



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월22일
(11) 등록번호 10-2365906
(24) 등록일자 2022년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/08 (2009.01) H04W 16/24 (2009.01)
H04W 4/02 (2018.01) H04W 4/021 (2018.01)
H04W 4/46 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H04W 24/08 (2013.01)
H04W 16/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0159878
(22) 출원일자 2020년11월25일
심사청구일자 2020년11월25일
(56) 선행기술조사문헌
신수용. "Network Diagnosis and Reconstruction in Vehicular Ad-Hoc Networks". 이화여자대학교 석사학위 논문. (2019.02.18)*
Xuelian Cai. "LSGO: Link State aware Geographic Opportunistic routing protocol for VANETs". EURASIP Journal. (2014.06.17)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이형준
서울특별시 강남구 선릉로69길 19, 103동 101호 (역삼동, 역삼래미안아파트)
신수용
경기도 고양시 일산서구 강선로 9, 1907동 805호 (주엽동, 강선마을19단지아파트)
이지호
경기도 수원시 장안구 정자천로133번길 26, 554동 1804호 (정자동, 백철마을 성지, 동양고속아파트)
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

전체 청구항 수 : 총 6 항

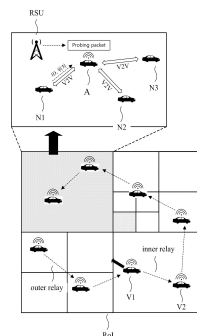
심사관 : 이정구

(54) 발명의 명칭 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법

(57) 요약

차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법은 담당 차량이 관심지역에 대한 셀 분할이 필요한지 판단하는 단계, 상기 담당 차량이 제한 시간 내에 현재 셀에서 메시지 교환을 통해 적어도 하나의 인접 차량이 있는지 확인하면서 프로빙 패킷에 상기 현재 셀에 위치한 차량 리스트를 저장하는 단계, 상기 담당 차량이 상기 현재 셀에서 탐색이 종료되었고, 상기 제한 시간이 도과하지 않았다면, 상기 현재 셀에 인접한 주변 셀 중 타깃 셀을 결정하는 단계, 상기 담당 차량이 상기 타깃 셀에 위치한 차량에 현재 보유한 상기 프로빙 패킷을 전달하는 단계 및 상기 담당 차량, 상기 관심지역에 위치한 특정 차량 또는 제어 장치가 상기 관심지역의 모든 셀에 대한 탐색이 종료된 시점에 마련된 상기 프로빙 패킷을 기준으로, 상기 관심지역에 대한 트래픽 밀집도를 추정하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04W 4/021 (2020.05)

H04W 4/023 (2020.05)

H04W 4/46 (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711114390

과제번호 2018R1A2B6004006

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 사물인터넷 기기들간의 효율적인 컴퓨팅, 저장공간, 네트워크 자원 공유를 통한 로
컬 기반 분산 처리를 위한 포그 네트워크 아키텍처 설계

기 여 율 1/1

과제수행기관명 이화여자대학교

연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

담당 차량이 제한 시간 내에 관심지역의 현재 셀에서 메시지 교환을 통해 적어도 하나의 인접 차량이 있는지 확인하면서 제1 프로빙 패킷에 상기 현재 셀에 위치한 차량 리스트를 저장하는 단계;

상기 담당 차량이 통신 반경 내에서 만난 다른 차량이 보유하는 제2 프로빙 패킷을 수신하는 경우, 상기 제1 프로빙 패킷의 정보와 상기 제2 프로빙 패킷의 정보를 이용하여 상기 현재 셀의 도메인을 병합하는 단계;

상기 담당 차량이 상기 현재 셀에서 탐색이 종료되었고, 상기 제한 시간이 도과하지 않았다면, 상기 병합된 도메인을 기준으로 상기 현재 셀에 인접한 주변 셀 중 타깃 셀을 결정하는 단계;

상기 담당 차량이 상기 타깃 셀에 위치한 차량에 현재 보유한 상기 프로빙 패킷을 전달하는 단계; 및

상기 담당 차량, 상기 관심지역에 위치한 특정 차량 또는 제어 장치가 상기 관심지역의 모든 셀에 대한 탐색이 종료된 시점에 마련된 상기 프로빙 패킷을 기준으로, 상기 관심지역에 대한 트래픽 밀집도를 추정하는 단계를 포함하는 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 담당 차량은 상기 현재 셀에서 이동하면서 이미 방문한 영역의 비율이 임계값 이상인 경우, 상기 현재 셀의 탐색이 종료되었다고 판단하는 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 도메인을 병합하는 단계에서

상기 담당 차량과 상기 다른 차량이 중복된 영역을 탐색한 경우,

상기 담당 차량은 상기 제1 프로빙 패킷과 상기 제2 프로빙 패킷으로부터 상기 담당 차량과 상기 다른 차량 각각에 대한 셀의 분할 구조, 인접한 차량의 식별자, 방문한 위치 또는 인접한 차량의 위치를 추출하고,

(i) 상기 담당 차량이 사용한 제1 셀의 구조 및 상태 와 (ii) 상기 다른 차량이 사용한 제2 셀의 구조 및 상태를 비교하여 서로 다른 두 개의 셀 구조를 하나의 셀 구조로 병합하는 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 도메인을 병합하는 단계에서

상기 담당 차량은

(i) 상기 제1 셀의 구조와 상태가 상기 제2 셀의 구조와 상태와 동일한 경우, 해당 셀은 병합된 도메인에 그대로 사용하고, (ii) 상기 제1 셀의 상태와 상기 제2 셀의 상태가 상이하고, 상기 제1 셀의 구조와 상기 제2 셀의 구조가 동일한 경우, 해당 셀은 병합된 도메인에서 동일 구조를 갖게 하되 셀의 상태는 낮은 값을 갖도록 설정하고, (iii) 상기 제1 셀의 상태 및 상기 제2 셀의 상태가 동일하고, 상기 제1 셀의 구조와 상기 제2 셀의 구조가 상이한 경우, 해당 셀은 병합된 도메인에서 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 보다 작은 서브 셀 단위로 분할된 셀의 구조를 갖게하고, 셀의 상태는 상기 제1 셀의 상태 및 상기 제2 셀의 상태가 동일하게 설정하고, (iv) 상기 제1 셀의 구조와 상태가 상기 제2 셀의 구조와 상태가 모두 상이한 경우, 해당 셀은 병합된 도메인에서 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 보다 작은 서브 셀 단위로 분할된 셀의 구조를 갖게하되, 셀의 상태는 고려 셀 (considered cell)로 설정하는 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 타깃 셀을 결정하는 단계에서

상기 도메인이 병합된 경우, 상기 담당 차량은 상기 병합된 도메인을 기준으로 아래 수식으로 연산되는 우선 순위 점수를 기준으로, 상기 현재 셀의 인접한 셀 중 상기 우선순위 점수가 가장 높은 셀을 상기 타깃 셀로 결정하는 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법.

$$p_{cell} = (\alpha \cdot w_{state} + \beta \cdot w_{distance}) \cdot w_{size}$$

(p_{cell} 은 우선순위 점수, α 및 β 는 조절 인자로 합산한 값이 1이 되는 관계이고, w_{state} 는 셀 상태로서 i)탐색된 셀($w_{explored}$), ii) 고려 셀($w_{considerd}$), iii) 예측 셀($w_{expected}$) 및 iv)미탐색 셀($w_{unexplored}$)로 구분되며 $0 \leq w_{explored} \leq w_{considerd} \leq w_{expected} \leq w_{unexplored} \leq 1$ 관계를 갖고, $w_{distance}$ 는 프로빙 패킷의 현재 위치에서 인접 셀까지의 거리를 정규화한 값이고, w_{size} 는 셀의 크기에 비례하는 가중치)

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 도메인이 병합된 경우, 상기 병합된 도메인에 대한 셀의 우선순위 점수를 기준으로 상기 담당 차량과 상기 다른 차량이 최대한 균등하게 향후 탐색할 셀을 배분하는 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 관심지역에 위치한 차량의 트래픽 밀집도 추정 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자율주행 자동차 시스템은 기본적으로 차량 통신을 이용하여 정보를 주고받는다. 차량 통신은 V2V(vehicle to vehicle), V2I(vehicle to infra) 통신이 있다. 예컨대, 제어 시스템은 차량으로부터 수집되는 트래픽 (traffic) 정보를 이용하여 전체적인 차량 흐름을 제어할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1530636호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 시스템 장애 또는 인프라(infrastructure)가 없는 환경에서 V2V 통신만 가능한 경우 차량의 트래픽을 확인할 수 있어야 한다. 이하 설명하는 기술은 인프라가 없는 상태에서 차량 트래픽을 확인하는 기법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법은 담당 차량이 관심지역에 대한 셀(cell) 분할이 필요한지 판단하는 단계, 상기 담당 차량이 제한 시간 내에 현재 셀에서 메시지 교환을 통해 적어도 하나의 인접 차량이 있는지 확인하면서 프로빙 패킷에 상기 현재 셀에 위치한 차량 리스트를 저장하는 단계, 상기 담당 차량이 상기 현재 셀에서 탐색이 종료되었고, 상기 제한 시간이 도과하지 않았다면, 상기 현재 셀에 인접한 주변 셀 중 타깃 셀을 결정하는 단계, 상기 담당 차량이 상기 타깃 셀에 위치한 차량에 현재 보유한 상기 프로빙 패킷을 전달하는 단계 및 상기 담당 차량, 상기 관심지역에 위치한 특정 차량 또는 제어 장치가 상기 관심지역의 모든 셀에 대한 탐색이 종료된 시점에 마련된 상기 프로빙 패킷을 기준으로, 상기 관심지역에 대한 트래픽 밀집도를 추정하는 단계를 포함한다.

[0006] 다른 측면에서 차량 간 통신에 기반하여 관심지역에서 트래픽 밀집도를 추정하는 방법은 담당 차량이 제한 시간 내에 현재 셀에서 메시지 교환을 통해 적어도 하나의 인접 차량이 있는지 확인하면서 제1 프로빙 패킷에 상기 현재 셀에 위치한 차량 리스트를 저장하는 단계, 상기 담당 차량이 통신 반경 내에서 만난 다른 차량이 보유하는 제2 프로빙 패킷을 수신하는 경우, 상기 제1 프로빙 패킷의 정보와 상기 제2 프로빙 패킷의 정보를 이용하여 상기 현재 셀의 도메인을 병합하는 단계, 상기 담당 차량이 상기 현재 셀에서 탐색이 종료되었고, 상기 제한 시간이 도과하지 않았다면, 상기 병합된 도메인을 기준으로 상기 현재 셀에 인접한 주변 셀 중 타깃 셀을 결정하는 단계, 상기 담당 차량이 상기 타깃 셀에 위치한 차량에 현재 보유한 상기 프로빙 패킷을 전달하는 단계 및 상기 담당 차량, 상기 관심지역에 위치한 특정 차량 또는 제어 장치가 상기 관심지역의 모든 셀에 대한 탐색이 종료된 시점에 마련된 상기 프로빙 패킷을 기준으로, 상기 관심지역에 대한 트래픽 밀집도를 추정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 이하 설명하는 기술은 제한 시간 내에 V2V 통신을 이용하여 관심지역의 차량 트래픽을 효과적으로 추정한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 차량 트래픽 밀집도 추정을 위한 관심지역에 대한 예이다.

도 2는 프로빙 패킷을 이용한 차량 샘플링 과정의 예이다.

도 3은 특정 셀에 대한 프로빙 시간 및 탐색율을 설명하는 예이다.

도 4는 하나의 셀이 분할되는 예를 도시한다.

도 5는 셀의 상태와 우선 순위에 관한 예이다.

도 6은 다중 프로빙 패킷을 이용한 도메인을 병합하는 과정에 대한 예이다.

도 7은 관심지역의 트래픽 밀집도 추정 과정에 대한 순서도의 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하 설명하는 기술은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시례를 가질 수 있는 바, 특정 실시례들을 도면

에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0010] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0011] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0012] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [0013] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0015] 이하 설명하는 기술은 도로상의 카메라 및 센서와 같은 인프라의 도움없이 일정한 제한 시간 내에 차량 트래픽 밀집도(traffic density)를 추정하는 기법이다. 예컨대, 특정 관심지역에 대한 트래픽 정보를 알고 싶은 사용자나 관리자가 원하는 제한 시간을 설정하여 차량의 트래픽을 추정할 수 있다.
- [0017] 도 1은 차량 트래픽 밀집도 추정을 위한 관심지역에 대한 예이다.
- [0018] 관심지역(Region of Interest, RoI)은 $N \times N$ 셀로 구분될 수 있다. 여기서, 관심지역을 구분하는 N^2 개의 셀을 하나의 기본 셀이라고 할 수 있다. 나아가 후술하겠지만 제한 시간 및 트래픽 상황에 따라 셀의 크기를 추가적으로 분할할 수 있다. 즉, 기본 셀을 추가분할하여 작은 서브 셀로 구분할 수 있고, 구분한 서브 셀 단위로 트래픽 밀집도를 추정할 수 있다. 도 1은 기본 셀과 서브 셀의 예를 도시한다.
- [0019] 차량은 인접 차량과 무선 통신(예컨대, 802.11p)으로 패킷을 주고받을 수 있다. 차량은 위치추적장치(GPS)를 사용하여 자신의 위치를 파악할 수 있다.
- [0020] 하나의 셀에서 기본적으로 하나의 차량이 프로빙 패킷(probing packet)을 갖고 이동하면서 해당 셀에 위치한 차량을 파악한다. 현재 프로빙 패킷을 갖고 있는 차량을 샘플러(sampler)라고 명명한다. 도 1의 상단에 도시한 바와 같이 샘플러(A)는 다른 객체로부터 프로빙 패킷을 수신할 수 있다. 샘플러(A)는 이웃한 차량 또는 RSU(road side unit)로부터 프로빙 패킷을 수신할 수 있다. 프로빙 패킷을 수신한 샘플러(A)는 이동하면서 주변에 위치한 차량들과 통신(V2V)을 한다. 샘플러(A)는 주변 차량(N1, N2 및 N3)로부터 해당 차량의 식별자(ID) 및 위치를 수신할 수 있다. 샘플러(A)는 해당 셀에 위치한 차량의 트래픽을 확인하기 위한 정보를 수집하는 것이다.
- [0021] 샘플러(A)는 프로빙 패킷 자체를 주변 차량과 교환하면서 응답 메시지에 주변 차량의 정보를 누적하여 담거나, 개별 패킷을 주변 차량과 교환하면서 수집한 주변 차량 정보를 자신이 관리하는 프로빙 패킷에 추가할 수도 있다.
- [0022] 하나의 셀을 담당하는 샘플러는 해당 셀의 탐색이 완료되면 프로빙 패킷을 다른 셀의 차량에 전달할 수 있다. 이 과정을 외부 중계(outer replay)라고 명명한다. 한편, 하나의 셀을 담당하는 샘플러는 자신이 다른 셀로 이동하거나 다른 사유로 현재 셀을 담당하지 못하게 되는 경우, 현재 셀을 담당할 새로운 차량(새로운 샘플러)에 프로빙 패킷을 전달할 수 있다. 이 과정을 내부 중계(inner relay)라고 명명한다. 예컨대, 도 1의 하단을 살펴보면, 현재 샘플러인 차량 V1이 프로빙 패킷을 현재 셀에 위치한 다른 차량 V2에 전달할 수 있다.

- [0023] 이와 같은 과정을 통하여 관심지역에 대한 탐색이 종료되면, 관심지역의 트래픽 밀집도를 나타내는 밀집도 맵(map)을 생성할 수 있다. 도 1은 밀집도를 음영의 강도로 표현하였다. 예컨대, 음영이 짙은 영역은 트래픽 밀집도도 높은 지역에 해당한다. 트래픽 밀집도는 기본 셀 및 서브 셀 단위로 표현된다.
- [0024] 관심지역에 대한 트래픽 밀집도를 파악하고자 하는 주체는 다양할 수 있다. 예컨대, 특정 차량이 자신의 이동 경로를 결정하기 위하여 인접한 영역의 트래픽 밀집도를 요청할 수 있다. 또는, 차량 시스템을 제어하는 제어 센터(제어 장치, 서버 등)가 차량 흐름 관리를 위하여 관심 지역에 대한 트래픽 밀집도를 요청할 수도 있다. 따라서, 제한 시간 동안 수집된 패킷은 최종적으로 트래픽 밀집도를 요청한 특정 차량에 전달될 수 있다. 또는 최종 패킷은 특정 차량 또는 특정 RSU를 통해 제어 센터로 전달될 수도 있다.
- [0025] 한편, 차량은 일정한 영역에 다중 프로빙 패킷들 전송하여 협력적으로 트래픽 밀집도를 추정할 수도 있다.
- [0026] 트래픽 밀집도 추정 과정은 (1) 차량 샘플링, (2) 프로빙 패킷 전달 및 (3) 적응적 셀 크기 결정을 포함한다. 이하 구체적으로 설명한다.
- [0028] **차량 샘플링**
- [0029] 샘플러는 주변 차량과 메시지를 교환하면서 트래픽 상황을 확인한다. 샘플러는 처음 HELLO 메시지를 전송하고, 해당 셀에서 일정 시간 내에 HELLO 메시지를 수신한 차량은 REPLY(응답) 메시지를 전송한다. 각 차량은 자신의 ID, 현재 위치(예컨대, 좌표값)를 포함하는 메시지를 전송한다. 샘플러가 주어진 시간 내에 응답 메시지를 수신하는 경우 응답 메시지를 전송한 차량의 ID, 위치 및 시간을 리스트에 저장한다. 여기서, 시간은 응답 메시지 전송시간 또는 응답 메시지를 수신한 시간일 수 있다. 프로빙 패킷은 특정 차량 통신의 패킷의 필드 또는 헤더를 이용하여 원하는 정보(차량 ID, 위치 및 시간 등)를 저장할 수 있다. 프로빙 패킷은 샘플러의 이동 경로 내 지 위치, 통신한 인접 차량의 식별자, 인접 차량의 위치, 인접 차량과 통신한 시간을 포함할 수 있다.
- [0031] 도 2는 프로빙 패킷을 이용한 차량 샘플링 과정의 예이다.
- [0032] 도 2는 하나의 셀에서 샘플러(식별자 100)가 이동하면서 인접 차량과 통신하여 주변 차량으로부터 시간, 위치 및 차량의 ID를 획득한 예를 도시한다. 하나의 프로빙 패킷은 $N1 \Rightarrow N2 \Rightarrow N3 \Rightarrow N4$ 순서로 정보를 수집하였다. 샘플러는 중복되는 ID를 제거하면서 해당 셀에 위치한 인접 차량들을 식별할 수 있다. 도 2는 모두 8개의 차량이 식별되었다. 샘플러는 프로빙 패킷을 분석하여 해당 셀에서의 차량 트래픽 밀집도를 확인할 수 있다. 또는, 제어 서버와 같은 별도의 객체가 샘플러가 수집한 프로빙 패킷을 분석하여 해당 셀에서의 차량 트래픽 밀집도를 확인할 수 있다.
- [0034] 도 3은 특정 셀에 대한 프로빙 시간 및 탐색율을 설명하는 예이다.
- [0035] 트래픽 밀집도 추정을 위한 제한 시간을 T라고 가정한다. 이 경우 각 셀은 프로빙 가능한 시간이 동일하게 주어진다. $N \times N$ 개의 셀들을 가정하였다. 따라서, 하나의 셀에 대해서 T/N^2 의 프로빙 시간이 주어진다고 할 수 있다.
- [0036] 한편, 셀의 크기는 동적으로 결정될 수 있다. 따라서, 셀의 크기에 따라 해당 셀의 프로빙 가능 시간이 달라진다. 도 3(A)는 셀의 크기에 따라 다른 프로빙 가능 시간을 나타낸다. 특정 셀에서의 프로빙 시간이 종료되면, 프로빙 패킷은 인접한 셀을 향하는 차량을 통해 다른 셀로 이동할 수 있다.
- [0037] 또한, 특정 셀을 탐색한 탐색율(coverage rate)을 정의할 수 있다. 도 3(B)는 특정 셀에서 프로빙 패킷이 지나가는 영역을 나타낸다. 하나의 셀은 일정한 크기의 단위 영역으로 구분될 수 있고, 프로빙 패킷이 단위 영역을 지나면 해당 영역이 탐색되었다고 한다. 도 3(B)는 프로빙 패킷이 전체 64개의 단위 영역들 중 13개의 단위 영역들을 지나 20.31%의 탐색율을 나타낸다. 특정 셀에 대하여 탐색율이 기준값 이상인 경우, 남은 프로빙 시간과 관계 없이, 현재 프로빙 패킷은 다른 셀로 이동할 수 있다.
- [0038] 즉, 프로빙 패킷은 (i) 특정 셀에서의 프로빙 시간 또는 (ii) 특정 셀에서의 탐색율을 기준으로 다른 셀로 이동할지 여부가 결정될 수 있다.
- [0040] **적응적 셀 크기**
- [0041] 주어진 제한 시간 내에 프로빙 패킷으로 셀을 탐색하기 위하여 물리적 지역 정보 내지 가용한 시간을 고려하여 셀의 크기를 조정할 수 있다. 예컨대, 교통 혼잡도가 낮은 지역 경우보다 도심 지역의 경우 보다 작은 크기의 셀 단위로 트래픽 밀집도를 추정하는 것이 바람직할 수 있다. 한편, 셀 크기 분할은 해당 셀을 담당하는 샘플러

가 수행할 수 있다. 서브 셀로 분할되면, 현재 샘플러는 서브 셀을 담당하는 새로운 샘플러를 지정할 수 있다.

- [0042] 하나의 셀을 다수의 서브 셀로 나누어 트래픽 밀집도를 추정하는 방식을 설명한다. 하나의 셀은 같은 크기를 갖는 2×2 개의 서브 셀로 분할될 수 있다. 도 4는 하나의 셀이 분할되는 예를 도시한다. 하나의 셀은 반복적으로 분할될 수 있다. 다만, 분할가능한 서브 셀의 최소 크기는 도 3(B)에서 설명한 단위 영역이라고 가정한다. 이와 같은 셀 구조는 계층적 구조라고 할 수 있다. 도 4는 스테이지 1에서 스테이지 3까지 2번 계층적으로 분할되는 예를 도시한다. 하나의 스테이지는 연속적인 분할 과정 중 어느 하나의 과정을 의미한다.
- [0043] 셀 분할은 (i)지역 트래픽 밀집도 및 (ii)가용한 프로빙 시간을 기준으로 진행될 수 있다.
- [0044] 샘플러가 HELLO 메시지를 전송하면, 일정한 시간 동안 현재 탐색하는 셀에 위치한 차량들의 개수를 계산한다. 현재 탐색하는 셀에서의 차량 개수를 지역 트래픽 밀집도(local Density)라고 정의한다. 지역 트래픽 밀집도를 연산하는 일정한 시간을 관심 시간 윈도우(interest time Window)라고 명명한다.
- [0045] 현재 셀에서의 지역 트래픽 밀집도가 임계값(밀집도 임계값)을 초과하면, 해당 셀은 분할 조건을 만족한다고 판단할 수 있다. 현재 스테이지 k에서 현재 셀의 지역 트래픽 밀집도가 밀집도 임계값 k를 초과하면, 현재 셀을 2×2 개의 서브 셀로 분할할 수 있다. 스테이지는 셀의 분할이 진행되는 단계를 말한다. 예컨대, 최초 셀이면 스테이지 1, 최초 셀이 분할된 셀이면 스테이지 2와 같이 설명할 수 있다. 밀집도 임계값 k는 스테이지 증가에 따라 증가하지 않도록 조절되어야 한다. 즉, 밀집도 임계값 $k \geq$ 밀집도 임계값 $k+1$ 인 관계를 갖는다.
- [0046] 셀 분할은 가용한 프로빙 시간을 고려해야 한다. 기본적으로 현재 셀에 주어진 기본 프로빙 시간(T/N^2)이 있다. 또한, 인접 셀에서 탐색율이 기준값 이상이어서 현재 셀로 프로빙 패킷이 넘어온 경우, 현재 셀의 가용한 프로빙 시간은 '기본 프로빙 시간 + 인접 셀의 잔여 프로빙 시간'이 될 수 있다. 미탐색된 서브 셀의 개수와 각 셀 스테이지를 프로빙하는데 소요되는 시간을 기준으로 분할된 셀의 프로빙 시간을 추정할 수 있다. 이때, 전술한 탐색율을 기준으로 사용할 수 있다. 즉, 분할될 서브 셀에서 특정 차량이 가용한 시간 동안 설정된 탐색율 이상으로 서브 셀을 탐색할 수 있는지 판단할 수 있다.
- [0047] 셀 분할 여부를 결정하는 장치(제어 장치 또는 특정 차량)는 현재 셀의 지역 트래픽 밀집도가 임계값 이상이고, 동시에 현재 셀에서 분할될 2×2 개의 서브 셀들을 가용한 프로빙 시간 내에 기준값 이상의 탐색율로 탐색할 수 있다고 판단한 경우, 현재 셀을 2×2 개의 서브 셀들로 분할한다.
- [0049] 이하 패킷 전송(packet relaying)에 대하여 설명한다.
- [0051] 내부 중계(Inner-Relay)
- [0052] 특정 샘플러가 현재 특정 셀의 프로빙 패킷 전달 및 샘플링을 담당한다고 가정한다. 이때, 특정 샘플러는 담당 샘플러라고 명명한다. 담당 샘플러는 해당 셀에서의 프로빙 시간 또는 탐색율 조건을 기준으로 프로빙 패킷은 계속 전달된다.
- [0053] 차량은 목적지로 이동하면서 현재 셀을 벗어날 수 있다. 담당 샘플러가 패킷 프로빙 종료 전에 현재 셀을 떠나게 되는 경우, 현재 셀에 위치한 새로운 차량이 담당 샘플러로 선택될 수 있다. 종전 담당 샘플러가 새로운 담당 샘플러에게 프로빙 패킷을 전달하는 과정을 내부 중계이라고 명명하였다.
- [0054] 내부 중계가 필요한 경우, 현재 담당 샘플러는 HELLO 메시지를 주변 차량에 브로드캐스팅한다. 현대 담당 샘플러는 HELLO 메시지에 대한 응답 메시지를 송신한 차량들 중 현재 셀의 중심에 가장 가까운 차량을 다음 담당 샘플러로 선택할 수 있다.
- [0056] 외부 중계(Outer-Relay)
- [0057] 담당 샘플러가 현재 셀의 프로빙 패킷 전송을 완료한 경우, 다른 셀로 프로빙 패킷 전달을 하게 된다. 예컨대, 탐색율 기준으로 현재 셀의 탐색이 완료된 경우, 가용한 프로빙 시간이 남아 있기에 다른 셀로 탐색을 계속할 수 있다. 프로빙 패킷의 개수에 따라 두 가지 경우로 구분된다.
- [0058] (1) 단일 프로빙 패킷
- [0059] 먼저, 프로빙 패킷이 하나인 경우를 설명한다. 현재 담당 샘플러가 현재 셀에서 프로빙을 완료했는데, 담당 샘플러가 현재 셀에 남아 있거나, 이미 탐색된 셀로 이동하는 경우, 프로빙 패킷은 탐색되지 않은 인접 셀로 전달되어야 한다.
- [0060] 외부 중계에서 담당 샘플러는 프로빙 패킷이 전달된 타겟 셀과 해당 셀에서의 담당 샘플러를 결정해야 한다. 현

재 담당 샘플러는 HELLO 메시지를 브로드캐스팅한다. 주변 차량들이 응답 메시지를 전송하면, 현재 담당 샘플러는 해당 차량이 위치한 셀을 확인할 수 있다. 현재 담당 샘플러는 응답 중 가장 많은 차량이 위치한 미탐색 셀을 프로빙 패킷을 전달할 타깃 셀로 결정한다. 해당 셀에 많은 차량이 있을 것으로 추정되기에, 해당 셀 탐색이 효과적으로 수행될 것으로 기대할 수 있기 때문이다. 다수의 셀이 후보로 결정된다면, 현재 담당 샘플러는 그 중 가장 가까운 셀을 타깃 셀로 결정한다. 타깃 셀이 결정되면, 해당 타깃 셀의 중심에서 가장 가까운 차량을 해당 셀의 담당 샘플러로 결정할 수 있다.

[0061] (2) 다수 프로빙 패킷

[0062] 프로빙 패킷이 다수인 경우를 설명한다. 다수의 패킷을 이용한 협력적 추정 과정을 거쳐서 제한 시간 내에 보다 정확한 트래픽 밀집도 추정이 가능할 수 있다. 다수의 패킷이 관심지역에서 전달되면서 서로 만나는 경우(통신 반경 내에서 두 개의 담당 샘플러가 만나는 경우), 두 개의 패킷이 향후 이동할 영역(domain)을 협상한다.

[0063] 이동할 영역 협상을 위하여 담당 샘플러는 프로빙 패킷에 있는 정보를 기준으로 탐색한 셀, 미탐색한 셀 및 셀 리스트를 교환한다. 각 담당 샘플러는 타깃 셀을 결정하기 위한 알고리즘을 구동한다. 각 담당 샘플러는 현재 셀 구조를 기준으로 각 개별 셀에 대한 우선순위를 연산한다.

[0064] 이때, 각 샘플러는 현재 영역을 서로 다른 셀 구조로 탐색하고 있을 수도 있다. 즉, 복수의 샘플러가 물리적으로 동일한 영역을 서로 다른 셀 구조에 기반하여 탐색하고 있을 수 있다.

[0065] 담당 샘플러는 연산한 우선순위를 기준으로 프로빙 패킷이 이동할 타깃 셀을 결정한다.

[0066] 담당 샘플러는 우선순위 연산을 위해 셀 상태, 거리 및 셀 크기를 기준으로 가장 긴급한 셀을 결정한다. 각 기준에 대하여 설명한다.

[0067] 1) 셀 상태: 셀 상태는 해당 셀의 탐색 여부 및 우선순위를 기준으로 미탐색(unexplored), 예측(expected), 고려(considered) 및 탐색(explored)으로 구분할 수 있다. 미탐색 셀은 프로빙 패킷이 탐색하지 않은 상태의 셀이다. 예측 셀은 프로빙 패킷 사이의 통신 후에 다른 프로빙 패킷이 방문할 것으로 예상되는 셀이다. 고려 셀은 후술하겠지만 동일 셀에 대하여 두 개의 프로빙 패킷 서로 다른 셀 구조를 기준으로 탐색한 경우이다. 같은 셀이지만 서로 다른 구조로 탐색을 하여(하나의 프로빙 패킷은 보다 큰 셀을 단위로 탐색하고, 나머지 프로빙 패킷은 보다 작은 셀 단위로 탐색), 프로빙 패킷이 어느 하나의 셀은 모두 탐색하고, 다른 셀은 부분적으로 탐색한 상태이다.

[0068] 탐색된 셀은 프로빙 패킷이 이미 탐색을 완료한 셀이다.

[0069] 미탐색 셀은 가장 높은 우선순위로 탐색될 필요가 있다. 따라서, 샘플러는 미탐색 셀에 가장 높은 값의 우선순위 가중치 $w_{unexplored}$ 를 부여한다. 반대로, 이미 탐색된 셀은 탐색될 필요가 없다. 따라서, 샘플러는 탐색된 셀에 가장 낮은 우선순위 가중치 $w_{explored}$ 를 부여한다. 각 셀에 대한 우선순위 가중치는 다음과 같은 관계를 가질 수 있다. $0 \leq w_{explored} \leq w_{considered} \leq w_{expected} \leq w_{unexplored} \leq 1$ 이다. 실제 가중치는 실험적 결과에 따라 결정될 수 있다.

[0070] 2) 거리: 프로빙 패킷이 후보 셀에 가까운 위치에 있다면, 다른 후보 셀보다 해당 후보셀로 이동하기 쉽다. d_{ratio} 는 현재 프로빙 패킷이 후보 셀까지 이동하는 필요한 상대적 거리라고 정의한다. d_{ratio} 는 현재 프로빙 패킷로부터 후보 셀까지의 거리를 전체 관심지역의 대각 거리로 정규화한 값으로 설정할 수 있다. 거리에 대한 가중치 $w_{distance} = 1 - d_{ratio}$ 로 정의할 수 있다. $w_{distance}$ 는 프로빙 패킷이 후보 셀에 가까울수록 1에 가까운 값을 갖게 된다.

[0071] 3) 셀 크기: 셀 크기는 프로빙 패킷으로 탐색할 대상의 크기에 해당한다. 따라서 기본적으로 타깃 셀 결정에서 셀 크기는 비례적인 크기를 가질 수 있다. 상대적인 셀 크기는 셀 구조에서 가장 큰 셀 크기를 기준으로 정규화된 크기이다. w_{size} 는 상대적 셀 크기를 나타내는 가중치로 사용한다.

[0072] 프로빙 패킷이 이동할 타깃 셀을 결정하기 위하여 수학적 식 1로 표현되는 셀의 우선순위를 결정할 수 있다.

수학식 1

$$p_{cell} = (\alpha \cdot w_{state} + \beta \cdot w_{distance}) \cdot w_{size}$$

[0073]

[0074]

수학식 1에서 α 및 β 는 조절 인자로 두 개를 합산한 값이 1이 되게 사용한다.

[0075]

p_{cell} 의 값이 큰 후보 셀은 샘플러가 프로빙 패킷을 전달할 높은 우선 순위를 갖도록 스케줄 된다. 현재 담당 샘플러는 가장 높은 우선순위 값 p_{cell} 을 갖는 셀을 다음 타깃 셀로 선택하고, 해당 셀로 이동할 수 있다.

[0077]

도 5는 셀의 상태와 우선 순위에 관한 예이다. 도 5(A)는 현재 셀의 구조를 기준으로 셀 상태를 도시한 예이다. 현재 차량을 도시한 셀은 탐색이 종료된 셀(explored cell)이고, 이후 프로빙 패킷을 어떤 셀(타깃 셀)로 전달할지 결정한다고 가정한다. 도 5에 셀 상태에 따른 가중치는 각각 $w_{explored} = 0$, $w_{considered} = 0.33$, $w_{expected} = 0.67$, $w_{unexplored} = 1$ 로 설정하였다.

[0078]

도 5(B)는 도 5(A)의 셀에 각각에 대하여 우선 순위를 결정한 예이다. $\alpha = 0.4$ ($\beta = 0.6$)로 설정하고, 거리와 셀 크기에 대한 가중치는 해당 셀 구조를 기준으로 적절하게 결정하였다. 현재 샘플러는 셀의 우선순위의 값을 기준으로 타깃 셀을 결정한다. 도 5(B)는 우선순위 값이 0.89로 가장 높은 셀이 타깃 셀로 결정된 예를 도시한다.

[0080]

전술한 셀 우선순위 결정 알고리즘은 현재 셀의 탐색이 종료되고, 두 개의 샘플러가 통신 반경에서 만나는 경우 각각 이동할 다음 셀을 협상하기 위하여 적용된다.

[0081]

한편, 담당 샘플러가 일정 시간 동안 특정 위치에 계속 머무는 경우, 담당 샘플러는 프로빙 패킷을 주변의 가용한 다른 차량에 전달하여 다른 차량이 전술한 내부 중계 또는 외부 중계를 수행하게 할 수 있다.

[0083]

복수의 담당 샘플러는 다른 샘플러와 협력하여 트래픽 밀집도를 추정할 수 있다. 샘플러가 중복되게 방문한 영역에 대해서는 보다 정확한 트래픽 밀집도 정보를 획득할 수도 있다.

[0085]

도메인 통합

[0086]

두 개의 샘플러가 통신 가능 반경에서 만나면, 서로 수집한 정보를 교환할 수 있다. 하나의 샘플러는 상대방 샘플러로부터 수신한 정보를 이용하여 이미 탐색한 셀에서 수집한 트래픽 정보 및 셀 구조를 자신의 정보와 병합할 수 있다. 하나의 샘플러에서 갖고 있는 셀 구조(분할된 계층적 구조)와 상대방 샘플러로부터 수신한 셀 구조가 동일하다면, 단순히 상대방 샘플러가 탐색한 정보를 반영하면 된다. 두 개의 프로빙 패킷에 포함된 셀의 구조가 서로 다르다면, 해당 셀을 통합(도메인 통합)할 수 있다.

[0088]

도 6은 다중 프로빙 패킷을 이용한 도메인을 병합하는 과정에 대한 예이다. 도 6은 서로 다른 셀 구조를 포함하는 셀에 대하여 각각 탐색을 수행한 프로빙 패킷들이 서로 정보를 교환한 상태를 가정한다. 도 6의 셀에 표시된 값은 셀 상태에 따른 가중치 값이다.

[0089]

도메인 통합은 4개의 유형으로 구분할 수 있다. 대응되는 셀의 구조가 다른 경우, 작은 서브 셀을 기준으로 해당 셀의 상태를 파악한다.

[0090]

도 6(A) 및 도 6(B)는 동일 영역에 대한 서로 다른 셀 구조를 나타낸다. 즉, 도 6(A) 및 도 6(B)는 각각 서로 다른 프로빙 패킷이 탐색한 결과이다. 셀에 표시한 수치는 셀 상태에 대한 가중치로서, $w_{explored} = 0$, $w_{considered} = 0.33$, $w_{expected} = 0.67$, $w_{unexplored} = 1$ 이다. 도 6(C)는 도 6(A) 및 도 6(B)을 기준으로 도메인 병합한 결과를 도시한 예이다.

[0091]

(i) 제1 유형은 특정 셀의 구조와 셀 상태가 동일한 경우이다. 이 경우, 해당 셀은 변경되지 않는다. (ii) 제2 유형은 셀 상태가 다르지만, 셀 구조는 동일한 경우이다. 이 경우, 샘플러는 셀 상태에 대한 값이 낮은 값으로 값을 통일한다. (iii) 제3 유형은 셀 상태는 같지만, 셀 구조가 서로 다른 경우이다. 이 경우, 샘플러는 해당 셀 상태를 그대로 유지한다. (iv) 제4 유형은 셀 상태와 셀 구조가 모두 상이한 경우이다. 이 경우, 관련된 셀은 모두 전술한 고려 셀(considered cell)로 조정한다.

[0092]

나아가, 셀 거리 가중치 $w_{distance}$ 는 정보를 교환하는 모든 프로빙 패킷의 평균 위치로 조정한다. 셀 크기 가중치

w_{size} 는 프로빙 패킷 중 보다 작은 값으로 통일한다. 도메인 통합이 완료되면, 샘플러는 조정된 값을 기준으로 우선순위 값 p_{cell} 을 다시 연산한다.

[0094] 도메인 분배

[0095] 도메인 통합된 후, 각 담당 샘플러는 이후 셀 프로빙 계획을 결정한다.

[0096] 셀 중복을 최소화하기 위하여 셀 윈도우(cell window)라는 개념을 사용한다. 셀 윈도우는 하나의 프로빙 패킷에 대하여 $N_{cell-window}$ 개의 셀을 방문한다고 가정한다.

[0097] 두 개의 프로빙 패킷이 미래 방문할 셀들을 분배한다면, 방문할 후보 셀을 우선순위 p_{cell} 을 기준으로 내림차순으로 정렬(정렬하고), 전체 $2N_{cell-window}$ 중에서 가능한 모든 $N_{cell-window}$ 개의 셀을 갖는 2개의 그룹 쌍을 결정할 수 있다. $\binom{2N_{cell-window}}{N_{cell-window}}$. 샘플러는 모든 그룹 쌍 중에서 가장 누적된 우선순위의 차이가 작은 그룹 쌍을 선택할 수 있다. $\min |\sum_{i \in G_a} p_{cell_i} - \sum_{i \in G_b} p_{cell_i}|$ 가 되는 그룹 G_a 와 그룹 G_b 를 선별하는 것이다. 두 개의 그룹이 결정되면 두 개의 프로빙 패킷 각각이 하나의 그룹(셀 리스트)을 담당하도록 결정한다. 만약 2개의 그룹 쌍이 누적 우선순위 차이의 값이 같다면, 그 중에서 하나의 셀 기준으로 기본 우선순위가 가장 높은 그룹을 선택할 수 있다.

[0098] 한편, 미래에 방문할 셀이 결정되면, 해당 셀의 상태는 예측 셀이 된다.

[0100] 도 7은 관심지역의 트래픽 밀집도 추정 과정(100)에 대한 순서도의 예이다. 관심지역 전체의 트래픽 밀집도는 특정 차량이나, 차량 시스템이 추정할 수 있다. 도 7은 관심지역에 위치한 샘플러를 통하여 관심지역 각 셀의 트래픽 정보를 수집하는 과정을 중심으로 설명한다.

[0101] 관심지역에서 현재 셀을 담당할 샘플러를 결정한다(110). 해당 셀에 위치한 어떤 차량이 차량 확인 메시지를 브로드캐스팅하고, 차량 확인 메시지에 대한 응답으로 주변 차량으로부터 수신하는 차량 위치를 기준으로, 해당 셀의 중심에 가장 가까운 차량을 해당 셀의 샘플러로 결정할 수 있다. 이후 결정된 샘플러가 해당 셀에서의 프로빙 패킷 전달 및 트래픽 정보 수집을 담당한다. 관심지역이 초기 복수의 셀로 구분되는 경우, 셀별로 담당 샘플러를 결정한다.

[0102] 샘플러는 담당 셀의 분할이 필요한지 판단한다(120). 샘플러는 해당 셀의 트래픽 및 가용한 프로빙 시간을 고려하여 현재 셀을 분할할지 판단할 수 있다. 샘플러는 주변 차량을 확인하는 메시지를 브로드캐스팅하고, 응답 메시지를 통해 주변에 위치한 차량의 개수를 확인할 수 있다. 샘플러는 일정한 시간 동안 확인되는 차량의 개수가 임계값 이상인 경우, 현재 셀을 2×2 개의 서브 셀로 분할할 수 있다(125). 한편, 샘플러는 복수의 서브 셀에 대하여 각각 남은 프로빙 시간 내에 탐색을 할 수 있는지 확인해야 한다. 프로빙 시간은 셀의 크기에 따라 일정하게 결정되고, 다른 셀로부터 프로빙 패킷이 전달된 경우 이전 셀의 잔여 프로빙 시간까지 합산하여 결정될 수 있다. 만약, 분할할 예정인 서브 셀을 프로빙 시간 내에 탐색할 수 없다고 판단하면, 샘플러는 해당 셀을 분할하지 않을 수 있다. 한편, 특정 셀의 탐색 완료는 전술한 탐색율을 기준으로 결정될 수 있다. 예컨대, 특정 셀의 탐색율이 기준값 이상이 되는 경우, 해당 셀은 탐색되었다고 판단할 수 있다. 샘플러는 현재 셀의 지역 트래픽 밀집도가 임계값 이상이고, 동시에 현재 셀에서 분할될 2×2 개의 서브 셀들을 가용한 프로빙 시간 내에 기준값 이상의 탐색율로 탐색할 수 있다고 판단한 경우, 현재 셀을 2×2 개의 서브 셀들로 분할할 수 있다(125).

[0103] 샘플러는 담당하는 셀에 대한 탐색을 수행한다(130). 샘플러는 탐색 과정에서 주변 차량과 패킷을 교환하면서 인접한 차량의 정보를 확인한다. 샘플러는 도 2에서 설명한 바와 같이, 수집한 정보 중 중복되는 차량의 ID를 제거하여, 셀에 위치한 차량들을 샘플링할 수 있다.

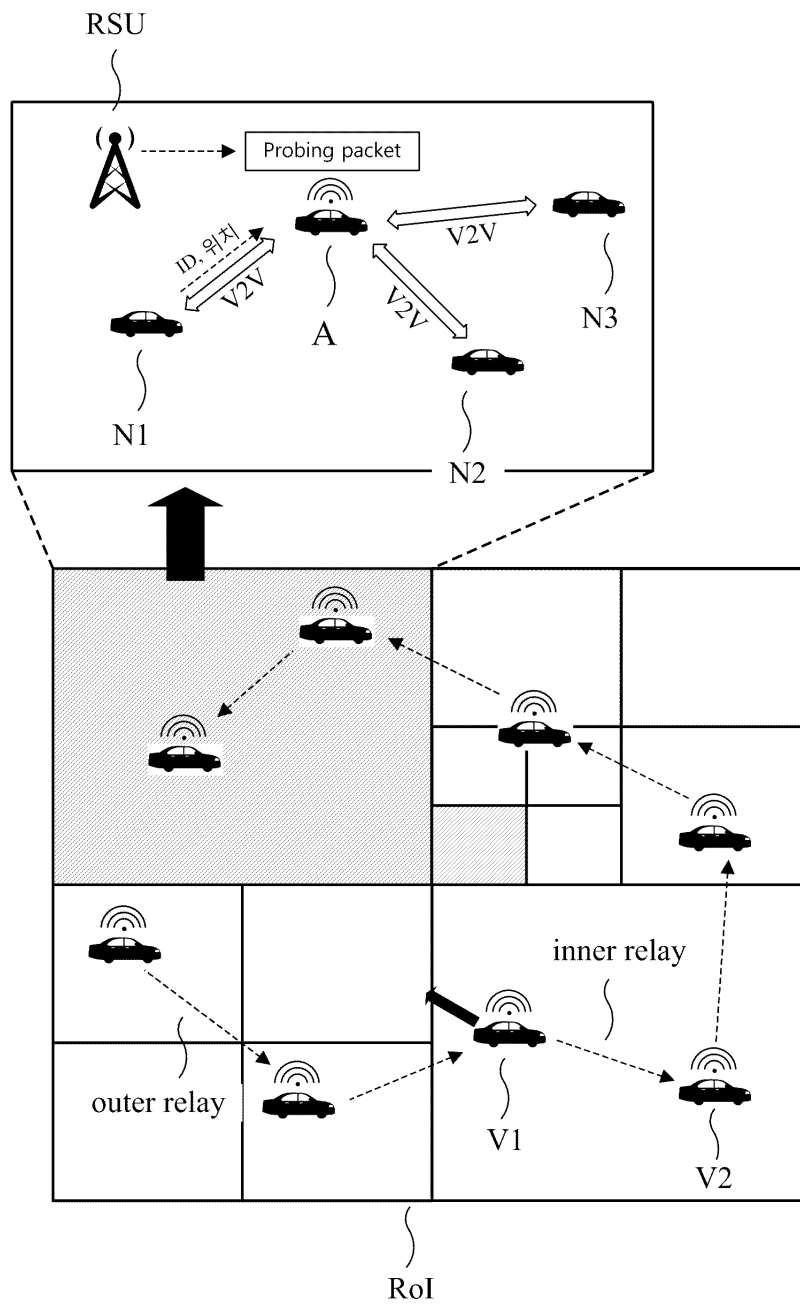
[0104] 현재 셀 탐색이 종료되지 않은 상태에서 현재 셀을 담당하는 샘플러가 샘플러 변경이 필요한지 판단할 수 있다(140). 예컨대, 현재 샘플러가 현재 셀을 벗어나 이동할 예정인 경우, 현재 샘플러는 내부 중계를 통하여 새로운 샘플러를 선정해야 한다(145). 현재 샘플러는 확인 메시지를 브로드캐스팅하고, 주변 차량의 응답 메시지를 확인하여 현재 셀의 중심에 가장 가까운 차량을 이후 담당 샘플러로 결정할 수 있다. 새로운 샘플러는 현재 셀의 탐색을 계속한다.

[0105] 해당 셀 탐색이 종료되면(150의 YES), 샘플러는 외부 중계가 필요한지 판단한다(160). 즉, 샘플러는 현재 셀 탐색이 종료되었는데, 아직 트래픽 밀집도 추정을 위한 제한 시간이 종료되지 않은 상황인지 판단한다.

- [0106] 외부 중계가 필요한 경우(160의 YES), 샘플러는 다른 차량(프로빙 패킷)과 통신 반경에서 만나 도메인 통합이 필요한지 판단한다(170).
- [0107] 도메인 통합이 필요 없고(170의 NO), 샘플러가 단일 프로빙 패킷을 이용하는 경우, 샘플러는 현재 위치에서 확인 메시지를 브로드캐스팅하여, 인접한 셀에 위치한 차량들로부터 응답 메시지를 수신한다. 샘플러는 인접한 셀 중 인접 차량이 가장 많이 위치한 셀을 타깃 셀로 결정할 수 있다(180).
- [0108] 도메인 통합이 필요 없고(170의 NO), 샘플러가 다중 프로빙 패킷을 이용하는 경우, 전술한 바와 같이 샘플러는 셀의 상태, 거리 및 셀의 크기를 기준으로 각 셀에 대한 우선순위 점수를 결정한다. 샘플러는 인접 셀 중 우선순위 점수가 가장 높은 셀을 타깃 셀로 결정한다(180).
- [0109] 도메인 통합이 필요한 경우(170의 YES), 샘플러는 다른 차량으로부터 수신한 프로빙 패킷을 참조하여 도메인 통합을 한다. 프로빙 패킷은 해당 셀의 구조(또는 셀 영역의 위치), 셀 각각의 탐색 여부, 각 셀에 위치한 차량의 ID(또는 차량 개수)를 포함할 수 있다. 샘플러는 전술한 바와 같이 셀의 상태 및 셀 구조를 기준으로 도메인을 병합한다. 샘플러는 병합된 도메인에 대하여, 셀의 상태, 거리 및 셀의 크기를 기준으로 각 셀에 대한 우선순위 점수를 결정한다. 샘플러는 인접 셀 중 우선순위 점수가 가장 높은 셀을 타깃 셀로 결정한다(180).
- [0110] 샘플러는 결정한 타깃 셀을 담당할 샘플러에게 프로빙 패킷을 전달한다(190). 이후 타깃 셀에서 샘플러가 동일한 과정으로 탐색을 수행한다.
- [0112] 또한, 상술한 바와 같은 관심지역의 트래픽 밀집도 추정 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0113] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM(read-only memory), PROM(programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0114] 일시적 판독 가능 매체는 스테틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(SyncLink DRAM, SLD RAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.
- [0115] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

도면

도면1



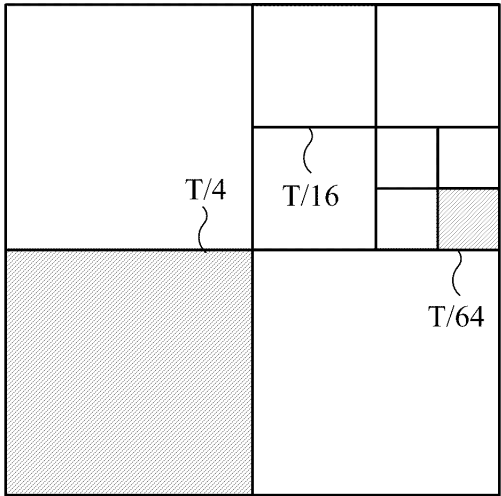
도면2

No.	Sampler	Time	Location	List of neighbor ID
N1	100	13:00:30	(50,148)	120, 130,140,150,160
N2	100	13:05:30	(130,120)	130,144,155
N3	100	13:10:30	(47,100)	130,165
N\$	100	13:15:30	(110,20)	155,165

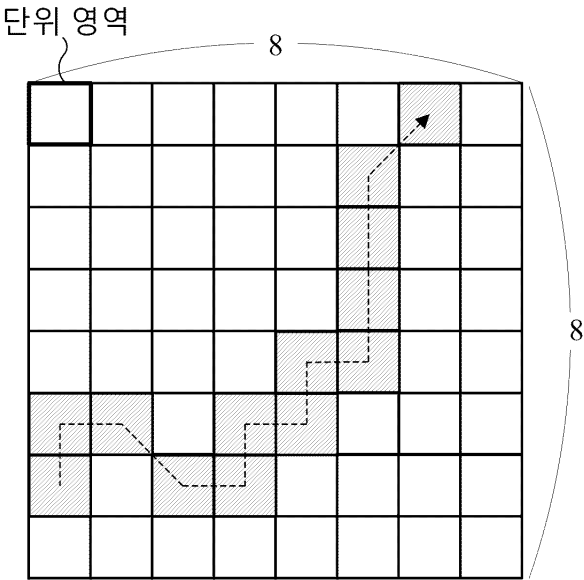


List of neighbor ID
120, 130,140,150,160
~~130~~ ,144,155
~~130~~ ,165
~~155~~ , ~~165~~

도면3

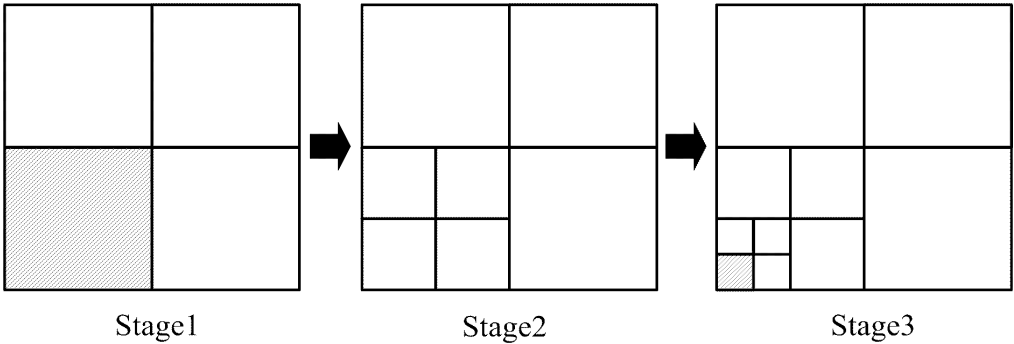


(A)

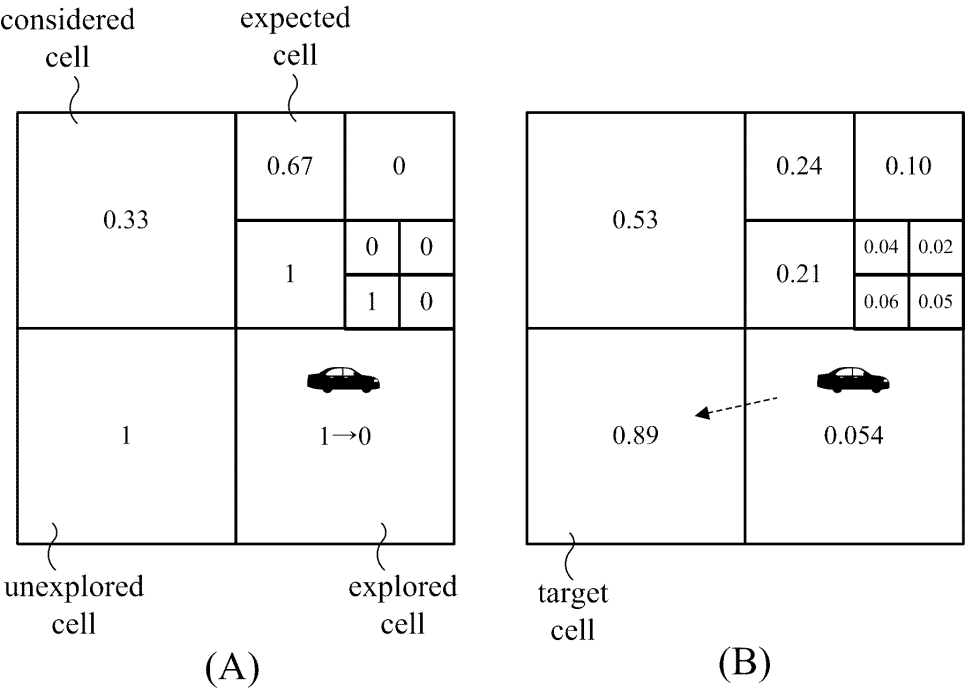


(B)

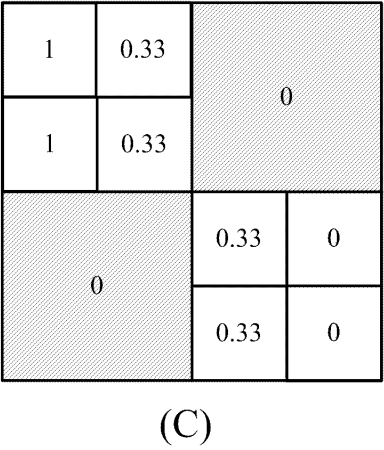
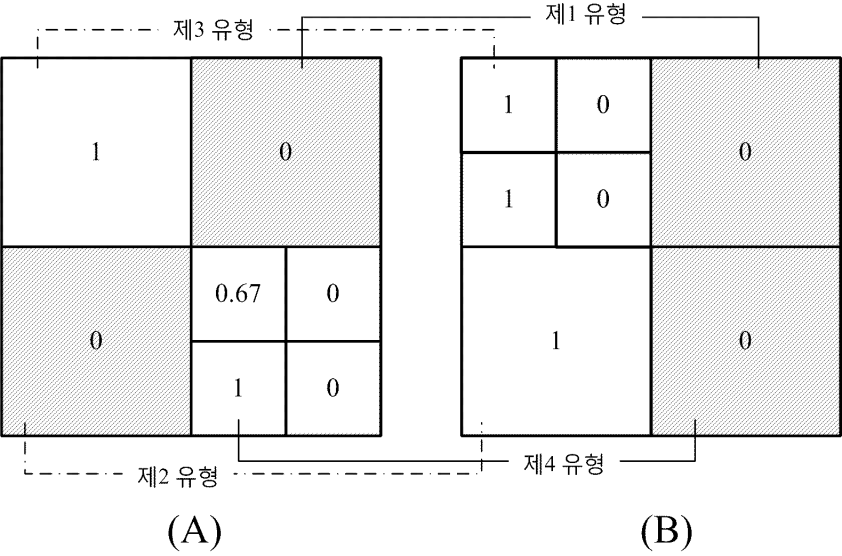
도면4



도면5



도면6



도면7

