

# 基于线性参考系统的轨道数据模型

张伟红

(昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

**摘要:** 通过建立一个公路网模型, 详细阐述了基于线性参考系统的轨道数据模型——节点-弧模型. 该模型所使用的关键点的定义方法和线性内插算法.

**关键词:** 线性参考系统 (LRS); 线性内插算法; 车辆运动模拟; 公路网模型

**中图分类号:** TP312 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2006)01-0012-03

## Trajectory Data Model Based on Linear Referencing System

ZHANG Weihong

(Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract** By setting a road network model as an example, an elaboration is made on the LRS-based trajectory data model—node-arc model, the method of defining key points and the linear interpolation algorithm.

**Key words** Linear Referencing System (LRS); linear interpolation method; vehicle movement simulation; highway network model

### 0 引言

随着定位技术和通讯技术的发展, 配有现代化的定位和通讯设备的交通工具 (通常指车辆) 的数量日益增加, 车辆被认为是提供交通研究的轨道数据的移动传感器. 轨道数据对交通的研究非常重要, 它常用来描述交通车辆的连续变化, 因此就需要建立合理的轨道数据模型. 建立轨道数据的模型过去有两种方法: 一个简单方法是记录所有点的位置及相应的时间. 这意味着所有的位置点都是用相同的频率收集的. 这种方法没有复杂的数据处理过程. 但随着交通车辆的数量日益增加, 要求更新的定位点数量和存储空间也将显著增加, 这将使轨道数据应用的转换效率大大降低. 另一种方法是仅仅记录关键点, 更新时只需更新关键点, 减少了位置点的更新率, 因此也减少通讯网络和数据库的负担. 但这种方法采用坐标系统为关键点提供空间参考, 轨道和潜在的公路网之间没有直接联系, 这样使得处理基本网络问题变得困难, 而这个问题对许多交通应用非常重要. 针对这些不足, 需要有一种新的轨道模型来解决.

### 1 线性参考系统 (LRS)

线性参考系统包括线性参考方法, 基础线性网络和线性分布事件 (包括设施). 所谓线性参考方法就是怎样确定线性分布事件在线性网络中的位置. 常用的线性参考方法有里程参考、分段参考、地址参考和观测点参考等. 线性参考方法的关键是线性量测方法, 其线性网络包括线性道路网和控制点集. 线性分布事件则是沿线性网络分布的设施或事件, 如桥梁、交通事故等<sup>[1]</sup>. 线性参考系统的一个特点是: 只有一个基础线性网络具有几何特征 (即空间坐标), 线性分布事件表达为属性, 但这些属性可以通过线性分段技术在地理信息系统中显示其空间位置 (即线性网络中的点或线段), 其条件是这些属性具备线性参考方法的基本要求.

收稿日期: 2005-03-28

作者简介: 张伟红 (1977~), 女, 在读硕士研究生. 主要研究方向: GIS 理论及其应用开发. E-mail: ynzwh@163.com

## 2 基于线性参考系统 (LRS)的轨道数据模型

基于线性参考系统的轨道数据模型虽然也基于关键点,但它具有以下特征:第一,它所使用的 LRS 利用空间参考提供的关键点使在车辆运动和潜在的公路网之间建立联系变得更容易;第二,车辆在有限的公路网内运动,轨道的几何特征也受到公路网的限制.因此,当选择关键点的时候,它不需要考虑运动方向的变化,只需考虑它所在的公路网部分的变化,后者的变化频率一般比前者要低.因此,数据更新率进一步减小.从这几点可以看出,该公路网模型在理论上优于先前的模型.

LRS最初是为保持与运输基础相关的信息的空间参考系统,如人行道质量、交通事故、功能等级、交通流动和行政区维修<sup>[2]</sup>.图 1 演示了 LRS 的构成和 LRS 与坐标系统之间的关系.一个 LRS 包括三个部分:公路网、已知位置和位置参考模型 (LRM)<sup>[2,3]</sup>.公路网作为 LRS 的重要部分,它是真实世界中交通系统在计算机中的表述,一个无处不在的公路网模型是节点-弧网络模型,其中节点代表公路交叉点,弧代表公路路段.已知位置点是一组地质点,它们有基于坐标系统或 LRS 的固定的空间参考,例如公路交叉点和里程碑. LRM 是一种利用公路网和从已知点到未知点之间的距离来确定未知点位置的方法,例如在图 1 中,未知点  $x$  的位置(轨道的一个关键点)能用一个 LRM 函数  $f(P, S, d)$  表示,它们的意思是一个未知点的位置离已知点  $P$  沿公路路段  $S$  测量的距离为  $d$ .目前已经开发了几种位置点参考方法,在本文中,主要利用节点-弧位置参考模型(图 1 中所示),这种方法把交叉点(节点)作为已知点.一个节点-弧 LRM 模型能用一个函数  $f(n, a, o)$  来表达.  $n$  代表节点,  $a$  代表弧段,  $o$  代表未知点离已知点的距离.

在传统的节点-弧模型中,弧作为一条线,经常代表公路的中心线.通过这种方法,一个基于平行的弧线的轨道空间参考能够被精确提供,而对于提供垂线方向的空间参考是不足的.根据这一点,在节点-弧模型中引进了车道一词.车道能够提供基于垂直方向参考,因此,LRM 也可以变为  $f(n, a, a, l)$ ,  $l$  代表车辆所在车道.在现实生活的公路网中,一条路段经常由一个或几个相同或相反方向的车道组成,它们平行于路段的中心线.车道和路段之间的关系是多对一的关系.为了确保这个关系,路段的定义要坚持以下的标准:一个路段必须在一个交叉点开始,在另一个交叉点结束,属于不同路段的车道只能在路段的端点处交叉;在一个路段,从它的一端到另一端车道数量保持相同,否则它将被分成两个路段.代表一个路段的多元组包括至少四个元素:

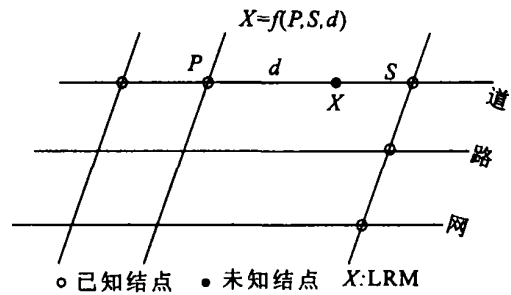


图1 线性参考系统的组成  
Fig.1 Composition of LRS

$\langle a, n_1, n_2, l \rangle$ , 这里  $a$  指它的中心线,  $n_1$  和  $n_2$  是指与它直接相连的两个端点,  $l$  指属于该路段的车道数.

用定位装置采集数据之后,代表二维 (2D) 或三维 (3D) 的位置点坐标 (如  $\langle x, y, z \rangle$ ) 需要被转换成用 LRM 作参考的 LRS 点.这个转换过程用地图匹配算法<sup>[4,5]</sup>来实现,如图 2 中的  $S_1, S_2$  很容易用这种匹配算法来实现.这个算法能将轨道与相应的路段或车道相配合.然而,当位置点接近一些难以区分 (或交叉或重合) 的区域时这种恰当配合是很难实现的.例如,图 2 中公路立交区的某些重合段,它们就很难具体划分所在轨道.由于这个原因,定义了一个区域 (我们暂时叫它模糊区域) (如图 2), 如果一个位置点落在这个区域内,地图匹配算法将忽略这个车辆正在行进的该路段,只是简单地用交叉路段与之相匹配.这些交叉点由模糊区域与路段中心线相交而得到.

## 3 关键点与线性内插算法

在这种数据模型中的关键点可以用一个多元组:  $\langle t, v, a, n, o, l \rangle$  来表示.其中  $t$  和  $v$  指这个关键点采集的时间和车辆的即时速度.  $a, n, o$  和  $l$  中,  $o$  具有单独的性质,也即它是随时间在变化的,而其它几个在一个公路段内可以是不变的,也可以说是其余的在 LRM 中具有共性.偏移量用“+ / -”表示,意味着车辆正在关键点的正负方向上运动 (“+”表示车辆从始点进入潜在的公路路段而从终点离开它,“-”表

示车辆从终点进入潜在的公路路段而从始点离开它)。

根据前面定义的多元组, 从位置选择关键点的标准包括移动速度和公路网的变化 (如  $a, n$  和  $l$ ), 由于由定位装置等引起的误差, 在这将忽略车道的变化. 因为弧和节点是 LRM 的参数, 它们的变化被认为是同时的. 另外, 不同的 LRM S 将应用位置点来判断它是否在模糊区域内. 基于以上的分析, 下面定义了三种类型的关键点.

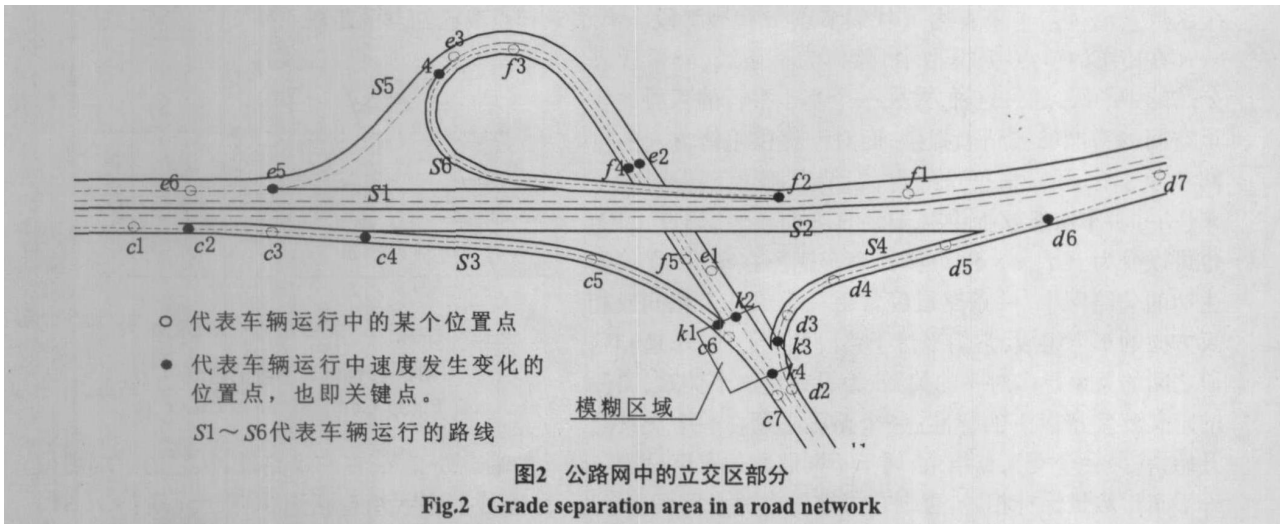
$p_1$  表示一个关键点,  $p_2$  是  $p_1$  后的另一个位置点,  $v_1, a_1, n_1$  分别表示  $p_1$  点的速度、弧长和节点,  $v_2, a_2, n_2$  分别表示  $p_2$  点的速度、弧长和节点.

1) 假定两个关键点的速度之差的绝对值的限值为  $v_0$  如果  $|v_1 - v_2| > v_0$  而  $a_1 = a_2$  且  $p_1$  和  $p_2$  都不在模糊区域内, 则  $p_2$  就是一个  $a$  类型关键点. 如图 2 中的  $c_5$

2) 如果  $p_1$  是一个关键点且不在模糊区域内,  $p_2$  是  $p_1$  后进入模糊区域的第一个位置点, 于是  $p_2$  就是一个  $b$  类型关键点. 如图 2 中的  $c_6$

3) 如果  $p_1$  是一个  $b$  类型的关键点,  $p_2$  是  $p_1$  后从模糊区域离开的第一个位置点, 于是  $p_2$  就是一个  $c$  类型关键点. 如图 2 中的  $c_7$

$a$  类型关键点能描述一个轨道的速度变化, 而  $b$  和  $c$  类型的关键点的行进路线便于为进入数据库建立轨道索引. 因此,  $a, c$  类型的关键点不在模糊区域内, 它们能用通常的 LRM, 如  $\langle a, n, a, l \rangle$  表示. 对于  $b$  类型的关键点, 它在模糊区域内,  $a$  和  $l$  被忽略,  $o = 0, n$  表示定义的模糊区域.



线性内插算法是通过计算任意时刻点的位置来存储来自离散关键点的一个连续轨道. 假设  $p_1(t_1, v_1, a_1, n_1, o_1, l_1)$  和  $p_2(t_2, v_2, a_2, n_2, o_2, l_2)$  是车辆  $a$  的一条轨道的两个连续关键点, 若要找到任意时刻  $t_x$  的车辆位置, 且  $t_1 < t_x < t_2$  就相当于在轨道中找到一个点  $p_x(t_x, v_x, a_x, n_x, o_x, l_x)$  的位置. 由于  $p_1$  和  $p_2$  可能是任意类型的关键点, 用线性内插算法可以列出以下 6 种情况:

- 1) 若  $p_1$  和  $p_2$  是  $a$  类型的关键点, 则  $v_x = v_1, a_x = a_1, n_x = n_1, o_x = (t_x - t_1)^* v_x, l_x = l_1$ ;
- 2) 若  $p_1$  是  $a$  类型的关键点,  $p_2$  是  $b$  类型的关键点, 则  $v_x = v_1, a_x = a_1, n_x = n_1, o_x = (t_x - t_1)^* v_x, k = l_1$ ;
- 3) 若  $p_1$  和  $p_2$  都是  $b$  类型的关键点, 它们都在模糊区域内, 则  $o_x = 0$  其他项被忽略;
- 4) 若  $p_1$  是  $b$  类型的关键点,  $p_2$  一定是  $c$  类型的关键点,  $a_x = a_1, o_x = 0$  其他项被忽略;
- 5) 若  $p_1$  是  $c$  类型的关键点,  $p_2$  是  $a$  类型的关键点, 则有  $v_x = v_1, a_x = a_1, n_x = n_1, o_x = (t_x - t_1)^* v_x, k = l_1$ ;
- 6) 若  $p_1$  是  $c$  类型的关键点,  $p_2$  是  $b$  类型的关键点, 则有  $v_x = v_1, a_x = a_1, n_x = n_1, o_x = (t_x - t_1)^* v_x, k = l_1$

(下转第 18 页)

## 2.6 使用性能

经过改性的  $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$  纳米粉体分散性较好, 这可能会提高它对紫外线的吸收能力. 因为当  $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$  由于分散性差而形成较大的团聚体时, 就会减弱甚至失去对紫外线的吸收能力. 此外, 经过改性的  $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$  纳米粉体由极性变为非极性, 故不能吸收水分在表面形成  $=\text{Ti}(\text{OH})_2$ . 当受到能量大于禁带宽度的光照射时, 不易产生强还原性的导电电子和强氧化性的价带空穴, 光催化活性降低. 可作为优良的紫外吸收剂添加在化妆品、塑料中.

## 3 结论

1) 用微波制得十二烷基苯磺酸和硬脂酸表面修饰的  $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$  纳米粉体, 通过拉曼光谱分析证实了粒子表面有机层的存在;

2) 采用该方法对纳米  $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$  粉体的改性是非常有效的, 可以改善纳米粉体的流动性、亲油性, 提高纳米粉体在有机试剂中的分散性.

## 参考文献:

- [1] 刘畅, 暴宁钟, 杨祝红, 等. 过渡金属离子掺杂改性  $\text{TiO}_2$  的光催化性能研究进展 [J]. 催化学报, 2001, 22(2): 215~218
- [2] 于向阳, 程继健. 铁、铬离子掺杂对  $\text{TiO}_2$  薄膜光催化活性的影响 [J]. 无机材料学报, 2001, 16(4): 742~746
- [3] CHOI W, TERM N A, HOFFMAN M R. The role of metal ion dopants in quantum-sized  $\text{TiO}_2$ : correlation between photoreactivity and charge carrier recombination dynamics [J]. J Phys Chem., 1994, 98: 13669~13697
- [4] PARK H K, MOON Y T. Formation of monodisperse spherical  $\text{TiO}_2$  powders by thermal hydrolysis of  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$  [J]. J Am Ceram. Soc., 1996, 79(10): 2727~2732
- [5] 张治军, 薛群基, 张军, 等. 脂肪酸修饰金属氧化物或氢氧化物的纳米微粉及制备方法 [P]. 中国专利 - CN1180079A, 1998-04-28
- [6] 艾德生, 李庆丰, 戴遐明, 等. 用透高度法测定粉体的湿润接触角 [J]. 理化检验(物理分册), 2001, 37(3): 110~112

(上接第 14 页)

## 4 结语

基于 LRS 开发的轨道数据模型, 利用交通仿真系统 (VSSM) 可以很容易看到它的优点. 它不仅在轨道与公路网之间建立了联系, 使处理基本网络问题变得容易, 而且只采集关键点, 使数据量大大减少, 数据转换和更新的频率也大大降低. 线性参考系统是交通信息系统研究中位置参考系统的最佳选择.

## 参考文献:

- [1] 桂智明, 晏磊, 等. 线性参考系统和动态分段在 GIS-T 中的应用 [J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(9): 208~209
- [2] MILLER H, MILLER S L. Geographic Information Systems for Transportation: Principles and Applications [M]. New York: Oxford University Press, Shaw, 2001.
- [3] NYERGES TL. Locational Referencing and Highway Segmentation in a Geographic Information Systems [J]. ITE Journal, 1990, 60(3): 27~31
- [4] 周培德, 付梦印. 地图匹配的新算法 [J]. 北京理工大学学报, 2004, 24(3): 238~240
- [5] 王仁礼, 陈天泽, 王冬红. 智能型地图匹配综合算法的研究 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003, 15(11): 1443~1447.