



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115334167 B

(45) 授权公告日 2023.06.09

(21) 申请号 202210771945.8

H04L 67/52 (2022.01)

(22) 申请日 2022.06.30

H04L 67/12 (2022.01)

G01C 21/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115334167 A

(43) 申请公布日 2022.11.11

(73) 专利权人 西安电子科技大学广州研究院

地址 510000 广东省广州市黄埔区中新知识城海丝中心B5、B6、B7栋

(72) 发明人 李晓辉 张鹏 沈八中 吕思婷 苏家楠

(74) 专利代理机构 广东省中源正拓专利代理事务所(普通合伙) 44748

专利代理师 覃汉超

(56) 对比文件

CN 104467866 A, 2015.03.25

CN 103312335 A, 2013.09.18

CN 105469435 A, 2016.04.06

CN 106877875 A, 2017.06.20

CN 112163166 A, 2021.01.01

CN 112817943 A, 2021.05.18

US 2021063200 A1, 2021.03.04

刘磊军;房晨;张磊;鲍苏宁.基于运动状态改变的在线全球定位系统轨迹数据压缩.计算机应用.2016,(第01期),

审查员 匡仁炳

(51) Int. Cl.

H04L 69/04 (2022.01)

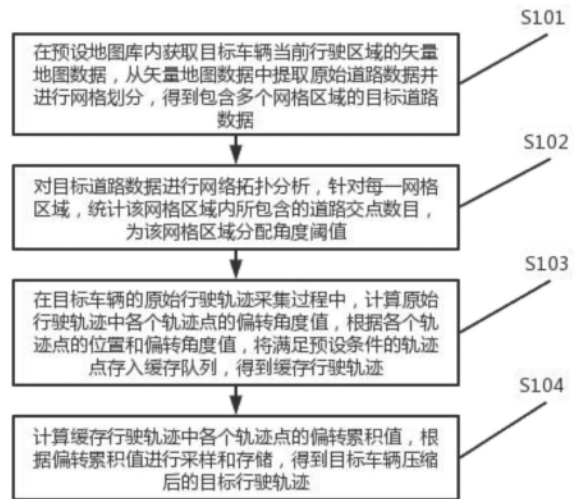
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法

(57) 摘要

本发明公开了一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,涉及数据压缩技术领域。获取矢量地图数据提取原始道路数据并进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据;对目标道路数据进行网络拓扑分析,统计网格区域内所包含的道路交点数目,为该网格区域分配角度阈值;计算原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值,将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列,得到缓存行驶轨迹;计算缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值,根据偏转累积值进行采样和存储,得到目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。通过上述方法可以有效地对轨迹数据进行压缩,同时有效地保留车辆转弯的轨迹数据,并根据偏转角度值和偏转累积值进行两次数据压缩,减小轨迹数据量。



1. 一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,所述方法包括:

在预设地图库内获取目标车辆当前行驶区域的矢量地图数据,从所述矢量地图数据中提取原始道路数据并进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据;

对所述目标道路数据进行网络拓扑分析,针对每一网格区域,统计该网格区域内所包含的道路交点数目,为该网格区域分配角度阈值;

在所述目标车辆的原始行驶轨迹采集过程中,计算所述原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值,根据各个轨迹点的位置和偏转角度值,将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列,得到缓存行驶轨迹;

计算所述缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值,根据所述偏转累积值进行采样和存储,得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。

2. 根据权利要求1所述的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,在预设地图库内获取目标车辆当前行驶区域的矢量地图数据,从所述矢量地图数据中提取原始道路数据并进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据,包括:

使用开源地图OSM地图数据库,获取目标车辆当前行驶城市或行驶区域的矢量地图数据,修改所述矢量地图数据的编码格式为UTF-8编码格式,得到矢量道路数据;

选取矢量道路数据中的矢量线数据,并根据预设字段属性选取矢量线数据,导出为OSM格式的原始道路数据;

对所述原始道路数据进行栅格化处理,根据所述原始道路数据的图层大小新建栅格,在像元高度和宽度处将矢量地图按照预设尺寸进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据。

3. 根据权利要求2所述的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,所述原始道路数据包括字段属性为primary、secondary、tertiary、motoway、service的矢量线数据中的至少一种。

4. 根据权利要求1所述的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,对所述目标道路数据进行网络拓扑分析,针对每一网格区域,统计该网格区域内所包含的道路交点数目,为该网格区域分配角度阈值,包括:

新建所述目标车辆的个人地理数据库,在所述个人地理数据库中建立要素数据集并将所述目标道路数据导入,使用所述要素数据集新建拓扑规则,根据所述拓扑规则去除所述目标道路数据中的悬挂点和重叠数据,得到中间目标道路数据;

使用所述中间目标道路数据建立新的道路数据集得到道路交点数据,针对每一网格区域,根据道路交点数据所在的网格字段的不同,统计该网格区域内所包含的道路交点数目;

针对每一网格区域,计算该网格区域的角度阈值:

$$\beta_i = 180^\circ - \frac{c_i}{\sum_1^l c_i} \times \varphi \quad (i = 1, \dots, l) \quad \varphi = 30^\circ$$

其中, β_i 为第*i*个网格区域的角度阈值, c_i 为第*i*个网格区域中所包含的道路交点数目, φ 为基于固定角度压缩时角度阈值的取值, l 为所述目标道路数据包含的网格区域的数目。

5. 根据权利要求1所述的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,在所述目标车辆的原始行驶轨迹采集过程中,计算所述原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值,

根据各个轨迹点的位置和偏转角度值,将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列,得到缓存行驶轨迹,包括:

对所述目标车辆的行驶轨迹数据以预设频率进行采集,得到原始行驶轨迹;

针对所述原始行驶轨迹的每一轨迹点,若该轨迹点为所述原始行驶轨迹的起始轨迹点或者结束轨迹点,则将该轨迹点加入到缓存队列中进行缓存;

针对所述原始行驶轨迹的每一轨迹点,若该轨迹点为所述原始行驶轨迹的中间轨迹点,则计算该中间轨迹点的偏转角度值;

针对每一中间轨迹点,将该中间轨迹点的偏转角度值与该中间轨迹点所在网格区域对应的角度阈值进行对比,若满足偏转角度值大于角度阈值,则将该中间轨迹点选取为候选点并加入到缓存队列中进行缓存,得到缓存行驶轨迹,否则,将该中间轨迹点暂时保留,在计算完下一个中间轨迹点的角度偏转角度值后丢弃;

针对所述原始行驶轨迹的每一轨迹点,若该轨迹点为所述原始行驶轨迹的结束轨迹点,则获取缓存队列中保存的轨迹点,组合得到缓存行驶轨迹。

6. 根据权利要求5所述的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,计算该中间轨迹点的偏转角度值,包括:

计算该中间轨迹点 P_{cur} 与其前一个轨迹点 P_{pre} 和后一个轨迹点 P_{fol} 为顶点构成的三角形的边长:

$$C_{cur}^{pre} = \sin(MLat_{pre}) * \sin(MLat_{cur}) * \cos(MLon_{pre} - MLon_{cur}) + \cos(MLat_{pre}) * \cos(MLat_{cur})$$

$$C_{cur}^{fol} = \sin(MLat_{fol}) * \sin(MLat_{cur}) * \cos(MLon_{fol} - MLon_{cur}) + \cos(MLat_{fol}) * \cos(MLat_{cur})$$

$$C_{fol}^{pre} = \sin(MLat_{pre}) * \sin(MLat_{fol}) * \cos(MLon_{pre} - MLon_{fol}) + \cos(MLat_{pre}) * \cos(MLat_{fol})$$

其中, C_{cur}^{pre} 、 C_{cur}^{fol} 和 C_{fol}^{pre} 分别为 P_{pre} 和 P_{cur} 、 P_{fol} 和 P_{cur} 以及 P_{pre} 和 P_{fol} 所构成三角形的边长, Lon_{pre} 和 Lat_{pre} 为 P_{pre} 的经度和纬度; Lon_{cur} 和 Lat_{cur} 为 P_{cur} 的经度和纬度; Lon_{fol} 和 Lat_{fol} 为 P_{fol} 的经度和纬度; $MLon_i$ 和 $MLat_i$ 代表经过转换的经纬度数据, i 为 pre ,或者 i 为 cur ,或者 i 为 fol ,经度为东经时取 $MLon_i = Lon_i$,经度范围为西经时取 $MLat_i = -Lon_i$,纬度范围为北纬 $MLon_i = 90 - Lon_i$,纬度范围为南纬时取 $MLat_i = 90 + Lat_i$;

计算 P_{cur} 与 P_{pre} 和 P_{fol} 之间的距离:

$$l_1 = R * \arccos(C_{cur}^{pre}) * \pi / 180$$

$$l_2 = R * \arccos(C_{cur}^{fol}) * \pi / 180$$

$$l_3 = R * \arccos(C_{fol}^{pre}) * \pi / 180$$

其中, l_1 代表 P_{pre} 和 P_{cur} 的距离; l_2 代表 P_{fol} 和 P_{cur} 的距离; l_3 代表 P_{pre} 和 P_{fol} 的距离; R 代表地球的平均半径,取 $R = 6371.004\text{km}$;

计算 P_{cur} 的偏转角度值 θ_k :

$$\theta_k = \arccos\left(\frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2 * l_1 * l_2}\right)。$$

7. 根据权利要求1所述的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,其特征在于,计算所述缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值,根据所述偏转累积值进行采样和存储,得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹,包括:

针对所述缓存行驶轨迹中的每一轨迹点,计算偏转角度值与平角的差值:

$$\partial_k = 180^\circ - \theta_k$$

其中, ∂_k 代表当前点与平角的差值, θ_k 为该轨迹点的偏转角度值;

将连续的N个轨迹点的角度差值进行计算并累加:

$$\partial_{sum} = \sum_1^N \partial_k \quad k = (1, \dots, N)$$

根据N值确定角度累积阈值 ∂ ,将 ∂_{sum} 与 ∂ 进行比较,若满足 $\partial_{sum} \geq \partial$,则将所述缓存行驶轨迹中的全部轨迹点存储,得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹,否则,将所述缓存行驶轨迹中的全部轨迹点进行1/2的等间隔采样,得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。

一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据压缩技术领域,具体涉及一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法。

背景技术

[0002] 轨迹数据包含了在一定的时空环境下,一个或者多个移动对象其运动过程中所产生的位置信息、时间信息、速度信息等,这些信息按照时间序列进行排序即构成了移动对象的运动轨迹。例如应用在智能手机上的定位系统可以通过GPS信号或基站信号定位手机所处位置信息进行收集和采样,车辆可以通过车载的定位系统对车辆行驶过程中的轨迹点进行持续采集。这些采集到的轨迹数据按时间排序即可绘制出运动对象在一段时间内的运动轨迹数据,其中包含了丰富的语义信息等。

[0003] 随着5G与物联网的发展,配备存储硬件的GPS在各类车辆上得到了广泛使用,因此也产生了海量的轨迹数据。这些应用方便了车辆的位置跟踪、预测和分析,同时也随着轨迹数据重要性的增强,定位设备采集轨迹点的频率也在不断地提高,它们以秒级的速率采集位置信息,这导致了轨迹数据量大、传输与存储代价高昂、数据存在冗余等问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的就在于解决上述背景技术的问题,而提出一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0006] 本发明实施例提供了一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,所述方法包括:

[0007] 在预设地图库内获取目标车辆当前行驶区域的矢量地图数据,从所述矢量地图数据中提取原始道路数据并进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据;

[0008] 对所述目标道路数据进行网络拓扑分析,针对每一网格区域,统计该网格区域内所包含的道路交点数目,为该网格区域分配角度阈值;

[0009] 在所述目标车辆的原始行驶轨迹采集过程中,计算所述原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值,根据各个轨迹点的位置和偏转角度值,将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列,得到缓存行驶轨迹;

[0010] 计算所述缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值,根据所述偏转累积值进行采样和存储,得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。

[0011] 可选地,在预设地图库内获取目标车辆当前行驶区域的矢量地图数据,从所述矢量地图数据中提取原始道路数据并进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据,包括:

[0012] 使用开源地图OSM地图数据库,获取目标车辆当前行驶城市或行驶区域的矢量地图数据,修改所述矢量地图数据的编码格式为UTF-8编码格式,得到矢量道路数据;

[0013] 选取矢量道路数据中的矢量线数据,并根据预设字段属性选取矢量线数据,导出为OSM格式的原始道路数据;

[0014] 对所述原始道路数据进行栅格化处理,根据所述原始道路数据的图层大小新建栅格,在像元高度和宽度处将矢量地图按照预设尺寸进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据。

[0015] 可选地,所述原始道路数据包括字段属性为primary、secondary、tertiary、motoway、service的矢量线数据中的至少一种。

[0016] 可选地,对所述目标道路数据进行网络拓扑分析,针对每一网格区域,统计该网格区域内所包含的道路交点数目,为该网格区域分配角度阈值,包括:

[0017] 新建所述目标车辆的个人地理数据库,在所述个人地理数据库中建立要素数据集并将所述目标道路数据导入,使用所述要素数据集新建拓扑规则,根据所述拓扑规则去除所述目标道路数据中的悬挂点和重叠数据,得到中间目标道路数据;

[0018] 使用所述中间目标道路数据建立新的道路数据集得到道路交点数据,针对每一网格区域,根据道路交点数据所在的网格字段的的不同,统计该网格区域内所包含的道路交点数目;

[0019] 针对每一网格区域,计算该网格区域的角度阈值:

$$[0020] \quad \beta_i = 180^\circ - \frac{c_i}{\sum_1 c_i} \times \varphi \quad (i = 1, \dots, l) \quad \varphi = 30^\circ$$

[0021] 其中, β_i 为第*i*个网格区域的角度阈值, c_i 为第*i*个网格区域中所包含的道路交点数目, φ 为基于固定角度压缩时角度阈值的取值, l 为所述目标道路数据包含的网格区域的数目。

[0022] 可选地,在所述目标车辆的原始行驶轨迹采集过程中,计算所述原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值,根据各个轨迹点的位置和偏转角度值,将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列,得到缓存行驶轨迹,包括:

[0023] 对所述目标车辆的行驶轨迹数据以预设频率进行采集,得到原始行驶轨迹;

[0024] 针对所述原始行驶轨迹的每一轨迹点,若该轨迹点为所述原始行驶轨迹的起始轨迹点或者结束轨迹点,则将该轨迹点加入到缓存队列中进行缓存;

[0025] 针对所述原始行驶轨迹的每一轨迹点,若该轨迹点为所述原始行驶轨迹的中间轨迹点,则计算该中间轨迹点的偏转角度值;

[0026] 针对每一中间轨迹点,将该中间轨迹点的偏转角度值与该中间轨迹点所在网格区域对应的角度阈值进行对比,若满足偏转角度值大于角度阈值,则将该中间轨迹点选取为候选点并加入到缓存队列中进行缓存,得到缓存行驶轨迹,否则,将该中间轨迹点暂时保留,在计算完下一个中间轨迹点的角度偏转角度值后丢弃;

[0027] 针对所述原始行驶轨迹的每一轨迹点,若该轨迹点为所述原始行驶轨迹的结束轨迹点,则获取缓存队列中保存的轨迹点,组合得到缓存行驶轨迹。

[0028] 可选地,计算该中间轨迹点的偏转角度值,包括:

[0029] 计算该中间轨迹点 P_{cur} 与其前一个轨迹点 P_{pre} 和后一个轨迹点 P_{fol} 为顶点构成的三角形的边长:

$$[0030] \quad C_{cur}^{pre} = \sin(MLat_{pre}) * \sin(MLat_{cur}) * \cos(MLon_{pre} - MLon_{cur}) + \cos(MLat_{pre}) * \cos(MLat_{cur})$$

$$[0031] \quad C_{cur}^{fol} = \sin(MLat_{fol}) * \sin(MLat_{cur}) * \cos(MLon_{fol} - MLon_{cur}) + \cos(MLat_{fol}) * \cos(MLat_{cur})$$

$$[0032] \quad C_{fol}^{pre} = \sin(MLat_{pre}) * \sin(MLat_{fol}) * \cos(MLon_{pre} - MLon_{fol}) + \cos(MLat_{pre}) * \cos(MLat_{fol})$$

[0033] 其中, C_{cur}^{pre} 、 C_{cur}^{fol} 和 C_{fol}^{pre} 分别为 P_{pre} 和 P_{cur} 、 P_{fol} 和 P_{cur} 以及 P_{pre} 和 P_{fol} 所构成三角形的边长, Lon_{pre} 和 Lat_{pre} 为 P_{pre} 的经度和纬度; Lon_{cur} 和 Lat_{cur} 为 P_{cur} 的经度和纬度; Lon_{fol} 和 Lat_{fol} 为 P_{fol} 的经度和纬度; $MLon_i$ 和 $MLat_i$ 代表经过转换的经纬度数据, i 为 pre , 或者 i 为 cur , 或者 i 为 fol , 经度为东经时取 $MLon_i = Lon_i$, 经度范围为西经时取 $MLat_i = -Lon_i$, 纬度范围为北纬 $MLon_i = 90 - Lon_i$, 纬度范围为南纬时取 $MLat_i = 90 + Lat_i$;

[0034] 计算 P_{cur} 与 P_{pre} 和 P_{fol} 之间的距离:

$$[0035] \quad l_1 = R * \arccos(C_{cur}^{pre}) * \pi / 180$$

$$[0036] \quad l_2 = R * \arccos(C_{cur}^{fol}) * \pi / 180$$

$$[0037] \quad l_3 = R * \arccos(C_{fol}^{pre}) * \pi / 180$$

[0038] 其中, l_1 代表 P_{pre} 和 P_{cur} 的距离; l_2 代表 P_{fol} 和 P_{cur} 的距离; l_3 代表 P_{pre} 和 P_{fol} 的距离; R 代表地球的平均半径, 取 $R = 6371.004\text{km}$;

[0039] 计算 P_{cur} 的偏转角度值 θ_k :

$$[0040] \quad \theta_k = \arccos\left(\frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2 * l_1 * l_2}\right)。$$

[0041] 可选地, 计算所述缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值, 根据所述偏转累积值进行采样和存储, 得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹, 包括:

[0042] 针对所述缓存行驶轨迹中的每一轨迹点, 计算偏转角度值与平角的差值:

$$[0043] \quad \partial_k = 180^\circ - \theta_k$$

[0044] 其中, ∂_k 代表当前点与平角的差值, θ_k 为该轨迹点的偏转角度值;

[0045] 将连续的 N 个轨迹点的角度差值进行计算并累加:

$$[0046] \quad \partial_{sum} = \sum_1^N \partial_k \quad k = (1, \dots, N)$$

[0047] 根据 N 值确定角度累积阈值 ∂ , 将 ∂_{sum} 与 ∂ 进行比较, 若满足 $\partial_{sum} \geq \partial$, 则将所述缓存行驶轨迹中的全部轨迹点存储, 得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹, 否则, 将所述缓存行驶轨迹中的全部轨迹点进行 $1/2$ 的等间隔采样, 得到所述目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。

[0048] 本发明实施例提供了一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法, 在预设地图库内获取目标车辆当前行驶区域的矢量地图数据, 从矢量地图数据中提取原始道路数据并进行网格划分, 得到包含多个网格区域的目标道路数据; 对目标道路数据进行网络拓扑分析, 针对每一网格区域, 统计该网格区域内所包含的道路交点数目, 为该网格区域分配角度阈值; 在目标车辆的原始行驶轨迹采集过程中, 计算原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值, 根据各个轨迹点的位置和偏转角度值, 将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列, 得到缓存行驶轨迹; 计算缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值, 根据偏转累积值进行采样和存储, 得到目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。通过目标车辆行驶网格区域的道路交点的密集程度动态分配角度阈值, 在道路交点数目较小的区域车辆转弯的概率相对偏小, 采用更大的角度阈值可以有效地对轨迹数据进行压缩, 同时对道路交点数目较多地区采用较小的角度阈

值,可以有效地保留车辆转弯的轨迹数据,保留车辆行驶中的特征轨迹点,并根据偏转角度值和偏转累积值进行两次数据压缩,减小轨迹数据量,解决了传输与存储代价高昂、数据存在冗余等问题。

附图说明

[0049] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0050] 图1为本发明实施例提供的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法的流程图;

[0051] 图2为本发明实施例提供的另一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法的流程图;

[0052] 图3为本发明实施例提供的轨迹压缩方法和基于DP改进的轨迹压缩方法的仿真图;

[0053] 图4为本发明实施例提供的轨迹压缩方法和不引入缓存队列的轨迹压缩方法的仿真图。

具体实施方式

[0054] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0055] 本发明实施例提供了一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法。参见图1,图1为本发明实施例提供的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法的流程图。该方法可以包括以下步骤:

[0056] S101,在预设地图库内获取目标车辆当前行驶区域的矢量地图数据,从矢量地图数据中提取原始道路数据并进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据。

[0057] S102,对目标道路数据进行网络拓扑分析,针对每一网格区域,统计该网格区域内所包含的道路交点数目,为该网格区域分配角度阈值。

[0058] S103,在目标车辆的原始行驶轨迹采集过程中,计算原始行驶轨迹中各个轨迹点的偏转角度值,根据各个轨迹点的位置和偏转角度值,将满足预设条件的轨迹点存入缓存队列,得到缓存行驶轨迹。

[0059] S104,计算缓存行驶轨迹中各个轨迹点的偏转累积值,根据偏转累积值进行采样和存储,得到目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。

[0060] 基于本发明实施例提供的一种角度阈值自适应的轨迹压缩方法,通过目标车辆行驶网格区域的道路交点的密集程度动态分配角度阈值,在道路交点数目较小的区域车辆转弯的概率相对偏小,采用更大的角度阈值可以有效地对轨迹数据进行压缩,同时对道路交点数目较多地区采用较小的角度阈值,可以有效地保留车辆转弯的轨迹数据,保留车辆行驶中的特征轨迹点,并根据偏转角度值和偏转累积值进行两次数据压缩,减小轨迹数据量,解决了传输与存储代价高昂、数据存在冗余等问题。

[0061] 一种实现方式中,预设地图库可以使用自行开发的地图库,或者,使用现有的开源地图库。

[0062] 一种实现方式中,当前网格区域道路交点的密集程度,决定了在网格区域内车辆

可能转弯行驶的概率,在道路交点数目较小的区域车辆转弯的概率相对偏小,其连续的N个采样点形成的轨迹更可能趋于直线,可以为该网格区域分配更大的角度阈值,进而可以减少该网格区域内缓存行驶轨迹中的轨迹点,最终减小目标行驶轨迹的数据量。同时对道路交点数目较多的网格区域,在该网格区域内车辆转弯行驶的概率更大,采用较小的角度阈值,可以有效地保留车辆转弯的轨迹数据,保留车辆行驶中的特征轨迹点。

[0063] 一种实现方式中,在对数据压缩过程中,一次仅需要对缓存队列中的缓存行驶轨迹进行处理,可以满足实时采集并压缩的需求,实现对轨迹的在线压缩,减小目标行驶轨迹的传输和存储压力。

[0064] 在一个实施例中,步骤S101包括以下步骤:

[0065] 步骤一,使用开源地图OSM地图数据库,获取目标车辆当前行驶城市或行驶区域的矢量地图数据,修改矢量地图数据矢量地图数据矢量地图数据矢量地图数据的编码格式为UTF-8编码格式,得到矢量道路数据。

[0066] 步骤二,选取矢量道路数据中的矢量线数据,并根据预设字段属性选取矢量线数据,导出为OSM格式的原始道路数据。

[0067] 步骤三,对原始道路数据进行栅格化处理,根据原始道路数据的图层大小新建栅格,在像元高度和宽度处将矢量地图按照预设尺寸进行网格划分,得到包含多个网格区域的目标道路数据。

[0068] 一种实现方式中,可以将矢量地图数据导入QGIS软件,在属性-源数据中修改矢量地图数据的编码格式为UTF-8编码格式,得到矢量道路数据。

[0069] 一种实现方式中,可以使用ARCGIS程序中的数据导出工具,可以在矢量道路数据中导出矢量线数据。

[0070] 一种实现方式中,可以使用ARCGIS程序对提取到的原始道路数据进行栅格化处理,使用数据管理工具中的渔网工具,根据道路数据的图层大小新建栅格,在像元高度和宽度处将矢量地图按照预设尺寸进行网格划分,即可得到包含多个网格区域的目标道路数据。预设尺寸可以由技术人员根据实际情况进行设置,在此不作限定,例如,预设尺寸可以为500m×500m,或者预设尺寸可以为100m×100m等等。

[0071] 在一个实施例中,原始道路数据包括字段属性为primary、secondary、tertiary、motorway、service的矢量线数据中的至少一种。

[0072] 在一个实施例中,步骤S102包括以下步骤:

[0073] 步骤一,新建目标车辆的个人地理数据库,在个人地理数据库中建立要素数据集并将目标道路数据导入,使用要素数据集新建拓扑规则,根据拓扑规则去除目标道路数据中的悬挂点和重叠数据,得到中间目标道路数据。

[0074] 步骤二,使用中间目标道路数据建立新的道路数据集得到道路交点数据,针对每一网格区域,根据道路交点数据所在的网格字段的不同,统计该网格区域内所包含的道路交点数目;

[0075] 步骤三,针对每一网格区域,计算该网格区域的角度阈值:

$$[0076] \quad \beta_i = 180^\circ - \frac{c_i}{\sum_1 c_i} \times \varphi \quad (i = 1, \dots, l) \quad \varphi = 30^\circ \quad (1)$$

[0077] 其中, β_i 为第i个网格区域的角度阈值, c_i 为第i个网格区域中所包含的道路交点数

目, φ 为基于固定角度压缩时角度阈值的取值, 1 为目标道路数据包含的网格区域的数目。

[0078] 在一个实施例中, 参见图2, 在图1的基础上步骤S103可以包括以下步骤:

[0079] S1031, 对目标车辆的行驶轨迹数据以预设频率进行采集, 得到原始行驶轨迹。

[0080] S1032, 针对原始行驶轨迹的每一轨迹点, 若该轨迹点为原始行驶轨迹的起始轨迹点或者结束轨迹点, 则将该轨迹点加入到缓存队列中进行缓存;

[0081] S1033, 针对原始行驶轨迹的每一轨迹点, 若该轨迹点为原始行驶轨迹的中间轨迹点, 则计算该中间轨迹点的偏转角度值。

[0082] S1034, 针对每一中间轨迹点, 将该中间轨迹点的偏转角度值与该中间轨迹点所在网格区域对应的角度阈值进行对比, 若满足偏转角度值大于角度阈值, 则将该中间轨迹点选取为候选点并加入到缓存队列中进行缓存, 得到缓存行驶轨迹, 否则, 将该中间轨迹点暂时保留, 在计算完下一个中间轨迹点的角度偏转角度值后丢弃。

[0083] S1035, 针对原始行驶轨迹的每一轨迹点, 若该轨迹点为原始行驶轨迹的结束轨迹点, 则获取缓存队列中保存的轨迹点, 组合得到缓存行驶轨迹。

[0084] 在一个实施例中, 步骤S1033中计算该中间轨迹点的偏转角度值具体为:

[0085] 步骤一, 计算该中间轨迹点 P_{cur} 与其前一个轨迹点 P_{pre} 和后一个轨迹点 P_{fol} 为顶点构成的三角形的边长:

$$\begin{aligned}
 C_{cur}^{pre} &= \sin(MLat_{pre}) * \sin(MLat_{cur}) * \cos(MLon_{pre} - MLon_{cur}) \\
 &+ \cos(MLat_{pre}) * \cos(MLat_{cur}) \\
 C_{cur}^{fol} &= \sin(MLat_{fol}) * \sin(MLat_{cur}) * \cos(MLon_{fol} - MLon_{cur}) \\
 &+ \cos(MLat_{fol}) * \cos(MLat_{cur}) \\
 C_{fol}^{pre} &= \sin(MLat_{pre}) * \sin(MLat_{fol}) * \cos(MLon_{pre} - MLon_{fol}) \\
 &+ \cos(MLat_{pre}) * \cos(MLat_{fol})
 \end{aligned} \tag{2}$$

[0087] 其中, C_{cur}^{pre} 、 C_{cur}^{fol} 和 C_{fol}^{pre} 分别为 P_{pre} 和 P_{cur} 、 P_{fol} 和 P_{cur} 以及 P_{pre} 和 P_{fol} 所构成三角形的边长, Lon_{pre} 和 Lat_{pre} 为 P_{pre} 的经度和纬度; Lon_{cur} 和 Lat_{cur} 为 P_{cur} 的经度和纬度; Lon_{fol} 和 Lat_{fol} 为 P_{fol} 的经度和纬度; $MLon_i$ 和 $MLat_i$ 代表经过转换的经纬度数据, i 为 pre , 或者 i 为 cur , 或者 i 为 fol , 经度为东经时取 $MLon_i = Lon_i$, 经度范围为西经时取 $MLat_i = -Lon_i$, 纬度范围为北纬 $MLon_i = 90 - Lon_i$, 纬度范围为南纬时取 $MLat_i = 90 + Lat_i$ 。

[0088] 步骤二, 计算 P_{cur} 与 P_{pre} 和 P_{fol} 之间的距离:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= R * \arccos(C_{cur}^{pre}) * \pi / 180 \\
 l_2 &= R * \arccos(C_{cur}^{fol}) * \pi / 180 \\
 l_3 &= R * \arccos(C_{fol}^{pre}) * \pi / 180
 \end{aligned} \tag{3}$$

[0090] 其中, l_1 代表 P_{pre} 和 P_{cur} 的距离; l_2 代表 P_{fol} 和 P_{cur} 的距离; l_3 代表 P_{pre} 和 P_{fol} 的距离; R 代表地球的平均半径。

[0091] 步骤三, 计算 P_{cur} 的偏转角度值 θ_k :

$$\theta_k = \arccos\left(\frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2 * l_1 * l_2}\right) \tag{4}$$

[0093] 一种实现方式中, 取 $R = 6371.004\text{km}$ 。

[0094] 在一个实施例中,步骤S104可以包括以下步骤:

[0095] 步骤一,针对所述缓存行驶轨迹中的每一轨迹点,计算偏转角度值与平角的差值:

$$[0096] \quad \partial_k = 180^\circ - \theta_k \quad (5)$$

[0097] 其中, ∂_k 代表当前点与平角的差值, θ_k 为该轨迹点的偏转角度值。

[0098] 步骤二,将连续的N个轨迹点的角度差值进行计算并累加:

$$[0099] \quad \partial_{sum} = \sum_1^N \partial_k \quad k = (1, \dots, N) \quad (6)$$

[0100] 步骤三,根据N值确定角度累积阈值 ∂ ,将 ∂_{sum} 与 ∂ 进行比较,若满足 $\partial_{sum} \geq \partial$,则将缓存行驶轨迹中的全部轨迹点存储,得到目标车辆压缩后的目标行驶轨迹,否则,将缓存行驶轨迹中的全部轨迹点进行1/2的等间隔采样,得到目标车辆压缩后的目标行驶轨迹。

[0101] 一种实现方式中,根据N值可以选取角度累积阈值 ∂ ,例如,当N=5时, $\partial=30^\circ$,当N=10时, $\partial=45^\circ$ 等等。

[0102] 一种实现方式中, ∂_k 反映当前轨迹点的偏转程度, ∂_k 越大表示当前车辆行驶中转弯的幅度也越大, ∂_{sum} 反映当前连续的N个轨迹点的偏转程度, ∂_{sum} 越大表示连续的N个轨迹点组成的轨迹的转弯的幅度也越大。当 $\partial_{sum} \geq \partial$,可以将该连续的N个轨迹点全部存储,有效地保留车辆转弯的轨迹数据,保留车辆行驶中的特征轨迹点,否则,连续的N个轨迹点组成的轨迹的转弯的幅度不大,即可对N个轨迹点进行1/2的等间隔采样,压缩轨迹数据,降低目标行驶轨迹的数据量。

[0103] 本发明的效果可通过下面仿真实验进一步说明。

[0104] 仿真实验条件:本发明的仿真实验平台为:处理器为Intel i7-9750 CPU,主频为2.6GHz,内存16GB。

[0105] 本发明的仿真实验的软件平台为:Windows 10系统,IntelliJ IDEA 2020.1.1和ArcMap 10.6。

[0106] 仿真所用的对比方法是Liu J,Li H,Yang Z在其发表的论文“Adaptive Douglas-Peucker Algorithm With Automatic Thresholding for AIS-Based Vessel Trajectory Compression”(IEEE Access,2019,7:150677-150692.)中提出的一种改进的DP算法。

[0107] 仿真实验的轨迹数据来自GeoLife GPS Trajectories的Geolife项目生产的182位用户于2007年04月至2012年08月期间的轨迹数据,记录了用户多种户外活动过程中所发生的移动信息,使用WGS 84坐标系。地图数据来自OSM地图提供的北京矢量地图数据,仿真过程中使用了轨迹数据集中编号030用户在2009年2月10日的轨迹数据,对行驶范围进行了500m×500m的网格划分,累积角度阈值设置为 $\partial=30^\circ$,缓冲队列长度N=5。

[0108] 仿真内容及其结果分析:

[0109] 仿真1,在上述仿真条件下,利用本发明和改进的DP算法分别对030号用户在2009年2月10日的轨迹数据进行轨迹压缩,结果如图3所示,其中:

[0110] 图3(a)表示改进的DP算法对轨迹数据压缩的结果;

[0111] 图3(b)表示本发明基于角度阈值自适应的轨迹压缩方法对轨迹数据压缩的结果。

[0112] 由图3可见,改进的DP算法基于全部的轨迹数据进行压缩,所获得的数据结果分布

均匀,本发明的压缩结果则在压缩结果保持均匀的同时有着更高的压缩效率,此外本发明在对数据压缩过程中,一次仅需要N个轨迹点数据即可运行,可以满足实时采集并压缩的需求,实现对轨迹的在线压缩,但改进的DP算法则需要一次获取完整轨迹,现有技术并不能满足在线压缩的需求因而会产生更多的传输和存储压力。

[0113] 仿真2,在上述仿真条件下,对本发明提出的缓存队列的作用进行了验证,结果如图4所示,其中:

[0114] 图4(a)表示不引入缓存队列的角度阈值自适应的轨迹压缩方法对轨迹数据的压缩结果;

[0115] 图4(b)表示本发明中引入缓存队列的角度阈值自适应的轨迹压缩方法对轨迹数据的压缩结果。

[0116] 由图4可见,在不引入缓存队列的方法对车辆轨迹在直行情况下的压缩结果表现较差,出现了连续且密集的近似直线的轨迹段,而本发明通过引入缓存队列,在保持算法复杂度不变的情况下提高了对直行路段处车辆轨迹的压缩效率。

[0117] 以上对本发明的一个实施例进行了详细说明,但所述内容仅为本发明的较佳实施例,不能被认为用于限定本发明的实施范围。凡依本发明申请范围所作的均等变化与改进等,均应仍归属于本发明的专利涵盖范围之内。

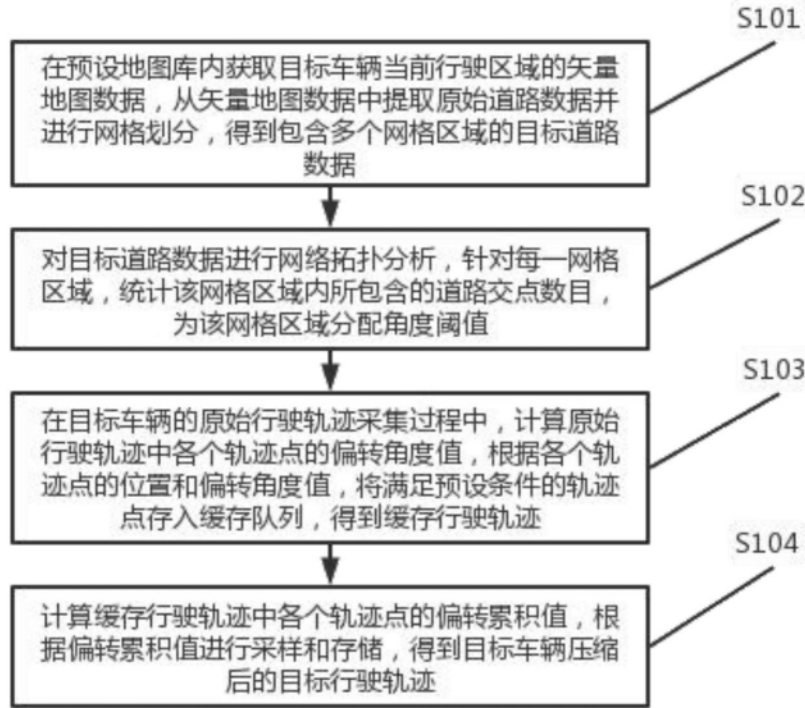


图1

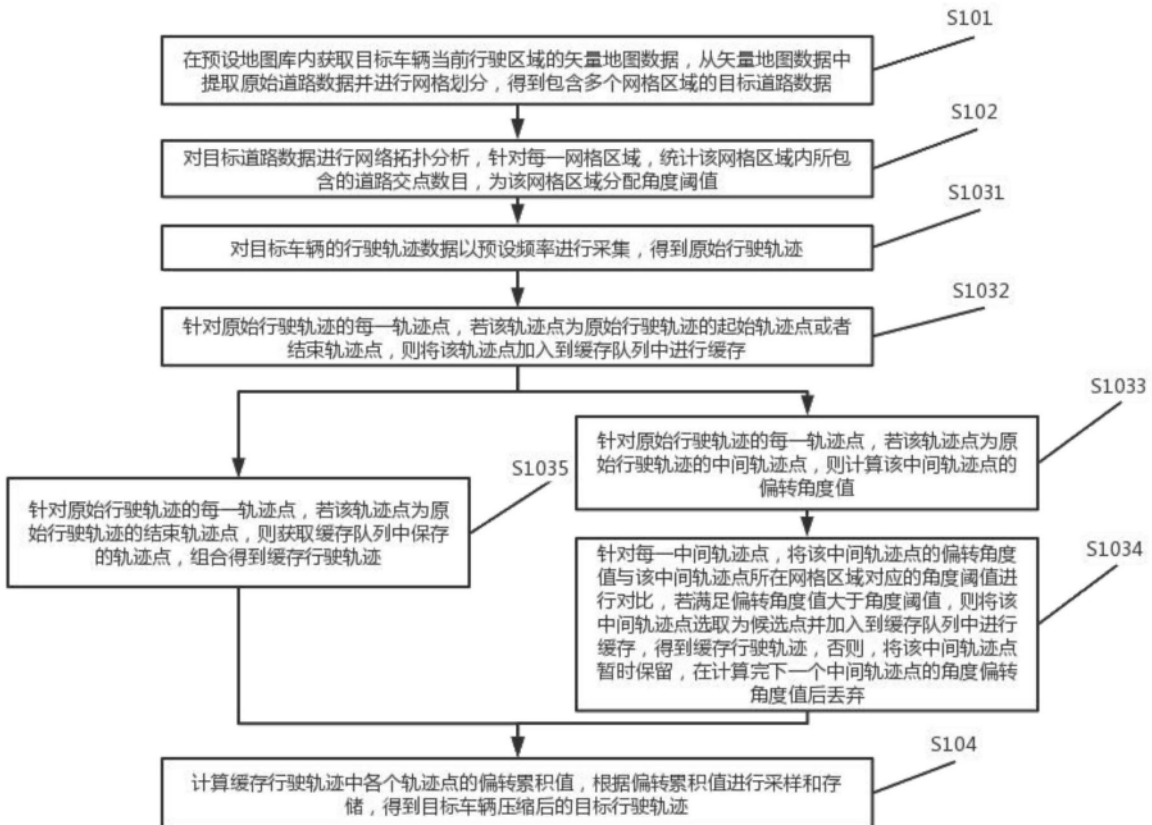


图2

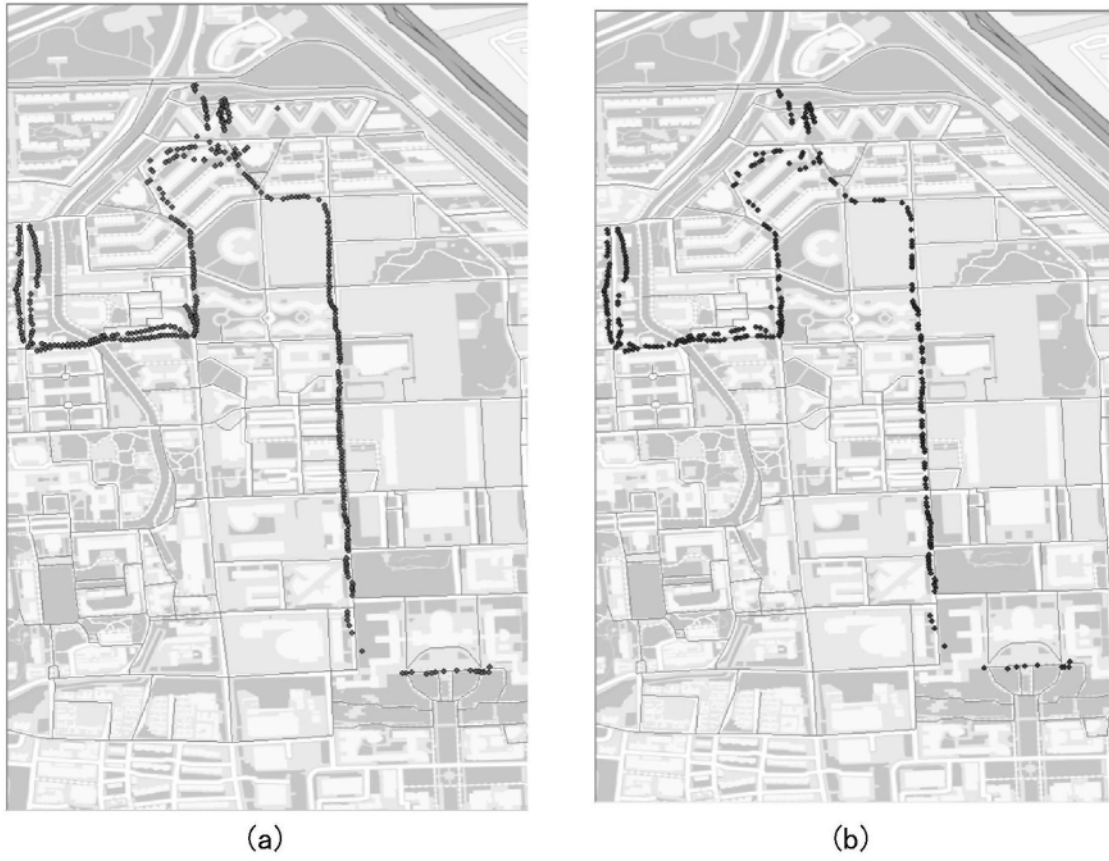


图4