



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0117245
(43) 공개일자 2024년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60W 30/16 (2020.01) B60W 40/02 (2006.01)
B60W 40/107 (2012.01) B60W 50/00 (2006.01)
G05D 1/20 (2024.01)
(52) CPC특허분류
B60W 30/16 (2013.01)
B60W 40/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0009373
(22) 출원일자 2023년01월25일
심사청구일자 2023년01월25일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김성륜
서울특별시 용산구 한강대로 26, 101동 2407호(한강로3가, 한강대우트럼프월드3차)
이지훈
서울특별시 서초구 잠원로 213-10, 2동 303호(잠원동, 한강아파트)
고승우
인천광역시 부평구 원적로 344, 105동 1404호 (산곡동, 금호 이수 마운트밸리)
(74) 대리인
민영준

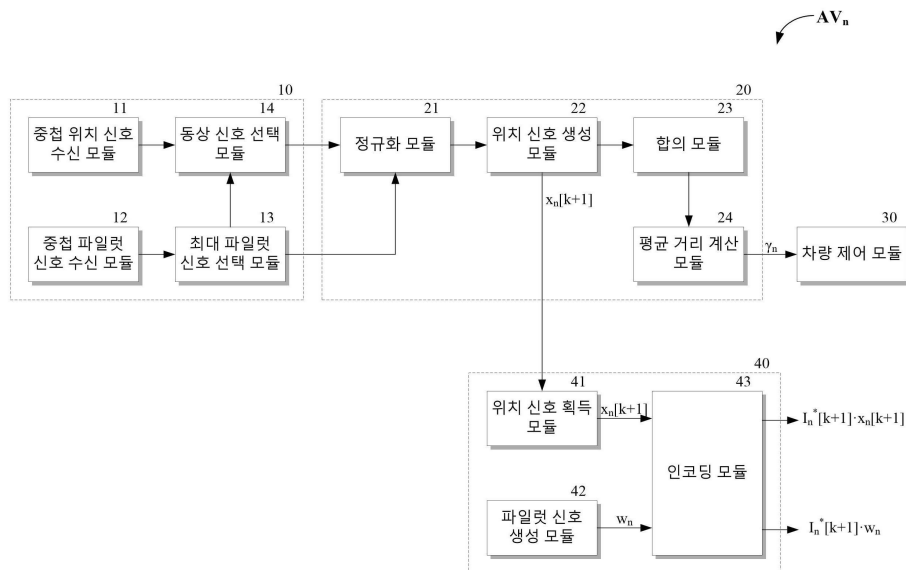
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법

(57) 요약

개시된 실시예는 리더 차량에 대한 상대 거리를 계산하여 획득되는 초기 위치에 따른 초기 위치 신호를 파일럿 신호와 함께 군집 주행 중인 다수의 차량을 구분한 다수의 서브 그룹 중 차량이 포함되는 적어도 하나의 서브 그룹에 전송하고, 반복되는 각 라운드에서 서브 그룹내의 다수의 다른 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 (뒷면에 계속)

대표도



각각 중첩되어 수신된 중첩 위치 신호와 중첩 파일럿 신호를 이용하여, 차량의 위치 신호를 서브 그룹내 차량들의 평균 상대 거리에 따른 위치 신호로 업데이트하고, 업데이트된 위치 신호를 각 서브 그룹에 따른 파일럿 신호와 함께 재전송하며, 라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호에 따라 서브 그룹내의 다수의 다른 차량의 평균 상대 거리를 계산하여 차량을 제어하여, 개별 V2V 통신 채널에 대한 정보를 별도로 획득하지 않고서도, 중첩 전송되는 합의 신호의 파일럿 신호에 따른 분산 합의를 통해 군집 주행에 참여하는 다수의 차량에 대한 평균 위치를 추정하여 차량의 주행을 제어할 수 있으며, 스트링 안전성을 향상시킬 수 있는 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류

B60W 40/107 (2013.01)

G05D 1/0295 (2013.01)

B60W 2050/0005 (2013.01)

B60W 2520/105 (2013.01)

B60W 2554/802 (2020.02)

B60W 2556/65 (2020.02)

B60W 2720/106 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711173181
과제번호	2021-0-02208-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송기술국제공동연구
연구과제명	6G 서브테라헤르츠 대역 증강 라우팅과 송수신 기법 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2022.06.01 ~ 2023.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

리더 차량을 따라 군집 주행하는 차량에 포함되고, 하나 이상의 프로세서; 및 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 장치로서,

상기 프로세서는

상기 리더 차량에 대한 상대 거리를 계산하여 획득되는 초기 위치에 따른 초기 위치 신호를 파일럿 신호와 함께 군집 주행 중인 다수의 차량을 구분한 다수의 서브 그룹 중 상기 차량이 포함되는 적어도 하나의 서브 그룹에 전송하고,

반복되는 각 라운드에서 서브 그룹내의 다수의 다른 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 각각 중첩되어 수신된 중첩 위치 신호와 중첩 파일럿 신호를 이용하여, 차량의 위치 신호를 서브 그룹내 차량들의 평균 상대 거리에 따른 위치 신호로 업데이트하고, 업데이트된 위치 신호를 각 서브 그룹에 따른 파일럿 신호와 함께 재전송하며,

라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호에 따라 서브 그룹내의 다수의 다른 차량의 평균 상대 거리를 계산하여 차량을 제어하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 프로세서는

서브 그룹내의 다수의 다른 차량이 동일한 무선 자원으로 전송하여 위치 신호가 중첩된 상기 중첩 위치 신호와 파일럿 신호가 중첩된 상기 중첩 파일럿 신호를 획득하고,

상기 중첩 파일럿 신호에 대비한 중첩 위치 신호의 실수 성분의 비로서 상기 중첩 위치 신호를 정규화하며,

상기 차량의 위치 신호에 정규화된 중첩 위치 신호를 가중합하여, 상기 차량의 위치 신호를 업데이트하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 프로세서는

라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호를 상기 서브 그룹내 다수의 차량의 합의에 따른 합의 위치 신호로 설정하고,

상기 합의 위치 신호를 복조하여 근사 상대 거리의 합으로 변환하며,

상기 근사 상대 거리의 합에서 상기 상대 거리를 제외하여, 상기 차량의 가속도를 결정하기 위한 다른 차량의 평균 상대 거리인 이웃 차량 평균 상대 거리를 계산하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 프로세서는

계산된 평균 상대 거리에 따라 상기 차량의 가속도를 조절하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 프로세서는

상기 상대 거리는 상기 차량에 구비된 센서로부터 획득된 위치 정보와 상기 리더 차량에서 브로드캐스팅된 위치 정보 사이의 차이로 계산되고,

상기 초기 위치 신호는 상기 상대 거리를 진폭 변조하여 획득하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 프로세서는

각 서브 그룹별로 할당된 자원 블록에서 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 동일한 부반송파의 인접한 OFDM 심볼로 변환하여 전송하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 프로세서는

각 서브 그룹내의 다수의 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 동상의 부호를 갖도록 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 동일한 동상 변환 지시자를 합성하여 전송하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 프로세서는

각 서브 그룹의 다수의 차량으로 조합 가능한 서로 다른 조합의 동상 변환 지시자를 설정하고, 각 조합에 따른 동상 변환 지시자를 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 합성하여, 각 조합별로 서로 다른 부반송파를 통해 전송하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 프로세서는

서브 그룹의 다수의 차량에서 서로 다른 조합에 따른 동상 변환 지시자가 합성되어 다수의 중첩 위치 신호와 다수의 중첩 파일럿 신호가 수신되면, 다수의 중첩 파일럿 신호 중 최대값을 갖는 중첩 파일럿 신호와 이에 대응하는 중첩 위치 신호를 선택하여 획득하는 차량 군집 주행 제어 장치.

청구항 10

리더 차량을 따라 군집 주행하는 차량에 포함되고, 하나 이상의 프로세서 및 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 방법으로서,

상기 리더 차량에 대한 상대 거리를 계산하여 획득되는 초기 위치에 따른 초기 위치 신호를 파일럿 신호와 함께 군집 주행 중인 다수의 차량을 구분한 다수의 서브 그룹 중 상기 차량이 포함되는 적어도 하나의 서브 그룹에 전송하는 단계;

반복되는 각 라운드에서 서브 그룹내의 다수의 다른 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 각각 중첩되어 수신된 중첩 위치 신호와 중첩 파일럿 신호를 이용하여, 차량의 위치 신호를 서브 그룹내 차량들의 평균 상대 거리에 따른 위치 신호로 업데이트하고, 업데이트된 위치 신호를 각 서브 그룹에 따른 파일럿 신호와 함께 재전송하는 단계; 및

라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호에 따라 서브 그룹내의 다수의 다른 차량의 평균 상대 거리를 계산하여 차량을 제어하는 단계를 포함하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 재전송하는 단계는

서브 그룹내의 다수의 다른 차량이 동일한 무선 자원으로 전송하여 위치 신호가 중첩된 상기 중첩 위치 신호와 파일럿 신호가 중첩된 상기 중첩 파일럿 신호를 획득하고,

상기 중첩 파일럿 신호에 대비한 중첩 위치 신호의 실수 성분의 비로서 상기 중첩 위치 신호를 정규화하며,

상기 차량의 위치 신호에 정규화된 중첩 위치 신호를 가중합하여, 상기 차량의 위치 신호를 업데이트하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 차량을 제어하는 단계는

라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호를 상기 서브 그룹내 다수의 차량의 합의에 따른 합의 위치 신호로 설정하고,

상기 합의 위치 신호를 복조하여 근사 상대 거리의 합으로 변환하며,

상기 근사 상대 거리의 합에서 상기 상대 거리를 제외하여, 상기 차량의 가속도를 결정하기 위한 다른 차량의 평균 상대 거리인 이웃 차량 평균 상대 거리를 계산하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 차량을 제어하는 단계는

계산된 평균 상대 거리에 따라 상기 차량의 가속도를 조절하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 서브 그룹에 전송하는 단계는

상기 상대 거리는 상기 차량에 구비된 센서로부터 획득된 위치 정보와 상기 리더 차량에서 브로드캐스팅된 위치 정보 사이의 차이로 계산되고,

상기 초기 위치 신호는 상기 상대 거리를 진폭 변조하여 획득하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 15

제10항에 있어서, 상기 재전송하는 단계는

각 서브 그룹별로 할당된 자원 블록에서 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 동일한 부반송파의 인접한 OFDM 심볼로 변환하여 전송하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 재전송하는 단계는

각 서브 그룹내의 다수의 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 동상의 부호를 갖도록 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 동일한 동상 변환 지시자를 합성하여 전송하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 재전송하는 단계는

각 서브 그룹의 다수의 차량으로 조합 가능한 서로 다른 조합의 동상 변환 지시자를 설정하고, 각 조합에 따른 동상 변환 지시자를 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 합성하여, 각 조합별로 서로 다른 부반송파를 통해 전송하는 차량 군집 주행 제어 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 재전송하는 단계는

서브 그룹의 다수의 차량에서 서로 다른 조합에 따른 동상 변환 지시자가 합성되어 다수의 중첩 위치 신호와 다수의 중첩 파일럿 신호가 수신되면, 다수의 중첩 파일럿 신호 중 최대값을 갖는 중첩 파일럿 신호와 이에 대응하는 중첩 위치 신호를 선택하여 획득하는 차량 군집 주행 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시되는 실시예들은 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법에 관한 것으로, 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차량 군집 주행(Vehicle Platooning: VP)은 여러 자율주행 차량(AV)이 상호간 거리를 유지하면서 같은 속도로

하나의 몸처럼 움직이는 협력 주행 기술의 하나이다. 일반적으로 차량 군집 주행에서는 군집에 포함되는 다수의 차량 각각이 다른 차량과의 차간 거리 및 속도가 유지되도록 제어를 수행하며, 이때 분산 합의(Distributed Consensus: DC)를 통해 차간 거리 및 속도를 결정한다. 그리고 분산 합의(Distributed Consensus: DC)는 여러 에이전트가 상호 합의에 도달하는 것과 유사한 방식으로 진행되며, 분산 합의를 수행하기 위해서는 다른 차량과의 통신을 수행하여 군집 내 다른 차량의 위치 정보를 실시간으로 획득해야 한다.

[0003] 이때 분산 합의에 요구되는 사항 중 하나는 스트링 안전성(string stability)으로서 다수의 차량 중 하나의 차량에 대한 위치 교란이 군집내 다른 차량에 전파되지 않도록 하는 것이다. 이러한 스트링 안전성을 확보하기 위해 각 차량은 다수의 다른 차량에 대한 위치 정보를 획득할 수 있어야 한다. 이에 차량 군집 주행에서 각 차량은 위치 정보를 교환하기 위해 차량간(vehicle-to-vehicle: 이하 V2V) 통신을 수행해야 하였다. 이때 군집에 포함된 각 차량이 NLoS(non-line-of-sight)에 위치하는 다른 차량의 위치도 확인할 수 있도록, 각 차량은 V2V 통신으로 전달받은 다른 차량의 위치 정보를 포함하여 다시 V2V 통신으로 전달할 수도 있다.

[0004] 다만 다수의 차량이 이동하는 차량 군집 주행에서 각 차량이 V2V 통신을 수행하기 위해서는 많은 수의 V2V 링크가 동시에 생성되어야 할 뿐만 아니라, 채널 상태가 매우 빠르게 변화하기 때문에 채널 상태 정보(Channel State Information: CSI)를 더 자주 획득해야만 한다. 이에 채널 상태 정보를 획득하기 위한 파일럿 신호를 매우 빈번하게 전송해야 하며, 이 과정에서 일부 파일럿 신호는 비직교적(Non-Orthogonal)으로 생성될 수 있다. 따라서 패킷 손실과 이에 따른 통신대기 시간이 크게 증가되어 차량 군집 주행을 위한 분산 합의가 정상적으로 이루어지지 않아 개별 차량의 제어가 효과적으로 이루어지지 않는다는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-2196623호 (2020.12.23 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 개시되는 실시예들은 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법은 개별 V2V 통신 채널에 대한 정보를 별도로 획득하지 않고서도, 중첩 전송되는 합의 신호의 파일럿 신호를 통해 차량의 상대 거리를 판별하여 차량의 주행을 제어할 수 있는 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.

[0007] 개시되는 실시예들은 분산 합의를 통해 군집 주행에 참여하는 다수의 차량에 대한 평균 위치를 추정하여 차량의 주행을 제어함으로써, 스트링 안전성을 향상시킬 수 있는 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 실시예에 따른 리더 차량을 따라 군집 주행하는 차량에 포함되고, 하나 이상의 프로세서; 및 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 장치로서, 상기 프로세서는 상기 차량 군집 주행 제어 장치는 리더 차량에 대한 상대 거리를 계산하여 획득되는 초기 위치에 따른 초기 위치 신호를 파일럿 신호와 함께 군집 주행 중인 다수의 차량을 구분한 다수의 서브 그룹 중 상기 차량이 포함되는 적어도 하나의 서브 그룹에 전송하고, 반복되는 각 라운드에서 서브 그룹내의 다수의 다른 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 각각 중첩되어 수신된 중첩 위치 신호와 중첩 파일럿 신호를 이용하여, 차량의 위치 신호를 서브 그룹내 차량들의 평균 상대 거리에 따른 위치 신호로 업데이트하고, 업데이트된 위치 신호를 각 서브 그룹에 따른 파일럿 신호와 함께 재전송하며, 라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호에 따라 서브 그룹내의 다수의 다른 차량의 평균 상대 거리를 계산하여 차량을 제어한다.

[0009] 상기 프로세서는 서브 그룹내의 다수의 다른 차량이 동일한 무선 자원으로 전송하여 위치 신호가 중첩된 상기 중첩 위치 신호와 파일럿 신호가 중첩된 상기 중첩 파일럿 신호를 획득하고, 상기 중첩 파일럿 신호에 대비한 중첩 위치 신호의 실수 성분의 비로서 상기 중첩 위치 신호를 정규화하며, 상기 차량의 위치 신호에 정규화된 중첩 위치 신호를 가중합하여, 상기 차량의 위치 신호를 업데이트할 수 있다.

- [0010] 상기 프로세서는 라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호를 상기 서브 그룹내 다수의 차량의 합의에 따른 합의 위치 신호로 설정하고, 상기 합의 위치 신호를 복조하여 근사 상대 거리의 합으로 변환하며, 상기 근사 상대 거리의 합에서 상기 상대 거리를 제외하여, 상기 차량의 가속도를 결정하기 위한 다른 차량의 평균 상대 거리인 이웃 차량 평균 상대 거리를 계산할 수 있다.
- [0011] 상기 프로세서는 계산된 평균 상대 거리에 따라 상기 차량의 가속도를 조절할 수 있다.
- [0012] 상기 프로세서는 상기 상대 거리는 상기 차량에 구비된 센서로부터 획득된 위치 정보와 상기 리더 차량에서 브로드캐스팅된 위치 정보 사이의 차이로 계산되고,
- [0013] 상기 초기 위치 신호는 상기 상대 거리를 진폭 변조하여 획득할 수 있다.
- [0014] 상기 프로세서는 각 서브 그룹별로 할당된 자원 블록에서 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 동일한 부반송파의 인접한 OFMD 심볼로 변환하여 전송할 수 있다.
- [0015] 상기 프로세서는 각 서브 그룹내의 다수의 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 동상의 부호를 갖도록 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 동일한 동상 변환 지시자를 합성하여 전송할 수 있다.
- [0016] 상기 프로세서는 각 서브 그룹의 다수의 차량으로 조합 가능한 서로 다른 조합의 동상 변환 지시자를 설정하고, 각 조합에 따른 동상 변환 지시자를 상기 위치 신호와 상기 파일럿 신호에 합성하여, 각 조합별로 서로 다른 부반송파를 통해 전송할 수 있다.
- [0017] 상기 프로세서는 서브 그룹의 다수의 차량에서 서로 다른 조합에 따른 동상 변환 지시자가 합성되어 다수의 중첩 위치 신호와 다수의 중첩 파일럿 신호가 수신되면, 다수의 중첩 파일럿 신호 중 최대값을 갖는 중첩 파일럿 신호와 이에 대응하는 중첩 위치 신호를 선택하여 획득할 수 있다.
- [0018] 실시예에 따른 차량 군집 주행 제어 방법은 리더 차량을 따라 군집 주행하는 차량에 포함되고, 하나 이상의 프로세서 및 상기 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 방법으로서, 상기 리더 차량에 대한 상대 거리를 계산하여 획득되는 초기 위치에 따른 초기 위치 신호를 파일럿 신호와 함께 군집 주행 중인 다수의 차량을 구분한 다수의 서브 그룹 중 상기 차량이 포함되는 적어도 하나의 서브 그룹에 전송하는 단계; 반복되는 각 라운드에서 서브 그룹내의 다수의 다른 차량에서 전송된 위치 신호와 파일럿 신호가 각각 중첩되어 수신된 중첩 위치 신호와 중첩 파일럿 신호를 이용하여, 차량의 위치 신호를 서브 그룹내 차량들의 평균 상대 거리에 따른 위치 신호로 업데이트하고, 업데이트된 위치 신호를 각 서브 그룹에 따른 파일럿 신호와 함께 재전송하는 단계; 및 라운드가 지정된 반복 횟수 이상이면, 업데이트된 위치 신호에 따라 서브 그룹내의 다수의 다른 차량의 평균 상대 거리를 계산하여 차량을 제어하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0019] 따라서, 실시예에 따른 차량 군집 주행 제어 장치 및 방법은 개별 V2V 통신 채널에 대한 정보를 별도로 획득하지 않고서도, 중첩 전송되는 합의 신호의 파일럿 신호에 따른 분산 합의를 통해 군집 주행에 참여하는 다수의 차량에 대한 평균 위치를 추정하여 차량의 주행을 제어할 수 있으며, 스트링 안전성을 향상시킬 수 있다. 또한 개별 V2V 통신 채널에 대한 정보를 별도로 획득하지 않아 통신 대기시간이 증가되는 것을 억제할 수 있어 실시간 차량 제어가 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 차량 군집 주행의 일 예를 나타낸다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 각 차량의 차량 군집 주행을 위한 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치를 동작에 따라 구분한 개략적 구성을 나타낸다.
- 도 3은 도 2의 차량 군집 주행 제어 장치의 합의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 각 차량의 차량 군집 주행 제어 장치에서 사용하는 자원 블록을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 차량 군집 주행 제어 장치의 합의 과정에 따른 서브 그룹내 차량 위치 정보의 변화를 나타낸다.
- 도 6은 실시예에 따른 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 방법을 나타낸다.

도 7은 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 도면을 참조하여 일 실시예의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0022] 일 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 일 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 일 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다. 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.
- [0023] 도 1은 차량 군집 주행의 일 예를 나타낸다.
- [0024] 도 1은 N+1개의 차량($AV_0 \sim AV_N$)이 단일 도로를 동일한 방향으로 이동하는 차량 군집 주행을 예로 들어 도시하였다. 상기한 바와 같이, 차량 군집 주행을 N+1개의 차량($AV_0 \sim AV_N$)은 하나의 몸과 같이 균등한 상호 거리를 유지하면서 동일한 속도로 이동하는 것을 목표로 한다. 여기서 차량 군집에서 가장 앞서 이동하는 차량을 리더 차량(AV_0)이라 하고, 군집의 나머지 N개의 차량($AV_1 \sim AV_N$) 각각은 인접 차량과 지정된 기준 거리(d)를 유지하면서 이동해야 한다. 따라서 각 차량(AV_n , $n \in \{1, \dots, N\}$)은 리더 차량(AV_0)의 속도인 기준 속도(v_0)를 기준으로 이동하되 인접 차량(AV_{n-1})과 기준 거리(d)가 유지되도록 조절해야 한다. 다만 상기한 바와 같이, 군집 내의 특정 하나의 차량의 위치 교란이 군집내 다른 차량으로 전파되어 다수 차량의 위치가 변동되는 스트링 안전성 문제가 발생하지 않도록 각 차량(AV_n)은 직전 위치에서 주행 중인 차량(AV_{n-1}) 뿐만 아니라 그 이전 위치에서 주행 중인 다른 차량의 위치를 함께 고려해야만 한다.
- [0025] 실시예에서는 군집 내의 모든 차량($AV_0 \sim AV_N$)이 전이중 안테나(full-duplex antenna)를 구비하여 다수의 다른 차량과 동시에 통신을 수행할 수 있으며, OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 변조 기법에 따라 통신을 수행하는 것으로 가정한다. 그리고 모든 차량($AV_0 \sim AV_N$)은 각종 센서를 통해 자신의 속도($v_0 \sim v_N$)와 위치($p_0 \sim p_N$)에 대한 정보를 획득할 수 있다. 또한 리더 차량(AV_0)에는 별도의 전용 채널이 부여되어, 자신의 속도와 위치인 기준 속도(v_0)와 기준 위치(p_0)에 대한 정보를 군집 내 다른 차량들($AV_1 \sim AV_N$)로 브로드캐스팅할 수 있다. 따라서 군집 내 각 차량(AV_n)은 브로드캐스팅된 기준 위치(p_0)와 자신의 위치(p_n) 사이의 차이를 통해 리더 차량(AV_0)에 대한 상대 거리($\alpha_n = \|\mathbf{p}_n - \mathbf{p}_0\|$, 여기서 $\|\cdot\|$ 함수로서 유클리드 거리 함수)와 상대 속도($\beta_n = v_n - v_0$)를 획득할 수 있다. 군집 내서 서로 인접한 차량(AV_{n-1} , AV_n)은 서로 기준 거리(d)를 유지해야 하므로, 이상적인 차량 군집 주행 시에 n번째 차량의 상대 거리(α_n)는 $n \times d$ 가 되어야 하고($\alpha_n \rightarrow n \times d$), 상대 속도(β_n)는 0이 되어야 한다($\beta_n \rightarrow 0$).
- [0026] 한편 실시예에서 군집의 다수의 차량($AV_0 \sim AV_N$)은 리더 차량(AV_0)을 제외한 나머지 각 차량(AV_n)을 위해 지정된 개수(일 예로 5개)의 차량이 포함되도록 설정되는 개별 서브 그룹(S_n , $n \in \{1, \dots, N\}$)으로 형성될 수 있다. 이때 각 차량(AV_n)을 위한 서브 그룹(S_n) 각각에는 리더 차량(AV_0)을 제외하고, 해당 차량(AV_n)과 함께 해당 차량(AV_n)보다 리더 차량(AV_0) 방향으로 앞서 위치하는 지정된 개수의 인접 차량($AV_{n-1} \sim AV_{n-4}$)이 포함될 수 있다.

만일 제3 서브 그룹(S_3)과 같이 앞서 위치하는 인접 차량(AV_1, AV_2)의 개수가 지정된 개수보다 작은 경우, 자신과 포함 가능한 인접 차량(AV_1, AV_2, AV_3)이 해당 서브 그룹(S_3)에 포함될 수 있다. 그리고 이후 위치하는 다른 차량(AV_{n+3})을 위한 서브 그룹(S_{n+3})에도 지정된 개수의 차량($AV_{n+1} \sim AV_{n+3}$)이 포함될 수 있다. 즉 각 차량(AV_n)은 서로 다른 서브 그룹(S_n)에 중복되어 포함될 수 있다. 그러므로 $N+1$ 개의 차량($AV_0 \sim AV_N$)에서 리더 차량(AV_0)과 제1 차량(AV_1)에 대해서는 서브 그룹(S_0, S_1)이 획득될 수 없으므로, 최대 $N-1$ 개의 서브 그룹($S_2 \sim S_N$)이 형성될 수 있다.

[0027] 여기서 각 차량(AV_n)은 군집 내에서 리더 차량(AV_0)을 기준으로 자신의 순서($n \in \{1, \dots, N\}$)와 각 서브 그룹(S_n)에 포함되는 차량의 개수를 미리 알고 있으며, 이에 자신을 위한 서브 그룹(S_n)에 포함되어야 하는 다른 차량과 자신이 포함되어야 하는 다른 차량을 위한 서브 그룹 또한 미리 알고 있다. 경우에 따라서 서브 그룹(S_n)에 포함되는 차량의 개수는 차량(AV_0)이 결정하여, 다른 차량($AV_1 \sim AV_N$)으로 브로드캐스팅할 수도 있다.

[0028] 그리고 각 차량(AV_n)은 형성된 각 서브 그룹($S_n, n \in \{2, \dots, N\}$)에 포함된 다른 차량들과의 채널 상태를 확인하여 개별적인 V2V 통신을 수행하지 않고, 각 서브 그룹(S_n)에 포함된 차량들($AV_m, m \in S_n$)이 해당 서브 그룹(S_n)에 할당된 자원 블록을 이용하여 전송하여 중첩된 중첩 위치 신호(y_n^*)와 중첩 파일럿 신호(r_n^*)를 수신함으로써, 해당 서브 그룹(S_n)에 포함된 차량($AV_m, m \in S_n$)들의 상대 거리(α_m)의 평균값을 합의로 획득한다. 이때 합의로 획득되는 상대 거리(α_m)의 평균값을 서브 그룹 상대 거리 또는 합의 거리라고 할 수 있다.

[0029] 그리고 각 차량(AV_n)은 자신에 대해 획득된 서브 그룹 상대 거리 또는 합의 거리를 위치 신호(x_n)로 변환하여, 변환된 위치 신호(x_n)를 자신이 포함된 다른 서브 그룹($S_{n+1}, S_{n+2}, \dots$)으로 전송함으로써, 다른 서브 그룹($S_{n+1}, S_{n+2}, \dots$)이 다시 서브 그룹 상대 거리 또는 합의 거리를 획득할 수 있도록 한다.

[0030] 이에 각 차량(AV_n)은 획득된 서브 그룹 상대 거리를 기반으로 이상적인 차량 군집 주행이 이루어도록 가속도(μ_n)를 조절할 수 있다.

[0031] 즉 실시예에 따른 차량 군집 주행에서 각 차량(AV_n)은 다른 차량 각각과의 개별적인 통신을 수행하기 위한 채널 상태 정보(CSI)를 획득하지 않고, 서브 그룹(S_n)별로 할당된 무선 자원 블록에서 위치 신호(x_n)가 중첩되도록 전송한다. 이에 서브 그룹(S_n) 내의 다수의 다른 차량에서 전송된 위치 신호(x_n)가 중첩되어 중첩 위치 신호(y_n^*)가 차량(AV_n)에 수신되지만, 차량(AV_n)은 중첩 위치 신호(y_n^*)로부터 서브 그룹(S_n)내의 모든 차량들(AV_m)의 상대 거리(α_m)의 평균값인 서브 그룹 상대 거리(또는 합의 거리)를 획득함으로써, 자신의 목표 위치를 확인하여 속도(v_n)가 가변되도록 가속도(μ_n)를 결정한다.

[0032] 기존과 같이 군집 내의 각 차량(AV_n)이 대응하는 서브 그룹(S_n)내 다른 차량(예를 들면, 제 m 차량($AV_m, m \in S_n$))과 개별적으로 V2V 통신을 수행하는 경우, 즉 제 m 차량(AV_m)으로부터 제 n 차량(AV_n)까지의 채널($h_{n,m}$)의 상태를 확인하여 상호 통신을 수행하는 경우, 제 n 차량(AV_n)의 가속도(μ_n)는 수학적 식 1에 따라 결정될 수 있다.

수학적 식 1

$$\mu_n = \frac{1}{|c_n|} \sum_{m=1}^N \kappa c_{n,m} (\alpha_n - \alpha_m - (n-m)d) - \delta \beta_n + \xi_n$$

[0033]

[0034] 여기서 $c_n = [c_{n,1}, c_{n,2}, \dots, c_{n,N}]^T$ 은 군집 내 N 개의 차량들($AV_1 \sim AV_N$) 중 제 n 차량(AV_n)의 제어에 관여하는 서브 그룹(S_n)에 포함되는 차량을 식별하기 위한 서브 그룹 식별 벡터로서, 차량(AV_m)이 서브 그룹(S_n)에 포함되면 서브 그룹 지정 벡터(c_n)의 원소($c_{n,m}$)가 1의 값을 갖는 반면, 포함되지 않으면, 원소($c_{n,m}$)가 0의 값을 갖는다. $|\cdot|$ 는 1의 값을 갖는 원소의 개수를 카운트하는 카디널리티 연산자(cardinality operator)이다. 그리고 κ 는 리더 차량(AV_0)에 대한 차량(AV_n)의 실제 상대 거리(α_n)와 목표 상대 거리($n \times d$) 사이의 차이에 대한 피드백 수준을 조절하기 위한 경직성 계수(stiffness coefficient)를 나타내고, 상대 속도(β)에 대한 변화 수준을 조절하기 위한 δ 는 감쇠 계수(damping coefficient)를 나타낸다. 경직성 계수(κ)는 실제 상대 거리(α_n)와 목표 상대 거리($n \times d$) 사이의 차이에 따른 반응 속도를 조절하는 계수이고, 감쇠 계수(δ)는 차량(AV_n)의 급격한 속도(v_n) 변화를 제어하기 위한 계수로서 미리 지정될 수 있다. 그리고 ξ_n 은 차량(AV_n)에 구비된 레이더나 라이다 등의 다른 센서를 통해 획득된 센서 정보에 따른 차량의 속도(v_n)나 위치(p_n)를 조절하기 위한 센서 기반 제어 파라미터이다.

[0035] 그리고 수학적 식 1은 서브 그룹 식별 벡터(c_n)에 따라 수학적 식 2와 같이 각 서브 그룹(S_n)에 대한 식으로 재작성될 수 있다.

수학적 식 2

$$\mu_n = \kappa(\alpha_n - nd) - \delta\beta_n + \frac{\kappa d}{|S_n|} \sum_{m \in S_n} m + \xi_n - \frac{\kappa}{|S_n|} \sum_{m \in S_n} \alpha_m$$

[0037] 여기서 $|S_n|$ 은 서브 그룹 식별 벡터(c_n)에 따라 서브 그룹($S_n = \{m | c_{n,m} = 1\}$)에 포함된 차량의 개수를 카운트하는 카디널리티 연산자이다.

[0038] 수학적 식 2에서 마지막 항목을 제외한 나머지 항목은 차량 군집 주행에 대한 기본 설정 및 각 차량(AV_n)에서 수집되는 정보에 의해 결정되는 값들로서, 대부분 고정된 값이거나 군집 주행을 위한 제어에 기여하지 않는 항목들이다. 따라서 수학적 식 2에서 제 n 차량(AV_n)을 제어하기 위한 가속도(μ_n)를 결정하는 항목은 서브 그룹(S_n) 내 다른 차량들(AV_m)의 상대 거리(α_m)의 평균값, 즉 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)로 계산되는 마지막 항목으로서, 수학적 식 3과 같이 다시 표현될 수 있다.

수학적 식 3

$$\gamma_n = \frac{1}{|S_n|} \sum_{m \in S_n} \alpha_m$$

[0040] 즉 군집 주행에서 제 n 차량(AV_n)의 가속도(μ_n)는 수학적 식 3에 따른 서브 그룹(S_n) 내 다른 차량들(AV_m)의 상대 거리(α_m)의 평균값인 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)에 따라 조절될 수 있다. 이때 수학적 식 3의 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)에서는 서브 그룹(S_n)에서 제 n 차량(AV_n) 자신의 상대 거리(α_n)는 제외된다.

[0041] 이에 실시예의 차량 군집 주행 제어 장치는 군집 내 다른 모든 차량($AV_0 \sim AV_N$)에 대한 상대 거리($\{\alpha_m\}_{m \in S_n}$)를 획득하기 위해 서브 그룹(S_n) 내의 차량들(AV_m)과 개별적인 V2V 통신을 수행하지 않는다. 대신 대응하는 서브 그룹(S_n) 내의 차량들(AV_m)로부터 지정된 제어 주기(Control Period)동안 지정된 라운드 횟수(K)만큼 반복적으로 중첩되어 수신되는 중첩 위치 신호(y_n^*)와 중첩된 파일럿 신호(r_n^*)를 기반으로 서브 그룹

(S_n)내 차량들(AV_m)의 상대 거리(a_m)의 평균값을 반복적으로 조절하여, 상대 거리(a_m)의 평균값인 이웃 차량 평균 상대 거리(y_n)를 획득한다. 그리고 획득된 이웃 차량 평균 상대 거리(y_n)로부터 제 n 차량(AV_n)의 가속도(μ_n)를 결정한다. 따라서 개별적인 V2V 통신을 수행하기 위한 채널($h_{n,m}$)에 대한 정보를 획득할 필요가 없다.

[0042] 도 2는 일 실시예 따른 각 차량의 차량 군집 주행을 위한 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치를 동작에 따라 구분한 개략적 구성을 나타내고, 도 3은 도 2의 차량 군집 주행 제어 장치의 합의 동작을 설명하기 위한 도면이며, 도 4는 각 차량의 차량 군집 주행 제어 장치에서 사용하는 자원 블록을 설명하기 위한 도면이다. 그리고 도 5는 차량 군집 주행 제어 장치의 합의 과정에 따른 서브 그룹내 차량 위치 정보의 변화를 나타낸다.

[0043] 실시예에 따른 차량 군집 주행 제어 장치는 군집의 다수의 차량($AV_0 \sim AV_N$) 각각에 구비되며, 도 2에서는 일 예로 제 n 차량(AV_n)을 도시하였다. 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 차량 군집 주행 제어 장치는 수신 모듈(10), 분산 합의 모듈(20), 차량 제어 모듈(30) 및 송신 모듈(30)을 포함할 수 있다.

[0044] 수신 모듈(10)은 제 n 차량(AV_n)을 위한 서브 그룹(S_n) 내에 포함된 다수의 차량(AV_m) 각각에서 제어 주기동안 지정된 횟수로 반복 전송된 위치 신호(x_m , $m \in S_n$)가 중첩된 중첩 위치 신호(y_n^*)를 수신한다. 이때 제 n 차량(AV_n) 또한 서브 그룹(S_n)에 포함되므로, 제 n 차량(AV_n) 자신의 위치 신호(x_n) 또한 중첩 위치 신호(y_n^*)에 중첩 포함된다.

[0045] 이때 수신 모듈(10)은 서브 그룹(S_n)내의 다수의 차량(AV_m)에서 위치 신호(x_m)와 함께 서브 그룹(S_n)을 위한 파일럿 신호(w_n)가 각각 동일한 부반송파로 전송되어 중첩됨에 따라 중첩 파일럿 신호(r_n^*)를 수신한다. 서브 그룹(S_n)내의 각 차량(AV_m)의 위치를 알리는 위치 신호(x_m)와 달리 파일럿 신호(w_n)는 해당 서브 그룹(S_n)의 신호를 구분하고, 채널($h_{n,m}$) 상태에 따라 위치 신호(x_m)를 정규화하기 위한 신호이다. 따라서 파일럿 신호(w_n)는 서브 그룹(S_n) 내의 각 차량(AV_m)이 동일한 신호로 전송된다.

[0046] 분산 합의 모듈(20)은 제어 주기동안 반복 수신되는 중첩 위치 신호(y_n^*)와 중첩 파일럿 신호(r_n^*)를 기반으로 리더 차량(AV_0)에 대한 서브 그룹(S_n)내 모든 차량들(AV_m)의 상대 거리(a_m)를 합의하는 과정을 반복하고, 점차적으로 수렴되는 합의 상대 거리(a_m)를 기반으로 자신의 위치 신호(x_n)를 획득하여 전송한다. 그리고 수렴된 합의 상대 거리(a_m)에 따라 이웃 차량 평균 상대 거리(y_n)를 계산한다.

[0047] 차량 제어 모듈(30)은 계산된 이웃 차량 평균 상대 거리(y_n)를 기반으로 차량(AV_n)의 가속도(μ_n)를 결정하고, 결정된 가속도(μ_n)에 따라 차량(AV_n)을 제어하여 차량의 속도(v_0)를 변화시킨다.

[0048] 그리고 송신 모듈(40)은 합의 상대 거리(a_m)에서 획득된 자신의 위치 신호(x_n)와 자신이 포함되는 모든 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 대한 파일럿 신호($w_{n+1}, w_{n+2}, \dots$)를 전송한다. 이때 송신 모듈(40)은 각 제어 주기에서 지정된 라운드 횟수(K)만큼 반복하여 위치 신호(x_n)와 파일럿 신호($w_{n+1}, w_{n+2}, \dots$)를 전송한다. 이때 상기한 바와 같이, 실시예에서는 OFDM 변조 기법에 따라 다수의 서브 그룹($S_2, \dots, S_N$)에는 서로 다른 자원 블록(RB)이 할당된다. 따라서 송신 모듈(40)은 각 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 할당된 자원 블록(RB)을 이용하여 각 라운드($k = \{0, 1, \dots, K\}$)에서 위치 신호($x_n[k]$)와 파일럿 신호($w_n, w_{n+1}, \dots$)를 전송한다. 파일럿 신호($w_n, w_{n+1}, \dots$)는 라운드(k)에 무관한 신호이므로 라운드 표기($[k]$)가 생략되었다. 이때 동일한 서브 그룹(S_n)을 위한 위치 신호($x_n[k]$)와 파일럿 신호(w_n)는 동일하게 할당된 자원 블록(RB)에서 서로 인접한 심볼(여기서는 OFDM 심볼)로 변환되어 전송될 수 있다.

[0049] 구체적으로 수신 모듈(10)은 중첩 위치 신호 수신 모듈(11), 중첩 파일럿 신호 수신 모듈(12), 최대 파일럿 신호 선택 모듈(13) 및 동상 위치 신호 선택 모듈(14)을 포함할 수 있다.

[0050] 도 3에 도시된 바와 같이, 중첩 위치 신호 수신 모듈(11)과 중첩 파일럿 신호 수신 모듈(12)은 각각 서브 그룹($\mathbb{S}_n$) 내에 포함된 다수의 차량(AV_m)에 구비된 송신 모듈($40_{n,m}$, $m \in \mathbb{S}_n$)에서 각 라운드(k)에서 동일한 무선 자원(부반송파)을 이용하여 전송된 위치 신호($x_m[k]$, $m \in \mathbb{S}_n$)가 중첩된 중첩 수신된 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)와 파일럿 신호(w_n)가 중첩된 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)를 수신한다. 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)는 파일럿 신호(w_n)가 각 라운드에서 변화하는 채널($h_{n,m}[k]$) 상태에 의해 변화되어 중첩된 신호이므로, 라운드 표기($[k]$)가 함께 병기되었다.

[0051] 서브 그룹($\mathbb{S}_n$)의 다수의 차량(AV_m)이 제어 주기의 k 번째 라운드($k \in \{0, 1, 2, \dots, K\}$)에서 전송한 위치 신호($x_m[k]$)에 대한 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)는 채널($h_{n,m}[k]$) 상태와 잡음($z_n[k]$)에 의해 수학식 4로 표현될 수 있다.

수학식 4

$$y_n^*[k] = \sum_{m \in \mathbb{S}_n \setminus \{n\}} h_{n,m}[k] I_m^*[k] x_m[k] + z_n[k]$$

[0052]

[0053] 여기서 자기 간섭 제거 기법(self-interference cancellation technique)이 적용되어 차량(AV_n)에서 전송된 위치 신호($x_n[k]$)는 완전하게 제거된 것으로 가정($m \in \mathbb{S}_n \setminus \{n\}$)하고, 잡음($z_n[k]$)은 AWGN(additive white Gaussian noise)이다. 그리고 $I_m^*[k]$ 는 채널($h_{n,m}$)이 동일한 사인의 값을 갖도록 하는 선택 동상 변환 지시자로서 서브 그룹($\mathbb{S}_n$)의 각 차량(AV_m)의 송신 모듈(40_m)에서 추가된 성분으로 상세한 설명은 후술한다.

[0054] 그리고 서브 그룹($\mathbb{S}_n$)의 다수의 차량(AV_m)이 제어 주기의 k 번째 라운드($k \in K$)에서 전송한 파일럿 신호(w_n)에 대한 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)는 파일럿 신호(w_n)의 전송 전력(P)과 채널($h_{n,m}[k]$) 상태 및 파일럿 잡음($e_n[k]$)에 의해 수학식 5로 표현될 수 있다.

수학식 5

$$r_n^*[k] = \left(\sum_{m \in \mathbb{S}_n \setminus \{n\}} h_{n,m}[k] I_m^*[k] \right) \sqrt{P} w_n + e_n[k]$$

[0055]

[0056] 다만 중첩 파일럿 신호 수신 모듈(12)은 파일럿 신호(w_n)의 에너지가 일관된 단일 에너지가 되도록 파일럿 신호(w_n)의 켤레 파일럿 신호($\bar{w}_n$)를 합성하여 수학식 8과 같은 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)를 획득할 수 있다.

수학식 6

$$r_n^*[k] = \sum_{m \in \mathbb{S}_n \setminus \{n\}} h_{n,m}[k] I_m^*[k] \sqrt{P} + \tilde{e}_n[k]$$

[0057]

[0058] 여기서 $\tilde{e}_n[k]$ 는 파일럿 잡음($e_n[k]$)에 파일럿 신호(w_n)의 켤레 신호($\bar{w}_n$)가 합성($\tilde{e}_n[k] = e_n[k] \bar{w}_n$)된 신호를 나타낸다.

[0059] 수학식 4 및 6에서와 같이, 중첩 위치 신호 수신 모듈(11)과 중첩 파일럿 신호 수신 모듈(12)은 각각 서브 그룹($\mathbb{S}_n$)의 차량들(AV_m)에서 전송된 위치 신호($x_m[k]$)가 중첩된 중첩 수신된 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)와 파일럿 신호

(w_n)가 중첩된 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)를 획득한다.

[0060] 이때 실시예의 차량 군집 주행 제어 장치는 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)에 대비한 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)의 실수 성분의 비($\frac{\text{Re}\{y_n^*[k]\}}{\text{Re}\{r_n^*[k]\}}$)로서 중첩 위치 신호(y_n^*)를 정규화하는 방식을 적용함으로써, 각 채널($h_{n,m}[k]$) 상태를 별도로 확인하지 않는다. 다만 이를 위해서는 각 서브 그룹(S_n)의 각 차량(AV_m) 각각에서 전송되는 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n)가 채널($h_{n,m}[k]$)을 통과하여서도 동일한 사인을 가져야 한다. 따라서 채널($h_{n,m}[k]$)에 의한 사인 변화를 고려하여 중첩되는 신호들이 동일한 사인이 되도록 서브 그룹(S_n)의 차량들(AV_m) 각각의 송신 모듈(40_m)은 사전에 동상 변환 지시자($I_m[k] = \{-1, 1\}$)을 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n) 각각에 합성한다. 이에 동상 변환 지시자($I_m[k]$)가 합성되어 사인 변환된 위치 신호($x_m[k]$)들과 파일럿 신호들(w_n)이 동상으로 합성되어 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)와 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)가 획득될 수 있다. 다만, 실시예에서는 채널($h_{n,m}[k]$)을 확인하지 않는 경우를 가정하였으므로, 동상 변환 지시자($I_m[k]$) 또한 미리 설정될 수 없다. 이에 실시예의 서브 그룹(S_n)내 각 송신 모듈들(40_m)에서 인코딩 모듈(43)은 각 라운드(k)에서 모든 가능한 조합에 따른 동상 변환 지시자($I_m[k]$)를 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n) 각각에 합성하여 전송한다. 예로서, 서브 그룹(S_n)에 3개의 차량($AV_{n,1}, AV_{n,13}, AV_{n,13}$)이 포함되는 경우, 3개의 송신 모듈들(40₁, 40₂, 40₃)은 가능한 모든 조합으로 동상 변환 지시자(I_1, I_2, I_3)를 가능한 모든 조합((-1, -1, -1) ~ (1, 1, 1))으로 설정하고, 각각 대응하는 위치 신호(x_1, x_2, x_3)들과 파일럿 신호들(w_n)에 합성하여 송신할 수 있다.

[0061] 이때 각 조합에 따른 동상 변환 지시자(I_1, I_2, I_3)가 합성된 위치 신호(x_1, x_2, x_3)들과 파일럿 신호들(w_n)은 서로 다른 부반송파로 전송될 수 있다. 다만 동상 변환 지시자(I_1, I_2, I_3)의 조합 중 (-1, -1, -1)의 조합 및 (1, 1, 1) 조합과 같이 서로 부호가 반대인 조합은 결과적으로 동일한 사인에 대한 지시자이다. 이에 도 4에 도시된 바와 같이, 서브 그룹(S_n)내 각 송신 모듈들(40_m)의 인코딩 모듈(43)은 서브 그룹(S_n)에 포함되는 차량(AV_m)의 수($|S_n|$)에 따른 모든 조합 개수($2^{|S_n|}$)에서 부호가 반대인 조합의 개수를 제외하여, $2^{|S_n|}-1$ 개의 부반송파 각각에 서로 다른 조합의 동상 변환 지시자($I_m[k]$)가 합성된 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n)를 서로 인접한 OFDM 심볼로 변환하여 전송할 수 있다.

[0062] 이에 도 4와 같이, 제어 주기 동안의 K번의 라운드 각각에서 다수의 서브 그룹(S_n) 각각에는 $2^{|S_n|}-1$ 개의 부반송파가 자원 블록(RB)로서 할당될 수 있다.

[0063] 따라서 중첩 위치 신호 수신 모듈(11)과 중첩 파일럿 신호 수신 모듈(12)에는 동상 변환 지시자($I_m[k]$)가 서로 다른 조합으로 합성되고 중첩된 다수의 중첩 위치 신호($y_n[k]$)와 중첩 파일럿 신호($r_n[k]$)가 수신된다. 여기서 중첩 파일럿 신호($r_n[k]$)는 동일한 파일럿 신호(w_n)가 중첩되어 전송된 신호이므로, 수신된 다수의 중첩 파일럿 신호($r_n[k]$) 중 최대값을 갖는 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)가 획득되도록 하는 조합의 동상 변환 지시자($I_m[k]$)가 각 채널($h_{n,m}[k]$) 상태에 따른 최적의 동상 변환 지시자($I_m^*[k]$) 조합이다. 그러므로 최대 파일럿 신호 선택 모듈(13)은 수신된 다수의 중첩 파일럿 신호($r_n[k]$) 중 최대 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)를 판별하고, 최대 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)에 적용된 조합의 동상 변환 지시자(I_m)를 선택 동상 변환 지시자($I_m^*[k]$)로 선택한다. 그리고 동상 신호 선택 모듈(14)은 수신된 다수의 중첩 위치 신호($y_n[k]$) 중 선택 동상 변환 지시자($I_m^*[k]$)에 대응하는 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)를 선택하여 분산 합의 모듈(20)로 전달한다.

[0064] 분산 합의 모듈(20)은 정규화 모듈(21), 위치 신호 생성 모듈(22), 합의 모듈(23) 및 평균 상대 거리 계산 모듈

(24)을 포함할 수 있다.

[0065] 정규화 모듈(21)은 상기한 바와 같이, 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)에 대비한 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)의 실수 성분의 비($\frac{\text{Re}\{y_n^*[k]\}}{\text{Re}\{r_n^*[k]\}}$)로서 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)를 정규화한다.

[0066] 위치 신호 생성 모듈(22)은 다음 라운드(k+1)를 위한 위치 신호($x_n[k+1]$)를 생성하여 송신 모듈(40)로 전달한다.

[0067] 위치 신호 생성 모듈(22)은 우선 리더 차량(AV_0)에 대한 측정된 상대 거리(α_n)를 진폭 변조한 변조 신호(s_n)를 초기 라운드(k=0)를 위한 위치 신호($x_n[k+1]$)로서 생성한다. 여기서 측정된 상대 거리(α_n)는 제어 주기동안 라운드의 반복에도 동일한 값으로 유지되지만, 다음 제어 주기에는 다시 측정되어 변경될 수 있다.

[0068] 변조 신호(s_n)는 수학적 식 7과 같이 획득될 수 있다.

수학적 식 7

$$s_n = \frac{\sqrt{\sigma P} \alpha_n}{L}$$

[0070] 여기서 σ 는 전력 배율 계수(예를 들면 1)이고, L은 N+1개의 차량($AV_0 \sim AV_N$)에 대해 최대 군집 길이($L = Nd + \Delta$)로 설정되는 정규화 계수이며, Δ 는 제어 오류 마진이다.

[0071] 그리고 이후 라운드($k = \{1, 2, \dots, K\}$)에서는 현재 라운드(k)에서 이미 획득된 위치 신호($x_n[k]$)와 서브 그룹(S_n)내 다른 차량들(AV_m)에서 전송된 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)를 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)로 나누어 정규화한 값의 가중합으로 다음 라운드(k+1)를 위한 위치 신호($x_n[k+1]$)를 생성하여 송신 모듈(40)로 전송한다.

[0072] 즉 위치 신호 생성 모듈(22)은 수학적 식 8과 같이, 다음 라운드(k+1)를 위한 위치 신호($x_n[k+1]$)를 상대 거리(α_n)에 따른 변조 신호(s_n)를 초기값으로 하고, 라운드(k)를 반복하는 동안 현재 라운드(k)에서의 위치 신호($x_n[k]$)에 자신을 위한 서브 그룹(S_n)내 다른 차량들(AV_m)에서 전송된 정규화된 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)를 가중합한 신호로 생성한다.

수학적 식 8

$$x_n[k+1] = \begin{cases} s_n, & \text{if } k = 0, \\ (1 - \rho)x_n[k] + \rho \left(\frac{\text{Re}\{y_n^*[k]\}}{\text{Re}\{r_n^*[k]\}} \right), & \text{if } k > 0. \end{cases}$$

[0074] 여기서 ρ 는 ($0 < \rho < 1$)의 범위에서 설정되는 가중 계수이다.

[0075] 그리고 생성된 위치 신호($x_n[k+1]$)를 합의 모듈(23)과 송신 모듈(40)로 전달한다.

[0076] 합의 모듈(23)은 제어 주기 동안 반복되어 증가되는 라운드(k)에 따라 합의되는 합의 위치 신호($x_n[k]$)를 획득한다. 여기서 합의 위치 신호($x_n[k]$)는 수학적 식 9과 같이 라운드(k)가 무한으로 증가되어 수렴되는 값으로, 상대 거리(α_m)의 가중 평균에 비례하는 값으로 볼 수 있다.

수학식 9

$$\lim_{k \rightarrow \infty} x_n[k] = \frac{\sqrt{\rho P}}{L} \sum_{m \in \mathbb{S}_n} \omega_m \alpha_m$$

[0077]

[0078] 여기서 ω_m 은 $\omega = [\omega_1, \dots, \omega_S]$ 로서 $1^T \omega = 1$ 및 $\omega \geq 0$ 을 만족하는 S-by-1 열 벡터이다.

[0079] 차량(AV_n)에 대한 합계 위치 신호($x_n[k]$)가 수렴하는 것과 마찬가지로, 도 5에 도시된 바와 같이, 다른 차량들(AV_m)에서 전송되는 위치 신호($x_m[k]$) 또한 라운드(k)가 반복되는 동안 합계 과정을 거쳐 5에 도시된 바와 같이, 수렴된다. 도 5에서 (a)는 가중 계수(ρ)가 0.2로 설정된 경우를 나타내고, (b)는 0.9로 설정된 경우를 나타낸다.

[0080] 여기서는 라운드(k)가 무한으로 증가되어 합계 위치 신호($x_n[k]$)가 수렴되는 것으로 설명하였으나, 현실적으로 라운드(k)를 무한 반복할 수는 없다. 그리고 도 5에 나타난 바와 같이, 대략 50 라운드($k = 50$)가 반복되면, 대부분의 경우 수렴된다. 이에 실시예에서는 라운드(k)를 지정된 라운드 반복 횟수(K, 예를 들면 $K = 50$)만큼 반복하여 합계 위치 신호($x_n[k]$)를 획득할 수 있다.

[0081] 그리고 평균 거리 계산 모듈(24)은 합계 모듈(23)에서 획득된 합계 위치 신호($x_n[k]$)로부터 서브 그룹($\mathbb{S}_n$)내 다른 차량들(AV_m)의 평균 상대 거리를 획득한다.

[0082] 우선 수학식 9는 수학식 10과 같이 근사 상대 거리의 합($\tilde{\zeta}_n$)으로 변환될 수 있다.

수학식 10

$$\tilde{\zeta}_n = \frac{L}{\sqrt{\sigma P}} \left(\lim_{k \rightarrow \infty} x_n[k] \right) = \sum_{m \in \mathbb{S}_n} \omega_m \alpha_m$$

[0083]

[0084] 수학식 10은 근사 상대 거리의 합($\tilde{\zeta}_n$)은 수학식 9에서 상대 거리(α_m)의 가중 평균($\sum_{m \in \mathbb{S}_n} \omega_m \alpha_m$)이 진폭 변조된 형태로 획득된 합계 위치 신호($x_n[k]$)가 복조된 값으로 볼 수 있다.

[0085] 수학식 10에서 근사 상대 거리의 합($\tilde{\zeta}_n$)에는 차량(AV_n) 자신에 대한 상대 거리(α_n)가 포함되어 있으므로, 이를 제외하여 수학식 3의 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)를 수학식 11에 따라 획득할 수 있다.

수학식 11

$$\gamma_n = \frac{\tilde{\zeta}_n(|\mathbb{S}_n|+1) - \alpha_n}{|\mathbb{S}_n|}$$

[0086]

[0087] 수학식 11에 따라 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)가 획득되면, 차량 제어 모듈(30)은 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)를 수학식 2에 대입하여, 차량(AV_n)의 가속도(μ_n)를 계산하고, 차량(AV_n)이 계산된 가속도(μ_n)로 가속하도록 제어한다.

[0088] 한편, 송신 모듈(40)은 위치 신호 획득 모듈(41), 파일럿 신호 생성 모듈(42) 및 인코딩 모듈(43)을 포함할 수 있다. 위치 신호 획득 모듈(41)은 위치 신호 생성 모듈(22)에서 생성된 다음 라운드($k+1$)를 위한 위치 신호($x_n[k+1]$)를 획득하여 출력하고, 파일럿 신호 생성 모듈(42)은 해당 차량(AV_n)이 포함된 각 서브 그룹($\mathbb{S}_n, \mathbb{S}_{n+1}, \dots$)에 대한 파일럿 신호($w_n, w_{n+1}, \dots$)를 생성하여 출력한다.

- [0089] 인코딩 모듈(43)은 위치 신호($x_n[k+1]$)와 파일럿 신호($w_n, w_{n+1}, \dots$)에 각 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$) 내에서 가능한 모든 조합에 따른 동상 변환 지시자($I_m[k+1]$)를 합성하고, 각 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 대해 할당된 자원 블록(RB)의 서로 다른 부반송파로 변조하여 다른 차량으로 전송한다.
- [0090] 도시된 실시예에서, 각 구성들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술되지 것 이외에도 추가적인 구성을 포함할 수 있다. 또한, 일 실시예에서, 각 구성은 물리적으로 구분된 하나 이상의 장치를 이용하여 구현되거나, 하나 이상의 프로세서 또는 하나 이상의 프로세서 및 소프트웨어의 결합에 의해 구현될 수 있으며, 도시된 예와 달리 구체적 동작에 있어 명확히 구분되지 않을 수 있다.
- [0091] 그리고 도 2에 도시된 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치는 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합에 의해 로직회로 내에서 구현될 수 있고, 범용 또는 특정 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수도 있다. 장치는 고정배선형(Hardwired) 기기, 필드 프로그램 가능한 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array, FPGA), 주문형 반도체(Application Specific Integrated Circuit, ASIC) 등을 이용하여 구현될 수 있다. 또한, 장치는 하나 이상의 프로세서 및 컨트롤러를 포함한 시스템온칩(System on Chip, SoC)으로 구현될 수 있다.
- [0092] 뿐만 아니라 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치는 하드웨어적 요소가 마련된 컴퓨팅 장치 또는 서버에 소프트웨어, 하드웨어, 또는 이들의 조합하는 형태로 탑재될 수 있다. 컴퓨팅 장치 또는 서버는 각종 기기 또는 유무선 통신망과 통신을 수행하기 위한 통신 모듈 등의 통신장치, 프로그램을 실행하기 위한 데이터를 저장하는 메모리, 프로그램을 실행하여 연산 및 명령하기 위한 마이크로프로세서 등을 전부 또는 일부 포함한 다양한 장치를 의미할 수 있다.
- [0093] 도 6은 실시예에 따른 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 방법을 나타낸다.
- [0094] 도 1 내지 도 5를 참조하여, 도 6의 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 방법을 설명하면, 우선 제어 주기마다 차량(AV_n)에 구비된 각종 센서를 통해 속도(v_n)와 위치(p_n)에 대한 정보를 획득하고, 리더 차량(AV_0)에서 브로드캐스팅된 기준 속도(v_0)와 기준 위치(p_0)를 기반으로 상대 거리(α_n)와 상대 속도(β_n)를 계산하여 획득한다(51). 여기서 상대 거리(α_n)는 차량(AV_n)의 초기 위치라 할 수 있으며, 획득된 상대 거리(α_n)를 변조하여 초기 위치 신호($x[1]$)를 획득한다. 차량(AV_n)이 포함되는 각 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 획득된 초기 위치 신호($x[1]$)를 전송한다.
- [0095] 그리고 차량(AV_n)을 위한 서브 그룹(S_n)에 포함된 다수의 다른 차량(AV_m)이 각각 현재 라운드(k)에서 전송한 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n)가 각각 중첩 전송된 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)와 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)를 수신한다(52).
- [0096] 이때, 서브 그룹(S_n)의 각 차량(AV_m)은 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n)에 동상 변환 지시자($I_m^*[k]$)를 합성하여 전송할 수 있으며, 위치 신호($x_m[k]$)와 파일럿 신호(w_n)는 동일한 부반송파에서 인접한 OFDM 심볼로 변환되어 전송될 수 있다. 만일 서브 그룹(S_n)의 각 차량(AV_m)이 서로 다른 여러 조합으로 동상 변환 지시자($I_m[k]$)를 합성하여, 다수의 중첩 위치 신호($y_n[k]$)와 중첩 파일럿 신호($r_n[k]$)가 수신되면, 중첩 파일럿 신호($r_n[k]$) 중 최대값을 갖는 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)와 이에 대응하는 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)를 선택하여 획득할 수 있다.
- [0097] 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)와 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)가 획득되면, 중첩 위치 신호($y_n^*[k]$)를 중첩 파일럿 신호($r_n^*[k]$)로 나누어 정규화한다(53).
- [0098] 그리고 현재 라운드(k)에서의 위치 신호($x_n[k]$)와 정규화된 중첩 위치 신호 $\left(\frac{\text{Re}\{y_n^*[k]\}}{\text{Re}\{r_n^*[k]\}} \right)$ 를 가중합하여, 다음 라운드(k+1)를 위한 위치 신호($x_n[k+1]$)를 생성하고, 생성된 위치 신호($x_n[k+1]$)와 차량(AV_n)이 포함되는 각 서브 그

룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 할당된 자원 블록(RB)을 이용하여 전송한다(54). 이때, 각 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 대하여 설정되는 파일럿 신호($w_n, w_{n+1}, \dots$)를 생성하여 함께 전송할 수 있으며, 각 서브 그룹($S_n, S_{n+1}, \dots$)에 대한 파일럿 신호($w_n, w_{n+1}, \dots$)와 위치 신호($x_n[k+1]$) 각각에 동상 변환 지시자($I_m^*[k+1]$)를 합성하여 전송할 수 있다.

[0099] 한편, 라운드(k)가 지정된 반복 횟수(K) 이상인지 판별한다(55). 만일 라운드(k)가 지정된 반복 횟수(K) 이상이면, 현재 위치 신호($x_n[k]$)를 서브 그룹(S_n)에 포함된 다수의 다른 차량(AV_m)의 합의에 따른 평균 상대 거리를 나타내는 합의 위치 신호로 설정한다(56).

[0100] 그리고 합의 위치 신호($x_n[k]$)를 변환하여 근사 상대 거리의 합($\tilde{\zeta}_n$)을 획득하고, 획득된 근사 상대 거리의 합($\tilde{\zeta}_n$)에서 차량(AV_n)의 상대 거리(a_n)에 따른 성분은 제외하여 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)를 획득한다(57).

[0101] 이웃 차량 평균 상대 거리(γ_n)가 계산되면, 수학적 2에 따라 차량(AV_n)에 요구되는 가속도(μ_n)를 계산하고, 계산된 가속도(μ_n)에 따라 차량을 제어하여 차량 군집 주행이 이루어 지도록 한다(58).

[0102] 도 6에서는 각각의 과정을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나 이는 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 이 분야의 기술자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 도 6에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 또는 하나 이상의 과정을 병렬적으로 실행하거나 다른 과정을 추가하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능하다.

[0103] 도 7은 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 설명하기 위한 도면이다.

[0104] 도시된 실시예에서, 각 구성 요소들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술되지 않은 것 이외에도 추가적인 구성 요소를 포함할 수 있다. 도시된 컴퓨팅 환경(60)은 컴퓨팅 장치(61)를 포함하여, 도 6에 도시된 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 방법을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(61)는 도 2에 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치에 포함된 하나 이상의 구성 요소일 수 있다.

[0105] 컴퓨팅 장치(61)는 적어도 하나의 프로세서(62), 컴퓨터 판독 가능 저장매체(63) 및 통신 버스(65)를 포함한다. 프로세서(62)는 컴퓨팅 장치(61)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(62)는 컴퓨터 판독 가능 저장매체(63)에 저장된 하나 이상의 프로그램들(64)을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들(64)은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(62)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(61)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다. 프로세서(62)는 도 2의 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치에서 합의 모듈(20)과 차량 제어 모듈(30)을 구현할 수 있으며, 경우에 따라서는 수신 모듈(10)과 송신 모듈(40)의 적어도 일부를 구현할 수도 있다.

[0106] 통신 버스(65)는 프로세서(62), 컴퓨터 판독 가능 저장매체(63)를 포함하여 컴퓨팅 장치(61)의 다른 다양한 구성 요소들을 상호 연결한다.

[0107] 컴퓨팅 장치(61)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(68)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(66) 및 하나 이상의 통신 인터페이스(67)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(66) 및 통신 인터페이스(67)는 통신 버스(65)에 연결된다. 통신 인터페이스(67)는 도 2의 분산 합의 기반 차량 군집 주행 제어 장치에서 수신 모듈(10)과 송신 모듈(40)의 적어도 일부를 구현할 수 있다. 입출력 장치(68)는 입출력 인터페이스(66)를 통해 컴퓨팅 장치(61)의 다른 구성 요소들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(68)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(68)는 컴퓨팅 장치(61)를 구성하는 일 구성 요소로서 컴퓨팅 장치(61)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(61)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(61)와 연결될 수도 있다.

[0108] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의

진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

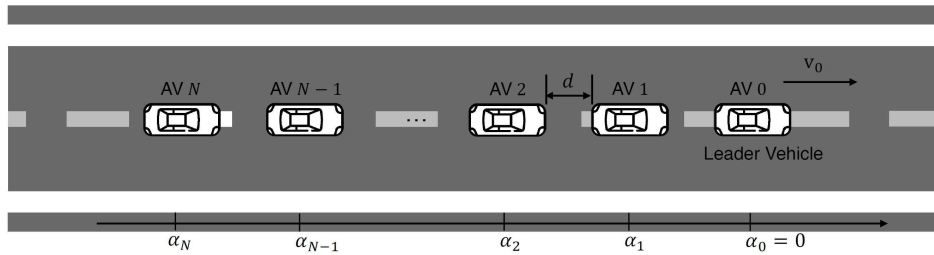
부호의 설명

[0109]

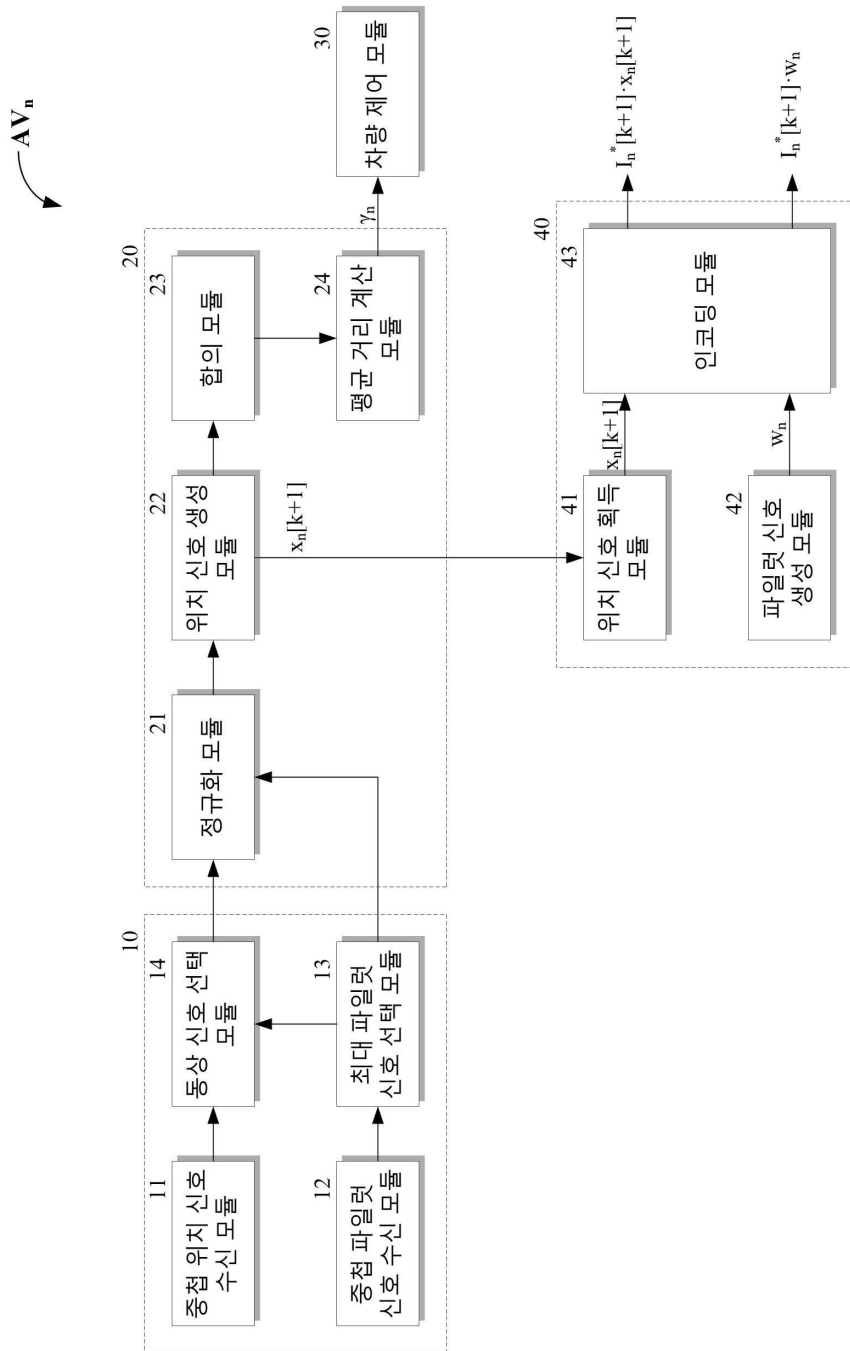
10: 수신 모듈 11: 중첩 위치 신호 수신 모듈
 12: 중첩 파일럿 신호 수신 모듈 13: 최대 파일럿 신호 선택 모듈
 14: 동상 위치 신호 선택 모듈 20: 분산 합의 모듈
 21: 정규화 모듈 22: 위치 신호 생성 모듈
 23: 합의 모듈 24: 평균 상대 거리 계산 모듈
 30: 차량 제어 모듈 40: 송신 모듈
 41: 위치 신호 획득 모듈 42: 파일럿 신호 생성 모듈
 43: 인코딩 모듈

도면

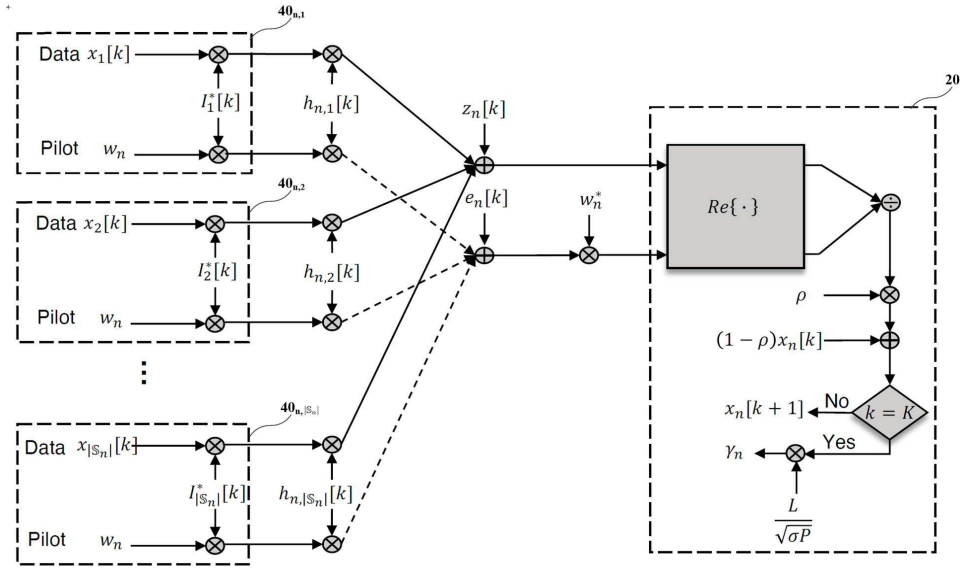
도면1



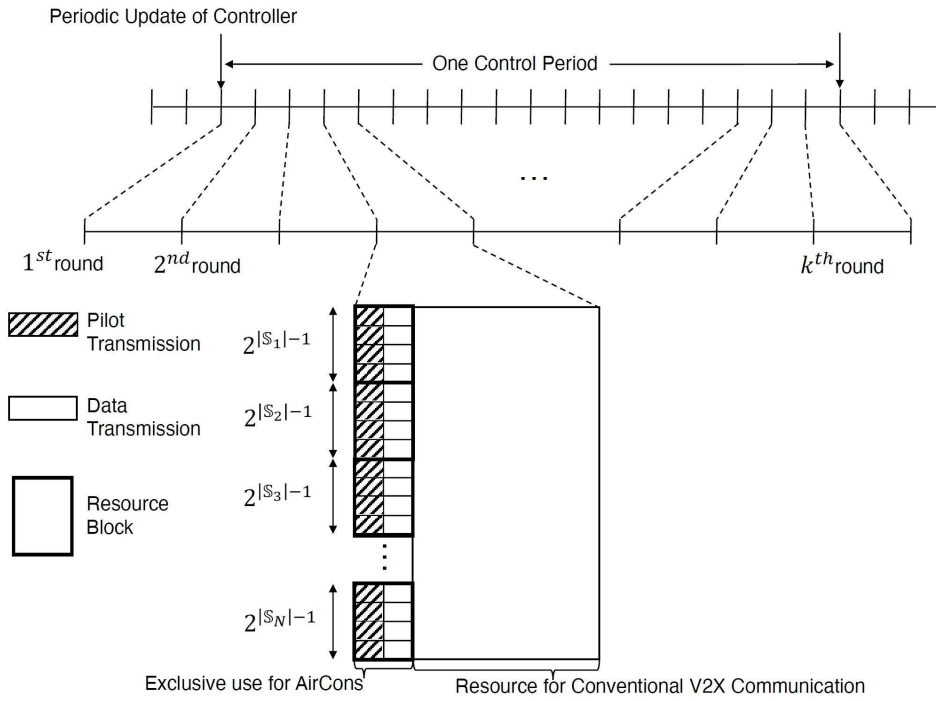
도면2



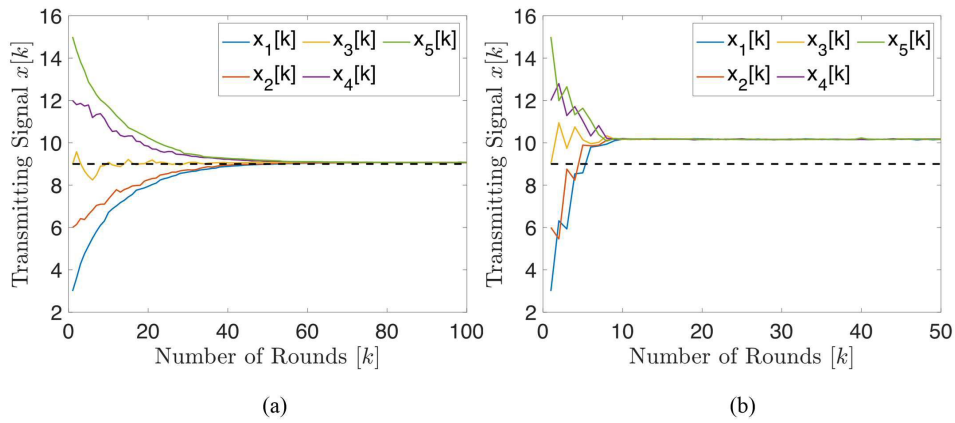
도면3



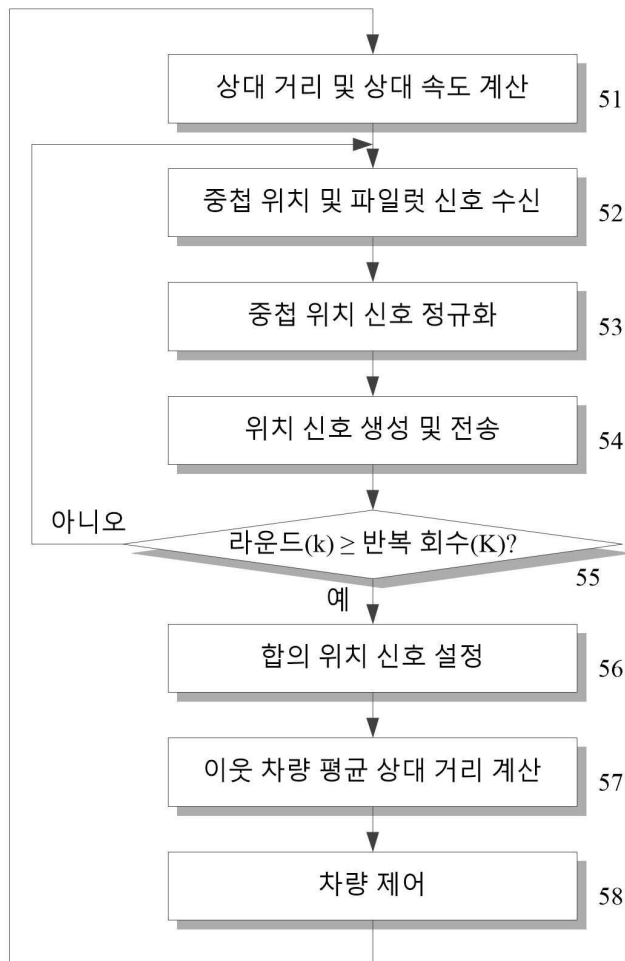
도면4



도면5



도면6



도면7

