

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0093736

(43) 공개일자 2022년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 65/40 (2022.01) G06N 20/00 (2019.01)

H04L 45/02 (2022.01) H04L 45/74 (2022.01)

(52) CPC특허분류

H04L 67/1044 (2022.05)

G06N 20/00 (2021.08)

(21) 출원번호 10-2020-0184763

(22) 출원일자 2020년12월28일

심사청구일자 2020년12월28일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

홍충선

경기도 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호

전정민

경기도 수원시 영통구 청명로59번길 54, 301호

(74) 대리인

김홍석

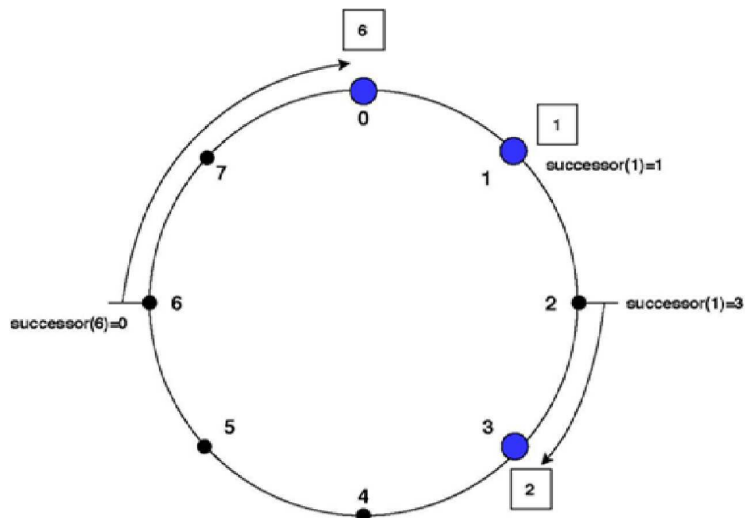
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크

(57) 요약

본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크가 제공된다. 차량 에지 네트워크는 그룹 별로 클러스터링 되도록 구성되는 복수의 차량들; 복수의 차량들과 통신 가능하게 결합되는 복수의 RSU들 (road side units) - 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성함 - ; 및 복수의 RSU들 중 적어도 하나와 통신 가능하게 결합되고, 복수의 RSU들 중 적어도 하나를 제어하도록 구성된 기지국을 포함하고, 상기 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드는, 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하고, 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04L 45/02 (2022.05)
H04L 45/745 (2022.05)
H04L 67/1065 (2022.05)
H04L 67/1074 (2022.05)
H04L 67/1093 (2022.05)
H04L 67/12 (2022.05)
H04L 67/289 (2022.05)
H04L 67/63 (2022.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116381
과제번호	2020-0-00364-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능반도체응용기술개발(R&D)
연구과제명	AI 기반 차량용 통신 기술 향상을 위한 NPU와 응용 시스템 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)딥엑스
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119454
과제번호	2020R1A4A1018607
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	Meta Federated Learning기반 이동엣지 컴퓨팅시스템 핵심구조 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간	2020.07.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크에 있어서,

그룹 별로 클러스터링 되도록 구성되는 복수의 차량들;

복수의 차량들과 통신 가능하게 결합되는 복수의 RSU들 (road side units) - 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성함 - ; 및

복수의 RSU들 중 적어도 하나와 통신 가능하게 결합되고, 복수의 RSU들 중 적어도 하나를 제어하도록 구성된 기지국을 포함하고,

상기 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드는,

새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하고,

각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달하는, 차량 에지 네트워크.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 각각의 노드는

상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트하는, 차량 에지 네트워크.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드가 주변의 주변 노드들에게 이탈 메시지를 전달하고,

상기 적어도 하나의 노드는 기존 노드가 상기 원형 주소 공간에서 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고,

상기 이탈 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트하는, 차량 에지 네트워크.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, 특정 노드는 stabilize() 함수를 호출하여 특정 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어되는, 차량 에지 네트워크.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 각각의 노드 중 특정 노드는 특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출하고,

산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정하는, 차량 에지 네트워크.

청구항 6

제1 항에 있어서,

복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링되고,

상기 각각의 노드 중 제1 노드 내지 제3 노드는 상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹에서 각각 선택된 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 매개변수를 수신하는, 차량 에지 네트워크.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제1 노드 내지 제3 노드는 각각 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 수신된 학습 매개변수에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행하는, 차량 에지 네트워크.

청구항 8

분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 에지 노드에 있어서,

복수의 차량들과 통신 가능하게 결합되고, 복수의 차량들 중 적어도 하나로부터 상태 메시지를 수신하도록 구성된 통신부; 및

통신부와 동작 가능하게 결합되고, 복수의 차량들을 그룹 별로 클러스터링하고, 신뢰 값에 기반하여 각 그룹 별로 특정 차량을 대표 차량으로 선택하도록 구성된 제어부를 포함하고,

상기 제어부는,

새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하고,

각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달하고,

상기 차량 에지 네트워크를 구성하는 복수의 노드들은 복수의 RSU들 (road side units)이고, 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성하는, 에지 노드.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 제어부는,

복수의 차량들을 그룹 별로 클러스터링하고, 신뢰 값에 기반하여 각 그룹 별로 특정 차량을 대표 차량으로 선택하도록 구성된 클러스터링 모듈; 및

차량 에지 네트워크에서 특정 클러스터로 구성된 P2P 네트워크 내의 복수의 차량들 중 특정 차량을 신뢰 값에 기반하여 대표 차량으로 선택하고, 통신 및 학습을 위한 자원을 대표 차량에 대해 동적으로 배분하는 자원 최적화 모듈을 포함하는, 에지 노드.

청구항 10

제8 항에 있어서,

복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링되고,

상기 제어부는,

상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹 중 적어도 하나의 특정 신뢰 그룹에서 선택된 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 파라미터를 수신하고, 수신된 파라미터와 라우팅 테이블로 저장된 현재 시점 이전의 차량 네트워크 구성의 이전 경험에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행하는 학습 모듈을 더 포함하는, 에지 노드.

청구항 11

제8 항에 있어서,

상기 제어부는,

특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출하고, 산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정하는, 에지 노드.

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트하는, 에지 노드.

청구항 13

제8 항에 있어서,

상기 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드가 주변의 주변 노드들에게 이탈 메시지를 전달하고,

상기 제어부는, 상기 원형 주소 공간에서 기존 노드가 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고, 이탈 처리에 따른 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트하는, 에지 노드.

청구항 14

제8 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 에지 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, stabilize() 함수를 호출하여 상기 특정 에지 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어하고,

stabilize() 함수 호출 및 실행에 따른 네트워크 구성 결과 메시지를 상기 특정 에지 노드로 전달하는, 에지 노드.

청구항 15

분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법에 있어서, 상기 방법은 에지 노드에 의해 수행되고, 상기 방법은,

복수의 차량들을 신뢰 그룹 별로 클러스터링하는 클러스터 과정;

클러스터링된 신뢰 그룹 별로 신뢰 값에 기반하여 특정 차량을 대표 차량으로 선택하는 대표 차량 선택 과정;

새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하는 라우팅 정보 업데이트 과정; 및

각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달하는 라우팅 정보 전달 과정을 포함하고,

상기 차량 에지 네트워크를 구성하는 복수의 노드들은 복수의 RSU들 (road side units)이고, 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성하는, 에지 네트워크 구성 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 대표 차량 선택 과정에서, 차량 에지 네트워크에서 특정 클러스터로 구성된 P2P 네트워크 내의 복수의 차량들 중 특정 차량을 신뢰 값에 기반하여 대표 차량으로 선택하고,

상기 대표 차량 선택 과정의 이후에, 통신 및 학습을 위한 자원을 대표 차량에 대해 동적으로 배분하는 자원 최적화 과정을 더 포함하는, 에지 네트워크 구성 방법.

청구항 17

제16 항에 있어서,

복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링되고,

상기 자원 최적화 과정의 이후에,

상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹 중 적어도 하나의 특정 신뢰 그룹에서 선택된 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 파라미터를 수신하고, 수신된 파라미터와 라우팅 테이블로 저장된 현재 시점 이전의 차량 네트워크 구성의 이전 경험에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행하는 학습 수행 과정을 더 포함하는, 에지 네트워크 구성 방법.

청구항 18

제15 항에 있어서,

상기 라우팅 정보 업데이트 과정에서,

상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트하는, 에지 네트워크 구성 방법.

청구항 19

제15 항에 있어서,

상기 라우팅 정보 업데이트 과정에서,

상기 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드로부터 이탈 메시지를 수신하고, 상기 원형 주소 공간에서 기존 노드가 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고,

상기 이탈 프로시저에 따라 이탈 처리에 따른 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트하는, 에지 네트워크 구성 방법.

청구항 20

제15 항에 있어서,

상기 라우팅 정보 업데이트 과정이 반복적으로 수행되고,

상기 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 에지 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, 반복된 라우팅 정보 업데이트 과정을 통해 stabilize() 함수를 호출하여 상기 특정 에지 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어하고,

상기 라우팅 정보 전달 과정에서, stabilize() 함수 호출 및 실행에 따른 네트워크 구성 결과 메시지를 상기 특정 에지 노드로 전달하는, 에지 네트워크 구성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량 에지 네트워크에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 머신 러닝 기술은 방대한 양의 정보를 추출하는 유용한 도구로 사용되고 있다. 하지만 데이터 세트가 매우 크고 분산되어 있는 경우, 전체 훈련 데이터가 한 위치에 집중되기를 원하기 때문에 기존 머신 러닝 학습 알고리즘을 사용할 수 없다는 문제점이 있다.

[0003] 특히 차량 네트워크에서 차량은 RSU(Road Side Unit)과 통신을 하며, 이는 일종의 모바일 분산형 에지 시스템이며 모든 데이터를 서버 측 위치로 전송할 수 없다는 문제점이 있다. 그 이유는 여러 장치에서 생성되는 데이

터의 양이 너무 크고, 또한 프라이버시 이유가 있을 수 있기 때문이다.

[0004] 이러한 문제점으로 분산 학습, 계층학습이 사용되고 있는데 계산 통신 비용 및 시간이 너무 오래 걸린다는 문제점이 있어 Edge 네트워크를 위한 통신, 계산 비용과 시간을 줄일 수 있는 방안이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명의 목적은 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 제공함에 있다.

[0006] 또한, 본 발명의 목적은 신뢰 차량 클러스터 그룹을 위해 P2P 네트워크를 적용하여 차량 에지 네트워크를 구성하는 것에 있다.

[0007] 또한, 본 발명의 목적은 신뢰 그룹에서 Dempster-Shafer 증거이론과 Control Flow를 사용하는 방안을 제안하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 목적은 분산 학습 시 네트워크의 핵심 요구사항인 통신, 계산 비용, 시간을 줄이기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크가 제공된다. 차량 에지 네트워크는 그룹 별로 클러스터링 되도록 구성되는 복수의 차량들; 복수의 차량들과 통신 가능하게 결합되는 복수의 RSU들 (road side units) - 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성함 - ; 및 복수의 RSU들 중 적어도 하나와 통신 가능하게 결합되고, 복수의 RSU들 중 적어도 하나를 제어하도록 구성된 기지국을 포함하고, 상기 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드는, 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하고, 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달한다.

[0010] 일 실시 예에 따르면, 상기 각각의 노드는 상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트한다.

[0011] 일 실시 예에 따르면, 상기 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드가 주변의 주변 노드들에게 이탈 메시지를 전달하고, 상기 적어도 하나의 노드는 기존 노드가 상기 원형 주소 공간에서 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고, 상기 이탈 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트할 수 있다.

[0012] 일 실시 예에 따르면, 상기 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, 특정 노드는 stabilize() 함수를 호출하여 특정 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어될 수 있다.

[0013] 일 실시 예에 따르면, 상기 각각의 노드 중 특정 노드는 특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출하고, 산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정할 수 있다.

[0014] 일 실시 예에 따르면, 복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링되고, 상기 각각의 노드 중 제1 노드 내지 제3 노드는 상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹에서 각각 선택된 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 매개변수를 수신할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 노드 내지 제3 노드는 각각 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 수신된 학습 매개변수에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 양상에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 에지 노드가 제공된다. 상기 에지 노드는 복수의 차량들과 통신 가능하게 결합되고, 복수의 차량들 중 적어도 하나로부터 상태 메시지를 수신하도록 구성된 통신부; 및 통신부와 동작 가능하게 결합되고, 복수의 차량들을 그룹 별로 클러스터링하고, 신뢰 값에 기반하여 각 그룹 별로 특정 차량을 대표 차량으로 선택하도록 구성된 제어부를 포함하고, 상기 제어부는 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보

를 업데이트하고, 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달한다. 상기 차량 에지 네트워크를 구성하는 복수의 노드들은 복수의 RSU들 (road side units)이고, 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성할 수 있다.

- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 제어부는 복수의 차량들을 그룹 별로 클러스터링하고, 신뢰 값에 기반하여 각 그룹 별로 특정 차량을 대표 차량으로 선택하도록 구성된 클러스터링 모듈; 및 차량 에지 네트워크에서 특정 클러스터로 구성된 P2P 네트워크 내의 복수의 차량들 중 특정 차량을 신뢰 값에 기반하여 대표 차량으로 선택하고, 통신 및 학습을 위한 자원을 대표 차량에 대해 동적으로 배분하는 자원 최적화 모듈을 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링되고, 상기 제어부는 상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹 중 적어도 하나의 특정 신뢰 그룹에서 선택된 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 파라미터를 수신하고, 수신된 파라미터와 라우팅 테이블로 저장된 현재 시점 이전의 차량 네트워크 구성의 이전 경험에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행하는 학습 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 제어부는 특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출하고, 산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 제어부는 상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드가 주변의 주변 노드들에게 이탈 메시지를 전달하고, 상기 제어부는, 상기 원형 주소 공간에서 기존 노드가 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고, 이탈 처리에 따른 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트할 수 있다.
- [0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 제어부는 상기 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 에지 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, stabilize() 함수를 호출하여 상기 특정 에지 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어하고, stabilize() 함수 호출 및 실행에 따른 네트워크 구성 결과 메시지를 상기 특정 에지 노드로 전달할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 양상에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법에 있어서, 상기 방법은 에지 노드에 의해 수행되고, 상기 방법은 복수의 차량들을 신뢰 그룹 별로 클러스터링하는 클러스터링 과정; 클러스터링된 신뢰 그룹 별로 신뢰 값에 기반하여 특정 차량을 대표 차량으로 선택하는 대표 차량 선택 과정; 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하는 라우팅 정보 업데이트 과정; 및 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달하는 라우팅 정보 전달 과정을 포함할 수 있다. 상기 차량 에지 네트워크를 구성하는 복수의 노드들은 복수의 RSU들 (road side units)이고, 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성할 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 대표 차량 선택 과정에서, 차량 에지 네트워크에서 특정 클러스터로 구성된 P2P 네트워크 내의 복수의 차량들 중 특정 차량을 신뢰 값에 기반하여 대표 차량으로 선택하고, 상기 방법은 상기 대표 차량 선택 과정의 이후에, 통신 및 학습을 위한 자원을 대표 차량에 대해 동적으로 배분하는 자원 최적화 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 따르면, 복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링되고, 상기 자원 최적화 과정의 이후에, 상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹 중 적어도 하나의 특정 신뢰 그룹에서 선택된 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 파라미터를 수신하고, 수신된 파라미터와 라우팅 테이블로 저장된 현재 시점 이전의 차량 네트워크 구성의 이전 경험에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행하는 학습 수행 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 따르면, 상기 라우팅 정보 업데이트 과정에서, 상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트할 수 있다.
- [0027] 일 실시 예에 따르면, 상기 라우팅 정보 업데이트 과정에서, 상기 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드로부터 이탈 메시지를 수신하고, 상기 원형 주소 공간에서 기존 노드가 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고, 상

기 이탈 프로시저에 따라 이탈 처리에 따른 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트할 수 있다.

- [0028] 일 실시 예에 따르면, 상기 라우팅 정보 업데이트 과정이 반복적으로 수행되고, 상기 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 에지 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, 반복된 라우팅 정보 업데이트 과정을 통해 stabilize() 함수를 호출하여 상기 특정 에지 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어할 수 있다. 상기 라우팅 정보 전달 과정에서, stabilize() 함수 호출 및 실행에 따른 네트워크 구성 결과 메시지를 상기 특정 에지 노드로 전달할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크는 다음과 같은 기술적 효과를 갖는다.
- [0030] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 제공할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 신뢰 차량 클러스터 그룹을 위해 P2P 네트워크를 적용하여 차량 에지 네트워크를 구성할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 신뢰 그룹에서 Dempster-Shafer 증거이론과 Control Flow를 사용하는 방안을 제안하여, 분산 학습 시 네트워크의 핵심 요구사항인 통신, 계산 비용, 시간을 감소시킬 수 있다.
- [0033] 본 발명에서 제안된 기법을 통해 VANET에서 Edge네트워크를 사용하여 분산 학습을 진행할 때 단순 분산 학습 및 계층형 학습을 진행하는 것 보다 통신, 계산 비용 및 시간을 최적화 시켜 학습 결과를 제공할 수 있다.
- [0034] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명의 차량 에지 네트워크에 적용될 수 있는 원형 주소 공간 (circular address space)을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명에 따른 차량 에지 네트워크에서 제안되는 시스템 모델의 구성도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 차량 네트워크에서 신뢰 이론(evidence theory)에 기초한 제안된 네트워크 아키텍처를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명에 따른 차량 에지 네트워크를 구성하는 에지 노드의 상세 구성을 나타낸다.
- 도 5는 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.
- [0037] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 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.
- [0038] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.
- [0039] 제1, 제2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0040] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0041] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.
- [0042] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0043] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 모듈, 블록 및 부는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0044] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명한다. 하기에 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지의 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0045] 이하에서는, 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 예지 네트워크에 대해 설명하기로 한다. 이와 관련하여, 본 발명의 차량 예지 네트워크에 적용될 수 있는 1) Dempster-Shafer Theory (DST) 및 2) Chord P2P Network with DHT에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0046] 1) Dempster-Shafer Theory (DST)

[0047] 템스터-셰이퍼 증거이론(Dempster-Shafer evidence theory)은 다양한 근원(source)로부터 획득한 증거와 확신도(degree of belief)를 직관적으로 병합할 수 있기 때문에, 베이즈 확률이론(Bayes' s probability theory)의 일반화된 표현으로 알려져 있다. 템스터-셰이퍼 증거이론에서는 개별 증거에 의한 확신도를 할당하기 위해 확률이론과 같이 배타적인 가설집합(frame of discernment, Θ)을 설정하여, 수학식 1이 성립한다. 또한, 가설 집합이 n 개의 원소로 이루어져 있을 경우 가설 집합은 2^n 개의 부분 집합을 가지며 2^n 개의 부분집합으로 구성된 집합을 Θ 의 멱집합(Power set)이라고 하고, 수학식 2가 성립한다.

수학식 1

[0048]
$$\Theta = \{H_1, H_2, \dots, H_n\}$$

수학식 2

[0049]
$$P(\Theta) = \{ \Phi, \{H_1\}, \dots, \{H_n\}, \{H_1 \cup H_2\}, \{H_1 \cup H_3\}, \dots, \Theta \}$$

[0050] 여기서, H 는 개별가설을 나타내며 Φ 는 공집합을 의미한다. 템스터-셰이퍼 이론에서 멱집합에 할당된 가중치(믿음의 정도)는 기본 확률배정 함수(Basic Probability Assignment)로 표현하며, 주어진 개별증거에 의해 멱집합의 부분집합이 지원받는 정도를 나타낸다. 멱집합의 부분집합 중 m 이 0보다 큰 경우 멱집합의 관심원소(focal element)라고 표현한다. 기본 확률배정 함수는 수학식 3, 및 수학식 4의 조건을 만족한다.

수학식 3

[0051]
$$m(\emptyset) = 0, \sum_{A \in \omega} m(A) = 1$$

수학식 4

$$(R, m) = \{ \langle A, m(A) \rangle : A \in 2^\Omega, m(A) > 0 \}$$

[0052]

[0053] 여기서, $m(\bullet)$ 는 기본 확률배정 함수를 나타낸다. 템스터-셰이퍼 증거이론은 확신도가 구간으로 표현된다. 구간은 하나의 사건이 반드시 일어나는 확률인 믿음 함수(Belief function)과 믿음함수에 의해 부정되지 않는 정도인 가능성함수로 이루어진다. 믿음함수(belief function, Bel) 및 가능성 함수(plausibility function, Pl)는 수학식 5와 같이 표현된다.

수학식 5

$$Bel(A) = \sum_{\emptyset \neq B \subseteq A} m(B), Pl(A) = \sum_{B \neq \emptyset \subseteq A} m(B).$$

[0054]

[0055] 여기서, $\sim A$ 는 부분집합 A 의 여집합을 의미한다. 템스터-셰이퍼 증거이론에서는 서로 다른 정보의 확신도를 병합하기 위해 Dempster's rule, Yaggar's rule등과 같이 결합 규칙을 적용할 수 있다. 본 발명에서는 VANET에서 신뢰기반의 차량 그룹간의 서로 분산학습 시 정확도, loss, 파라미터 등을 병합하기 위해 Dempster's rule을 적용한다. 이 때, 서로 다른 두개의 기본 확률배정 함수 m_1 과 m_2 는 수학식 6에 따라 병합될 수 있다.

수학식 7

$$m(A) = (m_1 \oplus m_2)(A) = \frac{1}{1-k} \sum_{B \cap C = A} m_1(B)m_2(C)$$

[0056]

[0057] 템스터-셰이퍼 증거이론은 베이지안 이론과 마찬가지로 시뮬레이션 결과의 불확실성을 표현하는 방법 중 하나이지만, 베이지안 이론과 비교해 템스터-셰이퍼 증거이론은 다음과 같은 특징을 갖는다.

[0058] - 확률 구간을 이용한 불확실성 표현: 템스터-셰이퍼 증거이론에서는 대상의 불확실성 정도를 확정적인 단인 값으로 나타내기 보다는 신뢰구간을 이용해 표현하는 것이 유효한 방법일 수 있음을 주장하였고, 불확실성을 믿음 함수와 가능성함수를 이용해 누적 확률분포(Cumulative Distribution Function)상에서 구간으로 표현한다.

[0059] - 무지(Lack of Knowledge)에 대한 표현: 베이지안 접근을 통한 불확실성 분석에서는 특정 가설 A 에 대한 확률을 $P(A)$ 로 표현할 때, 가설의 역 $\sim A$ 에 대한 확률이 자동적으로 배정된다. 템스터-셰이퍼 증거이론에서는 가설 A 를 위한 증거가 $\sim A$ 를 의미하는 것은 올바른 방법이 아님을 강조한다.

[0060] - 다중 가설에 대한 신뢰도 할당: 템스터-셰이퍼 증거이론에서는 개개의 가설에 확률을 배정하는 베이지안 이론과 달리 가설 집단(Frame of discernment)의 모든 부분집합에 가중치를 배정할 수 있도록 한다. 즉, 템스터-셰이퍼 증거이론은 가설의 모든 부분집합에 대해 확률분포를 형성할 수 있다. 따라서 $P(A)+P(\sim A) \leq 1$ 의 부등식이 성립한다.

[0061] 위에서 서술한 템스터-셰이퍼 증거이론은 불완전한 지식과 정보로부터 생성된 시뮬레이션 결과의 확률적 특성을 정량화 하기 위해 적용될 수 있다. 확인하면, 관심원소(focal element)는 누적확률분포 상에서 변 위치(x-value, quantile)가 획득한 증거로부터 지원받는 정도를 나타낸다고 설명할 수 있다.

[0062] 2) Chord P2P Network with DHT (Distributed Hashing Table)

[0063] 도 1은 본 발명의 차량 에지 네트워크에 적용될 수 있는 원형 주소 공간 (circular address space)을 나타낸다. 일 예로, 본 발명의 차량 에지 네트워크는 Chord 3bit 주소 공간으로 표현될 수 있다.

[0064] DHT는 해싱을 통하여 생성된 데이터 키 값과 id 짝들을 시스템을 구성하고 있는 모든 노드들에 균일하게 분산하기 위하여 제안될 수 있는 lookup 방법이다. 데이터 키 값과 id를 이용하여 모든 노드와 데이터들을 동일한 주소 공간에 할당함으로써 데이터와 노드 정보들을 한꺼번에 관리하기가 용이하고, 또한 자동화된 시스템 업데이트

트가 이루어져 관리의 필요가 없는 P2P 시스템 관리 알고리즘이다. 현본 발명에 적용될 수 있는 DHT 기법은 DHT 자체의 알고리즘 개발, 노드들 사이의 부하를 균일하게 분산시키기 위한 load balancing, 그리고 시스템의 신뢰도 향상 기법의 세 가지 측면에서 적용될 수 있다.

[0065] 한편, 표 1은 본 발명의 차량 에지 네트워크에 적용될 수 있는 Finger Table 생성규칙을 나타낸다.

표 1

Notation [↗]	Definition [↗]
$\text{finger}[k].\text{start}$ [↗]	$(n + 2^{k-1}) \bmod 2^m, 1 \leq k \leq m$ [↗]
.interval [↗]	$[\text{finger}[k].\text{start}, \text{finger}[k+1].\text{start}]$ [↗]
.node [↗]	first node $\geq n.\text{finger}[k].\text{start}$ [↗]
Successor [↗]	The next node on the identifier circle: $\text{finger}[1].\text{node}$ [↗]
Predecessor [↗]	The previous node on the identifier circle [↗]

[0066]

[0067] Chord 기법은 m-bit(0~2m-1)의 원형 주소 공간에 각각의 노드와 데이터의 키 값을 할당하는 방법이다. 각각의 노드와 데이터의 키 값으로 부터 해싱 함수를 이용하여 주소 공간으로의 매핑이 이루어지며, 또한 주소 공간 내에 존재하는 데이터 키 k보다 크거나 같은 노드를 k의 successor라고 명명하여 라우팅의 효율을 높이는 데 사용한다. 도 1을 참조하면, Chord 네트워크를 구성하고 있는 3bit 주소 공간의 예이다. 0, 1, 3의 3개의 노드가 네트워크 상에 존재하고 있으며, 데이터 키 1, 2, 6의 successor로서 1, 3, 0의 3개 노드들이 시스템에 참여하고 있다. Chord에서는 각각의 노드들이 finger table이란 라우팅 정보를 유지하고 있다. Finger table은 주소 공간의 크기에 따라 그 크기가 달라지는데, m-bit의 경우 m개의 행으로 이루어지게 된다. 각각의 행에는 현재 노드의 위치를 기준으로 하여, 2의 n(1~m) 제곱수에 해당하는 데이터의 successor 정보들을 가지고 있다. Finger table을 바탕으로 이진 트리 기법과 비슷한 방식의 lookup 프로시저가 이뤄진다. 표 1은 finger table의 구성 원리를 나타낸 표이다. 표에 나타난 원리를 바탕으로 만들어진 정보를 바탕으로 하여 어떤 데이터의 키 값을 포함하고 있는 범위를 찾고, 그 범위에 해당하는 데이터들을 관리하는 successor로 쿼리를 전달함으로써 라우팅이 이루어지게 되고, 그에 따른 오버헤드는 $\log 2N$ 이 된다. 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈 등을 자동으로 처리하기 위해서, 각각의 노드는 predecessor와 successor 정보를 가진다. 그리고, 이들 정보들을 이용하여 노드의 참가와 이탈이벤트를 자동으로 처리해 줄 수 있게 된다. 보다 상세하게, 새로운 노드의 참가는 참가할 노드의 id를 통해 주소 공간에서의 predecessor와 successor 정보를 새로운 노드를 위한 predecessor와 successor로 설정하고, 정보를 다 받아들인 후 새로운 노드를 기존의 predecessor와 successor의 successor, predecessor로 각각 설정한다. 또한, 노드의 이탈은 이탈하려는 노드가 사전에 이탈 메시지를 자기 주변의 노드들에게 알리고, 이탈 프로시저를 수행하고, 이탈 메시지를 받은 다른 노드들은 자신의 finger table을 업데이트 함으로써, 전체 라우팅 정보의 일관성을 유지한다. 또한, 노드 실패에 의한 이탈의 경우에는, 주기적으로 stabilize() 함수를 호출함으로써, 그 과급 효과를 최소화할 수 있게 된다.

[0068] 전술한 바와 같이, 기존의 머신 러닝 기술은 방대한 양의 정보를 추출하는 유용한 도구로 사용되고 있다. 하지만 데이터 세트가 매우 크고 분산되어 있는 경우, 전체 훈련 데이터가 한 위치에 집중되기를 원하기 때문에 기존 머신 러닝 학습 알고리즘을 사용할 수 없다는 문제점이 있다. 특히 차량 네트워크에서 차량은 RSU(Road Side Unit)과 통신을 하며, 이는 일종의 모바일 분산형 에지 시스템이며 모든 데이터를 서버 측 위치로 전송할 수 없다는 문제점이 있다. 그 이유는 여러 장치에서 생성되는 데이터의 양이 너무 크고, 또한 프라이버시 이유가 있을 수 있기 때문이다. 따라서 분산 학습, 계층학습이 사용되고 있는데 계산 통신 비용 및 시간이 너무 오래 걸린다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해, 에지 네트워크를 위한 통신, 계산 비용과 시간을 줄일 수 있는 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크, 에지 노드 및 에지 노드 구성 방법이 필요하다.

[0069] 본 발명에서 제안하는 방법은 VANETs에서 RSU와 차량 간에서 생산되는 방대한 데이터와 프라이버시 보존에 용이

한 분산학습, 계층형 학습을 위한 새로운 네트워크 아키텍처를 제안한다. 이 방안은 신뢰 차량 클러스터 그룹을 위한 P2P 네트워크를 적용한다. 이 신뢰 그룹에서는 Dempster-Shafer 증거이론을 적용한 Chord P2P Network와 연결되어 통신, 계산 비용 및 시간을 줄인다. 이론을 적용하면 모든 사용자의 학습 모델에 대해 고려하지 않고, 증거이론에 따른 각 그룹의 최상의 결과만 뽑아서 어느 것이 모델을 글로벌로 보내는데 더 신뢰할 수 있는지 최적의 선택을 할 수 있다. 뿐만 아니라 Parallel 한 통신이 이루어지기 때문에 통신 시간과 계산 비용 또한 줄일 수 있다. 이 방안은 정확도에만 의존하지 않고 정확도, 학습 매개변수 기울기 정보 등 사전 경험을 통한 학습 매개 변수 고려 고려하여 증거이론을 적용한다. 본 발명의 가장 중요한 것은 확장이 가능하다는 것이다. 제안된 새로운 네트워크 아키텍처는 Chord P2P네트워크를 사용하기 때문에 확장이 가능하다. 이는 필요할 때 추가하고 제거할 수 있기 때문에 계산 비용 및 통신 비용, 글로벌 모델 집계 또는 동기화에서 우리는 10대의 차량을 모두 계산하지 않고 3개의 신뢰그룹에서 가장 좋은 3개의 대표만 처리하면 되어 chord network에서 병렬 계산을 통해 시간을 줄일 수 있다.

[0070] 이와 관련하여, 도 2는 본 발명에 따른 차량 에지 네트워크에서 제안되는 시스템 모델의 구성도이다.

[0071] 도 2를 참조하면, 본 발명의 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크는 복수의 차량들(100, 200, 300), 복수의 RSU들 (road side units, 500) 및 기지국(base station, BS)를 포함하도록 구성될 수 있다. 복수의 차량들(100 내지 300)은 그룹 별로 클러스터링 되도록 구성될 수 있다. 복수의 RSU들(1000)은 복수의 차량들과 통신 가능하게 결합될 수 있다. 복수의 RSU들(1000) 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성할 수 있다. 기지국(BS)은 복수의 RSU들 중 적어도 하나와 통신 가능하게 결합되고, 복수의 RSU들 중 적어도 하나를 제어하도록 구성될 수 있다.

[0072] 복수의 RSU들(1000)에 해당하는 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드가 차량 에지 네트워크를 동적으로 제어할 수 있다. 이와 관련하여, 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드는 각 차량 클러스터, 즉 신뢰 그룹과 통신하는 RSU들(1000)일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드는 차량과 V2X, V2I 통신하는 임의의 에지 노드일 수 있다. 경우에 따라, 각각의 노드 중 적어도 하나의 노드는 차량과 기지국(BS)이 직접 통신하는 경우 기지국(BS)에 해당될 수도 있다.

[0073] 적어도 하나의 노드는 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트할 수 있다. 적어도 하나의 노드는 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달할 수 있다. 이에 따라, 각각의 노드는 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트할 수 있다.

[0074] 전술한 바와 같이, 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드가 주변의 주변 노드들에게 이탈 메시지를 전달할 수 있다. 이 경우, 적어도 하나의 노드는 기존 노드가 상기 원형 주소 공간에서 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행한다. 한편, 이탈 메시지 또는 이탈 프로시저에 따른 이탈 처리와 연관된 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트할 수 있다.

[0075] 한편, 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, 특정 노드는 stabilize() 함수를 호출할 수 있다. 이에 따라, stabilize() 함수를 호출하여 노드 구성에 실패한 특정 노드가 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어될 수 있다.

[0076] 한편, 각각의 노드 중 특정 노드는 특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출할 수 있다. 일 예로, 도 2의 제1 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출할 수 있지만, 다른 신뢰 그룹에 대해서도 이와 유사한 동작이 수행될 수 있다. 이와 관련하여, 도 3은 본 발명에 따른 차량 네트워크에서 신뢰 이론(evidence theory)에 기초한 제안된 네트워크 아키텍처를 나타낸다. 한편, 표 2는 본 발명에 따른 차량 네트워크에서 믿음 함수 및 가능성 함수를 각 차량에 대해 산출하는 과정을 나타낸다.

표 2

Belief	Plausibility
$Bel(V1) = 0.4$ $Bel(V2) = 0.3$	$Pl(V1) = 0.4 + 0.2 = 0.6 = 1 - Bel(not V1)$
$Bel(not V1) = 0.3 + 0.1 = 0.4$ $Bel(not V2) = 0.5$	$Pl(V2) = 0.2 + 0.3 = 0.5 = 1 - Bel(not V2)$

[0077]

- [0078] 도 2, 도 3 및 표 2를 참조하면, 차량 에지 네트워크에서 신뢰 이론, 즉 믿음 함수 및 가능성 함수에 기초하여 신뢰 값이 산출될 수 있다. 이와 관련하여, V1 또는 V2는 분산 학습 모델을 기반으로 한 최고의 정확도, 매개변수, 기술기 값 또는 이들의 하나 이상의 조합에 의해 적어도 하나가 선택될 수 있다. 전술한 조건 및 이들의 조합에 의해 아마도 선택되는 대상은 V1일 수 있지만 V2일 수 도 있다. 이제 신뢰기반의 Group Cluster에서 Belief와 Plausibility를 기반으로 가장 좋은 Outcome을 선택해야 한다. 처음에는 현재 결과에 따라 초기 수단을 선택한다. 그 후 이전 경험과 현재 결과를 결합하여 업데이트할 수 있다.
- [0079] 전술한 기술적 특징을 참조하여, 각각의 노드 중 특정 노드는 산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정될 수 있다. 도 2를 참조하면, 복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링될 수 있다. 각각의 노드 중 제1 노드 내지 제3 노드는 상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹에서 각각 선택된 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 메시지를 수신할 수 있다. 도 1을 참조하면, 제1 노드 내지 제3 노드는 차량들과 통신을 수행하고 학습을 수행하는 노드 0, 노드 1 및 노드 3일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0080] 제1 노드 내지 제3 노드는 상기 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹에서 각각 선택된 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 매개변수를 수신할 수 있다. 제1 노드 내지 제3 노드는 각각 제1 대표 차량 내지 제3 대표 차량으로부터 수신된 학습 매개변수에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행할 수 있다. 제1 노드 내지 제3 노드는 학습 수행에 따른 결과를 해당 신뢰 그룹 별로 전달할 수 있다. 이와 관련하여, 제1 노드 내지 제3 노드는 학습 수행에 따른 결과를 업데이트된 라우팅 정보, 예컨대 라우팅 테이블을 통해 전달할 수도 있다.
- [0081] 이상에서는 본 발명의 일 양상에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 다른 양상에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 에지 노드에 대해 설명한다. 이와 관련하여, 도 4는 본 발명에 따른 차량 에지 네트워크를 구성하는 에지 노드의 상세 구성을 나타낸다.
- [0082] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 차량 에지 네트워크를 구성하는 복수의 노드들은 복수의 RSU들 (road side units) 일 수 있다. 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성할 수 있다.
- [0083] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 에지 노드(1000)는 통신부(1100) 및 제어부(1200)를 포함하도록 구성 가능하다. 제어부(1200)는 클러스터링 모듈(1210), 자원 최적화 모듈(1220)을 포함하도록 구성 가능하다. 제어부(1200)는 학습 모듈(1230)을 더 포함하도록 구성 가능하다.
- [0084] 통신부(1100)는 복수의 차량들과 통신 가능하게 결합되고, 복수의 차량들 중 적어도 하나로부터 상태 메시지를 수신하도록 구성될 수 있다. 제어부(1200)는 통신부(1100)와 동작 가능하게 결합되고, 복수의 차량들을 그룹 별로 클러스터링하도록 구성될 수 있다. 제어부(1200)는 신뢰 값에 기반하여 각 그룹 별로 특정 차량을 대표 차량으로 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0085] 제어부(1200)는 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트하도록 구성될 수 있다. 제어부(1200)는 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0086] 클러스터링 모듈(1210)은 복수의 차량들을 그룹 별로 클러스터링하도록 구성될 수 있다. 자원 최적화 모듈(1220)은 차량 에지 네트워크에서 특정 클러스터로 구성된 P2P 네트워크 내의 복수의 차량들 중 특정 차량을 신뢰 값에 기반하여 대표 차량으로 선택하도록 구성될 수 있다. 자원 최적화 모듈(1220)은 통신 및 학습을 위한 자원을 대표 차량에 대해 동적으로 배분하도록 구성될 수 있다.
- [0087] 한편, 복수의 차량들은 복수의 신뢰 그룹으로 클러스터링될 수 있다. 일 예로, 복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 학습 모듈(1230)은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹 중 적어도 하나의 특정 신뢰 그룹에서 선택된 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 파라미터를 수신할 수 있다. 학습 모듈(1230)은 수신된 파라미터와 라우팅 테이블로 저장된 현재 시점 이전의 차량 네트워크 구성의 이전 경험에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행할 수 있다.

- [0088] 한편, 제어부(1200)는 특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출할 수 있다. 제어부(1200)는 산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정할 수 있다.
- [0089] 제어부(1200)는 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트하도록 구성될 수 있다.
- [0090] 이탈 메시지 전달 관련하여, 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드가 주변의 주변 노드들에게 이탈 메시지를 전달할 수 있다. 제어부(1200)는 원형 주소 공간에서 기존 노드가 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행하고, 이탈 처리에 따른 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트할 수 있다.
- [0091] 제어부(1200)는 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 에지 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, stabilize() 함수를 호출하도록 구성될 수 있다. 제어부(1200)는 노드 구성에 실패한 특정 에지 노드가 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어할 수 있다. 제어부(1200)는 stabilize() 함수 호출 및 실행에 따른 네트워크 구성 결과 메시지를 특정 에지 노드로 전달할 수 있다.
- [0092] 본 발명의 또 다른 양상에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법에 대해 설명하면 다음과 같다. 도 5는 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법의 흐름도이다. 이와 관련하여, 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법은 도 1 내지 도 4의 에지 노드(1000), 즉 RSU(1000)에 의해 수행될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 차량 에지 네트워크를 구성하는 방법은 차량과 V2X 통신 또는 V2I 통신을 수행하는 임의의 네트워크 엔티티일 수 있다. 일 예로, 차량이 기지국(BS)과 직접 통신하는 경우, 기지국(BS)이 에지 노드에 해당할 수도 있다. 따라서, 차량 에지 네트워크를 구성하는 복수의 노드들은 복수의 RSU들 (road side units)이고, 복수의 RSU들 각각은 각각의 노드에 해당하고, 각각의 노드는 원형 주소 공간 (circular address space)을 구성할 수 있다.
- [0093] 에지 네트워크 구성 방법은 클러스터 과정(S100), 대표 차량 선택 과정(S200), 라우팅 정보 업데이트 과정(S300) 및 라우팅 정보 전달 과정(S400)을 포함할 수 있다.
- [0094] 클러스터 과정(S100)에서, 복수의 차량들을 신뢰 그룹 별로 클러스터링할 수 있다. 대표 차량 선택 과정(S200)에서, 클러스터링된 신뢰 그룹 별로 신뢰 값에 기반하여 특정 차량을 대표 차량으로 선택할 수 있다. 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)에서, 새로운 노드의 참가 및 기존 노드의 이탈과 연관된 메시지에 따라 라우팅 정보를 업데이트할 수 있다. 라우팅 정보 전달 과정(S400)에서, 각각의 노드로 업데이트된 라우팅 정보가 전달되도록 주변 노드로 업데이트된 라우팅 정보를 전달할 수 있다.
- [0095] 대표 차량 선택 과정(S200)에서, 차량 에지 네트워크에서 특정 클러스터로 구성된 P2P 네트워크 내의 복수의 차량들 중 특정 차량을 신뢰 값에 기반하여 대표 차량으로 선택할 수 있다. 상기 방법은 대표 차량 선택 과정(S200) 이후에, 통신 및 학습을 위한 자원을 대표 차량에 대해 동적으로 배분하는 자원 최적화 과정(S210)을 더 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 자원 최적화 과정(S210)은 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)보다 이전에 수행되는 것으로 한정되는 것은 아니고, 이후에 수행 또는 동시에 수행될 수도 있다. 일 예로, 대표 차량 선택 과정(S200)에서, 특정 신뢰 그룹 내의 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2)에 대해 신뢰 값을 산출할 수 있다. 대표 차량 선택 과정(S200)에서, 산출된 신뢰 값에 기반하여, 제1 차량(V1) 및 제1 차량(V2) 중 적어도 하나를 선택하거나 제3 차량(V3)을 선택하여 선택된 차량을 특정 신뢰 그룹의 대표 차량으로 지정할 수 있다.
- [0096] 한편, 복수의 차량들은 복수의 신뢰 그룹으로 클러스터링될 수 있다. 일 예로, 복수의 차량들은 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹으로 클러스터링될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 자원 최적화 과정(S210) 이후에 학습 수행 과정(S220)이 수행될 수 있다. 학습 수행 과정(S220)에서, 제1 신뢰 그룹 내지 제3 신뢰 그룹 중 적어도 하나의 특정 신뢰 그룹에서 선택된 대표 차량으로부터 차량 제어를 위한 학습 파라미터를 수신할 수 있다. 학습 수행 과정(S220)에서, 수신된 파라미터와 라우팅 테이블로 저장된 현재 시점 이전의 차량 네트워크 구성의 이전 경험에 기반하여, 클러스터링 별로 차량 제어를 위한 학습을 수행할 수 있다.
- [0097] 한편, 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)에서, 상기 원형 주소 공간에 참가할 새로운 노드의 ID를 이용하여 라우팅 정보와 연관된 라우팅 테이블의 predecessor 및 successor 정보를 업데이트할 수 있다. 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)에서, 원형 주소 공간에서 이탈하려는 기존 노드로부터 이탈 메시지를 수신하고, 상기 원형 주소 공간에서 기존 노드가 이탈되도록 이탈 프로시저를 수행할 수 있다. 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)에서, 이탈 프로시저에 따라 이탈 처리에 따른 결과 메시지를 받은 주변 노드들은 자신의 라우팅 테이블을 업데이트할 수 있다.

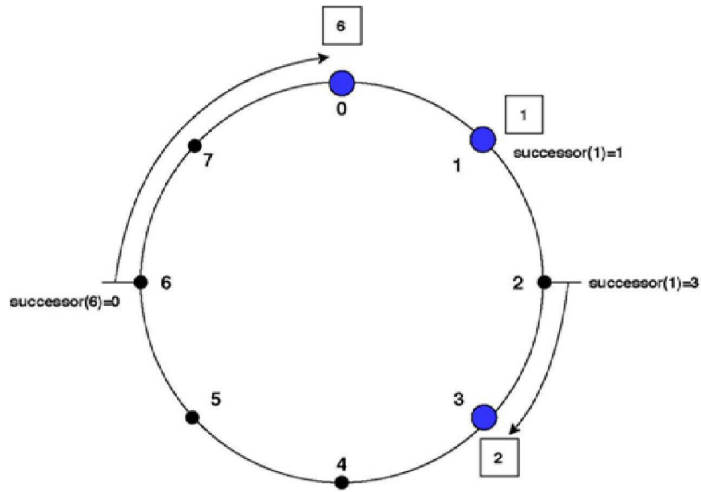
- [0098] 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)이 반복적으로 수행될 수 있다. 반복된 라우팅 정보 업데이트 과정(S300)을 통해, stabilize() 함수를 호출할 수 있다. 즉, 원형 주소 공간을 구성하는 복수의 노드들 중 특정 에지 노드가 라우팅 정보 업데이트에 따라 노드 구성에 실패한 경우, stabilize() 함수를 호출할 수 있다. stabilize() 함수가 호출됨에 따라 특정 에지 노드가 상기 원형 주소 공간을 구성하는 노드로 참가하도록 제어할 수 있다. 라우팅 정보 전달 과정(S300)에서, stabilize() 함수 호출 및 실행에 따른 네트워크 구성 결과 메시지를 특정 에지 노드로 전달할 수 있다.
- [0099] 이상에서는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크, 에지 노드 및 에지 노드 구성 방법에 대해 설명하였다. 한편, 본 발명의 활용 분야는 분산 학습, 계층형 학습, 순환학습을 진행하는 분산 Edge를 이용한 차량 네트워크이다. 이와 관련하여, 방대한 데이터를 중앙 서버에 보내지 않고 Edge에서 사용할 때 제한하는 Chord P2P Network에 Group Cluster를 사용하고 병렬로 Evidence theory를 사용할 수 있다. 이에 따라, 최적의 계산, 통신의 시간과 비용 등 자원을 최적화할 수 있다. 차량 내에 블록체인을 활용한 연구에 신뢰를 기반으로 한 본 확장가능한 신뢰기반의 Edge 네트워크 구조 발명을 적용한다면 보다 나은 분산학습이 VANET에서 가능할 것이다.
- [0100] 본 발명의 특허기술의 사업화 전망과 관련하여, 현재 연구 개발이 집중되고 있는 자율주행 차량에서 사용되는 인공지능에 적용 가능하다. 또한, 이후의 차량 네트워크에서 사용될 수 있는 프라이버시가 보존된 서비스 제공 방안에 대한 발명으로서 신뢰 기반의 그룹 클러스터를 통해 본 발명의 차량 에지 네트워크를 적용 가능하다. 본 발명의 Chord P2P Network 에서 Evidence theory를 사용하여 차량 네트워크 내에서 자원을 최적화하는 원활한 분산 학습이 가능할 것으로 예상된다.
- [0101] 본 발명에서 청구하고자 하는 주요 청구 사항은 다음과 같이 요약될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니고 본 명세서에서 설명된 모든 사항들의 조합에 기초할 수 있다.
- [0102] 1) 차량 네트워크 VANET에서 신뢰 기반의 그룹 별 클러스터링 모듈
- [0103] 2) Edge Network 에서 분산학습 시 Chord P2P Network에서 Evidence theory를 적용하는 자원 최적화 모듈
- [0104] 3) Evidence theory를 이용한 최상의 파라미터와 정확도 및 이전 경험에 대한 고려하는 방안
- [0105] 이상에서는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크, 에지 노드 및 에지 노드 구성 방법에 대해 설명하였다. 한편, 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크, 에지 노드 및 에지 노드 구성 방법의 기술적 효과는 다음과 같다.
- [0106] 본 발명에 따른 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크는 다음과 같은 기술적 효과를 갖는다.
- [0107] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 분산 및 계층적 머신러닝 학습을 위한 신뢰 기반의 차량 에지 네트워크를 제공할 수 있다.
- [0108] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 신뢰 차량 클러스터 그룹을 위해 P2P 네트워크를 적용하여 차량 에지 네트워크를 구성할 수 있다.
- [0109] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 신뢰 그룹에서 Dempster-Shafer 증거이론과 Control Flow를 사용하는 방안을 제안하여, 분산 학습 시 네트워크의 핵심 요구사항인 통신, 계산 비용, 시간을 감소시킬 수 있다.
- [0110] 본 발명에서 제안된 기법을 통해 VANET에서 Edge네트워크를 사용하여 분산 학습을 진행할 때 단순 분산 학습 및 계층형 학습을 진행하는 것 보다 통신, 계산 비용 및 시간을 최적화 시켜 학습 결과를 제공할 수 있다.
- [0111] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.
- [0112] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 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.

[0113]

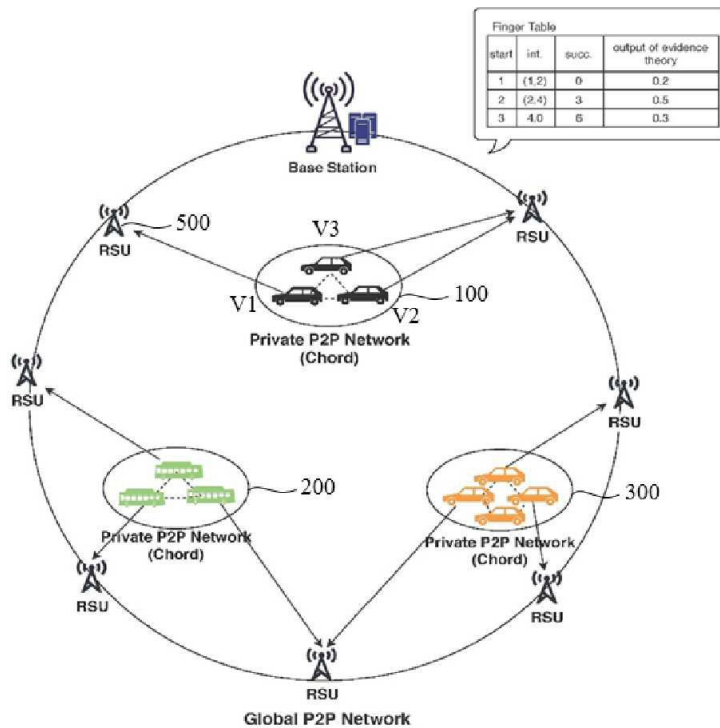
소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능뿐만 아니라 각각의 구성 요소들에 대한 설계 및 파라미터 최적화는 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

도면

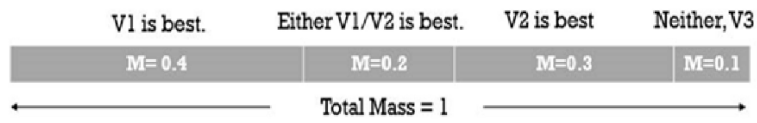
도면1



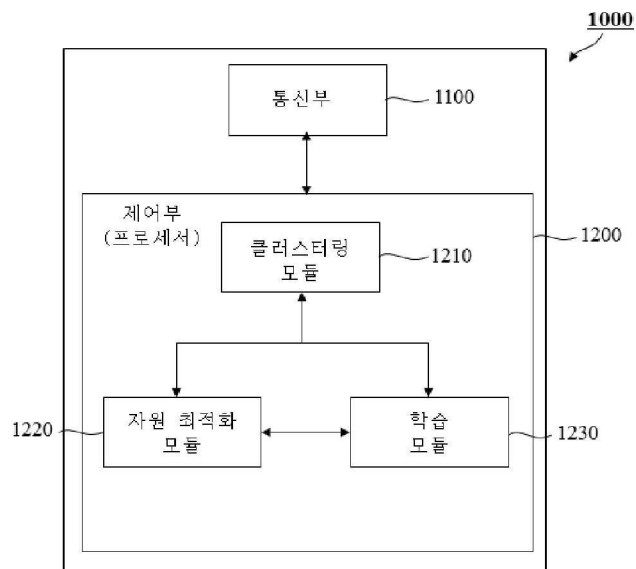
도면2



도면3



도면4



도면5

