들 각각을 식별할 수 있다.
- [0094] 인지 출력은, 예를 들어 팔로워에 의해 추종되고 있는 궤적이 변경되게 하는 경보를 생성하기 위한 등을 위해 제어기(140)에 의해 처리될 수 있다.
- [0095] 인터페이스(480)는 구동 시스템의 개개의 기계적 요소들(490)의 제어를 가능케한다. 이들은, 추진 컴포넌트(예를 들어, 가스 페달 또는 전기 모터 토크 제어, 조향 메커니즘용 조향 인터페이스, 제동 서브시스템용 제동 인터페이스 등)를 전기적으로(또는 프로그래밍을 통해) 제어하기 위한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 커맨드들은 궤적 입력들(예를 들어, 조향, 추진, 제동) 및 자율 트럭의 동작 상태(예를 들어, 원하는 속도 및 자세, 가속도 등)를 명시하는 하나 이상의 다른 방식을 포함할 수 있다.
- [0096] 제어 로직(440)은 움직임 센서들(110)(예를 들어, 속도를 측정하기 위한 주행거리계 또는 회전물을 측정하기 위한 자이로스코프)로부터 입력들을 추가적으로 수신할 수 있다. 이것은, 원하는 움직임과 측정된 움직임 사이의 차이를 모니터링하고 임의의 오차를 제거하기 위해 구동 시스템에 공급되는 제어 신호들을 조정하는 피드백 제어 등의 기능들을 수행할 수 있다.

- [0097] 예를 들어, 제어 시스템(440)으로부터 생성된 커맨드들은, 자율 팔로워가 소정의 시간에 및 움직이는 동안 점유해야 하는 도로 세그먼트를 따른 상대적 또는 절대적 위치(예를 들어, 현재 차선에 관한 측방향 위치, 또는 리더로부터의 종방향 갭)을 명시할 수 있다. 커맨드들은, 속도, 제동 또는 가속으로 인한 가속(또는 감속)의 변화, 회전 동작 등을 명시할 수 있다. 제어기들은, 커맨드들을 대응하는 기계적 인터페이스에 대한 제어 신호들로 변환한다; 제어 신호들은, 크기, 지속 시간, 주파수 또는 펄스, 또는 다른 전기적 특성들과 상관 관계가 있는 아날로그 또는 디지털 전기 신호들의 형태를 취할 수 있다.
- [0098] 11. 예시적인 거동 흐름들
- [0099] 도 5a는 플래너(427) 및/또는 제어기(140)에 의해 구현될 수 있는 흐름의 한 예이다. 팔로워는 먼저(510에서), 센서를 이용하거나 통신 인터페이스를 통해 통보받는 등에 의해, 위에서 설명된 방식으로 경로( $p_1, p_2, \dots, p_n$ )를 따른 리더의 일련의 위치들을 결정한다. 그 다음, 511에서, 팔로워의 종방향 위치들은, 팔로워가 경로를 따라 리더와 동일한 대응하는 종방향 위치들에 도달하도록 제어된다. 512에서, 센서들은 또한, 주행 차선의 속성들을 결정하는데 이용된다.
- [0100] 그 다음, 리더가 경로를 이탈하는지 등의 조건이 513에서 검출된다. 그렇지 않다면, 514에서, 팔로워는, 통상적으로, 경로를 따른 리더의 임의의 검출된 측방향 위치와는 관계없이 검출된 주행 차선 속성들을 이용하여 자신의 측방향 위치를 결정한다. 그러나, 리더가 주행 차선으로부터 이탈되고 있다는 조건을 팔로워가 통보받거나 검출하면, 팔로워는 515에서 리더 바로 뒤에 정확히 자신을 위치시켜, 그 조건이 더 이상 존재하지 않을 때까지 리더가 추종했던 동일한 측방향 위치를 포함한 리더와 정확히 동일한 경로를 팔로워가 추종하게 한다.
- [0101] 도 5b는 유사하지만 다소 상이한 가능한 흐름이다. 도 5a의 경우와 같이, 팔로워는 먼저, 센서들을 이용하거나 통신 인터페이스를 통해 통보를 받는 등에 의해, 위에서 설명된 방식으로 경로( $p_1, p_2, \dots, p_n$ )를 따른 리더의 일련의 위치들을 결정한다(520). 그 다음, 팔로워의 종방향 위치들은, 팔로워가 경로를 따라 리더와 동일한 대응하는 종방향 위치들에 도달하도록 521에서 제어된다. 522에서, 센서들이 또한 이용되어, 주행 차선의 속성들을 결정하거나 검출한다. 그 다음, 523에서 조건이 검출되고, 그 조건에 따라, 검출된 차선 속성들을 이용하여 524에서 차선 내의 오프셋을 결정함으로써, 또는 525에서 차선 내의 리더의 측방향 위치를 모방함으로써, 팔로워는 주행 차선 내에서 그 자신의 측방향 위치를 추가로 제어한다.
- [0102] 조건들은, 여기서, 차선 마킹이 팔로워에게 보이는지; 리더의 위치들이 검출가능한지; 또는 리더가 차선 변경을 실행하고 있는지를 포함할 수 있다.
- [0103] 도 5c는 리더 교체 기동 동안 인에이블될 수 있는 거동 흐름이다. 여기서, 관련된 차량들은, 제1 리더, 팔로워, 및 제2 리더를 포함한다. 처음에, 팔로워는, 센서 기반 위치 추적을 통해 제1 리더의 경로( $p_1, p_2, \dots, p_n$ )를 530에서 검출하거나 기타의 방식으로 결정하고 531에서 추종한다. 532에서 제2 리더의 검출시, 팔로워는 533에서 제2 리더의 위치 추적을 시작한다. 팔로워는 후속해서, 제1 리더 대신 제2 리더를 추종하도록 인에이블될 수 있지만, 534의 전제조건이 처음 충족되는 경우에만 가능하다. 그 전제조건이 리더 교체가 진행될 수 있다는 것을 나타낼 때, 팔로워는, 추적할 제1 리더 또는 제2 리더를 갖지 않고 주행 차선에 팔로워가 홀로 남겨지지 않도록 하는 방식으로, 535에서, 제2 리더의 센서 기반 위치 추적을 통해 제2 리더의 경로를 자율적으로 추종하기 시작하고, 536에서, 제1 리더의 경로 추종을 중단한다.
- [0104] 리더 교체 조건들은 다음 중 임의의 것 또는 전부를 포함할 수 있다 : 제1 리더, 제2 리더, 또는 팔로워 중 하나 이상에 대한 복수의 가용 주행 차선; 전방에 방해 트래픽 없음; 측면들에 간섭 차량들 없음; 뒤에서 접근하는 트래픽 없음; 팔로워의 센서들에 보이는 차선 마킹; 팔로워가 제1 리더, 제2 리더 중 어느 하나 또는 양쪽 모두의 위치를 검출할 수 있는지; 팔로워의 자율성 레벨; 또는 팔로워가 제2 리더와 함께 소대를 형성할 권한부여.
- [0105] 11. 거동 관리
- [0106] 자율 차량의 기술분야에서, 때때로, 개별적이거나, 상보적이거나, 중복적이거나, 심지어 충돌할 수 있는 복수의 목표를 동시에 추구하는 자율 시스템들의 설계 및 구현을 "거동들"의 계층구조 또는 기타의 배열로 구성하는 것이 일반적이다. 이러한 구성에 대한 많은 동기부여 중 하나는, 예상하지 못한 조건들이 발생했을 때 대응해야 하는 어려운 실시간 요건들과 비교하여 미래를 예측하고 옵션들을 숙고하는데 요구되는 시간과 계산의 절충안을 관리하는 것이다.
- [0107] 여기서 설명된 실시예들의 경우, 시스템 및 방법들은, 예를 들어 리더의 경로(104)의 개념을 일반화하거나 리더

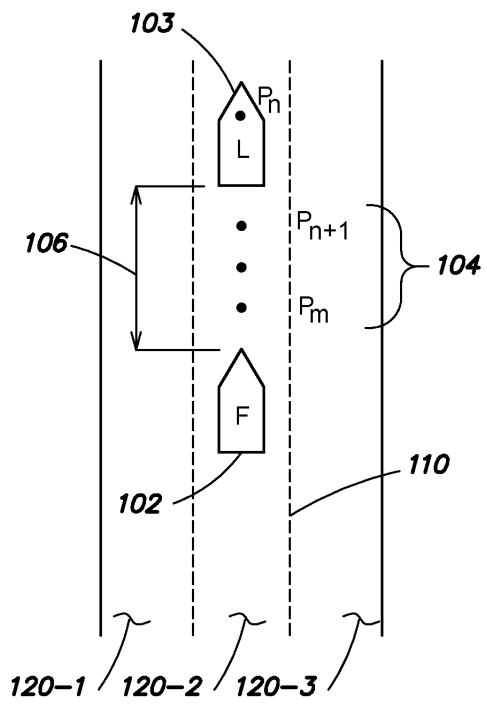
의 경로(104)로부터 이탈하거나, 리더의 경로(104)를 제한하는 권한을 가진 다양한 자율적 거동들을 팔로워(102)에게 부여하도록 준비될 수 있다.

- [0108] 일반적으로 소대주행의 개념은, 리더 차량(103)의 움직임이 팔로워(102)가 어느 정도 모방하기 위한 "명목" 경로를 구성하는 개념이다. 리더의 명목 경로는, 순수 경로 또는 그 경로를 포함하는 차선으로서 정의될 수 있고 팔로워에 관한 또는 차선에 관한 방식으로 측정될 수 있다.
- [0109] 리더의 "명목" 경로( $p_1, p_2, \dots, p_n$ )는, a) 도로에서 리더의 실제 경로, b) 리더가 의도한 차선의 중심선, 또는 c) 리더가 의도한 차선의 중심선으로부터의 시간 의존적 이탈로서 정의될 수 있다.
- [0110] 리더의 실제 경로는, 팔로워에게 전송된 리더의 GPS 좌표들, 팔로워 움직임 이력과 결합된 리더의 리더-팔로워 상대적 자세, 또는 (팔로워 센서들에 의해 검출된) 리더의 차선 중심 오프셋 중 어느 하나에 의해 측정될 수 있다.
- [0111] 팔로워는 측정된 리더의 명목 경로를 복제하려고 시도하는 방식으로 동작하거나, 단순히 리더와 동일한 차선에서 독립적으로 이동할 수 있는 권한을 가정하거나 부여받을 수 있다. 그럼에도 불구하고, 팔로워가 명목 경로로부터 이탈하기를 리더가 예상하거나 원하는 데에는 여러 가지 이유가 있다.
- [0112] 팔로워의 "명목" 경로, 즉, 팔로워가 일상적인 조건에서 추종해야 하는 경로는, 아마도 명시된 이탈들에 의해 조정될 수 있는 임의의 리더 명목 경로로서 정의될 수 있다. 후자는, 팔로워가 리더를 추종하지 않아야 하는 "내 옆에 주차", 또는 팔로워의 앞에서 이끌 새로운 리더의 추적으로 팔로워가 친이한 경우 "당신의 차선에 머물기" 와 같은 명령어들을 실행하는데 필요한 이탈들을 포함한다.
- [0113] 팔로워의 많은 자율적 거동들은 검출된 조건들 또는 협상된 합의들에 기초하여 활성 및 비활성 상태가 될 수 있는 한편, 일부는 다른 것들보다 우선하는 반면, 역시 다른 것들은 동시에 동작할 수도 있다. 팔로워가 자신의 명목 경로로부터 이탈하기를 예상하거나 원하거나 결정할 수 있는 이유도 있다. 이러한 이탈들은 자율적으로 생성되며 명시된 이탈들과 달리, 리더 또는 어떤 미리정의된 기동에 의해 명시되지 않는다.
- [0114] 팔로워가 "원하는" 경로는, 아마도 우세한 이탈 권한하에 생성된 움직임들에 의해 조정될 수 있는 임의의 팔로워 명목 경로로서 정의될 수 있다.
- [0115] 리더와 팔로워의 "실제" 경로들은 그들이 "진짜로" 운전하는 경로로서 정의될 수 있다. 이들은, 교란들 때문에 및 제어와 추정이 불완전하기 때문에 원하는 경로들과는 상이하다.
- [0116] 이탈 권한은, 일상적인 조건들에서 "차선내", 팔로워가 리더의 차선 오프셋이 중요하지 않거나 적절하지 않거나 안전하지 않다고 결정할 때 "기동 거부", 또는 충돌 회피가 필요한 임의의 상황에서의 "충돌 회피" 중 임의의 것 또는 전부일 수 있고, 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백한 바와 같이, 이것은 팔로워가 명목 상의 경로에서 벗어나기 위해 어느 정도 권한을 행사하는 것이 중요하다고 설계자가 결정하는 임의의 조건에 대해 정의될 수 있다.
- [0117] 경로 모방 및 차선 추종 등의 측방향 제어 규율들은 완전히 상호배타적이지 않을 수도 있다. 한 설계 대안에서, 팔로워 차량은, 혼란스럽거나 그렇게 하라는 지시를 받을 때 등마다, 차선 추종으로부터 경로 모방으로 전환할 것이다.
- [0118] 거동들은 전형적으로, "상태"라고 불리는 메모리를 가지므로, 거동 전환의 구현은, 천이를 원활하게 하기 위해 소정 기간 동안 이전 거동들과 새로운 거동들 양쪽 모두가 활성인 경우에 필요하거나 혜택을 받을 수 있다. 예를 들어, 경로 모방으로부터 차선 추종으로 전환하는 경우, 천이 기간을 이용하여 조향 액츄에이터로의 커맨드에서의 점프를 피할 수 있다.
- [0119] 거동 활성화에서의 변경들은, 시스템 설계자들 또는 인간 오퍼레이터들이 가장 안전한 대안이라고 간주하거나 다른 이유들로 소정의 조건들에서 일방적으로 시작되고 시행될 수 있다.
- [0120] (진입/출구 램프 및 갓길로의 진입 또는 탈출에 관한 모든 동작을 포함한) 차선 변경 기동 동안에 팔로워의 이탈 권한이 일시적으로 취소되는 것이 유용할 수 있다. 이 취소는, 차선 변경 동안 이탈을 허용한 결과 실패 때문일 수 있는, 팔로워가 차선에 결코 홀로 있어서는 안되는 규칙을 시행하기 위해 수행될 수 있다.
- [0121] 이탈 권한은, 팔로워가 그것을 이용할 자격이 없는 상황에서는 취소될 필요가 있을 수 있다. 다른 예들로서는, 리드 운전자가 취소하기로 결정할 때마다 또는 비포장도로 동작에서, ODD(operational driving domain) 외부에서 동작하는 팔로워가 포함된다.

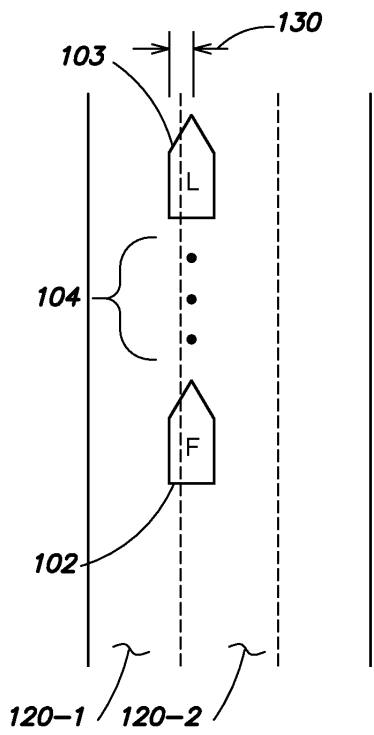
- [0122] 거동 활성화의 변경들은, 핸드셰이킹 프로토콜들의 실행을 포함한, 전제조건들의 충족에 따라 종속될 수 있다. 거동 활성화에서의 변경들은 또 다른 차량이나 인간에 의해 거부될 수도 있다.
- [0123] 이탈 권한의 취소 자체가 안전 위협이기 때문에, 팔로위는 불필요한 기동들에 대한 거부권을 가질 필요가 있다. 한 대안적인 설계에서, 기동이 커밋되기 전에만 팔로위는 거부할 수 있다.
- [0124] 리더에 인간 운전자가 존재하는 한 대안적인 설계에서, 인간 리더 운전자의 판단이 가장 높은 우선순위를 가질 수 있다. 팔로위가 비적격으로 만드는 실패 모드에 있는 경우에서와 같이, 인간은 (예를 들어, 차선 변경 기동의) 거부권을 행사할 수 있을 필요가 있을 수도 있다. 이러한 인간의 무시는, 팔로위가 갓길의 경계를 정의하는 페인트 칠한 라인을 건너고 갓길에서 정지할 수 있게 허용할 것이다.
- [0125] 12. 기타의 준수들
- [0126] 상기 설명은 몇 개의 예시적인 실시예를 포함한다. 특정한 피처가 수개의 실시예들 중 하나에 대해서만 위에서 개시되었을 수 있지만, 그 특정한 피처는 임의의 주어진 또는 특정 응용에 대해 바람직하고 유리할 수 있다면 다른 실시예의 하나 이상의 다른 피처와 결합될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 물론, 여기서의 혁신을 설명할 목적으로 컴포넌트들 또는 방법론들의 생각할 수 있는 모든 조합을 설명하는 것은 불가능하며, 본 기술분야의 통상의 기술자라면, 이제 위의 설명에 비추어, 많은 추가 조합들 및 치환이 가능하다는 것을 인식할 수 있다. 또한, 용어들 "~을 내포한다", "~을 내포하는", 및 이들의 변형들은, 상세한 설명 또는 청구항들에서 사용되는 한, 이들 용어들은 "~을 포함한다"라는 용어와 유사한 방식으로 포함적임을 의도한 것이다.
- [0127] 또한, 블록 및 흐름도들은 더 많거나 더 적은 요소를 포함할 수 있거나, 상이하게 배열되거나, 상이하게 표시될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 여기서 설명된 컴퓨팅 디바이스들, 프로세서들, 제어기들, 펌웨어, 소프트웨어, 루틴들, 또는 명령어들은 또한 소정의 선택된 동작들 및/또는 기능들만을 수행할 수도 있다. 따라서, 소정의 기능들을 제공하는 하나 이상의 이러한 컴포넌트를 지정하는 임의의 이러한 설명은 단지 편의를 위한 것일 뿐임을 이해할 것이다.
- [0128] 일련의 단계들이 흐름도들과 관련하여 위에서 설명되었지만, 단계들의 순서는 다른 구현들에서 수정될 수 있다. 또한, 동작들 및 단계들은, 다른 모듈들 또는 엔티티들을 형성하기 위해 결합되거나 분리될 수 있는, 추가적인 또는 다른 모듈들 또는 엔티티들에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 일련의 단계들이 소정의 도면들과 관련하여 설명되었지만, 단계들의 순서는 여기서 설명된 원리와 일치하는 다른 구현들에서 수정될 수 있다. 또한, 비의존적 단계들은 병렬로 수행될 수 있다. 또한, 개시된 구현들은 하드웨어의 임의의 특정한 조합으로 제한되지 않을 수 있다.
- [0129] 본원에서 이용된 어떠한 요소, 행위 또는 명령어도, 명시적으로 설명되지 않는 한, 본 개시내용에서 결정적이거나 필수적인 것으로 해석되어서는 안 된다. 또한, 본원에서 사용될 때, 관사 "한(a)"는 하나 이상의 항목을 포함함을 의도한 것이다. 단 하나의 항목만을 의도된 경우, 용어 "하나의(one)" 또는 유사한 언어가 사용된다. 또한, "~에 기초한"이라는 문구는, 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, "적어도 부분적으로 ~에 기초한"을 의미함을 의도한 것이다.
- [0130] 따라서, 본 특허에서 다루는 주제는 이하의 청구항들의 사상과 범위에 속하는 모든 변경, 수정, 균등물, 및 변형들을 포함하도록 의도된 것이다.

도면

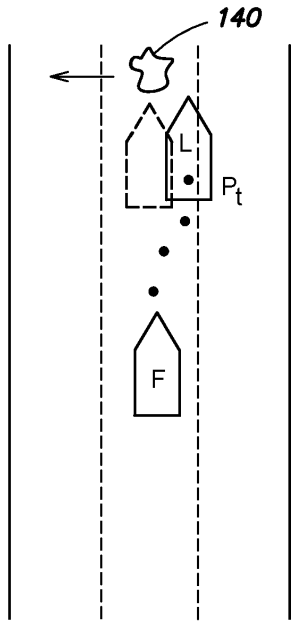
도면1a



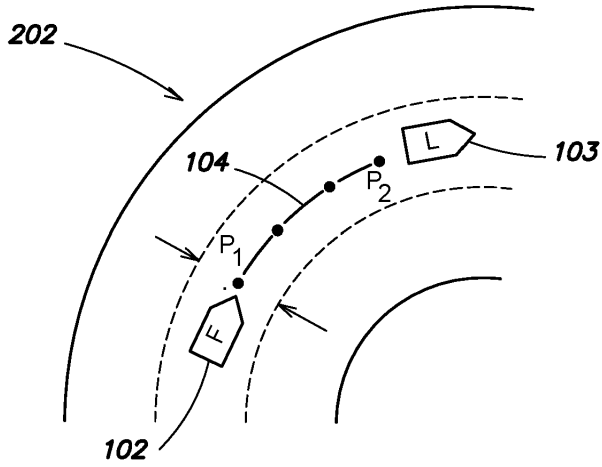
도면1b



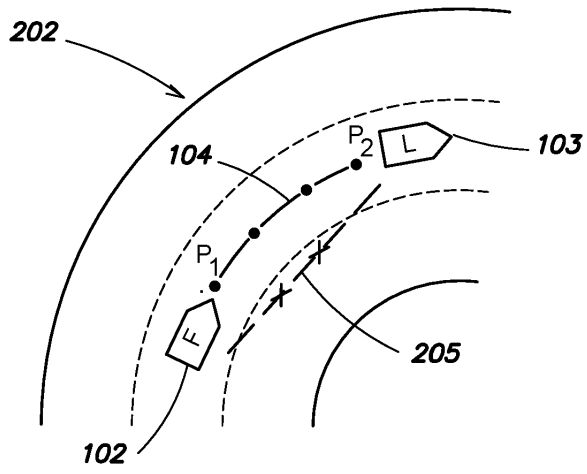
도면1c



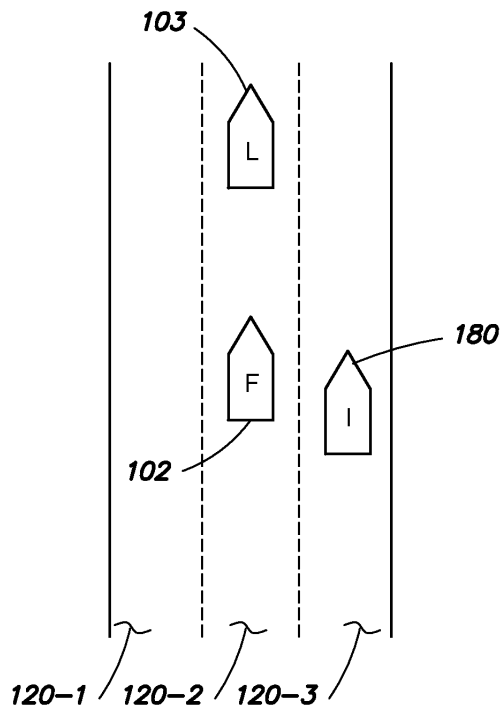
도면1d



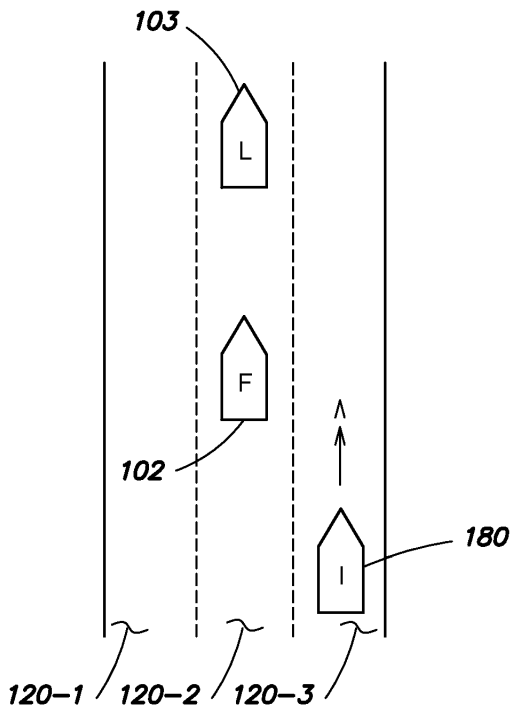
도면1e



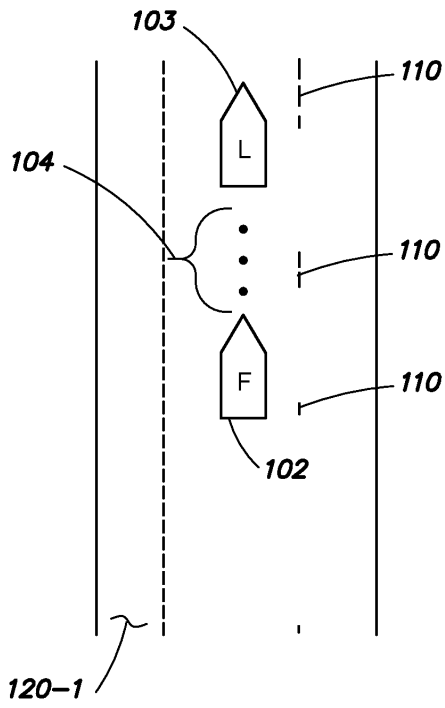
도면2a



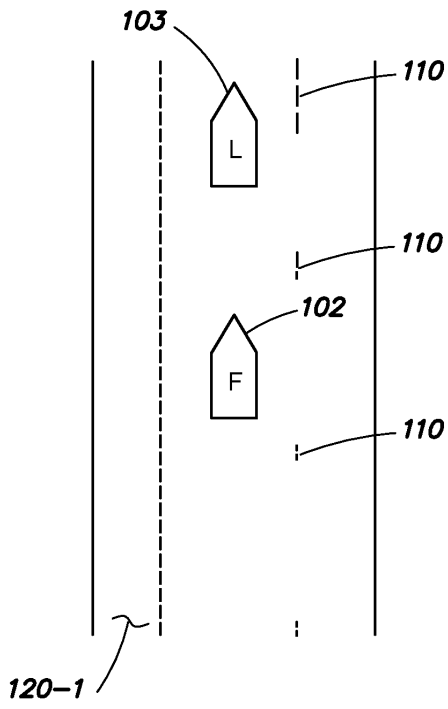
도면2b



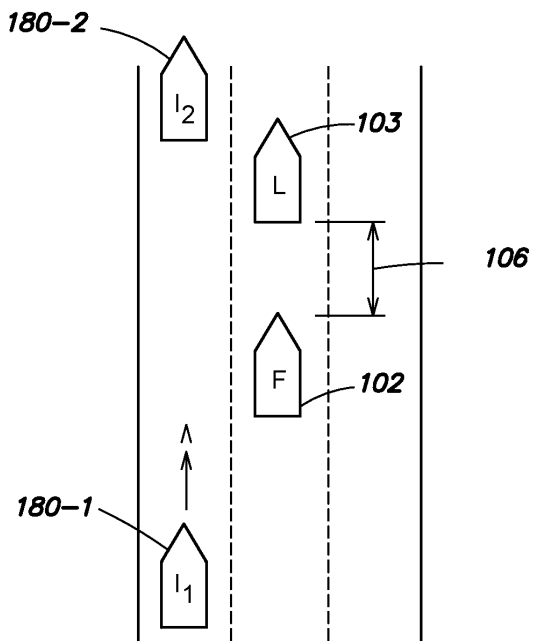
도면2c



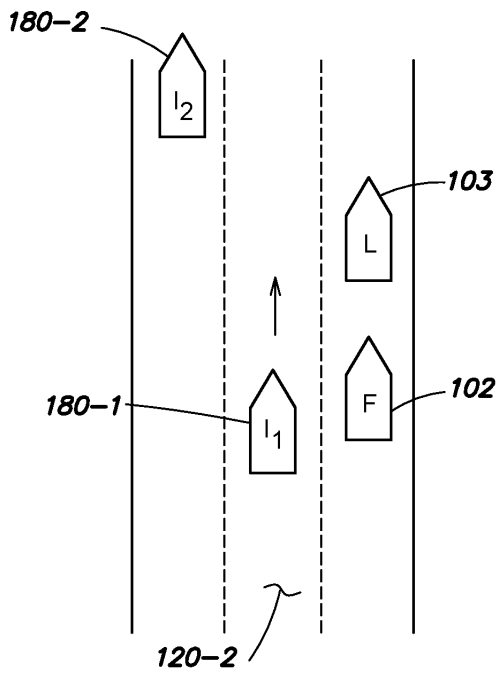
도면2d



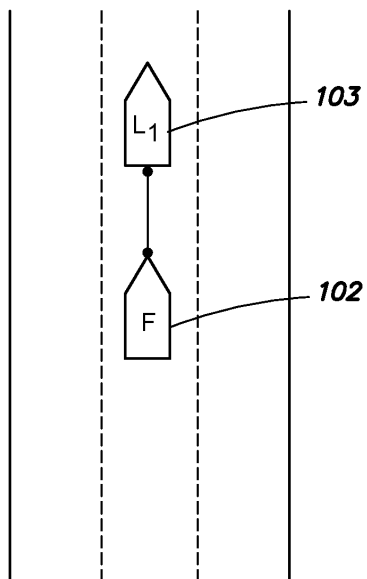
도면2e



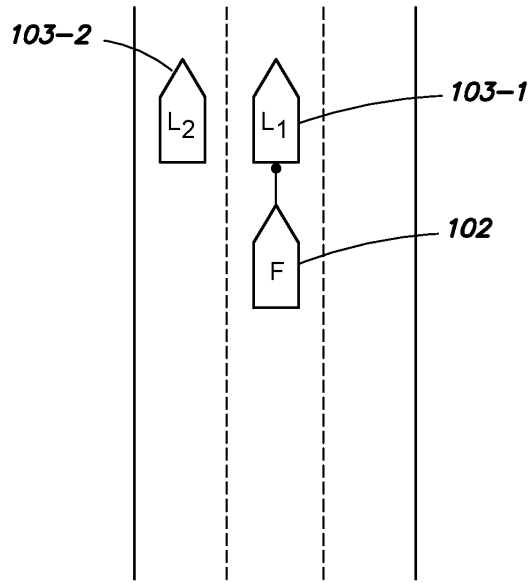
도면2f



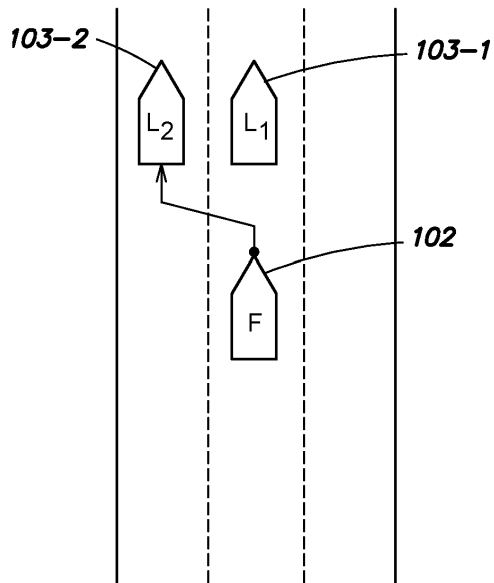
도면3a



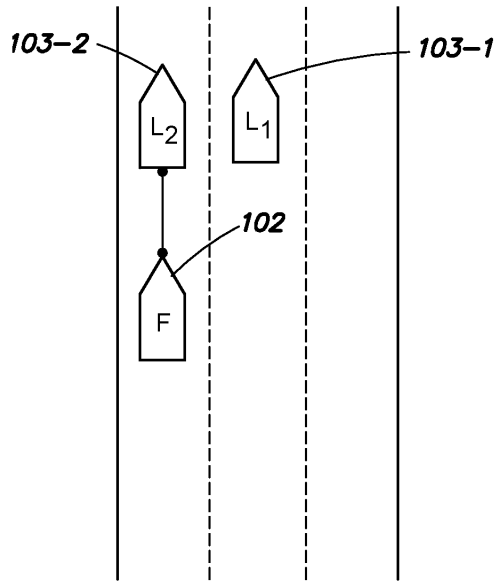
도면3b



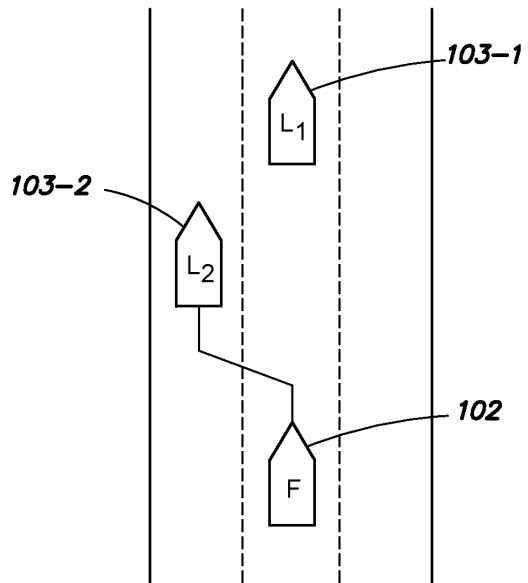
도면3c



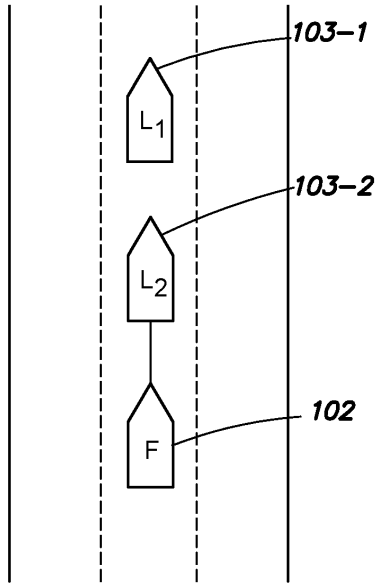
도면3d



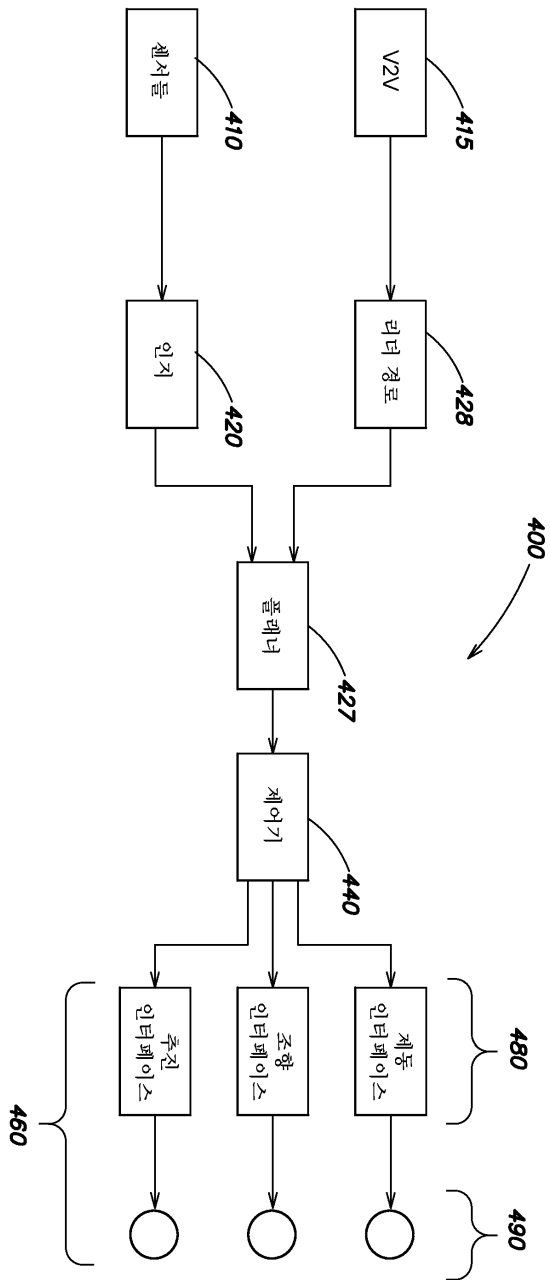
도면3e



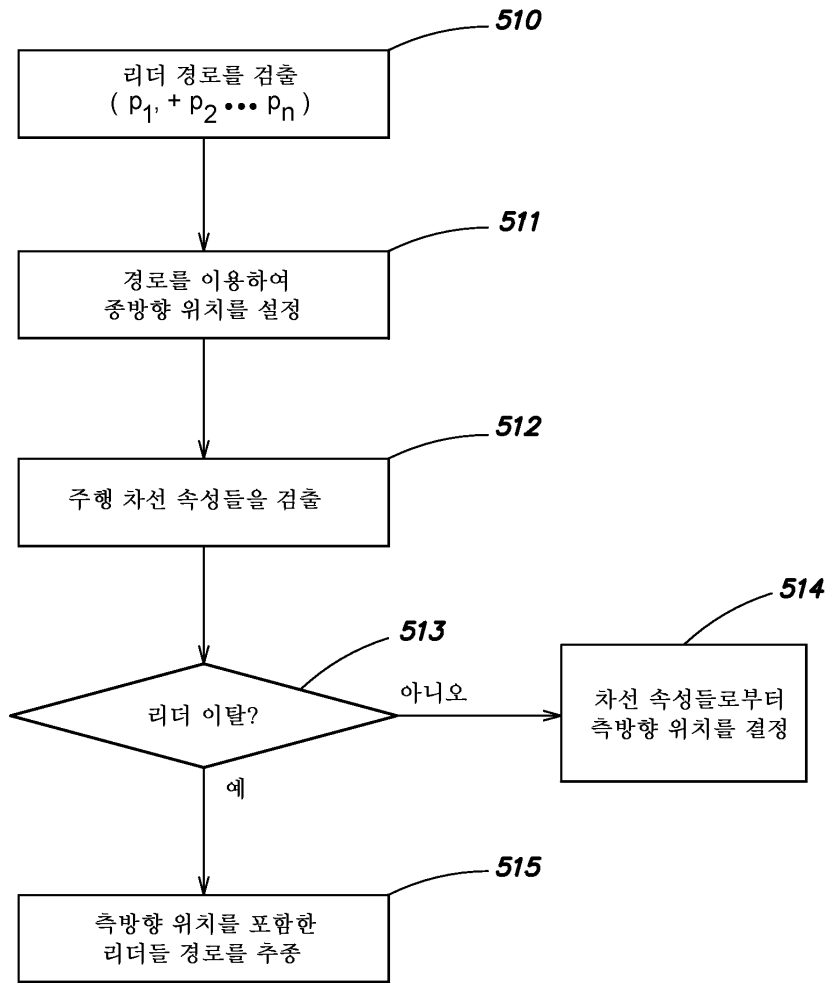
도면3f



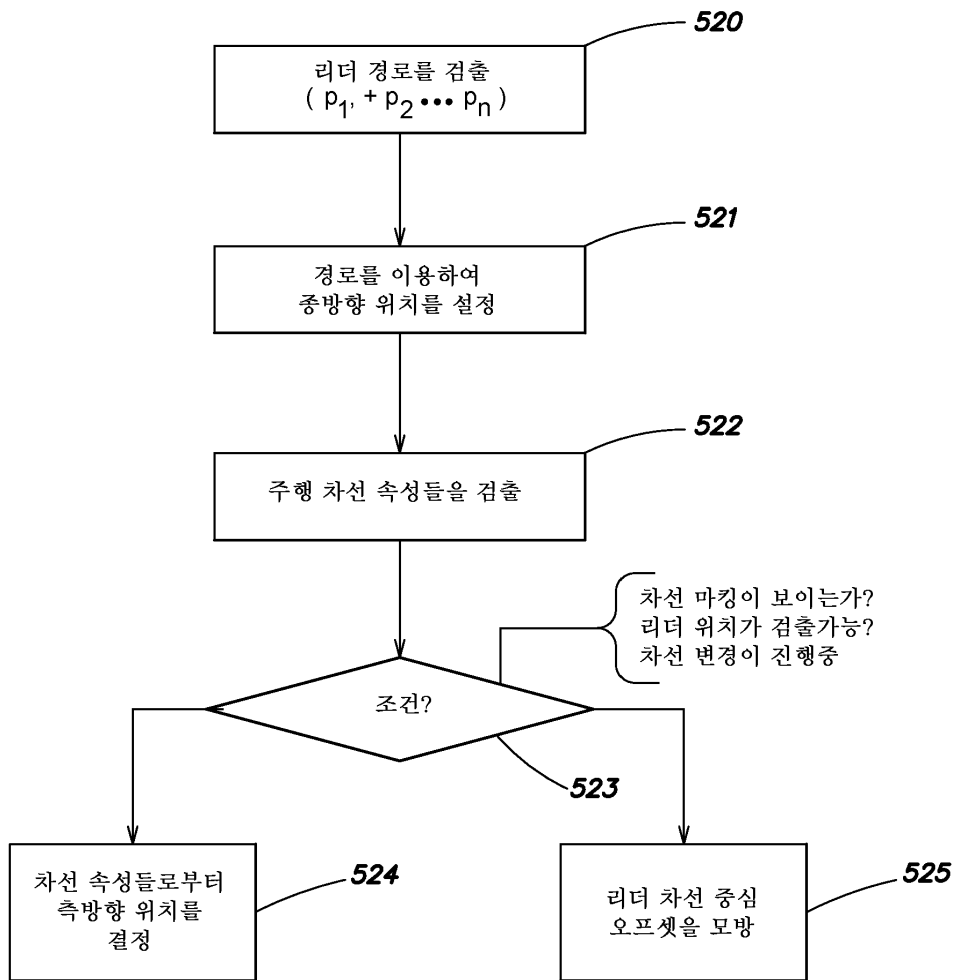
도면4



도면5a



도면5b



도면5c

