



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105469599 B

(45)授权公告日 2017. 12. 15

(21)申请号 201510868738.4

(22)申请日 2015.12.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105469599 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 王雄 丁磊 王琪 谢晋 田晓华

甘小莺 管云峰 王新兵

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51)Int.Cl.

G08G 1/01(2006.01)

(56)对比文件

EP 2323115 A1, 2011.05.18,

US 2015266477 A1, 2015.09.24,

CN 104882025 A, 2015.09.02,

CN 104240500 A, 2014.12.24,

CN 104269070 A, 2015.01.07,

CN 104520912 A, 2015.04.15,

审查员 王胜

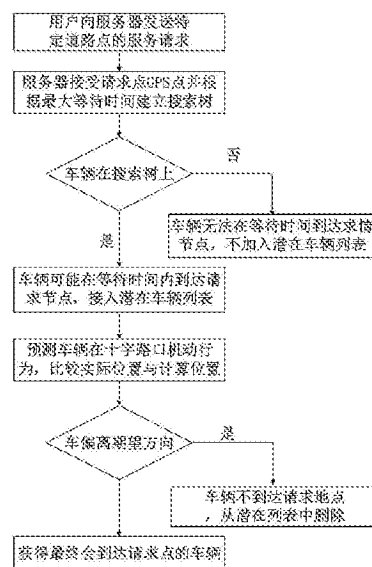
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法

(57)摘要

本发明提供了一种车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,包括:用户对特地地点请求道路服务,服务器根据接受到的请求地点以及等待时间搜寻,基于地图服务,建立搜索树,获取附近可能到达请求点的车辆信息;搜索到的车辆向服务器传送GPS信息、加速度数据;服务器会在每个十字路口之前处理收集到的加速度数据并预测车辆在十字路口的机动行为;服务器比较车辆实时位置与根据道路平均速度计算出来的位置;服务器将明显落后或者在十字路口前行方向不是指向请求点的车辆剔除,最后获取会到请求节点的车辆。本发明通过车辆轨迹跟踪和车辆行为预测,可以提前发布交通信息,为解决交通堵塞、保障行驶安全等提供契机。



1. 一种车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1:由用户的移动终端向服务器发送服务请求,其中,所述服务请求包括请求点、等待时间,服务器根据请求点和等待时间建立搜索树,根据搜索树筛选出具有在等待时间内到达请求点的条件的车辆集合;

进一步地,对所述车辆集合中的车辆执行如下步骤:

步骤2:所述车辆集合中车辆的司机的移动终端,将所在车辆的实际位置、加速度数据,定期地发送给服务器;

步骤3:在车辆机动的过程中,服务器根据道路平均速度计算出车辆的理论位置,将理论位置与车辆的实际位置进行比较,将实际位置偏离理论位置的车辆从所述车辆集合中删除;

步骤4:在每一个十字路口,服务器在车辆到达十字路口前,根据车辆的司机的移动终端上传的加速度数据,预测车辆在十字路口的机动行为以判断车辆是否会到达请求点,并将判断为不会到达请求点的车辆从所述车辆集合中删除;

所述步骤4包括如下步骤:

为了预测车辆在十字路口X处的行为,服务器收集车辆到达Y处之前时间 $t_{co1}$ 内车辆的加速度数据,收集得到加速度数据序列 $\bar{a} = \{a(1), a(2), \dots, a(N)\}$ ;其中,时间 $t_{co1}$ 是预设的加速度收集时间, $a(N)$ 表示加速度数据序列 $\bar{a}$ 中的第N个加速度数据;

用Daubechies离散小波变换提取加速度数据的特征值 $DWT_{m,n}$ :

$$DWT_{m,n} = \int_{\mathbb{R}} a(t) \Psi_{m,n}(t) dt$$

其中, $m$ 表示尺度因子离散采样参数, $n$ 表示平移因子离散采样参数, $\mathbb{R}$ 表示实数空间, $a(t)$ 表示加速度随时间数值, $t$ 表示时间;

$$\Psi_{m,n}(t) = a_0^{-m/2} \Psi(a_0^{-m} t - nb_0)$$

其中, $\Psi(\cdot)$ 表示Daubechies小波, $a_0$ 表示常数, $b_0$ 表示常数, $n$ 表示平移因子离散采样参数;

计算 $DWT_{m,n}$ 的能量特征 $E_m$ :

$$E_m = \sum_{n=0}^N \|DWT_{m,n}\|^2, \quad m = 0, 1, \dots, M$$

其中, $M$ 表示Daubechies小波变换的维度;能量特征向量 $E = [E_0, E_1, \dots, E_M]$ 即为加速度的特征值,对得到的能量特征向量 $E$ 进行分类,归类的结果即为车辆在十字路口的机动行为的预测。

2. 根据权利要求1所述的车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,所述搜索树的建立过程包括如下步骤:

以请求点最临近的十字路口为搜索树的根节点,沿着道路向外延伸,依次经过的十字路口即为搜索树的子节点;

按照道路平均速度,计算搜索树的长度,其中,搜索树长度的计算式如下:

$$L = T_{\max} \bar{v}$$

其中, $L$ 表示搜索树的长度, $T_{\max}$ 表示等待时间, $\bar{v}$ 表示道路平均速度;

将位于搜索树延伸道路上的车辆筛选出构成所述车辆集合。

3. 根据权利要求1所述的车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,所述步骤3,包括如下步骤:

步骤3.1:对每一条道路,以长度  $\Delta L$  将该条道路分成  $p$  段,记该条道路的道路平均速度  $\bar{v}$  为:

$$\bar{v} = [\bar{v}_1, \bar{v}_2, \dots, \bar{v}_p];$$

其中,  $\bar{v}_i, i = 1, 2, \dots, p$ , 表示所述  $p$  段道路中第  $i$  段道路的道路平均速度;  $p$  为大于等于2的正整数;

步骤3.2:设车辆在时间间隔  $\Delta t$  后到达的实际位置为  $\{k_1, d_1\}$ , 其中,  $\{k_1, d_1\}$  表示所述  $p$  段道路中第  $k_1$  段道路上距离该第  $k_1$  段道路的初始端点为长度  $d_1$  的位置;

假设车辆以每段道路的道路平均速度机动,在时间间隔  $\Delta t$  后的理论位置为  $\{k_2, d_2\}$ , 其中,  $\{k_2, d_2\}$  表示所述  $p$  段道路中第  $k_2$  段道路上距离最近第  $k_2$  段道路的初始端点为长度  $d_2$  的位置;

如果  $\{k_2, d_2\}$  处于第  $k_1$  段道路的初始端点  $\{k_1, 0\}$  与车辆所在的该条道路的沿车辆机动方向的十字路口终点之间,则认为该车辆没有偏离理论位置,将该车辆保留在所述车辆集合中,否则,则认为该车辆偏离理论,将该车辆从所述车辆集合中删除。

4. 根据权利要求3所述的车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,

$$p = \left\lceil \frac{\text{道路长度}}{\Delta L} \right\rceil$$

其中,符号  $\lceil \cdot \rceil$  表示向上取整。

5. 根据权利要求1所述的车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,所述步骤4包括如下步骤:

根据所述加速度数据,预测车辆在十字路口的转向,若转向指向请求点,则将该车辆保留在所述车辆集合中,否则,将该车辆从该车辆集合中删除。

6. 根据权利要求1所述的车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,所述步骤4包括如下步骤:

假设十字路口的位置为  $X$  处,服务器提前在  $Y$  处预测车辆在  $X$  处的机动行为,其中,  $Y$  处是指与  $X$  处之间的距离为车辆以道路平均速度在预设的提前预测时间内机动的路程的位置处。

7. 根据权利要求1所述的车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,还包括步骤:

步骤5:向保留在所述车辆集合中的车辆发送请求点。

## 车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,具体地,涉及一种车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法。

### 背景技术

[0002] 道路信息的获取极大地丰富了人们的生活,方便了人们的出行,同时也可以缓解交通压力,降低人们的等待时间,减小经济损失。据统计,在北欧国家以及美国由于交通堵塞造成的经济损失约1900亿美元的损失,如果没有任何措施来缓解交通堵塞,预计到2030年经济损失将增长50%。

[0003] 道路信息的获取可以有助于缓解交通堵塞,帮助人们出行规划路线,当前基于地图的道路信息获取是被动的,并且不是实时的,因此主动地实时的道路信息获取技术还有待解决。车辆轨迹跟踪和车辆行为预测系统可判断车辆是否会经过用户请求的道路点,通过获取这些到达请求点的车辆来完成用户获取道路信息的任务。这种主动的实时的道路信息获取技术可以有效的提高出行效率,减少用户的等待时间。除此之外,车辆轨迹跟踪和车辆行为预测对司机本身的安全提醒等其他方面应用也有重要的借鉴作用。

[0004] 传统的道路信息获取是布设无线传感器网络,用来监测道路情况。近年来随着智能手机的普及,基于手机的应用如Waze、百度地图等提供了更加丰富道路信息获取手段。这些系统普遍不能提供基于用户请求地主动地道路交通获取,也就是说发布的信息可能与当前的道路情况不符,或者发布的信息并不是人们需求的。如果人们获取不到需要的实时的道路信息,交通堵塞仍然得不到缓解。车辆轨迹跟踪和车辆行为预测系统能根据用户对特定道路点的请求,判断附近能到达请求点的车辆,通过这些车辆为请求用户提供道路信息。

[0005] 对现有技术进行检索发现,Yang Xiong等在2012年J Multimedia and Signal Processing上发表的Vehicle Tracking in Video Based on Pixel Level Motion Vector(视频中基于像素级运动矢量的车辆跟踪)中提出了一种基于拍摄视屏来跟踪车辆的算法,这种跟踪算法需要提前布设摄像头,开销较大,并且不具有灵活性。Till Huhn等人在2010年Intelligent Vehicles Symposium,IEEE上发表的Maneuver recognition using probabilistic finite-state machines and fuzzy logic(用有限状态机和模糊逻辑识别机动)中通过将车辆各种行为建模成有限的状态机,用概率的方法给出车辆的行为预测,但是该文的预测准确率较低,只有80%。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,通过用户和司机的移动终端与服务器通信,实现筛选能在等待时间内到达请求点的车辆来完成用户的请求。

[0007] 根据本发明提供的一种车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤1:由用户的移动终端向服务器发送服务请求,其中,所述服务请求包括请求点、等待时间,服务器根据请求点和等待时间建立搜索树,根据搜索树筛选出具有在等待时

间内到达请求点的条件的车辆集合；

[0009] 进一步地,对所述车辆集合中的车辆执行如下步骤:

[0010] 步骤2:所述车辆集合中车辆的司机的移动终端,将所在车辆的实际位置、加速度数据,定期地发送给服务器;

[0011] 步骤3:在车辆机动的过程中,服务器根据道路平均速度计算出车辆的理论位置,将理论位置与车辆的实际位置进行比较,将实际位置偏离理论位置的车辆从所述车辆集合中删除;

[0012] 步骤4:在每一个十字路口,服务器在车辆到达十字路口前,根据车辆的司机的移动终端上传的加速度数据,预测车辆在十字路口的机动行为以判断车辆是否会到达请求点,并将判断为不会到达请求点的车辆从所述车辆集合中删除。

[0013] 优选地,所述搜索树的建立过程包括如下步骤:

[0014] 以请求点最临近的十字路口为搜索树的根节点,沿着道路向外延伸,依次经过的十字路口即为搜索树的子节点;

[0015] 按照道路平均速度,计算搜索树的长度,其中,搜索树长度的计算式如下:

$$[0016] \quad L = T_{\max} \bar{v}$$

[0017] 其中,L表示搜索树的长度, $T_{\max}$ 表示等待时间, $\bar{v}$ 表示道路平均速度;

[0018] 将位于搜索树延伸道路上的车辆筛选出构成所述车辆集合。

[0019] 优选地,所述步骤3,包括如下步骤:

[0020] 步骤3.1:对每一条道路,以长度 $\Delta L$ 将该条道路分成p段,记该条道路的道路平均速度 $\bar{v}$ 为:

$$[0021] \quad \bar{v} = [\bar{v}_1, \bar{v}_2, \dots, \bar{v}_p];$$

[0022] 其中, $\bar{v}_i, i=1, 2, \dots, p$ ,表示所述p段道路中第i段道路的道路平均速度;p为大于等于2的正整数;

[0023] 步骤3.2:设车辆在时间间隔 $\Delta t$ 后到达的实际位置为 $\{k_1, d_1\}$ ,其中, $\{k_1, d_1\}$ 表示所述p段道路中第 $k_1$ 段道路上距离该第 $k_1$ 段道路的初始端点为长度 $d_1$ 的位置;

[0024] 假设车辆以每段道路的道路平均速度机动,在时间间隔 $\Delta t$ 后的理论位置为 $\{k_2, d_2\}$ ,其中, $\{k_2, d_2\}$ 表示所述p段道路中第 $k_2$ 段道路上距离最近第 $k_2$ 段道路的初始端点为长度 $d_2$ 的位置;

[0025] 如果 $\{k_2, d_2\}$ 处于第 $k_1$ 段道路的初始端点 $\{k_1, 0\}$ 与车辆所在的该条道路的沿车辆机动方向的十字路口终点之间,则认为该车辆没有偏离理论位置,将该车辆保留在所述车辆集合中,否则,则认为该车辆偏离理论,将该车辆从所述车辆集合中删除。

[0026] 优选地,

$$[0027] \quad p = \left\lceil \frac{\text{道路长度}}{\Delta L} \right\rceil$$

[0028] 其中,符号 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整。

[0029] 优选地,所述步骤4包括如下步骤:

[0030] 根据所述加速度数据,预测车辆在十字路口的转向,若转向指向请求点,则将该车保留在所述车辆集合中,否则,将该车辆从该车辆集合中删除。

[0031] 优选地,所述步骤4包括如下步骤:

[0032] 假设十字路口的位置为X处,服务器提前在Y处预测车辆在X处的机动行为,其中,Y处是指与X处之间的距离为车辆以道路平均速度在预设的提前预测时间内机动的路程的位置处。

[0033] 优选地,所述步骤4包括如下步骤:

[0034] 为了预测车辆在十字路口X处的行为,服务器收集车辆到达Y处之前时间 $t_{co1}$ 内车辆的加速度数据,收集得到加速度数据序列 $\bar{a} = \{a(1), a(2), \dots, a(N)\}$ ;其中,时间 $t_{co1}$ 是预设的加速度收集时间, $a(N)$ 表示加速度数据序列 $\bar{a}$ 中的第N个加速度数据;

[0035] 用Daubechies离散小波变换提取加速度数据的特征值 $DWT_{m,n}$ :

[0036]  $DWT_{m,n} = \int_{\mathbb{R}} a(t) \Psi_{m,n}(t) dt$

[0037] 其中, $m$ 表示尺度因子离散采样参数, $n$ 表示平移因子离散采样参数, $\mathbb{R}$ 表示实数空间, $a(t)$ 表示加速度随时间数值, $t$ 表示时间;

[0038]  $\Psi_{m,n}(t) = a_0^{-m/2} \Psi(a_0^{-m}t - nb_0)$

[0039] 其中, $\Psi(\cdot)$ 表示Daubechies小波, $a_0$ 表示常数, $b_0$ 表示常数, $n$ 表示平移因子离散采样参数;

[0040] 计算 $DWT_{m,n}$ 的能量特征 $E_m$ :

[0041]  $E_m = \sum_{n=0}^N \|DWT_{m,n}\|^2, m = 0, 1, \dots, M$

[0042] 其中, $M$ 表示Daubechies小波变换的维度;能量特征向量 $E = [E_0, E_1, \dots, E_M]$ 即为加速度的特征值,对得到的能量特征向量 $E$ 进行分类,归类的结果即为车辆在十字路口的机动行为的预测。

[0043] 优选地,还包括步骤:

[0044] 步骤5:向保留在所述车辆集合中的车辆发送请求点。

[0045] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0046] 1、本发明建立了搜索树,并利用司机上传的GPS数据结合理论计算,来跟踪车辆,不仅开销小,而且可扩展性强。

[0047] 2、本发明利用车辆的加速度数据,并采用小波变换提取数据的特征值,最后通过KNN得到车辆的机动行为预测结果,在尽量提前预测时间的同时保证了预测的准确度。

## 附图说明

[0048] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0049] 图1为本发明的工作流程图;

[0050] 图2为本发明的架构示意图;

[0051] 图3是本发明搜索树结构示意图;

[0052] 图4是本发明车辆行为预测示意图。

[0053] 图3中,D表示用户请求的任务点,A、B表示任务点路段的两个十字路口,P表示某车辆当前位置。

## 具体实施方式

[0054] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0055] 本发明利用移动终端上的蜂窝网络接口(3G/4G接口)和WiFi网络接口与服务器进行通信,实现了车辆轨迹预测和车辆行为预测。

[0056] 传统的车辆轨迹跟踪一般是基于布设的摄像头网络,利用摄像头拍摄的视屏流追踪车辆的轨迹,这样的车辆轨迹追踪算法需要在有摄像头的基础上才能进行,同时摄像头的覆盖范围不广,因此这类算法的局限性比较大。

[0057] 此外传统的车辆行为预测是基于概率方法,通过状态机以及车辆本身的数据来计算出预测的结果。这种基于概率的方法,在预测时间较大时,预测的准确度一般较低,因此需要更加准确的提取能够代表车辆行为的特征,才能提高预测的准确度。

[0058] 而在本发明中,在车辆轨迹跟踪算法上,本发明会首先建立搜索树,然后采用GPS数据结合理论计算跟踪车辆轨迹,这样只需要利用司机的移动端上传的GPS信息就可以做轨迹跟踪了;进一步地,在车辆行为预测算法上,本发明是用离散小波变换提取加速度的特征值,然后通过KNN得到预测结果。

[0059] 在本系统中,有三种角色,一是用户的移动终端,用户的移动终端需要实时道路信息时会向服务器发送服务请求,服务请求包括等待时间和作为请求点的指定道路点的GPS信息。二是服务器,服务器在接收到用户的移动终端的服务请求后,会搜索请求点附近司机的移动终端,并在尽量短的时间内获得能够到达请求道路点的车辆(即司机的移动终端所在的车辆)集合,发送请求给这些车辆中的司机的移动终端;三是司机的移动终端,司机的移动终端会上传与车辆同步机动的自身的GPS信息、加速度等信息给服务器,服务器根据上传的信息来跟踪和预测车辆,最后司机的移动终端会将获取到的道路信息传回给服务器。

[0060] 参见附图1和图2,下面更详细地将本发明的实施过程进行阐述。

[0061] 1、一种车辆轨迹跟踪和车辆行为预测方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0062] 步骤1:由用户的移动终端向服务器发送服务请求,其中,所述服务请求包括请求点、等待时间,服务器根据请求点和等待时间建立搜索树,根据搜索树筛选出具有在等待时间内到达请求点的条件的车辆集合;

[0063] 进一步地,对所述车辆集合中的车辆执行如下步骤:

[0064] 步骤2:所述车辆集合中车辆的司机的移动终端,将所在车辆的实际位置、加速度数据,定期地发送给服务器;

[0065] 步骤3:在车辆机动的过程中,服务器根据道路平均速度计算出车辆的理论位置,将理论位置与车辆的实际位置进行比较,将实际位置偏离理论位置的车辆从所述车辆集合中删除;

[0066] 步骤4:在每一个十字路口,服务器在车辆到达十字路口前,根据车辆的司机的移动终端上传的加速度数据,预测车辆在十字路口的机动行为以判断车辆是否会到达请求点,并将判断为不会到达请求点的车辆从所述车辆集合中删除。

[0067] 所述搜索树的建立过程包括如下步骤:

[0068] 以请求点最临近的十字路口为搜索树的根节点,沿着道路向外延伸,依次经过的十字路口即为搜索树的子节点;

[0069] 按照道路平均速度,计算搜索树的长度,其中,搜索树长度的计算式如下:

$$[0070] \quad L = T_{\max} \bar{v}$$

[0071] 其中,L表示搜索树的长度, $T_{\max}$ 表示等待时间, $\bar{v}$ 表示道路平均速度;

[0072] 将位于搜索树延伸道路上的车辆筛选出构成所述车辆集合。即,所有能在等待时间内以道路平均速度机动后到达请求点的车辆都在搜索树上,将这些车辆构成所述车辆集合。

[0073] 所述步骤3,包括如下步骤:

[0074] 步骤3.1:对每一条道路,以长度 $\Delta L$ 将该条道路分成p段,记该条道路的道路平均速度 $\bar{v}$ 为:

$$[0075] \quad \bar{v} = [\bar{v}_1, \bar{v}_2, \dots, \bar{v}_p];$$

[0076] 其中, $\bar{v}_i, i=1, 2, \dots, p$ ,表示所述p段道路中第i段道路的道路平均速度;p为大于等于2的正整数;优选地, $p = \left\lceil \frac{\text{道路长度}}{\Delta L} \right\rceil$ ,其中,符号 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整。

[0077] 步骤3.2:设车辆在时间间隔 $\Delta t$ 后到达的实际位置为 $\{k_1, d_1\}$ ,其中, $\{k_1, d_1\}$ 表示所述p段道路中第 $k_1$ 段道路上距离该第 $k_1$ 段道路的初始端点为长度 $d_1$ 的位置;

[0078] 假设车辆以每段道路的道路平均速度机动,在时间间隔 $\Delta t$ 后的理论位置为 $\{k_2, d_2\}$ ,其中, $\{k_2, d_2\}$ 表示所述p段道路中第 $k_2$ 段道路上距离最近第 $k_2$ 段道路的初始端点为长度 $d_2$ 的位置;

[0079] 如果 $\{k_2, d_2\}$ 处于第 $k_1$ 段道路的初始端点 $\{k_1, 0\}$ 与车辆所在的该条道路的沿车辆机动方向的十字路口终点之间,则认为该车辆没有偏离理论位置,将该车辆保留在所述车辆集合中,否则,则认为该车辆偏离理论,将该车辆从所述车辆集合中删除。

[0080] 例如,对每一条道路,以 $\Delta L=10$ 米将道路分段,道路中不足最后 $\Delta L$ 的部分取整看成一段,即, $p = \left\lceil \frac{\text{道路长度}}{\Delta L} \right\rceil$ ,其中,符号 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整,最后可以将一条道路分成p段,记

这条道路的平均速度为: $\bar{v} = [\bar{v}_1, \bar{v}_2, \dots, \bar{v}_p]$ ,用 $\{k, d\}$ 来描述一辆车的位置信息,其中, $\{k, d\}$ 表示在p段道路中第k段道路上,距离第k段道路的初始端点的长度为d的位置,每间隔 $\Delta t$ 的时间,系统会检查车辆的位置,设车辆在 $\Delta t$ 时间后到达的实际位置信息为 $\{k_1, d_1\}$ ,假设有一辆相应的虚拟车以每段道路的平均速度运行,在 $\Delta t$ 时间后的理论位置为 $\{k_2, d_2\}$ ,如果 $\{k_2, d_2\}$ 是在 $\{k_1, 0\}$  ( $\{k_1, 0\}$ 即在p段道路中第k段道路的初始端点)与车辆正在行驶的该条道路的沿车辆行驶方向的十字路口终点之间,则认为该车辆没有偏离期望路径,即实际位置没有偏离理论位置,否则认为车辆偏离理论位置并将车辆从车辆集中删除;

[0081] 所述步骤4包括如下步骤:

[0082] 根据所述加速度数据,预测车辆在十字路口的转向,若转向指向请求点,则将该车辆保留在所述车辆集合中,否则,将该车辆从该车辆集合中删除。



[0083] 具体地,步骤4中,在每一个十字路口,服务器都会提前处理司机的移动终端上传的加速度数据,然后预测车辆在十字路口的机动行为,并将不会到达请求点的车辆从所述车辆集合中删除:

[0084] 假设十字路口的位置为X处,服务器提前在Y处预测车辆在X处的机动行为,其中,Y处是指与X处之间的距离为车辆以道路平均速度在预设的提前预测时间内机动的路程的位置处;

[0085] 为了预测车辆在十字路口X处的行为,服务器收集车辆到达Y处之前时间 $t_{co1}$ 内车辆的加速度数据,收集得到加速度数据序列 $\bar{a} = \{a(1), a(2), \dots, a(N)\}$ ;其中,时间 $t_{co1}$ 是预设的加速度收集时间, $a(N)$ 表示加速度数据序列 $\bar{a}$ 中的第N个加速度数据;

[0086] 用Daubechies离散小波变换提取加速度数据的特征值 $DWT_{m,n}$ :

[0087]  $DWT_{m,n} = \int_{\mathbb{R}} a(t) \Psi_{m,n}(t) dt$

[0088] 其中,m表示尺度因子离散采样参数,n表示平移因子离散采样参数, $\mathbb{R}$ 表示实数空间, $a(t)$ 表示加速度随时间数值,t表示时间;

[0089]  $\Psi_{m,n}(t) = a_0^{-m/2} \Psi(a_0^{-m}t - nb_0)$

[0090] 其中, $\Psi(\cdot)$ 表示Daubechies小波, $a_0$ 表示常数, $b_0$ 表示常数,n表示平移因子离散采样参数; $\Psi(a_0^{-m}t - nb_0)$ 是Daubechies小波,优选地, $a_0=2, b_0=1$ ;

[0091] 在实际的测试过程中发现6维度的小波变换提取的特征值结果最好,因此本发明采用6维度的小波变换,也就是说对 $n=0, 1, 2, \dots, N$ ,m的取值为 $0, 1, \dots, 6$ ,其中,N表示收集到的加速度数据数量;

[0092] 获得了加速度的小波变换结果后,计算每一个 $DWT_{m,n}$ 序列的能量 $E_m$ :

[0093]  $E_m = \sum_{n=0}^N \|DWT_{m,n}\|^2$

[0094] 其中能量特征向量 $E = [E_0, E_1, \dots, E_6]$ 即为加速度的特征值,使用KNN(k-NearestNeighbor)算法对得到的能量特征向量E进行分类,归类的结果即为车辆在十字路口的机动行为预测,如果预测的车辆行为并不是指向请求地点,如车辆只有右转弯才能到达请求点,但是实际预测的结果左转弯,那么就应该将该车从车辆集合中删除。

[0095] 在用KNN进行分类之前还需要用已有的数据先训练分类器,本发明分别用5组左转、右转以及直行的数据来训练分类器。

[0096] KNN的分类过程具体如下:计算需要分配特征样本与训练样本的距离,统计K个最邻近训练样本中最大的距离,如果与训练样本的距离小于最大距离则作为K最近邻样本,并重复上述步骤选取出现频率最大的类标号作为样本特征的预测结果。

[0097] 在步骤5中,服务器删除不会到达请求节点的车辆后,得到剩余会到达请求点车辆,并完成用户请求的任务,当多个车辆完成任务时,选择结果最好的返还给用户。

[0098] 本发明的一个实例中的环境参数为:

[0099] 服务器:戴尔OptiPlex 3010台式机,酷睿i5处理器,8G内存,主频3.2GHz。

[0100] 移动终端设备:6部Android智能手机,每部智能手机都配置有1GHz以上CPU和256MB以上,所有手机均有GPS定位功能并且能够通过蜂窝网络或WiFi接入因特网。其中一

台作为用户请求使用,另外5台放置车辆上作为司机的移动终端。

[0101] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

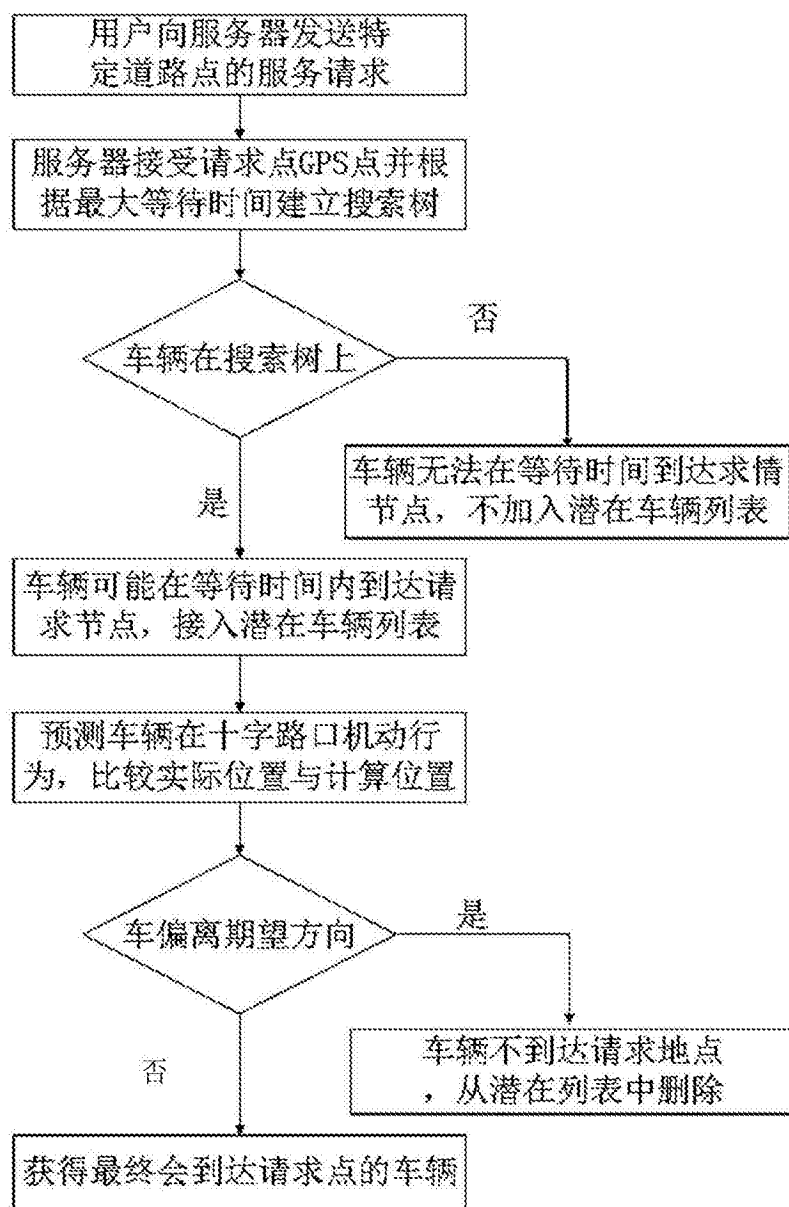


图1

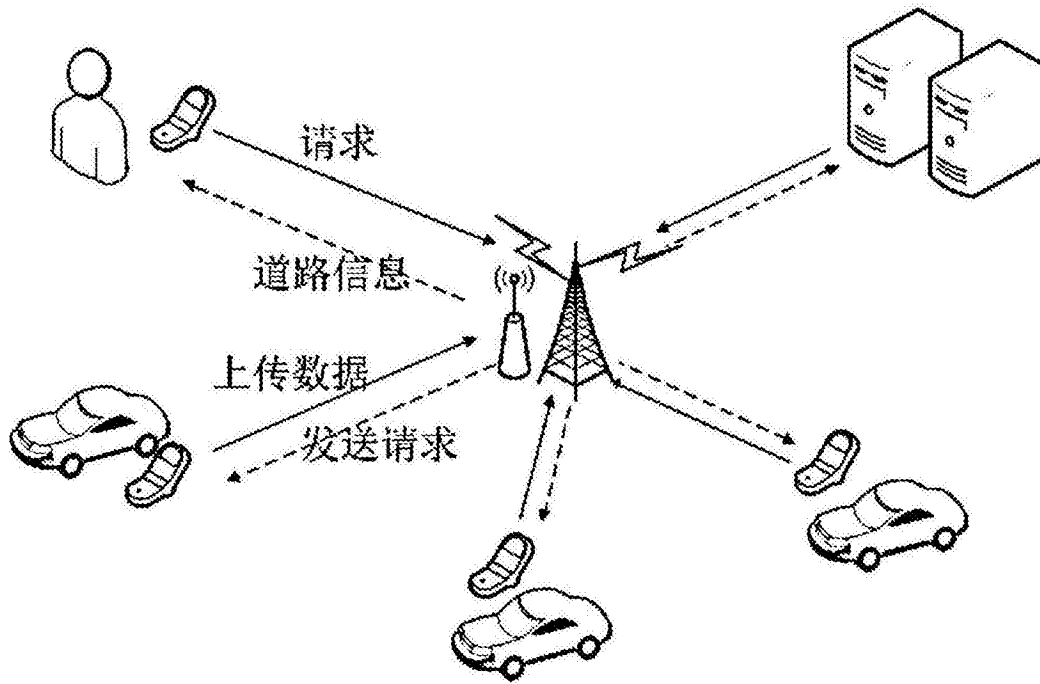


图2

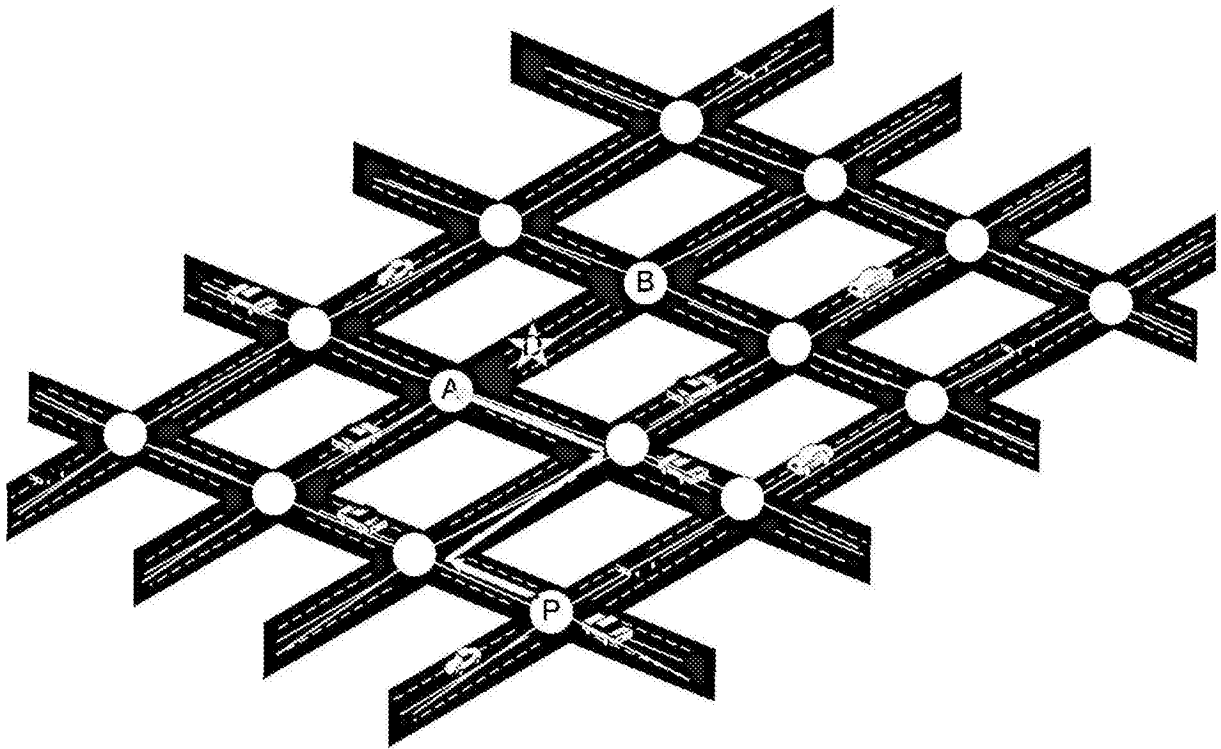


图3

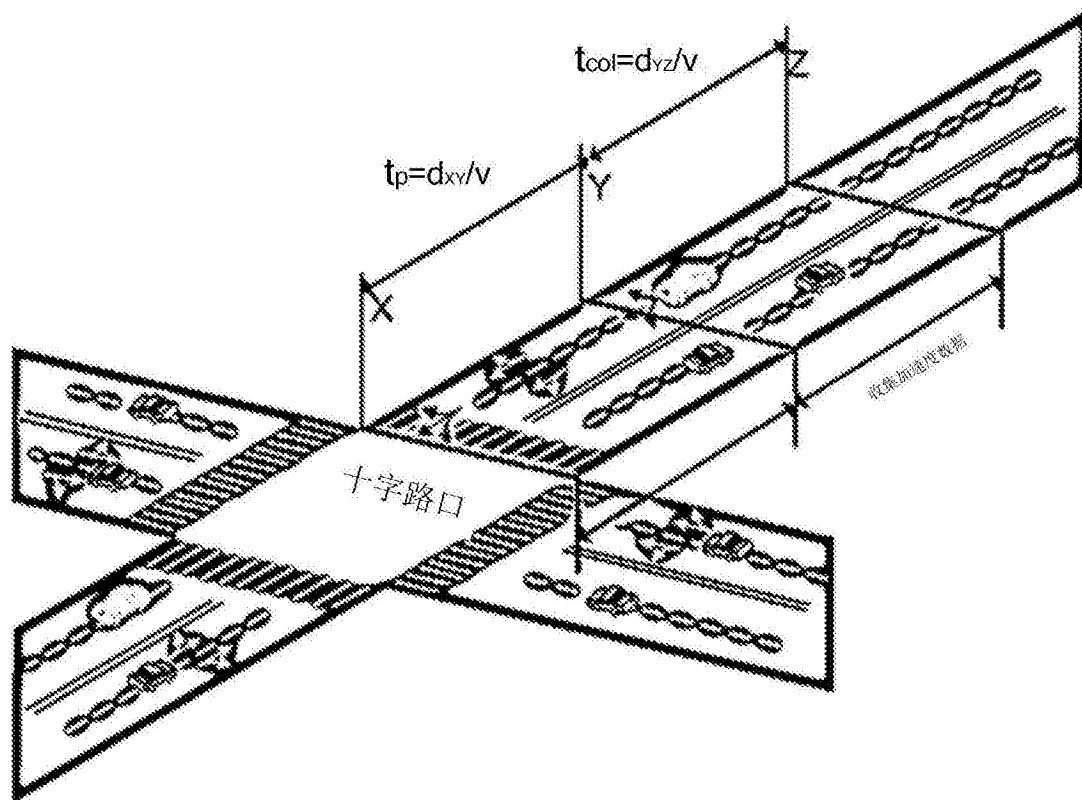


图4