(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0109558
(43) 공개일자 2023년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 21/34 (2006.01) *B60W 50/02* (2006.01)
B60W 50/14 (2020.01) *B60W 60/00* (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01C 21/3446 (2013.01)
B60W 50/0205 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0002769
(22) 출원일자 2023년01월09일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
102022200253.9 2022년01월12일 독일(DE)

(71) 출원인
로베르트 보쉬 게엠베하
독일 데-70442 슈투트가르트 포스트파호 30 02 20
(72) 발명자
헤일, 안드레아스
독일 71263 바일 데어 슈타트 파펠스트라쎄 12
그레베, 데니스
독일 71272 렌닝엔 베스터펠트스트라쎄 13
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 이민호, 백만기

전체 청구항 수 : 총 15 항

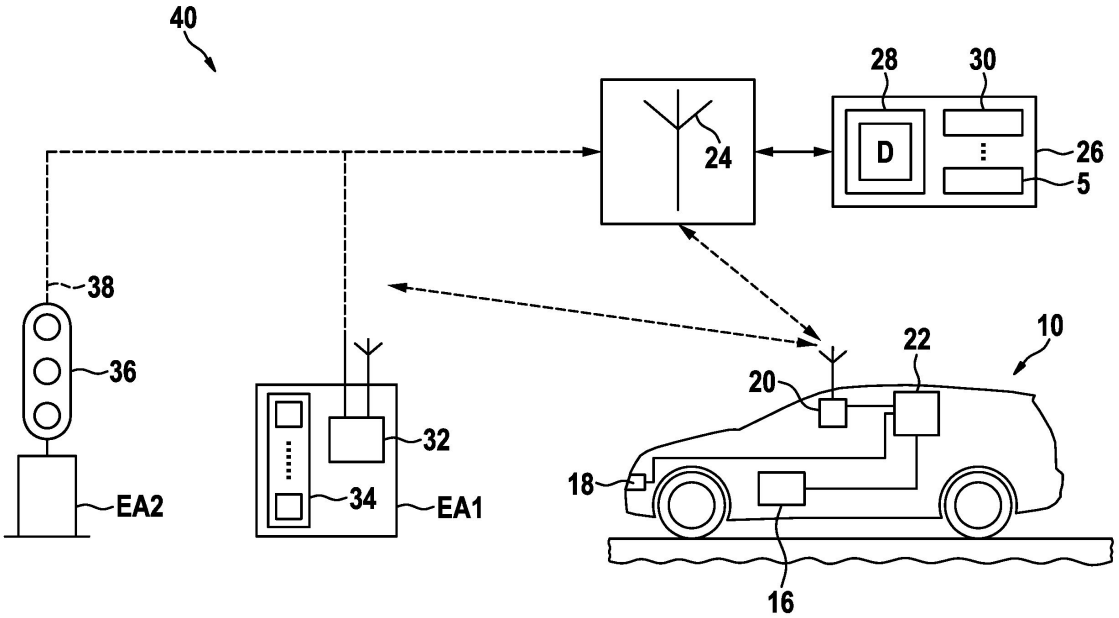
(54) 발명의 명칭 **차량 계산 태스크 할당**

(57) 요 약

적어도 하나의 차량(10)에 포함된 계산 리소스로부터 차량 통신 네트워크 내의 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2) 중 하나 이상으로의 적어도 하나의 계산 태스크의 할당을 계획하기 위한 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42)은, 영역 내의 제1 위치((A,1))로부터 제2 위치((C,3))로의 차량의 적어도 하나의 경로(R1)를 특성화하는 영역의

(뒷면에 계속)

대 표 도



공간적 표현, 및 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하는 단계; 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시(B)를 제공하는 단계(46); 적어도 하나의 계산 요건 표시를 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하는 단계(48); 및 적어도 하나의 계산 요건 표시가 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성에 의해 만족되는 경우, 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하는 단계(50)를 포함한다.

(52) CPC특허분류

B60W 50/14 (2013.01)
B60W 60/0015 (2020.02)
G01C 21/3492 (2013.01)
G06F 9/06 (2013.01)
B60W 2050/021 (2013.01)
B60W 2050/143 (2013.01)
B60W 2050/146 (2013.01)
B60W 2555/20 (2020.02)
B60W 2555/60 (2020.02)

(72) 발명자

나약, 나레쉬 가네쉬

독일 71229 레온베르크 포츠하이머 스트라쎄 39

두플리스, 파울리우스

독일 71706 마크그뢰닝엔 브룩뮐레 5

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 차량(10)에 포함된 계산 리소스로부터 차량 통신 네트워크 내의 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2) 중 하나 이상으로의 적어도 하나의 계산 태스크의 할당을 계획하기 위한 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42)으로서,

- 영역 내의 제1 위치((A,1))로부터 제2 위치((C,3))로의 차량의 적어도 하나의 경로(R1)를 특성화하는 상기 영역의 공간적 표현, 및 상기 영역 내의 복수의 위치들에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하는 단계(44);

- 상기 제1 위치로부터 상기 제2 위치로의 상기 차량의 예정된 이동 동안 상기 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시(B)를 제공하는 단계(46);

- 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시를 상기 영역 내의 복수의 위치들에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하는 단계(48); 및

- 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시가 상기 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성에 의해 만족되는 경우, 상기 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하는 단계(50)

를 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 계산 요건 표시를 제공하는 단계는,

- 자율 주행 시스템에 의해 수행될 상기 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 하나 이상의 특성을 추정하기 위해, 상기 영역 내의 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 경로의 하나 이상의 속성(AR1)을 분석하는 단계; 및

- 상기 하나 이상의 속성의 분석에 기초하여 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시(B)를 생성하는 단계

를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 경로의 하나 이상의 속성(AR1)은 도로 타입, 도로 치수들, 도로 속도 제한, 경로 지형, 차량 트래픽 밀도, 하루 중 시간, 또는 날씨 특성들의 그룹으로부터 선택되는 하나 또는 임의의 조합을 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원자적 계산 태스크는 다음의 계산 태스크들: 이미지 기반 객체 검출, 시맨틱 이미지 세그먼트화, 3D 객체 검출, 객체 추적, 도로 검출, 차선 검출, 불확실성 평가, 주행 거동 평가, 또는 차량 경로 계획 중 하나 또는 임의의 조합과 관련되는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 계산 요건 표시는,

- 외부 계산 리소스에 대한 전용 단거리 통신 연결의 이용가능성,

- 외부 계산 리소스에 대한 전용 셀룰러 통신 연결의 이용가능성,

- 피크 또는 평균 계산 강도 요건,

- 피크 또는 평균 통신 레이턴시 요건,

- 상기 외부 계산 리소스의 리던던시 능력,

- 상기 외부 계산 리소스의 설치된 소프트웨어 요건,

- 상기 외부 계산 리소스의 안전 필수 인증,

- 상기 외부 계산 리소스의 사이버보안 인증, 또는

- 상기 외부 계산 리소스의 서비스 품질 요건

중 하나 또는 임의의 조합을 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

- 유효 경로로서 정의된 상기 적어도 하나의 경로 상의 상기 제1 위치로부터 상기 제2 위치로의 상기 차량의 예정된 이동 동안 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시를 충족시킬 수 있는 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트를 계산하는 단계를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 7

제6항에 있어서,

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 상기 외부 계산 리소스들 각각으로 하나 이상의 리소스 예약 메시지를 통신하는 단계;

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트 내의 각각의 외부 계산 리소스에서, 상기 리소스 예약 메시지를 준수하는 대응하는 리소스 예약이 수행될 수 있는지 여부를 체크하는 단계; 및

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 상기 외부 계산 리소스들 각각이 상기 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 있는 경우, 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 각각의 외부 계산 리소스를 예약하는 단계

를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 8

제7항에 있어서,

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 상기 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나가 상기 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 없는 경우,

(i) 상기 영역 내의 복수의 위치들에서의 상기 외부 계산 리소스들에서의 각각의 나머지 외부 계산 리소스에서, 대체 외부 계산 리소스가 이용가능한지 여부를 체크하고, 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 상기 대체 외부 계산 리소스를 추가하는 단계; 또는

(ii) 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시가 서비스될 수 없다는 것을 선언하는 단계

를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 영역 내의 상기 제1 위치로부터 상기 제2 위치를 향하는 상기 유효 경로를 따르는 상기 차량의 이동 동안, 상기 유효 경로와 연관된 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에서 적어도 하나의 계산 요건 표시에

대한 외부 계산 리소스의 비준수 또는 고장을 검출하는 단계; 및

- 적어도 하나의 계산 요건 표시에 기초하여 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 경로의 나머지 부분을 재계산하는 단계

를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 10

제9항에 있어서,

- 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 재계산된 경로에 기초하여, 상기 차량의 현재 위치로부터 상기 제2 위치로의 상기 차량의 예정된 이동 동안 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시를 충족시킬 수 있는 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트를 재계산하는 단계;

- 상기 외부 계산 리소스들의 업데이트된 세트의 각각의 외부 계산 리소스로 하나 이상의 업데이트 리소스 예약 메시지를 통신하는 단계;

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트 내의 각각의 외부 계산 리소스에서, 상기 리소스 예약 메시지를 준수하는 대응하는 리소스 예약이 수행될 수 있는지 여부를 체크하는 단계; 및

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트에 포함된 상기 외부 계산 리소스들 각각이 상기 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 있는 경우, 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트에 포함된 각각의 외부 계산 리소스를 예약하는 단계

를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 11

제10항에 있어서,

- 상기 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트에 포함된 상기 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나가 상기 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 없는 경우, 안전 경고를 송신하는 단계를 더 포함하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 계산 요건 표시를 상기 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하는 단계는, 상기 차량에 포함된 상기 계산 리소스, 외부 계산 서비스, 또는 클라우드 계산 서비스에 의해 수행되는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42).

청구항 13

시스템(40)으로서,

- 차량(10) – 상기 차량(10)은 상기 차량에 포함된 계산 리소스(22)에 의해 제어되는 자율 주행 시스템(16, 18, 19, 20)을 포함함 –;

- 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2); 및

- 상기 차량과 상기 복수의 외부 계산 리소스들을 통신가능하게 커플링하도록 구성된 통신 네트워크(24)

를 포함하고,

상기 차량에 포함된 상기 계산 리소스 및/또는 상기 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나는,

- 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 적어도 하나의 경로를 특성화하는 상기 영역의 공간적 표현, 및 상기 영역 내의 복수의 위치들에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하고,

- 상기 제1 위치로부터 상기 제2 위치로의 상기 차량의 예정된 이동 동안 상기 차량에 의해 요구되는 적어도 하

나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시를 제공하고,

- 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시를 상기 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하고,

- 상기 적어도 하나의 계산 요건 표시가 상기 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 상기 외부 계산 리소스들의 이용가능성에 의해 만족되는 경우, 상기 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하도록

구성되는, 시스템(40).

청구항 14

컴퓨터 프로그램 요소로서,

비일시적 머신 판독가능 명령어들을 포함하고,

상기 비일시적 머신 판독가능 명령어들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서로 하여금 제1항 내지 제12항 중 한 항에 따른 단계들을 수행하게 하는, 컴퓨터 프로그램 요소.

청구항 15

컴퓨터 판독가능 매체로서,

제14항에 따른 컴퓨터 프로그램 요소를 포함하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 명세서는 적어도 하나의 차량에 포함된 계산 리소스로부터 차량 통신 네트워크 내의 복수의 외부 계산 리소스들 중 하나 이상으로의 적어도 하나의 계산 태스크의 할당을 계획하기 위한 컴퓨터에 의해 구현되는 방법, 및 연관된 시스템, 컴퓨터 프로그램 요소, 및 컴퓨터 판독가능 매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 예컨대, 인프라스트럭처 보조 자동 주행 시스템들은 도시 환경에 배치된 자율 셔틀들, 또는 공장들 또는 항구에서 사용되는 자율 수송 시스템들을 포함한다. 이러한 시스템들의 안전하고 신뢰성 있는 동작을 보장하기 위해, 이미지 기반 객체 검출과 같은 원자적 계산 태스크들을 수행하기 위한 높은 계산 요건들이 차량들에서 요구된다.

[0003] 높은 계산 요건들은 많은 양의 계산 하드웨어가 자율 차량들에 설치되어야 한다는 것을 암시하는데, 이는 각각의 자율 차량에서의 높은 에너지 소비 및 높은 단가로 이어진다. 게다가, 각각의 자율 차량은 대부분의 주행 경로들에 대해 그의 피크 계산 능력을 요구하지 않을 수 있다. 따라서, 인프라스트럭처 보조 자동 주행 시스템들은 추가로 개선될 수 있다.

발명의 내용

[0004] 제1 양태에 따르면, 적어도 하나의 차량에 포함된 계산 리소스로부터 차량 통신 네트워크 내의 복수의 외부 계산 리소스들 중 하나 이상으로의 적어도 하나의 계산 태스크의 할당을 계획하기 위한 컴퓨터에 의해 구현되는 방법이 제공되고, 그 방법은,

[0005] - 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 적어도 하나의 경로를 특성화하는 영역의 공간적 표현, 및 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하는 단계;

[0006] - 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시를 제공하는 단계;

[0007] - 적어도 하나의 계산 요건 표시를 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하는 단계; 및

[0008] - 적어도 하나의 계산 요건 표시가 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 외부 계산 리소스들의

이용가능성에 의해 만족되는 경우, 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하는 단계

[0009] 를 포함한다.

[0010] 컴퓨터에 의해 구현되는 방법의 효과는 자동 주행 시스템의 안전하고 신뢰성 있는 동작을 보장하도록 네트워크 내의 외부 계산 리소스들의 이용가능성이 개선될 수 있다는 것이다. 신뢰성 있는 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 발견하기 위해, 요구되는 계산 태스크들 및 요구되는 신뢰성의 정도에 따라 계산 인스턴스들을 조정하는 것이 제안된다. 본 명세서의 솔루션은 차량의 재라우팅으로부터 외부 계산 리소스들 사이의 예방적 및 반응적 조치들의 조정에 이르기까지, 외부 계산 리소스들의 고장들의 경우의 자율 주행 시스템의 안전성을 개선하는 것을 제안한다.

[0011] 제2 양태에 따르면, 시스템이 제공되고, 그 시스템은, 차량 – 차량은 차량에 포함된 계산 리소스에 의해 제어되는 자율 주행 시스템을 포함함 –; 복수의 외부 계산 리소스들; 및 차량과 복수의 외부 계산 리소스들을 통신가능하게 커플링하도록 구성된 통신 네트워크를 포함하고, 여기서, 차량에 포함된 계산 리소스 및/또는 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나는, 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 적어도 하나의 경로를 특성화하는 영역의 공간적 표현, 및 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하고, 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시를 제공하고, 적어도 하나의 계산 요건 표시를 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하고, 적어도 하나의 계산 요건 표시가 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성에 의해 만족되는 경우, 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하도록 구성된다.

[0012] 제3 양태에 따르면, 컴퓨터 프로그램 요소가 제공되고, 그 컴퓨터 프로그램 요소는 비일시적 머신 판독가능 명령어들을 포함하고, 그 비일시적 머신 판독가능 명령어들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 프로세서로 하여금 제1 양태의 방법 또는 그의 실시예들에 따른 단계들을 수행하게 한다.

[0013] 제4 양태에 따르면, 컴퓨터 판독가능 매체가 제공되고, 그 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 프로그램 요소를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명의 예시적인 실시예들이 도면들에 도시되고, 그 도면들은 청구항들을 제한하는 것으로 해석되지 않아야 하고 아래에서 더 상세히 설명된다.

도 1은 예에 따른 시스템을 개략적으로 예시한다.

도 2는 제1 양태에 따른 컴퓨터에 의해 구현되는 방법을 개략적으로 예시한다.

도 3은 복수의 경로들 및 복수의 에지 노드들을 포함하는 영역을 개략적으로 예시한다.

도 4는 3개의 잠재적 경로를 갖는 도 3의 영역을 개략적으로 예시한다.

도 5는 계산 환경을 개략적으로 예시한다.

도 6은 도 4에 예시된 경로들에 대한 경로 속성들을 포함하는 예시적인 데이터 구조들을 개략적으로 예시하는 여러 테이블들을 도시한다.

도 7은 도 4에 예시된 경로들의 경로 세그먼트들 사이의 예시적인 계산 요건 표시들을 정의하는 예시적인 데이터 구조들을 개략적으로 예시하는 여러 테이블들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 명세서는 인프라스트럭처 보조 자동 주행 시스템들에 대한 안전한 에지 계산 환경들의 계획 및 실행에 관한 것이다. 이러한 시스템들의 예들은 (자율 인력 무버(autonomous people mover)와 같은) 자율 셔틀들 또는 (공장들 또는 항구에서 사용되는 바와 같은) 자율 수송 시스템들을 포함한다. 본 명세서에서 논의되는 기법들은 또한, 반보조 주행 시스템들에 적용가능할 수 있다.

[0016] 자동 주행 로직(예컨대, 센서 데이터의 사전 프로세싱 또는 알고리즘들을 포함함)은, 예컨대, 로직에서 이상들을 검출하기 위해 계산 결과들의 빈번한 검증을 요구한다. 이러한 검증은 높은 피크 계산 부하를 요구한다. 이러한 검증은 (그래픽 프로세싱 유닛(GPU)들과 같은) 전문 계산 하드웨어를 요구할 수 있다. 이러한 검증은

차량이 결함 로직의 발견에 반응할 수 있게 하기 위해 매우 빠른 시간 윈도우 내에 수행되도록 요구될 수 있다. 따라서, 하나의 옵션은 차량의 로직의 자동 검증 동안의 피크 계산 요건에 반응할 수 있는 고도로 특정된 계산 하드웨어를 각각의 반자율 또는 자율 차량에 제공하는 것이다. 그러나, 모든 반자율 또는 자율 차량에 그러한 고도로 특정된 계산 하드웨어를 제공하는 것은 피크 계산 부하가 요구되는 빈도를 고려하면 고가이고 불필요한 것으로 고려될 수 있다.

[0017] 차량의 로직의 자동 검증의 특정 예는 다음과 같다. 차량에 의해 캡처된 정지 이미지 또는 비디오 시퀀스는 이미지 또는 비디오 시퀀스에 대해 객체 추적과 같은 적어도 하나의 원자적 계산 태스크를 수행하기 위한 명령어와 함께 외부 계산 리소스로 송신될 수 있다.

[0018] 동시에, 차량은 차량에 의해 캡처된 이미지 또는 비디오 시퀀스를 사용하여 동일한 원자적 계산 객체 추적 태스크를 수행할 수 있다. 이미지 또는 비디오 시퀀스를 수신하는 외부 계산 리소스는 차량(10)의 제어기(22) 상에서 이용가능한 것과 동일한 소프트웨어 로직을 사용하여 원자적 계산 객체 추적 태스크를 반복할 수 있다. 임의로, 이미지 또는 비디오 시퀀스를 수신하는 외부 계산 리소스는 차량(10)의 제어기(22) 상에서 이용가능한 것과 비교하여 계산적으로 더 집약적인 소프트웨어 로직 세트를 사용하여 객체 추적 태스크를 반복할 수 있다. 외부 계산 리소스는 객체 추적 태스크에 대한 그의 답변을 차량(10)으로 다시 송신할 수 있다.

[0019] 차량(10)은 외부 계산 리소스로부터 획득된 객체 추적 태스크에 대한 답변을 차량(10) 제어기(22) 내에서 실행된 로직으로부터 획득된 객체 추적 태스크에 대한 자신 고유의 답변과 비교할 수 있다. 외부 계산 리소스로부터 획득된 객체 추적 태스크에 대한 답변이 차량(10) 제어기(22)로부터의 답변과 매칭되거나 또는 그의 용인가능한 한계들 내에 있는 경우, 차량(10)은 영향을 받지 않은 상태로 제1 위치와 제2 위치 사이에서 계속 주행할 수 있다. 차량(10)이 외부 계산 리소스로부터 획득된 객체 추적 태스크에 대한 답변과 차량(10) 제어기(22)로부터의 답변 사이의 불일치를 검출하거나 또는 차량(10)의 답변이 그의 용인가능한 한계들 내에 있지 않은 경우, 차량(10)은 회피 액션을 취할 수 있다. 예컨대, 차량(10)은 (예컨대, 감속함으로써 또는 궁극적으로는 차량(10)을 정지시킴으로써) 더 보수적인 안전 엔벨로프(envelope)에 따라 동작할 것을 주행 시스템(16)에게 지시할 수 있다. 외부 계산 리소스가 불일치를 식별한 후에 불일치를 표시하는 짧은 메시지를 차량으로 다시 송신하도록, 차량이 또한, 원자적 계산 태스크에 대한 그의 답변을 외부 계산 리소스로 송신할 수 있다는 것을 통상의 기술자는 인식할 것이다.

[0020] 따라서, 본 명세서는 반자율 또는 자율 차량 내에 포함되지 않은 추가적인 계산 리소스들을 제공하고, 대신, 원자적 계산 태스크들이 차량 내에 위치되지 않은 외부 계산 하드웨어로 아웃소싱될 수 있게 하는 것을 제안한다. 이러한 접근법에 대한 하나의 문제는 차량이 관련 영역에 도달하고 관련 영역을 통과하여 주행할 때 외부 계산 리소스들이 이용가능할 필요가 있다는 것이다. 통신 네트워크는 차량과 외부 계산 하드웨어 사이의 정보 교환을 지원해야 한다. 차량이 경로의 세그먼트를 통과하여 주행하고 있을 때 올바른 타입 또는 수의 외부 계산 하드웨어 아이템이 이용가능하지 않거나, 또는 외부 계산 하드웨어가 이용가능하지만, 차량과 외부 계산 하드웨어 사이의 통신 링크가 신뢰할 수 없는 상황이 발생할 수 있다. 이 경우, 차량의 동작 기능은 검증 로직에 의해 독립적으로 검증될 수 없을 것이고, 그에 따라, 차량의 안전이 보장될 수 없다.

[0021] 본 솔루션들은 통신 인프라스트럭처에서 계산 리소스들의 로컬 리던던시(local redundancy)를 도입함으로써 고장들 및 그에 따른 외부 계산 환경의 이용가능성의 저하의 문제를 해결한다. 이는 (예컨대, 특정 서버의 하드웨어 고장들을 보상하기 위해 다수의 물리적 구성요소들을 배치하는) 외부 계산 리소스들의 하드웨어 리던던시를 포함한다. 다른 솔루션은 고장들이 발생할 때 고장들을 식별하고 완화하기 위해 모니터링 소프트웨어를 사용하는 것을 포함한다. 통신 네트워크에서의 고장들은 전형적으로, 임의의 하나의 링크가 고장난 경우 계산 태스크에 대한 위험을 감소시키는 다수의 물리적 통신 패스를 확립함으로써 해결된다.

[0022] 그러나, 외부 계산 리소스들에서의 계산 리소스들의 완전한 고장, 및 인프라스트럭처 보조 자동 주행 시스템들에서의 내포된 안전 및 보안 결과들을 핸들링하는 것은 전체 시스템 레벨에서 해결되지 않는다. 본 명세서는 논리적으로 중앙집중화된 제어 인스턴스가 자동 주행 시스템의 안전하고 신뢰성 있는 동작을 보장하고 어느 정도의 보장을 제공하는 것을 가능하게 하는 솔루션을 논의한다.

[0023] 도 1은 예에 따른 시스템(40)을 개략적으로 예시한다.

[0024] 차량(10)(이는 자율 차량 또는 반자율 차량일 수 있음)은 자율 주행 시스템을 포함한다. 시스템은 구동 수단(16), 제1 센서(18), 제어기(22), 및 무선 통신 모뎀(20)을 포함한다.

[0025] 차량(10)은, 예컨대, 승객들, 상품들, 화물 등을 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치로 운반하도록 반자율적으

로 또는 자율적으로 제어되는 차량일 수 있다. 예컨대, 영역은 도시, 교외, 또는 시골 도로 격자, 공장, 항구, 또는 공항일 수 있다.

[0026] 구동 수단(16)은, 예컨대, 전기 구동 시스템, 내연 기관, 또는 연료 전지 구동 시스템 또는 다른 하이브리드 구동 시스템이다. 구동 수단(16)은 제동 시스템, 회생 제동 시스템, 조향 시스템 등을 포함할 수 있다. 요컨대, 구동 수단(16)은 (차량(10)의 인간 탑승자에 의해 임의로 조정되는) 차량(10)의 제어기(22)로부터의 운동 요구를 수신하도록 구성된다. 구동 수단(16)은 제어기(22)로부터 수신된 운동 요구에 기초하여 차량(10)의 위치를 제1 위치로부터 제2 위치로 이동시키도록 구성된다.

[0027] 센서 시스템(18)은 차량(10) 근방의 환경을 관찰하고 제어기(22)에 제공하기 위한 센서 데이터를 생성하도록 구성된다. 센서(18)는, 예컨대, LIDAR들, 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS) 센서들, 광학 카메라들, 열 카메라들, RADAR들, 초음파 센서들, 주행거리계 신호들과 같은 차량(10)의 엔진 제어 유닛(ECU)으로부터 획득되는 피드백 신호들, 및 반자율 또는 자율 차량(10)에 따라 활용될 수 있는 다른 센서들을 포함할 수 있다.

[0028] 제어기(22)는 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함할 수 있다. 예에서, 제어기(22)는 차량(10) 전체에 걸쳐 분산된 복수의 프로세서들을 포함하는 분산 제어기이다. 제어기(22)는 중앙 프로세싱 유닛(CPU), 커스텀 시스템 온 칩(SOC), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGA), 그래픽 프로세싱 유닛(GPU), 임베디드 제어기 또는 마이크로프로세서 등으로부터 선택되는 하나 이상의 타입의 프로세서를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 휘발성 및 비휘발성 저장소 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예컨대, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 전기적 소거가능 프로그램가능 판독 전용 메모리(EEPROM), 및 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 알려져 있는 다른 변형들을 포함할 수 있다.

[0029] 무선 통신 모뎀(20)은 무선으로 다른 객체들로 정보를 통신하고 다른 객체들로부터 정보를 수신하도록 구성된다. 예컨대, 무선 통신 모뎀(20)은 보행자 디바이스들(V2P 통신), 네트워크화된 디바이스들(V2N), 인프라스트럭처 디바이스들(V2I), 다른 차량들(V2V)과 통신할 수 있다. 무선 통신 모뎀(20)은 IEEE 802.11, 3GPP에 의해 제공되는 적어도 하나의 표준(예컨대, 3G, 4G, LTE, 또는 5G) 또는 전용 단거리 통신 채널을 사용하도록 구성될 수 있다.

[0030] 시스템(40)은 하나 이상의 외부 계산 리소스(EA1, EA2)를 더 포함한다. 예시된 경우에서, EA1은 라디오 모뎀(32) 및 이종 프로세서 및 메모리 어레이(34)를 포함하는 "에지 계산 노드"이다. 에지 계산 노드(EA1)는 영역 내의 다양한 위치들에 제공될 수 있고, 계산 집약적 태스크들이 클라이언트 프로세스로부터 아웃소싱될 수 있는 일반 계산 리소스를 제공할 수 있다. 다음의 명세서의 예에서, 차량(10)의 제어기(22)는 계산 태스크들, 예컨대, 자율 주행 소프트웨어의 온라인 논리적 검증 동작들을 에지 계산 노드(EA1)에 아웃소싱하도록 구성된다. 다른 외부 계산 리소스(EA2)는 신호등(36)과 같은 추가의 인프라스트럭처 아이템에서 발견될 수 있다. 따라서, 외부 계산 리소스들이 특별히 "에지 계산 노드들"로서 제공되는 것이 필수적인 것은 아니다. 차량(10) 및/또는 제어 엔티티(26)에 대한 적합한 네트워크 인터페이스가 제공된다면, 인프라스트럭처 장비의 임의의 적합한 아이템에서의 여분의 계산 능력이 본원에서 논의되는 바와 같은 자율 주행 소프트웨어의 온라인 논리적 검증 동작들에 제공될 수 있다.

[0031] 시스템(40)은 통신 네트워크(24)를 더 포함한다. 통신 네트워크(24)는 차량(10)과 제어 엔티티(26) 및 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2) 사이에서 데이터를 통신하도록 구성된다. 예에서, 통신 네트워크(24)는 LTE 또는 5G 인프라스트럭처 네트워크이다. 예에서, 통신 네트워크(24)는 인터넷과 같은 광역 네트워크(WAN)를 통해 제어 엔티티(26)에 동작가능하게 연결된다. 예에서, 제어 엔티티(26)는 통신 네트워크(24)와 통신할 수 있는 서버 또는 클라우드 서비스이다. 예에서, 통신 네트워크(24)는 이전에 열거된 것들과 동일하거나 또는 유사한 수단을 통해 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2)에 동작가능하게 연결된다. 예에서, 제어 엔티티(26)는 외부 계산 리소스(EA1)이다.

[0032] 후속하여 설명될 바와 같이, 제어 엔티티(26)는 적어도 경로 데이터베이스(R), 외부 계산 리소스(에지 노드) 데이터베이스(E), 및 차량 제약 데이터베이스(B)를 유지할 수 있는 데이터베이스(D)를 호스팅할 수 있는 데이터베이스 엔진(28)을 포함한다.

[0033] 예에서, 시스템(40)은 차량(10)이 계산 태스크를 차량(10)의 제어기(22)로부터 차량(10)에 통신가능하게 커플링된 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2) 중 하나로 내보내는 것을 가능하게 하도록 기능한다. 일 예에서, 차량(10)의 제어기(22)로부터 내보내지는 계산 태스크는 차량(10)의 반자율 또는 자율 주행과 연관된 원자적 계산

태스크의 검증이다. 이전에 논의된 시스템(40)은 외부 계산 리소스들을 갖는 반자율 또는 자율 주행 시스템의 일 예이고, 전체 개념의 일반성으로부터 벗어나지 않으면서 매우 다양한 무선 통신 표준들, 아키텍처들, 외부 계산 디바이스의 수 등이 구현될 수 있다는 것을 통상의 기술자는 인식할 것이다.

[0034] 제1 양태에 따르면, 적어도 하나의 차량(10)에 포함된 계산 리소스로부터 차량 통신 네트워크 내의 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2) 중 하나 이상으로의 적어도 하나의 계산 태스크의 할당을 계획하기 위한 컴퓨터에 의해 구현되는 방법(42)이 제공되고, 그 방법은,

[0035] - 영역 내의 제1 위치((A,1))로부터 제2 위치((C,3))로의 차량의 적어도 하나의 경로(R1)를 특성화하는 영역의 공간적 표현, 및 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하는 단계(44);

[0036] - 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시(B)를 제공하는 단계(46);

[0037] - 적어도 하나의 계산 요건 표시를 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하는 단계(48); 및

[0038] - 적어도 하나의 계산 요건 표시가 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성에 의해 만족되는 경우, 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하는 단계(50)

[0039] 를 포함한다.

[0040] 도 2는 제1 양태에 따른 컴퓨터에 의해 구현되는 방법을 개략적으로 예시한다.

[0041] 도 3은 복수의 경로들 및 복수의 에지 노드들을 포함하는 영역을 개략적으로 예시한다.

[0042] 특히, 도 3은 제1 위치((A,1))와 제2 위치((C,3)) 사이의 적어도 하나의 경로(R1, R2, R3)(도 4 참조)를 특성화하는 영역의 공간적 표현을 예시한다. 영역의 공간적 표현은 2차원 맵 격자, 3차원 지형 맵 표면 등으로서 제공될 수 있다. 예시된 경우에서, 대략 1 km에 걸쳐 연장되는 격자 형상 도로 특성을 갖는 도시 이동성 시나리오가 예시되었다. 통상의 기술자는 본원에서 설명되는 기법들이 제공되는 통신 네트워크에 따라 도시(5 km 반경), 교외(10 km 반경), 지역(100 km 반경), 또는 전국(1000 km 반경)에 걸쳐 적용될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 공간적 표현에서의 위치들은, 본 명세서에서의 편의를 위해, 격자 교차점들에서의 좌표들((A,1), (A,2) 등)에 의해 표시된다. 그러나, 다수의 상이한 위치 규칙들, 예컨대, 정확한 격자 좌표들이 적용될 수 있다.

[0043] 외부 계산 리소스들 각각은 각각의 예시적인 라디오 통신 반경(TX1, TX2, TX3, TX4, TX5, TX6, TX7)에 의해 둘러싸인다. 도 3의 예에서, 차량이 연관된 외부 계산 리소스(EA1)의 라디오 통신 반경(TX1) 내에 있는 경우, 차량(10)은 신뢰성 있는 방식으로 외부 계산 리소스(EA1)와 통신할 수 있다. 따라서, 도 3은 (TX1을 통한) EA1, (TX2를 통한) EA2, (TX3을 통한) EA3, (TX6을 통한) EB3, 및 최종적으로는 (TX7을 통한) EC3의 시퀀스를 따르는 외부 계산 리소스들의 서브세트를 갖는 연속적인 라디오 커버리지로부터 이익을 얻으면서, 영역의 제1 위치((A,1))에서의 차량이 영역의 제2 위치((C,3))로 주행할 수 있는 경우를 예시한다. 통상의 기술자는 도시 구역 내의 이동 차량의 라디오 커버리지가 다중경로 페이딩, 이동 블로커들로부터의 방해, 도플러 확산, 지면 반사, 초목의 존재에 의해 영향을 받는다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 복수의 외부 계산 리소스들 중 하나 이상에 대한 무선 연결로부터 이용가능한 일정한 서비스 품질의 윤곽들이 예시된 바와 같이 항상 완벽한 원들로서 나타나지는 않을 것이다. 도 3의 용인가능한 무선 통신 서비스 품질의 구역의 표현은 개략적이다.

[0044] 영역의 공간적 표현 전체에 걸쳐 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2, EA3, EB1, EB2, EB3, EC3)이 분산된다. 복수의 외부 계산 리소스들 중 하나 이상은 근접 차량으로부터 계산 작업의 오프로드(offload)를 위한 요청들을 수신하도록 구성된 의도적으로 제공된 "에지 노드"일 수 있다. 복수의 외부 계산 리소스들 중 하나 이상은 근접 차량에 여분의 계산 리소스들을 광고하도록 구성된 전자 신호등, 속도 카메라, 도로 표지판 등과 같은 인프라스트럭처 요소일 수 있다. 복수의 외부 계산 리소스들 중 하나 이상은 클라우드 계산 노드에 대한 고 대역폭 백홀 연결을 갖는 라디오 수신기일 수 있다.

[0045] 복수의 외부 계산 리소스들(EAn)의 태스크들 중 하나는 차량이 관련 계산 리소스(EAn)에 근접해 있는 동안 차량(10)이 하나 이상의 계산 요건을 수행하는 것을 보조하는 것일 수 있다. 차량(10)이 주어진 경로를 따라 제1 위치((A,1))와 제2 위치((C,3)) 사이의 경로의 전체 길이에 걸친 필요한 계산 리소스들 모두를 안전하게 오프로딩하는 것이 가능한 경우, 그 주어진 경로는 영역 내의 유효 경로이다.

[0046] 따라서, 하나의 예시적인 태스크는 차량(10)이 영역 내의 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동할 때 차량(10)에 안전한 온라인 논리적 검증을 가능하게 하는 용인가능한 커버리지를 제공할 수 있는 외부 계산 리소스들(EAn)의 서브세트들을 선택하는 방법이다.

[0047] 경로 데이터베이스(R)는 차량(10)이 취할 수 있는 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치로의 잠재적 경로들의 세트(R = {R1, R2, R3...})를 포함한다.

[0048] 에지 노드 데이터베이스(E)는 외부 계산 리소스들(에지 노드들)의 세트(E = {E1, E2, E3}) 및 적어도 제1 위치 및 제2 위치를 포함하는 영역에서의 그들의 이용가능성을 설명하는 정보를 포함한다.

[0049] 차량(10)이 모든 필요한 계산 리소스들을 안전하게 오프로딩하는 것이 가능한지 여부에 대한 질문은 여러 주요 고려사항들의 함수이다. 제1 위치((A,1))와 제2 위치((C,3)) 사이에서 이동하는 동안 차량(10)에 의해 수행되어야 하는 계산 태스크들은 선택된 경로에 기초하여 변화될 수 있다. 트래픽이 다소 적고, 조명 조건들이 좋고, 교차로들 또는 횡단보도들이 거의 없고, 최적의 날씨 조건들에 있고, 비교적 낮은 속도 제한에 따르는 제1 경로를 따라 이동하는 것은 차량(10)의 제어기(22)에 의해 실행되는 소프트웨어에 대해 비교적 낮은 계산 요건들을 부과할 수 있다.

[0050] 대조적으로, 비교적 높은 속도 제한을 받고, 비교적 많은 수의 다른 차량, 교차로가 있고, 열악한 날씨 조건들에 있고, 많은 양의 지면 나뭇잎이 있는 제2 경로를 따라 이동하는 것은 제어기(22)에 의해 실행되는 소프트웨어에 대해 비교적 높은 계산 요건들을 부과할 수 있다. 따라서, 예에서, 반자율 또는 자율 주행 소프트웨어의 논리적 정확성의 온라인 검증의 오프로딩의 어려움을 고려할 때, 설명된 제2 경로와 비교하여 제1 경로를 따라 차량이 이동하는 경우, 제2 경로를 따라 이동하는 차량과 비교하여 낮은 계산 능력 및 더 높은 통신 레이턴시를 갖는 외부 계산 리소스들이 용인될 수 있다. 따라서, 차량(10)이 이동할 수 있는 다양한 경로 세그먼트들의 정성적 특성들은 선택될 수 있는 계산 리소스들의 세트에 영향을 미칠 것이다.

[0051] 외부 계산 리소스에 의해 온라인 논리적 검증을 받을 복수의 계산 태스크들 각각은 원자적 계산 태스크로서 정의될 수 있다.

[0052] 계산 요건들은 원자적 계산 태스크를 수행하는 것과 연관된다. 실시예에 따르면, 원자적 계산 태스크는 다음의 계산 태스크들: 이미지 기반 객체 검출, 시맨틱 이미지 세그먼트화, 3D 객체 검출, 객체 추적, 도로 검출, 차선 검출, 불확실성 평가, 주행 거동 평가, 또는 차량 경로 계획 중 하나 또는 임의의 조합과 관련된다.

[0053] 예컨대, 이미지 기반 객체 검출 또는 시맨틱 이미지 세그먼트화는 복잡한 도로 격자 상에서 가로등들이 없지만 주위 고속 트래픽이 많은 영역의 일부에서 하루 중 야간에 더 높은 피크 계산 강도를 요구할 수 있다. 대조적으로, 직선 도로 상에서 날씨가 좋고 주위 트래픽이 없는 주간 동안의 이미지 기반 객체 검출 또는 시맨틱 이미지 세그먼트화는 비교적 더 낮은 피크 계산 강도를 요구할 수 있다. 결국, 이러한 고려사항들은 영역 내의 외부 계산 리소스들의 이용가능성 및 능력들을 고려할 때 영역을 통과하는 경로들의 랭킹에 영향을 미칠 것이다.

[0054] 실시예에 따르면, 계산 요건 표시를 제공하는 것은, 자율 주행 시스템에 의해 수행될 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 하나 이상의 특성을 추정하기 위해 영역 내의 제1 위치와 제2 위치 사이의 경로의 하나 이상의 속성(AR1, AR2, AR3)을 분석하는 것; 및 하나 이상의 속성의 분석에 기초하여 적어도 하나의 계산 요건 표시(B)를 생성하는 것을 더 포함한다.

[0055] 원자적 계산 태스크들의 계산 강도, 레이턴시, 또는 정성적 요건들 중 하나 이상에 영향을 미칠 수 있는 경로 속성들(AR1, AR2, AR3)은 시스템(40)에 통신가능하게 커플링된 제어 엔티티의 (도 5에 도시된 바와 같은) 경로 데이터베이스(R)에 저장될 수 있다. 도 5에 주어진 경로 속성들(AR1, AR2, AR3)의 테이블들은 완전히 예시적인 것이다. 예컨대, 도 3에 도시된 영역의 각각의 세그먼트에 대해, 경로 데이터베이스(R)는 세그먼트를 따르는 도로 타입, 속도 제한, 지형, 및 초목을 정의하는 영구 데이터 레코드들을 포함할 수 있다.

[0056] 실시예에 따르면, 제1 위치와 제2 위치 사이의 경로의 하나 이상의 속성(AR1)은 도로 타입, 도로 치수들, 도로 속도 제한, 경로 지형, 차량 트래픽 밀도, 하루 중 시간, 또는 날씨 특성들의 그룹으로부터 선택되는 하나 또는 임의의 조합을 포함한다.

[0057] 예컨대, 영구 데이터 레코드들 중 하나 이상은 거시적 분류자("단일 차선")일 수 있다. 대안적으로, 영구 데이터 레코드들 중 하나 이상은 경로를 따르는 변위 함수일 수 있다. 예컨대, 경로 데이터베이스(R)의 지형 데이터 레코드들은 세그먼트를 따라 이동되는 거리에 기초하는 높이의 가변 함수일 수 있다. 경로 데이터베이스(R) 내의 데이터 레코드들 중 하나 이상은 다른 외부 데이터베이스들로부터 통합될 수 있다. 예컨대, "트래픽

밀도" 데이터 레코드들은 트래픽 정보 서비스로부터 획득될 수 있다. "날씨" 데이터 레코드들은 날씨 정보 서비스로부터 획득될 수 있다.

[0058] 예컨대, 도 3에서, 영역은 60 km/h의 속도 제한 및 90%의 트래픽 밀도를 갖는 교차로들에서 종단되는 단일 차선 도로일 수 있는 도로 세그먼트((A,1) 내지 (A,2))(도 6의 경로 속성 테이블(AR2)에서 정의됨)를 포함한다.

[0059] 게다가, 차량(10) 자체가 "연속적인 에지 서버 커버리지가 요구됨", "(C,3)에서의 추정 도착 시간(ETA)이 요구됨", "잠재적으로 위험한 구역들을 통과하는 경로는 거부함"과 같은 선택되는 계산 리소스들의 세트에 영향을 미치는 제약들의 세트를 제공할 수 있다. 따라서, 차량(10)에 의해 제공되는 제약 세트는 영역 내의 계산 리소스들(EAn) 중 하나 이상을 무시(discount)하도록 기능할 수 있다.

[0060] 실시예에 따르면, 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 계산 요건 표시는 외부 계산 리소스에 대한 전용 단거리 통신 연결의 이용가능성, 외부 계산 리소스에 대한 전용 셀룰러 통신 연결의 이용가능성, 피크 또는 평균 계산 강도 요건, 피크 또는 평균 통신 레이턴시 요건, 외부 계산 리소스의 리던던시 능력, 외부 계산 리소스의 설치된 소프트웨어 요건, 외부 계산 리소스의 안전 필수 인증, 외부 계산 리소스의 사이버보안 인증, 또는 외부 계산 리소스의 서비스 품질 요건 중 하나 또는 임의의 조합을 포함한다.

[0061] 도 7은 도 4에 예시된 경로들의 경로 세그먼트들 사이의 예시적인 계산 요건 표시들을 정의하는 예시적인 데이터 구조들을 개략적으로 예시하는 여러 테이블들을 도시한다. 계산 요건 테이블(BR1)은 경로 속성 테이블(AR1)에 대응한다. 계산 요건 테이블(BR2)은 경로 속성 테이블(AR2)에 대응한다. 계산 요건 테이블(BR3)은 경로 속성 테이블(AR3)에 대응한다.

[0062] 따라서, 영역의 세그먼트((A,1) 내지 (A,2))는 연속적인 커버리지, 상당한 피크 계산 부하 요건, 및 낮은 통신 레이턴시, 및 삼중 리던던시를 갖는 외부 계산 리소스들을 요구하는 엄격한 속성들(90%의 트래픽 밀도와 함께 60 km/h 속도 제한이 경험됨)을 갖는다. 이는 실질적으로 더 낮은 속성들을 갖고 그에 따라 덜 엄격한 계산 요건 표시를 갖는 영역의 세그먼트((B,3) 내지 (C,3))와 비교된다.

[0063] 따라서, 제어 엔티티(26)에 의해 동작되는 데이터베이스(D)는 영역 내의 이러한 잠재적 경로들(R1, R2, R3...) 중 하나에 대해 차량(10)에 의해 제공되는 조건들 및 제약들의 세트를 형성하는 차량 제약들(B)의 세트를 포함할 수 있다.

[0064] 영역 내의 외부 계산 리소스들(EAn)의 고유 능력에 의해 다른 제약이 제공된다. 예컨대, 외부 계산 리소스들(EAn) 중 하나 이상이 차량(10)에 의해 지정된 요건들을 만족시킬 수 없는 경우, 그 외부 계산 리소스(EAn)는 영역을 통과하는 차량(10)에 대한 경로를 계산하는 데 이용가능하지 않다.

[0065] 예컨대, 영역 내의 각각의 외부 계산 리소스(EAn)의 고유 계산 능력은 외부 계산 리소스에 대한 전용 단거리 통신 연결의 이용가능성, 외부 계산 리소스에 대한 전용 셀룰러 통신 연결의 이용가능성, 각각의 외부 계산 리소스의 피크 또는 평균 계산 강도 능력, 각각의 계산 리소스의 피크 또는 평균 통신 레이턴시 능력, 외부 계산 리소스의 리던던시 능력, 외부 계산 리소스의 설치된 소프트웨어 사양, 외부 계산 리소스의 안전 필수 인증, 외부 계산 리소스의 사이버보안 인증, 또는 외부 계산 리소스의 서비스 품질 요건 중 하나 이상에 의해 정의될 수 있다.

[0066] 다른 제약은 얼마나 많은 외부 계산 리소스들(EAn)이 차량(10)에 대해 동시에 이용가능한지에 의해 임의로 제공된다. 일부 온라인 안전 검증 시나리오들은, 예컨대, 2개 또는 3개의 외부 계산 리소스(EAn)가 차량에 대해 언제든지 이용가능할 것을 요구할 수 있다.

[0067] 다른 제약은 다른 사용자들에 대한 외부 계산 리소스들(EA)의 이전의 할당에 의해 임의로 제공된다. 예컨대, 비교적 적은 외부 계산 리소스들(EAn)이 다른 사용자들에게 배정된 야간 시간에 일부 경로들이 차량(10)에 대해 이용가능할 수 있다. 그러나, 상당한 수의 외부 계산 리소스들(EAn)이 다른 사용자들에게 할당되었을 때(아마도 높은 트래픽 통근 시간 동안), 자율 또는 반자율 차량에 대해 이용가능한 경로의 수는 제약될 수 있다.

[0068] 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2, EA3, EB1, EB2, EB3, EC3) 각각은 무선 통신들을 사용하여 차량(10)과 통신하도록 구성된다. 차량(10)과 복수의 외부 계산 리소스들(EAn) 중 하나 이상 사이의 무선 통신 링크의 품질은 또한, 영역 내의 제1 위치와 제2 위치 사이의 경로를 선택할 때 제약으로서 취급될 수 있다.

[0069] 실시예에 따르면, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법은, 유효 경로로서 정의된 적어도 하나의 경로 상의 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 적어도 하나의 계산 요건 표시를 충족시킬 수 있는 외부 계산 리소

스들의 적어도 하나의 세트를 계산하는 단계를 더 포함한다.

[0070] 제어 엔티티(26)는 데이터베이스 엔진(28)에 통신가능하게 커플링된 경로 플래너 프로그램(30)을 포함한다. 경로 플래너 프로그램(30)은 영역 내의 제1 위치와 제2 위치 사이의 차량(10)에 대한 적절한 경로들을 제공하도록 구성된다.

[0071] 예컨대, 차량(10)의 특정 안전 요건들 및 여정에 대한 차량 제약들에 기초하여, 경로 플래너 프로그램(30)은 영역 내의 제1 위치((A,1))로부터 제2 위치((C,3))로의 유효 경로들에 대해 경로 데이터베이스(R)를 검색한다. 예에서, 경로 플래너 프로그램(30)은 제1 위치((A,1))로부터 제2 위치((C,3))로의 유효 경로들을 계산할 때 차량(10)의 특정 안전 요건들을 고려한다.

[0072] 따라서, 차량(10)이 취할 수 있는 복수의 경로들(R1, R2, R3...) 상의 외부 계산 리소스들(EAn)의 잠재적 세트를 식별하는 동안, 특히 차량(10)(및 확장하면, 주위 차량들 및 로컬 보행자들)의 안전과 관련된 모든 애플리케이션 특정 요건들이 고려된다. 예컨대, 이러한 제약들을 고려하여 경로를 계산하는 단계는, 경로를 따라 이동할 때 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시에 기초하는 경로 선택에 대해 안전에 민감한 경로 계획 메커니즘으로 간주될 수 있다.

[0073] 일 예로서, 외부 계산 리소스에 대한 연속적인 연결에 의존하는 차량(10)은 경로를 따르는 모든 각각의 위치에서의 적어도 2개의 추가적인 외부 계산 리소스에 대한 연결성이 이용가능한 경로들을 포함할 수 있다. 이는 처음 선택된 외부 계산 리소스의 고장의 경우 대체 외부 계산 리소스를 보장하여, 외부 계산 리소스에 의해 제공되는 태스크들의 연속적이고 안전한 동작의 보장을 가능하게 할 것이다.

[0074] 추가의 예로서, 차량(10)은 더 자립적일 수 있는데, 이는, 적어도, 외부 계산 리소스에 의해 검출되는 차량 내부 구성요소들의 (센서 재교정 또는 오정렬 추적과 같은) 재정렬 또는 일부 안전 표준들에 의해 지정된 ("진단 테스트 간격"의 측면에서의) 규칙적인 진단을 허용할 정도로 충분히 빈번하게 외부 계산 리소스들(EAn)이 경로를 따라 통과될 것이라는 것을 암시한다. 예컨대, 차량 제어기(22)에 포함된 GPU들은 외부 계산 리소스(EAn)에서 수행된 체크에 기초하여 재교정될 수 있다.

[0075] 추가의 단계에서, 잠재적 경로들(AR1, AR2, AR3)의 리스트 및 잠재적 외부 계산 리소스들(EAn)의 리스트는 제1 위치((A,1))와 제2 위치((C,3)) 사이의 여정의 요건들을 충족시키는 데이터베이스(D)에 포함된 정보를 사용하여 식별된다.

[0076] 실시예에 따르면, 잠재적 경로들의 리스트 및/또는 잠재적 외부 계산 리소스들의 리스트에 대해 민감성 분석이 수행될 수 있다. 예컨대, 경로 속성들 중 하나 이상이 변화될 수 있고, 잠재적 경로들의 리스트 및/또는 잠재적 외부 계산 리소스들의 리스트가 재계산될 수 있다. 예컨대, 경로 세그먼트의 속도 제한 속성은 더 높은 속도 제한들에서 차량(10)을 지원하기 위한 레이턴시 또는 계산 처리량을 갖지 않는 외부 계산 리소스들을 필터링하도록 변화될 수 있다.

[0077] 예에서, 삼중 모델 리던던시와 같은 특정 레벨의 모듈러 리던던시를 지원하지 않는 외부 계산 리소스들(EAn)이 외부 계산 리소스들의 선택으로부터 제거된다. 그에 따라, 이는 차량(10)에 대해 실행가능한 경로들에 영향을 미칠 수 있다.

[0078] 예에서, 바람직한 소프트웨어 버전 또는 특정 소프트웨어 루틴들을 동작시키는 외부 계산 리소스들은 다른 외부 계산 리소스들에 비해 우선순위화된다. 바람직한 소프트웨어 버전 또는 특정 소프트웨어 루틴들을 동작시키지 않는 외부 계산 리소스들은 외부 계산 리소스들의 선택으로부터 제거된다. 그에 따라, 이는 차량(10)에 대해 실행가능한 경로들에 영향을 미칠 수 있다.

[0079] 이어서, 차량(10)은 "경로 선택에 대한 안전 민감성" 기준을 만족시키는 영역 내의 경로(R1, R2, 또는 R3)를 선택한다. 임의로, 경로 선택은 인간 개입에 의해(실행가능한 경로 옵션들의 메뉴로부터 선택하는 것에 의해) 수행될 수 있다.

[0080] 실시예에 따르면, 제어 엔티티(26)는 외부 계산 디바이스들(EAn)의 이용가능성 및 경로들(R1, R2, 및 R3)에 대한 그들의 현재 서비스 품질 보장들을 모니터링하도록 구성된 이용가능성 서비스(S)를 포함할 수 있다. 이용가능성 서비스(S)는 제어 엔티티(26)에 중앙집중화될 수 있거나, 또는 외부 계산 디바이스들(EAn) 중 하나 이상에서 동작하는 인스턴스들을 포함할 수 있다.

[0081] 이용가능성 서비스(S)는 경로들(R1, R2, R3) 중 하나 이상을 따르는 복수의 외부 계산 디바이스들(EAn) 중 하나 이상의 이용가능성 및 현재 상태를 확인하기 위해 사용된다. 확인은 차량(10)이 그의 여정을 시작하기 전 및/

또는 차량(10)의 여정 동안 수행될 수 있다.

[0082] 실시예에 따르면, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법은,

[0083] - 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 외부 계산 리소스들 각각으로 하나 이상의 리소스 예약 메시지를 통신하는 단계;

[0084] - 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트 내의 각각의 외부 계산 리소스에서, 리소스 예약 메시지를 준수하는 대응하는 리소스 예약이 수행될 수 있는지 여부를 체크하는 단계; 및

[0085] - 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 외부 계산 리소스들 각각이 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 있는 경우, 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 각각의 외부 계산 리소스를 예약하는 단계

[0086] 를 더 포함한다.

[0087] 따라서, 제어 엔티티(26)의 이용가능성 서비스(S)는 선택된 경로(R1, R2, R3)를 보장하는 데 요구되는 외부 계산 리소스들 각각과 통신한다. (하드웨어 고장과 같은) 실시간 전개들로 인해, 선택된 경로들 중 하나를 따르는 요구되는 외부 계산 리소스(EAn)는 차량(10)이 선택된 경로(R1, R2, R3)를 따라 주행할 때 차량(10)을 서비스하는 것이 가능하지 않을 수 있다. 차량(10)이 출발하기 전에 각각의 외부 계산 리소스가 차량(10)을 서비스할 수 있는 것을 체크하는 프로세스는, 결함 있는 외부 계산 디바이스로 인해, 선택된 경로의 특정 세그먼트에 대해 차량(10)에 안전 보장이 제공될 수 없기 때문에, 선택된 경로(R1, R2, R3)를 따라 차량(10)이 정체되는 상황을 피한다.

[0088] 예에 따르면, 외부 계산 리소스들(EAn) 중 적어도 하나를 정의하는 데이터 구조들을 포함하는 에지 노드 데이터베이스(E)는 각각의 외부 계산 리소스(EAn)에 대해 스케줄을 추가적으로 정의한다. 예컨대, 제2 차량(도시되지 않음)은 경로들(R1, R2, 및 R3) 중 하나를 선택하고 선택된 경로를 따라 그의 여정을 개시할 수 있다. 이용가능성 서비스(S)는, 제2 차량의 경로 및 유력한 트래픽 조건들이 주어지면, 제2 차량이 따르는 경로를 따르는 복수의 외부 계산 리소스들(EAn) 각각에서의 대략적인 스케줄을 예측할 수 있다. 따라서, 외부 계산 리소스들(EAn) 각각에 대한 스케줄은 제2 차량에 의해 요구되는 예약들로 인해 부분적으로 또는 완전히 점유될 수 있다. 따라서, 이용가능성 서비스는 각각의 외부 계산 리소스(EAn)의 스케줄 내의 정보에 기초하여 특정 시간 범위에서 제1 차량(10)에 대해 이용가능하지 않은 경로들(R1, R2, R3) 중 몇몇을 따르는 외부 계산 리소스들(EAn)의 서브세트를 선언할 수 있다.

[0089] 요건들을 충족시킬 수 있는 경로가 없는 경우, 차량은 그의 여정을 시작하지 않을 것이다. 이 단계는 차량(10)이 여정 동안 외부 계산 리소스들(EAn)의 최소의 세트가 이용가능한 경우에만 이동하는 것을 보장한다.

[0090] 실시예에 따르면, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법은, 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 포함된 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나가 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 없는 경우,

[0091] (i) 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들에서의 각각의 나머지 외부 계산 리소스에서, 대체 외부 계산 리소스가 이용가능한지 여부를 체크하고, 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에 대체 외부 계산 리소스를 추가하는 단계; 또는

[0092] (ii) 적어도 하나의 계산 요건 표시가 서비스될 수 없다는 것을 선언하는 단계

[0093] 를 더 포함한다.

[0094] 이 실시예에 따르면, 이용가능성 서비스(S)가 차량(10)의 여정 동안 외부 계산 리소스들(EAn)의 이용가능성을 빈번하게 체크하기 때문에, 결함 있는 외부 계산 리소스의 발견이 가능하다. 외부 계산 리소스(EAn)가 고장난 경우, 이용가능성 서비스(S)는 다른 경로(이용가능한 경우) 및/또는 외부 계산 리소스(EAn)를 선택할 수 있고, 이 기능성은 에지 서버들이 여정 동안에도 이용가능한 것을 보장함으로써 차량의 안전한 동작을 보장한다.

[0095] 실시예에 따르면, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법은,

[0096] - 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치를 향하는 유효 경로를 따르는 차량의 이동 동안, 유효 경로와 연관된 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 세트에서 적어도 하나의 계산 요건 표시에 대한 외부 계산 리소스의 비준수 또는 고장을 검출하는 단계; 및

[0097] - 적어도 하나의 계산 요건 표시에 기초하여 제1 위치와 제2 위치 사이의 경로의 나머지 부분을 재계산하는 단

계

[0098] 를 더 포함한다.

[0099] 예컨대, 통과 테스트 차량은 영역 내의 특정 외부 계산 리소스들(EAn)의 이용가능성을 검증하고, 그에 따라, 이 정보를 이용가능성 서비스(S)에 보고하기 위해 사용될 수 있다. 실시예에서, 통과 테스트 차량은 표본 원자적 계산 태스크를 특정 외부 계산 리소스(EAn)로 오프로딩하여, 표본 원자적 계산 태스크를 정확하게 수행하기 위한 외부 계산 리소스(EAn)의 능력을 검증할 수 있다. 이는 외부 계산 리소스들의 보안 또는 정확성 검증의 목적들에 특히 유용할 수 있다.

[0100] 실시예에 따르면, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법은,

[0101] - 제1 위치와 제2 위치 사이의 재계산된 경로에 기초하여, 차량의 현재 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 적어도 하나의 계산 요건 표시를 충족시킬 수 있는 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트를 재계산하는 단계;

[0102] - 외부 계산 리소스들의 업데이트된 세트의 각각의 외부 계산 리소스로 하나 이상의 업데이트 리소스 예약 메시지를 통신하는 단계;

[0103] - 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트 내의 각각의 외부 계산 리소스에서, 리소스 예약 메시지를 준수하는 대응하는 리소스 예약이 수행될 수 있는지 여부를 체크하는 단계; 및

[0104] - 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트에 포함된 외부 계산 리소스들 각각이 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 있는 경우, 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트에 포함된 각각의 외부 계산 리소스를 예약하는 단계

[0105] 를 더 포함한다.

[0106] 제1 위치와 제2 위치 사이의 재계산된 경로가 요구되는 경우, 이용가능성 서비스(S)에 의해, 차량(10)이 재계산된 경로를 따라 재라우팅될 수 있는 것을 보장하기 위해 온라인 체크가 수행된다. 경로를 완성하는 데 요구되는 세그먼트들의 업데이트된 세트를 따르는 모든 외부 계산 리소스들이 이용가능한 경우, 세그먼트들의 업데이트된 세트를 따르는 모든 외부 계산 리소스들은 업데이트된 경로를 반영하도록 그들의 스케줄들을 업데이트한다. 이전 경로의 나머지 부분을 따르는 외부 계산 리소스들은 더 이상 요구되지 않는 그들의 스케줄들의 세그먼트들을 해제한다.

[0107] 실시예에 따르면, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법은,

[0108] - 외부 계산 리소스들의 적어도 하나의 업데이트된 세트에 포함된 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나가 리소스 예약 메시지를 준수하는 리소스 예약을 수행할 수 없는 경우, 안전 경고를 송신하는 단계를 더 포함한다.

[0109] 실시예에 따르면, 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터에 대한 적어도 하나의 계산 요건 표시를 계산하는 것은 차량에 포함된 계산 리소스, 외부 계산 서비스, 또는 클라우드 계산 서비스에 의해 수행된다.

[0110] 이용가능성 서비스(S)는 또한, 외부 계산 리소스들(EAn)의 전체 세트의 이용가능성을 개선하기 위해 사용될 수 있다. 예에서, 이용가능성 서비스(S)는 적어도 하나의 외부 계산 리소스로부터 적어도 하나의 외부 계산 서비스의 이용가능성을 확인하기 위한 내부 체크들의 수행에 대한 요청을 지시하도록 구성된다.

[0111] 예에서, 이용가능성 서비스(S)는 외부 계산 리소스(EA1) 근방의 하나 이상의 차량이 외부 계산 리소스(EA1)에 대한 확인 체크들을 수행해야 하는 것을 요청하는 메시지를 전송하도록 구성된다. 예컨대, 이용가능성 서비스(S)는 차량(10)이 외부 계산 리소스(EA1)의 이용가능성, 레이턴시, 또는 결과 확인들을 수행할 것을 요청할 수 있다.

[0112] 예에서, 이용가능성 서비스(S)는 차량(10)의 도착 시간 전에 차량 제약들(B)과 관련하여 서비스 품질을 개선하거나 또는 이용가능성을 보장하기 위해 사전에 소프트웨어를 업데이트 및/또는 설치하도록 적어도 하나의 외부 계산 리소스(EA1)로 메시지를 송신하도록 구성된다. 예에서, 서비스(S)에 대한 이용가능성은 차량(10)의 도착 시간 후에 소프트웨어를 삭제하도록 적어도 하나의 외부 계산 리소스(EA1)로 메시지를 송신하도록 구성된다.

[0113] 예에서, 이용가능성 서비스는, 외부 계산 리소스가 이용가능하고 서버에서 계산을 이행하기 위해 이용가능한 리소스들을 갖는 것을 보장하기 위해, 예컨대, 차량(10)의 도착 시간에 기초하여, 각각의 외부 계산 리소스(EAn)

의 스케줄을 통해 리소스들을 예약하도록 구성된다. 이는 차량(10)의 요구되는 안전 레벨에 따른 외부 계산 리소스들의 전체 시스템에서의 계산 리소스들의 밸런싱을 추가로 허용한다.

[0114] 예에서, 이용가능성 서비스(S)는 복수의 외부 계산 디바이스(EAn) 사이에서 분산된다. 예에서, 이용가능성 서비스(S)는 지리적 위치들로 분할될 수 있고, 여기서, 이용가능성 서비스(S)(S_G)의 각각의 지리적 서브세트는 중앙집중화된 이용가능성 서비스(S)와 비교하여 부하를 감소시킬 수 있는 한편, 각각의 지리적으로 집중된 이용가능성 서비스(S_G)는 그의 지리적 분할 내에서 경로들을 계획하도록 구성된다. 여정이 지리적으로 집중된 이용가능성 서비스(S_G)의 지리적 위치를 넘어서는 경우, 다른 지리적 분할들의 다른 이용가능성 서비스들과의 상호작용이 수행될 수 있다.

[0115] 실시예에 따르면, 이용가능성 서비스(S)는 환경 변화들에 응답하여 차량(10)에 대한 상이한 경로를 선택하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 피크 시간들 동안의 높은 교통량들, 교통 사고들, 경로 내의 다수의 레거시 차량들, 나쁜 날씨, 또는 경로의 부분들 상의 열악한 조명 조건들은 차량(10)에 의해 구현되는 로직을 검증하기 위한 계산 요건들이 증가되어 원래 계획된 경로의 안전 위험을 증가시킬 것임을 암시할 것이다. 따라서, 영역의 지리적 오버레이는 영역 내의 외부 계산 리소스들로부터 전송되는 정보에 기초하여 계산될 수 있는 경로들 또는 경로 세그먼트들을 따르는 실시간 안전 위험 지수를 정의할 수 있다.

[0116] 제2 양태에 따르면, 시스템(40)이 제공되고, 그 시스템은,

[0117] - 차량(10) – 차량(10)은 차량에 포함된 계산 리소스(22)에 의해 제어되는 자율 주행 시스템(16, 18, 19, 20)을 포함함 –;

[0118] - 복수의 외부 계산 리소스들(EA1, EA2); 및

[0119] - 차량과 복수의 외부 계산 리소스들을 통신가능하게 커플링하도록 구성된 통신 네트워크(24)

[0120] 를 포함한다.

[0121] 차량에 포함된 계산 리소스 및/또는 외부 계산 리소스들 중 적어도 하나 중 적어도 하나는,

[0122] - 영역 내의 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 적어도 하나의 경로를 특성화하는 영역의 공간적 표현, 및 영역 내의 복수의 위치들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터를 획득하고,

[0123] - 제1 위치로부터 제2 위치로의 차량의 예정된 이동 동안 차량에 의해 요구되는 적어도 하나의 원자적 계산 태스크의 적어도 하나의 계산 요건 표시를 제공하고,

[0124] - 적어도 하나의 계산 요건 표시를 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성을 특성화하는 데이터와 비교하고,

[0125] - 적어도 하나의 계산 요건 표시가 적어도 하나의 경로 상의 복수의 포인트들 각각에서의 외부 계산 리소스들의 이용가능성에 의해 만족되는 경우, 적어도 하나의 경로를 유효 경로로서 정의하도록

[0126] 구성된다.

[0127] 제3 양태에 따르면, 컴퓨터 프로그램 요소가 제공되고, 그 컴퓨터 프로그램 요소는 비일시적 머신 판독가능 명령어들을 포함하고, 그 비일시적 머신 판독가능 명령어들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 프로세서로 하여금 제1 양태에 따른 단계들을 수행하게 한다.

[0128] 제4 양태에 따르면, 컴퓨터 판독가능 매체가 제공되고, 그 컴퓨터 판독가능 매체는 제3 양태에 따른 컴퓨터 프로그램 요소를 포함한다.

[0129] 전술된 실시예들에 기초한 컴퓨터 구현들은 매우 다양한 소프트웨어 접근법들을 사용하여 구현될 수 있다. 프로그램들, 프로그램 모듈들, 스크립트들, 함수들 등은 Javascript, C++ 또는 C, Java, PHP, RUBY, PYTHON, 또는 다른 언어들과 같은 언어들로 설계될 수 있다.

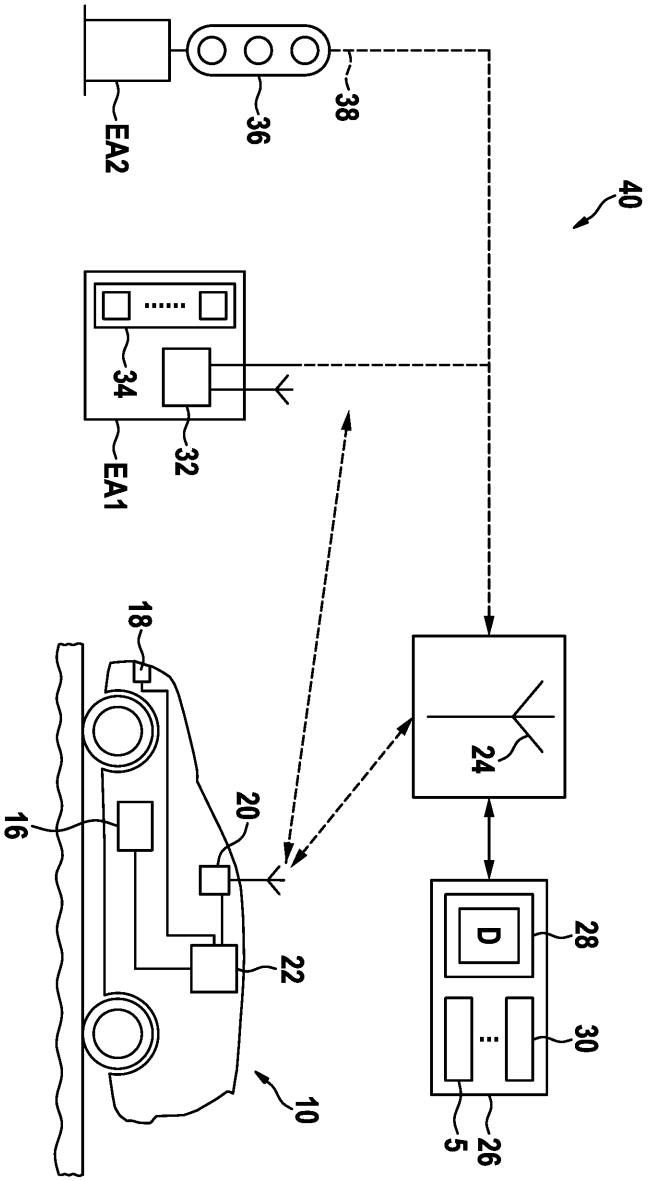
[0130] 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에 의해 실행될 수 있는 머신 코드를 포함하여 컴퓨터 프로그램, 애플리케이션, 로직을 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 및 프로세서에 의해 사용될 수 있는 정보를 저장하는 다른 디바이스들을 포함한다. 예들에서, 프로세서 및 컴퓨터 판독가능 매체는 동일한 실리콘 다이 상에 통합되거나 또는 동일한 패키징에 통합된다. 예들에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 하드 디스크 드라이브, 솔리드 스테이트 저장 디바이스 등이다. 예에서, 신호는, 예컨대, 다운로드 또는 소프트웨어

업데이트로서 인터넷과 같은 데이터 통신 네트워크를 통해 통신될 수 있다.

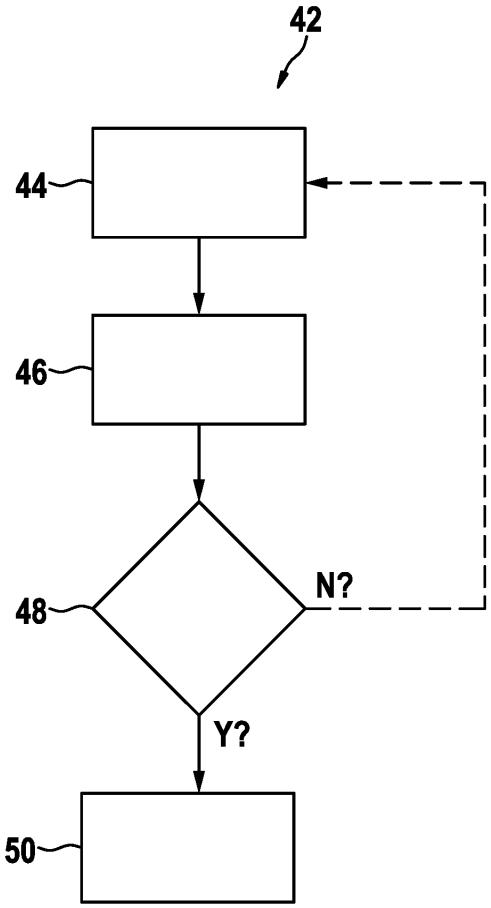
[0131] 도면들에서 제공되고 전술된 설명에서 설명된 예들은 본 명세서의 원리들의 이해를 제공하도록 의도된다. 첨부 청구항들의 범위에 대한 어떠한 제한도 그에 의해 의도되지 않는다. 본 명세서는 예시된 예들에 대한 변경들 및 수정들을 설명한다. 바람직한 예들만이 제시되었고, 본 명세서의 범위 내에서 이들에 대한 모든 변경들, 수정들, 및 추가의 적용들은 보호되는 것이 바람직하다.

도면

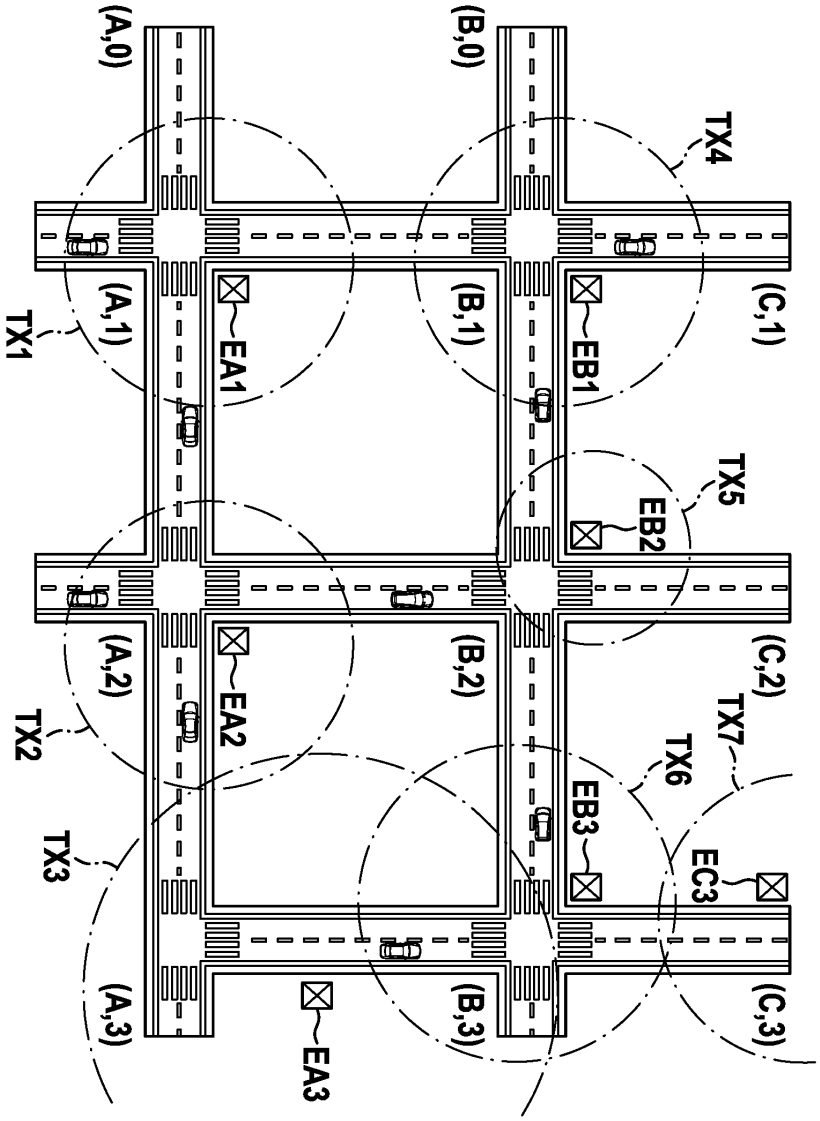
도면1



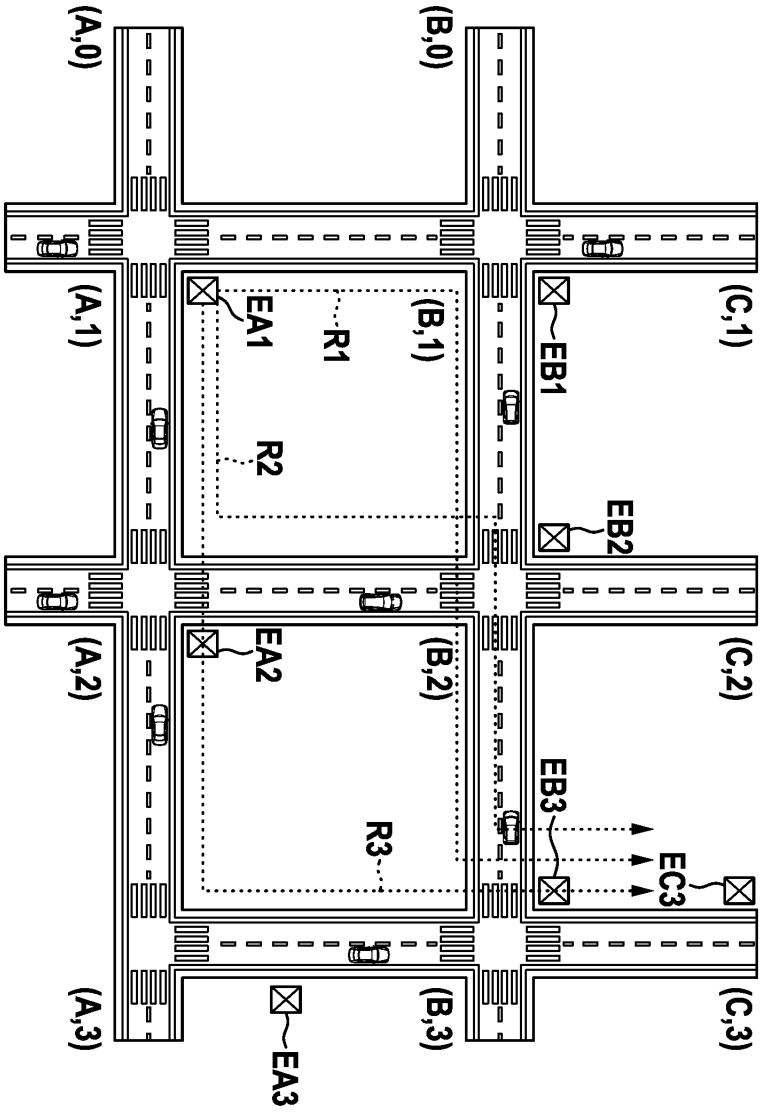
도면2



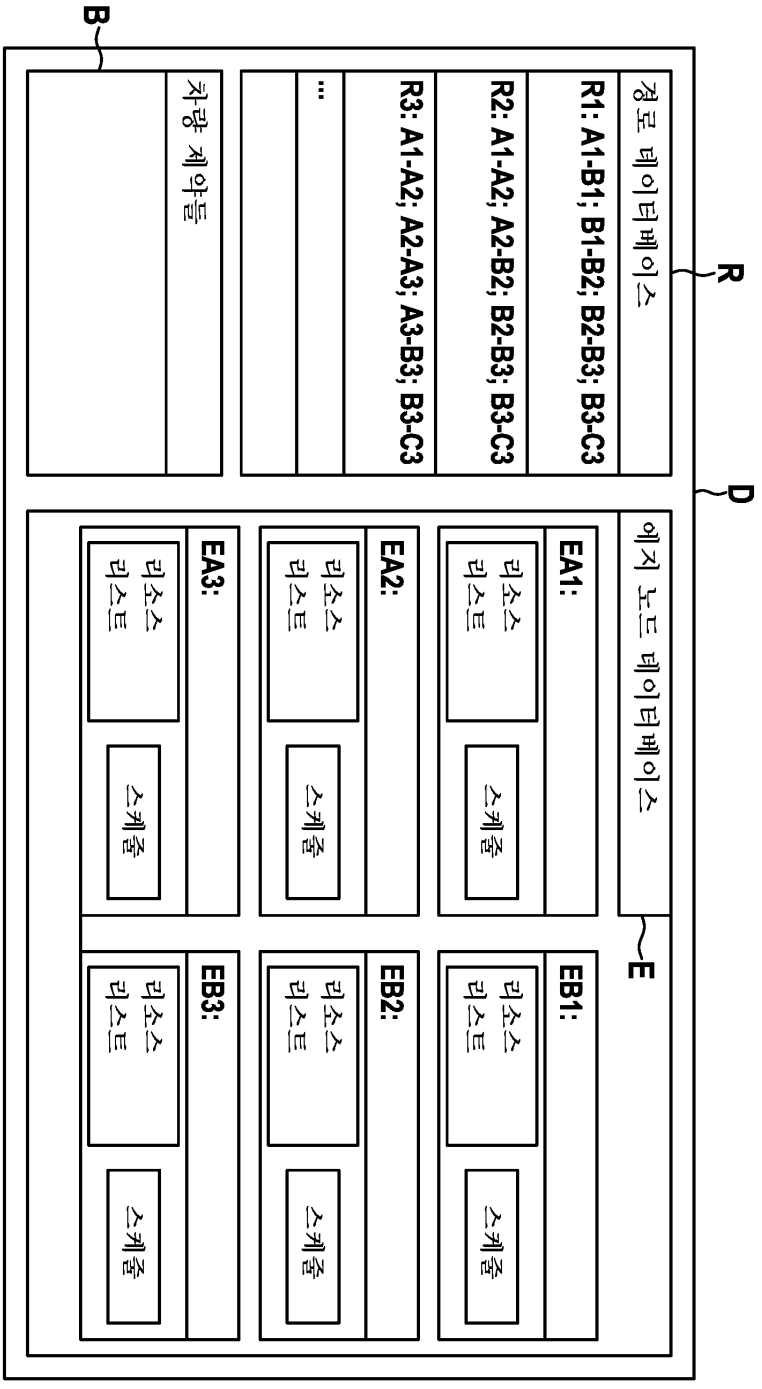
도면3


(A,0)
(B,0)
TX4
(A,1)
(B,1)
(C,1)
TX1
EA1
EB1
TX5
EB2
(A,2)
(B,2)
(C,2)
TX7
TX6
TX2
EA2
EB3
EC3
TX3
(A,3)
(B,3)
(C,3)
EA3

도면4



도면5


B
경로 데이터베이스
R1: A1-B1; B1-B2; B2-B3; B3-C3
R2: A1-A2; A2-B2; B2-B3; B3-C3
R3: A1-A2; A2-A3; A3-B3; B3-C3
...
차량 제약들
R
D
에지 노드 데이터베이스
E
EA1:
리소스 리스트
스케줄
EA2:
리소스 리스트
스케줄
EA3:
리소스 리스트
스케줄
EB1:
리소스 리스트
스케줄
EB2:
리소스 리스트
스케줄
EB3:
리소스 리스트
스케줄

도면6

세그먼트	도로 타입	속도 제한	트래픽 밀도	날씨	지형	초목
A1 - B1	단일 차선, 교차로	**40 Km/h**	**90%**	맑음	오르막길	높음
B1 - B2	단일 차선, 교차로	**60 Km/h**	**40%**	맑음	평지	없음
B2 - B3	단일 차선, 교차로	**60 Km/h**	**40%**	맑음	평지	없음
B3 - C3	단일 차선	**40 Km/h**	**40%**	맑음	오르막길	보통

AR1

세그먼트	도로 타입	속도 제한	트래픽 밀도	날씨	지형	초목
A1 - A2	단일 차선, 교차로	**60 Km/h**	**90%**	맑음	내리막길	없음
A2 - B2	단일 차선, 교차로	**60 Km/h**	**40%**	맑음	평지	없음
B2 - B3	단일 차선, 교차로	**60 Km/h**	**40%**	맑음	평지	없음
B3 - C3	단일 차선	**40 Km/h**	**40%**	맑음	오르막길	보통

AR2

세그먼트	도로 타입	속도 제한	트래픽 밀도	날씨	지형	초목
A1 - A2	단일 차선, 교차로	**60 Km/h**	**90%**	맑음	내리막길	없음
A2 - A3	단일 차선, T자형 삼거리	**60 Km/h**	**80%**	맑음	내리막길	없음
A3 - B3	단일 차선, 교차로	**40 Km/h**	**40%**	맑음	평지	높음
B3 - C3	단일 차선	**40 Km/h**	**40%**	맑음	오르막길	보통

AR3

도면7

세그먼트	연속적인 에지 서버 커버리지	피크 계산	통신 레이턴시	셀룰러 통신	단거리 통신	리던던시 능력
A1 - B1	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**
B1 - B2	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**
B2 - B3	요구되지 않음	**15 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**
B3 - C3	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**

BR1

세그먼트	연속적인 에지 서버 커버리지	피크 계산	통신 레이턴시	셀룰러 통신	단거리 통신	리던던시 능력
A1 - A2	요구됨	**20 Gflops**	**< 5ms**	요구됨	요구됨	**3/1**
A2 - B2	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**
B2 - B3	요구되지 않음	**15 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**
B3 - C3	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**

BR2

세그먼트	연속적인 에지 서버 커버리지	피크 계산	통신 레이턴시	셀룰러 통신	단거리 통신	리던던시 능력
A1 - A2	요구됨	**20 Gflops**	**< 5ms**	요구됨	요구됨	**3/1**
A2 - A3	요구됨	**20 Gflops**	**< 5ms**	요구됨	요구됨	**3/1**
A3 - B3	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**
B3 - C3	요구되지 않음	**5 Gflops**	**< 10ms**	요구됨	요구되지 않음	**2/1**

BR3