(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0178545
(43) 공개일자 2024년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/34 (2009.01) *H04W 28/02* (2009.01)
H04W 4/40 (2018.01) *H04W 52/24* (2009.01)
H04W 52/26 (2009.01) *H04W 92/18* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 52/343 (2013.01)
H04W 28/0289 (2023.05)
(21) 출원번호 10-2023-0080532
(22) 출원일자 2023년06월22일
심사청구일자 2023년06월22일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
장경희
서울특별시 마포구 백범로 205, 101동 1110호(신공덕동, 마포펜트라우스)
전가웨
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(74) 대리인
양성보

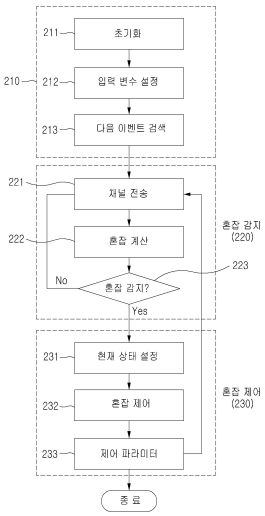
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법 및 시스템**

(57) 요 약

5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법은 채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 단계 및 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H04W 4/40 (2020.05)
H04W 52/241 (2013.01)
H04W 52/242 (2013.01)
H04W 52/26 (2013.01)
H04W 92/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193427
과제번호	2021-0-01140
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	자율주행기술개발혁신사업(R&D)
연구과제명	[Ezbaro] 초고속 V2X 통신기반 자율주행 서비스 기술 개발(3차년도)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자기술연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 단계; 및

채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계

를 포함하는 하이브리드 전력-전송율 관리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 단계는,

전송된 채널을 수신하는 복수의 사용자 단말 간의 거리에 따른 현재 경로 손실을 구하고,

채널 혼잡을 감지하고자 하는 해당 시간에서의 사용자 단말의 전송 전력, 사용자 단말의 목표 인식 범위, 사용자 단말의 목표 인식 비율 및 쉐도잉(Shadowing) 계수를 이용하여 상기 CBR을 계산하고, 복수의 사용자 단말에서 필요한 수신 전력을 계산하는

하이브리드 전력-전송율 관리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계는,

전송 전력 제어(Transmission Power Control; TPC) 및 전송 속도 제어(Trans mission Rate Control; TRC) 통합하여 상기 계산된 CBR을 수렴 범위 내에 유지하도록 CBR 및 신호 전송 거리를 포함하는 추가 매개변수를 통합하여 동일한 상태를 경험하는 사용자 단말에 자원을 할당하는

하이브리드 전력-전송율 관리 방법.]

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계는,

상기 감지된 채널 혼잡 정도에 따라 각 인접 사용자 단말 간에 필요한 전송 전력을 오름차순으로 정렬하고 사용자 단말의 목표 인식 비율을 충족하는 가장 작은 값을 갖는 전송 전력을 다음 전송 전력으로 선택하고,

사용자 단말의 상태 전환은 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 공동으로 결정되며, 각 사용자 단말이 트리거 이벤트를 감지하면, 현재 채널 조건에 따라 전송 전력 및 전송률을 할당하고, 상기 CBR에 따라 전송율을 조정하는

하이브리드 전력-전송율 관리 방법.

청구항 5

분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널

상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 채널 혼잡 감지부; 및

상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 채널 혼잡 제어부

를 포함하는 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 채널 혼잡 감지부는,

전송된 채널을 수신하는 복수의 사용자 단말 간의 거리에 따른 현재 경로 손실을 구하고,

채널 혼잡을 감지하고자 하는 해당 시간에서의 사용자 단말의 전송 전력, 사용자 단말의 목표 인식 범위, 사용자 단말의 목표 인식 비율 및 쉐도잉(Shadowing) 계수를 이용하여 상기 CBR을 계산하고, 복수의 사용자 단말에서 필요한 수신 전력을 계산하는

하이브리드 전력-전송율 관리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 채널 혼잡 제어부는,

전송 전력 제어(Transmission Power Control; TPC) 및 전송 속도 제어(Transmission Rate Control; TRC) 통합하여 상기 계산된 CBR을 수렴 범위 내에 유지하도록 CBR 및 신호 전송 거리를 포함하는 추가 매개변수를 통합하여 동일한 상태를 경험하는 사용자 단말에 자원을 할당하는

하이브리드 전력-전송율 관리 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 채널 혼잡 제어부는,

상기 감지된 채널 혼잡 정도에 따라 각 인접 사용자 단말 간에 필요한 전송 전력을 오름차순으로 정렬하고 사용자 단말의 목표 인식 비율을 충족하는 가장 작은 값을 갖는 전송 전력을 다음 전송 전력으로 선택하고,

사용자 단말의 상태 전환은 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 공동으로 결정되며, 각 사용자 단말이 트리거 이벤트를 감지하면, 현재 채널 조건에 따라 전송 전력 및 전송률을 할당하고, 상기 CBR에 따라 전송율을 조정하는

하이브리드 전력-전송율 관리 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 커넥티드 차량이 점점 더 보편화됨에 따라 교통 흐름을 효율적으로 관리하는 것이 혼잡을 방지하는 데 중요하다. 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation Systems; ITS) 및 V2X(Vehicle-to-Everything) 통신은 효과적이고 안전하며 지속 가능한 교통을 달성하는 데 중요한 역할을 한다. 특히 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신은 근접 차량 간의 직접적이고 신뢰할 수 있는 통신을 용이하게 하는 주목할 만한 솔루션으로 부상했다, 기지국이나 셀룰러 네트워크가 필요하지 않다. 5G-NR-V2X 사이드 링크 네트워크 내의 통신을 감독하는 것은 장점에도 불구하고 차량 교통의 동적 특성과 혼잡 가능성으로 인해 과제를 야기한다. 공정성과 안정성을 유지하면서

네트워크 자원 활용을 최적화하는 것을 목표로 하는 DCC(Distributed Congestion Control) 알고리즘을 포함하여 이러한 과제를 해결하기 위한 다양한 혼잡 제어 방법이 제안되었다. ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에 의해 표준화된 계층 간 메커니즘인 DCC는 ITS 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 그러나 네트워크 활용률 향상, 패킷 손실 최소화, 공평한 대역폭 할당 측면에서 성능을 향상시킬 수 있는 잠재력이 남아 있다.

[0003] ITS 상황에서 협력 인식 메시지(Cooperative Awareness Messages; CAM)와 이벤트 트리거 분산 환경 알림 메시지(Decentralized Environmental Notification Messages; DENM)의 교환은 중요한 역할을 한다. 주기적으로 방송되는 CAM은 차량 위치, 속도, 가속 및 기타 관련 데이터와 같은 필수 정보를 전달하며, 이는 안전 및 교통 효율 애플리케이션에 중요하다. 위험한 도로 상황을 신속하게 해결하기 위해 DENM도 필요하다. CAM과 DENM은 모두 제어 채널(Control Channel; CCH)을 통해 전송된다. 그러나 공유 제어 채널을 사용하면 차량 밀도가 높은 시나리오에서 무선 정체가 발생할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 DCC 프레임워크가 제어 채널 혼잡을 완화하기 위한 솔루션으로 도입되었다. DCC 프레임워크는 정기 메시지의 메시지 속도, 전송 강도 및 데이터 속도를 조절하여 이를 달성한다. 교차 계층 메커니즘으로 작동하는 DCC는 네트워크 계층과 MAC 계층 모두에서 정체 제어를 포함하며, 물리적 계층과 네트워크 계층의 정보를 활용하여 정체를 효과적으로 관리한다. 이 프로토콜은 슬라이딩 윈도우 메커니즘을 사용하여 네트워크 정체 수준에 따라 윈도우 크기를 동적으로 조정한다. DCC 프로토콜은 혼잡 제어를 관리하기 위한 두 가지 다른 접근 방식을 특징으로 한다: 적응형과 반응형이다.

[0004] 도 1은 종래기술에 따른 반응적 접근 방식의 일반적인 개요를 나타내는 도면이다.

[0005] ETSI에 의해 규정된 DCC 적응형 방식은 네트워크 조건의 실시간 평가를 기반으로 DCC 매개변수를 적응적으로 조정한다. 이 방법은 수집된 메트릭을 사용하여 현재 네트워크 정체 상태를 평가함으로써 평가 결과에 따라 통신 매개변수를 수정한다. 대조적으로, DCC 반응형 방식은 도 1과 같이 특정 네트워크 이벤트 또는 트리거에 대응하도록 설계되었다. DCC 적응형 방식과 같은 실시간 네트워크 조건을 기반으로 통신 매개변수를 사전에 모니터링하고 조정하는 대신, DCC 반응형 방식은 사전 정의된 규칙 또는 정책 집합을 통해 작동한다. 트리거 이벤트를 감지하면, DCC 반응형 방법은 전송 전력, 패킷 크기 또는 전송 간격과 같은 통신 매개변수를 조정하여 혼잡을 완화하기 위한 조치를 신속하게 취한다. 보다 합리적인 자원 할당을 위해 여러 활성 상태를 추가하여 각 상태 매개변수를 세분화할 수도 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) [1] Intelligent Transport Systems (ITS), Vehicular communications, basic set of applications, part 2: Specification of decentralized environmental notification basic service "ETSI EN 302 637-3 v1.3.1", April 2019.

(비특허문헌 0002) [2] Swati Sharma, Manisha Panjeta, "Optimization transmit rate-based decentralized congestion control scheme in vehicular ad hoc network," AIP Conference Proceedings 21 October 2022; 2555 (1): 030006.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 5G-NR-V2X 사이드링크 통신에서 혼잡 제어를 중심으로 분산 혼잡 제어를 위한 하이브리드 전력-전송율 관리 방법 및 시스템을 제공하는데 있다. DCC 프레임워크와 속도 전력 기반 제어 메커니즘을 통합하여 V2X 통신을 위한 HPR-DCC라는 하이브리드 혼잡 제어 방식을 통해 차량 밀도가 높은 시나리오에서 채널 혼잡과 지연에 민감한 데이터 전송 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법은 채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 단계 및 채널

혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 단계는 전송된 채널을 수신하는 복수의 사용자 단말 간의 거리에 따른 현재 경로 손실을 구하고, 채널 혼잡을 감지하고자 하는 해당 시간에서의 사용자 단말의 전송 전력, 사용자 단말의 목표 인식 범위, 사용자 단말의 목표 인식 비율 및 쉐도잉(Shadowing) 계수를 이용하여 상기 CBR을 계산하고, 복수의 사용자 단말에서 필요한 수신 전력을 계산한다.

[0010] 상기 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계는 전송 전력 제어(Transmission Power Control; TPC) 및 전송 속도 제어(Transmission Rate Control; TRC) 통합하여 상기 계산된 CBR을 수렴 범위 내에 유지하도록 CBR 및 신호 전송 거리를 포함하는 추가 매개변수를 통합하여 동일한 상태를 경험하는 사용자 단말에 자원을 할당한다.

[0011] 상기 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계는 상기 계산된 CBR에 따라 각 인접 사용자 단말 간에 필요한 전송 전력을 오름차순으로 정렬하고 사용자 단말의 목표 인식 비율을 충족하는 가장 작은 값을 갖는 전송 전력을 다음 전송 전력으로 선택하고, 사용자 단말의 상태 전환은 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 공동으로 결정되며, 각 사용자 단말이 트리거 이벤트를 감지하면, 현재 채널 조건에 따라 전송 전력 및 전송률을 할당하고, 상기 CBR에 따라 전송율을 조정한다.

[0012] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템은 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 채널 혼잡 감지부 및 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 채널 혼잡 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 실시예들에 따르면 HPR-DCC(Hybrid Power and Rate control management strategy for Distributed Congestion Control) 방식을 제안함으로써 5G-NR-V2X 사이드링크 통신의 서비스 품질과 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한, 제안하는 방식은 효율적이고 신뢰할 수 있는 의사소통을 위해 TPC와 TRC의 장점을 모두 결합하여 차량 밀도가 높은 시나리오에서 채널 혼잡과 지연에 민감한 데이터 전송 문제를 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 종래기술에 따른 반응적 접근 방식의 일반적인 개요를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전력 및 속도 제어 DCC 알고리즘을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 밀도 120에서 HPR-DCC 알고리즘을 사용한 결과를 비교하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 5G 기술의 가속화된 성장은 V2X(Vehicle-to-Everything) 통신 분야에서 상당한 발전을 촉진했다. 결과적으로, 최적의 네트워크 성능을 달성하고 혼잡 관련 문제를 해결하는 것이 가장 중요해졌다. 본 발명에서는 5G-NR-V2X 사이드링크 통신에서 혼잡 제어를 중심으로 분산 혼잡 제어를 위한 고유한 하이브리드 전력 및 속도 제어 관리 전략을 제안한다(Hybrid Power and Rate control management strategy for Distributed Congestion Control; HPR-DCC). 이 전략의 주요 목표는 혼잡을 방지하는 동시에 네트워크 성능을 향상시키는 것이다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따르면, ITS 내에서 5G-NR-V2X 통신을 위한 최적화된 DCC 알고리즘을 제안한다. 전송 전력

제어(Transmission Power Control; TPC) 및 전송 속도 제어(Transmission Rate Control; TRC) 방법을 하이브리드 제어 프레임워크에 통합함으로써 DCC 알고리즘의 성능을 향상시킬 수 있다. 이 접근 방식은 차량 네트워크에서 우수한 네트워크 활용 및 혼잡 관리를 촉진하여 보다 효율적이고 지속 가능한 교통 시스템을 제공할 수 있다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0017] 차량 애드혹 네트워크(Vehicular Ad-Hoc Networks; VANET)에서 DCC 방법의 주요 목표는 네트워크 정체를 관리하고 V2X 통신의 안정성을 향상시키는 것이다. 다양한 DCC 방법을 비교하기 위해 ETSI와 같은 성능 평가 표준을 개발하고 통합된 교차 계층 DCC 프레임워크를 제안했다.

[0018] 본 발명에서는 CBR과 패킷 수신 비율(Packet Reception Ratio; PRR)의 두 가지 주요 측정 기준을 최적화하는 DCC 방법을 제안한다. CBR 값이 낮을수록 통신 채널을 보다 효율적으로 사용하여 네트워크 정체를 줄일 수 있다. 반대로, PRR은 수신된 데이터 패킷의 수를 전송된 데이터 패킷의 수로 나누어 계산되므로, 네트워크 내에서 성공적인 통신의 척도가 된다. PRR 값이 높을수록 신호 수신이 개선되어 중요한 안전 및 교통 정보가 차량 간에 효과적으로 전달된다. 본 발명에서는 이러한 최적화 목표와 결과적인 제어 전략을 제안한다.

[0019] 종래기술에 따른 DCC 알고리즘의 대부분은 제어 매개변수를 결정하는 기준으로 CBR에 의존하지만, 채널 부하에 영향을 미치는 무수한 요인으로 인해 단일 측정 접근 방식이 불충분하여 결과적으로 공정성과 같은 문제가 발생한다.

[0020] 본 발명의 실시예에 따른 HPR-DCC는 TRC와 TPC의 장점을 모두 통합하여 혼잡 제어를 개선하고 CBR을 수렴 범위 내에서 유지한다. 차량 속도, 차량 밀도 및 신호 전송 거리를 포함하여 채널 통신의 품질에 영향을 미치는 여러 요인이 있다. 제어 알고리즘의 기반으로 CBR에만 의존하는 것은 모든 사용자 단말(다시 말해, 차량) 간의 공정한 통신을 보장하기에 부적절하다. 따라서 본 발명에서는 상태 전환을 전체적으로 평가하기 위해 CBR과 함께 추가 매개변수를 통합하여 동일한 상태를 경험하는 차량에 대한 보다 공평한 자원 할당을 보장한다.

[0022] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0023] 제안하는 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 방법은 채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산하는 단계(210) 및 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 계산된 CBR에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정하는 단계(220)을 포함한다.

[0024] 본 발명의 실시예에 따르면, 채널 혼잡 감지부를 통해 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따른 채널 혼잡을 감지하기 전에 먼저 초기화 과정(210)을 수행한다. 본 발명의 실시예에 따른 사용자 단말은 V2X 통신을 위한 차량을 예시로서 설명한다.

[0025] 채널 혼잡을 감지하고자 하는 해당 시간에서의 차량의 속도, 차량 밀도 및 신호 전송 거리를 포함하는 매개변수를 초기화 한다(211). 이후, 채널 혼잡을 감지하기 위한 입력 변수를 설정하고(212), 각 사용자 단말(다시 말해, 차량)을 트리거하는 이벤트를 검색한다(213).

[0026] 사용자 단말을 트리거하는 이벤트가 감지되면, 단계(220)에서 채널 혼잡 감지부를 통해 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송(221)하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR(Channel Busy Ratio)을 계산한다(221).

[0027] 전송된 채널을 수신하는 복수의 사용자 단말 간의 거리에 따른 현재 경로 손실을 구하고, 채널 혼잡을 감지하고자 하는 해당 시간에서의 사용자 단말의 전송 전력, 사용자 단말의 목표 인식 범위, 사용자 단말의 목표 인식 비율 및 쉐도잉(Shadowing) 계수를 이용하여 상기 CBR을 계산하고, 복수의 사용자 단말에서 필요한 수신 전력을 계산한다(221). 이와 같이 계산된 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 채널 혼잡을 감지한다(223).

[0028] 채널 혼잡이 감지되면, 단계(230)에서 채널 혼잡 제어부를 통해 상기 감지된 채널 혼잡 정도에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정한다.

[0029] 사용자 단말의 상태 전환은 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 공동으로 결정될 수 있다(231). 각 사용자 단말이 트리거 이벤트를 감지하면, 현재 채널 조건에 따라 전송 전력 및 전송률을 할당하고, 상기 CBR에

따라 전송율을 조정한다(232).

[0030] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 감지된 채널 혼잡 정도에 따라 각 인접 사용자 단말 간에 필요한 전송 전력을 오름차순으로 정렬하고 사용자 단말의 목표 인식 비율을 충족하는 가장 작은 값을 갖는 전송 전력을 다음 전송 전력으로 선택한다.

[0031] 본 발명의 실시예에 따르면, 전송 전력 제어(Transmission Power Control; TPC) 및 전송 속도 제어(Transmission Rate Control; TRC) 통합하여 상기 계산된 CBR을 수렴 범위 내에 유지하도록 CBR 및 신호 전송 거리를 포함하는 추가 매개변수를 통합하여 동일한 상태를 경험하는 사용자 단말에 자원을 할당할 수 있다(233).

[0032] 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 전력-전송율 관리 방법은 전송 강도와 전송 속도의 조정을 강조하여 차량 매개변수를 추정하는 것을 목표로 한다. 이는 수신된 메시지와 주변 차량의 거리 정보를 통합함으로써 달성된다. 제안하는 모델은 대상 차량의 인식 범위 내에서 원하는 수준의 인식을 달성하는 데 필요한 최적의 전송 강도를 결정하는 데 중요한 이웃 차량의 전송 강도, 수신 메시지 거리 및 추정 경로 손실(Path Loss; PL)과 같은 중요 매개변수를 통합한다. 제안하는 모델은 몇 가지 기본적인 가정에 따라 작동한다. 기본적으로 프레임 오류율의 영향을 고려하지 않고 인식 범위 내에서 목표 인식률을 달성하는 것을 목표로 추정된 PL 값을 기반으로 전송 강도가 변조된다고 가정한다. 이후, 이 모델은 PL 값 추정이 충분한 수의 이웃 차량의 메시지에 의존하여 메시지를 수신하지 않은 차량에 대해 대상 인식 전송을 가능하게 한다고 가정한다. 마지막으로, 차량 간 거리가 최소화되고 경로 손실이 상당한 극한 상황에서는 목표 인식 범위의 보존을 위해 전송 강도를 높은 수준으로 유지할 것이다. 제안하는 모델에 내장된 제어 메커니즘은 CBR, 수신 메시지 및 거리 정보의 계산뿐만 아니라 목표 인식률을 달성하는 데 필요한 전송 전력의 계산을 통합한다. 또한 PL 값의 추정은 인식 범위 내에서 대상 인식 전송을 위한 전송 강도를 조정하는 데 사용된다. 이를 통해 차량은 통신 프로세스 전반에 걸쳐 대상 차량에 대한 인식을 유지할 수 있다.

[0033] HPR-DCC 알고리즘의 설계에서는 성능과 효율성을 최적화하기 위해 세 가지 접근 방식이 사용된다. 첫째, 인식 제어를 위한 전력 적응은 구성 요소를 통해 촉진되며, 이 구성 요소는 애플리케이션 상황에 의해 지시되는 목표 인식 범위에 따라 전송 전력을 동적으로 조정한다. PL을 추정함으로써 알고리즘은 메시지를 교환하지 않은 '워스트(worst)' 채널의 차량에 대해서도 인식 사전 요구 사항을 충족하도록 전송 강도를 조절할 수 있다. 둘째, HPR-DCC는 상태 머신을 활용하여 속도 제어를 통합한다. 상태 머신은 공정하고 효율적인 채널 활용으로 수렴할 수 있기 때문에 예정된 이벤트의 메시지 속도를 조절하여 미리 정해진 임계값 아래에서 CBR(Channel Busy Ratio)을 유지한다. 마지막으로, HPR-DCC는 전력과 속도 제어를 결합하여 인접 차량에서 얻은 각 메시지의 현재 경로 손실을 기반으로 후속 전송 전력을 조정한다. 이 프로세스는 적절한 전송 전력 레벨을 결정할 때 목표 인식률을 고려한다. 동시에, 알고리즘은 CBR로 표시되는 기존 메시지 속도와 채널 부하를 고려하여 속도를 조정한다. 이 포괄적인 접근 방식은 HPR-DCC 알고리즘 설계 상황에서 적응성과 성능을 향상시키고 간단한 구조를 특징으로 한다.

[0034] 혼잡 제어와 차량 수요에 대응하여 전송 전력을 조정하기 위해 제안된 알고리즘은 상태 전환을 위한 PL과 현재 상태 CBR을 계산하여 공동 결정을 내린다. 구체적인 설명은 다음과 같다:

[0035] 시간 t에서 차량 전송 전력: $P_i^{Tx}(t)$, 차량의 목표 인식 범위: $TR_e(t)$; 차량의 목표 인식 비율: $TA_e(t)$; 쉐도잉(Shadowing) 계수: S라 가정한다. 수신된 각 메시지에 대해, 메시지 j가 수신된 시간 t에서 자 차량(ego vehicle)과 i번째 이웃 사이의 거리인 $d_{ij}(t)$를 계산한다. 식(1)에 의해 이웃으로부터의 메시지 j에 대한 PL인 $PLE_{ij}(t)$를 계산한다:

[0036] $$PLE_{ij}(t) = \frac{PL(t)}{10\log_{10}(\frac{4\Pi}{\lambda}d_{ij}(t))}, \quad (1)$$

[0037] 여기서 λ 신호 파장 및 PL(t)은 식(2)에 따라 계산된다:

[0038] $$PL(t) = P_i^{Tx}(t) - P_j^{Rx}(t), \quad (2)$$

[0039] 여기서 $P_i^{Tx}(t)$는 이웃 i의 Tx 전력이고 $P_{ij}^{Rx}(t)$는 j번째 메시지 형식 이웃 i의 Rx 전력이다.

[0040] 그런 다음 식(3)에 필요한 수신 전력을 계산한다:

[0041] $$P_r(t) = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot S}{PL(t)}, \quad (3)$$

[0042] 여기서, P_t는 전송 전력, G_t는 송신기 안테나 이득(gain), G_r은 수신기 안테나 이득이다. 그런 다음 다음 시간 (t+1)에 대한 전송 강도를 설정한다:

[0043] $$P_{sorted_e}^{Tx} = sort_{\forall i,j \in N}(P_r(t+1)), \quad (4)$$

[0044] 여기서 $P_r(t+1)$을 다음과 같이 계산한다:

[0045] $$P_r(t+1) = P_{sorted_e}^{Tx}[round(TA_e * N)], \quad (5)$$

[0046] 식(4) 및 식(5)에서 각 인접 노드에 필요한 전송 전력을 정렬하고 전송에 적합한 전력 레벨을 선택한다.

[0047] 제안된 알고리즘에서 상태 전환은 PL과 CBR에 의해 공동으로 결정되며, 이 공동 의사 결정은 정책의 공정성을 보장하는 데 도움이 된다. 그리고 각 활성 상태가 현재 채널 조건에 따라 적절한 전송 전력 및 전송률을 할당하는 여러 상태가 설정된다. 자세한 상태 전환은 표 1에 나와 있다.

[0048] <표 1>

[0049]

State	CBR vs. Target	PL vs. Target	Tx power (t+1)
1	<	<	Apply $P_r(t+1)$
2	<	≥	Apply $P_r(t+1)$
3	<	<	Apply $P_r(t+1)$
4	<	≥	Apply $P_r(t+1)$ if≤ $P_r(t)$
5	>	<	Apply $P_r(t+1)$ if≤ $P_r(t+1)$
6	>	≥	Apply $P_r(t+1)$ if≤ $P_r(t)$
7	>	<	Apply $P_r(t+1)$ if≤ $P_r(t)$
8	>	≥	Apply $P_r(t+1)$if≤ $P_r(t)$

[0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전력 및 속도 제어 DCC 알고리즘을 나타내는 도면이다.

[0052] 도 3에 도시된 알고리즘은 제안하는 HPR-DCC, 차량 통신 시스템의 전송 전력 및 속도를 동적으로 조정할 수 있는 하이브리드 전력 및 속도 제어 DCC 알고리즘의 단계를 개략적으로 설명한다.

[0053] 제안된 HPR-DCC의 전송 전력 제어 구성요소는 이전 시간 단계에서 이미 자 차량(ego) 노드에 연결된 인접 차량에 적절한 전송 전력을 할당한다. 이 할당은 현재 경로 손실 및 경로 손실 지수를 기반으로 한다. 이전 시간 단계에서 차량이 인접하지 않은 경우 기본값이 전송 전력으로 사용된다. 그런 다음 HPR-DCC는 이러한 전력 값을 오름차순으로 정렬하고 목표 인식률을 충족하는 가장 작은 값을 다음 전송 전력으로 선택한다. 속도 제어 측면에서 HPR-DCC는 수신된 메시지와 채널 용량의 비율로 계산되는 CBR(현재 채널 부하)에 따라 전송율을 조정한다. 또한 상태 머신 속도 제어 메커니즘은 다양한 혼잡 시나리오에 맞게 조정하고 차량에 적절한 전송 속도를 할당할 수 있다. 효율성을 유지하기 위해 전력 및 속도 제어 결정은 높은 CBR 조건에서 공동으로 "부하를 공유"한다. 목표와 현재 비콘 속도 및 인식 사이의 이 관계의 균형은 현재 1로 설정된 계수 γ에 의해 결정된다. 즉, Tx 전력과 Tx 속도가 동일한 가중치를 공유한다.

[0054] 또한, HPR-DCC는 목표 인식 범위의 급격한 증가로 인한 채널 부하의 현저한 증가를 방지하여 채널 부하를 관리하도록 설계되었다. 그러나, 제안된 HPR-DCC는 위험 사건 중에 생성된 안전에 중요한 메시지가 표준 제한 사항을 통과함으로써 높은 전력과 속도로 전송될 수 있도록 한다. 이를 통해 비상 상황에서 중요한 정보가 신속하게 전달되므로 차량 통신 시스템의 전반적인 안전성과 신뢰성이 향상된다.

[0055] 본 발명에서, 제안된 HPR-DCC 알고리즘의 매개변수 설정은 V2V 통신 시스템의 다면적인 측면을 설명하도록 교정되어 표 2에 표시된 주요 매개변수로 시나리오의 정확한 표현을 보장한다.

[0056] <표 2>

Parameter	Value
Carrier frequency	5.9 GHz
Bandwidth	10 MHz
Number of subchannels	5 subchannels each 10 RBs
Subcarrier spacing	15 kHz
Subchannel size	10 RB
MCS	11
Channel model	Winner+ B1
Measurement period	100 ms
Resource allocation period	100 ms
Transmitter antenna gain	3 dB
Receiver antenna gain	3 dB
Noise figure	9 dB

[0057]

[0058] 시간 단계 지속 시간은 200밀리초로 설정되어 V2V 네트워크 내의 동적 상호 작용을 캡처하는 데 적합한 시간 해상도를 제공한다. 대상 범위와 대상 인식은 모두 상황 종속 변수로 정의되며, 일반적으로 특정 애플리케이션 상황에 따라 20~500m와 50%~100% 사이에서 변동한다. 이 유연한 접근 방식을 통해 알고리즘은 다양한 V2V 통신 시나리오에 적응하고 다양한 차량 환경을 포착할 수 있다. 또한, 최대 전송 강도는 0 ~ 23 dBm 범위로 제한되어 V2V 통신 무선에 대한 표준 제약 조건을 준수한다. 이 제한은 제안된 알고리즘이 차량 통신 시스템에 대해 설정된 허용 가능한 전력 한계 내에서 작동함을 보장하여 잠재적인 간섭 또는 신호 저하 문제를 완화한다. 그리고 최대 비콘 속도(BR)는 1~10Hz 범위 내에서 지정되며, 이는 V2V 통신 시스템의 일반적인 상호협력 메시지 범위를 나타낸다. 이 알고리즘은 이 범위 내에서 비콘 속도를 제한함으로써 V2V 통신 요구 사항을 효과적으로 수용하여 차량 간의 효율적이고 신뢰할 수 있는 데이터 교환을 촉진한다.

[0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0061] 본 실시예에 따른 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)은 프로세서(410), 버스(420), 네트워크 인터페이스(430), 메모리(440) 및 데이터베이스(450)를 포함할 수 있다. 메모리(440)는 운영체제(441) 및 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 루틴(442)을 포함할 수 있다. 프로세서(410)는 채널 혼잡 감지부(411) 및 채널 혼잡 제어부(412)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)은 도 4의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)은 디스플레이나 트랜시버(transceiver)와 같은 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다.

[0062] 메모리(440)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(440)에는 운영체제(441)와 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 루틴(442)을 위한 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism, 미도시)을 이용하여 메모리(440)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체(미도시)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 네트워크 인터페이스(430)를 통해 메모리(440)에 로딩될 수도 있다.

[0063] 버스(420)는 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)의 구성요소들간의 통신 및 데이터 전송을 가능하게 할 수 있다. 버스(420)는 고속 시리얼 버스(high-speed serial bus), 병렬 버스(parallel bus), SAN(Storage Area Network) 및/또는 다른 적절한 통신 기술을 이용하여 구성될 수 있다.

[0064] 네트워크 인터페이스(430)는 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)을 컴퓨터 네트워

크에 연결하기 위한 컴퓨터 하드웨어 구성요소일 수 있다. 네트워크 인터페이스(430)는 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)을 무선 또는 유선 커넥션을 통해 컴퓨터 네트워크에 연결시킬 수 있다.

[0065] 데이터베이스(450)는 5G-NR-V2X 사이드 링크 통신을 위한 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리를 위해 필요한 모든 정보를 저장 및 유지하는 역할을 할 수 있다. 도 4에서는 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)의 내부에 데이터베이스(450)를 구축하여 포함하는 것으로 도시하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 시스템 구현 방식이나 환경 등에 따라 생략될 수 있고 혹은 전체 또는 일부의 데이터베이스가 별개의 다른 시스템 상에 구축된 외부 데이터베이스로서 존재하는 것 또한 가능하다.

[0066] 프로세서(410)는 기본적인 산술, 로직 및 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)의 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(440) 또는 네트워크 인터페이스(430)에 의해, 그리고 버스(420)를 통해 프로세서(410)로 제공될 수 있다. 프로세서(410)는 채널 혼잡 감지부(411) 및 채널 혼잡 제어부(412)를 위한 프로그램 코드를 실행하도록 구성될 수 있다. 이러한 프로그램 코드는 메모리(440)와 같은 기록 장치에 저장될 수 있다.

[0067] 채널 혼잡 감지부(411) 및 채널 혼잡 제어부(412)는 도 2의 단계들(210~230)을 수행하기 위해 구성될 수 있다.

[0068] 분산 혼잡 제어에서의 하이브리드 전력-전송율 관리 시스템(400)은 채널 혼잡 감지부(411) 및 채널 혼잡 제어부(412)를 포함할 수 있다.

[0069] 본 발명의 실시예에 따른 채널 혼잡 감지부(411)는 분산 혼잡 제어 및 채널 수요에 따라 전송 전력을 조정하기 위해 채널을 전송하여 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR을 계산한다.

[0070] 본 발명의 실시예에 따른 채널 혼잡 감지부(411)는 전송된 채널을 수신하는 복수의 사용자 단말 간의 거리에 따른 현재 경로 손실을 구하고, 채널 혼잡을 감지하고자 하는 해당 시간에서의 사용자 단말의 전송 전력, 사용자 단말의 목표 인식 범위, 사용자 단말의 목표 인식 비율 및 쉐도잉(Shadowing) 계수를 이용하여 상기 CBR을 계산하고, 복수의 사용자 단말에서 필요한 수신 전력을 계산한다. 이와 같이 계산된 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 채널 혼잡을 감지한다.

[0071] 채널 혼잡이 감지되면, 본 발명의 실시예에 따른 채널 혼잡 제어부(412)는 상기 감지된 채널 혼잡 정도에 따라 상기 채널 혼잡에 기반한 전송 전력을 선택하고, 상기 CBR에 기반한 전송율을 조정한다.

[0072] 본 발명의 실시예에 따른 채널 혼잡 제어부(412)는 사용자 단말의 상태 전환은 현재 경로 손실 및 현재 채널 상태의 CBR에 따라 공동으로 결정될 수 있다. 각 사용자 단말이 트리거 이벤트를 감지하면, 현재 채널 조건에 따라 전송 전력 및 전송률을 할당하고, 상기 CBR에 따라 전송율을 조정한다.

[0073] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 감지된 채널 혼잡 정도에 따라 각 인접 사용자 단말 간에 필요한 전송 전력을 오름차순으로 정렬하고 사용자 단말의 목표 인식 비율을 충족하는 가장 작은 값을 갖는 전송 전력을 다음 전송 전력으로 선택한다.

[0074] 본 발명의 실시예에 따르면, 전송 전력 제어 및 전송 속도 제어 통합하여 상기 계산된 CBR을 수렴 범위 내에 유지하도록 CBR 및 신호 전송 거리를 포함하는 추가 매개변수를 통합하여 동일한 상태를 경험하는 사용자 단말에 자원을 할당할 수 있다.

[0075] 본 발명의 실시예에 따르면, 혼잡 관리를 위해 TPC와 TRC를 통합하는 하이브리드 제어 전략을 사용할 수 있는 가능성은 여러 요인에 의해 뒷받침된다. 첫째, TPC는 무선 노드의 전송 강도를 정밀하게 제어하여 통신 범위 및 링크 품질을 조정할 수 있다. 이를 통해 네트워크 내의 간섭과 경합을 줄임으로써 혼잡을 효과적으로 완화할 수 있다. 둘째, TRC는 데이터 전송 속도를 조절하여 동적 채널 용량 제어를 가능하게 하고 최적의 네트워크 자원 활용을 보장한다. 하이브리드 제어 전략을 채택함으로써 전력에 대한 배타적 의존이나 요금 제어와 같은 개별 제어 방식의 한계를 극복할 수 있다. 따라서 변화하는 네트워크 조건과 교통 패턴에 적응할 수 있는 보다 다용도적이고 탄력적인 정체 관리 솔루션이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 HPR-DCC는 네트워크 처리량을 개선하고 패킷 손실을 줄이며 지연을 최소화하여 무선 네트워크의 혼잡 관리를 위한 솔루션을 제공할 수 있다.

[0077] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 밀도 120에서 HPR-DCC 알고리즘을 사용한 결과를 비교하기 위한 도면이다.

[0078] 도 5(a)는 CBR에 대한 CDF 성능, 도 5(b)는 PRR에 대한 거리 성능을 나타내는 도면이다.

[0079] 도 5(a)와 같이 차량 밀도가 120veh/km인 매우 혼잡한 환경에서 제안된 DCC는 64%의 최대 채널 사용률을 달성하는 반면 원래 DCC 방식은 최대 CBR 70%에 도달하고, 6%의 가장 큰 이득을 나타낸다. 본 발명에서는 혼잡 제어를 위해 TPC와 TRC 메커니즘을 결합하고 다중 활성 상태를 사용하여 채널 부하 완화 및 차량 통신을 향상시키는 하이브리드 제어 접근 방식을 적용한다. 제안된 HPR-DCC는 하이브리드 및 분산 제어 설계를 활용하여 높은 채널 로드 시나리오에서 향상된 제어 기능을 제공한다. TPC에 의해 촉진되는 적응형 전송을 통해 전송 전력이 동적으로 조정되어 채널 품질 변화를 보상하므로 까다로운 환경에서도 최적의 신호 수신을 보장한다. TPC의 보완 기능인 TRC는 처리량과 안정성 간의 균형을 유지하면서 네트워크 과부하 및 패킷 손실을 효과적으로 방지한다. 결과적으로 기존의 DCC 방법과 비교할 때 제안한 DCC 전략은 시뮬레이션 전반에 걸쳐 지속적으로 낮은 CBR 값을 생성한다.

[0080] 패킷 수신률(PRR)은 패킷 전송 성공률의 중요한 지표이므로 공정한 비교를 위해 PRR 결과가 90%를 초과하는 경우만 고려한다. 혼잡도가 높은 테스트 시나리오에서 도 5(b)에 도시된 결과는 제안된 DCC의 유효 수신 거리가 기존 DCC에 비해 20m 연장되어 시스템의 신호 수신 성능이 크게 향상됨을 나타낸다. 이러한 향상은 제어 차량과 이웃 차량 사이의 거리를 제안된 HPR-DCC 알고리즘의 상태 전환 전략을 통합함으로써 발생한다. 유효 전송 거리에 대한 전송 전력의 이득이 특정 임계값을 초과하면 TRC가 최적화를 위해 사용된다. 결과적으로 기존의 DCC 범위 밖에 있는 차량에 대한 채널 조건을 개선할 수 있다.

[0081] 이와 같이, 제안된 HPR-DCC 방식이 기존 방식보다 몇 가지 장점을 제공한다는 것을 확인할 수 있다. 특히 혼잡도가 높은 환경에서 더 나은 성능을 발휘하여 향상된 전송 범위와 더 높은 패킷 수신률을 나타낸다. 또한, 제안하는 방식은 낮은 채널 점유율을 유지할 수 있다.

[0083] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0084] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0085] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를

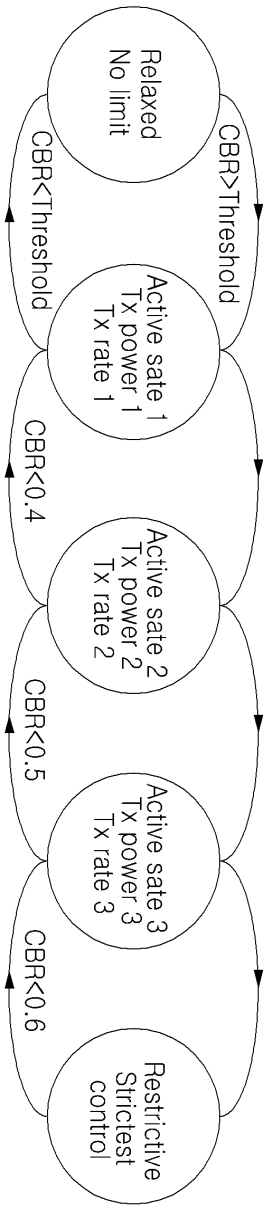
포함한다.

[0086] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

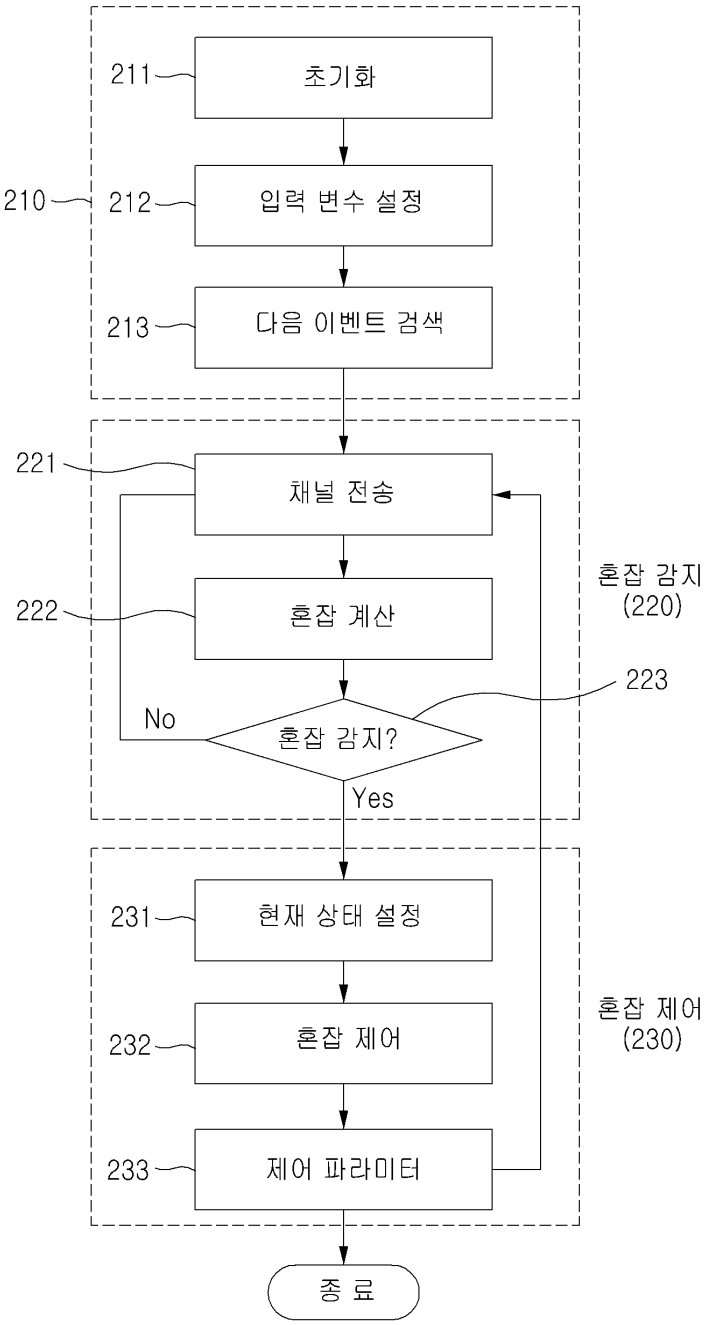
[0087] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1



도면2


211
초기화
210
212
입력 변수 설정
213
다음 이벤트 검색
221
채널 전송
222
혼잡 계산
혼잡 감지
(220)
223
No
혼잡 감지?
Yes
231
현재 상태 설정
232
혼잡 제어
혼잡 제어
(230)
233
제어 파라미터
종 료

도면3

Algorithm 1: Hybrid Power and Rate Control DCC algorithm

Neighbor transmission power detection

1: Calculate: $PL(t)=P_i^{Tx}(t)- P_j^{Tx}(t)$

2: $$PLE_{ij}(t)= \frac{PL(t)}{10\log_{10}(\frac{4\Pi}{\lambda}d_{ij}(t))}$$

3: if $Neighbor_{(e\rightarrow i)}(t) \in Neighbor_e(t-1)$ then

4: $$P_r(t) = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_t \cdot S}{PL(t)}$$

5: else

6: $P_{sorted}{}_e^{Tx} = sort_{\forall i,j\in N}(P_r(t+1))$

7: $P_r(t+1)= P_{sorted}{}_e^{Tx}[round(TA_e*N)]$

Congestion detection process

8: Sensed busy if $\sum P_{ri} > S_{busy}$ then

9: Record T_{busy}

10: Calculate CBR every T_{CBR} =100ms

11: $CBR = T_{busy}/T_{CBR}$

Transmission power allocation

12: if $CBR(t) < CBR_{Th}$ then

13: Apply $P_r(t+1)$

14: else

15: if $P_r(t+1) \leq P_r(t)$ then

16: Apply $P_r(t+1)$

Transmission rate allocation

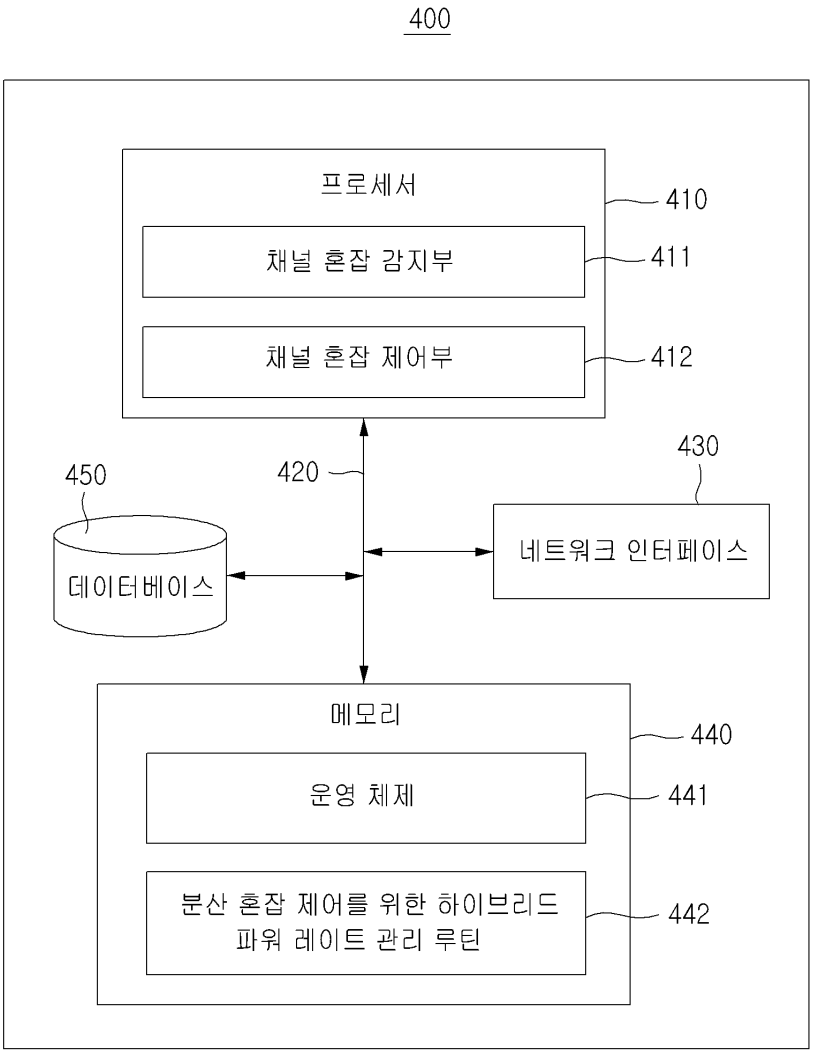
17: if New Tx power apply then

18: State switching Active

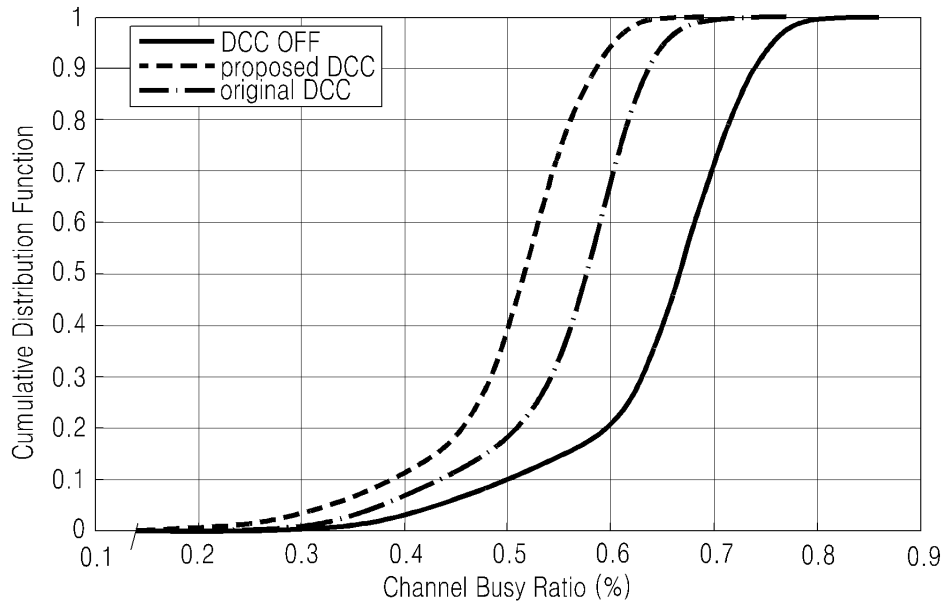
19: else

20: Keep default Tx rate

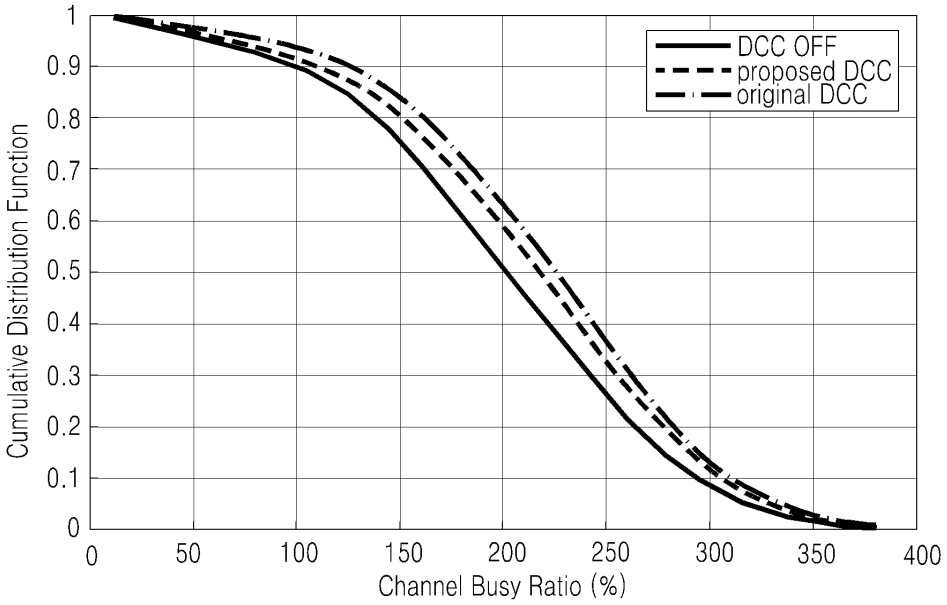
도면4


400
프로세서
410
채널 혼잡 감지부
411
채널 혼잡 제어부
412
420
430
450
데이터베이스
네트워크 인터페이스
메모리
440
운영 체제
441
분산 혼잡 제어를 위한 하이브리드
파워 레이트 관리 루틴
442

도면5a


DCC OFF
proposed DCC
original DCC
Cumulative Distribution Function
Channel Busy Ratio (%)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9

도면5b


DCC OFF
proposed DCC
original DCC
Cumulative Distribution Function
Channel Busy Ratio (%)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0
50
100
150
200
250
300
350
400