



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월07일
(11) 등록번호 10-2249993
(24) 등록일자 2021년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 72/02 (2009.01) H04W 4/40 (2018.01)

H04W 72/04 (2009.01) H04W 72/08 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 72/02 (2013.01)

H04W 4/40 (2020.05)

(21) 출원번호 10-2019-0174856

(22) 출원일자 2019년12월26일

심사청구일자 2019년12월26일

(56) 선행기술조사문헌

3GPP R2-1808674*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김성륜

서울특별시 용산구 한강대로 26, 101동 2407호(한강로3가, 한강대우트럼프월드3차)

오승은

제주특별자치도 제주시 대원길 13, 101동 104호(아라일동, 영도그린힐)

한규원

서울특별시 서초구 서초중앙로2길 21, 101동 403호(서초동, 더샵서초)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 9 항

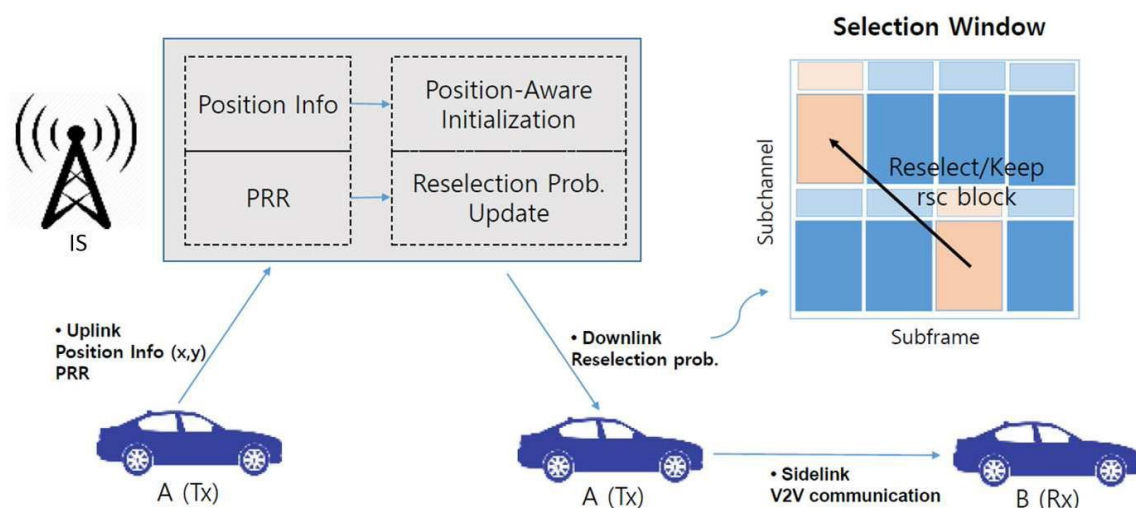
심사관 : 정남호

(54) 발명의 명칭 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하고, 이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 패킷 수신율의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하여 대응하는 차량으로 전송하여 패킷 수신률과 순간 데이터율을 향상시킬 수 있는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04W 72/048 (2013.01)

H04W 72/082 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

3GPP, TR36.331 v15.1.0, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification, 3GPP 서버공개일(2018.05.09.)*

A. Bazzi, et al., "Study of the Impact of PHY and MAC Parameters in 3GPP C-V2V Mode 4," IEEE Access, vol. 6, pp.71685-71698(2018.11.26.)*

3GPP R1-1808299

3GPP R1-1812412

KR101860395 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016-0-00208

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원(한국연구재단부설)

연구사업명 정보통신방송연구개발사업

연구과제명 차세대 5G V2X 서비스 실현을 위한 정밀 측위탐색 연계 고효율 다중안테나 정보전송 및 네트워크 기술 연구 (창조씨앗형 2단계)(3/5)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(packet reception ratio: 이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하고,

이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하여 대응하는 차량으로 전송하며,

적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기지정된 방식으로 가중치를 업데이트하고 업데이트된 가중치를 적용하여 자원 유지 확률을 획득하고,

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 자원 유지 확률(p_i)을 가중치(w_i)로부터 수학적식

$$p_i(t) = \frac{1}{1+e^{-w_i(t)}}$$

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

(여기서 t 는 시간, $u(t)$ 는 강화 학습의 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 미리 지정되는 유틸리티 가중 파라미터임)

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 자원 재선택 제어 장치는

수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에서 최대값과 최소값을 분석하고, 적어도 하나의 차량 각각을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 주변 차량의 수가 상기 최대값에 근접할수록 상기 초기 자원 유지 확률을 작게 설정하고, 상기 주변 차량의 수가 상기 최소값에 근접할수록 기지정된 범위 내의 최대값에 가깝게 되도록 설정하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 자원 재선택 제어 장치는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학적식

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

(여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이고, n_i 는 차량(i)을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 다른 차량의 수임)

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 차량 각각은

상기 자원 재선택 제어 장치에서 업데이트되어 자원 유지 확률에 따라 자원 재선택 확률을 변경하고, 변경된 자원 재선택 확률에 따라 자원 재선택 여부를 결정하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서, 상기 자원 재선택 제어 장치는

차량 통신 시스템의 인프라스트럭처로 구현되는 자원 재선택 제어 장치.

청구항 8

적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하는 단계; 및

이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하는 단계를 포함하되,

상기 업데이트하는 단계는

적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기지정된 방식으로 가중치를 업데이트하는 단계; 및

업데이트된 가중치를 적용하여 업데이트된 자원 유지 확률을 획득하는 단계를 포함하며,

상기 가중치를 업데이트하는 단계는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 가중치(w_i)를 수학식

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

(여기서 t 는 시간, $u(t)$ 는 강화 학습의 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 미리 지정되는 유틸리티 가중 파라미터임)

에 따라 획득하고,

상기 업데이트된 자원 유지 확률을 획득하는 단계는

자원 유지 확률(p_i)을 수학식

$$p_i(t) = \frac{1}{1 + e^{-w_i(t)}}$$

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제8 항에 있어서, 상기 초기화하는 단계는

수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에서 최대값과 최소값을 분석하는 단계; 및

적어도 하나의 차량 각각을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 주변 차량의 수가 상기 최대값에 근접할수록 상기 초기 자원 유지 확률을 작게 설정하고, 상기 주변 차량의 수가 상기 최소값에 근접할수록 기지정된 범위 내의 최대값에 가깝게 되도록 설정하는 단계를 포함하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서, 상기 설정하는 단계는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학식

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

(여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이고, n_i 는 차량(i)을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 다른 차량의 수임)

에 따라 설정하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

청구항 14

제8 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 차량 각각은

업데이트되어 전송된 자원 유지 확률에 따라 자원 재선택 확률을 변경하는 단계; 및

변경된 자원 재선택 확률에 따라 자원 재선택 여부를 결정하는 단계를 포함하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법에 관한 것으로, 강화 학습을 이용하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 6GHz 이하 대역을 활용하는 차량 네트워크의 대표적인 표준으로는 셀룰러-차량사물 통신(Cellular Vehicle to Everything Communication: 이하 C-V2X)과 IEEE 802.11p 등이 있다. 그리고 기존의 C-V2X 표준에는 자동 스케줄링 (Autonomous scheduling) 기반 C-V2X 모드4(mode 4)와 네트워크 제어 스케줄링(Network controlled scheduling) 기반 C-V2X 모드3(mode 3)를 포함하고 있다.
- [0003] 이중 C-V2X mode 4는 각 차량들이 일정 수의 패킷을 전송하게 되면 센싱 정보를 바탕으로 하여 기존에 사용하던 자원 블록(resource block)을 그대로 사용할지 아니면 다른 자원 블록을 선택 통신할지를 결정한다. 따라서 기존 인프라(노변 장치(Road Side Unit: RSU), 기지국 등)를 활용하지 않아, 인프라를 거치면서 발생하는 추가 레이턴시(additional latency)가 없는 반면, 인프라를 활용하는 기법 대비 자원 선택의 효율이 떨어진다.
- [0004] 그에 반해 C-V2X 모드3에서는 기지국이 센싱한 정보를 바탕으로 자원 블록을 차량들에 직접 할당해주는 방식을 이용한다. 따라서 인프라를 통한 통신으로 인한 추가 레이턴시가 발생하지만 효율적인 자원 선택을 통한 데이터율이 향상되는 이득이 있다.
- [0005] 한편 최근에는 자동 드라이빙 기술 수준의 향상과 차량 내 어플리케이션의 다양화로 인해 더 높은 데이터율에 대한 요구를 지원할 수 있는 MAC(Media Access Control)의 연구의 필요성이 높아지고 있다. 이에 따라 6GHz 이상, 즉 밀리미터파를 활용한 방향성 전송에 대한 연구가 집중적으로 이루어지고 있다.
- [0006] 기지국이 센싱한 정보를 바탕으로 자원 할당하는 C-V2X 모드3에서 모든 차량들이 6GHz 이상 주파수 대역으로 방향성 안테나를 활용하면 데이터율 이득이 저하될 수 있다. 그러나 C-V2X 모드4의 경우, 6GHz 이상 주파수 대역의 밀리미터파를 활용하더라도 성능의 향상이 크게 나타나지 않는다는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2019-0114757호 (2019.10.10 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 주파수 재선택 효율을 향상시킬 수 있는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 주파수 재선택의 효율을 향상시켜 패킷 수신률과 순간 데이터율을 향상시킬 수 있는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치는 적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(packet reception ratio: 이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 관별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하고, 이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하여 대응하는 차량으로 전송한다.
- [0011] 상기 자원 재선택 제어 장치는 적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기설정된 방식으로 가중치를 업데이트하고 업데이트된 가중치를 적용하여 자원 유지 확률을 획득할 수 있다.
- [0012] 상기 자원 재선택 제어 장치는 적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 자원 유지 확률(p_i)을 가중치(w_i)로부터 수식

$$p_i(t) = \frac{1}{1+e^{-w_i(t)}}$$

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{Packet\ Received(t-1:t)}{Packet\ Transmitted(t-1:t)}$$

[0013]

[0014] (여기서 t 는 시간, $u(t)$ 는 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 유틸리티 가중 파라미터이다.)에 따라 획득할 수 있다.

[0015] 상기 자원 재선택 제어 장치는 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에서 최대값과 최소값을 분석하고, 적어도 하나의 차량 각각을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 주변 차량의 수가 상기 최대값에 근접할수록 상기 초기 자원 유지 확률을 작게 설정하고, 상기 주변 차량의 수가 상기 최소값에 근접할수록 기지정된 범위 내의 최대값에 가깝게 되도록 설정할 수 있다.

[0016] 상기 자원 재선택 제어 장치는 적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학식

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

[0017]

[0018] (여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이다.)에 따라 획득할 수 있다.

[0019] 상기 적어도 하나의 차량 각각은 상기 자원 재선택 제어 장치에서 업데이트되어 자원 유지 확률에 따라 자원 재선택 확률을 변경하고, 변경된 자원 재선택 확률에 따라 자원 재선택 여부를 결정할 수 있다.

[0020] 상기 자원 재선택 제어 장치는 차량 통신 시스템의 인프라스트럭처로 구현될 수 있다.

[0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법은 적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하는 단계; 및 이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0022] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치 및 방법은 인프라와 지향성 안테나를 사용하는 다수의 차량들로 이루어진 네트워크 상에서 각 차량이 업로드한 정보들을 바탕으로 인프라가 강화 학습을 통해 네트워크 파라미터를 업데이트하고, 업데이트된 네트워크 파라미터를 기반으로 각 차량들이 자원 재선택 확률을 가변하여 주파수 재선택의 효율을 향상시킬 수 있으며, C-V2X 모드4를 활용했을 때보다 패킷 수신률과 순간 데이터율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 C-V2X 모드4에서 각 차량이 자원을 재선택하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 통신 시스템에서 자원 재선택 제어 장치가 각 차량이 자원을 재선택할 수 있도록 자원 재선택 확률을 업데이트하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 도 2의 자원 재선택 제어 장치가 각 차량의 위치에 기반하여 자원 재선택 확률을 초기화 하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법을 나타낸다.

도 5는 본 발명의 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법에 따른 패킷 수신을 성능을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0025] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0027] 도 1은 C-V2X 모드4에서 각 차량이 자원을 재선택하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- [0028] 일반적으로 C-V2X 모드4에서 자원 예약은 도 1에 도시된 바와 같이 시간축과 주파수축의 2차원 공간에서 이루어지며, 시간 축에서 자원은 다수의 서브 프레임(Sub-frame)으로 구분되고, 주파수 축에서 자원은 다수의 서브 채널(Sub-channel)로 구분된다. 그리고 다수의 서브 프레임과 다수의 서브 채널에 의해 각각 구분되는 각 블록은 자원(R)으로서 각각 다수의 자원 블록으로 구성될 수 있다.
- [0029] C-V2X 모드4에서는 자원 스케줄링을 수행하기 위한 별도의 조정자가 없기 때문에 각 차량이 데이터를 전송할 때 충돌이 발생할 가능성이 있다. 이에 각 차량은 데이터 충돌 발생이 최소화되도록 센싱(Sensing), 선택(Selection) 및 재선택(Reselection)의 과정을 수행하여 반복적으로 자원을 선택한다.
- [0030] C-V2X 모드4에서 각 차량은 우선 데이터를 전송할 자원을 선택하기 이전에 다른 차량의 자원 사용 상태를 센싱한다. 이는 다른 차량에 의해 사용되는 자원(R)을 분석하여 전송 데이터의 충돌을 방지하기 위함으로, 각 차량은 각각의 자원(R)을 센싱하여 다른 차량에 의해 사용되고 있는 것으로 판별되는 자원(R)은 사용 중으로 설정하여, 해당 자원이 선택되지 않도록 한다.
- [0031] 센싱 과정에서 각 차량은 센싱 윈도우(Sensing windows)에 의해 지정된 시간 구간(일반적으로 1000ms)에 동안 각 자원(R)의 사용 상태를 수신 신호 강도 표시(Received Signal Strength Indicator: 이하 RSSI)를 기반으로 모니터링한다. 도 1에서는 서브 프레임이 1ms의 시간 간격으로 구분되므로, 센싱 윈도우에는 1000개의 서브 프레임이 포함될 수 있다. 따라서 차량은 이전 1000개의 서브 프레임 각각에서 서브 채널별 자원 사용 상태를 RSSI를 기반으로 모니터링한다.
- [0032] 그리고 모니터링 결과 RSSI가 기지정된 문턱값 이상인 자원(R)을 다른 차량에 의해 사용 중인 자원으로 판별한다. 즉 각 자원(R)에 대해 측정된 RSSI를 기반으로 사용 가능 자원과 사용 불가 자원을 판별한다.
- [0033] 센싱 과정 이후, 선택 과정에서 차량은 데이터를 전송하기 한 자원을 선택한다. 선택 과정에서 차량은 선택 윈도우(selection windows)에 의해 지정된 시간 구간(여기서는 일예로 100ms) 내에서 RSSI를 기반으로 사용 가능 자원으로 판별된 자원(R) 중 하나의 자원을 선택한다. 여기서 선택 윈도우는 차량이 자원을 예약할 수 있는 서브 프레임을 지정하기 위해 설정된다. 만일 다수의 차량이 빈번하게 자원을 예약하고자 한다면, 잦은 충돌이 발생하게 되며, 이를 방지하기 위해 일반적으로 자원 예약 간격(resource reservation interval: 이하 RRI)이 지정된다. RRI는 20ms, 50ms 및 100ms 등으로 설정될 수 있으며, 선택 윈도우는 RRR에 대응하는 크기를 갖는다. 도 1에서는 RRI가 100ms인 경우를 가정하였으며, 이에 선택 윈도우가 100개의 서브 프레임을 포함하는 크기로 설정되었다. 그리고 차량은 선택 윈도우에 의해 지정된 시간 구간에서 하나의 자원만을 선택할 수 있다.
- [0034] 이때, 차량은 센싱 과정에서 센싱 윈도우의 RRI 단위로 각 자원(R)을 모니터링한 결과를 바탕으로, RRI에 대응하는 간격의 자원(R)들의 평균 RSSI(Average RSSI)를 계산하고, 계산된 평균 RSSI가 하위 20%에 해당하는 자원을 선택 가능한 후보 자원으로 하여, 선택 가능한 후보 자원 중 하나를 선택한다. 일예로 차량은 평균 RSSI가 최소인 자원을 선택할 수도 있다.
- [0035] 이때 차량은 선택된 자원을 이용할 횟수를 나타내는 자원 재선택 카운터(resource reselection counter: 이하

RC)을 함께 설정할 수 있다. 각 차량은 RC를 기지정된 방식으로 설정할 수 있다. 일례로 차량은 RRI가 100ms 인 경우, [5, 15] 중 하나의 값을 임의로 선택할 수 있으며, RRI가 50이면, [10, 30] 중 하나의 값을 임의로 선택할 수 있다.

[0036] 그리고 RC로 지정된 횟수만큼 패킷을 전송하게 되면, 차량은 재선택 과정을 수행한다. 재선택 과정에서 차량은 미리 설정된 자원 유지 확률(resource keeping probability)(p)에 기초한 자원 재선택 확률(resource reselection probability)(1 - p)에 따라 자원을 재선택할지, 현재 사용 중인 자원을 그대로 재이용할지를 판별한다. 자원 유지 확률(p)은 통상적으로 0에서 0.8 사이의 값($p=[0, 0.8]$)으로 설정되고, 이에 따라 자원 재선택 확률(1 - p)은 0 ~ 20% 사이의 값으로 결정될 수 있다.

[0037] 만일 자원 재선택 확률(1 - p)에 기초하여 차량이 자원을 재선택하는 것으로 판별하게 되면, 차량은 선택 과정과 동일하게 센싱 과정에서 센싱 윈도우 기간 동안 모니터링된 자원 사용 상태를 기반으로 자원을 재선택한다.

[0038] 다만 기존의 C-V2X 모드4에서는 각 차량의 자원 재선택 확률(1 - p)이 미리 설정되어 고정됨에 따라 주변 환경에 적응적으로 자원을 유지하거나 재선택하기 어려웠다. 그러나 이하에서 설명하는 본 실시예에 따른 차량 통신 시스템에서는 각 차량이 인프라스트럭처(Infrastructure)와 통신을 수행하고, 인프라스트럭처가 각 차량의 자원 재선택 확률(1 - p)을 조절함으로써, 차량이 주변 환경에 적응적으로 자원을 유지하거나 재선택할 수 있도록 한다.

[0039] 상기에서 C-V2X 모드4에서 각 차량이 자원을 재선택하는 개념을 설명하는 것은 본 실시예에 따른 차량 통신 시스템에서 각 차량이 기본적으로 C-V2X 모드4를 기초로 자원을 재선택하기 때문이다.

[0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 통신 시스템에서 자원 재선택 제어 장치가 각 차량이 자원을 재선택할 수 있도록 자원 재선택 확률을 업데이트하는 개념을 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 도 2의 자원 재선택 제어 장치가 각 차량의 위치에 기반하여 자원 재선택 확률을 초기화하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0041] 여기서 각 차량은 이미 자원에 대한 초기 센싱 과정 및 선택 과정을 수행하여 자원을 선택하고, 선택된 자원을 이용하고 있는 것으로 가정한다.

[0042] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 차량 통신 시스템에서는 각 차량(A)이 도착 시간(Time-of-Arrival: ToA), 도착 시간차(Time-Difference-of-Arrival: TDoA)와 같은 로컬라이제이션 기법을 이용하여 자신의 위치 정보를 획득한다. 각 차량은 각종 센서를 이용하여 수시로 주변을 감지함으로써, 자신의 위치 정보를 판별할 수 있다. 기존에도 C-V2X 모드4에서는 차량이 센서를 이용하여 자신의 위치 정보 및 주변 환경을 감지한다. 따라서 여기서는 각 차량은 항상 자신의 위치 정보를 감지하고 있는 것으로 가정한다.

[0043] 그리고 차량은 RC로 지정된 횟수만큼 패킷을 전송하여 재선택 과정이 되면, 이전 선택 윈도우로부터 현재까지의 패킷 수신율(packet reception ratio: 이하 PRR)을 측정한다.

[0044] PRR이 측정되면, 차량은 측정된 PRR을 자신의 위치 정보와 함께 자원 재선택 제어 장치(IS)로 업링크 전송한다. 여기서 자원 재선택 제어 장치(IS)는 차량 통신 시스템에 제공된 인프라스트럭처(Infrastructure)로서 노변 장치(Roadside Unit: RSU) 또는 기지국 등일 수 있다.

[0045] 상기한 바와 같이, 차량 통신 시스템에서 C-V2X 모드3의 경우, 인프라스트럭처를 이용하는 반면, C-V2X 모드4는 인프라스트럭처를 이용하지 않는다. 그러나 본 실시예에서는 각 차량이 C-V2X 모드4를 기반으로 통신을 수행하되, 인프라스트럭처가 자원 재선택 제어 장치(IS)로 기능하여, 각 차량의 자원 재선택 확률(1 - p)을 조절할 수 있도록 한다. 이는 자원 재선택 제어 장치(IS)로 기능하는 인프라스트럭처가 차량의 주변 환경, 즉 도로 환경에 적응적으로 각 차량의 자원 재선택 확률(1 - p)을 가변함으로써, 각 차량의 PRR을 향상시키기 위함이다.

[0046] 자원 재선택 제어 장치(IS)는 차량으로부터 위치 정보와 PRR이 인가되면, 차량의 위치 정보에 기반하여, 각 차량의 자원 재선택 확률(1 - p)을 기지정된 방식으로 초기화한다.

[0047] 이후, 강화 학습 방식으로 각 차량에 대한 자원 유지 확률(p)을 업데이트함으로써, 각 차량의 자원 재선택 확률(1 - p)을 조절한다.

[0048] 자원 재선택 제어 장치(IS)는 우선 도 3에 도시된 바와 같이, 다수의 차량에서 전송된 차량 위치 정보를 기반으로 각 차량의 위치를 중심으로 기지정된 기준 거리(d_{th}) 이내에 위치한 다른 차량의 수를 카운트한다. 자원 재선택 제어 장치(IS)는 위치 정보가 전송된 다수의 차량(i) 각각의 위치를 중심으로 기준 거리(d_{th}) 이내에 위치

한 다른 차량의 수(n_i)를 카운트하고, 이중 최대값($N = \max(n_i)$)과 최소값($n = \min(n_i)$)를 판별한다.

[0049] 그리고 판별된 최대값(N)과 최소값(n)을 이용하여 각 차량(i)의 자원 유지 확률(p)을 기지정된 방식으로 초기화하여 초기 자원 유지 확률(p_0)을 획득한다.

[0050] 자원 재선택 제어 장치(IS)는 일예로 수학적 식 1에 따라 초기 자원 유지 확률(p_0)을 획득할 수 있다.

수학적 식 1

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

[0051]

[0052] 수학적 식 1에 따르면, 자원 재선택 제어 장치(IS)는 차량(i)을 중심으로 기준 거리(d_{th}) 이내에 위치한 다른 차량의 수(n_i)에 따라 초기 자원 유지 확률(p_0)을 0에서 0.8 사이의 값($p_0 = [0, 0.8]$)으로 정규화한다.

[0053] 즉 i 번째 차량(i)을 중심으로 기준 거리(d_{th}) 이내에 위치한 다른 차량의 수(n_i)가 최대값(N)에 근접할수록 초기 자원 유지 확률(p_0)을 작게 설정하고, 다른 차량의 수(n_i)가 최소값(n)에 근접할수록 기지정된 초기 자원 유지 확률(p_0)을 최대 유지 확률(여기서는 일예로 0.8)에 가깝게 되도록 설정한다.

[0054] 그리고 다수의 차량(i) 각각에 대응하여 설정된 초기 자원 유지 확률(p_0)을 대응하는 차량으로 전달하여, 각 차량의 자원 재선택 확률($1 - p$)을 초기화한다.

[0055] 따라서 각 차량의 주변에 다른 차량이 많을수록 자원 유지 확률(p)은 작아지게 되고, 자원 유지 확률(p)로부터 획득되는 자원 재선택 확률($1 - p$)은 커지게 된다. 그리고 각 차량의 주변에 다른 차량이 적을수록 자원 유지 확률(p)은 커지게 되고, 자원 재선택 확률($1 - p$)은 작아지게 된다.

[0056] 이는 주변에 차량이 많이 위치해 간섭을 주거나 받을 확률이 높은 차량들이 자원을 더 비번하게 재선택하도록 하여 학습 초기에도 각 차량의 자원 재선택 효율성을 높일 수 있도록 하기 위함이다.

[0057] 그러므로 자원 재선택 제어 장치(IS)는 초기화 과정에서 차량의 위치를 인지하여 자원 재선택 확률($1 - p$)을 초기화하는 것으로 볼 수 있다.

[0058] 이후, 자원 재선택 제어 장치(IS)는 각 차량별 PRR 값을 기반으로 각 차량의 자원 유지 확률(p)을 강화 학습 방식으로 업데이트한다.

[0059] 본 실시예에서 자원 재선택 제어 장치(IS)는 각 차량의 PRR을 향상시키기 위해, 자원 유지 확률(p)을 업데이트한다. 즉 자원 재선택 제어 장치(IS)는 수학적 식 2에 따라 전송된 패킷 대비 수신된 패킷의 비를 나타내는 PRR을 최대로 하는 자원 유지 확률(\bar{p}^*)을 획득하는 것을 목적으로 한다.

수학적 식 2

$$\bar{p}^* = \arg \max_{\bar{p}} \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

[0060]

$$s.t. \quad \bar{p} = [p_1, \dots, p_N], \quad 0 \leq p_i \leq 1, \forall i = 1, \dots, N$$

[0061] 다만 도로 환경이 항상 변화하므로, 자원 재선택 제어 장치(IS)가 수학적 식 2로 나타나는 PRR을 최대로 하는 자원

유지 확률(\bar{p}^*)을 직접 획득하는 것은 현실적으로 매우 어렵다.

[0062] 이에 본 실시예에 따른 자원 재선택 제어 장치(IS)는 수학적 식 3에 따른 강화 학습 알고리즘을 이용하여 자원 유지 확률(p)을 업데이트함으로써, 각 차량의 PRR이 향상될 수 있도록 한다.

수학적 식 3

$$p_i(t) = \frac{1}{1+e^{-w_i(t)}}$$

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

[0063]

[0064] 수학적 식 3을 참조하면, 자원 재선택 제어 장치(IS)는 각 차량(i)에 대한 자원 유지 확률(p_i)을 가중치($w_i(t)$)에 기반하여 업데이트한다. 여기서 다음 가중치($w_i(t+1)$)는 현재 가중치($w_i(t)$)와 유틸리티 함수($u(t)$)에 의해 결정되며, 유틸리티 함수($u(t)$)는 PRR로 설정된다. 다시 말해 다음 가중치($w_i(t+1)$)는 현재 가중치($w_i(t)$)와 현재 PRR과 이전 PRR 사이의 차에 미리 지정된 유틸리티 가중 파라미터(α)와 가중치(w_i)에 대한 자원 유지 확률(p_i)의 변화율을 기반으로 획득된다.

[0065] 자원 재선택 제어 장치(IS)는 수학적 식 3에 기초하여 자원 유지 확률(p_i)을 업데이트하고, 업데이트된 자원 유지 확률(p_i)을 대응하는 차량(i)로 다운 링크 전송하여, 각 차량(i)의 자원 재선택 확률($1 - p$)을 업데이트한다.

[0066] 그리고 각 차량(i)은 업데이트된 자원 재선택 확률($1 - p$)에 기초하여 자원의 재선택 여부를 결정하고, 자원을 재선택하는 것으로 판별되면, 선택 윈도우를 설정하고, 센싱 과정에서 센싱 윈도우의 RRI 단위로 각 자원(R)을 모니터링한 결과를 바탕으로, 센싱 윈도우에서 평균 RSSI가 하위 20%에 해당하는 자원 중 하나에 대응하는 자원을 설정된 선택 윈도우 내에서 선택한다. 그리고 선택된 자원을 이용하여 다른 차량으로 데이터를 전송한다.

[0067] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법을 나타낸다.

[0068] 도 2 및 도 3을 참조하여, 도 4의 자원 재선택 제어 방법을 설명하면, 우선 적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 PRR을 수신하여 획득한다(S10). 상기한 바와 같이, 적어도 하나의 차량 각각은 다양한 센서를 이용하여 자신의 위치 정보를 판별하고, 이전 선택 윈도우로부터 현재까지의 PRR을 측정할 수 있다. 그리고 자원 재선택 제어 장치(IS)는 각 차량에서 업링크 전송되는 위치 정보와 PRR을 수신하여 획득한다.

[0069] 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보가 획득되면, 획득된 위치 정보를 기반으로 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률(p)을 초기 자원 유지 확률(p_0)로 초기화하고, 초기 자원 유지 확률(p_0)을 각 차량으로 다운로드 전송하여 각 차량이 전송된 초기 자원 유지 확률(p_0)에 따라 자원 재선택 확률($1-p$)을 초기 자원 재선택 확률($1 - p_0$)로 변경하도록 한다(S20).

[0070] 자원 재선택 제어 장치(IS)는 각 차량의 자원 재선택 확률($1 - p$)을 초기 자원 재선택 확률($1 - p_0$)로 변경하기 위해, 우선 적어도 하나의 차량(i) 각각을 중심으로 기지정된 기준 거리(d_{th}) 이내의 주변 차량 수(n_i)를 카운트한다(S21). 그리고 적어도 하나의 차량 각각에 대해 카운트된 주변 차량 수(n_i) 중 최대값($N = \max(n_i)$)과 최소값($n = \min(n_i)$)을 판별한다(S22).

[0071] 최대값(N)과 최소값(n)이 판별되면, 판별된 최대값(N)과 최소값(n) 및 적어도 하나의 차량 각각에 대해 카운트된 주변 차량 수(n_i)를 기반으로, 각 차량에 대한 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학적 식 1과 같이 기지정된 방식으로 획득한다(S23). 이때, 초기 자원 유지 확률(p_0)은 기지정된 범위([0, 0.8])의 값을 갖도록 정규화되어 획득될 수 있으며, 적어도 하나의 차량 각각을 중심으로 기준 거리(d_{th}) 이내에 위치한 다른 차량의 수(n_i)가 최대값

(N)에 근접할수록 초기 자원 유지 확률(p_0)을 작게 설정하고, 다른 차량의 수(n_i)가 최소값(n)에 근접할수록 기 지정된 범위 내에서 최대값에 가깝게 되도록 설정할 수 있다.

[0072] 그리고 설정된 각 차량에 대한 초기 자원 유지 확률(p_0)을 대응하는 차량으로 전송하여, 각 차량이 자원 재선택 확률($1-p$)을 초기 자원 재선택 확률($1 - p_0$)로 변경하도록 한다(S24).

[0073] 초기 자원 유지 확률(p_0)이 획득되면, 이후 각 차량의 PRR을 향상시키기 위해 자원 유지 확률(p)을 강화 학습 방식으로 업데이트한다(S30).

[0074] 초기 자원 유지 확률(p_0)을 업데이트하기 위해 자원 재선택 제어 장치(IS)는 각 차량으로부터 PRR을 수신하여 획득한다(S31). 이때 각 차량의 위치 정보를 함께 인가받을 수도 있다. 그리고 수신된 PRR의 변화에 기반하여, 가중치($w_i(t)$)를 기지정된 방식으로 계산하고, 계산된 가중치($w_i(t)$)를 이용하여, 자원 유지 확률(p)을 업데이트한다(S32). 자원 유지 확률(p)이 업데이트되면, 업데이트된 자원 유지 확률(p)을 대응하는 차량으로 전송하여, 각 차량이 업데이트된 자원 유지 확률(p)에 따라 자원 재선택 확률($1 - p$)을 변경하도록 한다(S24).

[0075] 도 5는 본 발명의 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법에 따른 패킷 수신율 성능을 나타낸다.

[0076] 도 5는 시간의 진행에 따른 차량의 PRR을 측정한 결과로서, (a)는 본 실시예에 따라 차량 위치 인지 기반 자원 유지 확률 초기화 과정 및 강화 학습에 의한 자원 유지 확률 업데이트 과정을 수행한 경우를 나타낸다. (b)는 자원 유지 확률을 랜덤하게 초기화하고, 이후 강화 학습에 의한 자원 유지 확률 업데이트 과정을 수행한 경우를 나타낸다. 그리고 (c)는 기존의 C-V2X 모드4에 지향성 안테나(Directional antenna) 및 빔 포밍(beamforming) 기법을 적용한 경우를 나타낸다.

[0077] 도 5에서 (a) 내지 (c) 모두 시간이 흐름에 따라 점차 PRR이 향상되는 형태로 나타나지만, (a) 및 (b)와 같이 강화 학습에 의한 자원 유지 확률 업데이트 과정을 수행한 경우에 PRR이 더욱 높게 나타남을 알 수 있다. 또한 (a)와 같이 차량 위치 인지 기반 자원 유지 확률 초기화 과정을 수행하는 경우에 자원 유지 확률을 랜덤하게 초기화한 경우보다 PRR이 더욱 향상됨을 알 수 있다.

[0078] 이는 주파수에 해당하는 자원의 재선택 효율성을 향상시킨 것으로 각 차량의 PRR과 함께 순간 데이터율(Instantaneous Data Rate)을 향상시킬 수 있다.

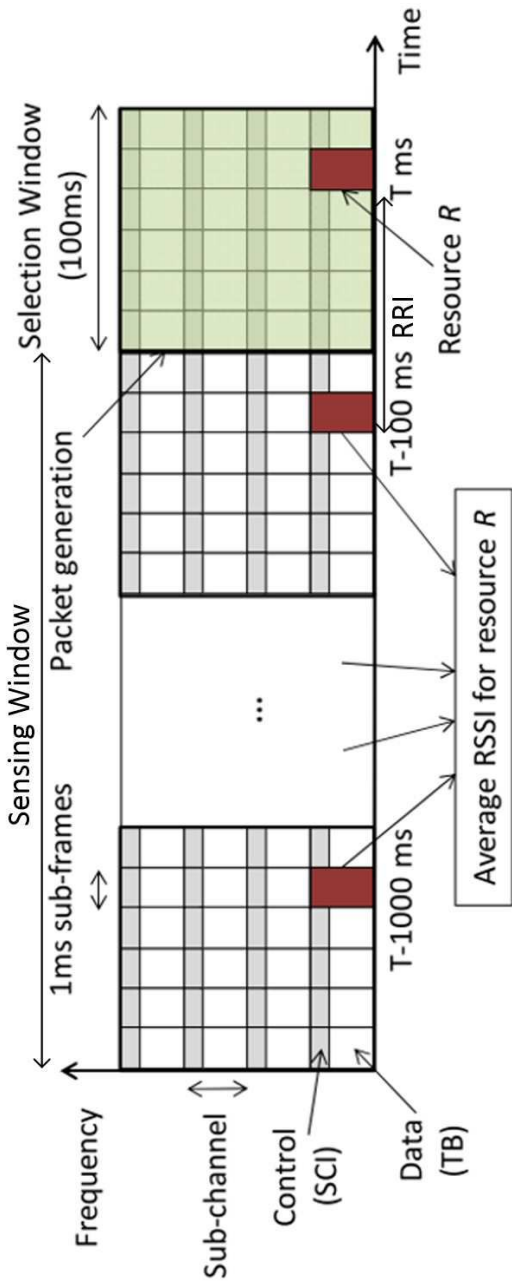
[0079] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0080] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

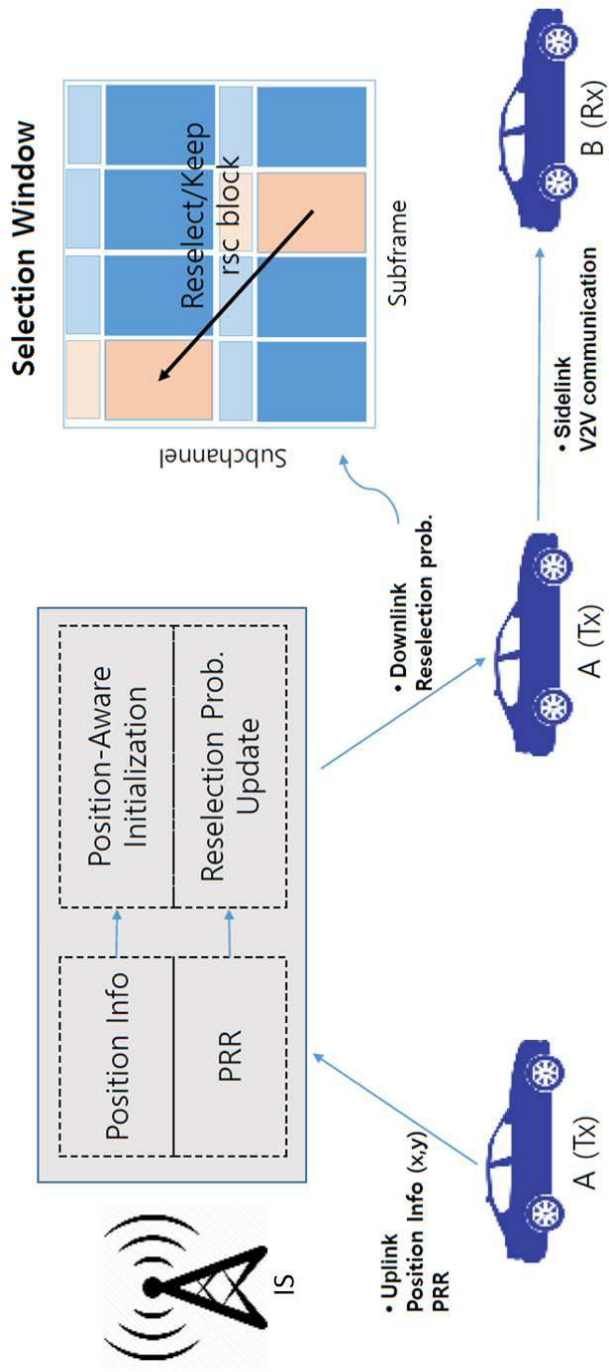
[0081] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

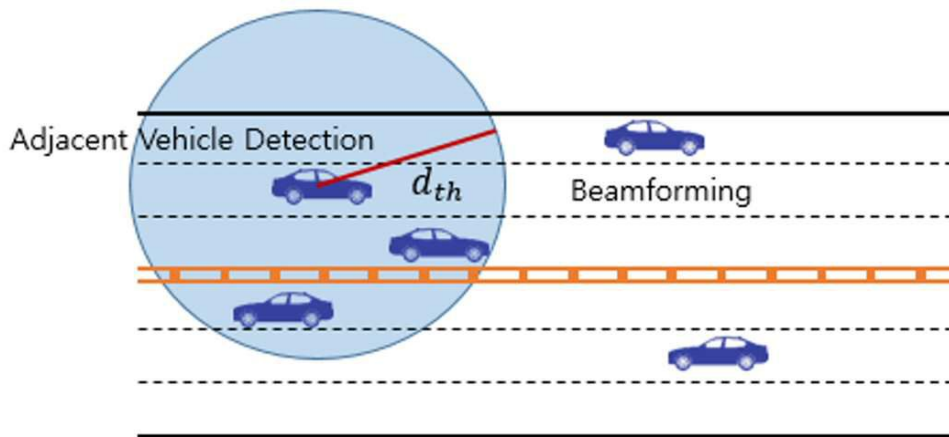
도면1



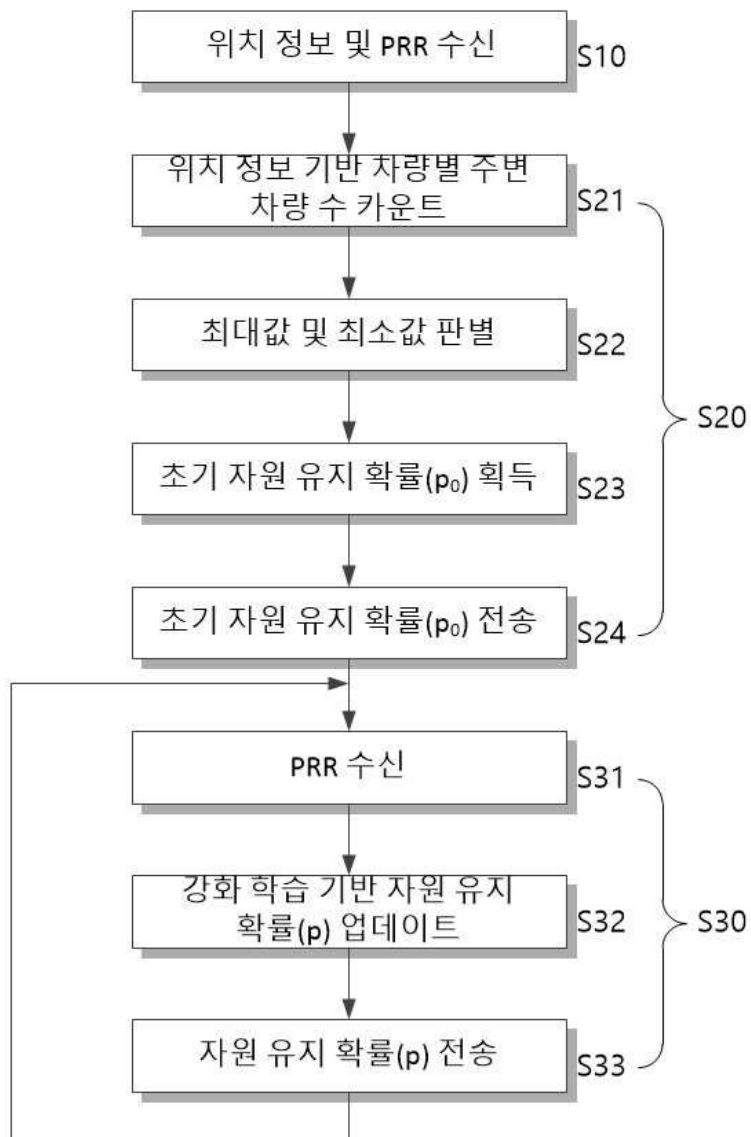
도면2



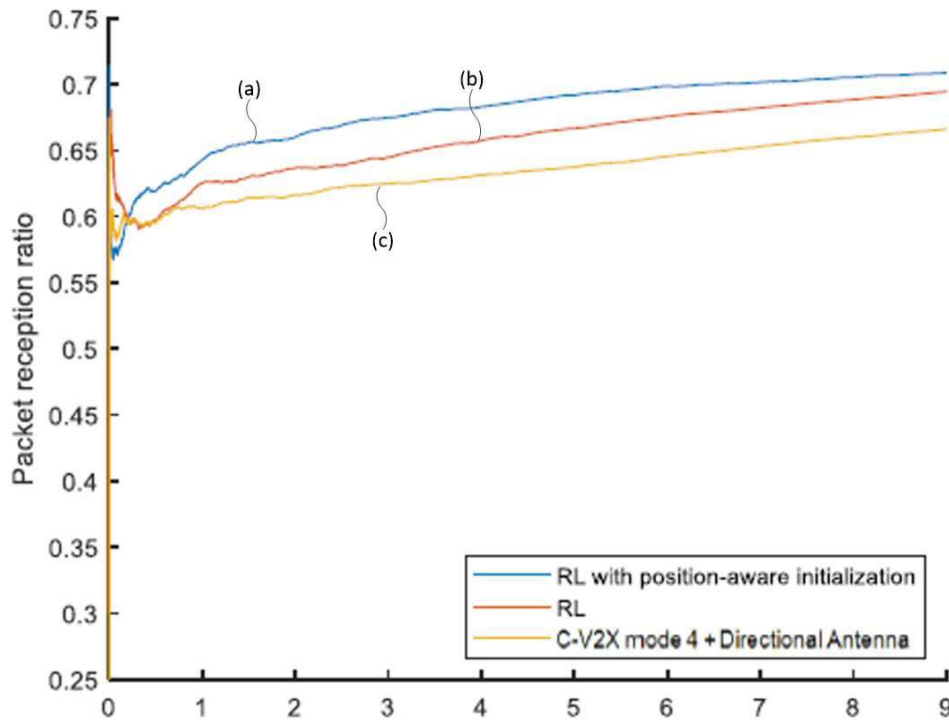
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(packet reception ratio: 이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하고,

이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하여 대응하는 차량으로 전송하며,

적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기지정된 방식으로 가중치를 업데이트하고 업데이트된 가중치를 적용하여 자원 유지 확률을 획득하고,

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 자원 유지 확률(p_i)을 가중치(w_i)로부터 수학식

$$p_i(t) = \frac{1}{1+e^{-w_i(t)}}$$

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

(여기서 t 는 시간, $u(t)$ 는 강화 학습의 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 미리 지정되는 유틸리티 가중 파라미터이다.)

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

【변경후】

적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(packet reception ratio: 이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하고,

이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하여 대응하는 차량으로 전송하며,

적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기지정된 방식으로 가중치를 업데이트하고 업데이트된 가중치를 적용하여 자원 유지 확률을 획득하고,

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 자원 유지 확률(p_i)을 가중치(w_i)로부터 수학적

$$p_i(t) = \frac{1}{1+e^{-w_i(t)}}$$

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

(여기서 t는 시간, u(t)는 강화 학습의 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 미리 지정되는 유틸리티 가중 파라미터임)

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

제4 항에 있어서, 상기 자원 재선택 제어 장치는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학적

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

(여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이고, n_i 는 차량(i)을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 다른 차량의 수이다)

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

【변경후】

제4 항에 있어서, 상기 자원 재선택 제어 장치는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기

자원 유지 확률(p_0)을 수학식

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

(여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이고, n_i 는 차량(i)을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 다른 차량의 수임)

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 장치.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하는 단계; 및

이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하는 단계를 포함하되,

상기 업데이트하는 단계는

적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기지정된 방식으로 가중치를 업데이트하는 단계; 및

업데이트된 가중치를 적용하여 업데이트된 자원 유지 확률을 획득하는 단계를 포함하며,

상기 가중치를 업데이트하는 단계는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 가중치(w_i)를 수학식

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

(여기서 t 는 시간, $u(t)$ 는 강화 학습의 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 미리 지정되는 유틸리티 가중 파라미터이다.)

에 따라 획득하고,

상기 업데이트된 자원 유지 확률을 획득하는 단계는

자원 유지 확률(p_i)을 수학식

$$p_i(t) = \frac{1}{1 + e^{-w_i(t)}}$$

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

【변경후】

적어도 하나의 차량 각각으로부터 위치 정보와 패킷 수신율(이하 PRR)을 수신하여, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 위치 정보로부터 판별되는 각 차량의 주변 차량 수에 따라 각 차량의 자원 유지 확률을 초기 자원 유지 확률로 초기화하는 단계; 및

이후, 수신된 적어도 하나의 차량 각각의 PRR의 변화에 대응하여 자원 유지 확률을 업데이트하는 단계를 포함하되,

상기 업데이트하는 단계는

적어도 하나의 차량 각각으로부터 수신된 PRR의 변화에 따라 기지정된 방식으로 가중치를 업데이트하는 단계; 및

업데이트된 가중치를 적용하여 업데이트된 자원 유지 확률을 획득하는 단계를 포함하며,

상기 가중치를 업데이트하는 단계는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 가중치(w_i)를 수학식

$$w_i(t+1) = w_i(t) + \alpha \cdot (u(t) - u(t-1)) \frac{d(\ln p_i(t))}{dw_i}$$

$$u(t) = \sum \frac{\text{Packet Received}(t-1:t)}{\text{Packet Transmitted}(t-1:t)}$$

(여기서 t 는 시간, $u(t)$ 는 강화 학습의 유틸리티 함수로서 PRR을 나타내고, α 는 미리 지정되는 유틸리티 가중 파라미터임)

에 따라 획득하고,

상기 업데이트된 자원 유지 확률을 획득하는 단계는

자원 유지 확률(p_i)을 수학식

$$p_i(t) = \frac{1}{1 + e^{-w_i(t)}}$$

에 따라 획득하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

제12 항에 있어서, 상기 설정하는 단계는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학식

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

(여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이고, n_i 는 차량(i)을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 다른 차량의 수이다)

에 따라 설정하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.

【변경후】

제12 항에 있어서, 상기 설정하는 단계는

적어도 하나의 차량(i) 각각에 대한 주변 차량 수(n_i)와 판별된 상기 최대값(N)과 상기 최소값(n)으로부터 초기 자원 유지 확률(p_0)을 수학식

$$p_i(0) = \left(1 - \frac{n_i - n}{N - n}\right) * 0.8, \quad \text{where}$$

$$n_i = \sum_{j \neq i} 1(d_{ij} < d_{th}), \quad N = \max(n_i), \quad n = \min(n_i)$$

(여기서 d_{th} 은 차량(i)을 중심으로 주변 차량을 판별하기 위한 기준 거리이고, n_i 는 차량(i)을 중심으로 기준 거리 이내에 위치한 다른 차량의 수임)

에 따라 설정하는 차량 통신 시스템의 자원 재선택 제어 방법.