



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105448108 B

(45)授权公告日 2017. 10. 03

(21)申请号 201511018790.7

审查员 杨钰

(22)申请日 2015.12.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105448108 A

(43)申请公布日 2016.03.30

(73)专利权人 上海经达信息科技股份有限公司

地址 200336 上海市长宁区仙霞路350号10幢楼265室

(72)发明人 罗赞文 文巨峰 穆祥强 陈晓洁

(74)专利代理机构 上海世贸专利代理有限责任公司 31128

代理人 严新德

(51)Int.Cl.

G08G 1/052(2006.01)

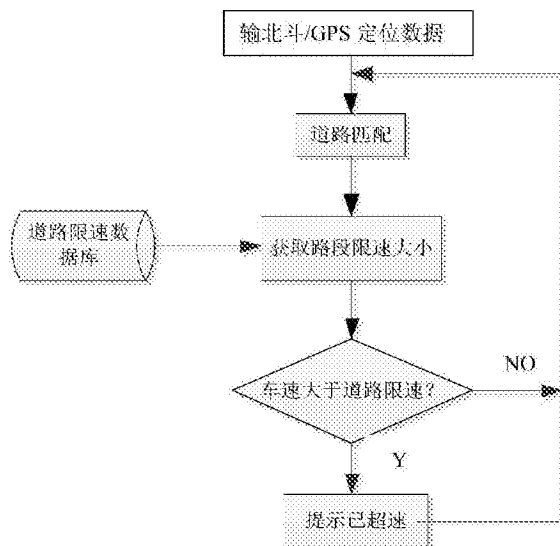
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法

(57)摘要

一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,在现有卫星定位装置的基础上,实现车辆行驶速度实时监控并且能够判定车辆在这个行驶路段是否超速,在保持高准确率的基础上降低了车辆监控的成本。本发明提出的基于隐马尔科夫算法可以有效的降低定位误差并且较为准确的找出车辆行驶的最佳匹配路径。依据建立的全国道路限速大小的数据库,将车辆行驶的速度与该道路的最大行驶速度进行比对得到车辆行驶是否超速的结论,如果超速那么通过导航装置提醒驾驶员车辆已经超速。



1.一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,包括从卫星获取定位数据的过程,其特征在于:在所述从卫星获取定位数据的过程中,包括以下步骤:

步骤一:利用隐马尔科夫路网匹配算法找出车辆最佳行驶路段;所述的步骤一中还包括下述步骤:

一个计算观测概率的步骤,先将定位点 z_t 在每一条临近的道路 r_i 上的可能性定义为观测概率 $p(z_t|r_i)$,假设点 z_t 到各个道路的投影点为 $x_{t,i}$,坐标点和候选投影点的大圆距离为 $\|z_{t,i}-x_{t,i}\|_{\text{greatcircle}}$,定位点 z_{t+1} 到各个道路的投影点为 $x_{t+1,j}$,投影点 $x_{t,i}$ 到投影点 $x_{t+1,j}$ 车辆行驶距离称为记为 $\|x_{t+1,j}-x_{t,i}\|_{\text{route}}$,

假设定位误差为服从零均值的高斯分布,则观测概率为:

$$p(z_t|r_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} e^{-0.5\left(\frac{\|z_{t,i}-x_{t,i}\|_{\text{greatcircle}}}{\sigma_z}\right)^2} \quad (1)$$

其中 σ_z 为定位点 z_t 的标准误差,

一个计算初始观测概率的步骤,利用初始观测概率 π_i 表示在路网匹配之前从附近的路段中找出车辆在这个路段的概率,用第一个定位数据点作为初始观测概率的起始点有 $\pi_i = p(z_1|r_i)$;

一个计算道路转移概率的步骤,利用道路转移概率表示在时刻 t 到时刻 $t+1$ 之间车辆在匹配道路间的转移概率,表示为 $p(q_{t+1}=r_j|q_t=r_i)$,其中 q_t 为 t 时刻汽车的行驶路段,从距离和速度两方面分别定义得出基于定位点距离的转移概率 $p_l(q_{t+1}=r_j|q_t=r_i)$ 和基于定位点速度的转移概率 $p_v(q_{t+1}=r_j|q_t=r_i)$:

$$p_l(q_{t+1}=r_j|q_t=r_i) = \alpha e^{-\beta d_t} \quad (2)$$

$$p_v(q_{t+1}=r_j|q_t=r_i) = V(r_i \rightarrow r_j) \cdot F(r_i \rightarrow r_j) \quad (3)$$

其中,

$d_t = \|x_{t,i^*} - x_{t+1,j^*}\|$,其中 d_t 表示 t 时刻投影点 x_{t,i^*} 到投影点 x_{t+1,j^*} 的行驶距离,式中 i^*, j^* 分别表示第 i 个真实路段和第 j 个真实路段, β 用于调节 d_t 对结果的影响大小,设定 $\beta = \text{median}_t(\|r_i - r_j\|) / \ln(2)$,

$$F(r_i \rightarrow r_j) = \frac{\|z_t - z_{t+1}\|_{\text{EuclideanDistance}}}{\|r_i - r_j\|_{\text{route}}}$$

$$V(r_i \rightarrow r_j) = \frac{\sum_{u=1}^k (e'_u \cdot v \times \bar{v}_{ij})}{\sqrt{\sum_{u=1}^k (e'_u \cdot v)^2} \times \sqrt{\sum_{u=1}^k (\bar{v}_{ij})^2}}$$

u 表示 t 时刻定位点周围的路段个数, $\|z_t - z_{t+1}\|_{\text{EuclideanDistance}}$ 表示地球表面弧线距离, $e'_u \cdot v$ 表示路段的最大速度, \bar{v}_{ij} 表示平均速度, $F(r_i \rightarrow r_j)$ 表示前后两个时间点之间的观测点和实际候选点的信息,当两者距离越近则转移概率越大, $V(r_i \rightarrow r_j)$ 表示前后两个时间点的速率信息,当平均速率和最大速率的变化程度越相似则概率越大;

一个计算车辆最佳行驶路段的步骤,利用上述公式(1)、公式(2)和维特比算法计算得到车辆行驶的最佳路径,该路径对应一个状态序列,从而推断出车辆行驶的最佳路段,在维特比算法中计算 t 时刻状态为 i 的所有单个路径中的概率并从中找出最大值 $\max(\delta_t(i))$,使

用式(2)作为路径转移概率,并设相似率 $\varepsilon = \frac{|a-b|}{\max(a,b)}$,其中a、b分别表示t时刻车辆匹配到两条路径上的概率,当t时刻各个路径概率的相似率小于设定的阈值时使用公式(3)作为该时刻的路径转移概率,然后得到另外一组时刻的路径概率并从中选出最大概率,在t+1时刻重复上述步骤,在计算所有观测概率和转移概率之后,确定最后一时刻的最佳匹配道路,并以此反向推出第一时刻车辆到最后时刻车辆行驶的最佳匹配路径,最后输出车辆行驶的车辆最佳行驶路段;

步骤二:利用电子地图找出车辆行驶路段的详细信息,并从中找到路段行驶的最大速度;

步骤三:从卫星获取定位数据中获取车辆行驶速度,并将所述的车辆行驶速度与该路段的限速进行比较,对车辆行驶是否超速进行判别。

2.根据权利要求1所述的基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,其特征在于:所述的步骤二中,建立各个路段行驶限速数据库。

3.根据权利要求1所述的基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,其特征在于:所述的步骤三中,在车辆行驶的速度大于该路段限速时,提示驾驶员已经超速。

一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及物理领域,尤其涉及测量技术,特别是一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法。

背景技术

[0002] 随着生活水平的不断提高,汽车数量也不断加大。带来的问题是车辆事故数量也不断攀升。车辆超速行驶是最普遍也是危害性最大的交通违法行为,90%以上的重特大交通事故与超速有关。因为超速行驶使制动距离大大延长,处理危机时间大大缩短,司机遇到危险时往往措手不及。同时,超速行驶也容易使人疲劳,因为超车机会增多,行车间距缩短,驾驶人心理和身体的能量消耗大大增加。超速行驶也加大了车辆的工作强度和运转负荷,加剧了机件磨损,特别是会使轮胎温度升高而引发爆胎事故等,所以急需车辆行驶超速判定技术。为此,我国根据不同路段、不同时间段,设定不同的道路行驶限速。

[0003] 目前车辆大部分安装了北斗/GPS卫星定位装置,这为实现软件方法判定车辆是否超速带来了机遇。该方法在现有卫星定位装置的基础上,设计监控软件实现车辆行驶速度实时监控并且能够判定车辆在这个行驶路段是否超速,这大大降低了车辆监控成本。现有技术中,广泛利用依据北斗/GPS卫星定位系统采集得到的定位信息来判断车辆是否超速。但是,北斗/GPS卫星定位信号的漂移和低采样率影响定位数据的准确性,从而难以判断车辆是否超速。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,所述的这种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法要解决现有技术中卫星定位信号的漂移和低采样率影响车辆超速判断的技术问题。

[0005] 本发明一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,包括一个从卫星获取定位数据的过程,在所述的从卫星获取定位数据的过程中,包括以下步骤:

[0006] 步骤一:利用隐马尔科夫路网匹配算法找出车辆最佳行驶路段;

[0007] 步骤二:利用电子地图找出车辆行驶路段的详细信息,包括限速大小,从中找出车辆行驶的路径并得到这些路径的最大行驶速度,从道路限速数据库中获取对应路段限速大小;

[0008] 步骤三:从卫星获取定位数据中获取车辆行驶速度,并将所述的车辆行驶速度与该路段的限速进行比较,对车辆行驶是否超速进行判别。

[0009] 进一步的,所述的步骤一中包括下述步骤:

[0010] 一个计算观测概率的步骤,先将定位点 z_t 在每一条临近的道路 r_i 上的可能性定义为观测概率 $p(z_t|r_i)$,假设点 z_t 到各个道路的投影点为 $x_{t,i}$,坐标点和候选投影点的大圆距离为 $\|z_{t,i}-x_{t,i}\|_{\text{greatcircle}}$,定位点 z_{t+1} 到各个道路的投影点为 $x_{t+1,j}$,投影点 $x_{t,i}$ 到投影点 $x_{t+1,j}$ 车辆行驶距离称为记为 $\|x_{t+1,j}-x_{t,i}\|_{\text{route}}$,

[0011] 假设定位误差为服从零均值的高斯分布,则观测概率为:

$$[0012] \quad p(z_t | r_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_z}} e^{-0.5 \left(\frac{\|z_t - x_{i,j}\|_{\text{greatcircle}}}{\sigma_z} \right)^2} \quad (1)$$

[0013] 其中 σ_z 为定位点 z_t 的标准误差;

[0014] 一个计算初始观测概率的步骤,利用初始观测概率 π_i 表示在路网匹配之前从附近的路段中找出车辆在这个路段的概率,用第一个定位数据点作为初始观测概率的起始点有 $\pi_i = p(z_1 | r_i)$,

[0015] 计算道路转移概率的步骤,利用道路转移概率表示在时刻 t 到时刻 $t+1$ 之间车辆在匹配道路间的转移概率,表示为 $p(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i)$,从距离和速度两方面分别定义得出基于定位点距离的转移概率 $p_l(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i)$ 和基于定位点速度的转移概率 $p_v(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i)$:

$$[0016] \quad p_l(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i) = \alpha e^{-\beta d_t} \quad (2)$$

$$[0017] \quad p_v(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i) = V(r_i \rightarrow r_j) \cdot F(r_i \rightarrow r_j) \quad (3)$$

[0018] 其中,

[0019] $d_t = \|x_{t,i^*} - x_{t+1,j^*}\|$,式中 i^*, j^* 表示车辆真实的行驶路段, β 用于调节 d_t 对结果的影响大小,设定 $\beta = \text{median}_t(\|r_i - r_j\|) / \ln(2)$,

$$[0020] \quad F(r_i \rightarrow r_j) = \frac{\|z_t - z_{t+1}\|_{\text{EuclideanDistance}}}{\|r_i - r_j\|_{\text{route}}}$$

$$[0021] \quad V(r_i \rightarrow r_j) = \frac{\sum_{u=1}^k (e'_{u,v} \times \bar{v}_{ij})}{\sqrt{\sum_{u=1}^k (e'_{u,v})^2} \times \sqrt{\sum_{u=1}^k (\bar{v}_{ij})^2}}$$

[0022] u 表示 t 时刻定位点周围的路段个数, $\|z_t - z_{t+1}\|_{\text{EuclideanDistance}}$ 表示地球表面弧线距离, $e'_{u,v}$ 表示路段的最大速度, \bar{v}_{ij} 表示平均速度, $F(r_i \rightarrow r_j)$ 表示前后两个时间点之间的观测点和实际候选点的信息,当两者距离越近则转移概率越大, $V(r_i \rightarrow r_j)$ 表示前后两个时间点的速率信息,当平均速率和最大速率的变化程度越相似则概率越大;

[0023] 计算车辆最佳行驶路段的步骤,利用上述公式(1)、公式(2)和维特比算法计算得到车辆行驶的最佳路径,该路径对应一个状态序列,从而推断出车辆行驶的最佳路段,在所述的维特比算法中计算 t 时刻状态为 i 的所有单个路径中的概率并从中找出最大值 $\max(\delta_t$

(i)),使用式(2)作为路径转移概率,并设相似率 $\varepsilon = \frac{|a-b|}{\max(a,b)}$,当 t 时刻各个路径概率的相似率小于设定的阈值时使用公式(3)作为该时刻的路径转移概率,然后得到另外一组时刻

的路径概率并从中选出最大概率,在 $t+1$ 时刻重复上述步骤,在计算所有观测概率和转移概率之后,确定最后一时刻的最佳匹配道路,并以此反向推出第一时刻车辆到最后时刻车辆行驶的最佳匹配路径,最后输出车辆行驶的车辆最佳行驶路段。

[0024] 进一步的,所述的步骤二中,建立各个路段行驶限速数据库。

[0025] 进一步的,所述的步骤三中,在车辆行驶的速度大于该路段限速时,提示驾驶员已

经超速。

[0026] 超速判别是降低车辆安全事故发生率的重要技术保障,是以计算机软件技术为基础,通过特定模型和算法判断车辆是否超速的数据分析处理技术。依据北斗/GPS卫星定位系统采集得到的定位信息,利用算法减少漂移和低采样率带来的影响,将车辆行驶轨迹匹配到相应的路段上,然后将车辆行驶速度与检索得到对应路段的限速大小进行对比,最后判定车辆行驶是否超速。

[0027] 本发明提出的隐马尔科夫模型可以有效的降低定位误差和较为准确的找出车辆行驶的最佳匹配路径。然后依据建立的全国道路限速大小的数据库,将车辆行驶道路的速度与该道路的最大行驶速度进行比对得到车辆行驶是否超速的结论,如果超速那么通过导航装置提醒驾驶员车辆已经超速。本发明采用软件技术对在不同路段上行驶的车辆在不同时间段是否超速进行判别,大大提高了超速判别率,并且能够实时提醒驾驶员是否超速,从而降低了事故的发生率。

[0028] 本发明与现有技术相对比,其效果是积极和明显的。本发明在现有卫星定位装置的基础上,实现车辆行驶速度实时监控并且能够判定车辆在这个行驶路段是否超速,在保持高准确率的基础上降低了车辆监控的成本。

附图说明

[0029] 图1是本发明的基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法的示意图。

具体实施方式

[0030] 实施例1:

[0031] 如图1所示,本发明一种基于隐马尔科夫路网匹配的超速判别方法,包括一个从卫星获取定位数据的过程,在所述的从卫星获取定位数据的过程中,包括以下步骤:

[0032] 步骤一:利用隐马尔科夫路网匹配算法找出车辆最佳行驶路段;

[0033] 步骤二:利用电子地图找出车辆行驶路段的详细信息,并从中找到路段行驶的最大速度。

[0034] 步骤三:从卫星获取定位数据中获取车辆行驶速度,并将所述的车辆行驶速度与该路段的限速进行比较,对车辆行驶是否超速进行判别。

[0035] 进一步的,所述的步骤一中包括下述步骤:

[0036] 1. 计算观测概率:

[0037] 定位点 z_t 确实在每一条临近的道路 r_i 上的可能性,定义为观测概率 $p(z_t | r_i)$;假设点 z_t 到各个道路的投影点为 $x_{t,i}$,坐标点和候选投影点的大圆距离为 $\|z_{t,i} - x_{t,i}\|_{\text{greatcircle}}$ 。定位点 z_{t+1} 到各个道路的投影点为 $x_{t+1,j}$,投影点 $x_{t,i}$ 到投影点 $x_{t+1,j}$ 车辆行驶距离称为“路径距离”记为 $\|x_{t+1,j} - x_{t,i}\|_{\text{route}}$;

[0038] 假设定位误差为服从零均值的高斯分布,那么观测概率为:

$$[0039] \quad p(z_t | r_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} e^{-0.5 \left(\frac{\|z_{t,i} - x_{t,i}\|_{\text{greatcircle}}}{\sigma_z} \right)^2} \quad (1)$$

[0040] 其中 σ_z 为定位点 z_t 的标准误差。

[0041] 2. 计算初始观测概率:

[0042] 初始观测概率 π_i 表示在路网匹配之前,从附近的路段中找出车辆在这个路段的概率。一般情况下用第一个定位点作为初始观测概率的起始点有 $\pi_i = p(z_1 | r_i)$ 。

[0043] 3. 计算道路转移概率:

[0044] 转移概率指的是在时刻 t 到时刻 $t+1$ 之间车辆在匹配道路间的转移概率,表示为 $p(r_j | r_i)$ 。本发明不考虑观测点之间的信息,通过路径距离距离得出道路转移概率分布为:

$$[0045] \quad p_t(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i) = \beta e^{-\beta d_t} \quad (2)$$

$$[0046] \quad p_v(q_{t+1} = r_j | q_t = r_i) = V(r_i \rightarrow r_j) \cdot F(r_i \rightarrow r_j) \quad (3)$$

[0047] 其中 $d_t = \|x_{t,i^*} - x_{t+1,j^*}\|$,式中 i^*, j^* 表示车辆真实的行驶路段。 β 用于调节 d_t 对结果的影响大小。一般设定 $\beta = \text{median}_t(\|r_i - r_j\|) / \ln(2)$ 。

$$[0048] \quad F(r_i \rightarrow r_j) = \frac{\|z_t - z_{t+1}\|_{\text{EuclideanDistance}}}{\|r_i - r_j\|_{\text{route}}}$$

$$[0049] \quad V(r_i \rightarrow r_j) = \frac{\sum_{u=1}^k (e'_u \cdot v \times \bar{v}_{ij})}{\sqrt{\sum_{u=1}^k (e'_u \cdot v)^2} \times \sqrt{\sum_{u=1}^k (\bar{v}_{ij})^2}}$$

[0050] u 表示 t 时刻定位点周围的路段个数, $\|z_t - z_{t+1}\|_{\text{EuclideanDistance}}$ 表示地球表面弧线距离。 $e'_u \cdot v$ 表示路段的最大速度, \bar{v}_{ij} 表示平均速度, $F(r_i \rightarrow r_j)$ 表示前后两个时间点的定位点和实际候选点的信息,当两者距离越近则转移概率越大。 $V(r_i \rightarrow r_j)$ 表示前后两个时间点的速率信息,当平均速率和最大速率的变化程度越相似则概率越大。

[0051] 4. 输出车辆最佳行驶路段

[0052] 利用公式(1)、公式(2)和维特比算法计算得到车辆行驶的最佳路径。维特比利用动态规划的思想求出概率最大路径即最优路径,这条路径对应着一个状态序列,从而推断出车辆行驶的最佳路段。

[0053] 在维特比算法中需要计算 t 时刻状态为 i 的所有单个路径中的概率并从中找出最大值 $\max(\delta_t(i))$,考虑到计算量的问题,使用式(2)作为道路转移概率,但是当路径概率相差较小时依据该计算转移概率得出的最优路径和实际轨迹匹配精度不高。由于计算中转移概率连续相乘而导致得到的单个路径概率越来越小,所以需要引入一个相似率的概念。设

相似率 $\varepsilon = \frac{|a-b|}{\max(a,b)}$,当 t 时刻各个路径概率的相似率小于设定的阈值时则认为不能从中判

断出最优路径,需要使用式(3)作为该时刻的道路转移概率,因为式(3)引入了速度标准可以更精确的得到道路转移概率。然后得到另外一组 t 时刻的路径概率并从中选出最大概率。 $t+1$ 时刻重复上述步骤。

[0054] 当所有观测概率和转移概率计算之后,确定最后一时刻的最佳匹配道路,并以此反向推出第一时刻车辆到最后时刻车辆行驶的最佳匹配路径,最终输出车辆最佳行驶路段。

[0055] 步骤二、建立各个路段最大行驶速度的数据库。

[0056] 步骤三、利用GPS/北斗获取的速度与该路段的速度进行对比,对车辆行驶是否超速进行判别。

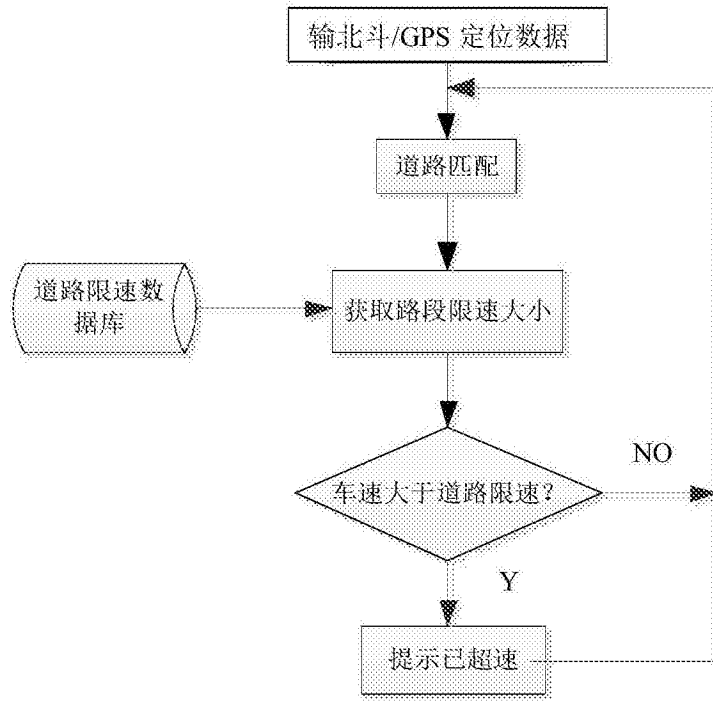


图1