

# 基于拐点判断法的 GPS 定位数据精简

徐 尽, 田胜利

(许昌学院计算机科学与技术学院, 许昌 461000)

**摘要:** 描述车辆轨迹描绘的特点, 分析逐点判断法及多点联合判断法的优缺点, 提出利用拐点判断法对轨迹进行描绘的方法。实测数据分析表明, 在保证轨迹恢复达到一定精度要求的前提下, 利用拐点对定位信息进行精简是可行的, 采用联合判断法比逐点判断法更准确、压缩比更高。

**关键词:** 拐点; 精度; 联合判断; 逐点判断; 压缩比

## GPS Location Data Reducing Based on Turning Point Judgment Method

XU Jin, TIAN Sheng-li

(College of Computer Science and Technology, Xuchang University, Xuchang 461000)

**【Abstract】** This paper describes the delineative characteristics of vehicle track, analyzes the advantages and disadvantages of point-by-point judgment method and combined judgment method, and presents the method of using turning point judgment to delineate the track. Analysis on measured data shows that it is feasible to simplify the location data with turning point, meanwhile combined judgment method is more accurate than point-by-point judgment method, and it has higher compression ratio.

**【Key words】** turning point; precision; combined judgment; point-by-point judgment; compression ratio

### 1 概述

对于直线的描绘, 只要知道该直线上任意 2 点的坐标即可, 如果还知道这条直线上其他点的坐标, 那这些坐标就是冗余信息。利用这个思想, 可以在保证车辆行驶轨迹恢复的前提下对定位数据进行合理的精简, 达到压缩数据量的目的。

虽然车辆的实际行驶路线会有各种情况, 但总可以把行驶轨迹分解成一段一段的直线, 把所有的直线按照时间顺序连接起来, 就是完整的车辆行驶轨迹<sup>[1]</sup>。因此, 只要能在车辆每次拐弯时及时做出判断, 并把拐点的位置信息发送回控制中心, 而对于其他定位点的位置信息不再进行传输, 控制中心在收到这些拐点的定位数据后, 把这些拐点在 GIS 系统上用直线连接, 就可以近似恢复出车辆的实际行驶轨迹。由于拐点的数量比实际接收到定位数据的定位点数量少很多, 因此可以使需要通过空中接口传输的定位数据量大大减少。通过改变拐点判断准则中的参数, 可以得到不同精度的轨迹恢复图。

### 2 拐点判断方法

(1) 逐点判断法: 逐个计算每一个点的拐弯角度, 并根据计算结果判断该点是否为拐点。计算每个点的拐弯角度只要知道该点的坐标、前一个点的坐标及后一个点的坐标即可<sup>[2]</sup>。

在 B 点发生拐弯的角度  $\alpha$  由直线 AB 和 BC 确定:

$\alpha = \beta - \gamma, 0^\circ \leq \beta \leq 360^\circ, 0^\circ \leq \gamma \leq 360^\circ$ , 其中,

$$\beta = \arctan\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) \quad \text{if } y_2 - y_1 > 0 \text{ and } x_2 - x_1 > 0$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) + 360 \quad \text{if } y_2 - y_1 < 0 \text{ and } x_2 - x_1 > 0$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) + 180 \quad \text{if } y_2 - y_1 > 0 \text{ and } x_2 - x_1 < 0$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) + 180 \quad \text{if } y_2 - y_1 < 0 \text{ and } x_2 - x_1 < 0$$

$\gamma$  的计算方法与  $\beta$  类似。

利用上述公式就可以计算出每个定位点的拐弯角度  $\alpha$ 。当  $|\alpha| > \theta$  ( $\theta$  为拐弯判断角) 时, 认为在该点发生拐弯, 将该点的坐标放入短消息等待发送; 如果  $|\alpha| < \theta$ , 则认为车辆直线行驶, 该点的坐标不传回控制中心<sup>[3]</sup>。但该方法有如下缺点: 拐点的判断是基于前后连续的 3 个定位点, 相邻 2 个点之间的间隔为 1 s, 如果车辆以较低速度通过曲率较小的缓弯时, 有可能每个点的拐弯角  $|\alpha|$  都小于  $\theta$ , 此时车辆实际正在拐弯, 但是终端不能及时判断, 为了解决这个问题, 本文对拐点的判断标准进行适当的修改, 引入了多点联合判断法。

(2) 多点联合判断法: 一次连续记录相邻  $n$  个点的坐标信息, 然后计算车辆在这  $n$  个点上的拐弯角度之和  $\alpha'(n)$ , 如果  $|\alpha'(n)| > \theta$ , 则认为发生拐弯, 否则, 认为车辆是直线行驶。

如图 1 所示, 当  $n=5$  时, 5 个连续点 A, B, C, D, E 的拐弯角度之和  $\alpha'(5)$  为  $\alpha'(5) = (\alpha_1 - \alpha_2) + (\alpha_2 - \alpha_3) + (\alpha_3 - \alpha_4) = \alpha_1 - \alpha_4, 0^\circ \leq \alpha_i \leq 360^\circ, 1 \leq i \leq 4$ , 其中,

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) \quad \text{if } y_{i+1} - y_i > 0 \text{ and } x_{i+1} - x_i > 0$$

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) + 360 \quad \text{if } y_{i+1} - y_i < 0 \text{ and } x_{i+1} - x_i > 0$$

**基金项目:** 河南省自然科学基金资助项目“基于 CDMA 无线终端的 GPS 定位数据分析处理”(2008B120009)

**作者简介:** 徐 尽(1974-), 男, 讲师、硕士, 主研方向: 人工智能; 田胜利, 讲师、硕士

**收稿日期:** 2009-08-30 **E-mail:** xcxj20046@sina.com

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) + 180 \quad \text{if } y_{i+1} - y_i > 0 \text{ and } x_{i+1} - x_i < 0$$

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) + 180 \quad \text{if } y_{i+1} - y_i < 0 \text{ and } x_{i+1} - x_i < 0$$

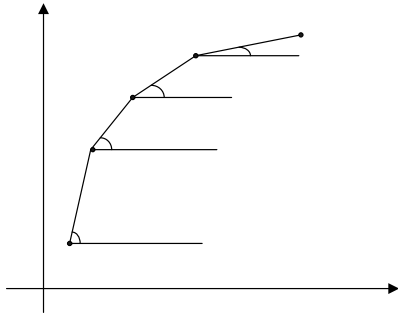


图 1 联合判断法拐弯角度的计算

多点联合判断法相对于逐点判断法具有如下优点：

(1)改进后的方法虽然比较的定位点数多了，但是计算的方法完全相同，并没有增加计算的复杂度。

(2)当车辆以较低的车速通过曲率较小的缓弯时，虽然每一个定位点的拐弯角度都没有超过  $\theta$ ，但是只要  $n$  个点的拐弯角度的累加超过  $\theta$ ，就判断为发生拐弯，从而解决了逐点判断法在车辆低速通过缓弯时不能及时判断的问题。

(3)对于直线行驶过程中的车辆变道，按照逐点判断法进行判断可能会误认为发生了拐弯，采用多点联合判断法后，由于车辆在变道过程中是先后向 2 个相反方向拐弯的，因此前后拐弯角度之和会正负抵消，从而不会被判断为拐弯，这样就减少了拐点的误判，进一步去除了轨迹描绘信息中的冗余信息，提高了数据压缩的效率。

### 3 拐点判断法的有效性验证

为了验证利用拐点的位置信息恢复车辆实际行驶轨迹的有效性，利用 PC 和 GPS 接收器进行了实地的原始定位数据采集，并把采集的数据在 PC 上分别用逐点判断法和联合判断法进行处理，再根据处理后的拐点定位数据进行轨迹恢复，对比使用这 2 种方法所恢复的行驶轨迹。

图 2 为郑州市地图，其中的粗线为实测时车辆的行车路线，全程车辆运行时间约 1 h 8 min，共采集定位数据 4 083 次（每秒 1 次）。

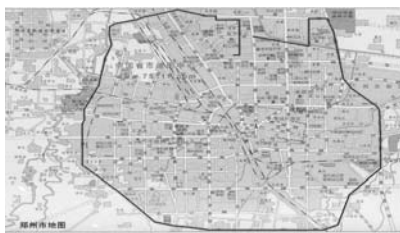


图 2 车辆实际行驶轨迹

为了尽可能地考虑到各种路况条件下拐点判断法对车辆行驶特点的适应性，选择了城市狭窄拥挤道路、城市宽阔道路以及高速公路 3 种道路。

为了验证 2 种拐点判断方法对缓弯的判断灵敏度，在行驶路线上专门选择了曲率比较小的拐弯路段。

在车辆行驶方式上，在局部路段上人为加入了一些变道，用来检验 2 种拐点判断法对变道处理的情况。

采用逐点判断法 ( $\theta = 4^\circ$ ) 对采集到的定位数据进行处理，共得到拐点 210 个，以这些拐点的经度为横坐标、纬度为纵

坐标，按照时间顺序逐点用直线进行连接，并适当调整横坐标和纵坐标的显示比例，得到的轨迹恢复轮廓如图 3 所示。

采用  $n=6, \theta=4^\circ$  的多点联合判断法对采集到的所有定位数据进行处理，得到拐点 179 个，利用相同的绘图方法得到的恢复轨迹轮廓图如图 4 所示。

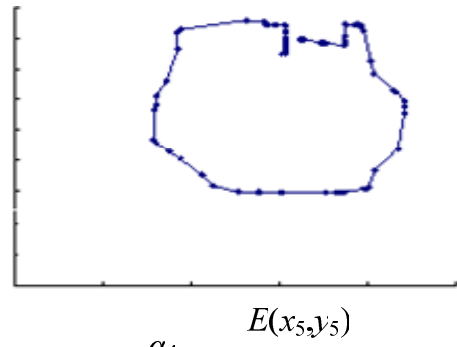


图 3 采用逐点判断法恢复的车辆行驶轨迹轮廓

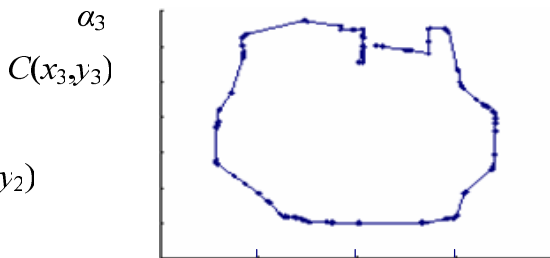


图 4 采用联合判断法恢复的车辆行驶轨迹轮廓

从图中可以看出，2 种通过拐点判断法恢复出的轨迹都基本保持了车辆实际行驶轨迹的轮廓，说明通过拐点来恢复车辆的实际行驶轨迹是完全可行的。但比较图 3 和图 4 可以看出，采用联合判断法，当汽车在曲率较小的路线上进行拐弯时，得到的拐点数量比逐点判断法得到的拐点数多，说明联合判断法对缓弯的判断比逐点判断法准确。虽然在缓弯上联合判断法得到的拐点数量更多，但总的拐点数比逐点判断法少，这是由于逐点判断法会把车辆在行驶过程中的变道判断为拐弯，而联合判断法成功地去掉了这些不必要的拐点。

通过上述实测数据分析可以看出，在保证轨迹恢复达到一定精度要求的前提下，利用拐点对定位信息进行精简的方法是可行的，同时，采用联合判断法比逐点判断法更准确、压缩比更高。在对本次采集到的定位数据使用  $n=6, \theta=4^\circ$  的联合判断法进行精简后，压缩比约为 20(4 083/179)，大大减少了需要通过无线蜂窝网传回控制中心的数据量。实际的压缩比会随着道路的复杂情况、车辆的行驶状况等有所改变。

选取不同的  $n$  和  $\theta$  对采样数据(共 4 083 个采样点)进行处理，处理结果如表 1 所示。可以看出，选择不同的  $n$  和  $\theta$ ，会得到不同精度的车辆行驶轨迹恢复图。

表 1 实测数据处理结果

$n$	拐点数量		
	$\theta=3^\circ$	$\theta=4^\circ$	$\theta=5^\circ$
3	306	210	140
4	292	198	144
5	268	187	140
6	235	179	137

(下转第 272 页)