(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월11일
(11) 등록번호 10-2715254
(24) 등록일자 2024년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 9/50 (2018.01) *G06F 11/36* (2006.01)
G06F 30/20 (2020.01) *G06F 9/48* (2018.01)
H04L 67/12 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06F 9/5077 (2013.01)
G06F 11/3684 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0027835
(22) 출원일자 2024년02월27일
심사청구일자 2024년02월27일
(56) 선행기술조사문헌
한국공개특허 제10-2021-0121595호(2021.10.08.)
1부.*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김문석
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동)
(74) 대리인
수안특허법인

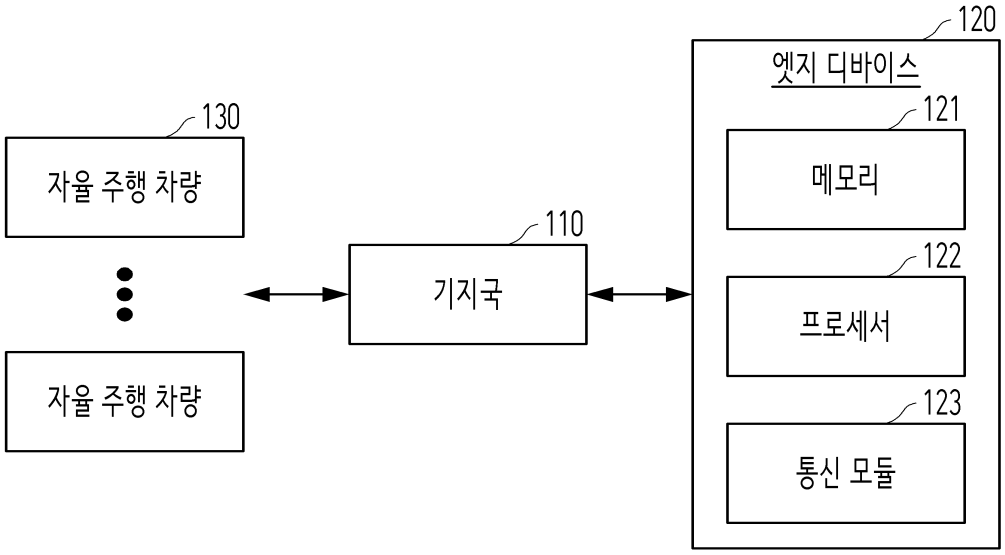
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 김종기

(54) 발명의 명칭 **자율 주행 차량을 위한 디지털 트윈 기반의 협력 그룹 결정 방법 및 장치**

(57) 요 약

디지털 트윈을 이용하여, 자율 주행 차량의 과업이 효율적으로 수행될 수 있도록, 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹을 결정하는 방법 및 장치가 개시된다. 개시된 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법은 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량으로부터, 상기 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신하는 단계; 상기 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 상기 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산하는 단계; 및 상기 후보 협력 그룹 중에서, 상기 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
G06F 9/4837 (2013.01)
G06F 9/5066 (2013.01)
H04L 67/12 (2022.05)

(56) 선행기술조사문헌
한국공개특허 제10-2022-0085507호(2022.06.22.) 1부.*
한국공개특허 제10-2022-0116038호(2022.08.19.) 1부.*
한국공개특허 제10-2021-0043039호(2021.04.21.) 1부.*
한국등록특허 제10-2420462호(2022.07.13.) 1부.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193909
과제번호	IITP-2023-2021-0-01816
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	메타버스 자율트윈 핵심기술 연구
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2024.01.01 ~ 2024.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711198096
과제번호	2022R1G1A1012117
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(메타버스 융합대학원)
연구과제명	메타버스 융합대학원(세종대학교)
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2024.01.01 ~ 2024.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량으로부터, 상기 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신하는 단계;

상기 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 상기 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산하는 단계; 및

상기 후보 협력 그룹 중에서, 상기 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 협력 그룹을 결정하는 단계를 포함하며,

상기 과업 수행 비용을 계산하는 단계는

상기 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행할 수 있는 제1케이스, 상기 자율 주행 차량이 자신이 포함된 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량으로 과업 수행을 요청하는 제2케이스, 상기 자율 주행 차량이 도로 주변의 엣지 디바이스로 과업 수행을 요청하는 제3케이스, 상기 자율 주행 차량의 과업이 수행되지 못하는 제4케이스 각각에 따라서 차등적으로, 상기 후보 협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산하며,

상기 제1케이스는, 상기 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간이, 미리 설정된 마감 시간 이내인 케이스이며,

상기 제2 내지 제3케이스는, 상기 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간이, 상기 마감 시간을 초과하는 케이스이며,

상기 과업 수행 비용은

하기 수학식1에 따라서 계산되는

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

[수학식1]

$$S_{i_g}(a)=\begin{cases}0 & \mathcal{T}_a<\tau_a, \text{제1케이스}\\ \frac{l_a\cdot(1+\sigma_m)}{r_{i_g,i'g}}s_t+c_a\cdot s_A & \mathcal{T}_a\geq\tau_a, \text{제2케이스}\\ \frac{l_a\cdot(1+\sigma_m)}{r_{i_g,\varphi}}s_t+c_a\cdot s_E & \mathcal{T}_a\geq\tau_a, \text{제3케이스}\\ \Gamma & \mathcal{T}_a\geq\tau_a, \text{제4케이스}\end{cases}$$

여기서, $S_{i_g}(a)$ 는 상기 자율 주행 차량의 과업 수행 비용, $\mathcal{T}_a$ 는 상기 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간, τ_a 는 상기 마감 시간, c_a 는 상기 자율 주행 차량의 과업을 수행하기 위해 요구되는 컴퓨팅 자원, s_A 는 상기 자율 주행 차량의 단위 컴퓨팅 자원에 대한 비용, s_E 는 상기 엣지 디바이스의 단위 컴퓨팅 자원에 대한 비용, Γ 는 패널티 비용, s_t 는 데이터 전송 단위 시간에 대한 비용, $\frac{l_a\cdot(1+\sigma_m)}{r_{i_g,i'g}}$ 는 상기 자율 주행 차량이 자신의 과업의 수행을 상기 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량으로 요청하고, 과

$$\frac{l_a \cdot (1+\sigma_m)}{r_{i_g,\varphi}}$$

업 수행 결과를 수신하는데 소요되는 시간, 는 상기 자율 주행 차량이 자신의 과업의 수행을 상기 엣지 디바이스로 요청하고, 과업 수행 결과를 수신하는데 소요되는 시간을 나타냄.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 협력 그룹의 결정을 위한 정보는

상기 자율 주행 차량의 주행 정보, 과업 정보, 컴퓨팅 자원 정보 및 트래픽 정보

를 포함하는 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 과업 수행 비용을 계산하는 단계는

상기 후보 협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 합산하여, 상기 후보 협력 그룹 별로 상기 과업 수행 비용을 계산하는

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 3항에 있어서,

상기 과업 수행 비용을 계산하는 단계는

상기 자율 주행 차량이 상기 제1영역에서 상기 제2영역까지 도달하는데 소요되는 시간을, 복수개의 타임 슬롯으로 구분하는 단계;

상기 자율 주행 차량의 최근 요청 과업에 따라서, 상기 타임 슬롯 별로 상기 최근 요청 과업에 대한 과업 요청 확률값을 계산하는 단계; 및

상기 과업 요청 확률값에 따라서 결정된 과업을 이용하여, 상기 타임 슬롯 별로, 상기 과업 수행 비용을 계산하는 단계

를 포함하는 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 과업 요청 확률값은

하기 수학식2에 따라서 계산되는

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

[수학식 2]

$$\frac{\varepsilon}{k \cdot \sigma}$$

여기서, k는 상기 타임 슬롯의 개수, σ 는 미리 설정된 상수값, ε 는 최근 $k \cdot \sigma \cdot \Delta t$ 시간 동안의 최근 과업 요청의 횟수, Δt 는 상기 타임 슬롯의 길이를 나타냄.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 과업 수행 비용을 계산하는 단계는

상기 자율 주행 차량에 대한 디지털 트윈을 이용하여, 상기 과업 수행 비용을 계산하는

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 제1 및 제2영역은

교차로로부터 미리 설정된 거리 내의 영역이며,

상기 제2영역은

상기 제1영역의 다음 교차로에 대한 영역인

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법.

청구항 11

메모리;

상기 메모리와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 프로세서; 및

기지국으로부터, 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신하는 통신 모듈을 포함하며,

상기 프로세서는

상기 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 상기 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산하고,

상기 후보 협력 그룹 중에서, 상기 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 협력 그룹을 결정하며,

상기 프로세서는

상기 자율 주행 차량이 상기 제1영역에서 상기 제2영역까지 도달하는데 소요되는 시간을, 복수개의 타임 슬롯으

로 구분하고,

상기 자율 주행 차량의 최근 요청 과업에 따라서, 상기 타임 슬롯 별로 상기 최근 요청 과업에 대한 과업 요청 확률값을 계산하고,

상기 과업 요청 확률값에 따라서 결정된 과업을 이용하여, 상기 타임 슬롯 별로, 상기 과업 수행 비용을 계산하며,

상기 과업 요청 확률값은

하기 수학식1에 따라서 계산되는

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 장치.

[수학식 1]

$$\frac{\varepsilon}{k \cdot \sigma}$$

여기서, k는 상기 타임 슬롯의 개수, σ 는 미리 설정된 상수값, ε 는 최근 $k \cdot \sigma \cdot \Delta t$시간 동안의 최근 과업 요청의 횟수, Δt 는 상기 타임 슬롯의 길이를 나타냄.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 협력 그룹 결정 장치는

상기 기지국에 할당된 엣지 디바이스인

자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자율 주행 차량을 위한 디지털 트윈 기반의 협력 그룹 결정 방법 및 장치에 관한 것으로서 더욱 상세하게는 디지털 트윈을 이용하여, 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹을 결정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 자율 주행 기술과 이동통신 기술의 발전과 함께, 차량은 이동 수단의 용도를 넘어 탑승자의 라이프 스타일을 변화시키는 또 다른 삶의 공간으로 발전하고 있다. 탑승자가 자율 주행 차량에서 업무를 처리할 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 엔터테인먼트 경험 등을 영위할 수 있는 공간으로, 자율 주행 차량이 발전하고 있는 것이다.

[0004] 따라서 자율 주행 차량은, 자율 주행을 위한 과업(task) 뿐만 아니라, 탑승자의 다양한 요구 사항들을 처리하기 위한 과업도 함께 수행해야 하며, 자율 주행 차량의 과업 처리량은 증가할 것으로 전망된다.

[0005] 이에 자율 주행 차량의 과업을 효율적으로 처리할 수 있는 방법에 대한 니즈가 증가하고 있다.

[0006] 관련 선행문헌으로 특허문헌인 대한민국 등록특허 제10-2471855호, 제10-2509279호, 제10-2320624호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 자율 주행 차량의 과업이 효율적으로 수행될 수 있도록, 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹을 결정하는 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0009] 또한 본 발명은, 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정을 디지털 트윈을 이용하여 수행하는 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량으로부터, 상기 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신하는 단계; 상기 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 상기 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산하는 단계; 및 상기 후보 협력 그룹 중에서, 상기 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정하는 단계를 포함하는 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법이 제공된다.

[0012] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 메모리; 상기 메모리와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 프로세서; 및 기지국으로부터, 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신하는 통신 모듈을 포함하며, 상기 프로세서는 상기 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 상기 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산하고, 상기 후보 협력 그룹 중에서, 상기 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정하는 단계를 포함하는 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹이 결정될 수 있으며, 협력 그룹의 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹이 결정될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0018] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 따른 협력 그룹 결정 시스템은, 미리 설정된 영역에 위치한 자율 주행 차량을 복수의 협력 그룹으로 그룹핑한다. 여기서, 협력 그룹이란, 자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는 자율 주행 차량을 포함하는 그룹으로서, 각각의 협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량은, 자신이 포함된 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량과 과업을 협력적으로 수행한다. 예컨대, 제1협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량의 과업은, 제1협력 그룹에 포함된 다른 자율 주행 차량에 의해 수행될 수 있고, 제2협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량의 과업은 제2협력 그룹에 포함된 다른 자율 주행 차량에 의해 수행될 수 있다. 그리고 자율 주행 차량의 과업은 자율 주행 차량의 자율 주행에 대한 과업이거나 또는 실시예에 따라서 자율 주행과 무관한 과업일 수 있다.

[0022] 이 때, 본 발명의 일실시예에 따른 협력 그룹 결정 시스템은, 효율적으로 과업이 수행될 수 있는 방향으로 협력 그룹을 결정하며, 일실시예로서 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 협력 그룹을 결정할 수 있다.

[0023] 예컨대, 협력 그룹 결정 대상이 되는 자율 주행 차량이 5개인 경우, 1개의 자율 주행 차량으로 이루어진 5개의 협력 그룹, 5개의 자율 주행 차량으로 이루어진 1개의 협력 그룹, 또는 2개의 자율 주행 차량과 3개의 자율 주행 차량으로 이루어진 2개의 협력 그룹 등 다양한 조합으로 후보 협력 그룹이 결정될 수 있다. 그리고 협력 그룹 결정 시스템은, 다양한 후보 협력 그룹별 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정할 수

있다. 예컨대 2개의 자율 주행 차량과 3개의 자율 주행 차량으로 이루어진 2개의 협력 그룹별 과업 수행 비요의 합이 최소라면, 5개의 협력 그룹 또는 1개의 협력 그룹이 아닌, 2개의 협력 그룹이 최적 협력 그룹으로 결정될 수 있다. 후보 협력 그룹은 랜덤하게 설정되거나 또는 미리 설정된 규칙에 따라서 설정될 수 있다.

[0024] 협력 그룹 결정 시스템은, 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량을 적어도 하나의 협력 그룹으로 그룹핑할 수 있으며, 이러한 협력 그룹은 제1영역에서 제2영역까지 유효한 협력 그룹일 수 있다. 즉, 협력 그룹 결정 시스템에 의해 결정된 협력 그룹은, 자율 주행 차량이 제1영역에서 제2영역으로 이동할 때까지 유지될 수 있다. 여기서, 제1 및 제2영역은 교차로로부터 미리 설정된 거리 내의 영역일 수 있다. 그리고 제2영역은 제1영역의 다음 교차로로서, 제1영역에서 제2영역으로 이동하는 자율 주행 차량이 제1영역의 교차로 이후 도달하는 다음 다음 교차로에 대응된다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 협력 그룹 결정 시스템은, 기지국(110), 엣지 디바이스(120, Edge Computing Device), 자율 주행 차량(130)을 포함한다.

[0026] 기지국(110)은 자율 주행 차량들이 주행하는 도로 주변에 설치되며, 자율 주행 차량(130)과 데이터를 송수신하며, 이동통신 기지국일 수 있다. 기지국(110)과 자율 주행 차량(130)은 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 송수신한다.

[0027] 엣지 디바이스(120)는 기지국(110)에 할당되며, 협력 그룹 결정을 위한 일련의 과정을 수행한다. 엣지 디바이스(120)는 메모리(121), 프로세서(122) 및 통신 모듈(123)을 포함한다.

[0028] 통신 모듈(123)은 기지국(110)으로부터, 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량(130)의 과업을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신한다. 즉, 협력 그룹의 결정을 위한 정보는 자율 주행 차량(130)에서 기지국(110)으로 전송되며, 기지국(110)은 수신된 정보를 엣지 디바이스(120)로 제공한다.

[0029] 프로세서(122)는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산한다. 그리고 후보 협력 그룹 중에서, 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정한다. 최적 협력 그룹에 포함된 모든 자율 주행 차량의 개수는, 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량 중 제2영역으로 이동하는 자율 주행 차량의 개수에 대응된다. 구체적인 과업 수행 비용의 계산 방법은 도 2에서 상세히 설명된다.

[0030] 최적 협력 그룹이 결정되면, 자율 주행 차량(130)은 최적 협력 그룹을 통해서 SDN(software-defined network) 기반으로 과업을 수행할 수 있다. 만약 자율 주행 차량(130)이 이동 중에 수행해야 할 과업이 존재하는 경우, 자신의 과업 수행의 마감 시간 내에 처리가 가능한 경우는 자신이 과업을 수행한다. 그렇지 않은 경우에는 도로 주변에 설치된 기지국(110)을 통해, 외부 SDN 컨트롤러로 자율 주행 차량(130)의 과업 수행 요청이 전달이 되고, SDN 컨트롤러는 자율 주행 차량(130)이 포함된 최적 협력 그룹 내의 다른 자율 주행 차량 중, 과업을 마감 시간 내로 수행하면서 비용이 가장 최소로 발생하는 자율 주행 차량에게 과업을 요청할 수 있다.

[0031] 만약, 마감 시간 내로 과업을 수행할 다른 자율 주행 차량이 존재하지 않은 경우는, 자율 주행 차량(130)의 과업 수행은 취소될 수 있다. 자율 주행 차량(130)이 포함된 최적 협력 그룹 내의 다른 자율 주행 차량에서 과업이 수행되는 것으로 결정된 경우, 자율 주행 차량(130)은 과업 요청 메시지를 다른 자율 주행 차량으로 전달하고, 과업 수행이 종료되면 다른 자율 주행 차량으로부터 과업 요청 결과를 회신받는다.

[0032] 본 발명의 일실시예에 따르면, 자율 주행 차량의 과업 수행을 협력적으로 수행하는 협력 그룹이 결정될 수 있으며, 협력 그룹의 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹이 결정될 수 있다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 자율 주행 차량을 위한 협력 그룹 결정 방법을 설명하기 위한 도면으로서, 도 2에서는 전술된 엣지 디바이스에서 수행되는 협력 그룹 결정 방법이 일실시예로 설명된다.

[0035] 도 2를 참조하면 본 발명의 일실시예에 따른 엣지 디바이스는 제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량으로부터, 자율 주행 차량의 과업 수행을 협력적으로 수행하는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신(S210)한다. 여기서, 협력 그룹의 결정을 위한 정보는 자율 주행 차량의 주행 정보, 과업 정보, 컴퓨팅 자원 정보 및 트래픽 정보를 포함할 수 있다.

[0036] 주행 정보는 일실시예로서, 자율 주행 차량의 속도 정보, 주행 방향 정보 등을 포함할 수 있으며, 과업 정보는, 자율 주행 차량이 제1영역에 위치하기 이전에 수행된 과거 과업 리스트, 과거 과업 리스트에 포함된 과업 데이터의 크기, 과업 수행의 마감 시간 등에 대한 정보를 포함할 수 있다. 그리고 컴퓨팅 자원 정보는 과업 수행을 처리할 수 있는 자율 주행 차량의 가용 컴퓨팅 자원 정보와, 과업 수행에 요구되는 컴퓨팅 자원 정보, 단위 컴

퓨팅 자원에 대한 비용 정보 등을 포함할 수 있으며, 트래픽 정보는 데이터 전송 속도, 데이터 전송 단위 시간에 대한 비용 정보 등을 포함한다.

[0037] 그리고 엣지 디바이스는 협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여, 후보 협력 그룹 별로 제1영역에서 제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산(S220)한다. 전술된 바와 같이, 제1 및 제2영역은 교차로로부터 미리 설정된 거리 내의 영역일 수 있으며, 제2영역은 제1영역의 다음 교차로에 대한 영역일 수 있다. 엣지 디바이스는 자율 주행 차량의 주행 정보를 이용하여, 제1영역에 진입한 자율 주행 차량 중에서, 제2영역으로 이동하는 자율 주행 차량에 대해 과업 수행 비용을 계산할 수 있다.

[0038] 그리고 엣지 디바이스는 후보 협력 그룹 중에서, 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정(S230)한다. 전술된 바와 같이, 다양한 후보 협력 그룹을 포함하는 협력 그룹 조합들에 대해 과업 수행 비용이 계산될 수 있으며, 엣지 디바이스는 이러한 협력 그룹 조합들 중에서, 후보 협력 그룹별 과업 수행 비용의 합이 최소가 되는 협력 그룹 조합에 포함된 후보 협력 그룹들을, 최적 협력 그룹으로 결정할 수 있다.

[0039] 단계 S220에서 엣지 디바이스는 일실시예로서, 자율 주행 차량에 대한 디지털 트윈을 이용하여, 과업 수행 비용을 계산할 수 있다. 즉, 엣지 디바이스는 자율 주행 차량 각각에 대한 협력 그룹의 결정을 위한 정보를, 자율 주행 차량 각각에 대한 디지털 트윈에 매칭하여, 과업 수행 비용을 계산할 수 있다. 엣지 디바이스는 후보 협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량에 대한 과업 수행 비용을 계산하고, 후보 협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 합산하여, 후보 협력 그룹 별로 과업 수행 비용을 계산할 수 있다.

[0040] 이 때, 엣지 디바이스는, 자율 주행 차량이 제1영역에서 제2영역으로 이동하는 동안, 자신의 과업을 수행할 수 있는지 여부에 따라서, 과업 수행 비용을 계산할 수 있으며, 일실시예로서 제1 내지 제4케이스 각각에 따라서 과업 수행 비용을 계산할 수 있다.

[0041] 엣지 디바이스는, 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행할 수 있는 제1케이스, 자율 주행 차량이 자신이 포함된 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량으로 과업 수행을 요청하는 제2케이스, 자율 주행 차량이 도로 주변의 엣지 디바이스로 과업 수행을 요청하는 제3케이스, 자율 주행 차량의 과업이 수행되지 못하는 제4케이스 각각에 따라서 차등적으로, 후보 협력 그룹에 포함된 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산할 수 있다. 여기서, 제1케이스는 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간이, 미리 설정된 마감 시간 이내인 케이스이며, 제2 내지 제3케이스는 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간이, 미리 설정된 마감 시간을 초과하는 케이스에 대응된다.

[0042] 엣지 디바이스는 [수학식 1]을 이용하여, 제1 내지 제4케이스 별로 자율 주행 차량의 과업 수행 비용($S_{i_g}(a)$)을 계산할 수 있다. 즉, 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제1 내지 제4케이스 중 어느 하나에 해당하는지 여부를 판단하고, [수학식 1]의 수식 중 해당되는 케이스의 수식을 이용해, 과업 수행 비용을 계산할 수 있다.

수학식 1

[0043]
$$S_{i_g}(a)=\begin{cases}0 & \mathcal{T}_a<\tau_a, \text{제1케이스}\\ \frac{l_a\cdot(1+\sigma_m)}{r_{i_g,i'_g}}s_t+c_a\cdot s_A & \mathcal{T}_a\geq\tau_a, \text{제2케이스}\\ \frac{l_a\cdot(1+\sigma_m)}{r_{i_g,\varphi}}s_t+c_a\cdot s_E & \mathcal{T}_a\geq\tau_a, \text{제3케이스}\\ \Gamma & \mathcal{T}_a\geq\tau_a, \text{제4케이스}\end{cases}$$

[0044] 여기서, $\mathcal{T}_a$는 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간, τ_a는 마감 시간, c_a는 자율

주행 차량의 과업을 수행하기 위해 요구되는 컴퓨팅 자원, S_A 는 자율 주행 차량의 단위 컴퓨팅 자원에 대한 비용, S_E 는 엣지 디바이스의 단위 컴퓨팅 자원에 대한 비용, Γ 는 패널티 비용, s_t 는 데이터 전송 단위 시간에 대한 비용, $\frac{l_a \cdot (1+\sigma_m)}{r_{i_g,i'_g}}$ 는 자율 주행 차량이 자신의 과업의 수행을 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량으로 요청하고, 과업 수행 결과를 수신하는데 소요되는 시간, $\frac{l_a \cdot (1+\sigma_m)}{r_{i_g,\varphi}}$ 는 자율 주행 차량이 자신의 과업의 수행을 엣지 디바이스로 요청하고, 과업 수행 결과를 수신하는데 소요되는 시간을 나타낸다. 패널티 비용은, 제1 내지 제3케이스의 최대 과업 수행 비용보다 크도록 설정될 수 있다.

[0045] 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제1케이스인지 여부를 판단하기 위해, [수학식 2]를 이용하여, 자율 주행 차량이 자신의 과업을 수행하는데 소요되는 시간($\mathcal{T}_a$)을 계산한다. 엣지 디바이스는 $\mathcal{T}_a$ 가 마감 시간보다 작은 경우, 현재 과업 수행 상황이 제1케이스에 해당하는 것으로 판단하고, 제1케이스에 따라서 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산한다.

수학식 2

[0046]
$$\mathcal{T}_a = \frac{c_a}{w_{i_g}} + \sum_{a_q \in Q_{i_g}} \frac{c_{a_q}}{w_{i_g}}$$

[0047] 여기서, w_{i_g} 는 자율 주행 차량의 단위 시간당 이용 가능한 컴퓨팅 자원량, Q_{i_g} 는 자율 주행 차량의 큐에 저장된 과업 정보, a_q 는 Q_{i_g} 에 포함된 각각의 과업, c_{a_q} 는 a_q 를 수행하기 위해 요구되는 컴퓨팅 자원을 나타낸다.

[0048] $\mathcal{T}_a$ 가 마감 시간이상인 경우, 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제2케이스에 해당하는지 여부를 판단한다. 엣지 디바이스는 [수학식 3]을 이용하여, 자율 주행 차량의 과업이 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량에서 처리되고, 처리 결과가 자율 주행 차량으로 전송되는데 소요되는 시간($\mathcal{T}_{a,i'_g}$)을 계산한다. $\mathcal{T}_{a,i'_g}$ 가 마감 시간보다 작고, 자율 주행 차량과 통신 가능한 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량이 존재하는 경우, 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제2케이스에 해당하는 것으로 판단하고, 제2케이스에 따라서 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산한다.

수학식 3

[0049]
$$\mathcal{T}_{a,i'_g} = \frac{l_a \cdot (1+\sigma_m)}{r_{i_g,i'_g}} + \frac{c_a}{w_{i'_g}} + \sum_{a_q \in Q_{i'_g}} \frac{c_{a_q}}{w_{i'_g}}$$

[0050] 여기서, r_{i_g,i'_g} 는 자율 주행 차량이, 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량으로 전송하는 데이터에 대한 전

송률, l_a 는 자율 주행 차량의 과업 데이터 크기, σ_m 은 과업 수행 결과 데이터와 과업 데이터 크기의 비율, $Q_{i\prime g}$ 는 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량의 큐에 저장된 과업 그룹, $w_{i\prime g}$ 는 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량의 단위 시간당 이용 가능한 컴퓨팅 자원량을 나타낸다.

[0051] $\mathcal{T}_{a,i\prime g}$ 가 마감 시간 이상인 경우, 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제3케이스에 해당하는지 여부를 판단한다. 엣지 디바이스는 [수학식 2]의 후보 협력 그룹의 다른 자율 주행 차량에 대한 파라미터를 엣지 디바이스에 대한 파라미터로 변경하여, 자율 주행 차량의 과업이 엣지 디바이스에서 처리되고, 처리 결과가 자율 주행 차량으로 전송되는데 소요되는 시간($\mathcal{T}_{a,\varphi}$)을 계산한다. 그리고, $\mathcal{T}_{a,\varphi}$ 가 마감 시간보다 작은 경우, 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제3케이스에 해당하는 것으로 판단하고, 제3케이스에 따라서 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산한다.

[0052] 현재 과업 수행 상황이, 제1 내지 제3케이스에 모두 해당되지 않을 경우, 엣지 디바이스는 현재 과업 수행 상황이 제4케이스에 해당하는 것으로 판단하고, 제4케이스에 따라서, 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산한다.

[0053] 한편, 엣지 디바이스는 과업 수행 비용의 계산에 이용되는 자율 주행 차량의 과업을, 자율 주행 차량의 과업 정보와 주행 정보로부터 예측하여, 과업 수행 비용을 계산할 수 있다.

[0054] 이를 위해 엣지 디바이스는, 과거 과업 리스트에 포함된 과업의 빈도에 따라서, 자율 주행 차량이 제1영역에서 제2영역까지 도달하는데 수행할 과업을 결정하고, 결정된 과업에 대한 과업 수행 비용을 계산할 수 있다.

[0055] 또는 엣지 디바이스는 일실시예로서, 자율 주행 차량이 제1영역에서 제2영역까지 도달하는데 소요되는 시간을, 복수개의 타임 슬롯으로 구분한다. 엣지 디바이스는 [수학식 4]를 이용해, 타임 슬롯의 개수(k)를 결정할 수 있으며, 타임 슬롯의 길이는, 미리 설정된 균등한 길이일 수 있다.

수학식 4

[0056] $$k = \left\lceil \frac{d}{\Delta t \cdot v_{i_g}} \right\rceil$$

[0057] 여기서, d는 제1영역에서 제2영역까지의 거리, Δt 는 타임 슬롯의 길이, v_{i_g} 는 자율 주행 차량의 평균 속도를 나타낸다. 자율 주행 차량의 평균 속도는 제1영역에서 제2영역까지의 도로의 최대 제한 속도에 매핑된 평균 속도일 수 있다. 예컨대, 최대 제한 속도가 50㎞/h인 도로에서의 자율 주행 차량의 평균 속도가 49㎞/h이고, 최대 제한 속도가 100㎞/h인 도로에서의 자율 주행 차량의 평균 속도가 90㎞/h이며, 제1영역에서 제2영역까지의 도로의 최대 제한 속도가 50㎞/h인 경우, 엣지 디바이스는 49㎞/h를 자율 주행 차량의 평균 속도로 이용하여, 타임 슬롯의 개수를 계산할 수 있다.

[0058] 그리고 엣지 디바이스는 자율 주행 차량의 최근 요청 과업에 따라서, 타임 슬롯 별로 최근 요청 과업에 대한 과업 요청 확률값을 계산한다. 여기서, 최근 요청 과업은 현재 시점에서부터 미리 설정된 시간 이전까지 자율 주행 차량이 요청한 과업을 나타낸다. 엣지 디바이스는 [수학식 5]를 이용하여, 과업 요청 확률값을 계산할 수 있다.

수학식 5

[0059] $$\frac{\varepsilon}{k \cdot \sigma}$$

[0060] 여기서, σ 는 미리 설정된 상수값, ε 는 최근 $k \cdot \sigma \cdot \Delta t$ 시간 동안의 최근 과업 요청의 횟수를 나타낸다.

[0061] 엣지 디바이스는 최근 요청 과업 각각에 대한 과업 요청 확률값을 타임 슬롯 별로 계산할 수 있으며, 자율 주행 차량이 이동하는 동안 ε 가 갱신됨에 따라서, 과업 요청 확률값 역시 갱신된다.

[0062] 그리고 엣지 디바이스는, 과업 요청 확률값에 따라서, 타임 슬롯 별로, 과업 수행 비용을 계산한다. 과업 요청 확률값에 따라서, 타임 슬롯 별로 수행될 과업이 결정될 수 있으며, 엣지 디바이스는 타임 슬롯 별로 결정된 과업을 이용하여, 타임 슬롯 별 자율 주행 차량의 과업 수행 비용을 계산한다. 그리고 엣지 디바이스는 타임 슬롯 별로 계산된 과업 수행 비용을 합산하여, 제1영역에서 제2영역까지의 자율 주행 차량에 대한 과업 수행 비용을 산출한다.

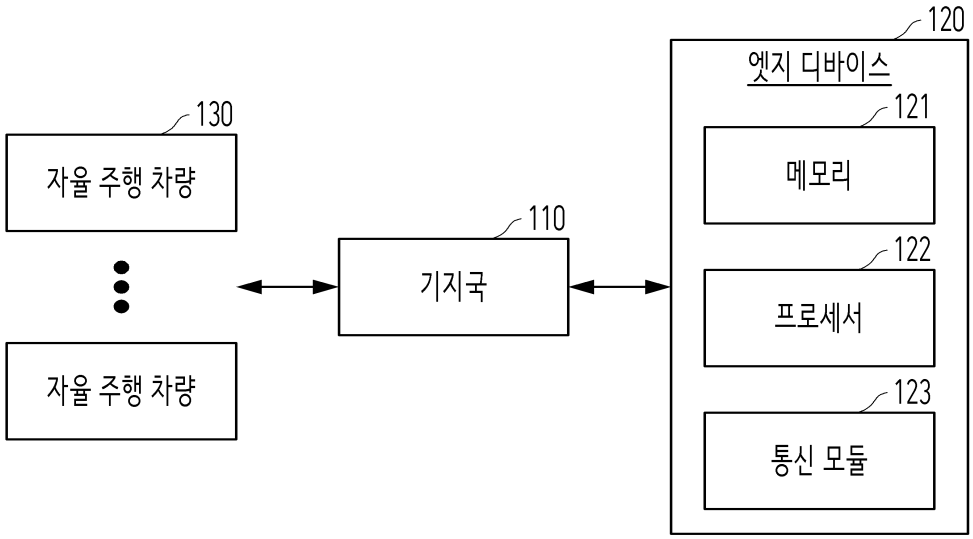
[0063] 자율 주행 차량이 이동하는 동안 과업 요청 확률값은 갱신되며, 엣지 디바이스는 갱신된 과업 요청 확률값에 따라서 타임 슬롯 별로, 과업 수행 비용 계산에 이용할 과업을 결정할 수 있다.

[0065] 앞서 설명한 기술적 내용들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예들을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 하드웨어 장치는 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

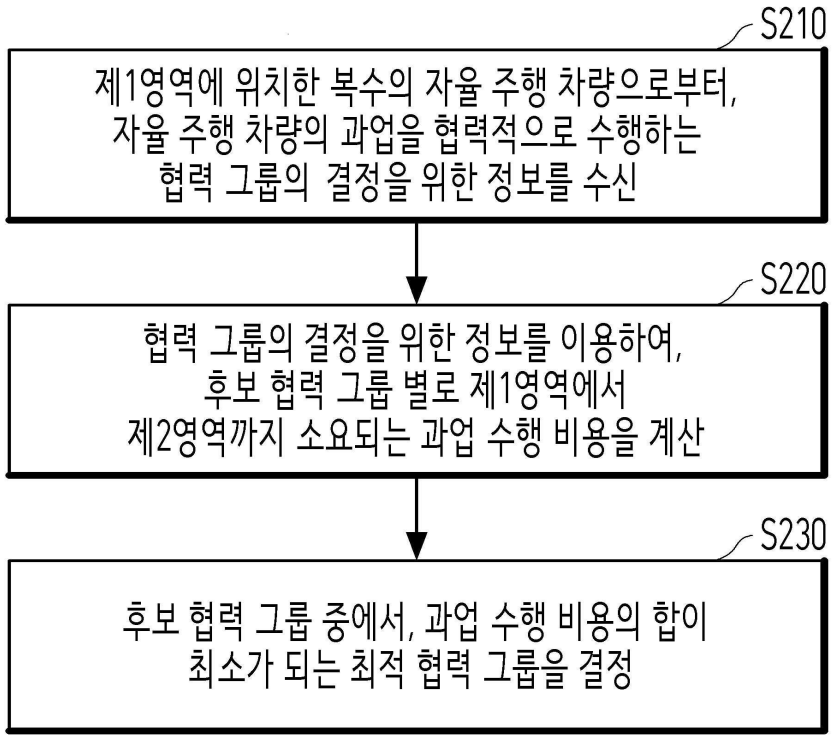
[0067] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1


120
엣지 디바이스
121
메모리
122
프로세서
123
통신 모듈
110
기지국
130
자율 주행 차량
자율 주행 차량

도면2


S210
제1영역에 위치한 복수의 자율 주행 차량으로부터,
자율 주행 차량의 과업을 협력적으로 수행하는
협력 그룹의 결정을 위한 정보를 수신
S220
협력 그룹의 결정을 위한 정보를 이용하여,
후보 협력 그룹 별로 제1영역에서
제2영역까지 소요되는 과업 수행 비용을 계산
S230
후보 협력 그룹 중에서, 과업 수행 비용의 합이
최소가 되는 최적 협력 그룹을 결정