



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103200526 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201310101847. 4

CN 101808275 A, 2010. 08. 18,

(22) 申请日 2013. 03. 27

CN 101894470 A, 2010. 11. 24,

CN 102916889 A, 2013. 02. 06,

(73) 专利权人 山东大学

地址 250100 山东省济南市历城区山大南路
27 号

Wooseong Kim. CoRoute: A New Cognitive
Anypath Vehicular Routing Protocol.

《Wireless Communications and Mobile
Computing Conference (IWCMC), 2011 7th
International》. 2011,

(72) 发明人 王洪君 钟浩燃 曹敏 白云昊
郝计军 宋子良

李元振. 地理和交通信息感知的车载 Ad Hoc
路由. 《北京邮电大学学报》. 2009, 第 32 卷 (第
5 期),

(74) 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限
公司 37219

代理人 许德山

审查员 马文文

(51) Int. Cl.

H04W 4/04(2009. 01)

H04W 40/02(2009. 01)

H04W 84/18(2009. 01)

G08G 1/0967(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009/0285197 A1, 2009. 11. 19,

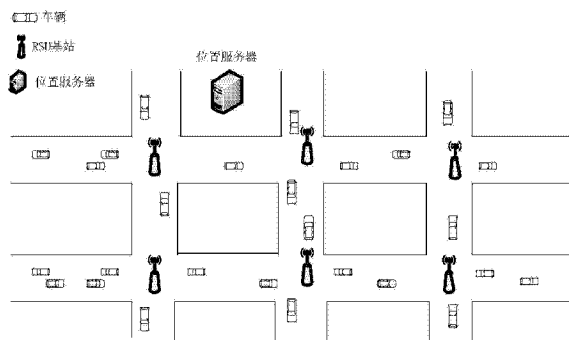
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于路边基站的车载自组织网络路由的
方法

(57) 摘要

一种基于路边基站的车载自组织网络路由的
方法, 属交通智能技术领域。本发明包括以下步
骤。步骤一: 在城市的十字路口放置路边通信基
站, 所有 RSU 通过有线连接到位置服务器, RSU 负
责收集车辆地理位置信息, 并传送到位置服务器
记录, 位置服务器管理所有车辆的位置信息以及
道路的交通状况信息; 步骤二: 车辆 A 向位置服
务器查询到车辆 B 的路由路径, 服务器通过加权的
Dijkstra 算法为车辆 A 计算路由路径; 步骤三:
车辆获取路由路径后, 沿路由路径通过地理转发
发送到车辆 B。本发明利用 RSU 基站以及位置服
务器收集车辆地理信息, 并提供路由路径, 可以大
量降低路由开销和传输时延, 提高车载无线自组
织网络的带宽利用率, 提高数据分组传递率。



1. 一种基于路边基站的车载无线自组织网络路由方法, 该网络包括车辆、RSU 基站、位置服务器, 其中 RSU 基站是带有无线收发功能的通信设备, 它能与车辆进行无线通信; RSU 基站通过以太网连接到位置服务器, 位置服务器是一个通用计算机, 能够存储所有车辆的位置信息, 车中带有车载通信设备, 可以与其他车辆以及 RSU 基站进行无线通信, 该车载无线自组织网络路由方法, 步骤如下:

步骤 1: RSU 基站负责路口各路段的车辆信息收集;

车辆行过十字路口更换道路时, 向该 RSU 基站发送位置更新数据包, 位置更新数据包内容为 $(X, Y, V_x, V_y, Road1, Road2, IP)$, (X, Y) 是坐标, (V_x, V_y) 是速度分量, Road1, Road2 为换道前后的道路编号, IP 是车辆的 IP 地址, 上述信息通过车载的 GPS 设备和电子地图获取, RSU 基站接收信息后, 在位置服务器中更新车辆的位置;

(1) 车辆通过电子地图感知到处于十字路口状态, 在检查到驶向另外的道路以后立即发送位置更新数据包给所在路口的 RSU 基站, RSU 基站根据位置更新数据包中的 IP 地址向位置服务器查询该车辆的信息, 并将它在位置服务器中的地理位置, 速度, 所在道路编号信息更新;

(2) 位置服务器每隔一个固定的时间间隔 $T = T_1 - T_2$ 后计算地图中道路的交通信息, 该计算包括以下几个参量

$$R_{comm} = \Delta N / (T_1 - T_2)$$

R_{comm} 是在单位时间里该道路上发生了多少次路由转发, 其中 T_1, T_2 分别指两个时刻, ΔN 代表在 T_1 到 T_2 的时间间隔内在该道路上转发数据的次数, 参量 R_{comm} 代表该道路参与到转发中的频率, 频率越高则代表该道路越繁忙, 网络堵塞的可能性越大;

$$D_v = N_v / L$$

D_v 代表该道路上车辆的密度, 计算方法为在该道路上的车辆数除以道路长度, 该数值越大, 代表该道路上车辆越多, 连通性能越好, 也越容易被选为转发道路, 其中 N_v 是当前在该道路上的车辆总数, L 是道路的长度;

$$W_i = (\lambda D_v)^\alpha / (k R_{comm})^\beta$$

W_i 为该道路交通权重, 该参量是 D_v 和 R_{comm} 的综合度量, 该值表示车辆密度大, 通信频率越小则交通权重越大, 该道路越容易被当选为路由路径, 其中 λ, k 分别是 D_v, R_{comm} 的系数因子, α, β 分别是 D_v, R_{comm} 的指数因子;

步骤 2: 车辆 A 获取向车辆 B 通信的路由路径;

车辆 A 向该道路两端的 RSU 基站发送路径查询消息, RSU 基站收到查询后, 将查询发送给位置服务器, 由位置服务器采用加权的 Dijkstra 算法计算出路由路径并返回给 RSU 基站, RSU 基站将收到的路由路径发送给车辆 A, 基站发送的内容包括 $(V_i, V_j, \dots, V_k, X_B, Y_B)$, 其中 V_i, V_j, \dots, V_k 是转发需要经过的 RSU 基站编号, (X_B, Y_B) 为目的车辆 B 的位置;

(1) 车辆 A 通过电子地图获取该道路两端 RSU 基站地址, 通过地理路由转发方式向基站发送路由查找消息;

(2) RSU 基站接收到消息后, 以自己 V_i 为起点、目的车辆最近的基站 V_d 为终点向位置服务器查询路由路径, 位置服务器采用加权的 Dijkstra 算法计算路由路径, 并将路由路径以及总体权重因子返回给 RSU 基站, 其计算步骤如下:

a. 规定两个路口即顶点不相通时, 它们之间的道路交通权重 $W = 0$, S 集为

参与转发的路口集合,按转发顺序排放,T为除去S集后剩下的所有路口, $S = \{V_i\}$, $T = \{V_j | V_j \in V, V_j \notin S\}$,其中 V_i, V_j 是路口RSU基站编号,起始时,S集中只包含一个RSU基站 V_i ,其他都在T中,V代表所有RSU基站的集合;

b. 在T中寻找路口RSU基站 V_p ,使得 $W_{SVp} = \text{Max}(W_{SV1}, W_{SV2}, \dots, W_{SVk}), V_k \in T$,将基站 V_p 加入到S中,并在T中除去 V_p , $(W_{SV1}, W_{SV2}, \dots, W_{SVk})$ 是T中各个RSU基站到S集的最大交通权重, V_k 代表属于T集的RSU基站, W_{SVp} 代表 V_p 到S的交通权重;

c. 若 V_p 是目的路口 V_d ,寻路终结,若不是则重复a、b步,直到找到目的转发路口 V_d ;

d. 如果路由路径中发现目的车辆所在路段的两个RSU基站均被包括进去,则删除最后一个转发路口 V_d ;

e. 计算出路由路径后,计算该路由路径的总体权重因子,总体权重因子用于原车辆判断不同路径的优劣,计算公式如下:

$$\text{Weight} = \frac{1}{N} \sum_i^m W_{i_{road}}$$

其中N为需要经过的道路数量, $W_{i_{road}}$ 为第i条道路的道路交通权重,Weight是该路径的总体权重因子,m代表路由路径包含的道路总数量;

(3)RSU基站收到位置服务器的返回后,RSU基站构建一个回复数据包,将(2)中计算的路由路径和总体权重因子添加到其中,将回复数据包转发到车辆A;

(4)车辆A收到分别来自道路两端RSU基站的回复数据包后,选择其中总体权重因子大的路由路径;

步骤3:车辆A获取路由路径后,将路由路径放入要发送的数据包的分组头部,按照转发路口的顺序,采用基于地理位置转发方式将数据转发到车辆B;

(1)车辆A获取路由路径后,实现转发数据,若发现车辆B在本道路上,则直接向车辆B转发数据,若不是,则转到下一步;

(2)车辆A获取到车辆B的路由路径后,车辆A按照收到的路由路径 (V_i, V_j, \dots, V_k) 后,将其放入数据分组的头部,车辆按照数据包里的路由路径,依次向其中的各个路口RSU基站转发数据,每个路口RSU基站收到数据包后,将自己的编号从数据分组头部中去除,当数据转发到了最后的RSU基站 V_k ,则转到下一步;

(3) V_k 从位置服务器获取车辆B的位置,将车辆B的地理位置放入数据分组的头部,通过地理转发发送到车辆B,其中车辆B的位置由位置服务器预测,其方法是车辆B在 T_1 时刻向RSU基站更新地理位置后,通过 Δt 时间后,位置服务器会对该车辆B的地理位置进行预测,预测的计算公式为

$$X' = X + V_x * \Delta t$$

$$Y' = Y + V_y * \Delta t$$

其中 (X, Y) 是车辆B在 T_1 时刻的地理坐标, V_x, V_y 是车辆B在 T_1 时刻的速度分量, (X', Y') 是在 $T_1 + \Delta t$ 时刻预测的地理坐标,方法结束。

一种基于路边基站的车载自组织网络路由的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种采用十字路口路边基站 (Road Side Unit RSU) 辅助对车载自组织网络路由通信, 具体涉及到一种基于路边基站的车载自组织网络路由的方法, 属于交通智能技术领域。

背景技术:

[0002] 目前全球范围内, 汽车消费急剧上涨。车辆低成本化和人均收入的提高导致大量每年有大量汽车投入到使用中。然而每年因交通事故造成的人员死亡数量达到 100 多万人。大多数交通事故的原因在于驾驶员无法掌握前后方的交通状况, 无法提前采取措施避免交通事故。因此, 智能交通系统需提供对驾驶员的超视距外交通信息和安全控制信息, 让驾驶员及时了解前后方交通情况, 提前避免潜在交通事故的发生。车载无线自组织网络 (VANET) 便成为智能交通系统中解决车辆间通信的唯一途径, 也是智能交通系统的至关重要组成部分。

[0003] 车载无线自组织网络中主要的问题则是解决车辆间如何通过车间通信 (Inter-Vehicular Communication) 和 车 辆 - 基 站 通 信 (Vehicular-Infrastructure Communication) 实现任意两辆车的相互通信。传统的移动通信基站方案因为成本耗费过大, 对城区地理环境不敏感等缺点难以在实际环境中使用。一些基于传统移动自组织网络的路由方法在车载无线自组织网络都存在不同情况的缺点。与传统的无线自组织网络相比, 车载无线自组织网络存在以下的主要特点, (1) 车辆移动速度快, 网络拓扑频繁发生变化。(2) 车辆基本配载有 GPS 导航电子地图设备, 可以实时获取位置。(3) 城区环境复杂, 诸多建筑障碍物阻挡车辆间的通信。(4) 车辆运行在道路上, 运动轨迹相对固定。(5) 路边分布有路边通信基站 (Road Side Unit RSU), 通过 RSU, 车辆可以获取到更多的交通信息。RSU 也可以提供辅助路由转发的功能。

[0004] 有许多移动自组织网络的经典路由方法在移动自组织网络范围里能取得良好的性能效果。但是这些路由方法都不是针对车载自组织网络所提出, 这些路由方法都不能在 VANET 中取得良好的效果。近年来诸多研究者提出了一些对改进的方法以期将经典的路由方法适应到 VANET。这些改进的方法包括了对按需路由方法、地理路由方法的改进。Torrent-Moreno, Felix Schmidt-Eisenlohr, Holger Fubler and Hannes Hartenstein 的论文: VANET 数据包转发在真实信道中的效果分析, 发表在 WCNC2006 会议, 第 385-391 页 (Torrent-Moreno, Felix Schmidt-Eisenlohr, Holger Fubler and Hannes Hartenstein Effects of a Realistic Channel Model on Packet Forwarding in Vehicular Ad Hoc Networks. in Proc of WCNC2006 Pp: 385-391) 给出了对经典路由方法在 VANET 中应用存在的缺陷。由于大部分的路由方法没有考虑到 VANET 中存在大量建筑物作为阻挡, 车辆穿梭于道路间, 无线信道的环境与传统的移动自组织网络大为不同, 因此这些方法都不能很好的解决 VANET 路由问题。本发明主要利用交通路口的路边基站来构建一个共享的地理位置服务器, 并收集车辆的位置信息, 并为车辆提供基于地理位置的路由路径。该方法将路由广

播限制在道路中而非全网,降低网络开销。该方法对网络规模的大小,城市规模的大小具有灵活的兼容性。能快速为车辆提供路由路径,降低路由查询时间、提高数据传递分组率以及降低传输时延。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决车载无线自组织网络路由存在的以上问题,提出一种基于路边基站(RSU)的混合路由方法,满足车载通信的要求。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种基于路边基站的车载无线自组织网络路由方法,该网络包括车辆、RSU 基站、位置服务器,其中 RSU 基站是带有无线收发功能的通信设备,它能与车辆进行无线通信;RSU 基站通过以太网连接到位置服务器,位置服务器是一个通用计算机,能够存储所有车辆的位置信息,车中带有车载通信设备,可以与其他车辆以及 RSU 基站进行无线通信,该车载无线自组织网络路由方法,步骤如下:

[0008] 步骤 1:RSU 基站负责该路口各路段的车辆信息收集;

[0009] 车辆行过十字路口更换道路时,向该 RSU 基站发送位置更新数据包,位置更新数据包内容为 $(X, Y, V_x, V_y, Road1, Road2, IP)$, (X, Y) 是坐标, (V_x, V_y) 是速度分量, Road1, Road2 为换道前后的道路编号, IP 是车辆的 IP 地址,上述信息通过车载的 GPS 设备和电子地图获取,RSU 基站接收信息后,在位置服务器中更新车辆的位置;

[0010] (1) 车辆通过电子地图感知到处于十字路口状态,在检查到驶向另外的道路以后立即发送位置更新数据包给所在路口的 RSU 基站,RSU 基站根据位置更新数据包中的 IP 地址向位置服务器查询该车辆的信息,并将它在位置服务器中的地理位置,速度,所在道路编号信息更新;

[0011] (2) 位置服务器每隔一个固定的时间间隔 $T=T_1-T_2$ 后计算地图中道路的交通信息,该计算包括以下几个参量

[0012] $R_{comm} = \Delta N / (T_1 - T_2)$

[0013] R_{comm} 是在单位时间里该道路上发生了多少次路由转发,其中 T_1 、 T_2 分别指两个时刻, ΔN 代表在 T_x 到 T_y 的时间间隔内在该道路上转发数据的次数,参量 R_{comm} 代表该道路参与到转发中的频率,频率越高则代表该道路越繁忙,网络堵塞的可能性越大;

[0014] $D_v = N_v / L$

[0015] D_v 代表该道路上车辆的密度,计算方法为在该道路上的车辆数除以道路长度,该数值越大,代表该道路上车辆越多,连通性能越好,也越容易被选为转发道路,其中 N_v 是当前在该道路上的车辆总数, L 是道路的长度;

[0016] $W_i = (\lambda D_v)^\alpha / (k R_{comm})^\beta$

[0017] W_i 为该道路交通权重,该参量是 D_v 和 R_{comm} 的综合度量,该值表示车辆密度大,通信频率越小则交通权重越大,该道路越容易被当选为路由路径,其中 λ , k 分别是 D_v , R_{comm} 的系数因子, α , β 分别是 D_v , R_{comm} 的指数因子;

[0018] 步骤 2:车辆 A 获取向车辆 B 通信的路由路径;

[0019] 车辆 A 向该道路两端的 RSU 基站发送路径查询消息,RSU 基站收到查询后,将查询发送给位置服务器,由位置服务器采用加权的 Dijkstra 算法计算出路由路径

并返回给 RSU 基站, RSU 基站将收到的路由路径发送给车辆 A, 基站发送的内容包括 $(V_i, V_j, \dots, V_k, X_B, Y_B)$, 其中 V_i, V_j, \dots, V_k 是转发需要经过的 RSU 基站编号, (X_B, Y_B) 为目的的车辆 B 的位置;

[0020] (1) 车辆 A 通过电子地图获取该道路两端 RSU 基站地址, 通过地理路由转发方式向基站发送路由查找消息;

[0021] (2) RSU 基站接收到消息后, 以自己为起点 (表示为 V_i)、目的车辆最近的基站 (表示为 V_d) 为终点向位置服务器查询路由路径, 位置服务器采用加权的 Dijkstra 算法计算路由路径, 并将路由路径以及总体权重因子返回给 RSU 基站, 其计算步骤如下:

[0022] 1. 规定两个路口 (即顶点) 不相通时, 它们之间的 $W=0$ (道路交通权重), S 集为参与转发的路口集合, 按转发顺序排放, T 为除去 S 集后剩下的所有路口, $S = \{V_i\}$, $T = \{V_j | V_j \in V, V_j \notin S\}$, 其中 V_i, V_j 是路口 RSU 基站编号, 起始时, S 集合中只包含一个 RSU 基站 V_i , 其他都在 T 中, V 代表所有 RSU 基站的集合;

[0023] 2. 在 T 中寻找路口 RSU 基站 V_p , 使得 $W_{SV_p} = \text{Max}(W_{SV_1}, W_{SV_2}, \dots, W_{SV_k})$, $V_k \in T$, 将基站 V_p 加入到 S 中, 并在 T 中除去 V_p , ($W_{SV_1}, W_{SV_2}, \dots, W_{SV_k}$) 是 T 中各个 RSU 基站到 S 集的最大交通权重, V_k 代表属于 T 集的 RSU 基站, W_{SV_p} 代表 V_p 到 S 的交通权重;

[0024] 3. 若 V_p 是目的路口 V_d , 寻路终结, 若不是则重复 1、2 步, 直到找到目的转发路口 V_d ;

[0025] 4. 如果路由路径中发现目的车辆所在路段的两个 RSU 基站均被包括进去, 则删除最后一个转发路口 V_d ;

[0026] 5. 计算出路由路径后, 计算该路由路径的总体权重因子, 权重因子用于原车辆判断不同路径的优劣, 计算公式如下:

$$[0027] \quad Weight = \frac{1}{N} \sum_i^m W_{i_{road}}$$

[0028] 其中 N 为需要经过的道路数量, $W_{i_{road}}$ 为第 i 条道路的道路交通权重, $Weight$ 是该路径的总体权重因子, m 代表路由路径包含的道路总数量;

[0029] (3) RSU 基站收到位置服务器的返回后, RSU 基站构建一个回复数据包, 将 (2) 中计算的路由路径和总体权重因子添加到其中, 将回复数据包转发到车辆 A;

[0030] (4) 车辆 A 收到分别来自道路两端 RSU 基站的回复数据包后, 选择其中总体权重因子大的路由路径;

[0031] 步骤 3: 车辆 A 获取路由路径后, 将路由路径放入要发送的数据包的分组头部, 按照转发路口的顺序, 采用基于地理位置转发方式将数据转发到车辆 B;

[0032] (1) 车辆 A 获取路由路径后, 实现转发数据, 若发现车辆 B 在本道路上, 则直接向车辆 B 转发数据, 若不是, 则转到下一步;

[0033] (2) 车辆 A 获取到车辆 B 的路由路径后, 车辆 A 按照收到的路由路径 (V_i, V_j, \dots, V_k) (V_i, V_j, \dots, V_k 是路由路径需要经历的每一个 RSU 基站) 后, 将其放入数据分组的头部, 车辆按照数据包里的路由路径, 依次向其中的各个路口 RSU 基站转发数据, 每个路口 RSU 基站收到数据包后, 将自己的编号从数据分组头部中去除, 当数据转发到了最后的 RSU 基站 V_k , 则转到下一步;

[0034] (3) V_k 从位置服务器获取车辆 B 的位置, 将车辆 B 的地理位置放入数据分组的头

部,通过地理转发发送到车辆B,其中车辆B的位置由位置服务器预测,其方法是车辆B在 T_1 时刻向RSU基站更新地理位置后,通过 Δt 时间后,位置服务器会对该车辆B的地理位置进行预测,预测的计算公式为

$$[0035] \quad X' = X + V_x * \Delta t$$

$$[0036] \quad Y' = Y + V_y * \Delta t$$

[0037] 其中 (X, Y) 是车辆B在 T_1 时刻的地理坐标, V_x, V_y 是车辆B在 T_1 时刻的速度分量, (X', Y') 是在 $T_1 + \Delta t$ 时刻预测的地理坐标,方法结束。

[0038] 本发明的有益优势:

[0039] 1) 本发明采用RSU基站对地理信息采集,利用RSU基站为车辆提供地理路由路径计算。非常有效的防止了路由广播信息在网络中的洪泛。并且网络控制的开销不会随着网络规模的增大,城区规模的大小而发生显著变化。

[0040] 2) RSU基站共享一个地理位置服务器,因此车辆地理位置的变化能够被全局网络共享。因此任何一个RSU基站都能根据最新的地理信息、道路交通信息计算出最佳路由路径。有效的降低了路由查找的时间。提高了传输效率。

附图说明

[0041] 图1为本发明的网络结构图

[0042] 该图表示一个城区的街道图,在城区的街道十字路口部署RSU基站。RSU硬件包括三部分,分别是:与车辆进行无线通信的无线模块、处理数据的处理器、与位置服务器通信的以太网模块。所有的RSU基站通过以太网接口与位置服务器连接。位置服务器是一台普通的通用计算机,能够存储车辆的位置信息和道路的交通信息。

[0043] 图2为本发明的工作实例图

[0044] 该图代表一个实际路由的实例,最终车辆A将按照路由路径A--->RSU1-->RSU2--->B进行数据转发。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明,但不限于此。

[0046] 实施例:

[0047] 本发明实施例如图1-2所示,一种基于路边基站的车载无线自组织网络路由方法,该网络包括车辆、RSU基站、位置服务器,其中RSU基站是带有无线收发功能的通信设备,它能与车辆进行无线通信;RSU基站通过以太网连接到位置服务器,位置服务器是一个通用计算机,能够存储所有车辆的位置信息,车中带有车载通信设备,可以与其他车辆以及RSU基站进行无线通信,该车载无线自组织网络路由方法,步骤如下:

[0048] 步骤1:RSU基站负责该路口各路段的车辆信息收集;

[0049] 车辆行过十字路口更换道路时,向该RSU基站发送位置更新数据包,位置更新数据包内容为 $(X, Y, V_x, V_y, Road1, Road2, IP)$, (X, Y) 是坐标, (V_x, V_y) 是速度分量, $Road1, Road2$ 为换道前后的道路编号, IP 是车辆的IP地址,上述信息通过车载的GPS设备和电子地图获取,RSU基站接收信息后,在位置服务器中更新车辆的位置;

[0050] (1) 车辆通过电子地图感知到处于十字路口状态,在检查到驶向另外的道路以后

立即发送位置更新数据包给所在路口的 RSU 基站,RSU 基站根据位置更新数据包中的 IP 地址向位置服务器查询该车辆的信息,并将它在位置服务器中的地理位置,速度,所在道路编号信息更新;

[0051] (2)位置服务器每隔一个固定的时间间隔 $T=T_1-T_2$ 后计算地图中道路的交通信息,该计算包括以下几个参量

$$[0052] \quad R_{comm} = \Delta N / (T_1 - T_2)$$

[0053] R_{comm} 是在单位时间里该道路上发生了多少次路由转发,其中 T_1 、 T_2 分别指两个时刻, ΔN 代表在 T_1 到 T_2 的时间间隔内在该道路上转发数据的次数,参量 R_{comm} 代表该道路参与到转发中的频率,频率越高则代表该道路越繁忙,网络堵塞的可能性越大;

$$[0054] \quad D_v = N_v / L$$

[0055] D_v 代表该道路上车辆的密度,计算方法为在该道路上的车辆数除以道路长度,该数值越大,代表该道路上车辆越多,连通性能越好,也越容易被选为转发道路,其中 N_v 是当前在该道路上的车辆总数, L 是道路的长度;

$$[0056] \quad W_i = (\lambda D_v)^\alpha / (k R_{comm})^\beta$$

[0057] W_i 为该道路交通权重,该参量是 D_v 和 R_{comm} 的综合度量,该值表示车辆密度大,通信频率越小则交通权重越大,该道路越容易被当选为路由路径,其中 λ , k 分别是 D_v , R_{comm} 的系数因子, α , β 分别是 D_v , R_{comm} 的指数因子;

[0058] 步骤 2:车辆 A 获取向车辆 B 通信的路由路径;

[0059] 车辆 A 向该道路两端的 RSU 基站发送路径查询消息,RSU 基站收到查询后,将查询发送给位置服务器,由位置服务器采用加权的 Dijkstra 算法计算出路由路径并返回给 RSU 基站,RSU 基站将收到的路由路径发送给车辆 A,基站发送的内容包括 $(V_i, V_j, \dots, V_k, X_B, Y_B)$,其中 V_i, V_j, \dots, V_k 是转发需要经过的 RSU 基站编号, (X_B, Y_B) 为目的的车辆 B 的位置;

[0060] (1)车辆 A 通过电子地图获取该道路两端 RSU 基站地址,通过地理路由转发方式向基站发送路由查找消息;

[0061] (2)RSU 基站接收到消息后,以自己为起点(表示为 V_i)、目的的车辆最近的基站(表示为 V_d)为终点向位置服务器查询路由路径,位置服务器采用加权的 Dijkstra 算法计算路由路径,并将路由路径以及总体权重因子返回给 RSU 基站,其计算步骤如下:

[0062] 1. 规定两个路口(即顶点)不相通时,它们之间的 $W=0$ (道路交通权重), S 集为参与转发的路口集合,按转发顺序排放, T 为除去 S 集后剩下的所有路口,

$S = \{V_i\}$, $T = \{V_j | V_j \in V, V_j \notin S\}$,其中 V_i, V_j 是路口 RSU 基站编号,起始时, S 集合中只包含一个 RSU 基站 V_i ,其他都在 T 中, V 代表所有 RSU 基站的集合;

[0063] 2. 在 T 中寻找路口 RSU 基站 V_p ,使得 $W_{SV_p} = \text{Max}(W_{SV_1}, W_{SV_2}, \dots, W_{SV_k})$, $V_k \in T$,将基站 V_p 加入到 S 中,并在 T 中除去 V_p , $(W_{SV_1}, W_{SV_2}, \dots, W_{SV_k})$ 是 T 中各个 RSU 基站到 S 集的最大交通权重, V_k 代表属于 T 集的 RSU 基站, W_{SV_p} 代表 V_p 到 S 的交通权重;

[0064] 3. 若 V_p 是目的路口 V_d ,寻路终结,若不是则重复 1、2 步,直到找到目的转发路口 V_d ;

[0065] 4. 如果路由路径中发现目的的车辆所在路段的两个 RSU 基站均被包括进去,则删除最后一个转发路口 V_d ;

[0066] 5. 计算出路由路径后,计算该路由路径的总体权重因子,权重因子用于原车辆判断不同路径的优劣,计算公式如下:

$$[0067] \quad Weight = \frac{1}{N} \sum_i^m Wi_{road}$$

[0068] 其中 N 为需要经过的道路数量, Wi_{road} 为第 i 条道路的道路交通权重, Weight 是该路径的总体权重因子, m 代表路由路径包含的道路总数量;

[0069] (3) RSU 基站收到位置服务器的返回后, RSU 基站构建一个回复数据包,将 (2) 中计算的路由路径和总体权重因子添加到其中,将回复数据包转发到车辆 A;

[0070] (4) 车辆 A 收到分别来自道路两端 RSU 基站的回复数据包后,选择其中总体权重因子大的路由路径;

[0071] 步骤 3: 车辆 A 获取路由路径后,将路由路径放入要发送的数据包的分组头部,按照转发路口的顺序,采用基于地理位置转发方式将数据转发到车辆 B;

[0072] (1) 车辆 A 获取路由路径后,实现转发数据,若发现车辆 B 在本道路上,则直接向车辆 B 转发数据,若不是,则转到下一步;

[0073] (2) 车辆 A 获取到车辆 B 的路由路径后,车辆 A 按照收到的路由路径 (V_i, V_j, \dots, V_k) (V_i, V_j, \dots, V_k 是路由路径需要经历的每一个 RSU 基站) 后,将其放入数据分组的头部,车辆按照数据包里的路由路径,依次向其中的各个路口 RSU 基站转发数据,每个路口 RSU 基站收到数据包后,将自己的编号从数据分组头部中去除,当数据转发到了最后的 RSU 基站 V_k ,则转到下一步;

[0074] (3) V_k 从位置服务器获取车辆 B 的位置,将车辆 B 的地理位置放入数据分组的头部,通过地理转发发送到车辆 B,其中车辆 B 的位置由位置服务器预测,其方法是车辆 B 在 T_1 时刻向 RSU 基站更新地理位置后,通过 Δt 时间后,位置服务器会对该车辆 B 的地理位置进行预测,预测的计算公式为

$$[0075] \quad X' = X + V_x * \Delta t$$

$$[0076] \quad Y' = Y + V_y * \Delta t$$

[0077] 其中 (X, Y) 是车辆 B 在 T_1 时刻的地理坐标, V_x, V_y 是车辆 B 在 T_1 时刻的速度分量, (X', Y') 是在 $T_1 + \Delta t$ 时刻预测的地理坐标,方法结束。

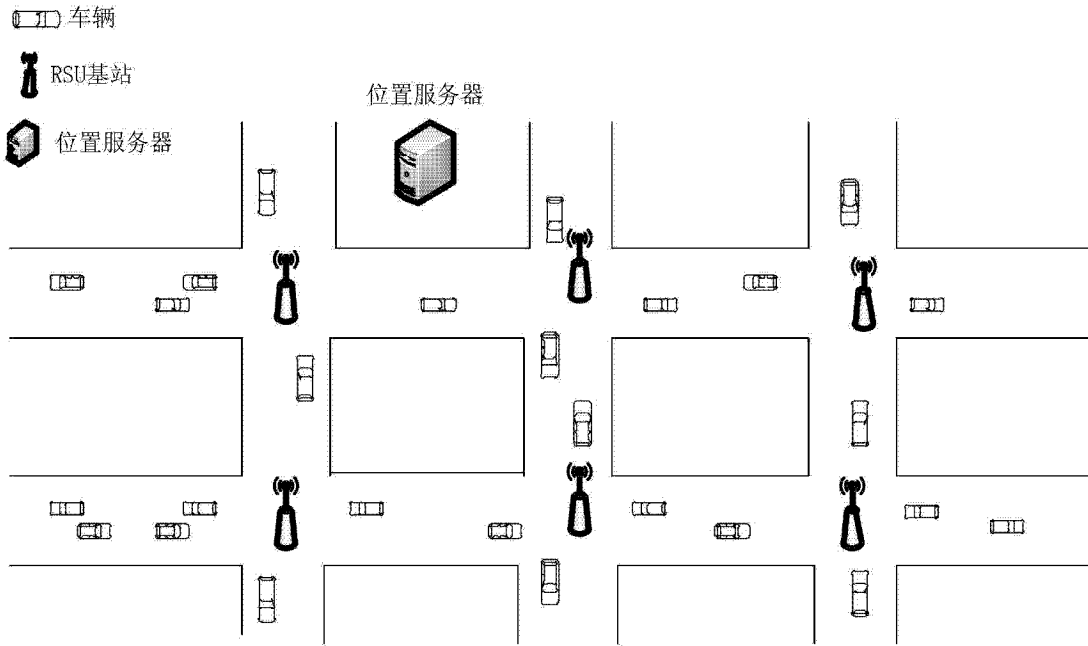


图 1

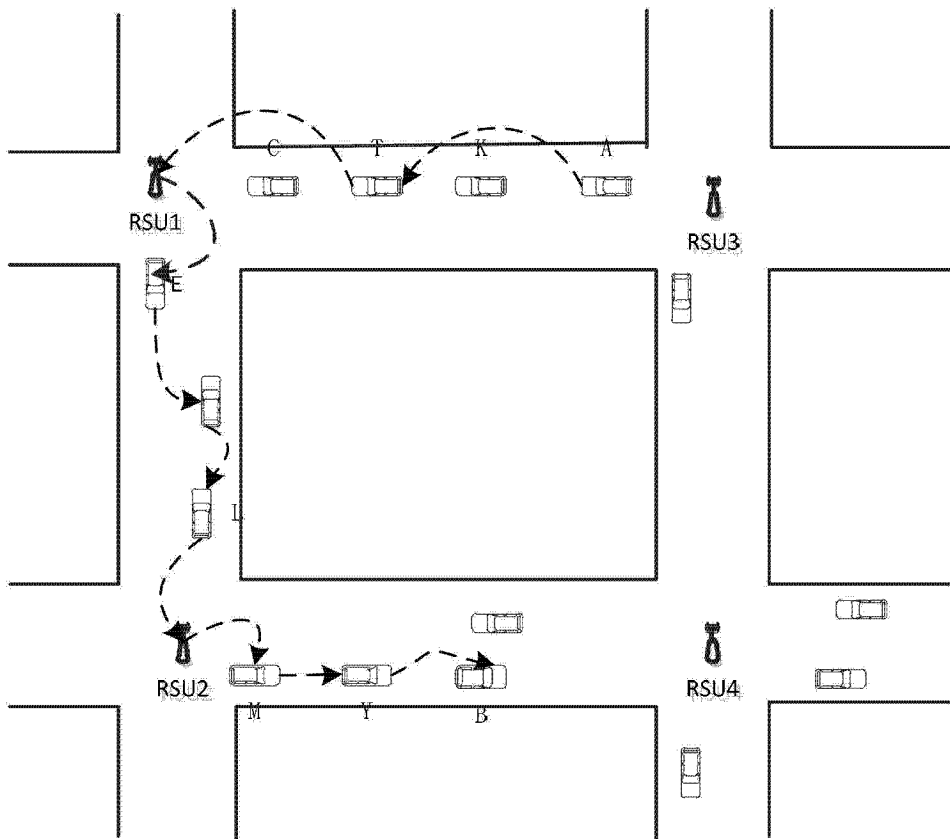


图 2