



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월24일

(11) 등록번호 10-2379128

(24) 등록일자 2022년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 72/12 (2009.01) H04W 4/40 (2018.01)

H04W 72/02 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 72/1252 (2013.01)

H04W 4/40 (2020.05)

(21) 출원번호 10-2020-0132387

(22) 출원일자 2020년10월14일

심사청구일자 2020년10월14일

(56) 선행기술조사문헌

Puneeth Jubba Honnaiah 등, "Foreseeing Semi-Persistent Scheduling in Mode-4 for 5G enhanced V2X communication", 2020 IEEE 17th Annual Consumer Communications & Networking, 2020.01.13.

So-Yi Jung 등, "Reducing Consecutive Collisions in Sensing Based Semi Persistent Scheduling for Cellular-V2X", 2019 IEEE 90th Vehicular Technology Conference (VTC2019-Fall), 2019.09.25

Amir Haider 등, "Adaptive Transmit Power Control Algorithm for Sensing-Based Semi-Persistent Scheduling in C-V2X Mode 4 Communication", Electronics 2019, 8(8), 846, 2019.07.29.

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

정종문

서울특별시 용산구 이촌로 181, 104동 101호(이촌동, 한강대우아파트)

허시훈

서울특별시 양천구 목동동로 10, 1109동 501호(신정동, 목동신시가지아파트11단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 강희곡

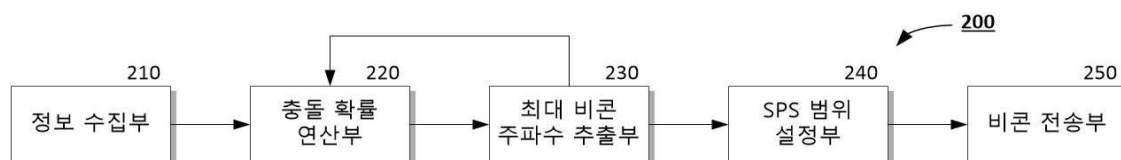
(54) 발명의 명칭 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 기지정된 센싱 구간 동안 다른 차량 단말에서 브로드캐스팅된 비콘 패킷을 분석하는 정보 수집부, 정보 수집부에서 비콘 패킷의 전송 빈도를 나타내는 비콘 주파수와 수집된 자원 사용 상황 및 주변 차량에 대한 트래픽 밀도를 기반으로 기지정된 방식으로 충돌 확률을 계산하는 충돌 확률 연산부, 충돌 확률이 기지정된 패킷

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



충돌 확률 상한 이하이면, 현재 설정된 비콘 주파수를 기지정된 변위 주파수 단위로 증가시켜 충돌 확률 연산부로 전달하고, 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수를 최대 비콘 주파수로 설정하는 최대 비콘 주파수 추출부 및 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 동일한 자원 블록을 이용하여 패킷을 전송할 수 있는 횟수를 나타내는 SPS 사이의 관계가 미리 시뮬레이션되어 저장되며, 저장된 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 SPS 사이의 관계에 기초하여 최대 비콘 주파수에 대응하여 설정할 수 있는 SPS의 범위를 조절하는 SPS 범위 설정부를 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04W 72/02 (2013.01)

H04W 72/0453 (2013.01)

H04W 72/0486 (2013.01)

H04W 72/1231 (2013.01)

(72) 발명자

유원석

경기도 부천시 양지로92번길 33, 안팰리스 2차 30
6호(범박동)

장현덕

서울특별시 성동구 뚝섬로 310, 104동 606호(성수
동1가, 한진타운아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

차량 인터넷을 수행하는 차량 단말에 구비되어 패킷 전송 시 이용할 자원을 스케줄링하는 스케줄링 제어 장치에 있어서,

기지정된 센싱 구간 동안 다른 차량 단말에서 브로드캐스팅된 비콘 패킷을 분석하는 정보 수집부;

상기 정보 수집부에서 비콘 패킷의 전송 빈도를 나타내는 비콘 주파수와 수집된 자원 사용 상황 및 주변 차량에 대한 트래픽 밀도를 기반으로 기지정된 방식으로 충돌 확률을 계산하는 충돌 확률 연산부;

상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한 이하이면, 현재 설정된 비콘 주파수를 기지정된 변위 주파수 단위로 증가시켜 상기 충돌 확률 연산부로 전달하고, 상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수를 최대 비콘 주파수로 설정하는 최대 비콘 주파수 추출부; 및

트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 동일한 자원 블록을 이용하여 패킷을 전송할 수 있는 횟수를 나타내는 SPS(Semi-Persistent Scheduling) 사이의 관계가 미리 시뮬레이션되어 저장되며, 저장된 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 SPS 사이의 관계에 기초하여 상기 최대 비콘 주파수에 대응하여 설정할 수 있는 SPS의 범위를 조절하는 SPS 범위 설정부를 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스케줄링 제어 장치는

설정된 SPS 범위 구간에서 SPS를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 미리 지정된 기준 비콘 주파수에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 브로드캐스팅하는 비콘 전송부를 더 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 비콘 전송부는

설정된 SPS 범위 구간에서 랜덤으로 SPS를 선택하고, 상기 최대 비콘 주파수가 상기 기준 비콘 주파수 이상인지 판별하여, 상기 기준 비콘 주파수 이상이면, 분석된 사용 가능한 후보 자원 블록 중 하나를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 상기 기준 비콘 주파수에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 브로드캐스팅하고,

상기 최대 비콘 주파수가 상기 기준 비콘 주파수 미만이면, 현재 SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값 미만인지 판별하고, SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값 미만이면, SPS 범위의 최소값을 기지정된 단위로 증가시켜 재선택하여, 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 브로드캐스팅하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 비콘 전송부는

SPS 범위의 최소값이 설정된 SPS 범위의 최대값이거나 그 이상인 경우, 자원 블록을 선택하고 선택된 자원 블록을 이용하여 비콘 패킷을 C-V2X 와 함께 DSRC 기반으로 하이브리드 브로드캐스팅하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 비콘 전송부는

차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 주행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성하

는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 충돌 확률 연산부는

비콘 패킷을 브로드캐스팅하는 송신 차량 단말(V_t)이 비콘 패킷을 브로드캐스팅하여 수신 차량 단말(V_r)로 비콘 패킷이 전송되는 과정에서 간섭 차량 단말(v_i)의 간섭에 의한 충돌이 발생할 수 있는 충돌 확률(δ_{COL})을 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{t,r}$), 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(v_i) 사이의 거리($d_{t,i}$) 및 간섭 차량 단말(v_i)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{i,r}$)를 기반으로, 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(v_i)이 동일한 서브 채널 및 서브 프레임의 동일 자원을 이용하여 비콘을 전송할 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)과 수신 차량 단말(V_r)이 낮은 신호대 간섭 잡음비(이하 SINR)로 인해 오류가 있는 비콘을 수신할 낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)의 곱으로 계산하여 획득하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 충돌 확률 연산부는

상기 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)을 수학식

$$P_{SIM}(d_{t,i}) = P_s(d_{t,i}) \frac{C_c(d_{t,i})}{N_c^2}$$

(여기서 $P_s(d_{t,i})$ 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 서로 브로드캐스팅한 비콘 패킷을 센싱할 수 있는 상호 센싱 확률이고, N_c 는 기지정된 크기의 센싱 윈도우 크기에 대응하는 전체 N개의 자원 중 사용 가능한 후보 자원 개수이며, C_c 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 중첩하여 사용하려고 시도하는 후보 자원의 수)

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 충돌 확률 연산부는

상기 상호 센싱 확률($P_s(d_{t,i})$)을 상기 간섭 차량 단말(V_i)이 상기 송신 차량 단말(V_t)에서 전송된 패킷을 센싱할 센싱 확률($P_{SEN}, d_{t,i}$)과 상기 SPS의 값(s)에 따라 수학식

$$P_s(d_{t,i}) = 1 - (1 - 1/s) \cdot P_{SEN}(d_{t,i})$$

으로 계산하고,

송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 중첩하여 사용하려고 시도하는 후보 자원의 수(C_c)를 사용 가능한 후보 자원 개수(N_A)와 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 공통으로 사용 가능한 공통 자원 수(C_A) 및 사용 가능한 후보 자원 개수(N_c)에 따라 수학식

$$C_c(d_{t,i}) = C_A(d_{t,i}) \left(\frac{N_c}{N_A} \right)^2$$

으로 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 충돌 확률 연산부는

낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

(여기서 $P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 간섭 차량 단말(V_i)에 의한 간섭 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으로 패킷을 수신할 확률을 나타내고, δ_{PRO} 는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률을 나타낸다.)

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

청구항 10

차량 인터넷을 수행하는 차량 단말이 패킷 전송 시 이용할 자원을 스케줄링하는 스케줄링 제어 방법에 있어서, 기지정된 센싱 구간 동안 다른 차량 단말에서 브로드캐스팅된 비콘 패킷을 분석하는 단계;

비콘 패킷의 전송 빈도를 나타내는 비콘 주파수와 수집된 자원 사용 상황 및 주변 차량에 대한 트래픽 밀도를 기반으로 기지정된 방식으로 충돌 확률을 계산하는 단계;

상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한 이하이면, 현재 설정된 비콘 주파수를 기지정된 변위 주파수 단위로 증가시켜 상기 충돌 확률을 재계산하고, 상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수를 최대 비콘 주파수로 설정하는 단계; 및

트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 동일한 자원 블록을 이용하여 패킷을 전송할 수 있는 횟수를 나타내는 SPS(Semi-Persistent Scheduling) 사이의 관계가 미리 시뮬레이션되어 저장되며, 저장된 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 SPS 사이의 관계에 기초하여 상기 최대 비콘 주파수에 대응하여 설정할 수 있는 SPS의 범위를 조절하는 단계를 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 스케줄링 제어 방법은

설정된 SPS 범위 구간에서 SPS를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 최대 비콘 주파수에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 브로드캐스팅하는 단계는

설정된 SPS 범위 구간에서 랜덤으로 SPS를 선택하는 단계;

상기 최대 비콘 주파수가 기지정된 기준 비콘 주파수 이상인지 판별하여, 상기 기준 비콘 주파수 이상이면, 분석된 사용 가능한 후보 자원 블록 중 하나를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 최대 비콘 주파수에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 전송하는 단계;

상기 최대 비콘 주파수가 상기 기준 비콘 주파수 미만이면, 현재 SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값 미만인지 판별하는 단계; 및

SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값 미만이면, SPS를 기지정된 단위로 증가시켜 재선택하여, 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 전송하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 브로드캐스팅하는 단계는

SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값이거나 그 이상인 경우, 자원 블록을 선택하고 선택된 자원 블록을 이용하여 비콘 패킷을 C-V2X와 함께 DSRC 기반으로 하이브리드 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 스케줄링 제어 방법은

상기 브로드캐스팅하는 단계 이전, 차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 주행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성하는 단계를 더 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 15

제10항에 있어서, 상기 충돌 확률을 계산하는 단계는

비콘 패킷을 브로드캐스팅하는 송신 차량 단말(V_t)이 비콘 패킷을 브로드캐스팅하여 수신 차량 단말(V_r)로 비콘 패킷이 전송되는 과정에서 간섭 차량 단말(V_i)의 간섭에 의한 충돌이 발생할 수 있는 충돌 확률(δ_{COL})을 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{t,r}$), 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i) 사이의 거리($d_{t,i}$) 및 간섭 차량 단말(V_i)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{i,r}$)를 기반으로, 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 동일한 서브 채널 및 서브 프레임의 동일 자원을 이용하여 비콘을 전송할 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)과 수신 차량 단말(V_r)이 낮은 신호대 간섭 잡음비(이하 SINR)로 인해 오류가 있는 비콘을 수신할 낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)의 곱으로 계산하여 획득하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 충돌 확률을 계산하는 단계는

상기 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)을 수학식

$$P_{SIM}(d_{t,i}) = P_s(d_{t,i}) \frac{C_c(d_{t,i})}{N_c^2}$$

(여기서 $P_s(d_{t,i})$ 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 서로 브로드캐스팅한 비콘 패킷을 센싱할 수 있는 상호 센싱 확률이고, N_c 는 기지정된 크기의 센싱 윈도우 크기에 대응하는 전체 N 개의 자원 중 사용 가능한 후보 자원 개수이며, C_c 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 중첩하여 사용하려고 시도하는 후보 자원의 수)

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 충돌 확률을 계산하는 단계는

상기 상호 센싱 확률($P_s(d_{t,i})$)을 상기 간섭 차량 단말(V_i)이 상기 송신 차량 단말(V_t)에서 전송된 패킷을 센싱할 센싱 확률($P_{SEN}, d_{t,i}$)과 상기 SPS의 값(s)에 따라 수학식

$$P_s(d_{t,i}) = 1 - (1 - 1/s) \cdot P_{SEN}(d_{t,i})$$

으로 계산하고,

송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 중첩하여 사용하려고 시도하는 후보 자원의 수(C_c)를 사용 가능한 후보 자원 개수(N_A)와 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 공통으로 사용 가능한 공통 자원 수(C_A) 및 사용 가능한 후보 자원 개수(N_c)에 따라 수학식

$$C_c(d_{t,i}) = C_A(d_{t,i}) \left(\frac{N_c}{N_A} \right)^2$$

으로 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 충돌 확률을 계산하는 단계는

낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

(여기서 $P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 간접 차량 단말(V_i)에 의한 간접 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으로 패킷을 수신할 확률을 나타내고, δ_{PRO} 는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률을 나타낸다.)

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치 및 방법에 관한 것으로, 차량 통신 환경의 패킷 전송률을 증가시킬 수 있는 차량 인터넷을 위한 적응적 반영구 스케줄링 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자율 주행 차량의 수가 급속히 증가함에 따라 차량 인터넷(Internet of Vehicles: 이하 IoV) 기술을 지원하는 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation System: 이하 ITS) 구축이 중요해지고 있다. 특히 최근 발생한 자율 주행 차량 관련 사고를 살펴보면, 차량 탑재 센서만으로는 자율 주행 차량의 신뢰성에 한계가 있음을 나타내고 있으므로, 차량 사물 통신(Vehicle to Everything: 이하 V2X)과 같은 IoV 기술의 필요성이 더욱 강조되고 있다.

[0003] 도 1은 차량 사물 통신의 일 예를 나타낸다.

[0004] V2X 기술에는 대표적으로 단거리 전용 통신(Dedicated Short Range Communication: 이하 DSRC)과 셀룰러 V2X(Cellular-V2X: 이하 C-V2X)가 있다.

[0005] DSRC는 차량 단말(110 ~ 113)과 노변 장치(Road Side Unit: RSU)(120)와 같은 인프라간 통신(Vehicle to Infrastructure: V2I) 또는 차량 단말간 통신(Vehicle to Vehicle: V2V)를 지원하며, 기존의 많은 자율 주행 차량에 이미 온보드 유닛(On-Board Unit: OBU)의 형태로 탑재되어 있다.

[0006] 한편 C-V2X는 V2I 및 V2V를 지원할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 셀룰러 네트워크를 활용할 수 있다는 장점이 있다. C-V2X에서는 셀 내의 차량 단말간 통신인 모드3(Mode3) V2V 뿐만 아니라, 셀 내, 외부의 차량 단말과 통신을 수행할 수 있는 모드4(Mode4) V2V까지 지원할 수 있다. Mode 3에서는 차량 단말간 통신을 위한 통신 주파수 자원 할당을 기지국이 수행하는 반면, Mode 4에서는 차량 단말간 통신을 위한 통신 주파수 자원 할당을 차량 단말이 직접 수행한다는 차이점이 있다.

[0007] 현재까지 자율 주행 차량에는 C-V2X 보다 DSRC가 더 많이 적용되어 있으나, C-V2X는 이동 통신사와 5G 자동차 협회(5G Automotive Association: 5GAA)로부터 지지를 받고 있어 점차 적용 범위가 확장되고 있다. 다만, DSRC는 이미 검증되었지만 고성능 ITS에서의 요구 사항 충족하지 못하고, C-V2X는 기본 통신 성능이 더 우수하지만, 차량 통신 어플리케이션 적용된 사례가 많지 않아 충분하게 검증되지 않았다는 한계가 있다. 따라서 향후에는 각 차량 단말(110 ~ 113)에 DSRC와 C-V2X가 모두 적용될 것으로 예상되고 있다.

[0008] 한편, 다양한 차량 통신 어플리케이션을 위해서는 각 차량 단말(110 ~ 113)이 차량 식별자, 속도, 방향, 위치 등과 같은 주행 정보를 주기적으로 주변 차량 또는 노변 장치(RSU)로 브로드캐스팅하여 공유할 필요가 있다. 일 예로 도 1에서는 각 차량 단말(110 ~ 113) 각각이 자신의 주행 정보를 브로드캐스팅하여 주변 차량 단말(110 ~ 113)이나 노변 장치(120)가 서로 주변 상황을 인지할 수 있도록 함으로써, 각 차량 단말(110 ~ 113)이 수시로

변화하는 다양한 환경을 협력적으로 인지하고 대처할 수 있도록 하기 위함이다. 이와 같이 다수의 차량(110 ~ 113)이 주행 정보를 공유하는 방식으로 협력하여 주변 상황을 인지하는 통신 방식을 차량 협력 인터넷이라 하며, 차량 협력 인터넷에서는 다수의 차량 단말(110 ~ 113)이 기본적으로 공유해야 하는 정보로 협력 인지 메시지(Cooperative Awareness Message: 이하 CAM) 또는 기본 안전 메시지(Basic Safety Message: 이하 BSM)가 규정되어 있으며, 차량 단말(110 ~ 113) 각각은 기지정된 자원을 이용하여 CAM 또는 BSM의 주기적인 전송을 시도할 수 있다. 여기서 주기적으로 전송되는 CAM 또는 BSM을 비콘(Beacon)이라고도 하며, 초당 CAM 또는 BSM이 전송되는 횟수를 CAM 주파수(CAM frequency) 또는 비콘 주파수(Beacon frequency)라고 한다.

[0009] CAM 주파수 또는 비콘 주파수가 높을수록 더 빈번하게 자신의 주행 정보를 다른 차량으로 전송할 수 있으므로, 실시간으로 변화하는 주변 환경을 더 정확하게 분석할 수 있으나, 잦은 비콘 전송으로 인해 무선 자원의 소모가 증가하게 된다. 또한 차량의 트래픽 밀도가 높은 경우에는 전송된 비콘들의 충돌로 인해 패킷 전송률이 오히려 저하되는 문제가 발생하게 된다.

[0010] 따라서 주변 환경에 따라 적절하게 비콘을 브로드캐스팅하기 위한 스케줄링이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2018-0017893호 (2018.02.21 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 차량 인터넷 환경의 가변되는 트래픽 밀도에서도 요구되는 통신 신뢰도를 만족하도록 반영구 스케줄링을 조절할 수 있는 스케줄링 제어 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 기지정된 패킷 충돌 확률 한계보다 낮은 충돌 확률을 갖도록 반영구 스케줄링을 조절할 수 있는 스케줄링 제어 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치는 기지정된 센싱 구간 동안 다른 차량 단말에서 브로드캐스팅된 비콘 패킷을 분석하는 정보 수집부; 상기 정보 수집부에서 비콘 패킷의 전송 빈도를 나타내는 비콘 주파수와 수집된 자원 사용 상황 및 주변 차량에 대한 트래픽 밀도를 기반으로 기지정된 방식으로 충돌 확률을 계산하는 충돌 확률 연산부; 상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한 이하이면, 현재 설정된 비콘 주파수를 기지정된 변위 주파수 단위로 증가시켜 상기 충돌 확률 연산부로 전달하고, 상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수를 최대 비콘 주파수로 설정하는 최대 비콘 주파수 추출부; 및 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 동일한 자원 블록을 이용하여 패킷을 전송할 수 있는 횟수를 나타내는 SPS(Semi-Persistent Scheduling) 사이의 관계가 미리 시뮬레이션되어 저장되며, 저장된 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 SPS 사이의 관계에 기초하여 상기 최대 비콘 주파수에 대응하여 설정할 수 있는 SPS의 범위를 조절하는 SPS 범위 설정부를 포함한다.

[0015] 상기 스케줄링 제어 장치는 설정된 SPS 범위 구간에서 SPS를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 미리 지정된 기준 비콘 주파수에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 브로드캐스팅하는 비콘 전송부를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 비콘 전송부는 설정된 SPS 범위 구간에서 랜덤으로 SPS를 선택하고, 상기 최대 비콘 주파수가 상기 기준 비콘 주파수 이상인지 판별하여, 상기 기준 비콘 주파수 이상이면, 분석된 사용 가능한 후보 자원 블록 중 하나를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 상기 기준 비콘 주파수에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 브로드캐스팅하고, 상기 최대 비콘 주파수가 상기 기준 비콘 주파수 미만이면, 현재 SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값 미만인지 판별하고, SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값 미만이면, SPS 범위의 최소값을 기지정된 단위로 증가시켜 재선택하여, 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 브로드캐스팅할 수 있다.

[0017] 상기 비콘 전송부는 SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값이거나 그 이상인 경우, 자원 블록을 선택하고 선택된 자원

블록을 이용하여 비콘 패킷을 C-V2X 와 함께 DSRC 기반으로 하이브리드 브로드캐스팅할 수 있다.

[0018] 상기 비콘 전송부는 차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 중행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성할 수 있다.

[0019] 상기 충돌 확률 연산부는 비콘 패킷을 브로드캐스팅하는 송신 차량 단말(V_t)이 비콘 패킷을 브로드캐스팅하여 수신 차량 단말(V_r)로 비콘 패킷이 전송되는 과정에서 간섭 차량 단말(v_i)의 간섭에 의한 충돌이 발생할 수 있는 충돌 확률(δ_{COL})을 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{t,r}$), 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(v_i) 사이의 거리($d_{t,i}$) 및 간섭 차량 단말(v_i)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{i,r}$)를 기반으로, 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(v_i)이 동일한 서브 채널 및 서브 프레임의 동일 자원을 이용하여 비콘을 전송할 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)과 수신 차량 단말(V_r)이 낮은 신호대 간섭 잡음비(이하 SINR)로 인해 오류가 있는 비콘을 수신할 낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)의 곱으로 계산하여 획득할 수 있다.

[0020] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법은 기지정된 센싱 구간 동안 다른 차량 단말에서 브로드캐스팅된 비콘 패킷을 분석하는 단계; 비콘 패킷의 전송 빈도를 나타내는 비콘 주파수와 수집된 자원 사용 상황 및 주변 차량에 대한 트래픽 밀도를 기반으로 기지정된 방식으로 충돌 확률을 계산하는 단계; 상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한 이하이면, 현재 설정된 비콘 주파수를 기지정된 변위 주파수 단위로 증가시켜 상기 충돌 확률을 재계산하고, 상기 충돌 확률이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수를 최대 비콘 주파수로 설정하는 단계; 및 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 동일한 자원 블록을 이용하여 패킷을 전송할 수 있는 횟수를 나타내는 SPS(Semi-Persistent Scheduling) 사이의 관계가 미리 시뮬레이션되어 저장되며, 저장된 트래픽 밀도와 비콘 주파수 및 SPS 사이의 관계에 기초하여 상기 최대 비콘 주파수에 대응하여 설정할 수 있는 SPS의 범위를 조절하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치 및 방법은 차량 인터넷 통신 환경에서 어플리케이션에서 주기적으로 생성되는 비콘(또는 CAM) 주파수가 기지정된 통신 신뢰도를 만족할 수 있도록 하는 최대 비콘 주파수를 패킷 충돌 확률에 기초하여 계산하고, 계산된 최대 비콘 주파수에 따라 반영구 스케줄링을 적응적으로 조절함으로써 비콘 패킷에 대한 패킷 전송율을 향상시킨다. 또한 반영구적 스케줄링을 조절하기 어려운 경우, C-V2X 와 DSRC의 방식을 동시에 이용하는 하이브리드 기법으로 비콘 패킷을 전송할 수 있도록 하여 차량 인터넷 어플리케이션의 요구 전송율을 만족시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 차량 사물 통신의 일 예를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

도 3은 센싱 윈도우에서 검출된 자원 이용 상태의 일 예를 나타낸다.

도 4는 트래픽 밀도와 SPS에 따른 패킷 충돌 확률 변화를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

도 5는 트래픽 밀도와 최대 비콘 주파수 및 SPS 사이의 관계를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0024] 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.

- [0025] 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.
- [0026] 기존에도 C-V2X에서는 반영구 스케줄링(Semi-Persistent Scheduling: 이하 SPS)을 적용하여 비콘을 브로드캐스팅함으로써 충돌을 저감시키고 있다. 여기서 SPS는 각 차량 단말(110 ~ 113)이 패킷 전송시마다 빈번하게 자원을 예약하는 것을 방지하기 위해, 자원을 예약하여 이용할 수 있도록 하는 횟수를 나타낸다. 즉 차량 단말이 동일한 자원을 이용하여 CAM과 같은 비콘을 전송할 수 있는 횟수를 나타낸다. 따라서 각 차량 단말은 유향 자원을 판단하여 비콘 패킷 전송에 사용할 자원을 선택하고, 선택된 자원을 이용하여 CAM 또는 BSM과 같은 비콘 패킷을 SPS에 의해 지정되는 횟수만큼 전송하고, 이후 다른 유향 자원을 선택하여, SPS에 의해 지정되는 횟수만큼 전송하도록 구성된다. 이러한 SPS는 항시 주기적으로 전송되는 CAM이나 BSM 같은 비콘 패킷 전송에 적합하다.
- [0027] 이때 SPS는 특정 값으로 지정되지 않고, 지정된 비콘 주파수(λ)에 대응하는 범위 구간의 형태로 제공될 수 있으며, 각 차량은 설정된 범위 구간 중 임의의 값을 SPS로 선택하여 특정 자원으로 CAM 또는 비콘을 전송할 횟수를 설정할 수 있다.
- [0028] 일 예로 C-V2X 모드 4에서 비콘 주파수(λ)는 10, 20 및 50Hz 등으로 지정될 수 있으며, 각 비콘 주파수(λ)에 대응하는 SPS는 [5, 15], [10, 30] 및 [25, 75] 등의 범위 구간에서의 특정 값으로 설정될 수 있다. 이에 차량 단말은 비콘 주파수(λ)가 10Hz로 미리 지정된 경우, SPS는 [5, 15] 범위 구간 중 하나의 값으로 랜덤하게 선택될 수 있다.
- [0029] 그러나 이와 같이 비콘 주파수(λ)에 따른 SPS의 범위가 고정되어 지정되면, 주변 환경 변화를 적응적으로 반영하지 못한다는 한계가 있다. 이는 각 차량에서 전송된 비콘 충돌 확률이 주변 환경에 따라 크게 높아질 수 있어 KPI에서 요구되는 성능을 만족시킬 수 없는 결과를 초래한다.
- [0030] 따라서 주변 환경에 따라 SPS의 범위를 조절하여 비콘 충돌 확률을 저감시킴으로써, KPI에서 요구되는 성능을 만족시킬 수 있어야 한다.
- [0031] 여기서 C-V2X의 KPI에서 요구되는 사항으로는 최소 신뢰도, 최대 비콘 주파수(λ_{\max})의 한계값 및 최대 지연 시간 등이 포함될 수 있다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 3은 센싱 윈도우에서 검출된 자원 이용 상태의 일 예를 나타낸다.
- [0033] 도 2의 스케줄링 제어 장치(200)는 도 1과 같이 차량에 배치된 차량 단말(110 ~ 130)에 구비되는 구성으로, 각 차량 단말(110 ~ 130)의 SPS 범위를 주변 환경에 따라 적응적으로 조절할 수 있다. 특히 차량 인터넷 어플리케이션의 요구를 만족시킬 수 있는 최대 비콘 주파수를 획득하고, 획득된 최대 비콘 주파수를 기반으로 SPS 범위를 적응적으로 설정할 수 있다.
- [0034] 여기서는 일 예로 도 1의 차량 단말(110)에 구비되는 스케줄링 제어 장치(200)를 가정하여 설명하며, 이에 차량 단말(110)을 송신 차량 단말(V_t)라 하고, 나머지 차량 단말(111 ~ 113)을 수신 차량 단말(V_r)이라 할 수 있다. 또한 송신 차량 단말(V_t)로부터 기지정된 거리 이상 이격되어 도 1에서는 도시되지 않은 차량 단말 또는 수신 차량 단말(V_r) 중 적어도 하나가 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r) 사이에서 간섭을 유발할 수 있으며, 이를 간섭 차량 단말(V_i)이라 할 수 있다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 스케줄링 제어 장치(200)는 정보 수집부(210), 충돌 확률 연산부(220), 최대 비콘 주파수 추출부(230), SPS 범위 설정부(240) 및 비콘 전송부(250)를 포함할 수 있다.
- [0036] 우선 정보 수집부(210)는 최근 기지정된 센싱 구간 동안의 주변 차량 단말(111 ~ 113)들에서 전송된 CAM과 BSM 같은 비콘 패킷을 분석하여 주변 차량에 대한 정보를 획득한다. 여기서 정보 수집부(210)는 주변 기지정된 범위 이내에 위치하는 차량 단말에 대한 트래픽 밀도(β)를 획득할 수 있다.
- [0037] 정보 수집부(210)는 기지정된 센싱 구간 동안 수신된 비콘 패킷에 포함된 차량 식별자를 분석하여, 센싱 가능한 거리 내의 차량 수에 따라 트래픽 밀도(β)를 계산할 수 있다.

- [0038] 또한 정보 수집부(210)는 현재 이용되고 있는 자원 사용 상황을 분석하여 비콘 패킷 브로드캐스팅에 이용할 수 있는 가용 자원과 제외되어야 하는 자원을 확인할 수 있다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 정보 수집부(210)는 최근 기지정된 센싱 구간 동안의 자원 사용 상황을 분석한다. 여기서 센싱 구간은 일 예로 1000ms 로 설정될 수 있으나, 지정된 비콘 주파수(λ)에 따라 변경될 수 있다.
- [0040] 채널의 전체 자원은 기지정된 서브채널의 개수와 서브프레임의 길이에 따라 다수의 자원 블록으로 구분될 수 있으며, 정보 수집부(210)는 센싱 구간에 포함되는 다수의 자원 블록을 구분하여 감지하기 위해 센싱 윈도우(sensing windows)를 설정할 수 있다. 여기서 비콘 주파수(λ)가 10Hz이고, 센싱 구간이 1000ms 이면, 센싱 구간에는 각 서브채널당 100ms 길이의 10개($w = 10$)의 센싱 윈도우가 설정될 수 있다. 즉 센싱 윈도우의 개수(w)는 센싱 구간의 길이와 비콘 주파수(λ) 및 서브채널에 따라 결정될 수 있으며, 센싱 윈도우의 길이는 서브프레임 길이에 대응할 수 있다.
- [0041] 또한 차량 인터넷에서 수신 차량 단말(V_r)은 도 3에 도시된 바와 같이, 물리적 사이드 링크 공유 채널(physical side-link shared channels: PSSCH)을 통한 전송 블록(Transport Block: TB)과 물리적 사이드 링크 제어 채널(physical side-link control channels: PSCCH)을 통한 사이드링크 제어 정보(Sidelink Control Information: SCI)를 동일한 패킷으로 함께 수신해야 한다. 이에 도 3에서도 서브채널과 서브프레임에 의해 구분된 각 자원 블록에 TB와 SCI가 함께 포함되는 것으로 도시하였다.
- [0042] 정보 수집부(210)는 도 3에 도시된 바와 같이, 최근 기지정된 센싱 구간 동안 주변의 차량 단말로부터 수신된 비콘 패킷을 비콘 센싱 윈도우를 적용하여 분석한다. 정보 수집부(210)는 우선 센싱 구간 동안 수신된 비콘 패킷에 포함된 SCI 정보를 기반으로 각 차량 단말이 이미 사용 중인 자원 블록 및 사용 예정인 자원 블록을 전체 자원 블록에서 1차로 제외할 수 있다. 또한 정보 수집부(210)는 센싱 구간 동안, 서브채널별 RSRP (Reference Signal Received Power)의 평균값을 측정하고, 측정된 RSRP 평균값이 기지정된 문턱 RSRP를 초과하는 서브채널에 대응하는 자원을 2차로 추가 제외하여 제1 후보 자원 블록을 설정한다.
- [0043] 이때 정보 수집부(210)는 센싱 구간에서 1차 및 2차로 제외되고 남은 선택 가능한 자원 블록의 수(N_c)가 센싱 구간에 포함된 전체 자원 블록의 수(N)의 기지정된 비율(여기서는 일예로 20%) 이상이 되도록 문턱 RSRP를 조절할 수 있다. 일 예로 정보 수집부(210)는 선택 가능한 자원 블록의 수(N_c)가 전체 자원 블록의 수(N)의 20% 미만($N_c < 0.2N$)이면, 정보 수집부(210)는 문턱 RSRP를 3dB 만큼 증가시켜 다시 서브채널별 RSRP의 평균값을 측정하고, 측정된 RSRP 평균값이 기지정된 문턱 RSRP를 초과하는 서브채널에 대응하는 자원을 제외하여, 전체 자원 블록의 수(N)의 20% 이상 개수의 제1 후보 자원 블록을 설정할 수 있다.
- [0044] 한편 정보 수집부(210)는 전체 자원 블록의 수(N)에서 RSSI(Reserved Signal Strength Indicator)가 낮은 자원 블록으로부터 순차적으로 기지정된 비율(여기서는 일예로 20%)만큼의 자원 블록을 제2 후보 자원 블록으로 선택할 수 있다.
- [0045] 정보 수집부(210)는 제1 후보 자원 블록 중 하나의 자원 블록 또는 제2 후보 자원 블록 중 하나의 자원 블록을 선택할 수도 있으나, 제1 후보 자원 블록에 대해 RSSI이 낮은 자원 블록을 선택하여 제2 후보 자원 블록을 선택할 수도 있다.
- [0046] 추가적으로 정보 수집부(210)는 차량 단말이 구비된 차량의 각종 센서에서 전송되는 센싱 신호를 인가받아, 차량 주행 정보를 획득하고, 획득된 차량 주행 정보를 비콘 전송부(250)로 전달할 수 있다.
- [0047] 충돌 확률 연산부(220)는 비콘 주파수(λ)에 따른 충돌 확률(δ_{COL})을 계산한다. 이때, 충돌 확률 연산부(220)는 정보 수집부(210)에서 수집된 자원 사용 상황에 따른 충돌 확률(δ_{COL})을 계산할 수 있다. 또한 충돌 확률 연산부(220)는 기지정된 비콘 주파수 범위(일예로 [1, 20]) 중 최소 값을 초기 비콘 주파수(λ_0)로 설정하여 충돌 확률(δ_{COL})을 계산할 수 있다.
- [0048] 충돌 확률 연산부(220)는 송신 차량 단말(V_t)이 비콘을 브로드캐스팅하여 수신 차량 단말(V_r)로 비콘이 전송되는 과정에서 간섭 차량 단말(v_i)이 비콘을 전송하여 간섭에 의한 충돌이 발생할 수 있는 충돌 확률(δ_{COL})을 수학적 1에 따라 계산한다.

수학식 1

$$\delta_{COL}(d_{t,r}, d_{t,i}, d_{i,r}) = P_{SIM}(d_{t,i}) \cdot P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$$

여기서 $d_{t,r}$, $d_{t,i}$, 및 $d_{i,r}$ 은 각각 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리, 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(v_i) 사이의 거리 및 간섭 차량 단말(v_i)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리를 나타낸다. 그리고 $P_{SIM}(d_{t,i})$ 은 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(v_i)이 동일한 서브 채널 및 서브 프레임의 동일 자원을 이용하여 비콘을 전송할 확률을 나타내고, $P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 수신 차량 단말(V_r)이 낮은 신호대 간섭 잡음비(이하 SINR)로 인해 오류가 있는 비콘을 수신할 확률을 나타낸다. 여기서 SINR은 수신 전력(received power)(P_r)과 간섭 전력(interference power)(P_i)의 확률 밀도 함수(probability density function: 이하 PDF)의 교차 상관을 이용하여 계산될 수 있다.

따라서 수학식 1의 충돌 확률(δ_{COL})을 계산하기 위해서는 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)과 낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 각각 계산해야 한다.

우선 낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 계산하기 위해서는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률(δ_{PRO})을 계산해야 하며, 패킷 손실 확률(δ_{PRO})은 수학식 2에 따라 계산될 수 있다.

수학식 2

$$\delta_{PRO}(d_{t,r}) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} P_{BL}(j) \cdot f_{SINR|P_r > P_{th}, d_{t,r}}(j)$$

여기서 P_{BL} 은 블록 오류율(block error rate)로 SNR의 값에 따라 시뮬레이션을 통해 미리 획득되는 값으로서, 표 1과 같이 획득될 수 있다.

표 1

SNR (dB)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
P_{BL}	1	0.9	0.7	0.4	0.13	0.045	0.017	0.007	0.001	0.001	0.001

표 1에서는 패킷 크기가 190byte이고, MCS가 0.7 코딩율의 QPSK이고, 차량 상대 속도가 280Km/h 인 NLOS(non-line-of-sight)환경에서 SNR에 따른 블록 오류율(P_{BL})을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

한편, $f_{SINR|P_r > P_{th}, d_{t,r}}(j)$ 은 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r) 사이의 거리($d_{t,r}$)에서, 수신 신호 전력(P_r)이 송신 차량 단말(V_t)이 주변 차량에서 전송된 패킷을 센싱할 수 있는 센싱 문턱 전력(P_{th})보다 큰

SINR의 PDF를 나타내며, $f_{SINR|P_r > P_{th}, d_{t,r}}(j) = \begin{cases} \frac{f_{SNR, d_{t,r}}(j)}{1 - \delta_{SEN}} & \text{if } P_r > P_{th} \\ 0 & \text{if } P_r \leq P_{th} \end{cases}$ 로 설정될 수 있다.

여기서 $f_{SNR, d_{t,r}}(j)$ 은 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r) 사이의 거리($d_{t,r}$)에서, 수신 신호 전력(P_r)이

송신 차량 단말(V_t)이 주변 차량에서 전송된 패킷을 센싱할 수 있는 문턱 전력(P_{th})보다 큰 SNR의 PDF를 나타내고, δ_{SEN} 은 오수신 확률로서 송신 차량 단말(V_t)이 주변 차량으로부터 수신한 패킷의 수신 전력(P_r)이 센싱 문턱 전력(P_{th})보다 낮은 확률을 나타낸다.

[0059] 오수신 확률(δ_{SEN})은 수학식 3으로 계산될 수 있다.

수학식 3

$$\delta_{SEN} = \frac{1}{2} \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{P_t - P_{PL}(d_{t,r}) - P_{th}}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right\}$$

[0060]

여기서 erf는 가우스 오류 함수(Gauss error function)이고, P_t 는 전송 전력(transmission power), $P_{PL}(d_{t,r})$ 은 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_r)사이의 거리($d_{t,r}$)에 따른 경로 손실을 나타내고, σ 는 로그 정규 랜덤 분포에 따른 분산을 나타낸다.

[0062] 그리고 센싱 확률($P_{SEN}, d_{t,r}$)은 수학식 3으로부터 수학식 4로 계산될 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned} P_{SEN}(d_{t,r}) &= 1 - \delta_{SEN} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \operatorname{erf} \left(\frac{P_t - P_{PL}(d_{t,r}) - P_{th}}{\sigma \cdot \sqrt{2}} \right) \right\} \end{aligned}$$

[0063]

이에 간섭 차량 단말(V_i)에 의한 간섭 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으로 패킷을 수신할 확률($P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식 5에 따라 획득할 수 있다.

수학식 5

$$P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} P_{BL}(j) \cdot f_{SINR|P_r > P_{th}, d_{t,r}, d_{i,r}}(j)$$

[0065]

낮은 SINR 비론 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)은 수학식 5의 패킷 수신 확률($P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$)에 수학식 2의 패킷 손실 확률(δ_{PRO})을 반영하여, 수학식 6으로 획득될 수 있다.

수학식 6

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

[0067]

[0068] 한편, 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)은 수학식 7에 따라 획득할 수 있다.

수학식 7

$$P_{SIM}(d_{t,i}) = P_s(d_{t,i}) \frac{C_c(d_{t,i})}{N_c^2}$$

여기서 $P_s(d_{t,i})$ 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 서로 브로드캐스팅한 비콘 패킷을 센싱할 수 있는 상호 센싱 확률로서, SPS에 따라 수학식 8로 계산될 수 있다.

수학식 8

$$P_s(d_{t,i}) = 1 - (1 - 1/S) \cdot P_{SEN}(d_{t,i})$$

여기서 센싱 확률($P_{SEN}, d_{t,i}$)은 수학식 4와 유사하게 계산될 수 있다.

그리고 N_c 는 기지정된 크기의 센싱 윈도우 크기에 대응하는 전체 N 개의 자원 중 사용 가능한 후보 자원 개수로써, 상기한 바와 같이, 일예로 전체 자원 수(N)의 20%에 해당하므로, $N_c = 0.2N$ 으로 계산될 수 있다. 그리고 C_c 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 중첩하여 사용하려고 시도하는 후보 자원의 수를 나타내며, 수학식 9로 계산될 수 있다.

수학식 9

$$C_c(d_{t,i}) = C_A(d_{t,i}) \left(\frac{N_c}{N_A} \right)^2$$

수학식 9에서 N_A 는 사용 가능한 후보 자원 개수이고, C_A 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 공통으로 사용 가능한 공통 자원 수로서, $C_A(d_{t,i}) = N - 2N_E + C_E(d_{t,i})$ 로 계산될 수 있다. C_E 는 공통 후보 자원 수(C_A)에서 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 패킷 전송 시에 충돌을 방지하기 위해 제외해야 공통 자원의 수로서 수학식 10으로 계산될 수 있다.

수학식 10

$$C_E(d_{t,i}) = \frac{R_{PSR}(d_{t,i})}{R_0} \left(\frac{\beta N_e R_0}{S_{PSR}} - \frac{(N_e)^2}{N} \right) + \frac{(N_e)^2}{N}$$

여기서 $R_{PSR}(d_{t,i})$ 는 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i) 사이의 거리($d_{t,i}$)에서 패킷 센싱률(Packet Sensing Ratio: PSR) 함수의 자기 상관으로 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 상호 패킷을 감지할 수 있다고

가정하고, $R_0 = R_{PSR}(0)$ 이며, S_{PSR} 은 주변 차량 수로서, $S_{PSR} = \beta \cdot \sum_{i=-\infty}^{+\infty} PSR(i)$ 로 계산될 수 있다.

그리고 N_e 는 전체 N 개의 자원 블록 중 후보 자원 블록에서 제외되는 자원 블록의 개수를 나타낸다.

다만, 상기한 바와 같이, 정보 수집부(210)가 제1 후보 자원 블록과 제2 후보 자원 블록을 각각 획득하는 경우, 동일 자원 전송 확률($P_{SIM}(d_{t,i})$)은 수학식 11과 같이 제1 후보 자원 블록과 제2 후보 자원 블록에 대해 구분되어

계산될 수 있다.

수학식 11

$$P_{SIM}(d_{t,i}) = \alpha \cdot P_{SIM1} + (1 - \alpha) \cdot P_{SIM2}$$

여기서 P_{SIM1} 과 P_{SIM2} 는 각각 송신 차량 단말(V_t)과 간섭 차량 단말(V_i)이 제1 후보 자원 블록 및 제2 후보 자원 블록에서 동일한 자원 블록을 선택할 제1 및 제2 동일 자원 전송 확률을 나타내고, α 는 전체 N개의 자원 블록 중 제1 후보 자원 블록에서 제외되는 자원 블록의 비율을 나타내는 채널 혼잡율(channel busy rate)(R_{busy})에 따라 설정되는 조절 파라미터로서, 일 예로 채널 혼잡율(R_{busy})의 값에 따라

$$\alpha = \begin{cases} 0 & \text{if } R_{busy} < 0.2 \\ 2 \cdot R_{busy} - 0.4 & \text{if } 0.2 \leq R_{busy} \leq 0.7 \\ 1 & \text{if } R_{busy} > 0.7 \end{cases} \quad \text{로 설정될 수 있다.}$$

그리고 P_{SIM1} 과 P_{SIM2} 는 각각 $P_{SIM1} = P_s(d_{t,i}) \frac{c_c(d_{t,i})}{N_c^2}$ 와 $P_{SIM2} = P_s(d_{t,i}) \frac{c_c(d_{t,i})}{N_c^2}$ 에 따라 계산될 수 있다. 즉 P_{SIM1} 과 P_{SIM2} 는 수학식 7에 따라 계산될 수 있다.

충돌 확률 연산부(220)가 수학식 1에 따라 충돌 확률(δ_{COL})을 계산하면, 최대 비콘 주파수 추출부(230)는 비콘 주파수(λ)에 따라 계산된 충돌 확률(δ_{COL})이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,max}$) 이하인지 판별한다. 여기서 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,max}$)은 차량 인터넷 어플리케이션의 KPI에 의해 요구되는 패킷 전송율에 따라 미리 지정될 수 있다.

만일 계산된 충돌 확률(δ_{COL})이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,max}$) 이하이면, 최대 비콘 주파수 추출부(230)는 비콘 주파수(λ)를 기지정된 변위 주파수(Δ_{freq}) 단위로 증가시켜, 충돌 확률 연산부(220)로 전달할 수 있다. 이에 충돌 확률 연산부(220)는 최대 비콘 주파수 추출부(230)에서 전달되는 비콘 주파수(λ)에 대응하는 충돌 확률(δ_{COL})을 반복적으로 계산하여 최대 비콘 주파수 추출부(230)로 전달한다.

그리고 최대 비콘 주파수 추출부(230)는 충돌 확률 연산부(220)에서 계산된 충돌 확률(δ_{COL})이 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,max}$)을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수(λ)를 최대 비콘 주파수(λ_{max})로 설정하여 출력한다.

즉 최대 비콘 주파수 추출부(230)는 충돌 확률(δ_{COL})이 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,max}$) 이내의 범위에서 비콘 주파수(λ)를 반복 증가시켜, 최대 비콘 주파수(λ_{max})를 검출할 수 있다.

SPS 범위 설정부(240)는 트래픽 밀도(β)와 비콘 주파수(λ) 및 SPS 사이의 관계가 미리 시뮬레이션되어 저장되고, 최대 비콘 주파수 추출부(230)로부터 최대 비콘 주파수(λ_{max})가 인가되면 현재 트래픽 밀도(β)와 최대 비콘 주파수(λ_{max})에 대응하여 SPS의 범위 구간을 조절하여 설정한다.

도 4는 트래픽 밀도(β)와 SPS에 따른 패킷 충돌 확률 변화를 시뮬레이션한 결과를 나타내고, 도 5는 트래픽 밀도(β)와 최대 비콘 주파수(λ_{max}) 및 SPS 사이의 관계를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

도 4 및 도 5에서 (a) 내지 (c)는 각각 송신 차량 단말(V_t)과 수신 차량 단말(V_i) 사이의 거리($d_{t,r}$)가 200m, 400m 및 600m 인 경우를 나타낸다.

도 4에 도시된 바와 같이, 패킷 충돌 확률은 트래픽 밀도(β)와 SPS에 따라 가변된다. 이로 인해, 트래픽 밀도(β)와 최대 비콘 주파수(λ_{max}) 및 SPS 사이의 관계 또한 도 5와 같이 시뮬레이션 될 수 있다. 도 5에서 노란색 평면은 특정 트래픽 밀도(β)에서 최대 비콘 주파수(λ_{max})가 기지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref} , 여기서는 일 예로 10Hz), 이상인 경우에 선택될 수 있는 SPS의 최소값을 나타낸다.

- [0090] 이에 SPS 범위 설정부(240)는 트래픽 밀도(β)와 최대 비콘 주파수(λ_{\max})에 대응하는 SPS 범위를 설정할 수 있다. 즉 기존에는 10Hz의 비콘 주파수(λ)에 대응하는 SPS 범위 구간이 [5, 15]로 고정되는 반면, 본 실시예에서 SPS 범위 설정부(240)는 트래픽 밀도(β)와 최대 비콘 주파수(λ_{\max})에 따라 SPS 범위 구간을 [8, 15] 또는 [10, 15]와 같이 변경할 수 있다. 이 경우 SPS 범위는 기존의 SPS 범위 구간 이내에서 변경될 수 있다.
- [0091] SPS 범위 설정부(240)가 최대 비콘 주파수 추출부(230)에 대응하여 SPS 범위를 조절하는 것은, 자원 블록을 재선택하는 빈도를 줄임으로써 패킷 충돌 확률이 줄어들도록 하기 위해서이다.
- [0092] 비콘 전송부(250)는 SPS 범위 설정부(240)에서 설정된 SPS 범위 구간에서 랜덤으로 SPS를 선택한다. 그리고 정보 수집부(210)에서 분석된 사용 가능한 후보 자원 블록 중 하나를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 기 지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref})에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 브로드캐스팅한다. 즉 비콘 전송부(250)는 미리 지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref})에 따라 비콘 패킷을 특정 자원 블록으로 전송하고, 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷이 전송되면, 다시 후보 자원 블록을 확인하여 하나의 자원 블록을 선택하여 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 브로드캐스팅할 수 있다. 이때 다시 선택되는 자원 블록은 이전 선택된 자원 블록과 상이한 자원일 수도 있으나 동일한 자원일 수도 있다.
- [0093] 경우에 따라서 비콘 전송부(250)는 C-V2X와 DSRC 를 하이브리드 방식으로 이용하여 비콘 패킷을 브로드캐스팅할 수도 있다.
- [0094] 비콘 전송부(250)는 우선 최대 비콘 주파수(λ_{\max})가 기지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref}) 이상이면, 우선 C-V2X를 기반으로 비콘 패킷을 브로드캐스팅할 수 있다. 그러나 최대 비콘 주파수(λ_{\max})가 기준 비콘 주파수(λ_{ref}) 미만이면, 현재 SPS 범위의 최소값이 기지정된 SPS 범위의 최대값인 최대 SPS(SPS_{\max}) 이하인지 판별한다. 그리고 SPS 범위의 최소값이 최대 SPS(SPS_{\max}) 이하이면, SPS 범위의 최소값을 기설정된 SPS 범위 이내에서 기지정된 단위로 증가시킨다. 그러나 만일 SPS 범위의 최소값이 최대 SPS(SPS_{\max})으로 설정되었음에도, 최대 비콘 주파수(λ_{\max})가 기준 비콘 주파수(λ_{ref}) 미만이면, C-V2X와 DSRC 방식으로 서로 다른 채널을 이용하여 동시에 전송할 수 있다. 즉 비콘 전송부(250)는 C-V2X와 DSRC 에 대한 하이브리드 방식으로 비콘 패킷을 브로드캐스팅 할 수 있다.
- [0095] 이때, 비콘 전송부(250)는 차량에 구비된 각종 센서에서 전송되는 센싱 신호를 인가받아 차량 주행 정보를 획득하여, CAM 또는 BSM과 같은 비콘 패킷을 생성하여 브로드캐스팅할 수 있다. 또한 상기한 바와 같이 정보 수집부(210)에서 차량 주행 정보가 생성되어 인가되면, 인가된 차량 주행 정보로부터 비콘 패킷을 생성하여 브로드캐스팅할 수 있다.
- [0096] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법을 나타낸다.
- [0097] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 스케줄링 제어 방법은 우선 차량에 구비된 차량 단말이 기지정된 센싱 구간 동안 다른 단말에서 전송된 CAM 또는 BSM과 같은 비콘 패킷을 수신하여 분석한다(S11). 여기서 센싱 구간 동안 수신된 비콘 패킷을 분석을 통해 주변 차량에 대한 트래픽 밀도(β)를 획득할 수 있다. 또한 트래픽 밀도(β) 이외에도 현재 이용되고 있는 자원 사용 상황을 분석하여 비콘 패킷 브로드캐스팅에 이용할 수 있는 가용 자원과 제외되어야 하는 자원을 확인할 수도 있다.
- [0098] 그리고 기지정된 비콘 주파수 범위(일예로 [1, 20]) 중 최소 값을 초기 비콘 주파수(λ_0)로 설정한다(S12). 이후, 설정된 초기 비콘 주파수(λ)를 기반으로 충돌 확률(δ_{COL})을 계산한다(S13).
- [0099] 그리고 계산된 충돌 확률(δ_{COL})이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,\max}$) 이하인지 판별한다(S14). 여기서 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,\max}$)은 차량 인터넷 어플리케이션의 KPI에 의해 요구되는 패킷 전송율에 따라 미리 지정될 수 있다.
- [0100] 만일 계산된 충돌 확률(δ_{COL})이 기지정된 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,\max}$) 이하이면, 현재 설정된 비콘 주파수(λ)를 기지정된 변위 주파수(Δ_{freq}) 단위로 증가시킨다(S15). 그리고 증가된 비콘 주파수(λ)를 기반으로 충돌 확률(δ_{COL})을 다시 계산하여, 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,\max}$) 이하인지 판별한다(S14).

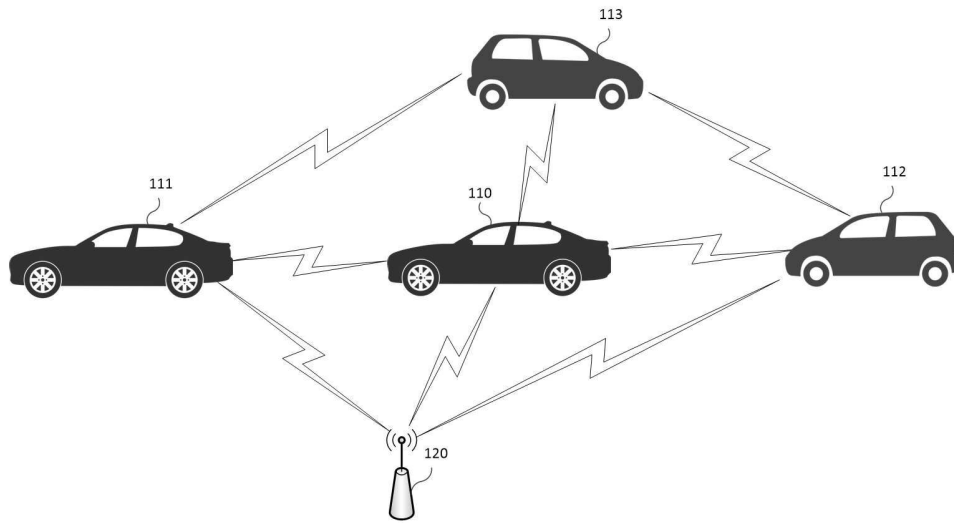
- [0101] 그러나 충돌 확률(δ_{COL})이 패킷 충돌 확률 상한($P_{c,max}$)을 초과하면, 이전 설정된 비콘 주파수(λ)를 최대 비콘 주파수(λ_{max})로 설정한다(S16).
- [0102] 그리고 트래픽 밀도(β)와 비콘 주파수(λ) 및 SPS 사이의 관계가 미리 시뮬레이션된 결과를 기반으로 트래픽 밀도(β)와 최대 비콘 주파수(λ_{max})에 대응하는 SPS 범위 구간의 최소값을 설정한다(S17).
- [0103] SPS 범위 구간의 최소값이 설정되면, 설정된 SPS 범위 구간 내에서 랜덤하게 SPS를 선택한다(S18). 그리고 최대 비콘 주파수(λ_{max})가 기지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref}) 이상인지 판별한다(S19). 만일 최대 비콘 주파수(λ_{max})가 기지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref}) 이상이면, 분석된 사용 가능한 후보 자원 블록 중 하나를 선택하고, 선택된 자원 블록을 이용하여 기준 비콘 주파수(λ_{ref})에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 브로드캐스팅한다(S20).
- [0104] 반면, 최대 비콘 주파수(λ_{max})가 기준 비콘 주파수(λ_{ref}) 미만이면, 현재 SPS의 최소값이 기지정된 SPS 범위의 최대값인 최대 SPS(SPS_{max}) 미만인지 판별한다(S21). 그리고 SPS의 최소값이 최대 SPS(SPS_{max}) 미만이면, SPS를 기지정된 단위로 증가시켜 재선택한다(S22). 그리고 변경된 SPS 범위를 기반으로 자원 블록을 선택하고, 지정된 기준 비콘 주파수(λ_{ref})에 따른 빈도로 선택된 SPS 횟수만큼 비콘 패킷을 C-V2X를 기반으로 브로드캐스팅한다(S20).
- [0105] 그러나 SPS가 설정된 SPS 범위의 최대값(SPS_{max})이거나 그 이상인 경우, 자원 블록을 선택하고 선택된 자원 블록을 이용하여 비콘 패킷을 C-V2X와 함께 DSRC 기반으로 브로드캐스팅한다(S23). 이때, C-V2X와 DSRC에서는 서로 다른 채널로 브로드캐스팅할 수 있다.
- [0106] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 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.
- [0107] 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.
- [0108] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

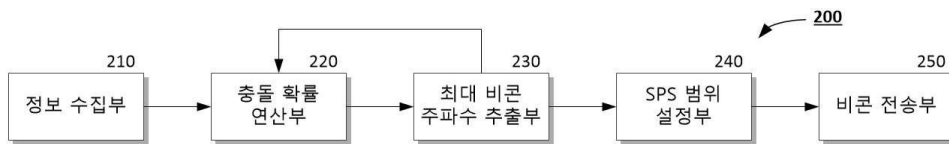
- [0109]
- | | |
|-----------------|--------------------|
| 200: 스케줄링 제어 장치 | 210: 정보 수집부 |
| 220: 충돌 확률 연산부 | 230: 최대 비콘 주파수 추출부 |
| 240: SPS 범위 설정부 | 250: 비콘 전송부 |

도면

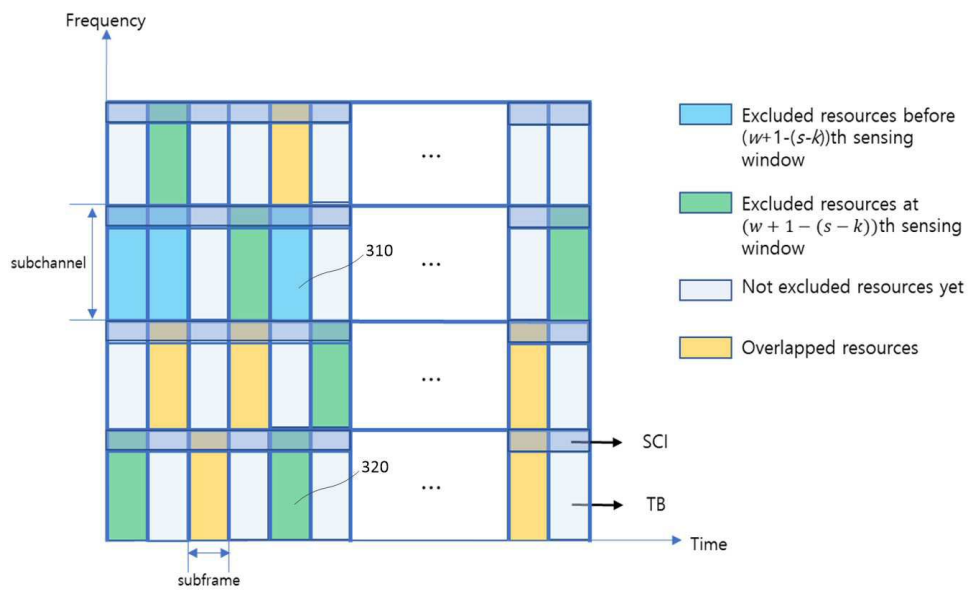
도면1



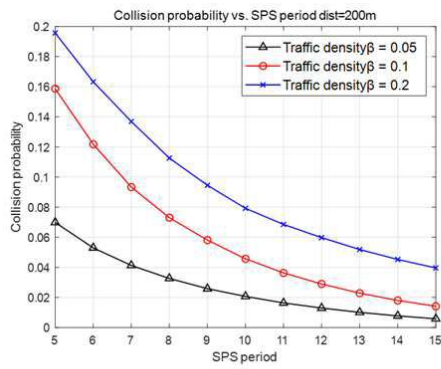
도면2



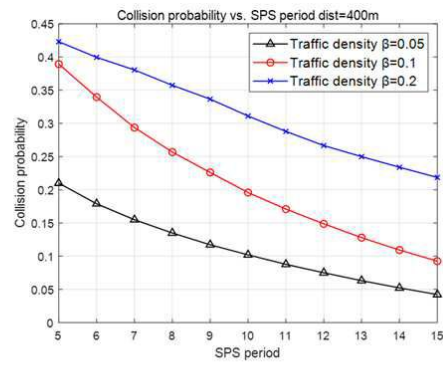
도면3



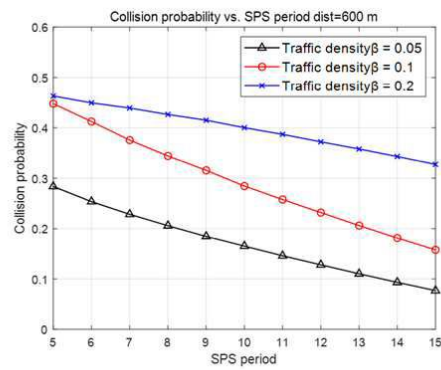
도면4



(a)

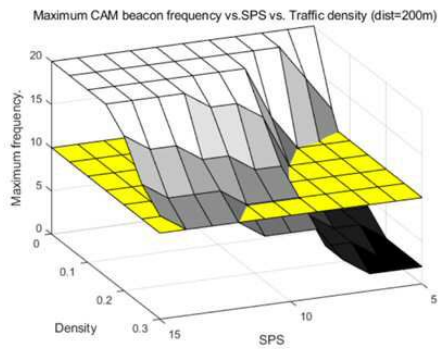


(b)

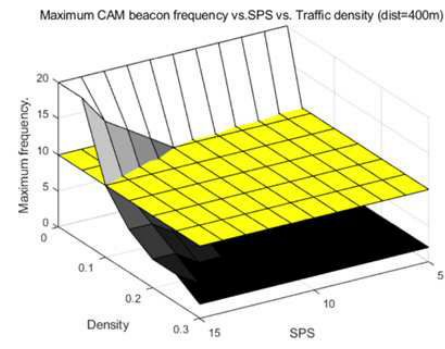


(c)

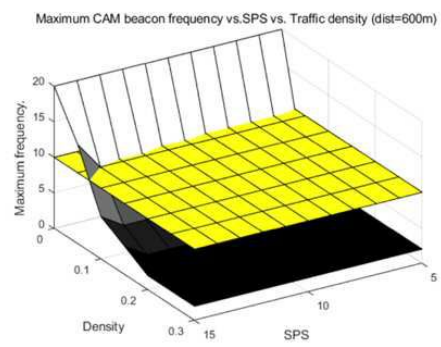
도면5



(a)

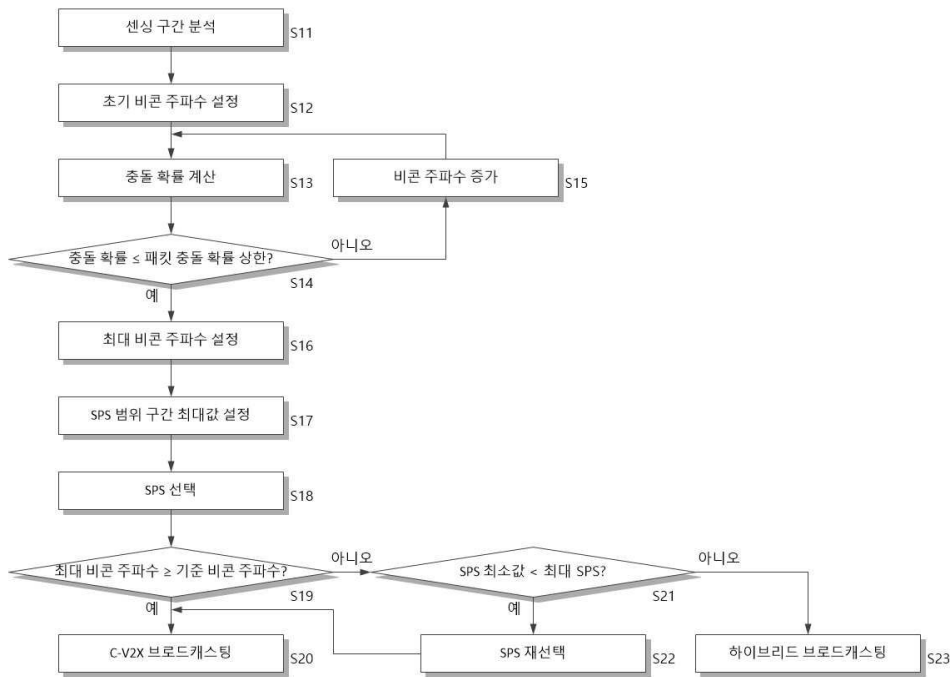


(b)



(c)

도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

제2항에 있어서, 상기 비콘 전송부는

차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 중행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

【변경후】

제2항에 있어서, 상기 비콘 전송부는

차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 주행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제6항에 있어서, 상기 충돌 확률 연산부는

낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

(여기서 $P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 간섭 차량 단말(V_i)에 의한 간섭 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으

로 패킷을 수신할 확률을 나타내고, δ_{PRO} 는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률을 나타낸다.

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

【변경후】

제6항에 있어서, 상기 충돌 확률 연산부는

낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

(여기서 $P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 간접 차량 단말(V_i)에 의한 간접 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으로 패킷을 수신할 확률을 나타내고, δ_{PRO} 는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률을 나타낸다.)

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 장치.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

제13항에 있어서, 상기 스케줄링 제어 방법은

상기 브로드캐스팅하는 단계 이전, 차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 주행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성하는 단계를 더 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

【변경후】

제13항에 있어서, 상기 스케줄링 제어 방법은

상기 브로드캐스팅하는 단계 이전, 차량에 구비된 다수의 센서로부터 전송된 센싱 신호로부터 획득된 차량 주행 정보를 기지정된 규격의 CAM(Cooperative Awareness Message) 또는 BSM(Basic Safety Message)으로 변환하여 상기 비콘 패킷을 생성하는 단계를 더 포함하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18

【변경전】

제16항에 있어서, 상기 충돌 확률을 계산하는 단계는

낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

(여기서 $P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 간접 차량 단말(V_i)에 의한 간접 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으로 패킷을 수신할 확률을 나타내고, δ_{PRO} 는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률을 나타낸다.

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.

【변경후】

제16항에 있어서, 상기 충돌 확률을 계산하는 단계는

낮은 SINR 비콘 수신 확률($P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r})$)을 수학식

$$P_{INT}(d_{t,r}, d_{i,r}) = \frac{P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r}) - \delta_{PRO}(d_{t,r})}{1 - \delta_{PRO}}$$

(여기서 $P_{SINR}(d_{t,r}, d_{i,r})$ 은 간섭 차량 단말(V_i)에 의한 간섭 환경에서 수신 차량 단말(V_r)이 채널의 SINR을 기반으로 패킷을 수신할 확률을 나타내고, δ_{PRO} 는 전파 효과(propagation effects)로 인한 패킷 손실 확률을 나타낸다.)

에 따라 계산하는 차량 인터넷을 위한 스케줄링 제어 방법.