



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0104082
(43) 공개일자 2025년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) G06F 111/04 (2020.01)
G06F 3/02 (2006.01) G06F 30/15 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
G06F 3/0205 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0196085
(22) 출원일자 2023년12월29일
심사청구일자 2023년12월29일

(71) 출원인
국립부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
손정현
부산광역시 부산진구 백양대로208번길 38-25, 101동 401호 (개금동, 우성아파트)
박수현
부산광역시 남구 유엔로201번길 68-8, 404호 (대연동, 아진더힐)
장영진
부산광역시 부산진구 신천대로 122, (아파트)동 1330호 (부전동, 네오스포)
(74) 대리인
특허법인 천지

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 다물체 동역학을 이용한 차량 시뮬레이션 장치 및 방법

(57) 요약

다물체 동역학을 이용한 차량 시뮬레이션 장치 및 방법이 개시된다. 시뮬레이션 장치는 조이스틱의 신호와 시뮬레이션이 수행되는 차량의 최대 속도를 기반으로 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정하는 목표 속도 설정부, 차량이 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 목표 속도 추종부 및 시뮬레이션이 수행되면서 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 차량의 주행성능을 분석하는 동역학 분석부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 30/15 (2020.01)

G06F 2111/04 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425177926
과제번호	00258143
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	중소기업연구인력지원
연구과제명	프로젝트기반 로봇융합 스마트제조 인력양성사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교산학협력단
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

조이스틱의 신호와 시뮬레이션이 수행되는 차량의 최대 속도를 기반으로 상기 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정하는 목표 속도 설정부;

상기 차량이 상기 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 목표 속도 추종부; 및

상기 시뮬레이션이 수행되면서 상기 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 동역학 분석부;

를 포함하는 시뮬레이션 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 차량이 시뮬레이션을 수행하기 위한 주행조건인 도로 종류, 도로 상태, 도로 유형 및 날씨 상태 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 주행모드를 제공하고, 상기 복수의 주행모드 중 어느 하나가 선택되면 상기 선택된 주행모드에 상기 차량의 차량정보를 반영하여 시뮬레이션 코스를 생성하며, 상기 생성된 시뮬레이션 코스를 기반으로 상기 시뮬레이션이 수행되도록 제어하는 시뮬레이션 지원부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 시뮬레이션 지원부는,

상기 복수의 링크들 중 적어도 하나가 선택되면 상기 선택된 링크에서만 상기 동역학 특성이 측정되도록 설정하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 목표 속도 설정부는,

상기 조이스틱의 신호에 포함된 가속 페달이 밟힌 비율, 브레이크 페달이 밟힌 비율 및 조향 핸들이 회전된 각도 중 적어도 하나를 상기 최대 속도에 반영하여 상기 목표 속도를 설정하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 목표 속도 설정부는,

상기 차량의 각 바퀴별로 상기 목표 속도를 설정하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 목표 속도 추종부는,

PID(Proportional Integral Derivation) 제어를 이용하여 상기 차량이 상기 목표 속도를 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 동역학 분석부는,

각 링크별로 측정된 동역학 특성을 해석하고, 상기 해석된 동역학 특성 중 기 설정된 기준보다 낮은 수치를 가지는 링크를 선별하며, 상기 선별된 링크에 대한 해석 결과가 포함된 링크 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 동역학 분석부는,

상기 시뮬레이션 코스에 포함된 주행조건별로 상기 동역학 특성을 해석하여 상기 주행조건에 따라 변화되는 차량의 취약점을 분석하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이션 장치.

청구항 9

차량의 동역학 특성을 분석하는 시뮬레이션 장치에 의해 수행되는 시뮬레이션 방법에 있어서,

조이스틱의 신호와 시뮬레이션이 수행되는 차량의 최대 속도를 기반으로 상기 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정하는 단계;

상기 차량이 상기 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 수행하는 단계; 및

상기 시뮬레이션이 수행되면서 상기 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 단계;

를 포함하는 시뮬레이션 방법.

청구항 10

차량의 시뮬레이션 관련 사용자 입력이 조이스틱을 통해 입력되면 상기 조이스틱의 신호를 이용하여 상기 차량의 시뮬레이션을 수행하고, 상기 시뮬레이션이 수행되는 과정에서 검출된 다물체 동역학 관련 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 시뮬레이션 장치; 및

상기 분석된 결과를 수신하고, 상기 수신된 결과를 이용하여 상기 시뮬레이션에 대한 모니터링이 원격에서 이루어지도록 지원하는 사용자 단말;을 포함하되,

상기 시뮬레이션 장치는,

상기 조이스틱의 신호와 상기 차량의 최대 속도를 기반으로 상기 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정하는 목표 속도 설정부;

상기 차량이 상기 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 목표 속도 추종부; 및

상기 시뮬레이션이 수행되면서 상기 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 동역학 분석부;

를 포함하는 시뮬레이션 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 시뮬레이션 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 실제 하드웨어를 운용하지 않더라도 차량이 다양한 조건에서 주행할 때의 동특성을 분석하는 다물체 동역학을 이용한 차량 시뮬레이션 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 험지, 야지 등과 같은 외부환경에서 운용되는 무인 차량의 필요성이 증가되고 있으며, 이로 인해 차량의 동특성을 예측하는 연구가 매우 중요해지고 있다.
- [0003] 간단하게는 하드웨어를 통해 동특성을 계측할 수 있지만 하드웨어를 사용할 경우, 많은 시간과 비용이 수반될 뿐만 아니라 차량의 파손까지 발생될 수 있으므로, 차량 시뮬레이터의 개발이 필수적이다.
- [0004] 하지만 현재 진행 중인 차량 시뮬레이터의 연구들은 대부분이 질점 동역학 기반의 물리엔진을 활용하거나, 간단한 기능적 표현(functional expression)을 통해 기구학적 거동을 계산하기 때문에 다양한 거동에 대한 정확도가 떨어진다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-2445049호(2022.09.15.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 실제 하드웨어를 운용하지 않더라도 시뮬레이션을 통해 차량이 다양한 조건에서 주행할 때의 동특성을 분석하여 해당 차량의 자율주행을 위한 데이터를 확보하는 다물체 동역학을 이용한 차량 시뮬레이션 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명에 따른 시뮬레이션 장치는 조이스틱의 신호와 시뮬레이션이 수행되는 차량의 최대 속도를 기반으로 상기 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정하는 목표 속도 설정부, 상기 차량이 상기 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 목표 속도 추종부 및 상기 시뮬레이션이 수행되면서 상기 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 동역학 분석부를 포함한다.
- [0008] 또한 상기 차량이 시뮬레이션을 수행하기 위한 주행조건인 도로 종류, 도로 상태, 도로 유형 및 날씨 상태 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 주행모드를 제공하고, 상기 복수의 주행모드 중 어느 하나가 선택되면 상기 선택된 주행모드에 상기 차량의 차량정보를 반영하여 시뮬레이션 코스를 생성하며, 상기 생성된 시뮬레이션 코스를 기반으로 상기 시뮬레이션이 수행되도록 제어하는 시뮬레이션 지원부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 또한 상기 시뮬레이션 지원부는, 상기 복수의 링크들 중 적어도 하나가 선택되면 상기 선택된 링크에서만 상기 동역학 특성이 측정되도록 설정하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또한 상기 목표 속도 설정부는, 상기 조이스틱의 신호에 포함된 가속 페달이 밟힌 비율, 브레이크 페달이 밟힌 비율 및 조향 핸들이 회전된 각도 중 적어도 하나를 상기 최대 속도에 반영하여 상기 목표 속도를 설정하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한 상기 목표 속도 설정부는, 상기 차량의 각 바퀴별로 상기 목표 속도를 설정하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한 상기 목표 속도 추종부는, PID(Proportional Integral Derivation) 제어를 이용하여 상기 차량이 상기 목표 속도를 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한 상기 동역학 분석부는, 각 링크별로 측정된 동역학 특성을 해석하고, 상기 해석된 동역학 특성 중 기 설정된 기준보다 낮은 수치를 가지는 링크를 선별하며, 상기 선별된 링크에 대한 해석 결과가 포함된 링크 정보를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한 상기 동역학 분석부는, 상기 시뮬레이션 코스에 포함된 주행조건별로 상기 동역학 특성을 해석하여 상기 주행조건에 따라 변화되는 차량의 취약점을 분석하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 따른 차량의 동역학 특성을 분석하는 시뮬레이션 장치에 의해 수행되는 시뮬레이션 방법은 조이스틱의 신호와 시뮬레이션이 수행되는 차량의 최대 속도를 기반으로 상기 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표

속도를 설정하는 단계, 상기 차량이 상기 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 수행하는 단계 및 상기 시뮬레이션이 수행되면서 상기 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 단계를 포함한다.

[0016] 본 발명에 따른 시뮬레이션 시스템은 차량의 시뮬레이션 관련 사용자 입력이 조이스틱을 통해 입력되면 상기 조이스틱의 신호를 이용하여 상기 차량의 시뮬레이션을 수행하고, 상기 시뮬레이션이 수행되는 과정에서 검출된 다물체 동역학 관련 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 시뮬레이션 장치 및 상기 분석된 결과를 수신하고, 상기 수신된 결과를 이용하여 상기 시뮬레이션에 대한 모니터링이 원격에서 이루어지도록 지원하는 사용자 단말을 포함하되, 상기 시뮬레이션 장치는, 상기 조이스틱의 신호와 상기 차량의 최대 속도를 기반으로 상기 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정하는 목표 속도 설정부, 상기 차량이 상기 목표 속도로 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어하는 목표 속도 추종부 및 상기 시뮬레이션이 수행되면서 상기 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 상기 차량의 주행성능을 분석하는 동역학 분석부를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예에 따르면, 실제 하드웨어를 운용하지 않고 시뮬레이션을 통해 차량의 다물체 동역학 관련 특성을 분석함으로써, 시간 및 비용을 절약할 수 있다.

[0018] 또한 다양한 조건에서의 주행을 시뮬레이션을 하여 차량의 자율주행을 위한 데이터를 다각도로 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템을 설명하기 위한 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 제어부를 설명하기 위한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션되는 차량을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 코스의 제1 구간을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 코스의 제2 구간을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 코스의 제3 구간을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 목표 속도를 추종하는 과정을 설명하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0021] 본 명세서 및 도면(이하 '본 명세서')에서, 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0022] 또한 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결되어' 있다거나 '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0023] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용되는 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도로 사용되는 것이 아니다.

- [0024] 또한 본 명세서에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0025] 또한 본 명세서에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품, 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것일 뿐, 하나 또는 그 이상의 다른 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0026] 또한 본 명세서에서, '및/또는' 이라는 용어는 복수의 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다. 본 명세서에서, 'A 또는 B'는, 'A', 'B', 또는 'A와 B 모두'를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한 본 명세서에서, 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략될 것이다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템을 설명하기 위한 구성도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 시뮬레이션 시스템(300)은 실제 하드웨어를 운용하지 않더라도 시뮬레이션을 통해 차량이 다양한 조건에서 주행할 때의 동특성을 분석하여 해당 차량의 자율주행을 위한 데이터를 확보한다. 시뮬레이션 시스템(300)은 시뮬레이션 장치(100) 및 사용자 단말(200)을 포함한다.
- [0031] 시뮬레이션 장치(100)는 차량의 동역학 특성을 분석하는 시뮬레이션을 지원한다. 이때 차량은 다물체 동역학에 대한 데이터를 측정할 수 있는 차량 모델이고, 바람직하게는 스킵드 조향 차량일 수 있으나 이에 한정하지 않는다. 시뮬레이션 장치(100)는 차량의 시뮬레이션 관련 사용자 입력이 조이스틱을 통해 입력되면 조이스틱의 신호를 이용하여 차량의 주행에 대한 시뮬레이션을 수행한다. 여기서 사용자 입력은 차량의 감속도, 조향각, 기어(gear) 상태 등을 포함하는 정보일 수 있다. 시뮬레이션 장치(100)는 시뮬레이션이 수행되는 과정에서 검출된 다물체 동역학 관련 특성을 이용하여 차량의 주행 성능을 분석한다. 시뮬레이션 장치(100)는 분석된 결과를 출력하거나, 사용자 단말(200)로 전송한다.
- [0032] 사용자 단말(200)은 사용자(또는 관리자)가 사용하는 단말로써, 시뮬레이션장치(100)로부터 차량의 시뮬레이션된 결과를 수신하고, 수신된 결과를 이용하여 원격에서 사용자가 시뮬레이션에 대한 모니터링을 수행할 수 있도록 지원한다. 즉 사용자 단말(200)은 사용자와 시뮬레이션 장치(100) 간의 물리적 거리가 멀리 위치하여도 시뮬레이션에 대한 모니터링이 이루어지도록 지원할 수 있다. 또한 사용자 단말(200)은 시뮬레이션을 수행할 차량에 대한 정보를 시뮬레이션 장치(100)로 전송하여 해당 차량의 시뮬레이션이 진행되도록 제어할 수 있다. 사용자 단말(200)은 스마트폰, 데스크톱, 랩톱, 핸드헬드 PC, 태블릿 PC 등을 포함하는 개인용 컴퓨팅 시스템일 수 있다.
- [0033] 한편 시뮬레이션 시스템(300)은 시뮬레이션 장치(100) 및 사용자 단말(200) 사이에 통신망(350)을 구축하여 서로 간의 통신이 이루어지도록 지원한다. 통신망(350)은 백본망과 가입자망으로 구성될 수 있다. 백본망은 X.25 망, Frame Relay 망, ATM망, MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 망 및 GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching) 망 등 중에 하나 또는 복수의 통합된 망으로 구성될 수 있다. 가입자망은 FTTH(Fiber To The Home), ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line), 케이블망, 지그비(zigbee), 블루투스(bluetooth), Wireless LAN(IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n), Wireless Hart(ISO/IEC62591-1), ISA100.11a(ISO/IEC 62734), CoAP(Constrained Application Protocol), MQTT(Message Queuing Telemetry Transport), WiBro(Wireless Broadband), Wimax, 3G, HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), 4G, 5G 및 6G 등일 수 있다. 일부 실시예로, 통신망(350)은 인터넷망일 수 있고, 이동 통신망일 수 있다. 또한 통신망(350)은 기타 널리 공지되었거나 향후 개발될 모든 무선통신 또는 유선통신 방식을 포함할 수 있다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 장치를 설명하기 위한 블록도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 제어부를 설명하기 위한 블록도이며, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션되는 차량을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 코스의 제1 구간을 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 코스의 제2 구간을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 코스의 제3 구간을 설명하기 위한 도면이며, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 목표 속도를 추종하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [0036] 도 1 내지 도 8을 참조하면, 시뮬레이션 장치(100)는 통신부(10), 입력부(20), 조이스틱(30), 제어부(40), 출력

부(50) 및 저장부(60)를 포함한다.

- [0037] 통신부(10)는 사용자 단말(200)과의 통신을 수행한다. 통신부(10)는 시뮬레이션에 대한 결과를 사용자 단말(200)에 전송한다. 또한 통신부(10)는 시뮬레이션을 수행할 차량(V)에 대한 정보를 수신할 수 있다.
- [0038] 입력부(20)는 시뮬레이션을 수행할 차량(V)에 대한 정보를 직접 입력받는다. 여기서 차량(V)에 대한 정보는 최대 속도, 가속 성능, 브레이크 성능, 조향 성능 등을 포함할 수 있다. 차량(V)은 4개의 바퀴(T1, T2, T3, T4)가 각각 서로 다르게 구동될 수 있으며, 바람직하게는 스키드 조향 차량일 수 있다. 차량(V)은 제1 바퀴(T1)와 제3 바퀴(T3)가 같은 속도로 회전하고, 제2 바퀴(T2)와 제4 바퀴(T4)가 같은 속도로 회전할 수 있다. 차량(V)은 좌 회전을 할 때, 제1 바퀴(T1)와 제3 바퀴(T3)가 제2 바퀴(T2)와 제4 바퀴(T4)보다 느리게 회전하고, 우회전을 할 때, 제1 바퀴(T1)와 제3 바퀴(T3)가 제2 바퀴(T2)와 제4 바퀴(T4)보다 빠르게 회전할 수 있다. 또한 차량(V)은 차량(V)의 구성부품들(바퀴, 서스펜션 등)이 연결되는 복수의 링크들을 포함하고, 각 링크마다 동역학 특성을 검출하는 복수의 센서들(미도시)을 포함할 수 있다. 또한 입력부(20)는 시뮬레이션을 수행하기 위한 설정값과 관련된 사용자 입력을 입력받는다.
- [0039] 조이스틱(30)은 차량(V)의 시뮬레이션 관련 사용자 입력이 입력된다. 조이스틱(30)은 차량(V)의 감가속도, 조향 각, 기어 상태(예: 직진, 후진, 주차, 중립) 등을 포함하는 정보가 포함된 사용자 입력을 입력받을 수 있다. 이를 위해 조이스틱(30)은 가속 페달, 브레이크 페달, 조향 핸들 및 변속 기어를 포함할 수 있다.
- [0040] 제어부(40)는 시뮬레이션 장치(100)의 전반적인 제어를 수행한다. 제어부(40)는 차량(V)에 대한 시뮬레이션을 지원하면서 해당 차량의 다물체 동역학 관련 특성을 이용하여 주행 성능을 분석할 수 있다. 제어부(40)는 목표 속도 설정부(43), 목표 속도 추종부(45) 및 동역학 분석부(47)를 포함하고, 시뮬레이션 지원부(41)를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 시뮬레이션 지원부(41)는 차량(V)이 시뮬레이션을 수행하기 위한 주행조건인 도로 종류, 도로 상태, 도로 유형 및 날씨 상태 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 주행모드를 제공한다. 도로 종류는 포장 도로, 비포장 도로를 포함하고, 비포장 도로는 자갈 도로, 흙 도로, 모래 도로 등을 포함할 수 있다. 도로 상태는 정상, 빗길, 눈길, 빙판길 등을 포함할 수 있다. 도로 유형은 직진 도로, 좌회전 도로, 우회전 도로, 오르막 도로, 내리막 도로 등을 포함할 수 있다. 날씨 상태는 맑음, 비, 눈, 우박 등을 포함할 수 있다. 즉 주행모드는 상술된 다양한 주행 조건이 랜덤(random)하게 결합되어 생성된 주행 관련된 모드로서, 예를 들어 제1 주행모드, 제2 주행모드 내지 제n 주행모드 등을 포함할 수 있다.
- [0042] 시뮬레이션 지원부(41)는 복수의 주행모드 중 어느 하나가 선택되면 선택된 주행모드에 차량(V)의 차량정보를 반영하여 시뮬레이션 코스를 생성하고, 생성된 시뮬레이션 코스에서 해당 차량(V)의 시뮬레이션이 수행되도록 제어한다. 즉 시뮬레이션 지원부(41)는 차량(V)의 주행성능을 다각도에서 확인할 수 있도록 다양하게 도로를 스케줄링하여 시뮬레이션 코스로 생성할 수 있다. 시뮬레이션 코스는 주행성능을 분석할 차량(V)이 선택된 주행모드와 결합하여 최적의 시뮬레이션 결과가 출력될 수 있도록 도로를 스케줄링한 정보일 수 있다.
- [0043] 예를 들어 시뮬레이션 지원부(41)는 자갈 도로, 직진 도로, 좌회전 도로, 오르막 도로, 빗길 및 눈길이 포함된 주행모드가 선택되고, 선택된 주행모드에 차량(V)의 차량정보를 반영하여 시뮬레이션 코스를 생성할 수 있다. 상세하게는 시뮬레이션 지원부(41)는 총 3구간이 포함된 시뮬레이션 코스를 생성할 수 있다. 제1 구간은 자갈 도로와 직진 도로가 결합된 도로를 생성하고, 제2 구간은 좌회전 도로와 빗길이 결합된 도로를 생성하며, 제3 구간은 오르막 도로와 눈길이 결합된 도로를 생성할 수 있다.
- [0044] 여기서 시뮬레이션 지원부(41)는 복수의 링크들 중 적어도 하나가 사용자 입력에 의해 선택되면 선택된 링크에서만 동역학 특성이 측정되도록 제어한다. 즉 시뮬레이션 지원부(41)는 기본적으로 전체 링크에 대한 동역학 특성이 측정되도록 제어되지만 특정 링크에 대한 동역학 특성이 측정이 필요한 경우, 해당 링크에서만 동역학 특성을 측정하여 시뮬레이션이 수행되면서 발생하는 연산량을 최소화할 수 있다.
- [0045] 목표 속도 설정부(43)는 시뮬레이션 관련 초기 설정이 완료되면 조이스틱(30)의 신호와 차량(V)의 최대 속도를 기반으로 차량(V)이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정한다. 이때 목표 속도 설정부(43)는 차량(V)의 각 바퀴별(T1, T2, T3, T4)로 목표 속도를 설정하여 안정적인 주행이 이루어지도록 한다. 또한 목표 속도 설정부(43)는 조이스틱(30)의 신호에 포함된 가속 페달이 밟힌 비율, 브레이크 페달이 밟힌 비율 및 조향 핸들이 회전된 각도 중 적어도 하나를 차량(V)의 최대 속도에 반영하여 목표 속도를 설정할 수 있다.
- [0046] 예를 들어 목표 속도 설정부(43)는 가속 페달을 끝까지 밟게 되면 차량의 최대 속도(예: 1.5m/s)에 도달할 수 있는 바퀴의 각속도를 결정하고, 각 바퀴(T1, T2, T3, T4)의 목표 속도를 설정한다. 또한 목표 속도 설정부(4

3)는 가속 페달을 50% 밟게 되면 차량의 최대 속도의 50%에 해당하는 0.75m/s를 목표 속도로 설정하고, 각 바퀴(T1, T2, T3, T4)의 각속도를 결정할 수 있다. 여기서 목표 속도 설정부(43)는 브레이크 페달 또는 조향 핸들의 회전된 각도가 입력되면 차량(V)의 스펙에 맞게 각 바퀴(T1, T2, T3, T4)의 목표 속도를 설정할 수 있다.

목표 속도 추종부(45)는 목표 속도가 설정되면 차량(V)이 목표 속도로 추종하며 주행하도록 시뮬레이션을 제어한다. 목표 속도 추종부(45)는 PID(Proportional Integral Derivation) 제어를 이용하여 차량(V)이 목표 속도를 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 제어할 수 있다. 즉 목표 속도 추종부(45)는 각 바퀴(T1, T2, T3, T4)가 목표 속도를 자동으로 추종하도록 구동 토크 입력을 넣어줄 수 있는 PID 제어를 수행할 수 있다. 목표 속도 추종부(45)는 [수학식 1]과 같이 PID 제어를 수행할 수 있다.

수학식 1

$$u(t) = K_p(e) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

여기서 $u(t)$ 는 시간 t 에서의 출력값을 의미하고, K_p 는 비례 이득값을 의미하며, K_i 는 적분 이득값을 의미하고, K_d 는 미분 이득값을 의미한다.

목표 속도 추종부(45)는 시뮬레이션의 목적에 맞는 성능지수와 제한조건을 설정하여 제한조건을 넘지 않고 성능지수를 최소화시킬 수 있다. 예를 들어 목표 속도 추종부(45)는 [표 1]과 같이 성능지수와 제한조건을 설정할 수 있다.

표 1

AR[Treatment]	PI[Definition]	PI[Goal]	Expression
Error[RMS value]	Objective	Min	0.1초 이내로 목표속도 수렴
Error[End value]	Objective	Min	Steady 상태에서의 오차
Angular Velocity[Max value]	Objective	Min	Overshoot value
PI_Torque[Max value]	Objective	Min	모터의 토크를 최소화
PI_Torque[Max value]	End Response [Constraint]	LE	모터의 성능 고려

동역학 분석부(47)는 시뮬레이션이 수행되면서 차량(V)의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 차량(V)의 주행성능을 분석한다. 상세하게는 동역학 분석부(47)는 각 링크별로 측정된 동역학 특성을 해석한다. 여기서 동역학 분석부(47)는 시뮬레이션 코스에 포함된 주행조건별로 동역학 특성을 해석하여 주행조건에 따라 변화되는 차량의 취약점을 분석할 수 있다. 즉 동역학 분석부(47)는 복수의 주행조건 중 특정 주행조건에만 취약한 부분이 있는지 분석하고, 분석된 결과를 기반으로 동역학 특성을 해석할 수 있다. 동역학 분석부(47)는 해석된 동역학 특성 중 기 설정된 기준보다 낮은 수치를 가지는 링크를 선별할 수 있다. 기 설정된 기준은 일반적으로 차량의 안전도를 검사하는 기준을 의미할 수 있으나, 이에 한정하지 않는다. 동역학 분석부(47)는 선별된 링크에 대한 해석 결과가 포함된 링크 정보를 생성한다. 링크 정보는 해당 링크의 보완점이 나타나도록 알림 메시지가 포함할 수 있다. 동역학 분석부(47)는 분석된 결과를 출력부(50)로 전달하거나, 사용자 단말(200)로 전송시킬 수 있다. 출력부(50)는 시뮬레이션이 수행되는 과정을 출력한다. 이때 출력부(50)는 사용자 인터페이스(user interface, UI)를 이용하여 시뮬레이션이 수행되는 과정을 출력할 수 있다. 출력부(50)는 디스플레이일 수 있으며, 바람직하게는 터치 스크린 기능을 포함할 수 있다. 디스플레이는 액정 디스플레이(liquid crystal display, LCD), 박막 트랜지스터 액정 디스플레이(thin film transistor-liquid crystal display, TFT LCD), 유기 발광 다이오드(organic light-emitting diode, OLED), 플렉시블 디스플레이(flexible display), 3차원 디스플레이(3D display) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

저장부(60)는 시뮬레이션 장치(100)가 구동되기 위한 프로그램 또는 알고리즘이 저장된다. 저장부(60)는 시뮬레이션이 수행되는 과정에서 설정된 정보, 생성된 정보 및 분석된 정보가 저장된다. 저장부(60)는 플래시 메모리

타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기메모리, 자기 디스크 및 광디스크 중 적어도 하나의 저장매체를 포함할 수 있다.

[0055] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0056] 도 1 및 도 9를 참조하면, 시뮬레이션 방법은 실제 하드웨어를 운용하지 않고 시뮬레이션을 통해 차량의 다물체 동역학 관련 특성을 분석함으로써, 시간 및 비용을 절약할 수 있다. 또한 시뮬레이션 방법은 다양한 조건에서의 주행을 시뮬레이션을 하여 차량의 자율주행을 위한 데이터를 다각도로 확보할 수 있다.

[0057] S110 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 시뮬레이션 관련 초기 설정을 수행한다. 시뮬레이션 장치(100)는 차량이 시뮬레이션을 수행하기 위한 주행조건인 도로 종류, 도로 상태, 도로 유형 및 날씨 상태 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 주행모드를 제공한다. 시뮬레이션 장치(100)는 복수의 주행모드 중 어느 하나가 선택되면 선택된 주행모드에 차량의 차량정보를 반영하여 시뮬레이션 코스를 생성한다. 시뮬레이션 장치(100)는 생성된 시뮬레이션 코스를 기반으로 시뮬레이션이 수행되도록 초기 설정을 할 수 있다.

[0058] S120 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 조이스틱 관련 신호가 입력되었는지 판단한다. 시뮬레이션 장치(100)는 조이스틱으로부터 차량의 감가속도, 조향각, 기어 상태(예: 직진, 후진, 주차, 중립) 등을 포함하는 정보가 포함된 사용자 입력에 대한 신호 입력 여부를 판단한다. 시뮬레이션 장치(100)는 신호가 입력되면 S130 단계를 수행하고, 신호가 입력되지 않으면 S120 단계를 재수행한다.

[0059] S130 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 시뮬레이션에서 차량이 주행해야 할 목표 속도를 설정한다. 시뮬레이션 장치(100)는 조이스틱의 신호와 시뮬레이션이 수행되는 차량의 최대 속도를 기반으로 차량이 주행 시, 목표로 하는 속도인 목표 속도를 설정한다. 시뮬레이션 장치(100)는 조이스틱의 신호에 포함된 가속 페달이 밟힌 비율, 브레이크 페달이 밟힌 비율 및 조향 핸들이 회전된 각도 중 적어도 하나를 최대 속도에 반영하여 목표 속도를 설정할 수 있다.

[0060] S140 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 차량이 목표 속도를 추종되도록 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션 장치(100)는 PID 제어를 이용하여 차량이 목표 속도를 추종하며 주행되도록 시뮬레이션을 할 수 있다.

[0061] S150 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 차량의 동역학 분석을 수행한다. 시뮬레이션 장치(100)는 시뮬레이션이 수행되면서 차량의 구성부품들이 연결되는 복수의 링크들 각각으로부터 측정된 동역학 특성을 이용하여 차량의 주행성능을 분석할 수 있다.

[0062] S160 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 조이스틱 관련 신호가 입력되었는지 판단한다. 시뮬레이션 장치(100)는 신호가 입력되면 S130 단계를 재수행하고, 신호가 입력되지 않으면 S170 단계를 수행한다.

[0063] S170 단계에서, 시뮬레이션 장치(100)는 시뮬레이션이 완료되었는지 판단한다. 시뮬레이션 장치(100)는 차량이 시뮬레이션 코스를 완주하여 시뮬레이션이 완료되면 시스템을 종료하고, 시뮬레이션이 완료되지 않으면 S140 단계를 재수행한다.

[0065] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

[0066] 도 10을 참조하면, 컴퓨팅 장치(TN100)는 본 명세서에서 기술된 장치(예를 들면 시뮬레이션 장치, 사용자 단말 등) 일 수 있다.

[0067] 컴퓨팅 장치(TN100)는 적어도 하나의 프로세서(TN110), 송수신 장치(TN120), 및 메모리(TN130)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(TN100)는 저장 장치(TN140), 입력 인터페이스 장치(TN150), 출력 인터페이스 장치(TN160) 등을 더 포함할 수 있다. 컴퓨팅 장치(TN100)에 포함된 구성 요소들은 버스(bus)(TN170)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.

[0068] 프로세서(TN110)는 메모리(TN130) 및 저장 장치(TN140) 중에서 적어도 하나에 저장된 프로그램 명령(program command)을 실행할 수 있다. 프로세서(TN110)는 중앙 처리 장치(CPU: central processing unit), 그래픽 처리

장치(GPU: graphics processing unit), 또는 본 발명의 실시예에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 프로세서(TN110)는 본 발명의 실시예와 관련하여 기술된 절차, 기능, 및 방법 등을 구현하도록 구성될 수 있다. 프로세서(TN110)는 컴퓨팅 장치(TN100)의 각 구성 요소를 제어할 수 있다.

[0069] 메모리(TN130) 및 저장 장치(TN140) 각각은 프로세서(TN110)의 동작과 관련된 다양한 정보를 저장할 수 있다. 메모리(TN130) 및 저장 장치(TN140) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(TN130)는 읽기 전용 메모리(ROM: read only memory) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM: random access memory) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.

[0070] 송수신 장치(TN120)는 유선 신호 또는 무선 신호를 송신 또는 수신할 수 있다. 송수신 장치(TN120)는 네트워크에 연결되어 통신을 수행할 수 있다.

[0072] 한편, 본 발명의 실시예는 지금까지 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 상술한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.

[0074] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 통상의 기술자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0075] 10: 통신부
20: 입력부
30: 조이스틱
40: 제어부
41: 시뮬레이션 지원부
43: 목표 속도 설정부
45: 목표 속도 추종부
47: 동역학 분석부
50: 출력부
60: 저장부
100: 시뮬레이션 장치
200: 사용자 단말
300: 시뮬레이션 시스템
350: 통신망
V: 차량

도면

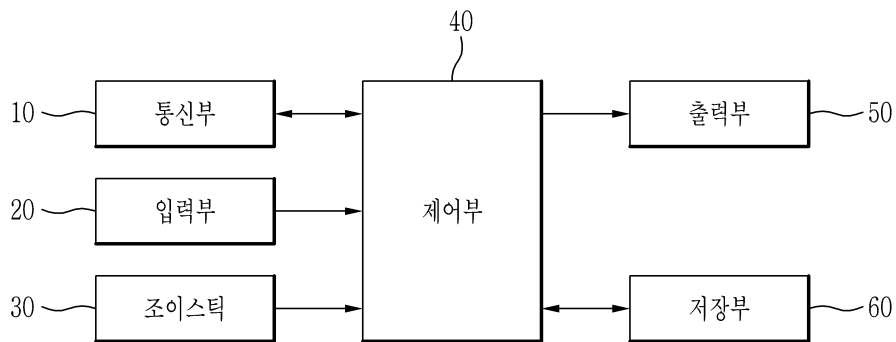
도면1

300

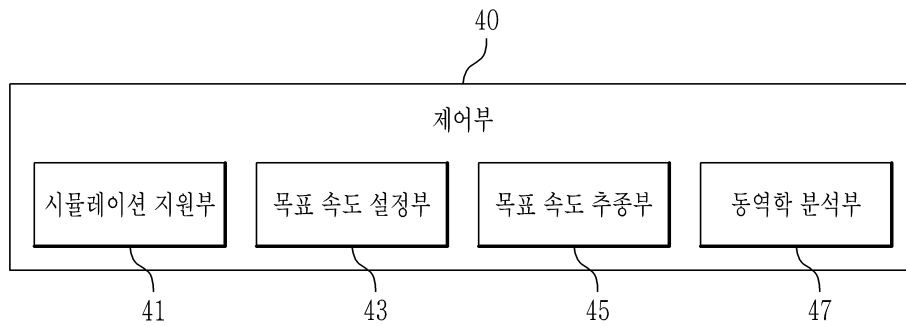


도면2

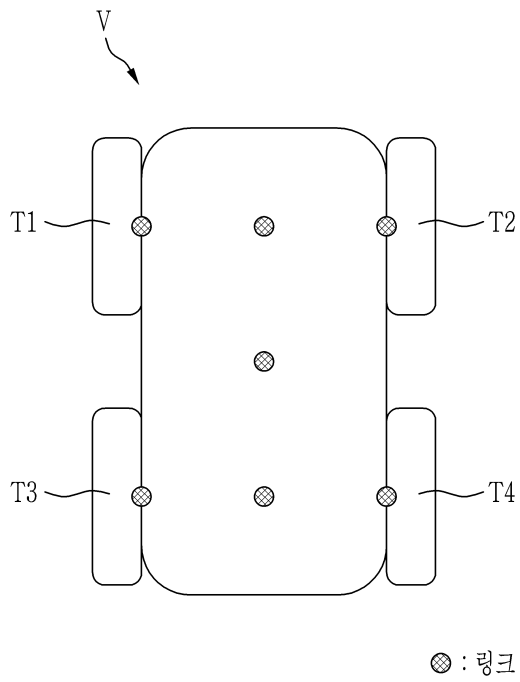
100



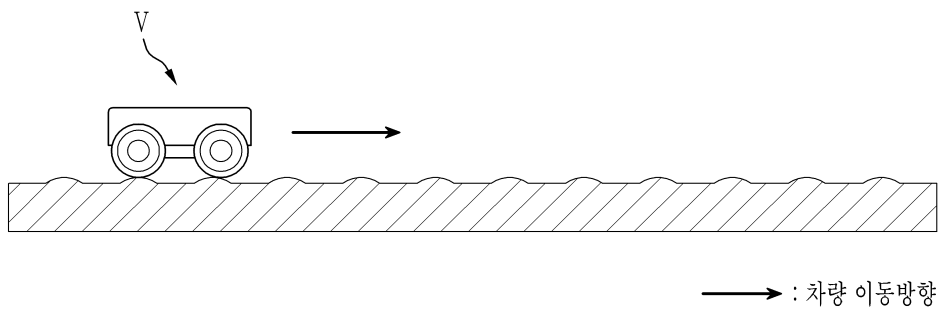
도면3



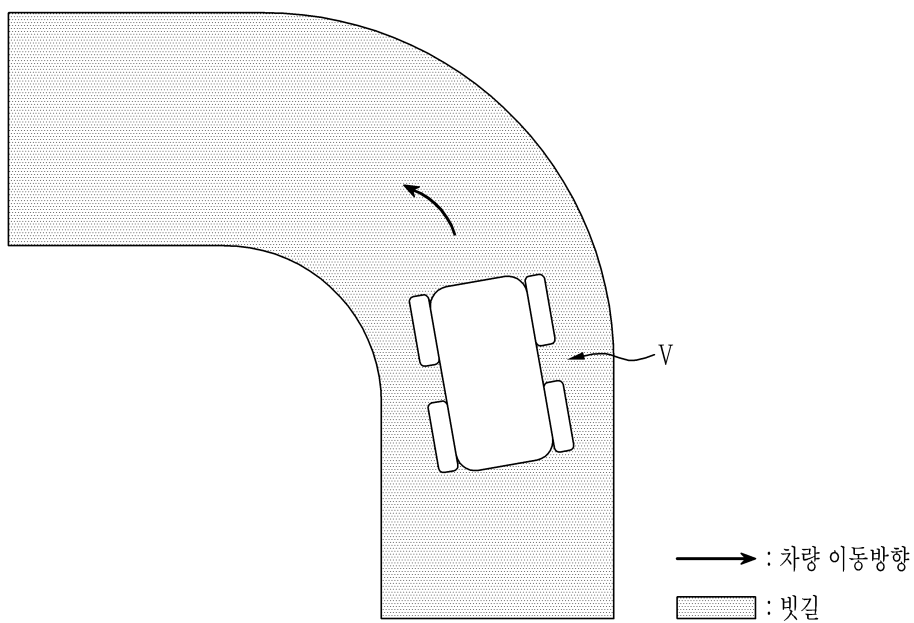
도면4



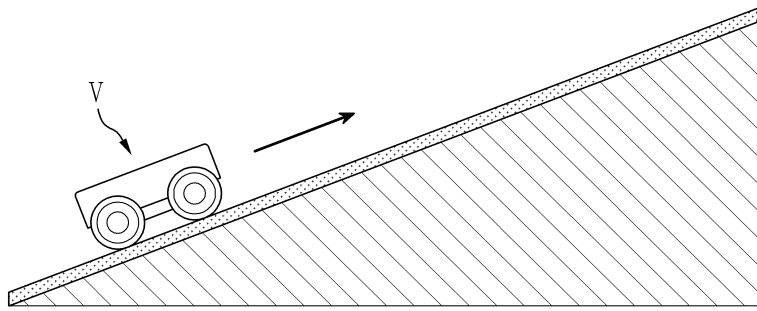
도면5



도면6



도면7

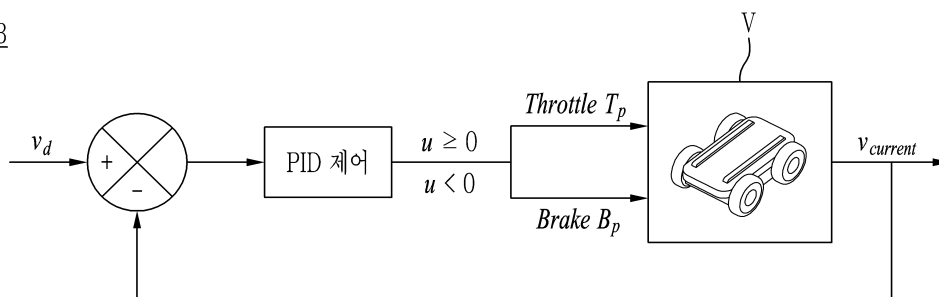


→ : 차량 이동방향

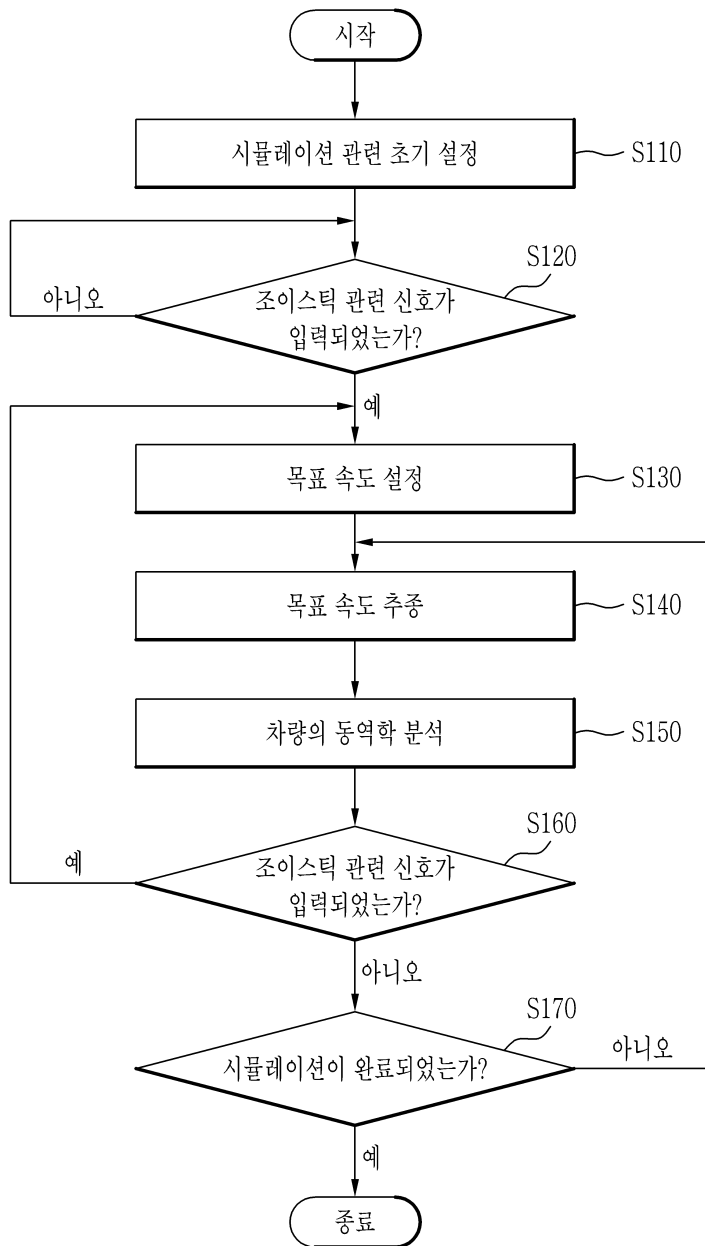
▨ : 눈길

도면8

43



도면9



도면10

