(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월10일
(11) 등록번호 10-1285187
(24) 등록일자 2013년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 1/16 (2006.01) *G08G 1/0965* (2006.01)
G08G 1/0968 (2006.01) *H04L 12/58* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0018971
(22) 출원일자 2012년02월24일
심사청구일자 2012년02월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090056072 A*
KR100831935 B1
KR100835385 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
권성오
서울특별시 강남구 역삼2동 래미안펜타빌아파트 102-1703
변재욱
경상북도 경주시 동천동 733-180번지
(74) 대리인
김종선

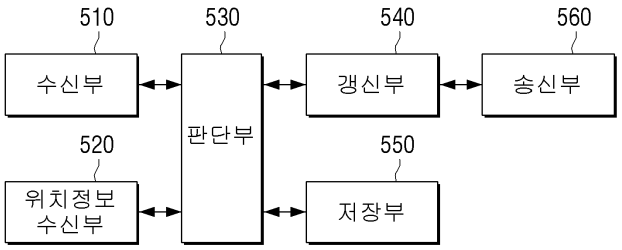
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 이영노

(54) 발명의 명칭 **차량 경고 메시지 통신 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 차량 경고 메시지 통신 장치를 개시한다. 본 발명에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치는, 주변 차량의 위치 정보가 포함된 경고 메시지를 상기 주변 차량으로부터 수신하는 수신부, 차량 위치 정보를 파악하는 위치 정보 수신부, 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 파악된 차량 위치 정보를 비교하여, 경고 메시지의 중계 여부를 판단하는 판단부, 판단 결과에 따라 경고 메시지의 위치 정보를 파악된 차량 위치 정보로 갱신하는 갱신부 및 갱신된 경고 메시지를 반복적으로 전송하는 송신부를 포함한다.

대 표 도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

주변 차량의 위치 정보가 포함된 경고 메시지를 상기 주변 차량으로부터 수신하는 수신부;

자기 차량 위치 정보를 파악하는 위치 정보 수신부;

상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 상기 자기 차량 위치 정보를 비교하여,

상기 수신된 경고 메시지가 상기 자기 차량 위치 정보보다 선행하는 위치 또는 후행하는 위치에서만 전송되는 경우로 판단하는 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하도록 결정하고, 상기 수신된 경고 메시지가 상기 자기 차량 위치 정보보다 선행하는 위치와 후행하는 위치에서 전송되는 경우로 판단하는 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하지 않도록 결정하는 판단부;

상기 판단부의 결정 결과에 따라 상기 경고 메시지의 위치 정보를 자기 차량 위치 정보로 갱신하는 갱신부; 및

갱신된 경고 메시지를 반복적으로 전송하는 송신부;를 포함하는 차량 경고 메시지 통신 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신된 경고 메시지를 저장하는 저장부;를 더 포함하고,

상기 판단부는, 상기 저장부에 기 저장된 경고 메시지와 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 정보를 비교하여 상기 수신된 경고 메시지가 신규 메시지인지 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 차량 경고 메시지 통신 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 경고 메시지에 포함된 정보는, 경고 메시지 종류(message type), 경고의 식별자(event ID), 경고 메시지 식별자(message ID) 및 경고 메시지 전송 차량의 위치 정보(sender location)을 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 경고 메시지 통신 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

수신된 경고 메시지에 포함된 경고 내용을 사용자에게 알리는 알람부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 경고 메시지 통신 장치.

청구항 7

주변 차량으로부터 위치 정보를 포함하는 경고 메시지를 수신하는 단계;

자기 차량의 위치 정보를 파악하는 위치 정보를 파악하는 단계;

상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 자기 차량 위치 정보를 비교하여 상기 수신된 경고 메시지가 상기 자기 차량 위치 정보보다 선행하는 위치이거나 후행하는 위치에서만 전송되는 경우로 판단한 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하도록 결정하고, 상기 수신된 경고 메시지가 상기 자기 차량 위치 정보보다 선행하는 위치와 후행하는 위치에서 전송되는 경우로 판단하는 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하지 않도록

결정하는 단계;

결정 결과에 따라 상기 경고 메시지의 위치 정보를 자기 차량 위치 정보로 갱신하는 단계; 및

갱신된 경고 메시지를 반복적으로 전송하는 단계;를 포함하는 차량 경고 메시지 통신 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 수신된 경고 메시지를 저장하는 단계;를 더 포함하고,

상기 경고 메시지 전송 여부 결정 단계는, 기 저장된 경고 메시지와 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 정보를 비교하여 상기 수신된 경고 메시지가 신규 메시지인지 여부를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 경고 메시지 통신 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 차량 경고 메시지 통신 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 차량 간 무선 통신 특성을 고려하여 차량이 밀집한 환경에서 연쇄 추돌을 효과적으로 방지하기 위한 차량 경고 메시지 통신 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 차량의 사용이 증가함에 따라 교통사고로 인한 피해가 심각해지고 있다.교통상고는 하나의 원인으로도 발생하지만 복합적인 요인에 의해 발생한다. 이러한 교통사고의 요인들은 음주나 졸음운전과 같은 사람에 의한 원인과, 날씨나 도로상태등의 환경적 요인, 차량 내부의 결함으로 인한 요인 등으로 나눠진다. 이 중 환경적 요인으로 인한 사고는 매우 극소수인데 반해 환경 외적 요인으로 인한 사고가 대부분을 차지하고 , 이러한 교통사고의 60%는 운전자에게 0.5초의 반응할 여유가 주어졌다면 피할 수 있는 사고이다.

[0003] 도로 위를 주행하는 차량에서 운전자는 근처의 위험 요소를 인지할 수 있는 방법이 매우 제한적이다. 대부분의 위급 상황에서 운전자는 인접한 차량의 움직임이나 바로 앞 차량의 브레이크 신호에 의존하여 위험을 인지할 수 있는데, 이러한 경우 운전자는 다른 차량의 결함에 의한 위험 요소를 알 수 없으며, 같은 차선 내에서도 바로 앞 차량으로 시야가 제한되므로 보다 멀리 있는 차량에서 발생한 위험 요소도 알 수 없다. 또한, 각 운전자의 반응속도 즉 눈으로 위험 상황을 인식하고 브레이크 동작으로 이어지기까지의 반응 속도는 보통 0.7초에서 1.5초 사이인데, 이러한 제한된 시각 반응만으로 차량 운전자들이 추돌 사과를 피하는 데 한계가 있다. 차량이 비교적 밀집하여 고속으로 달리는 경우에는 한 차량의 추돌이 연쇄 추돌의 큰 사고로 이어지기 쉬운데, 이와 같은 연쇄추돌의 경우 심각한 사고로 이어질 확률이 보통의 개별적인 사고보다 훨씬 높다.

[0004] 주행 중 발생하는 추돌 사고들은 운전자에게 반응할 수 있는 시간을 확보해줄 수 있다면 사전에 예방하거나 그 피해를 줄일 수 있으므로, 정보통신 기술을 이용하여 운전자들이 위험 요소에 미리 대처할 수 있는 방안이 연구되고 있다. WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)는 이러한 차량 안전 통신 규격 중 하나이다. 이는 미국 ASTM(American Society for Testing and Matrials)의 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 표준 기반 무선 통신 프로토콜이다.

[0005] WAVE는 이동하는 차량들 간의 무선 통신을 제공하여 차량 사고 발생 시 연쇄 추돌 사고를 방지할 수 있다. 사고 발생 차량은 후방의 차량들에게 사고 위험성을 알리고 이를 수신한 차량들은 다시 후방 차량들에게 알리는 멀티 홉 방식으로 위험 경고 메시지(Emergency Warning Message ; EWM)를 전달한다. WAVE의 MAC(Medium Access Control) 계층은 IEEE 802.11을 기반으로 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision

Avoidance) 방식을 사용하며, 빠른 전송을 위해 위험 경고 메시지를 수신 확인하지 않고 방송형 전송 방식으로 전달한다. 메시지 전달의 신뢰성을 높이기 위해 위험 경고 메시지를 주기적으로 전송한다. 하지만 이러한 전송 방안은 차량이 증가할수록 메시지 간의 충돌로 인해 지연 시간을 증가시키는 데, 이러한 지연 시간의 증가는 자동차 연쇄 사고의 가능성을 높인다. 따라서, 미연에 사고 방지를 위해 빠른 위험 경고 메시지를 전달하는 방법에 대한 필요성이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 필요성에 따라 안출된 것으로, 차량 간 경고 메시지 전송 지연 시간을 감소시키는 차량 경고 메시지 통신 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치는, 주변 차량의 위치 정보가 포함된 경고 메시지를 상기 주변 차량으로부터 수신하는 수신부, 차량 위치 정보를 파악하는 위치 정보 수신부, 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 상기 파악된 차량 위치 정보를 비교하여, 상기 경고 메시지의 중계 여부를 판단하는 판단부, 판단 결과에 따라 상기 경고 메시지의 위치 정보를 파악된 차량 위치 정보로 갱신하는 갱신부 및 갱신된 경고 메시지를 반복적으로 전송하는 송신부를 포함한다.

[0008] 이 경우에, 차량 경고 메시지 통신 장치는 상기 수신된 경고 메시지를 저장하는 저장부를 더 포함하고, 상기 판단부는, 상기 저장부에 기 저장된 경고 메시지와 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 정보를 비교하여 상기 수신된 경고 메시지가 신규 메시지여부를 판단할 수 있다.

[0009] 이 경우에, 상기 경고 메시지에 포함된 정보는, 경고 메시지 종류(message type), 경고의 식별자(event ID), 경고 메시지 식별자(message ID) 및 경고 메시지 전송 차량의 위치 정보(sender location)을 포함한다.

[0010] 한편, 상기 판단부는, 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 상기 차량 위치 정보를 비교하여, 상기 수신된 경고 메시지가 상기 차량 위치 정보보다 선행하는 위치 또는 후행하는 위치에서만 전송되는 경우로 판단한 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하도록 결정할 수 있다.

[0011] 한편, 상기 판단부는, 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 상기 차량 위치 정보를 비교하여, 상기 수신된 경고 메시지가 상기 차량 위치 정보의 선행하는 위치와 후행하는 위치에서 전송되는 경우로 판단하는 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하지 않도록 결정할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 실시예에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치는, 수신된 경고 메시지에 포함된 경고 내용을 사용자에게 알리는 알람부를 더 포함한다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따른 차량 경고 메시지 통신 방법은, 주변 차량으로부터 위치 정보를 포함하는 경고 메시지를 수신하는 단계, 차량의 위치 정보를 파악하는 위치 정보 파악하는 단계, 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 파악된 차량 위치 정보를 비교하여 상기 경고 메시지의 중계 여부를 판단하는 단계, 판단 결과에 따라 상기 경고 메시지의 위치 정보를 파악된 차량 위치 정보로 갱신하는 단계 및 갱신된 경고 메시지를 반복적으로 전송하는 단계를 포함한다.

[0014] 이 경우에, 차량 경고 메시지 통신 방법은, 상기 수신된 경고 메시지를 저장하는 단계를 더 포함하고, 상기 경고 메시지 전송 여부 결정 단계는, 기 저장된 경고 메시지와 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 정보를 비교하여 상기 수신된 경고 메시지가 신규 메시지인지 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

[0015] 한편, 상기 경고 메시지의 전송 여부를 결정하는 단계는, 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 상기 차량 위치 정보를 비교하여, 상기 수신된 경고 메시지가 상기 차량 위치 정보보다 선행하는 위치이거나 후행하는 위치에서만 전송되는 경우로 판단한 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하도록 결정할 수 있다.

[0016] 한편, 상기 경고 메시지의 전송 여부를 결정하는 단계는, 상기 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 상기 차량 위치 정보를 비교하여, 상기 수신된 경고 메시지가 상기 차량 위치 정보의 선행하는 위치와 후행하는 위치에서 전송되는 경우로 판단하는 경우에는 상기 수신된 경고 메시지를 전송하지 않도록 결정할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 차량 간 경고 메시지 전송 시에 차량 위치 정보에 기초하여 경고 메시지를 전송함으로써 메시지 전송 시간의 지연을 감소시켜서, 신속하게 경고 메시지를 전송함으로써 차량의 위험을 미연에 방지할 수 있는 효과를 발휘한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 차량 환경에서 무선 접속 표준(WAVE)의 자원 관리를 정의하는 구성도,

도 2는 차량 환경에서 무선 접속 표준 방식의 다중 접속 방법을 설명하기 위한 도면,

도 3은 차량 환경에서 위험 전달 메시지의 중요도에 따른 슬롯 타이밍의 구성을 설명하기 위한 도면,

도 4는 차량 환경에서 차량 간 위험 경고 메시지를 전송하는 방식을 설명하기 위한 도면,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 경고 메시지 통신 장치를 설명하기 위한 블럭도,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 간 통신 환경에서 위험 경고 메시지 프레임 본체를 설명하기 위한 도면,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 전송 방법을 설명하기 위한 흐름도,

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 전송 방법과 종래 방법의 성능을 비교하기 위한 그래프,

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 전송 방법과 종래의 방법의 성능을 비교하기 위한 수신 소요 시간을 설명하는 그래프,

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 차량에서 위험 경고 메시지를 수신하는데 걸리는 소요 시간을 설명하는 그래프,

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 전송 방법과 종래의 방법의 성능을 비교하기 위한 구간의 마지막 차량의 메시지 수신 시간을 비교하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명의 일 실시예들이 상세하게 설명되고, 그것의 예시적인 것은 첨부된 도면과 함께 설명된다. 여기서 동일하거나 유사한 식별번호는 도면 전체에서 동일하거나 유사한 구성요소를 지시한다. 실시예들은 본 발명을 설명하기 위해서 도면과 함께 참고적으로 설명된다.

[0020] 도 1은 차량 환경에서 무선 접속 표준(WAVE)의 자원 관리를 설명하기 위한 구성도를 도시한다.

[0021] 도 1을 참고하면, WAVE 표준은 자원관리를 정의하는 IEEE 1609.1, 보안을 다루는 IEEE 1609.2, 네트워킹 프로토콜을 다루는 IEEE 1609.3, 멀티채널 운영을 다루는 IEEE 1609.4, 그리고 물리계층과 MAC계층은 IEEE 802.11p로 구성될 수 있다.

[0022] IEEE 802.11을 기반으로 하는 WAVE는 다중접속방법으로 CSMA/CA을 사용할 수 있다.

[0023] 도 2는 차량 환경에서 무선 접속 표준 방식의 다중 접속 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0024] 도 2를 참고하면, CSMA/CA는 다수의 차량이 동시에 신호를 전송하여 전송 데이터가 깨지는 것을 피하기 위해 일정 시간 (IFS: Inter Frame Space) 동안 채널 사용 여부를 관찰한(Carrier sensing) 후 그 시간 동안 채널 사용이 감지되지 않으면 메시지를 전송하도록 하는 메시지 전송 방법이다.

[0025] 또한, 동시에 여러 차량이 메시지를 전송하는 것을 막기 위해 IFS 이후 난수 발생을 통한 Random Backoff를 실시하여 도 2와 같이 메시지 충돌확률을 줄이도록 할 수 있다. 채널이 비어있는 것을 확인하는 시간 (IFS)과 난수 발생 범위(contention window)는 메시지의 중요도에 따라 다르게 설정될 수 있다.

[0026] 도 3은 차량 환경에서 위험 전달 메시지의 중요도에 따른 슬롯 타이밍의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 도 3을 참고하면, IEEE 802.11p는 메시지 중요도를 4 단계로 구분하며, 메시지 중요도에 따라 IFS와 난수 발생 범위를 다르게 설정하게 된다. 메시지의 중요도가 높을수록 IFS와 난수 발생 범위를 작게 설정하여 중요도가 높은 메시지가 우선적으로 전송될 수 있도록 한다.

[0028] 위험 경고 메시지는 높은 우선순위를 가지고 신속히 전달될 필요가 있으므로, IFS는 DIFS(Distributed Inter

Frame Space)를 쓰고 난수 발생 범위는 [0-3] 또는 [0-7]의 작은 크기의 범위를 사용한다. 차량 간 네트워크(Vehicular-to-Vehicular Network)에서 메시지를 전송하는 방식은 송수신에 참여하는 노드의 수에 따라 일대일 전송(Unicast), 방송형 전송(Broadcast), 일대다 전송(Multi-cast)방식으로 나뉠수 있다.

[0029] 일대일 전송(Unicast) 방식이란 보내고자 하는 메시지를 각각 하나의 송, 수신기를 통해 전송하는 방식이다. 방송형 전송방식(Broadcast)은 하나의 송신자가 전송 반경 안의 모든 수신자들에게 데이터를 전송하는 방식이다. 일대다 전송방식(Multi-cast)은 하나 이상의 송신자들이 특정한 하나 이상의 수신자들에게 데이터를 전송하는 방식이다.

[0030] 일반적으로 차량 간 네트워크는 차량들의 이동성으로 인하여 네트워크 형태가 시간에 따라 변하게 된다. 이로인해, 인접한 차량들을 인지하는게 어렵고, 정보를 불특정 다수의 차량들에게 신속하게 전달해야하므로 차량 사고 위험을 알리는 메시지는 방송형 전송 방식에 따라 전송될 수 있다.

[0031] 방송형 전송 방식의 경우, 송신자 측에서 수신자가 정확하게 메시지를 수신하였는지를 확인하는 것이 불가능하므로, 주기적으로 메시지를 전송하여 메시지 전달 성공률을 높이게 된다. 또한, 방송형 전송 방식의 경우, 전송 거리가 제한적이므로 최초의 사고 차량의 메시지 전송 거리보다 먼 거리에 위치한 차량들에게는 경고 메시지를 수신한 차량들이 후방 차량들에게 다시 전달하는 멀티 홉 방식으로 경고 메시지를 전달하여 사고 위험을 미리 대비하도록 한다.

[0032] 이러한 경고 메시지를 전송하는 IEEE 802.11p 규격은 다중 접속 방법으로 CSMA/CA를 사용하므로 차량 증가에 따른 전송 지연, 전송률 저하 등의 문제점이 발생될 수 있다. 또한, 경고 메시지는 전송 확인을 하지 않는 방송형 전송방식으로 후방의 차량들에게 전달되므로, 메시지 충돌에 의한 전달실패가 발생할 수 있다. 이러한 실패를 고려하여 메시지 전송 성공률을 높이기 위해 재전송이 실시되지만, 메시지 재전송은 메시지 간의 충돌 확률을 높이므로 위험 경고 메시지의 전송이 지연되거나 전송 확률을 저하시킨다.

[0033] 불필요한 메시지 전송 시도를 줄여 이러한 메시지 간의 충돌을 완화하기 위한 방안으로 묵시적인 메시지 응답을 이용하는 방안이 제안된다. 하지만 종래의 제안된 묵시적인 수신확인 방안은 전방으로부터 위험 경고 메시지를 받은 차량이 후방의 차량으로부터 동일한 메시지를 받을 경우 후방의 차량이 위험 경고 메시지를 성공적으로 수신한 것으로 간주하고 위험 경고 메시지의 반복 전송을 중지하여 불필요한 메시지 전송을 줄인다.

[0034] 그러나, 만일 전방의 차량보다 먼저 후방의 차량으로부터 위험 경고 메시지를 수신한 경우, 차량은 수신한 메시지를 무시한다. 이와 같이 전방의 차량에서 전송된 위험 경고 메시지만 고려할 경우 차량 수가 적은 경우는 메시지 충돌 문제가 작으나, 차량 수가 증가할 경우 일련의 차량들 중에서 중간에 위치한 차량들은 도 4와 같이 충돌로 인해 받지 못한 영역이 생기므로 위험 경고 메시지 수신 지연이 추돌 사고 가능성이 크게 증가할 수 있다.

[0035] 본원 발명에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치는 IEEE 802.11p를 기반으로 하는 차량 간 통신 환경에서 경고 메시지를 전송할 때 발생하는 문제를 완화하여 효율적으로 경고 메시지를 전송할 수 있다.

[0036] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치를 설명하기 위한 블럭도이다.

[0037] 도 5를 참고하면, 차량 경고 메시지 통신 장치(500)는, 수신부(510), 위치 정보 수신부(520), 판단부(530), 저장부(540), 갱신부(550), 송신부(560) 및 알람부(미도시)를 포함한다.

[0038] 수신부(510)는 주변 차량으로부터 경고 메시지를 수신한다. 최초 위험이 발생한 차량에 의해서 송신된 경고 메시지를 중간에 매개하는 차량은 경고 메시지를 재차 송신하게 된다. 수신부(510)는 외부 차량으로부터 전송되는 경고 메시지를 수신한다. 이때, IEEE 802.11p를 기반으로 하는 차량 간 통신 환경에서 경고 메시지를 전송하므로, 수신부(510)는 IEEE 802.11p를 기반으로 하여 동작하는 수신기이다.

[0039] 위치 정보 수신부(520)는 차량의 실시간 위치 정보를 확인할 수 있는 수신 장치로 구현될 수 있다. 예를 들어 GPS(Grobal Positioning System)을 이용하여 일정한 주기 간격으로 차량의 위도 및 경도 좌표에 대한 정보를 수신할 수 있다. 이렇게 수신된 차량 위치 정보는 이하에서 설명하는 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 비교하여 경고 메시지의 전달 여부를 결정하는데 참고하는 자료로 활용될 수 있다.

[0040] 위치 정보 수신부(520)는 GPS 수신기에 의해서 구현될 수도 있다. 이외에도 무선 통신 사업자에 의해서 제공되는 위치 정보 서비스에 의해서 제공되는 위치 정보를 활용하여 차량 위치 정보를 수신할 수도 있다. 이에 대한 보다 구체적인 설명은 생략하더라도 본원 발명을 통상의 기술자가 이해하는데 무리가 없으므로 이를 생략한다.

[0041] 판단부(530)는 수신된 경고 메시지에 포함된 정보를 분석하여, 이를 저장부(540)에 저장하거나, 기 저장된 경고 메시지 및 차량 위치 정보를 이용하여 분석함으로써 재전송 여부를 결정하게 된다.

[0042] 본 발명에 따른 경고 메시지에 포함된 정보는 경고 메시지를 전송한 차량의 위치 정보를 포함하여 메시지 종류(Message Type), 경고의 식별자 (Event ID), 메시지 식별자 (Message ID)를 더 포함하고 있다.

[0043] 판단부(530)는 수신된 경고 메시지와 기 저장된 경고 메시지에 포함된 정보를 서로 비교하여 수신된 경고 메시지에 포함된 정보가 기 저장된 경고 메시지에 포함된 정보와 어느 한 항목 이상이 다르다면, 수신된 경고 메시지를 신규 경고 메시지로 판단하고 이를 저장부(540)에 저장하도록 한다.

[0044] 또한, 판단부(530)는 메시지 종류, 경고의 식별자 및 메시지 식별자가 동일한 경고 메시지에 대해서는 해당 경고 메시지를 전송한 차량의 위치 정보를 분석하여, 현재 수신된 경고 메시지를 전송한 차량이 위치 정보를 현재 차량 위치 정보와 비교하여 그 위치 관계에 따라 경고 메시지를 전송할 것인지 여부를 판단하게 된다.

[0045] 예를 들어, 2대의 차량으로부터 경고 메시지를 수신한 경우라면, 제1 경고 메시지에 포함된 위치 정보를 분석하여 제1 위치 정보의 좌표값을 획득하고, 제2 경고 메시지에 포함된 위치 정보를 분석하여 제2 위치 정보의 좌표값을 획득한다. 제1 경고 메시지와 제2 경고 메시지를 수신한 시점 전후에 위치 정보 수신부(520)에 의해서 현재 차량 위치 정보를 수신한다.

[0046] 수신된 차량 위치 정보의 위도 및 경도 좌표값과 제1, 2 위치 정보의 좌표값을 서로 비교하여, 제1 경고 메시지와 제2 경고 메시지를 전송하는 차량의 위치가 현재 차량의 위치보다 선행 위치에 있거나 후행 위치에 있는지를 판단한다.

[0047] 여기서, 선행 위치인지 또는 후행 위치인지 여부를 판단하는 것은 상대적인 기준에 의해서 결정될 수 있다. 즉, 제1 위치 정보와 제2 위치 정보가 현재 차량 위치 정보보다 더 높은 위도 및 경도 값인 경우를 선행 위치로 판단할 수도 있고, 더 낮은 위도 및 경도 값인 경우를 선행 위치로 판단할 수 있다.

[0048] 즉, 일정한 도로상을 달리고 있는 차량의 경우에 해당 경로에 따라 달라질 수 있지만, 일반적으로 동일한 도로 위를 달리면 경도 또는 위도 중 어느 하나의 좌표는 거의 유사하고, 나머지 하나는 다른 값을 갖는다. 따라서, 상이한 값을 나타내는 경도 또는 위도의 좌표값을 이용하여 현재 차량 위치보다 선행 위치에 이는지 아니면 후행 위치에 있는지 여부를 결정하게 된다.

[0049] 판단부(530)는 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보와 현재 차량 위치 정보를 비교한다. 복수의 수신 경고 메시지가 차량 위치 정보보다 선행하는 위치이거나 후행하는 위치에서만 전송되는 경우로 판단한 경우에는 수신된 경고 메시지를 갱신하여 전송하도록 결정할 수 있다.

[0050] 저장부(540)는 수신된 경고 메시지가 신규한 경우에는 이를 저장한다. 저장부(540)에 의해서 저장되는 경고 메시지는 수신된 경고 메시지 상태(original data)로 저장되며, 경고 메시지에 포함된 정보를 갱신하지 않는다.

[0051] 갱신부(550)는 판단부(530)에 의해서 수신된 경고 메시지의 재전송이 결정된 경우에, 수신된 경고 메시지에 포함된 정보를 갱신한다. 즉, 경고 메시지 필드를 구성하는 항목 중에서 경고 메시지를 전송한 차량의 위치 정보 항목을 현재 차량 위치 정보로 갱신한다.

[0052] 송신부(560)는 갱신된 경고 메시지를 IEEE 802.11p를 기반으로 하여 외부로 전송한다.

[0053] 알람부(미도시)는 수신된 경고 메시지에 포함된 정보에 기초하여 차량 운전자에게 경고에 대한 알림을 수행한다. 예를 들어, 전방에서 교통 사고가 발생한 경우에는 전방 몇 미터에 교통 사고가 발생하였음을 음성이나 영상으로 사용자에게 알릴 수 있다.

[0054] 알람부는 이렇게 경고를 알리는 각종의 방법에 의해서 구현될 수 있다. 경고등이 들어온다거나 차량에 설치된 디스플레이장치 및 오디오 장치를 통해서 경고 메시지를 사용자에게 알릴 수 있다.

[0055] 본 발명에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치(500)는, IEEE 802.11p의 CSMA/CA로 인해 발생되는 메시지 충돌로 메시지를 수신하지 못하는 경우를 고려하여 메시지 전송을 수행함으로써 경고 메시지 전송의 지연 시간을 감소시키는 효과를 발휘한다.

[0056] 즉, 본 발명에 따른 경고 메시지 통신 장치는 전방과 후방에서 전달되는 메시지를 모두 전송하고, 묵시적 수신확인 (TWIA: Two-way Implicit Acknowledgement)을 이용하여 수신확인이 된 경고 메시지에 대해서는 재전송을 중지함으로써 불필요 전송 시도를 줄일 수 있도록 한다.

[0057] 이를 위해 본 발명에 따른 차량 경고 메시지 통신 장치는 차량에 탑재된 GPS수신기를 이용하여 실시간 차량 위치 정보를 수신하고, 이렇게 수신된 차량 위치 정보를 새로운 MAC 계층 내의 메시지로 갱신하여 전송한다. 경고 메시지를 수신한 차량은 수신된 경고 메시지에 포함된 위치 정보에 따라 해당 경고 메시지를 재전송할 것인지 판단하여 경고 메시지를 전송함으로써 불필요한 경고 메시지 재전송을 방지하여 전송 지연 시간을 감소시킬 수 있다.

[0058] 본 발명에 따른 경고 메시지의 프레임 필드를 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[0059] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 경고 메시지 프레임을 설명하기 위한 도면이다.

[0060] 도 6을 참고하면, 경고 메시지의 MAC 계층은 경고 메시지 생성자 주소(Original Source Address)를 포함한 MAC 메시지 관련 정보를 나타내는 MAC 헤더 (Header), MAC 데이터를 위한 프레임 본체 (Frame body), 그리고 에러 검사를 위한 CRC (Cyclic Redundancy Check)로 구성될 수 있다.

[0061] 본 발명에 따른 경고 메시지 통신 장치는 경고 메시지 프레임 본체에 추가로 5가지 메시지 필드를 정의하여 전송한다.

[0062] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 경고 메시지 프레임 본체에는 위험 경고를 나타내는 메시지 종류 (Message Type), 경고의 식별자 (Event ID), 메시지 식별자 (Message ID), 그리고 메시지를 전송하는 차량의 위치 (Sender Location)를 더 포함하도록 구성될 수 있다.

[0063] 만약, 멀티 홉으로 경고 메시지를 전송할 때 중간 매개 역할을 수행하는 차량들은 위험 경고를 유일하게 식별할 수 있는 정보인 경고 식별자(Event ID)와 메시지 식별자(Message ID)를 동일한 값으로 복사하고, 송신자 위치 (Sender Location) 정보는 중간 매개 차량의 위치로 갱신하여 전송한다. 이때 송신자 위치 정보는 GPS 등을 이용하여 일정한 주기로 갱신된 현재의 차량 위치 정보를 사용할 수 있다.

[0064] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 차량 경고 메시지 전송 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0065] 도 7을 참고하면, 차량 경고 메시지 전송 방법은, 경고 메시지 수신 단계(S710), 위치 정보 수신 단계(S720), 경고 메시지 전송 여부 결정 단계(S730), 경보 메시지 갱신 단계(S740) 및 경고 메시지 전송 단계(S750)를 포함한다.

[0066] 경고 메시지 수신 단계(S710)는 주변 차량으로부터 경고 메시지를 수신한다. 이때, 경고 메시지는 IEEE 802.11p 규약에 따라 전송된다.

[0067] 위치 정보 수신 단계(S720)는 GPS 등의 위치 정보 수신기에 의해서 차량이 실시간 현재 위치 정보를 수신한다. 차량 위치 정보는 경도 또는 위도 좌표값을 수신할 수 있다.

[0068] 경고 메시지 전송 여부 결정 단계(S730)는 경고 메시지를 수신할 경우 메시지 생성자 주소, 메시지 종류, 경고의 식별자 그리고 메시지 식별자 필드를 이용하여 수신된 메시지가 새로운 경고 메시지인지 여부를 확인한다.

[0069] 즉, 경고 메시지에 포함된 메시지 생성자 주소, 메시지 종류, 경고 식별자 및 메시지 식별자 필드를 기 저장된 경고 메시지와 비교하여 어느 하나의 항목이라도 다른 항목 정보를 포함하는 경우에는 신규 경고 메시지로 판단한다.

[0070] 신규 경고 메시지를 수신한 경우, 수신된 경고 메시지를 저장부에 저장하고 IEEE 802.11p 규약에 따라 경고 메시지를 갱신한다(S740).

[0071] 경고 메시지를 경신하는 단계(S740)는 경고 메시지에 포함된 정보 중에서 전송 차량 위치 정보를 현재 차량 위치 정보로 갱신한다. 차량 위치 정보는 상술한 위치 정보 수신 단계(S720)에서 수신된 차량 위치 정보를 활용한다.

[0072] 경고 메시지 전송 단계(S750)는 갱신된 경고 메시지를 IEEE 802.11p 규약에 따라 전송한다. 경고 메시지보다 우선 순위가 낮은 경고 메시지가 전송을 위해 버퍼 (Buffer)에 저장된 경우에는, 우선 순위가 높은 경고 메시지를 우선으로 전송한다. 이때 경고 메시지 사이의 우선 순위는 경고 메시지에 포함된 정보를 기초로 하여 현재 차량의 위치 정보를 고려하여 현재 차량 위치와 인접한 지역에서 전송된 경고 메시지에 더 높은 우선 순위를 부여한다.

[0073] 만약, 수신된 경고 메시지와 기 저장된 경고 메시지에 포함된 메시지 생성자 주소, 메시지 종류, 경고 식별자, 메시지 식별자를 비교하여 서로 동일한 경우에는최근 수신한 경고 메시지를 전송한 차량의 위치 정보와 현재 차

량 위치 정보를 서로 비교한다.

[0074] 현재 차량 위치 정보가 경고 메시지를 전송한 차량들의 사이에 위치한다고 판단되면 경고 메시지가 정상적으로 전달된 것으로 간주하여 더 이상 해당 경고 메시지를 재전송하지 않는다.

[0075] 만일 수신된 경고 메시지들이 동일 방향에서 수신한 경우, 즉 모두 앞에 위치한 차량들 또는 모두 뒤에 위치한 차량로부터 전송된 경우, 저장된 경고 메시지를 전송한 차량의 위치와 반대 방향에 위치한 차량이 경고 메시지를 전송할 때까지 주기적으로 경고 메시지를 갱신하여 재전송한다.

[0076] 본 발명에 따른 경고 메시지 전송 방법을 구현하기 위한 알고리즘은 다음의 표 1과 같이 표현될 수 있다.

표 1

```
if (new message from a new originator) {
    Store the message;
    Try message transmission;
}
else { /*duplicate message*/
    Compare the positions of the received message;
    if (between message senders)
        send no further periodic message transmission;
    else
        periodic transmission of warning message;
}
```

[0077]

[0078] 본 발명에 따른 경고 메시지 전송 방법은 모든 차량이 GPS를 이용하여 정확한 위치를 아는 것을 가정하였으나, 각 차량이 두 개의 지향성 수신기가 있어 메시지 수신 방향을 알 수 있는 경우에도 수신 데이터의 방향을 알 수 있으므로 본 발명이 적용될 수 있다.

[0079] **본원 발명과 종래 발명의 성능 비교 실험**

[0080] 이하에서는 본원 발명에 따른 위험 경고 메시지 전송 방법과 종래의 방법의 성능을 비교한다. 종래의 방안으로 I-BIA (Intelligent Broadcasting Implicit Acknowledgement) 방안을 고려한다. 성능 비교는 정해진 시간동안 경고 메시지가 전달되기까지의 전송성공률과 사고 시점으로부터 각 차량에게 성공적으로 경고 메시지가 전달되는 지연 시간을 비교하여 성능을 비교 분석한다. 시뮬레이션의 실험 결과는 200개의 다른 랜덤 초기값으로 실험한 데이터의 평균을 사용한다.

[0081] 본원 발명에 따른 경고 메시지 전송 방법에 대한 시뮬레이션을 위해 모든 차량들은 탑재된 GPS 등을 이용하여 각 차량의 위치를 안다고 가정한다. 위험 경고 메시지는 무지향성 안테나에 의해 전송되고, 메시지 충돌이 없을 경우 전송 범위 안의 모든 차량들이 메시지를 성공적으로 수신한다고 가정한다. 경고 메시지 전송과 관련된 통신 및 네트워크 환경은 다음의 표 2와 같다.

표 2

Vehicle-related parameters	
Fixed road length	1000m
Number of cars	20 to 100 by 20
Car length	4m
Number of lane	1
Network-related parameters	
transmission range	250m
message period	50ms
data rate	11Mbps
EWM size	128Byte
Background Traffic	[80-800]Kbps
Contention window	3 (highest priority)
slot size	20us

[0082]

[0083] **구간 내 메시지 수신 성능 비교**

[0084] 차량 추돌 사고를 방지하기 위해 연속된 차량 열에서 차량들이 경고 메시지를 수신하는 성능은 매우 중요하다. 본 발명에 따른 경고 메시지 전송 방법의 성능을 확인하기 위해서 1000m로 고정된 구간에서 차량들은 주어진 구간 안에 균일 분포 (Uniform distribution)를 갖도록 배치된다.

[0085] 본원 발명에 따른 방법과 종래 방법은 차량의 수에 따라 성능을 비교하게 된다. 실제 통신 환경을 반영하기 위해 각 차량이 전송하는 백그라운드 트래픽의 크기는 800kbps로 설정하고, 각 차량들은 독립적으로 임의적으로 전송하도록 설정한다.

[0086] 도 8은 차량의 수 변화에 따라 일정 시간 (0.5초와 0.7초) 내에 위험 경고 메시지를 수신한 차량의 비율을 나타내는 도면이다.

[0087] 도 8을 참고하면, 차량의 수가 증가함에 따라 메시지 충돌이 증가하게 되므로 주어진 시간 안에 위험 경고 메시지를 수신한 차량의 비율이 감소하게 된다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 차량이 밀집할수록 종래 방법과 본 발명에 따른 방법(TWIA)의 성능 차가 크게 벌어진다는 것을 확인할 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 주어진 구간 내 차량이 60대가 존재할 경우는 0.7초 내에 메시지를 수신한 차량의 비율이 약 2% 개선되었지만, 차량이 밀집할수록 성능 개선이 증가하여 100대인 경우는 12%의 성능이 개선되었다.

[0088] 차량이 밀집할수록 CSMA/CA에 의한 메시지 충돌로 인하여 메시지 미수신 차량이 증가한다. 본 발명에 따른 방법에 기초하여 메시지를 전송하는 경우, 메시지 미수신 차량들이 전방차량과 후방차량에서 전달되는 메시지를 수신하는 것이 위험 경고 메시지 전달에 더 효과적이라는 것을 확인할 수 있다.

[0089] 차량의 위치별 전송 지연을 비교하기 위해 1000m 구간에 60대의 차량이 균일 분포한 경우를 비교한다.

[0090] 도 9는 최초 사고발생 차량으로부터 각 차량들이 위험 경고 메시지를 수신할 때까지의 평균 지연시간을 설명하기 위한 도면이다.

[0091] 도 9를 참고하면, CSMA/CA에 의한 메시지 충돌 문제로 인해 중간에 위치한 차량들 중에 후방 차량보다 더 늦게 위험 경고 메시지를 수신할 수 있다. 그러나 본 발명에 따른 방법은 이러한 문제점을 개선하기 위해 후방의 차량에서 전달되는 메시지도 고려하게 되므로, 기존의 방법보다 메시지 미수신 차량들에게 위험 경고 메시지를 더 빨리 전달할 수 있다.

[0092] 따라서 첫 번째 차량으로부터 수신한 차량 이후의 차량들(두홉 이상의 거리에 위치한 차량들)부터 평균적인 수신 지연 시간의 성능차이가 발생한다. 첫 번째 차량이 위험 경고 메시지를 전송할 때 후방의 차량들의 백그라운드 트래픽과 메시지 충돌이 발생하여 전송이 실패하기 때문에 첫 번째 차량과 두 번째의 차량의 수신 지연이 큰 차이를 보인다.

[0093] **백그라운드 트래픽의 영향**

[0094] 백그라운드 트래픽의 변화에 따른 각 차량의 수신지연에 미치는 영향을 알아보기 위해 도 9와 같은 실험 환경에서 백그라운드 트래픽을 80kbps으로 설정하고 시뮬레이션을 실시한다. 도 10은 800kbps의 백그라운드 트래픽인 경우(도 9)와 비교하여 전반적인 전송 지연은 줄어든다. 그러나 기존의 방안은 메시지 충돌로 인해 메시지를 받지 못하는 영역이 상대적으로 더 두드러지게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 백그라운드 트래픽에 의한 메시지 충돌은 줄어들지만 위험 경고 메시지 간의 충돌은 동일하기 때문이다. 반면에 TWIA는 후방의 차량으로부터 수신 메시지를 이용하여 위험 경고 메시지 충돌로 인한 영향을 효과적으로 감소시킨다.

[0095] **구간 맨 뒤 차량까지의 수신 성능 비교**

[0096] 도 11은 구간 맨 뒤 차량이 메시지를 받기까지 걸린 지연 시간을 설명하기 위한 도면이다.

[0097] 도 11을 참고하면, 본 발명에 따른 경고 메시지 전송 방법과 종래의 방법은 모두 묵시적 수신 확인으로 재전송을 중단하여 메시지 충돌 확률을 줄일 수 있다. 그렇지만, 본원 발명에 따른 방법은 전방과 후방의 메시지를 모두 메시지 전송에 사용하므로 CSMA/CA의 메시지 충돌로 인한 미수신 차량 (예, 도 4의 5번과 6번 차량)이 발생하더라도 후방의 차량으로부터 메시지를 수신하고 이를 다시 후방의 차량으로 전달하므로 종래의 방법인 I-BIA보다 빨리 구간 맨뒤 차량까지 위험 경고 메시지를 전달할 수 있다.

[0098] 도 9와 10에서 도시된 바와 같이 I-BIA는 충돌이 많은 구간에서 미수신 차량들로 인해 본원 발명에 따른 방법보다 지연 시간이 길어지고 이러한 영향으로 뒷 차량에게 메시지를 전달할 때 시간 지연이 매우 길어지게 된다. 실험 결과를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 종래의 방법(I-BIA)보다 주어진 구간 내 차량 수가 60대인 경우 6%, 100대인 경우 9%의 위험 경고 메시지 전송 지연 시간이 개선되었음을 확인할 수 있다.

[0099] 본 발명에 따른 방법은 IEEE 802.11p를 기반으로 하는 차량 간 무선통신에서 효과적인 위험 경고 메시지를 전송할 수 있다. 즉, IEEE 802.11p는 다중 접속방식으로 CSMA/CA를 사용하고, 위험 경고 메시지 전송 시 방송형 방식과 멀티 홉 방식으로 후방의 차량들에게 전송을 한다.

[0100] 따라서 위험 메시지 전송에 참여하는 차량 수가 많아질수록 메시지 충돌에 의한 전송 지연 시간이 증가한다. 이러한 전송 지연 문제를 줄이기 위해 묵시적인 수신확인 방안을 고려하여 불필요한 메시지 전송을 줄임으로 메시지 전송 성능을 향상시키는 경고 메시지 전송 방법을 제공한다. 본 발명에 따른 방법은 종래의 방법과 달리 CSMA/CA의 특성상 뒤에 위치한 차량이 먼저 메시지를 수신하고, 앞으로 메시지를 전달하는 경우도 고려한다. 본 발명에 따른 경고 메시지 전송 방법은 실험을 통해 종래의 방안에 비해 경고 메시지 전송 성능이 개선되었음을 확인할 수 있다. 특히, 1000m 내에 100대 차량이 위험 경고 메시지 전송에 참여한 경우 기존의 방안보다 0.7초 내에 위험 경고 메시지를 수신한 차량 비율이 종래의 방법(I-BIA)에 비하여 경고 메시지 수신 차량 비율 대비 12% 개선되었으며, 차량이 밀집할수록 이러한 성능이 더 향상되는 것을 확인할 수 있다.

[0101] 비록 본 발명의 예시적인 실시예 및 적용예가 도시되고 설명되었더라도, 본 발명의 기술적 사상의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 많은 변화 및 수정이 가능하고, 이러한 변형은 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있습니다. 따라서, 설명된 실시예는 예시적이지 제한적인 것이 아니며, 본 발명은 첨부된 상세한 설명에 의해서 제한되는 것이 아니지만 청구항의 기술적 범위 내에서 수정가능하다.

부호의 설명

[0102] 500 : 차량 경고 메시지 통신 장치 510 : 수신부

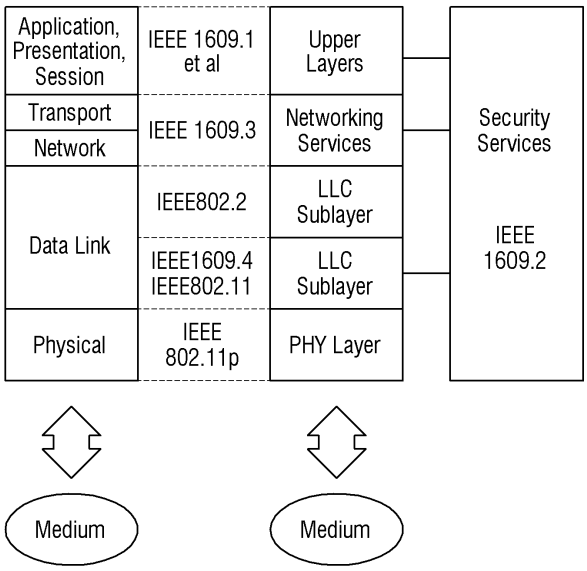
520 : 위치 정보 수신부 530 : 판단부

540 : 저장부 550 : 갱신부

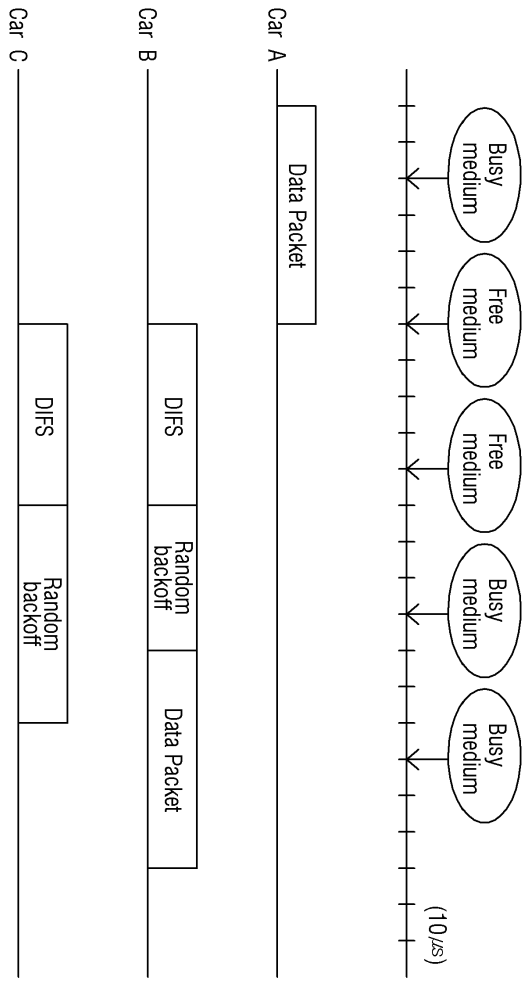
550 : 송신부

도면

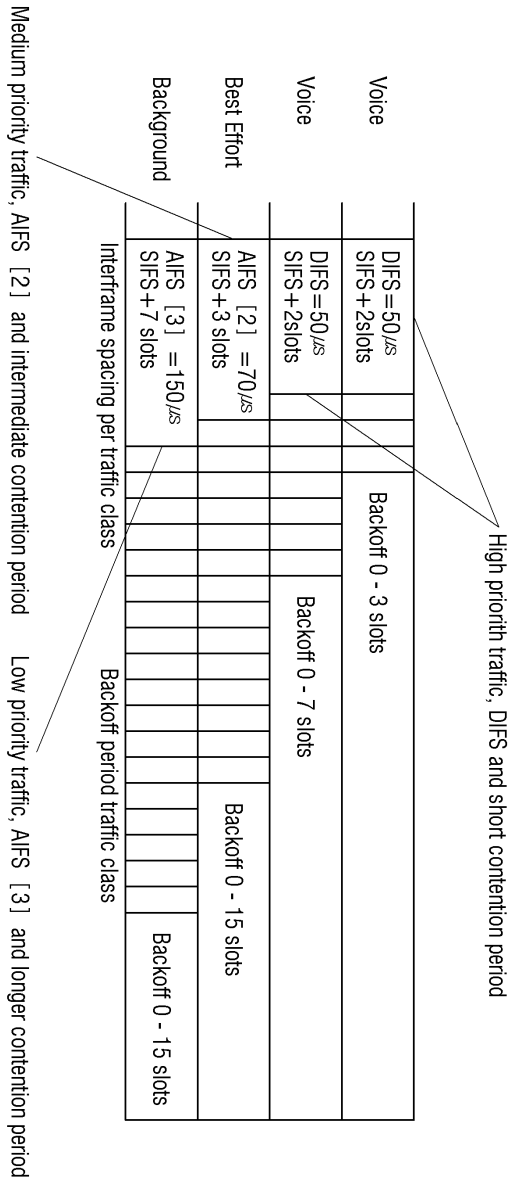
도면1


Application, Presentation, Session
Transport
Network
Data Link
Physical
IEEE 1609.1 et al
IEEE 1609.3
IEEE802.2
IEEE1609.4 IEEE802.11
IEEE 802.11p
Upper Layers
Networking Services
LLC Sublayer
LLC Sublayer
PHY Layer
Security Services
IEEE 1609.2
Medium
Medium

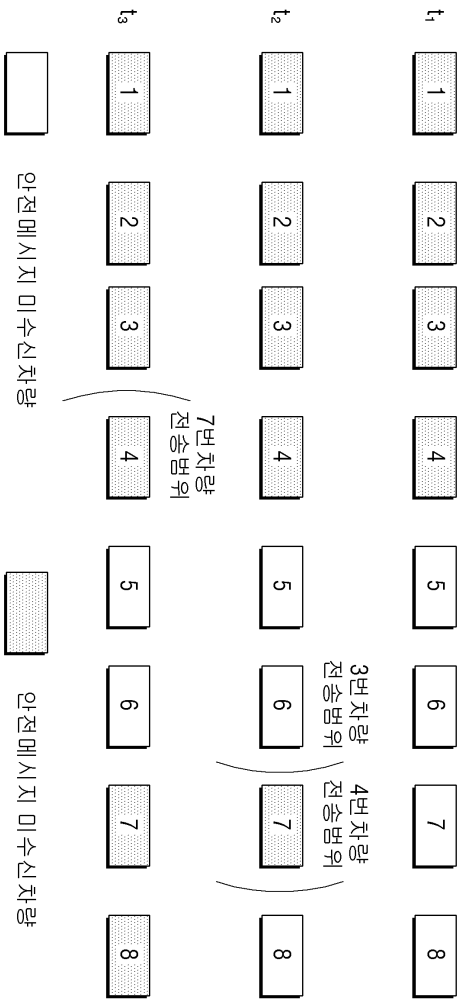
도면2


Car C
Car B
Car A
DIFS
Random backoff
DIFS
Random backoff
Data Packet
Data Packet
Busy medium
Free medium
Free medium
Busy medium
Busy medium
(10㎲)

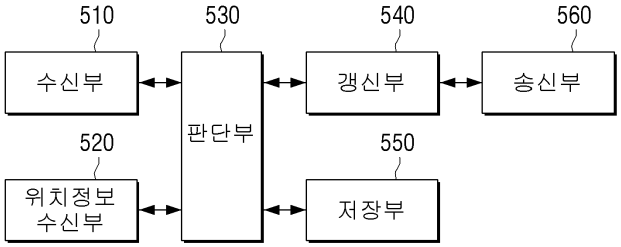
도면3


Voice
Voice
Best Effort
Background
DIFS=50μs
SIFS+2slots
DIFS=50μs
SIFS+2slots
AIFS [2] =70μs
SIFS+3 slots
AIFS [3] =150μs
SIFS+7 slots
Backoff 0 - 3 slots
Backoff 0 - 7 slots
Backoff 0 - 15 slots
Backoff 0 - 15 slots
High priorith traffic, DIFS and short contention period
Interframe spacing per traffic class
Backoff period traffic class
Medium priority traffic, AIFS [2] and intermediate contention period
Low priority traffic, AIFS [3] and longer contention period

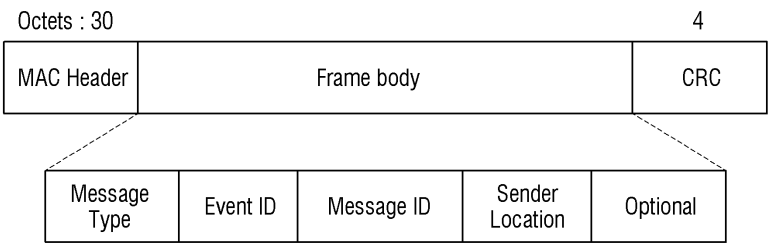
도면4


t3
t2
t1
안전메시지 미수신 차량
안전메시지 미수신 차량
7번 차량 전송범위
3번 차량 전송범위
4번 차량 전송범위

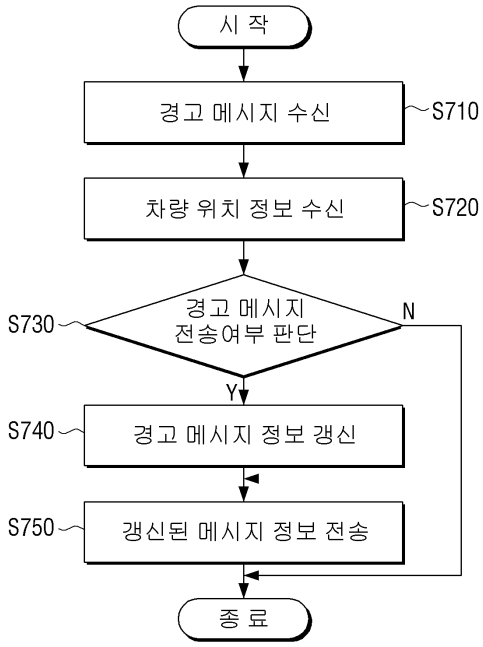
도면5


510
530
540
560
수신부
판단부
갱신부
송신부
520
550
위치정보 수신부
저장부

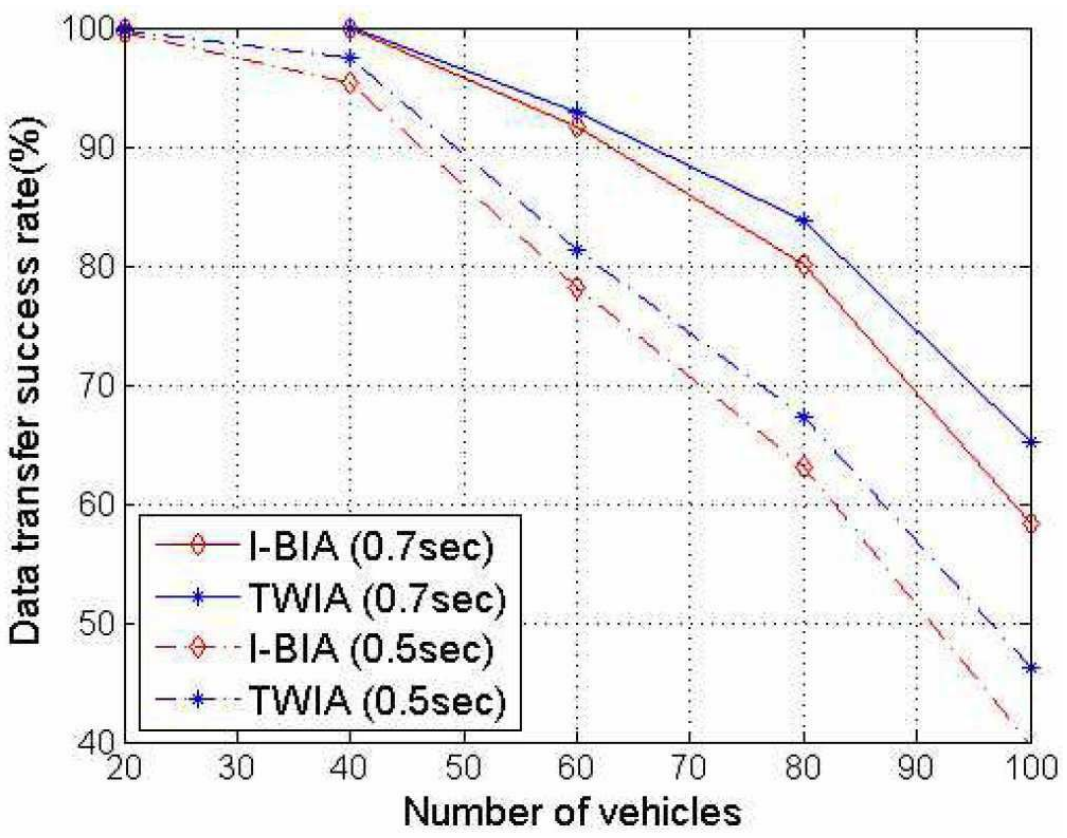
도면6


Octets : 30
4
MAC Header
Frame body
CRC
Message Type
Event ID
Message ID
Sender Location
Optional

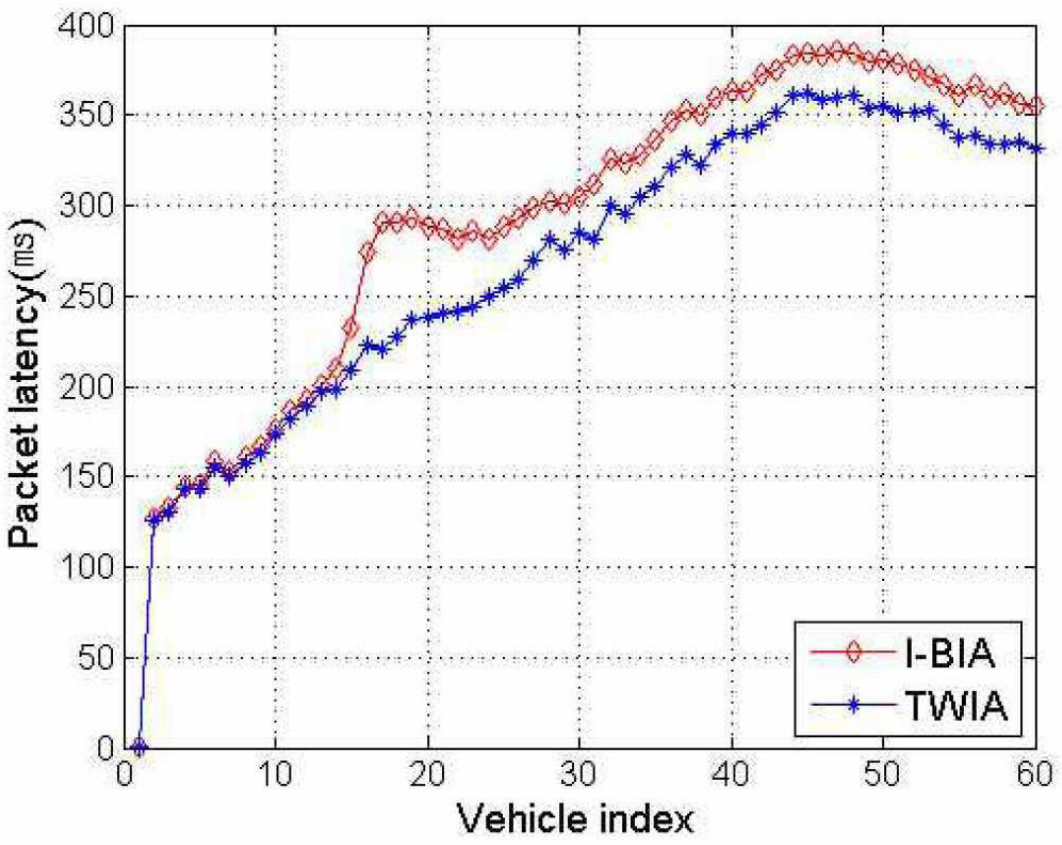
도면7


시 작
경고 메시지 수신
S710
차량 위치 정보 수신
S720
S730
경고 메시지
전송여부 판단
N
Y
S740
경고 메시지 정보 갱신
S750
갱신된 메시지 정보 전송
종 료

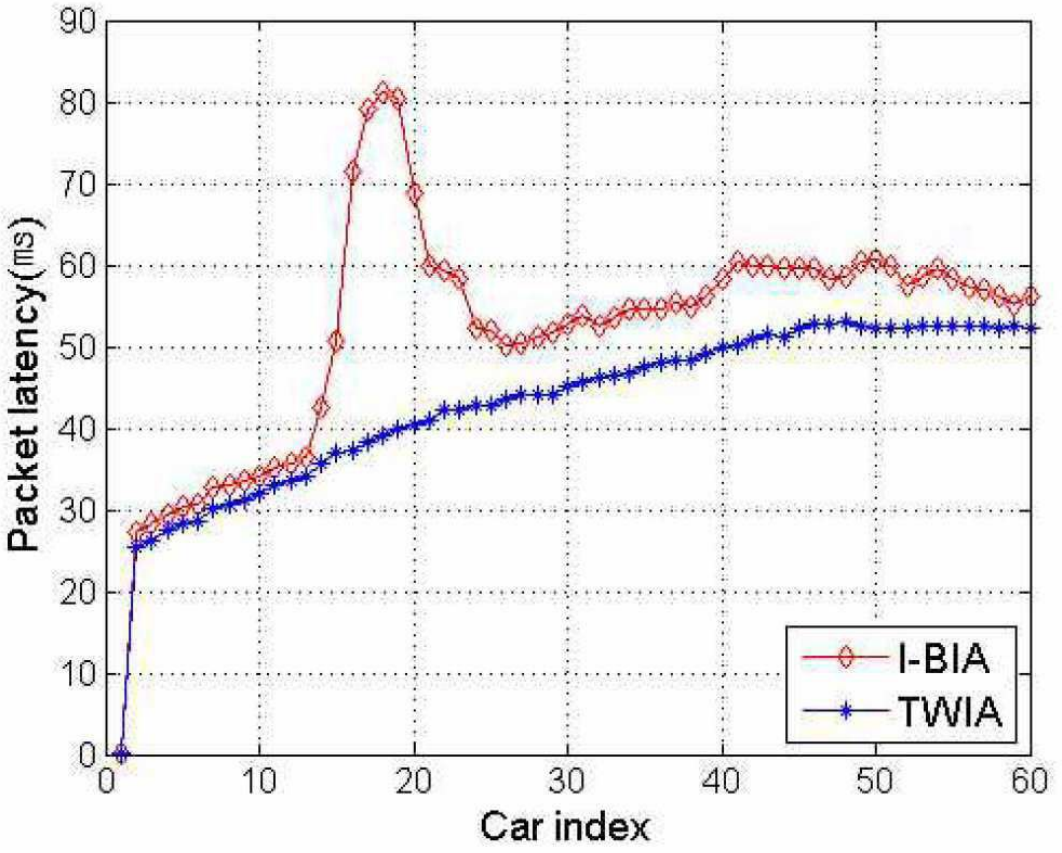
도면8


Data transfer success rate(%)
Number of vehicles
I-BIA (0.7sec)
TWIA (0.7sec)
I-BIA (0.5sec)
TWIA (0.5sec)
100
90
80
70
60
50
40
20
30
40
50
60
70
80
90
100

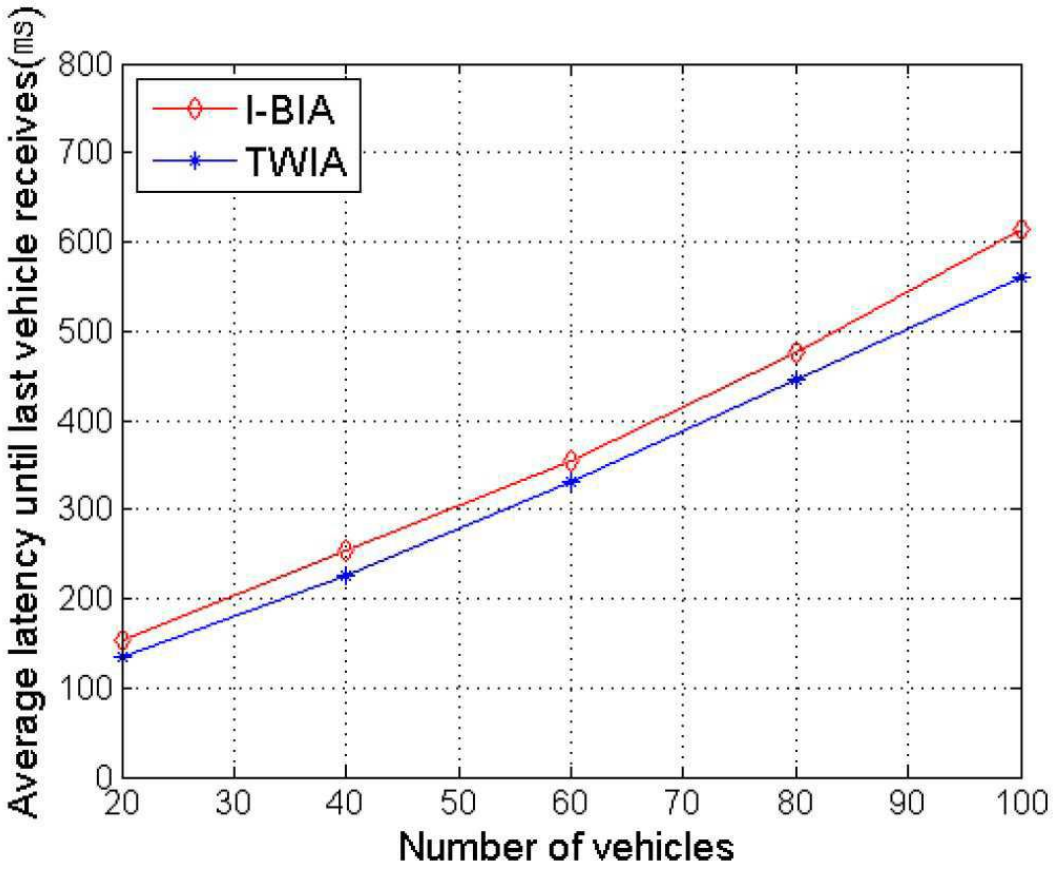
도면9


Packet latency(ms)
Vehicle index
I-BIA
TWIA
0
50
100
150
200
250
300
350
400
0
10
20
30
40
50
60

도면10


Packet latency(ms)
Car index
I-BIA
TWIA
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
0
10
20
30
40
50
60

도면11


I-BIA
TWIA
Average latency until last vehicle receives(ms)
Number of vehicles
0
100
200
300
400
500
600
700
800
20
30
40
50
60
70
80
90
100