



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월05일
(11) 등록번호 10-1251470
(24) 등록일자 2013년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 1/16 (2006.01) H04B 7/00 (2006.01)

H04W 4/06 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2011-0142955

(22) 출원일자 2011년12월27일

심사청구일자 2011년12월27일

(56) 선행기술조사문헌

F. YE et al. "Prioritized Broadcast Contention Control in VANET", IEEE ICC, 2010.05*

KR101092241 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

이미정

서울특별시 용산구 이촌로 347, 15동 507호 (서빙고동, 신동아아파트)

성윤영

서울특별시 양천구 신정3동 신목동아파트 104-1008호

(74) 대리인

남정길

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 정은선

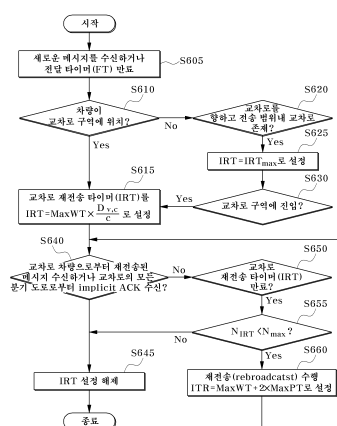
(54) 발명의 명칭 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지 전파 방법

(57) 요약

개시된 기술은 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지 전파 방법에 관한 것으로, 보다 상세하지만 제한된 없이는 비콘 신호를 사용하지 않아 오버헤드가 적으면서도 신뢰성 높은 브로드캐스트 메시지 전파 방법에 관한 것이다.

실시예들 중에서, 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파하는 방법에 있어서, 전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드가 주변의 제2 차량 노드로부터 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신하는 단계; 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer: 이하, IRT)를 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계; 및 상기 IRT가 만료되기 전에, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하면, 상기 IRT의 설정을 취소하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도6



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20110012370

부처명 과학기술부

연구사업명 일반연구자지원사업-기본연구(유형1)

연구과제명 도로 환경 및 교통상황을 반영하는 계층적인 동적 차량 위치 서비스에 관한 연구

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2011.05.01 ~ 2014.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C1090-1111-0013

부처명 지식경제부

연구사업명 정보통신기술인력양성(R&D)

연구과제명 BcN 엔지니어링 기술 연구

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2004.09.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파하는 방법에 있어서,

전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드가 주변의 제2 차량 노드로부터 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신하는 단계;

상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer: 이하, IRT)를 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계;

상기 IRT가 만료되기 전에, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하면, 상기 IRT의 설정을 취소하는 단계를 포함하되,

상기 제1 값은 상기 제1 차량 노드에서부터 상기 교차로의 중심까지의 거리에 비례하는 값으로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 값은,

$$IRT = Max\ WT \times \frac{D_{v,c}}{c}$$
 (여기서, MaxWT는 최대 전달 지연(forwarding delay) 값, $D_{v,c}$ 는 상기 제1 차량 노드에서부터 상기 교차로의 중심까지의 거리, c 는 교차로 구역의 대각선 길이의 절반을 나타냄)로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 취소하는 단계는,

상기 IRT가 만료되기 전에, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재전송된 상기 브로드캐스트 메시지를 수신하면, 상기 IRT의 설정을 취소하는 단계를 포함하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 시작하는 단계는,

상기 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 상기 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 상기 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 시작하는 단계는,

상기 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로를 향하여 이동하는 경우, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역에 진입한 때 상기 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 시작하는 단계는,

상기 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로를 향하여 이동하는 경우, 상기 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 상기 IRT를 제3 값으로 설정하여 시작하고, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구

역에 진입한 때 상기 IRT를 제1 값으로 다시 설정하여 시작하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제3 값은,

상기 제1 차량노드가 상기 교차로 영역 내에 진입하기 전에 만료되지 않도록 최대 IRT 값으로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 IRT가 만료되면, 상기 브로드캐스트 메시지를 재전송(rebroadcast)하고 상기 IRT를 제2 값으로 다시 설정하여 시작하는 단계를 더 포함하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제2 값은,

상기 제1 값보다 큰 값으로 상기 교차로의 중심에서부터 상기 제1 차량 노드까지의 거리와 무관한 값으로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 제2 값은,

$$IRT = MaxWT + 2 \times MaxPT$$
 (여기서, MaxWT는 최대 전달 지연(forwarding delay) 값, MaxPT는 최대 전파 지연(propagation delay) 값을 나타냄)로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 12

차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파하는 방법에 있어서,

전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드의 전달 타이머가 만료되는 단계;

상기 제1 차량 노드가 주변의 차량 노드에게 메시지를 브로드캐스트하는 단계;

상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer: 이하, IRT)를 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계; 및

상기 IRT가 만료되면, 상기 메시지를 재브로드캐스트(rebroadcast)하고 상기 IRT를 제2 값으로 다시 설정하여 시작하는 단계를 포함하되,

상기 제1 값은 상기 제1 차량 노드에서부터 상기 교차로의 중심까지의 거리에 비례하는 값으로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계는,

상기 전달 타이머가 만료한 때 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 상기 전달 타이머가 만료한 때 상기 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계는,

상기 전달 타이머가 만료한 때 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로를 향하여 이동하는 경우, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역에 진입한 때 상기 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계는,

상기 전달 타이머가 만료한 때 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로를 향하여 이동하는 경우, 상기 전달 타이머가 만료한 때 상기 IRT를 제3 값으로 설정하여 시작하고, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역에 진입한 때 상기 IRT를 제1 값으로 다시 설정하여 시작하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 제2 값은,

상기 제1 값보다 큰 값으로 상기 교차로의 중심에서부터 상기 제1 차량 노드까지의 거리와 무관한 값으로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 제3 값은,

상기 제1 차량노드가 상기 교차로 영역 내에 진입하기 전에 만료되지 않도록 최대 IRT 값으로 설정되는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 19

제12항에 있어서,

상기 IRT가 만료되기 전에, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 목시적 ACK를 수신하면, 상기 IRT의 설정을 취소하는 단계를 더 포함하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

청구항 20

제12항에 있어서,

상기 IRT가 만료되기 전에, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재브로드캐스트된 상기 메시지를 수신하면, 상기 IRT의 설정을 취소하는 단계를 더 포함하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법.

명세서

기술분야

[0001] 개시된 기술은 차량 애드혹 네트워크(Vehicular Ad-hoc Network: 이하, VANET)에서 브로드캐스트 메시지 전파 방법에 관한 것으로, 보다 상세하지만 제한됨 없이는 비콘 신호를 사용하지 않아 오버헤드가 적으면서도 신뢰성 높은 브로드캐스트 메시지 전파 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 차량용 애드-혹 네트워크(Vehicular Ad-hoc Network: 이하, VANET)는 무선 통신 기술을 이용할 수 있는 차량들에 의해 구성되는 애드-혹 네트워크이다. VANET에서, 각 차량은 서로의 통신 범위 내에서 통신을 하거나 도로를 따라 건설되어있는 고정된 인프라 구조물과 통신을 할 수 있다. VANET 환경은 차량과 도로에 장착된 다양한 센서들을 통해 도로 상태와 교통량에 대한 정보를 실시간으로 수집하여 승객의 안전을 위한 서비스(위험 상황 전파, 교통 상황 탐지)를 제공할 수 있다. 또한, VANET은 차량 간 게임, 채팅, 데이터 공유와 같은 승객의 편의를 위한 다양한 서비스를 지원할 수 있다.

[0003] VANET의 안전 중심 서비스(safety critical services)를 위한 메시지 전송의 긴급함 또는 중요성으로 인하여 전송의 효율성뿐만 아니라 신뢰성이 중요한 이슈이다. 예컨대, 특정 이벤트(심각한 교통정체, 교통사고, 도로 파손)가 발생한 지점으로부터 n 교차로 이내의 거리에 있는 차량에게 적절한 대응(예컨대, 우회 또는 감속)을 할

수 있도록 이러한 정보를 브로드캐스트하여 알릴 수 있다. 따라서, VANET에서 신뢰성있는 브로드캐스트 메시지 전달을 위한 다양한 재전송 기법이 연구되고 있다.

[0004] 우선, 브로드캐스트 메시지를 수신하면, 항상 수신된 메시지를 재브로드캐스트(rebroadcast)함으로써 주변의 차량들에게 메시지를 전파하는 플러딩(flooding) 기법이 있다. 그러나, 단순한 플러딩을 통한 브로드캐스트는 다음과 같은 브로드캐스트 스톱 문제를 발생시킨다. 예를 들어 차량 A가 특정 메시지를 재브로드캐스트를 하려는 때, 차량 A의 이웃 차량들이 이미 동일한 메시지를 차량 C로부터 수신하였다면, 차량 A는 재브로드캐스트를 할 필요가 없다. 그러나, 차량 A는 이에 대한 정보가 없기 때문에, 불필요한 재브로드캐스트를 수행하게 된다. 또한 차량 A가 메시지를 전송 한 후, 메시지를 수신한 이웃 차량들이 이를 동시에 재브로드캐스트 하고자 하면, 채널 선점에 대한 심한 경쟁이 발생할 수도 있다.

[0005] 따라서 효율적이면서도 신뢰성있는 브로드캐스트 메시지 전달을 위하여 우선, 메시지를 수신하지 못한 차량이 있는지 감지하고, 필요한 경우, 메시지를 재전송하는 효율적인 재전송 방법이 요구된다. G-SRMB(Geobroadcasting-Slotted Restricted Mobility Based) 및 AckPBSM(Acknowledged Parameterless Broadcast in Static to highly Mobile)는 주기적인 비콘을 사용하여 효율적으로 메시지를 재전송 기법이다.

[0006] G-SRMB에서, 브로드캐스트 메시지의 전달 차량은 다음 전달 차량에 의한 메시지 브로드캐스트를 묵시적인 응답 신호(implicit acknowledge: 이하, 묵시적 ACK) 로 간주한다. 브로드캐스트 메시지의 전달 차량이 미리 정해진 타임아웃 시간 이내에 다음 전달 차량에 의한 브로드캐스트 메시지를 듣지 못하는 경우, 메시지가 손실되었다고 판단하여 메시지를 재브로드캐스트 한다. G-SRMB에서 차량은 주변 차량의 위치 정보를 모으기 위하여 주변 차량과 주기적인 비콘 신호를 주고 받는다. 이러한 정보에 기초하여, 현재 전달 차량에서 가장 먼 곳에 위치한 주변 차량이 브로드캐스트 메시지의 다음 전달 차량으로 지정된다. 다른 주변 차량들 또한 하나 또는 둘 이상의 주변 차량들이 주변 차량의 위치 정보가 반영된 메시지를 수신하지 못할 가능성이 있는 경우, 메시지를 재브로드캐스트 한다. 차량들 간에 재브로드캐스트 순서는 재브로드캐스트 타이머(전달 차량으로부터의 거리에 반비례하는 값)의 값에 의하여 결정된다.

[0007] AckPBSM 또한 G-SRMB와 같이 주기적인 비콘 메시지를 사용하는 전송 기법이다. AckPBSM에서는 위치 정보뿐 아니라 수신된 브로드캐스트 메시지의 식별자가 주변 노드들과 서로 교환된다. 즉, 주변의 노드가 수신한 메시지의 리스트를 서로 알 수 있다. 이러한 정보에 기반하여 CDS(Connected Dominating Sets) 차량은 분산 방식에 따라 결정되고, 기본적으로 브로드캐스트 메시지의 전달을 담당한다. 비-CDS(non-CDS) 차량은 메시지를 수신하지 않은 주변 노드가 있는 경우, 메시지를 재브로드캐스트 할 수 있다. 브로드캐스트 메시지를 수신할 때, 비-CDS 차량은 주변 차량의 위치에 기반하여 메시지를 수신하지 못하였을 주변 노드의 수를 추정하고, 추정된 수에 반비례하는 값으로 재브로드캐스트 타이머를 설정한다. 비콘에 포함된 정보, 즉, 각 차량에 수신된 브로드캐스트 메시지의 식별자를 사용하여, 각각의 비-CDS 차량은 브로드캐스트 메시지를 수신하지 못한 주변 차량의 리스트를 갱신하고, 그 리스트 정보를 유지한다. 그리고, 그 주변 차량 노드 모두가 브로드캐스트 메시지를 수신할 때까지 재브로드캐스트를 반복한다.

[0008] G-SRMB 및 AckPBSM은 현재 전달 차량 또는 CDS의 차량에서부터 가장 먼 곳에 위치한 차량으로 하여금 브로드캐스트 메시지를 전달하게 함으로써 효율적이고 빠른 브로드캐스트 메시지 전달을 가능하게 한다. 반면에 다른 차량들(즉, 비-전달 차량)은 주변에 메시지를 전달받지 못한 차량이 있는 경우 메시지를 재브로드캐스트 함으로써 전달의 신뢰성을 향상시키도록 한다. AckPBSM은 명시적으로 주변의 노드 간에 수신된 메시지의 식별자를 서로 교환하고, 해당 메시지를 수신하지 못한 차량이 없을 때까지 재브로드캐스트를 반복하여, 모든 차량들이 메시지를 수신하는 것을 보장한다. 반면에, G-SRMB는 명시적인 수신 메시지 식별자 대신에 주변 노드의 위치 정보에만 기반하여 메시지를 수신하지 못한 주변 노드가 존재하는지 여부를 판단한다. 그러나, G-SRMB 및 AckPBSM은 모두 주기적인 비콘 신호를 기반으로 하기 때문에, 제어 오버헤드(control overhead)가 상당할 수 있다. 이때, 성능과 비콘 오버헤드 간에는 상반관계(trade-off)가 존재한다. 특히, AckPBSM은 주변 노드들 간에 수신된 메시지의 식별자를 명시적으로 교환하는 것을 요구하므로, 보다 많은 양의 무선 자원을 요구할 수 있다. 반면에, G-SRMB는 AckPBSM에 비하여 적은 양의 비콘 오버헤드를 요구하나, 브로드캐스트 메시지를 듣지 못한 주변 노드가 존재하는지 여부를 정확히 알아내지 못한다는 문제점이 있다.

[0009] 이러한 브로드캐스트 문제를 해결하기 위해 효율적으로 브로드캐스트를 하기 위한 다양한 연구가 진행 중이다. 경쟁 기반 전달방식(Contention-Based Forwarding: 이하, CBF 방식)은 VANET에서 메시지를 효율적으로 브로드캐스트 하는 방법 중의 하나이다. CBF는 VANET에서 메시지를 브로드캐스트 하는 대표적인 방법 중의 하나이다. CBF 방식은 비콘(beacon)이나 이웃 정보에 대한 유지 및 관리 없이도 패킷을 전송 할 수 있도록 한다. CBF는 차

량의 지리적 위치를 이용해 메시지를 전달한다. 차량이 브로드캐스트 메시지를 수신하면 송신차량과 수신차량의 거리에 반비례하게 대기시간(전달 타이머)을 설정하고, 설정된 대기시간이 만료되면 수신한 메시지를 재브로드캐스트(rebroadcast)한다. 이러한 경우, 송신 차량의 전송 범위 내에서 가장 먼 거리에 위치한 수신 차량의 대기시간이 가장 짧게 설정되고 가장 빨리 만료되기 때문에, 전송 범위 내에서 가장 먼 거리에 위치한 수신 차량이 먼저 재브로드캐스트 하게 된다. 이 때, 메시지의 대기 시간이 만료되기를 기다리고 있는 다른 수신 차량은 대기 시간이 먼저 만료된 차량으로부터 메시지를 중복하여 수신한다. CBF 방식에 따르면, 중복 수신된 메시지는 다른 차량 노드에서 먼저 재브로드캐스트 되었다고 판단할 수 있으므로, 동일한 메시지를 중복하여 수신한 수신 차량은, 해당 메시지에 대하여 설정된 대기 시간을 취소하여 재브로드캐스트 과정을 중지한다. CBF 방법은 이렇게 제한된 재브로드캐스트의 반복을 통해 메시지를 대상 지역 내의 전체 네트워크로 전파시킨다. CBF 방식에서, 전달 차량은 수신자 입장에서, 묵시적이고, 분산적으로 결정되기 때문에, 비콘 정보가 필요하지 않다.

[0010] CBF는 재브로드캐스트 할 수 있는 차량을 제한함으로써 브로드캐스트 스톱 문제를 해결하지만 특정 도로에서 메시지 전송의 신뢰성을 저하시킬 수 있다. 즉, VANET 환경에서 각 차량은 도로 레이아웃을 따라 위치하고 있기 때문에 특정 도로에서 브로드캐스트 메시지를 수신하지 못하는 경우가 생길 수 있다. 이하, 도 1을 참조하여, CBF 방법으로 브로드캐스트 메시지를 전파할 때 메시지가 전파되지 않는 경우에 대해 밝히고 보다 신뢰성 있게 메시지를 전파하는 방안을 제안한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 개시된 기술에서는 주기적인 비콘 신호를 사용하지 않아 오버헤드가 적으면서도 신뢰성을 향상시킬 수 있는 새로운 메시지 전달 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 CBF 방식을 기반으로 한다. CBF 는 수신자 중심의 전달 기법으로 비콘 신호가 필요하지 않다. 개시된 기술에서는 G-SRMB와 비슷하게, 묵시적 ACK에 기반하여 브로드캐스트 전달 실패를 감지한다. 그리고, 전달 실패가 감지되면 전달 차량은 메시지를 재브로드캐스트 한다. 본 명세서에서 새로이 제안하는 부분은, 특히, 도시 도로에서 자주 접하는 교차로에서 어떻게 브로드캐스트 메시지가 전달되는가 하는 점에 있다. 교차로에서는 교차로 코너 주변의 빌딩들과 같은 장애물로 인하여 브로드캐스트 메시지가 연이은 두 전달 차량들이 위치한 교차 도로들을 따라 전파되는 것이 어렵다. 제안된 기법은 효율적이고 빠른 방법으로, 연결 차량이 존재하는 한 교차로에서 서로 교차하는 각 도로들에 브로드캐스트 메시지가 성공적으로 전달되는 것을 보장한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제1 측면은 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파하는 방법에 있어서, 전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드가 주변의 제2 차량 노드로부터 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신하는 단계; 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer: 이하, IRT)를 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계; 상기 IRT가 만료되기 전에, 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하면, 상기 IRT의 설정을 취소하는 단계를 포함하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법을 제공한다.

[0013] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제2 측면은 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파하는 방법에 있어서, 전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드의 전달 타이머가 만료되는 단계; 상기 제1 차량 노드가 주변의 차량 노드에게 메시지를 브로드캐스트하는 단계; 상기 제1 차량 노드가 상기 교차로 구역 내에 위치하는 경우, 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer: 이하, IRT)를 제1 값으로 설정하여 시작하는 단계; 및 상기 IRT가 만료되면, 상기 메시지를 재브로드캐스트(rebroadcast)하고 상기 IRT를 제2 값으로 다시 설정하여 시작하는 단계를 포함하는 브로드캐스트 메시지 전파 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0014] 개시된 기술의 실시 예들은 다음의 장점들을 포함하는 효과를 가질 수 있다. 다만, 개시된 기술의 실시 예들이 이를 전부 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0015] 개시된 기술에 따르면, VANET에서 브로드캐스트 메시지를 전파시킴에 있어서, 효율성과 신뢰성을 동시에 향상시

킬 수 있다는 장점이 있다. 예컨대, 개시된 기술에 따르면 별도의 비콘 신호를 사용하지 않기 때문에 효율성이 향상되는 한편, 교차로에서 모든 분기 도로에 브로드캐스트 메시지가 전달될 수 있도록 함으로써 전달의 신뢰성이 향상되도록 한다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 교차로 주변에서의 브로드캐스트 메시지 전달의 문제점 및 교차로 구역을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 개시된 기술에 따라 IRT를 설정하는 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, IRT를 설정하고 해제하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 차량이 교차로에서 IRT를 설정하고, 메시지를 재브로드캐스트 하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, IRT를 설정하고 교차로에서 메시지를 재브로드캐스트하는 과정을 구현한 의사-코드(pseudo-code)를 나타낸다.
- 도 6은 개시된 기술의 일 실시예에 따라 교차로에서 각 도로에 브로드캐스트 메시지를 전달하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 메시지 전달 기법 및 종래의 전달 기법에 따른 교차로에서의 메시지 전달 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 개시된 메시지 전달 기법과 종래의 메시지 전달 기법에 따른 브로드캐스트 메시지 전달의 신뢰성을 비교하기 위한 그래프이다.
- 도 9는 개시된 메시지 전달 기법과 종래의 메시지 전달 기법에 따른 재브로드캐스트 전달의 효율성을 비교하기 위한 그래프이다.
- 도 10은 개시된 메시지 전달 기법과 종래의 메시지 전달 기법에 따른 무선 자원 소비 정도를 비교하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.
- [0019] “제1”, “제2” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0020] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 “~사이에”와 “바로 ~사이에” 또는 “~에 이웃하는”과 “~에 직접 이웃하는” 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0021] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, “포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

- [0023] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 개시된 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0024] VANET에서의 종래의 브로드캐스트 메시지 전달 기법들은 대부분 주기적인 비콘신호를 기반으로 재전송여부를 판단하여, 본질적으로 높은 제어 오버헤드를 필요로 한다. 특히, 차량 밀도가 높은 도시 환경에서 제어 오버헤드를 최소화하는 것은 메시지 전달의 효율성 뿐 아니라 신뢰성을 위하여 중요하다. 본 명세서에서는 주기적인 비콘 신호 교환에 기초하지 않은 효율적인 브로드캐스트 메시지 전달 기법을 제안한다. 한편, 교차로에서는 교차로 코너 주변의 빌딩과 같은 장애물에 의한 신호 간섭, 회절 및 신호 쇠약 때문에 브로드캐스트 메시지 전달이 특히 어려울 수 있다. 따라서, 본 명세서에서는 제어 오버헤드를 최소화 하여 효율적이면서도, 교차로에서의 메시지 전달이 일부 분기 도로에 단절될 수 있다는 문제점을 개선하여 교차로에서 효과적으로 메시지를 전파할 수 있는 새로운 기법 LW-RBMD(Light-Weight Reliable Broadcast Message Delivery)을 제안한다.
- [0025] 도 1은 교차로 주변에서의 브로드캐스트 메시지 전달의 문제점 및 교차로 구역을 설명하기 위한 도면이다. 교차로에서의 메시지 전달의 어려움은 일반적으로 교차로 코너 주변의 빌딩과 같은 장애물에 기인한다. 도1 (a)는 차량 A에서 전송된 무선신호가 전송범위 안에 있음에도 빌딩들과 같은 장애물로 인한 신호 간섭 및 회절 때문에 음영 부분에 닿지 않을 수 있다는 것을 보여준다. 특히, 이러한 현상은 교차로에서 서로 다른 방향으로 뻗어간 도로상에 위치하는 차량들 간에 발생하기 쉽다. 도 1의 (a)를 참조하면 차량 A와 다른 방향의 도로상에 위치한 차량 B는 차량 A의 전송범위 TR 이내에 위치함에도 불구하고, 빌딩에 의하여 A로부터 전송된 무선신호는 차량 B에 도달하지 못한다. 이러한 현상을 반대의 경우에도 마찬가지이다. 즉, 차량 B에서 전송되는 무선 신호는 빌딩에 막혀 차량 A가 차량 B의 전송 범위 내에 위치한다고 하더라도 차량 A에게 전달되지 않는다.
- [0026] 도 1의 (b)는 교차로 구역(Intersection Zone)을 설명하기 위한 도면이다. 교차로 구역은 도 1의 (b)에서 회색 음영으로 표시된 사각형 영역으로, 교차로가 분기하는 지역인 교차로들의 중앙 지역으로 정의된다. 도 1의 (b)에서 확인할 수 있듯이, 교차로 구역에서는 각 교차로(R1, R2, R3, R4)에 이르기 까지 빌딩과 같은 장애물이 위치하지 않기 때문에, 교차로 구역내에서는 교차로의 코너 주변의 장애물에 의한 신호 약화가 최소화 된다. 본 명세서에서는 교차로 구역에 위치하는 차량을 교차로 차량이라 부른다.
- [0027] 개시된 기술(이하, LW-RBMD)에 따르면, G-SRMB와 비슷하게 $n+1$ 번째 전달 차량의 브로드캐스트를 n 번째 전달 차량에 대한 묵시적인 응답(이하, 묵시적 ACK)으로 간주하여 메시지 전달 실패를 감지한다. 메시지를 브로드캐스트할 때, 전달 차량은 재브로드캐스트 타이머를 시작한다. 전달 차량이 다른 차량으로부터 해당 메시지가 브로드캐스트되는 것을 재브로드캐스트 타이머가 만료되기 전에 수신하면, 메시지가 주변에 성공적으로 전달되어 브로드캐스트 메시지 전달 책임이 다음 전달 차량에게 넘어갔다고 판단하고, 재브로드캐스트 타이머를 취소한다. 그렇지 않으면 전달 차량은 재브로드캐스트하는 과정을 묵시적 ACK가 들릴 때까지 최대한의 횟수 이내에서 반복한다. 즉, 일반적인 도로에서는 전달차량이 묵시적 ACK를 전혀 수신하지 못한 경우에만 메시지 전달이 실패하였다고 판단한다.
- [0028] 반면, 교차로에서는 교차로에서 분기하는 모든 도로로부터 묵시적 ACK를 수신하지 못한 경우 메시지 전달이 실패하였다고 판단한다. 즉, 교차로에서는 여러 갈래로 뻗어간 도로들이 존재하고, 또한 빌딩 등의 장애물로 인한 음영 지역이 있기 때문에 어느 하나의 도로에 존재하는 차량으로부터 묵시적 ACK를 수신한 것 만으로는 메시지 전달이 성공하였다고 판단하지 않는다. 개시된 기술에서는 이를 위하여 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer, 이하 IRT)를 새로이 정의하여 사용한다.
- [0029] 도 2는 개시된 기술에 따라 IRT를 설정하는 경우를 설명하기 위한 도면이다. 우선, IRT는 전송범위 내에 교차로가 존재하는 경우 설정될 수 있다. 보다 구체적으로, 도 2를 참조하면, IRT를 설정하는 경우는 크게 세가지로 구분될 수 있다. 첫 번째로, 도 2의 (1)과 같이 전송 범위 내에 있는 교차로로 향하는 전달 차량이 IRT가 설정된다. 두 번째로, 도 2의 (2)와 같이 전송범위 내에 있는 교차로를 향하는 차량으로서 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신한 차량이 IRT가 설정된다. 세 번째로, 도 2의 (3)과 같이 교차로 구역에 위치하는 교차로 차량으로써 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신한 차량이 IRT가 설정된다. 마지막으로 도 2에 도시되어 있지는 않으나, 교차로 구역에 위치하는 교차로 차량으로써 브로드캐스트 메시지를 송신한 전달차량(이하, 경우 (4))도 IRT가 설정된다.
- [0030] 도 3은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, IRT를 설정하고 해제하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 3을 참조하여, 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파할 때, 특히 교차로에서 사용되는 IRT에 대하여

설명한다. IRT는 도 2를 참조하여 설명한 바와 같이 크게 네가지 경우에 설정될 수 있다. 그 중, 도 3에서는 도 2의 (2), (3)의 경우와 같이 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신한 차량이 IRT를 설정하고 해제하는 방법에 대하여 설명한다.

[0031] S310 단계에서 우선, 전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드가 주변의 제2 차량 노드로부터 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신한다. 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신한 제1 차량 노드는 S320 내지 S360 단계를 통하여, 교차로 재전송 타이머(Intersection Rebroadcast Timer: 이하, IRT)를 제1 값으로 설정하여 시작한다.

[0032] 일 실시예에 따라, 우선 S320 단계에서 제1 차량 노드가 교차로 구역 내에 위치하는지 여부를 판단한다. 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 제1 차량 노드가 교차로 구역 내에 위치하는 것으로 판단한 경우에는, 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작한다(S330). 이때, 제1 값은, 제1 차량 노드에서부터 교차로의 중심까지의 거리에 비례하는 값으로 설정될 수 있다. 예컨대, 제1 값은 수학적 식 1과 같이 설정될 수 있다.

수학적 식 1

$$IRT = Max WT \times \frac{D_{v,c}}{c}$$

[0033]

[0034] 여기서, MaxWT는 최대 전달 지연(forwarding delay) 값, $D_{v,c}$ 는 상기 제1 차량 노드에서부터 상기 교차로의 중심까지의 거리, c 는 교차로 구역의 대각선 길이의 절반을 나타낸다. 수학적 식 1에 따르면 교차로 지역의 중앙에 가까이 있는 차량은 재브로드캐스트를 수행하는데 더 높은 우선순위를 가진다. 이는 교차로의 중앙에 가까울수록 교차로 코너 주위의 장애물로 인한 신호 쇠약의 가능성이 낮아진다고 추정될 수 있기 때문이다.

[0035] 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 제1 차량 노드가 교차로 구역에 위치하지 않는 것으로 판단한 경우에는, 우선 S340 단계에서 제1 차량 노드가 교차로를 향하고 전송 범위 내에 교차로가 존재하는지 여부를 판단한다. 제1 차량 노드가 교차로를 향하는 차량인 경우, 제2 차량노드로부터 브로드캐스트 메시지를 수신한 때 IRT를 일단 제3 값으로 설정하여 시작한다(S350). 이때, 제3 값은 최대 IRT 값으로서, 제1 차량 노드의 전송 범위 내에 교차로가 존재한다면 제1 차량노드가 교차로 구역 내에 진입하기 전에 만료되지 않는 충분히 큰 값으로 설정된다. IRT가 제3 값으로 설정되어 돌아가고 있는 동안, 제1 차량 노드가 교차로 구역에 진입하면(S360), 제1 차량노드는 IRT를 제1 값으로 다시 설정하여 시작한다(S330). 한편, 실시예에 따라, 제1 차량 노드가 브로드캐스트 메시지를 수신한 때, 제1 차량 노드가 교차로 구역에 위치하지 않는 것으로 판단한 경우, S340 단계 없이 바로 IRT를 제3 값으로 설정할 수 있다. 제3 값이 만료할 때까지 제1 차량노드가 교차로 구역에 진입하지 않았다면 제1 차량 노드의 전송범위 내에 교차로가 없거나 제1 차량이 교차로를 향하여 이동하고 있지 않다고 추정될 수 있다.

[0036] S370 단계에서 제1 차량노드는 제1 값으로 설정된 IRT가 만료되기 전에, 제1 차량 노드가 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하였는지 여부를 판단한다. 묵시적 ACK를 수신한 경우 제1 차량 노드는 IRT의 설정을 해제(cancel)한다(S380). 하나의 묵시적 ACK가 수신되면, 일반적인 재브로드캐스트 타이머(RT) 또는 전달 타이머가 취소되는 반면, IRT는 교차로의 모든 분기 도로에 메시지의 전파되는 것을 보장하기 위해 교차로의 모든 분기점에서 암시적 응답을 들을 때까지 취소되지 않는다.

[0037] 또한, S370 단계에서, 제1 값으로 설정된 제1 차량노드는 IRT가 만료되기 전에, 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재전송된 브로드캐스트 메시지를 수신하였는지 여부를 판단한다. 교차로에서의 메시지 재브로드캐스트는 교차로 구역 내에 복수의 차량이 위치하는 경우, 교차로 중심에서 가장 가까운 차량이 수행한다. 예컨대, 교차로 구역 내에 위치하면서 제1 차량 노드보다 교차로 중심에서 가까운 타 차량이 있는 경우에는, 이러한 타 차량이 제1 차량 노드보다 먼저 IRT가 만료되어 재브로드캐스트 메시지를 발송할 수 있다. 따라서, 경우에 따라, 제1 차량노드 이외의 타 차량이 메시지 재브로드캐스트의 역할을 수행할 수 있다. 이러한 경우 제1 차량노드는 메시지 재브로드캐스트를 중복하여 수행할 필요가 없으므로 IRT 설정을 해제한다(S380).

[0038] 한편, 도 3에 도시되어 있지는 않으나, IRT가 만료되면 제1 차량노드는 브로드캐스트 메시지를 주변에 재전송(rebroadcast)한다. 제1 값으로 설정되었던 IRT가 만료된 이후에는, IRT를 제2 값으로 다시 설정하여 시작한다. 제2 값은 일반적으로 제1 값보다 큰 값으로 설정되며, 제1 값과는 달리, 교차로의 중심에서부터 제1 차량 노드까지의 거리와 무관한 값으로 설정될 수 있다.

- [0039] 도 4는 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 차량이 교차로에서 IRT를 설정하고, 메시지를 재브로드캐스트 하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 4를 참조하여, 차량 애드혹 네트워크에서 브로드캐스트 메시지를 전파할 때, 특히 교차로에서 전달 차량이 메시지를 재브로드캐스트하는 방법에 대하여 설명한다. IRT는 도 2를 참조하여 설명한 바와 같이 크게 네가지 경우에 설정될 수 있다. 그 중, 도 4에서는 도2의 (1)의 경우 및 미도시된 경우 (4)와 같이 브로드캐스트 메시지의 전달 차량이 IRT를 설정하고 메시지를 재브로드캐스트하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0040] 우선 S410 단계에서, 전송 범위 내에 교차로가 존재하는 제1 차량 노드의 전달 타이머가 만료한다. 전달 타이머가 만료되면, 제1 차량 노드가 주변의 차량 노드에게 메시지를 브로드캐스트한다.
- [0041] 전달 타이머가 만료하면 제1 차량 노드는 교차로 구역 내에 위치하는지 여부를 판단하여(S420), 교차로 구역 내에 위치한다고 판단한 경우 전달 타이머가 만료한 때 자신의 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작 한다(S430). 이때, 제1 값은, 제1 차량 노드에서부터 상기 교차로의 중심까지의 거리에 비례하는 값으로 설정될 수 있으며, 예컨대, 수학적 식 1과 같이 설정될 수 있다.
- [0042] 반면에, 전달 타이머가 만료한 때 제1 차량 노드가 교차로 구역 내에 위치하지 않는 것으로 판단한 경우에는, 우선 제1 차량 노드가 교차로를 향하고 전송 범위 내에 교차로가 존재하는지 여부를 판단한다(S440). 전달 타이머가 만료한 때 제1 차량 노드가 상기 교차로를 향하여 이동하는 경우, 제1 차량 노드는 전달 타이머가 만료한 때 일단 IRT를 제3 값으로 설정하여 시작한다. 이때, 제3 값은, 제1 차량노드가 상기 교차로 영역 내에 진입하기 전에 만료되지 않도록 최대 IRT 값으로 설정된다. 이후, 제1 차량 노드가 교차로 구역에 진입하면(S460) IRT를 제1 값으로 다시 설정하여 시작한다(S430). 한편, 실시예에 따라, 제1 차량 노드의 전달 타이머가 만료된 때, 제1 차량 노드가 교차로 구역에 위치하지 않는 것으로 판단한 경우, S440 단계 없이 바로 IRT를 제3 값으로 설정할 수도 있다.
- [0043] IRT가 제1 값으로 설정되면, 제1 차량노드는 IRT가 만료될 때까지 주변의 차량으로부터 메시지를 수신하는 것을 기다린다. 예컨대, 제1 차량노드가 IRT가 만료되기 전에, 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하거나, 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재브로드캐스트된 메시지를 수신하면, IRT의 설정을 취소할 수 있다.
- [0044] IRT의 설정이 취소되기 전에 IRT가 만료되면(S470), 제1 차량 노드는 메시지를 주변에 재브로드캐스트(rebroadcast)하고 IRT를 제2 값으로 다시 설정하여 시작한다. 제1 차량노드는 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하거나, 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재브로드캐스트된 메시지를 수신할 때 까지 IRT가 만료되면(S470) 메시지를 재브로드캐스트하는 것(S480)을 반복한다. 이때, 반복하는 횟수(N_{IRT})는 최대 반복 횟수(N_{max})를 넘지 않는다.
- [0045] 이때, 제2 값은 일반적으로 제1 값보다 큰 값으로 설정되며, 교차로의 중심에서부터 제1 차량 노드까지의 거리와 무관한 값으로 설정될 수 있다. 예컨대, 제2 값은 수학적 식 2와 같이 설정될 수 있다.

수학적 식 2

[0046]
$$IRT = MaxWT + 2 \times MaxPT$$

- [0047] 여기서, MaxWT는 최대 전달 지연(forwarding delay) 값, MaxPT는 최대 전파 지연(propagation delay) 값을 나타낸다. S490 단계에서, 반복하여 수행된 재브로드캐스트 회수가 N_{max} 가 된 경우 제1 차량 노드는 IRT 설정을 해제하여 더 이상 메시지를 전달하지 않는다.
- [0048] 도 5은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, IRT를 설정하고 교차로에서 메시지를 재브로드캐스트하는 과정을 구현한 의사-코드(pseudo-code)를 나타낸다. 도 5은 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한 IRT 설정 방법 및 메시지 재브로드캐스트 방법을 포함한다. 도 5의 상단에 기재된 의사-코드는 새로운 메시지를 수신한 차량노드가 IRT를 설정하는 과정을 나타낸다. 도 5의 중간에 기재된 의사-코드는 각 타이머가 만료되었을때의 차량노드의 동작을 나타낸다. 도 5의 마지막에 기재된 의사-코드는 차량이 교차로 구역에 도달하였을 때 IRT 타이머가 설정되어 있는 경우 IRT를 제1 값으로 다시 설정하여 시작하는 과정을 나타낸다.
- [0049] 도 6은 개시된 기술의 일 실시예에 따라 교차로에서 각 도로에 브로드캐스트 메시지를 전달하는 방법을 설명하

기 위한 도면이다. 도 6의 실시예는 도 3을 참조하여 설명한 (2), (3)의 경우 및 도 4를 참조하여 설명한 (1), (4)의 경우를 모두 포함한다. 도 6에서는 도 3 및 도 4의 실시예가 유기적으로 결합되어 설명된다. LW-RBMD에서는, 교차로에서 보완 재브로드캐스트를 이용함으로써 가능한 효과적이고 효율적으로 재브로드캐스트를 수행하는 반면, 무선 자원의 낭비를 최소화 하기 위하여, 주기적인 비콘을 사용하지 않도록 한다.

[0050] 우선, 제1 차량 노드가 주변의 타 차량 노드로부터 새로운 브로드캐스트 메시지를 수신하거나, 제1 차량 노드의 전달 타이머가 만료되면(S605), IRT를 설정(S615, 625)하여 교차로의 모든 분기 도로에 브로드캐스트 메시지를 전달하기 위한 준비가 시작된다. 제1 차량 노드는 교차로 구역 내에 위치하는지 여부를 판단하여(S610), 교차로 구역 내에 위치한다고 판단한 경우 새로운 메시지를 수신한 때 또는 전달 타이머가 만료한 때 자신의 IRT를 제1 값으로 설정하여 시작 한다(S615). 이때, 제1 값은, 제1 차량 노드에서부터 상기 교차로의 중심까지의 거리에 비례하는 값으로 설정될 수 있으며, 예컨대, 수학적 식 1과 같이 설정될 수 있다.

[0051] 반면에, 새로운 메시지를 수신한 때 또는 전달 타이머가 만료한 때 제1 차량 노드가 교차로 구역 내에 위치하지 않는 것으로 판단한 경우에는(S610), 우선 제1 차량 노드가 교차로를 향하고 전송 범위 내에 교차로가 존재하는 지 여부를 판단한다(S620). 제1 차량 노드가 교차로를 향하여 이동하는 경우, 제1 차량 노드는 메시지를 수신한 때 또는 전달 타이머가 만료한 때 일단 IRT를 제3 값으로 설정하여 시작한다. 이때, 제3 값은, 제1 차량노드가 교차로 영역 내에 진입하기 전에 만료되지 않도록 최대 IRT 값으로 설정된다. 이후, 제1 차량 노드가 교차로 구역에 진입하면(S630) IRT를 제1 값으로 다시 설정하여 시작한다(S615). 한편, 실시예에 따라, 새로운 메시지를 수신한 때 또는 전달 타이머가 만료된 때, 제1 차량 노드가 교차로 구역에 위치하지 않는 것으로 판단한 경우, S620 단계 없이 바로 IRT를 제3 값으로 설정할 수도 있다.

[0052] IRT가 제1 값으로 설정되면, 제1 차량노드는 IRT가 만료될 때까지 주변의 차량으로부터 메시지를 수신하는 것을 기다린다(S640). 예컨대, 제1 차량노드가 IRT가 만료되기 전에, 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하거나, 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재브로드캐스트된 메시지를 수신하면, IRT의 설정을 취소한다(S645).

[0053] 반면에, 교차로의 각 분기 도로별로 각각 적어도 하나의 차량 노드로부터 묵시적 ACK를 수신하거나, 교차로 구역 내에 위치한 타 차량노드로부터 재브로드캐스트된 메시지를 수신하기 전에 IRT가 만료되면(S650), 제1 차량 노드는 메시지를 주변에 재브로드캐스트(rebroadcast)하고 IRT를 제2 값으로 다시 설정하여 시작한다(S660). 제1 차량 노드가 메시지를 주변에 재브로드캐스트하는 횟수(N_{IRT})는 최대 반복 횟수(N_{max})를 넘지 않는다. 제1 차량 노드가 교차로에서 메시지를 주변에 재브로드캐스트한 횟수가 N_{max} 와 같거나 큰 경우에는 더 이상 IRT를 설정하지 않고 메시지를 재브로드캐스트 하지 않는다(S345). 이때, 제2 값은 일반적으로 제1 값보다 큰 값으로 설정되며, 교차로의 중심에서부터 제1 차량 노드까지의 거리와 무관한 값으로 설정될 수 있다. 예컨대, 제2 값은 수학적 식 2와 같이 설정될 수 있다.

[0054] 도 7은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 메시지 전달 기법 및 종래의 전달 기법에 따른 교차로에서의 메시지 전달 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 7에서는 두 가지 시나리오에 따라, 개시된 기술의 일 실시예에 따른 브로드캐스트 기법(이하, LW-RBMD)과 G-SRMB 및 AckPBSM 등의 종래의 메시지 전달 기법을 교차로에서 브로드캐스트 메시지가 어떻게 전달되는지의 측면에서 비교해본다. 두 가지 시나리오 중 하나는, 교차로 구역에 차량이 존재하지 않는 경우이고, 다른 하나는 교차로 구역 내에 차량이 존재하는 경우이다.

[0055] 도 7의 (a)는 첫번째 시나리오를 나타낸다. 여기서, A를 전달 차량이라 가정한다. A, B, C, D, E는 모두 거리상으로는 서로의 전송 범위 내에 위치하지만, 교차로 코너 주변의 빌딩들에서의 무선 전파의 회절, 간섭, 반사등으로 인한 신호 쇠퇴에 의하여 A, D, E와 B, C 간에 무선 신호가 전달되지 못한다. 이러한 경우 G-SRMB방식에서 브로드캐스트 메시지는 B, C에 전달되지 못한다. A에 의한 브로드캐스트 메시지가 B, C에게 들리지 않음은 물론, D또는 E는 B, C를 자신의 주변 차량으로 인지하지 못하기 때문에 메시지를 재브로드캐스트하지 않는다. G-SRMB와 달리, AckPBSM에서는 브로드캐스트 메시지가 B, C에게 전송될 수도 있다. 예컨대, D가 교차로 구역으로 이동한 때 B, C가 아직 D의 전송 범위 내에 위치한다면, D는 B, C를 브로드캐스트 메시지를 수신하지 않은 자신의 새로운 주변 차량으로 발견할 수 있고, 따라서, B, C를 위하여 메시지를 재브로드캐스트할 수 있다. AckPBSM에서와 유사하게, 개시된 기술의 일 실시예에 따른 LW-RBMD 방식에서도 B, C가 전송범위 밖으로 벗어나기 전에 D가 교차로 구역에 진입하면 B, C에게 브로드캐스트 메시지를 전달할 수 있다. LW-RBMD에서, 교차로 구역에 먼저 진입하는 차량(본 실시 예에서는 D)은 묵시적 ACK를 수신하지 못한 분기 도로가 존재하기 때문에, 재브로드캐스트 메시지를 생성한다.

- [0056] 도 7(b)는 교차로 구역 내에 차량 노드(본 실시예에서는 D)가 위치하는 경우는 나타낸다. 이 때, A는 전달 차량이고, A, B, C, D가 거리상으로는 서로가 모두 전송 범위 내에 존재하고 있음에도 A에서 전송되는 무선 신호는 교차로 코너 주변의 빌딩에서의 간섭, 회절에 의한 신호 쇠퇴로 인하여 B, C에 전달되지 않는다. 도 7의 (b)의 경우, G-SRMB 기법에서는, D가 B, C와 동일한 방향으로 뻗은 도로 상에 위치하기 때문에 B, C를 주변 차량으로 찾아낼 수 있다. 그러나, B, C는 거리상으로 A의 전송 범위 내에 위치하기 때문에, D는 A에서 전송된 브로드캐스트 메시지가 B, C에게 전달되지 못한다는 것을 알 수 없으며 재브로드캐스트를 수행하지 않는다.
- [0057] AckPBSM과 LW-RBMD는 D의 재브로드캐스트로 인하여 B, C에게 브로드캐스트 메시지를 성공적으로 전달할 수 있다. AckPBSM에서, D는 B, C가 브로드캐스트 메시지를 수신하지 않은 주변 노드라고 발견되는 때 A로부터 수신된 메시지를 재브로드캐스트한다. 반면에, LW-RBMD에서 D는 IRT 타이머가 만료하는 때 메시지를 재브로드캐스트한다. LW-RBMD에서의 재브로드캐스트 최대 지연이 더 작다는 장점이 있다. AckPBSM에서 D는 B, C에게 재브로드캐스트를 하기 전에 우선, B, C가 주변 차량이라는 것을 알아내야 한다. 또한 재브로드캐스트가 발생할 때까지 최대 비콘 주기만큼의 지연이 발생할 수 있다. 반면에, LW-RBMD에서, 교차로 차량 D는 최대 CBF 전달 지연 이내에서 메시지를 재브로드캐스트한다. 최대 CBF 전달 지연은 일반적으로 비콘 주기보다 작은 값이다. 수학적 2를 참조하면, IRT는 CBF의 최대 전달 지연 값(MaxWT)보다 작거나 같은 값으로 설정됨을 확인할 수 있다.
- [0058] 도 8 내지 도 10은 개시된 기술에 따른 메시지 전달 기법과 종래 메시지 전달 기법의 성능을 비교하기 위한 실험 결과를 나타낸다. 도 8 내지 도 10에서는 OPNet 14.5 시뮬레이션을 이용하여 개시된 기술인 LW-RBMD의 성능을 종래 비콘 신호 기반의 신뢰성있는 브로드캐스트 메시지 전달 기법인 G-SRMB, AckPBSM 및 플러딩과 비교한다.
- [0059] 시뮬레이션에서는 600m 떨어진 3개의 교차로와 함께 길이가 2.4km인 사각 격자 형태의 도시 도로 환경을 가정하였다. 서로 반대 방향의 두 차선의 도로가 있고, 각 도로는 폭이 7.5m 이다. 각 교차로는 6초의 정지 신호와 통행 신호를 번갈아 주는 신호등이 있다. 신호등에서 정지한 차량들 중 80%는 직진을 하고, 나머지 차량들은 동일한 비율로 좌회전 또는 우회전을 한다. knife-edge 모델에 따라, 10 내지 20 m 크기의 빌딩들이 거리를 따라 위치하고, 무선 전파의 간섭 및 회절 현상이 교차로에서 발생한다고 가정한다. 차량은 14 내지 18m/s의 속도로 이동하고, 차량의 전송 범위는 300m라 가정한다. G-SRMB 및 AckPBSM은 세가지 서로 다른 비콘 주기(0.1초, 0.5초, 1초)를 가지는 것으로 설정하고, LW-RBMD에서 MaxWT는 0.1초로 설정한다. 브로드캐스트가 필요한 이벤트는 네트워크 중간에서 발생하고, 브로드캐스트 메시지는 네트워크의 모든 차량에게 전달되어야 한다고 가정한다.
- [0060] 도 8은 개시된 메시지 전달 기법과 종래의 메시지 전달 기법에 따른 브로드캐스트 메시지 전달의 신뢰성을 비교하기 위한 그래프이다. 브로드캐스트 메시지 전달의 신뢰성을 평가하기 위하여 각 차량에서 수신된 메시지의 수를 측정한다. 도 8의 그래프는 20개의 브로드캐스트 메시지들 중 x개 이상의 메시지를 수신한 차량의 비율을 보여준다. 도 8의 (a) 48vehicles/km²의 차량 밀도에서의 결과이고, 도 8의 (b)는 96vehicles/km²의 차량 밀도에서의 결과이다. 도 8의 (a)와 (b)를 비교하면, 모든 평가 대상 기법에서 차량 밀도가 높을수록 신뢰성이 향상되는 것을 확인할 수 있다. 두 개의 비콘 기반 기법에서는 비콘 주기가 작을수록 신뢰성이 다소 향상됨을 알 수 있다. 또한, 비콘 주기와 무관하게, G-SRMB는 가장 나쁜 메시지 전달 능력을 보여주고, LW-RBMD와 AckPBSM의 성능은 플러딩 기법에서의 결과와 유사한 수준임을 보여준다. G-SRMB에서, 전달 차량은 메시지 전달 방향과 동일하게 이동하는 차량들 중에서만 선택된다. 도시 도로 시나리오에서 G-SRMB 기법은 교차로에서와 같이 다른 방향의 도로에 차량들이 있는 경우 해당 도로에의 연결이 끊어지는 결과를 초래할 수 있다.
- [0061] 도 9는 개시된 메시지 전달 기법과 종래의 메시지 전달 기법에 따른 재브로드캐스트 전달의 효율성을 비교하기 위한 그래프이다. 재브로드캐스트 전달의 효율성을 평가하기 위하여 수신되는 메시지 당 수행되는 브로드캐스트 횟수를 측정한다. 도 9는 두 가지의 차량 밀도에서 수신된 메시지 당 수행된 브로드캐스트(전달 및 재브로드캐스트를 포함) 횟수를 나타낸다. LW-RBMD 및 G-SRMB는 현재 전달 차량으로부터 가장 멀리 떨어진 차량을 다음 전달 차량으로 선택하기 때문에, 차량 밀도가 변하더라도 전달 차량에 의한 전달 및 재브로드캐스트 횟수는 거의 비슷하다. 두 가지 기법에서의 보완 재브로드캐스팅, 즉, 전달 차량이 아닌 타 차량에서 수행되는 재브로드캐스트의 횟수 또한 네트워크의 차량 밀도와 무관하다. G-SRMB에서, 보완 재브로드캐스트는 전달 차량의 전송 범위 내에 위치하지 않는 주변 차량을 발견한 차량에 의하여 수행되고, 보완 재브로드캐스트의 발생 빈도는 높지 않다. LW-RBMD에서, 보완 재브로드캐스트는 교차로 차량에 의하여 수행되고, 보완 재브로드캐스트를 수행하는 최대 차량 수는 최대 교차로의 수에 상응한다. 결과적으로, 보완 재브로드캐스트가 수행되는 횟수는 차량 밀도가 커짐에 따라 증가하지는 않는다. 결론적으로, LW-RBMD 및 GSRMB에서, 밀집도가 높은 네트워크에서는 각각의 브로드캐스팅마다 메시지를 수신하는 차량의 수가 크기 때문에, 수신된 메시지 당 브로드캐스팅 횟수는 차량 밀

도가 높아질수록 작아진다. 이와 같은 결과는 도 9의 48vehicles/km²와 96vehicles/km²에서의 결과를 비교하면 확인할 수 있다. AckPBSM는 플러딩을 제외하고 각 수신된 메시지에 대하여 가장 큰 홉수의 브로드캐스팅을 요구한다. 즉, 비교 대상 기법 중에서 가장 효율성이 낮다. 또한 수신된 메시지 당 재브로드캐스팅 홉수는 높은 차량 밀도에서 다소 증가하는 경향을 보인다. 이는 차량 네트워크의 노드 분산 특성에 기인한다. CDS 선택은 다소 비효율적이고, 전달 차량의 수는 LW-RBMD 및 G-SRMB에 비하여 상당히 많다.

[0062] 도 8 및 도 9의 결과로부터 LW-RBMD는 신뢰성이 높을 뿐 아니라 수신된 메시지당 브로드캐스트 홉수의 측면에서, 효율적이라는 것을 확인할 수 있다.

[0063] 도 10은 개시된 메시지 전달 기법과 종래의 메시지 전달 기법에 따른 무선 자원 소비 정도를 비교하기 위한 그래프이다. 무선 자원 소비를 비교하기 위하여 전체 시뮬레이션 기간 동안 발생된 전체 트래픽의 양을 측정한다. 측정된 결과는 도 10에 나타난다. 측정되는 트래픽은 비콘 신호와 브로드캐스트 메시지를 포함한다. G-SRMB 및 AckPBSM에서 트래픽이 발생하는 주요 원인이 주기적인 비콘 신호인 반면에, LW-RBMD는 비콘 신호에 기반하지 않기 때문에 비콘 트래픽이 없다. 플러딩방식 또한 비콘 신호를 생성하지 않지만, LW-RBMD보다 많은 브로드캐스트 메시지로 발송으로 인하여 최대 두 배 이상의 트래픽이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

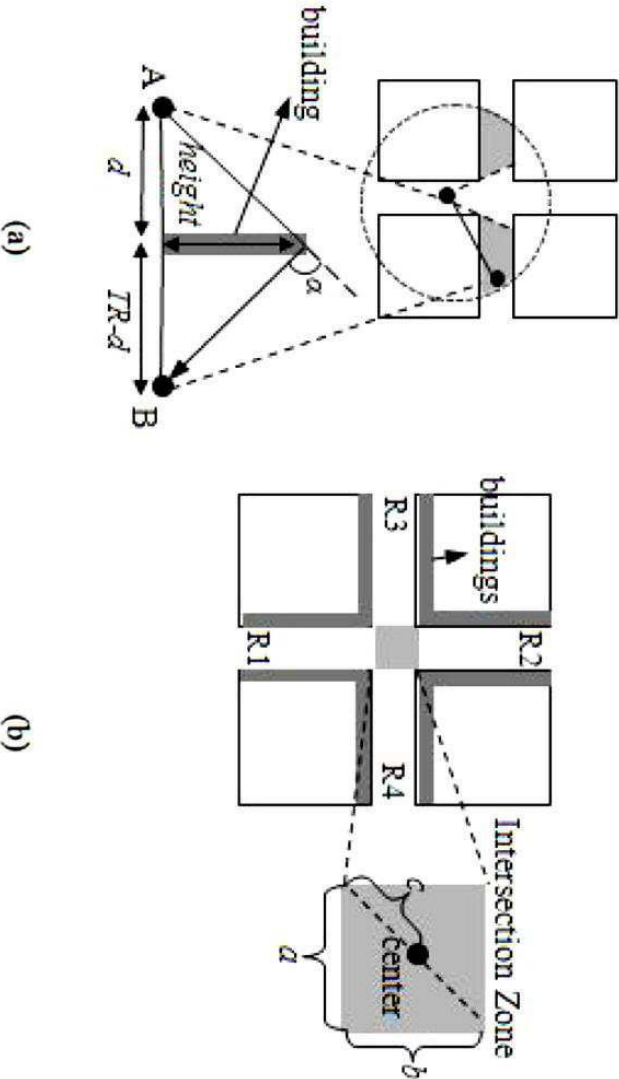
[0064] 이상 본 명세서에서는 비콘을 사용하지 않아 오버헤드가 적으면서도 신뢰성있는 VANET에서의 브로드캐스트 메시지 전달 방법인 LW-RBMD를 제안하였다. LW-RBMD는 기본적인 메시지 전달 기법으로 CBF 방식을 채용하며, (n+1)번째 전달 차량의 브로드캐스트 메시지를 n번째 차량의 묵시적 ACK로 활용한다. 메시지 재전송 결정을 주변 노드로부터 제공되는 정보에 기초하는 방식 대신에, LW-RBMD는 실시간 차량 위치 및 속도 정보와 차량에 미리 저장된 도로 레이아웃을 이용한다. 이를 이용하여 LW-RBMD는 교차로에서 각 분기 도로에 차량이 존재하는 한 분기 도로 모두에 메시지가 전달될 수 있도록 한다. 따라서, LW-RBMD는 비콘 없이도 메시지 전달의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0065] 시뮬레이션 결과를 보면, LS-RBMD는 G-RSMB에 비하여 상당히 향상된 신뢰성을 보이는 한편, AckPBSM 및 플러딩 기법에 비하여는 적은 오버헤드로도 신뢰성있는 브로드캐스트 전달 결과를 나타내는 것으로 확인할 수 있다.

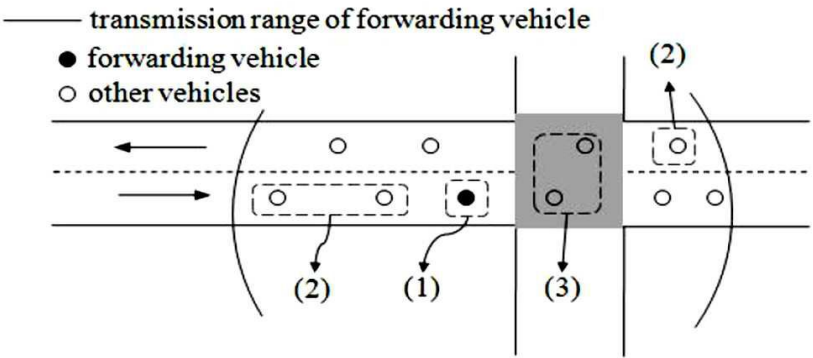
[0066] 이러한 개시된 기술인 시스템 및 장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 개시된 기술의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

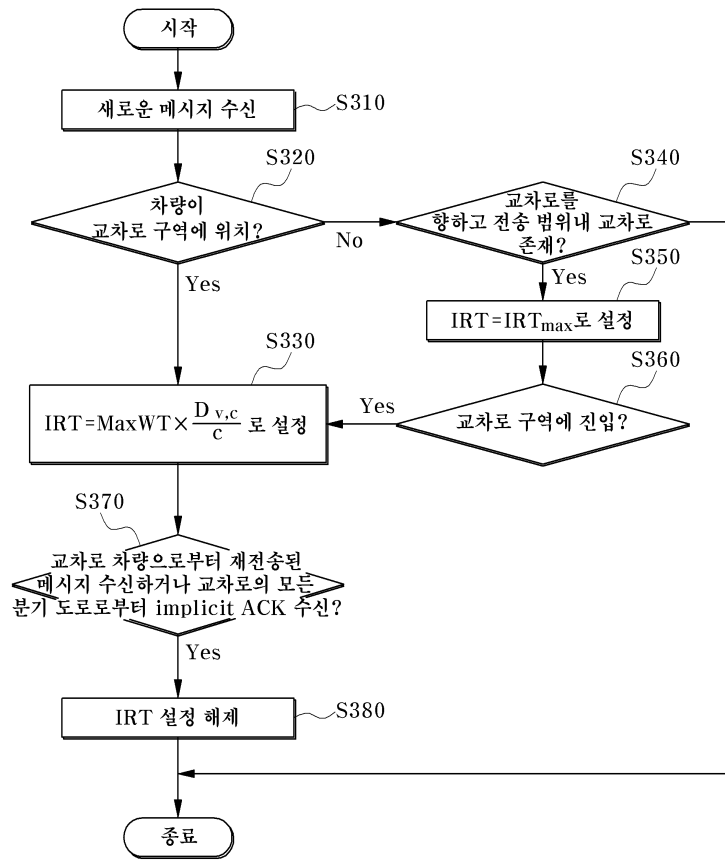
도면1



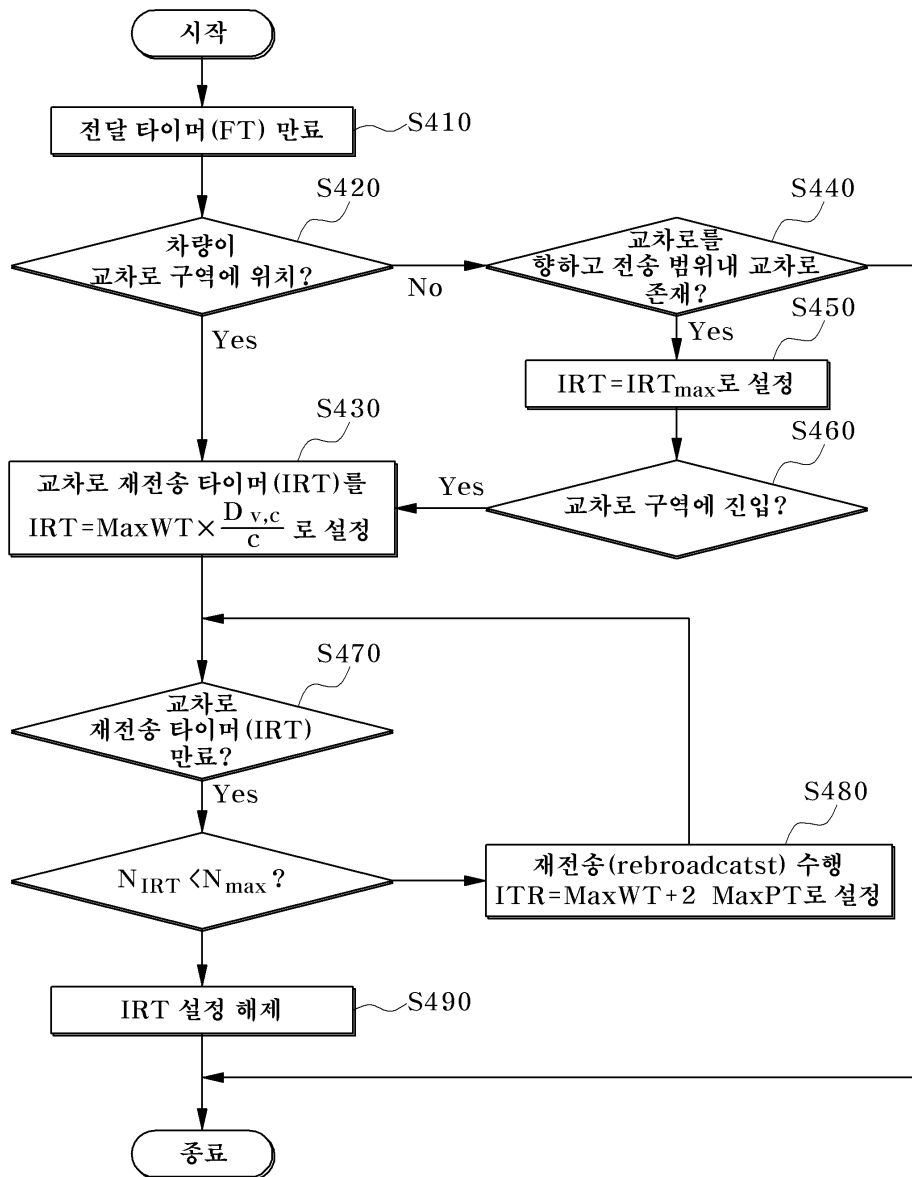
도면2



도면3



도면4



도면5

Reception of a broadcast message

```

If (new message)
  Save the message
  Set forwarding timer
  If (intersection vehicle)
    Set IRT =  $MaxWT \times \frac{D_{vehicle\ to\ center}}{c}$ 
  Else if (intersection within TR && approaching intersection)
    Set IRT =  $IRT_{max}$ 
Else
  If (forwarding timer is running)
    Cancel forwarding timer
  If (RT is running)
    Cancel RT
  If (IRT is running)
    If (implicit ACK from all branches || msg from intersection vehicle)
      Cancel IRT
    Else
      Keep waiting implicit ACK
  
```

Timer expiration

```

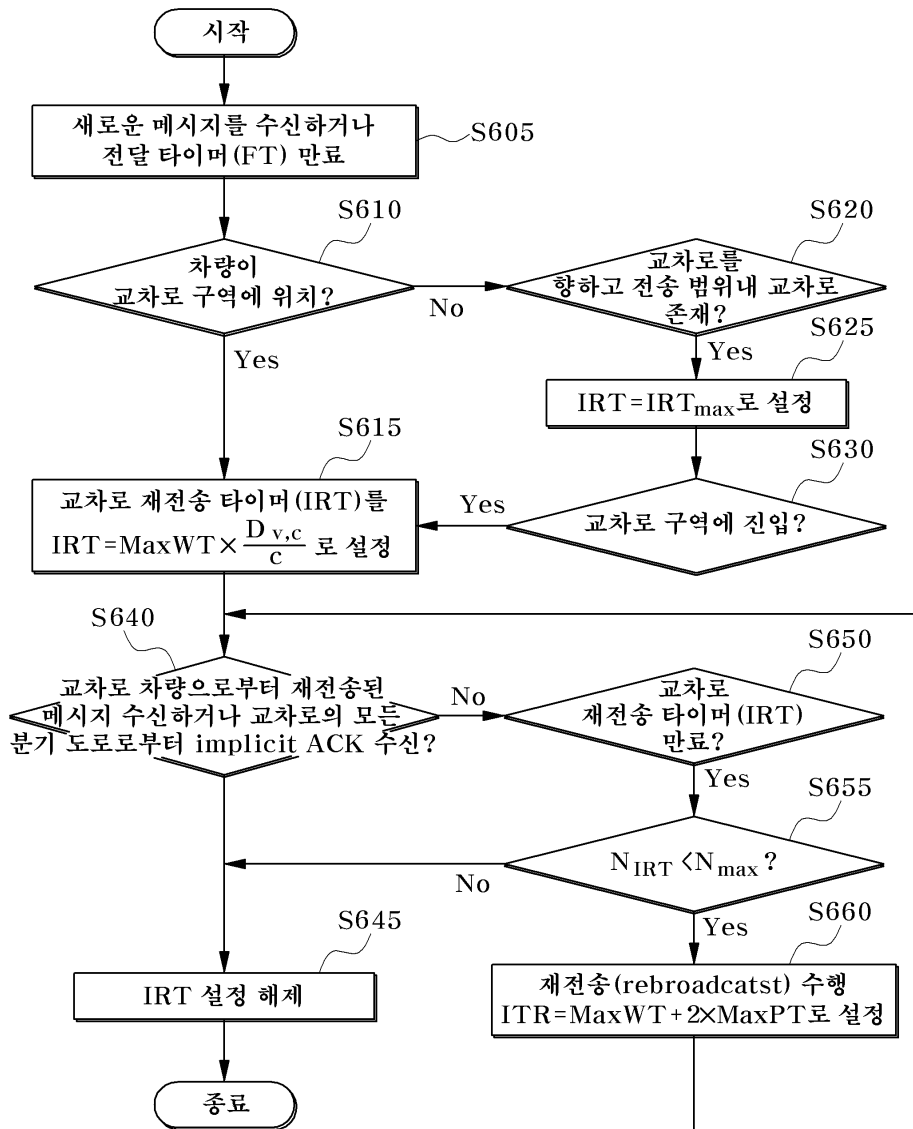
If (forwarding timer)
  Broadcast the message
  If (intersection vehicle)
    Set IRT = RT =  $RT_{timeout}$ 
  Else if (intersection within TR && approaching intersection)
    Set IRT =  $IRT_{max}$ , RT =  $RT_{timeout}$ 
  Else
    Set RT =  $RT_{timeout}$ 
    Wait for implicit ACK
Else if (RT)
  If (num. of rebroadcast by RT less than maximum)
    Broadcast the message
    Num. of rebroadcast by RT++
    Set RT =  $RT_{timeout}$ 
    Wait for implicit ACK
Else if (IRT)
  If (num. of rebroadcast by IRT less than maximum)
    Broadcast the message
    Num. of rebroadcast by IRT++
    Set IRT =  $RT_{timeout}$ 
    Wait for implicit ACK
  
```

Arrival at intersection zone

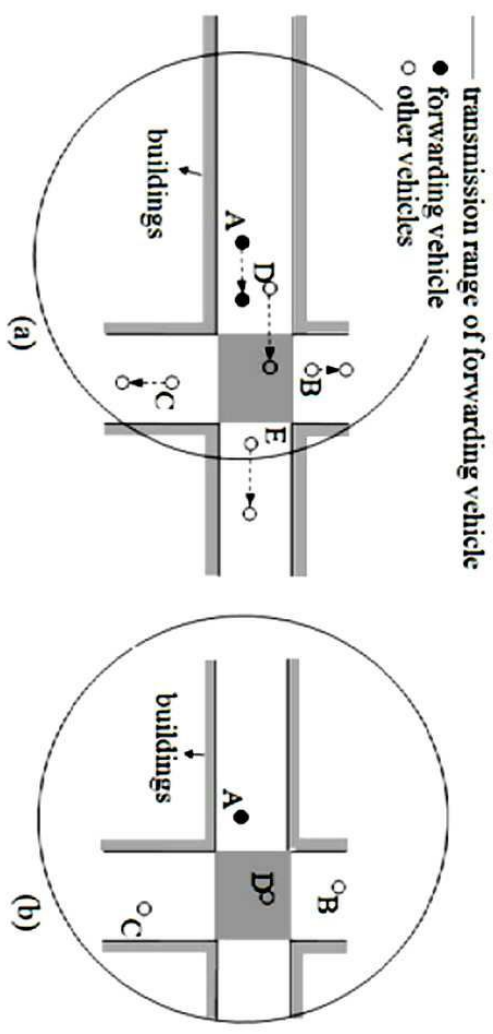
```

If (IRT is running)
  Reset IRT =  $MaxWT \times \frac{D_{vehicle\ to\ center}}{c}$ 
  
```

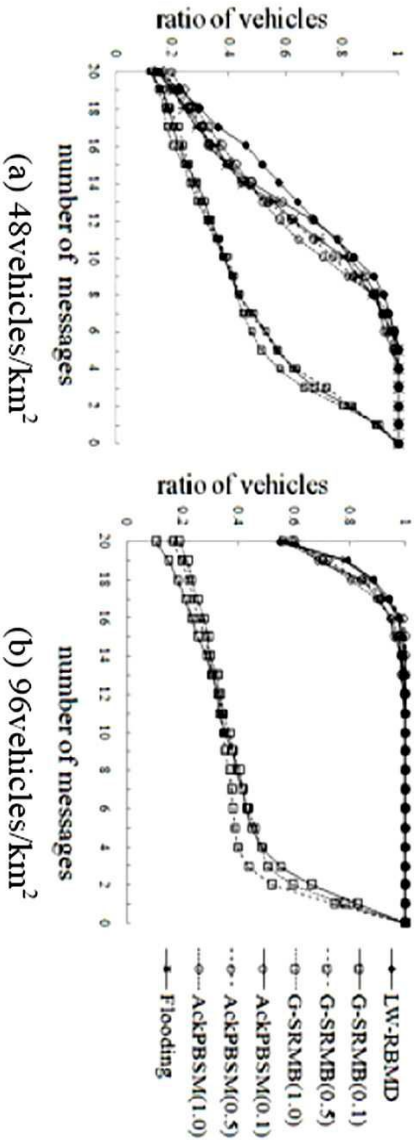
도면6



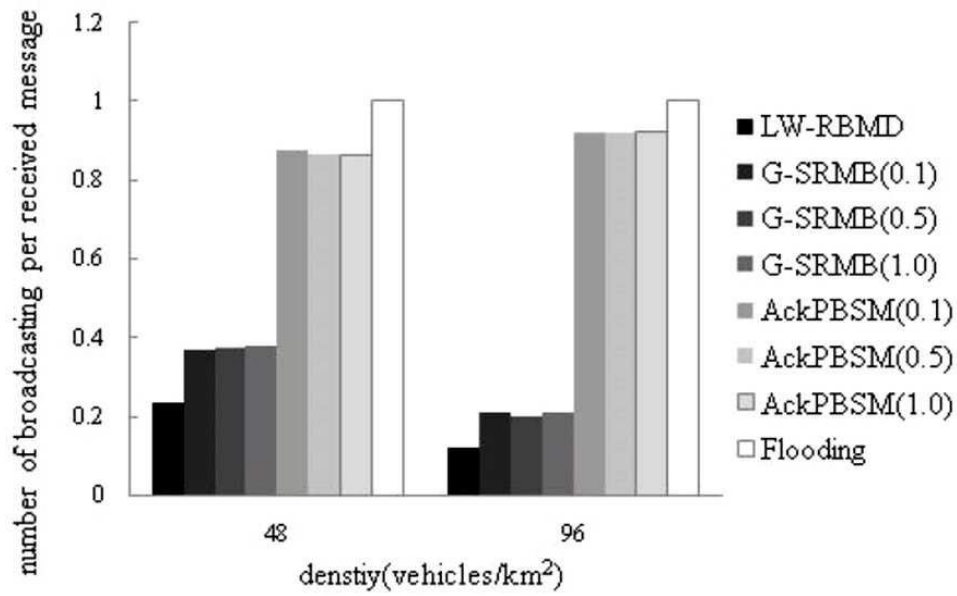
도면7



도면8



도면9



도면10

density (vehicles/km ²)	48			96		
approach \ beacon interval	0.1	0.5	1.0	0.1	0.5	1.0
LW-RBMD	6.6			9.2		
G-SRMB	3157	637	322	6307	1266	637
AckPBSM	3520	720	369	7060	1459	758
Flooding	7.6			21.5		