

应用交通仿真软件 PARAMICS 验证交通分配模型

胡明伟, 史其信

(清华大学 交通研究所, 北京 100084)

[摘要] 为了考察交通分配模型能够在多大程度上反映现实的交通状况,需要对交通分配模型进行验证,本文阐述了利用微观交通仿真软件 PARAMICS 对交通分配模型进行验证的研究思路。通过建模工具 Modeller 提供的图形界面,研究者不但能够非常直观地观察交通分配模型的效果,而且可以利用其分析工具 Analyser 对结果全面分析。因此 PARAMICS 是一个验证交通分配模型性能优良的平台。

[关键词] 交通分配; 微观交通仿真; 验证

[中图分类号] U495 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1205(2003)02-0001-03

Validation of Traffic Assignment Models Using Traffic Simulation Software PARAMICS

HU Ming-wei, SHI Qi-xin

(Institute of Transportation Engineering, Tsinghua University, Beijing, 10084, P. R. China)

[Abstract] Validation of traffic assignment models is required to examine whether these models conform to real traffic. Microscopic traffic simulation software, PARAMICS, was used as a tool to validate traffic assignment models in this study. It was found that not only the effects of the models can be visualized through the GUI of Modeller, but also their results can be analyzed through the Analyser comprehensively. Thus, PARAMICS can serve as an excellent platform for validating traffic assignment models.

[Key word] traffic assignment; microscopic traffic simulation; validation

交通分配是将 OD 交通量按照一定的规则符合实际地分配到道路网中的各条道路上,并求出各条道路的交通流量。一般的道路网中,起点(O点)与终点(D点)之间和很多条道路,如何将 OD 交通量正确合理地分配到 O 点与 D 点之间的各条道路上即是交通分配模型要解决的问题。交通分配模型很多,如全有-全无分配、随机分配、动态分配等,近年来,智能交通系统研究和应用的迅速发展进一步促进了动态交通分配模型的研究。许多研究者从不同的角度提出了各种交通分配模型,然而对交通分配模型进行验证的研究还不多,这些模型的效果如何,能够在多大程度上贴近现实交通成为一个值得关注的问题。本文不打算在交通分配模型本身作深入探讨,而主要阐述运用微观交通仿真软件 PARAMICS 对交通分配模型进行验证的研究思路。

1 微观交通仿真软件 PARAMICS

1.1 微观交通仿真模型

依据对交通系统描述的细节程度,交通仿真模型可以划分为宏观(Macroscopic)、微观(Microscopic)、准微观(Mesososcopic)3种。微观交通仿真模型(Micro-Simulation Models)非常细致地描述系统实体和它们之间相互作用。例如,微观水平的车道变换不仅涉及到当前车道中本车对前车的跟车定律,而且涉及到目标车道的假定前车和后跟车的跟车定律,还有精细的驾驶员决策行为模拟,甚至整个车道变换的操纵过程也能被模拟出来。微观交通仿真模型特别适合于在计算机上精确再现路网上的实际交通状况,它基本上由两大部分组成,一部分是路网几何形状的精确定义,包括信号灯、检测器、可变信息

[收稿日期] 2003-01-10

[作者简介] 胡明伟(1972-),男,湖南衡阳人,博士研究生,主要从事高性能微观交通仿真、智能运输系统评价方法和交通管理与信息系统研究。

标示等交通设施。另外一部分是每辆车动态交通行为的精确模拟,这种模拟要考虑驾驶员的行为并根据车型加以区分。

1.2 PARAMICS 介绍

PARAMICS 是 PARAllel MICroscopic Simulator 的简称,意为并行微观仿真软件。PARAMICS 源于欧洲共同体 Drive -I 计划下属的 IMAURO 项目,以及爱丁堡并行计算中心和英国交通部合作的 LINK -TIO 项目。在这两个项目研究成果的基础上,Quadstone 公司于 1993 年和 1994 年与英国工商部合作完成了 PARAMICS 向商业化软件的初步转型,目前已经发展到 3.0 版。PARAMICS 为交通工程师和研究人员提供了一个崭新的计算工具来理解、模拟和分析实际的道路交通状况。PARAMICS 具有实时动态的三维可视化用户界面,对单一车辆进行微观处理的能力,多用户并行计算支持,以及功能强大的应用程序接口。PARAMICS 能够适应各种规模的路网,从单节点到全国规模的路网,能支持 100 万个节点,400 万个路段,32 000 个区域。

PARAMICS 由 5 个主要工具模块组成,分别是 Modeller、Processor、Analyser、Programmer 和 Monitor 其中 Modeller 是整个系统的核心,以下是各部分的简介。

Modeller。提供建立交通路网、三维交通仿真和统计数据输出等三大功能。所有这些功能均支持直观的图形用户界面。Modeller 的功能涵盖了实际交通路网的各个方面,包括:混合的城市路网和高速路路网、先进的交通信号控制、环形交叉口、左行和右行道路、公共交通、停车场、事故以及重型车和高容量车车道。Modeller 既可以精确模拟单个车辆在复杂、拥挤的交通路网中的运行,又能对整体交通状况进行宏观把握。

processor。允许研究者用批处理的方式进行仿真计算,并得到统计数据输出。Procissor 提供图形用户界面以设定仿真参数、选择输出数据和改变车辆特征。由于用批处理的方式进行仿真计算不显示仿真过程车辆的位置和路网,因此大大加快了仿真的速度。Procissor 输出的仿真结果与 Modeller 的输出结果是相同的,但是需要的运算时间较少。

Analyser。用于显示由 Modeller 或 Processor 的仿真过程的统计结果。它采用灵活易用的图形用户界面将仿真过程中的各种结果进行可视化的输出,例如车辆行驶路线、路段交通流量、最大车队长度、交通密度、速度和延迟、以及服务水平参数等。

除了可视化输出,Analyser 也提供直接的数字输出或将数据存为文本文件以备进一步的应用。另外,Analyser 还包括了一个专门的 Excel 向导用于过滤大量的数据并直接输出不同仿真过程的比较结果和统计指标。

Programmer。为研究者提供了基于 C++ 的应用程序接口(API)。应用程序接口使 PARAMICS 具备更强的可移植性和扩充性。例如,PARAMICS 实际上基于英国的驾驶规则和车辆特性,当用于其他国家和地区时,需要研究者编制适当的 API 程序使之适应当地需要。研究者也可以利用 API 扩充 PARAMICS 的功能,通过加入 API 程序模块以设计和测试特殊的交通控制和管理策略。

Monitor。是利用 Programmer 开发的 API 模块,它可以跟踪计算仿真的交通路网中所有车辆尾气排放的数量,并在交通仿真过程中进行可视化的显示。尾气水平数据每隔一定时间写入指定的统计文件保存。

2 研究思路

用 PARAMICS 交通仿真工具验证交通分配模型有两种方法,一种是利用 PARAMICS 本身提供的交通分配算法进行组合,另一种是利用 PARAMICS 的 Programmer 提供的 API,现分别阐述如下:

2.1 用 PARAMICS 提供的交通分配算法

PARAMICS 提供三种交通分配算法,即全有全无分配(All-or-nothing assignment)、随机分配(Stochastic assignment)和动态反馈分配(Dynamic feedback assignment),用户通过对三种分配进行组合实现灵活的交通分配模型。

全有全无分配认为同一组 OD 的所有驾驶员都选择相同的路线,而且所有路段的走行时间都是不随路段上交通流量的大小而变化的常数。

随机分配试图解释出行费用(或驾驶员感觉的出行费用)的变化,它假设在预先定义的范围,每条路段的感觉出行费用是随机变化的。

动态反馈分配假设当前的交通信息能够反馈给驾驶员,此时熟悉路网的驾驶员就能够重新确定驾驶路线,这是因为 PARAMICS 自身按照一定的周期采集当前实时的交通信息计算最短路径。

2.2 利用 Programmer 提供的 API

复杂的交通分配模型用 2.1 中的方法可能还不够,这时就需要用到 Programmer。PARAMICS 的 Programmer 使得研究者可以按照自己的意愿定制交通

仿真的许多方面,研究者通过 Programmer 提供的应用程序接口 (Application Programming Interface, 简称 API) 将特定的交通分配模型编制成 "Plugin", PARAMICS 运行时将会用该 "Plugin" 定义的分配算法覆盖软件中原有的分配算法。API 提供了主要包括三类函数,分别介绍如下:

Override 控制函数。Override 控制函数是 PARAMICS 标准仿真模型的一部分,如果用户在一个 Plugin 中定义了一个 Override 控制函数,它就取代了 PARAMICS 内部默认的函数。Override 控制函数只能在一个 Plugin 中定义。

Overload 控制函数。Overload 控制函数用于在 PARAMICS 仿真循环中加入额外的代码,Overload 控制函数可以在一个以上的 Plugin 定义,PARAMICS 将会按顺序调用。

Callback 函数。Callback 函数主要用于返回当前车辆和环境的属性信息,Callback 函数也能对特定的路网属性设置新值。

3 实例研究

下面通过实例说明如何用 PARAMICS 验证全无分配、随机分配和动态反馈分配,路网,见图 1,它包括 7 个区、3 个信号灯控制路口、2 个转弯限制路口和公交车站等,仿真的车辆类型有小汽车、公交车和货车,驾驶员中对路网熟悉和不熟悉的各占 50%,熟悉路网的驾驶员喜欢选择次干道 (minor),不熟悉路网的驾驶员喜欢选择主干道 (major)。首先利用 Modeller 提供的多种工具观察交通分配的结果是否与经验和预计相符,然后利用 Analyser 对 Modeller 的运行结果进一步分析。

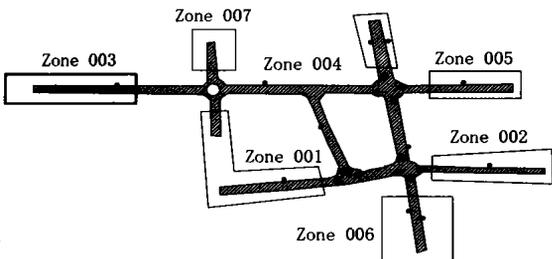


图 1 实例研究所采用的路网
Figure 1 Road network in the case study

3.1 全无分配

运行 Modeller 表明,当路网中所有的路段都是主干道时,熟悉路网的驾驶员和不熟悉路网的驾

驶员选择的路线是一样的,从 Zone 6 到 Zone 3 的路线如图 2 所示,并且注意到目的地是 Zone 3 的车辆不过路段 A。如果路段 B 改为次干道,这时两类驾驶员的路线将不同。以从 Zone 6 到 Zone 3 的路线为例,不熟悉路网的驾驶员的路线如图 3,熟悉路网的驾驶员的路线如图 2。利用 PARAMICS 提供的工具可以发现目的地是 Zone 3,出发地是 Zone 2 和 Zone 6 不熟悉路网的驾驶员都经过包括路段 A 在内的主干道。

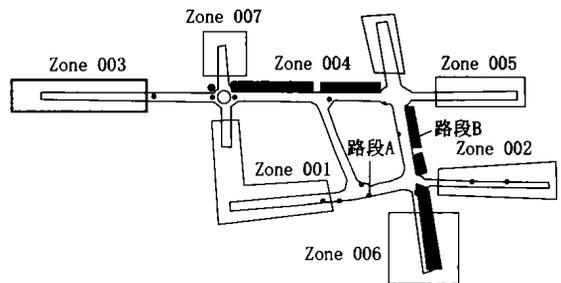


图 2 Zone 6 到 Zone 3 熟悉路网的驾驶员路线
Figure 2 Routes for familiar drivers from zone 6 to zone 3

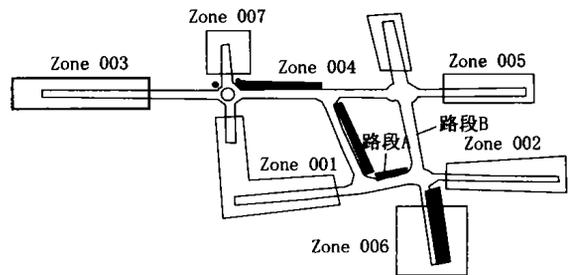


图 3 Zone 6 到 Zone 3 不熟悉路网的驾驶员路线
Figure 3 Routes for unfamiliar drivers from zone 6 to zone 3

3.2 随机分配

当路网中所有的路段都是主干道时,仍然观察目的地是 Zone 3 的车辆,发现利用路段 A 的既有熟悉也有不熟悉路网的驾驶员。而且即使车辆的特性相同,从同样的起点到终点,不同的驾驶员选择不同的路线,这恰恰体现了路段的费用在一定范围内随机变化。

3.3 动态反馈分配

当路网中所有的路段都是主干道时,仍然观察目的地是 Zone 3 的车辆,如果设定动态反馈的周期是 120 s,在起始的 120 s 内没有车辆使用路段 A。随着交通仿真的进行,旅行费用以 120 s 为周期重新计算,发现许多车辆开始利用路段 A,选择几辆利用路

(下转第 7 页)

入矩阵的各天平均交通流量之间的波动系数很小,值分布在 0.01~0.04 之间;

不同周的同一“星期几”之间的交通流分布情况具有相似性,其相似系数 S 在 0.94~0.97 之间,并且从选入矩阵的各天平均交通流量之间的波动系数值分布在 0.01~0.03 之间可以说明,其在交通流量的绝对值上也具有相似性。

4 交通信息相似性应用分析

由实验数据分析结果可以得出,单点城市交通流量信息在时间轴上具有相似性,它可以应用于交通信息的存储、数据融合及其他信息处理过程中,用于交通系统海量信息的有效组织与处理。下面将提出并分析两类可能的应用:

a. 数据存储。“相似性”的存在使得生物遗传思想可用于交通信息的存储以达到减小存储量的目的。利用一个具有交通流量信息共性的“特征量”(可看作生物进化中的“遗传”特征),并保存必要的、偏离此“特征量”的个性化信息(可看作生物进化中的“变异”过程)进行数据存储。该数据压缩方法将有效的去除原始数据的冗余信息,并可在一定误差范围之内实现数据的有偏恢复。

b. 交通事故检测。由于交通信息在时间轴上具有相似性,当一个交通流时间序列与历史数据对比出现明显偏离的时候,该“信息突变”过程即可判定为出现交通事故。若可验证同类交通事故情况下的交通信息同样具有相似性,则通过信息比较分析

可进一步判定“信息突变”过程的交通事故类型。

5 结论

交通信息系统的庞大和复杂,要求用新的信息技术集成到 ITS 中以高效快速地完成信息的处理和利用。本文验证了交通流单点流量信息在时间轴上的相似性的存在,体现为工作日之间或休息日之间的交通流分布则具有相似性,以及不同周的同一“星期几”之间的交通流分布情况具有相似性。该相似性的存在,亦表明交通信息具有类似于生物遗传的特性,从而说明了生物信息技术在交通信息的融合、存储和处理中的应用是可行的,并将具有广阔的前景。

[参考文献]

- [1] Institute of Transportation Engineers & U. S. Department of Transportation ITS joint Program Office [J]. National ITS Architecture-The Concept. ITE Journal, 1999, (5): 9 - 12.
- [2] E. U. ITS Architecture [EB/OL]. <http://www.trentel.org>.
- [3] J. Ren, Y. Zhang D. Hu. An Architecture for ITS Information Application Systems [J]. 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings, 996 - 1001.
- [4] Japan National ITS Architecture [EB/OL]. <http://www.vertis.or.jp>.
- [5] D. J. Dailey, D. F. Meyers. A Self-Describing Data Transfer Methodology for ITS Applications [J]. 1997 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings, 464 - 471.
- [6] Y. Zhang, J. Zhou. Analysis of Biologic Heredity in ITS Information Fusion and Application. Proceeding of The 8th World Congress for ITS. Paper No. ITS00295 [M/CD], 2001.

(上接第 3 页)

段 A 的重新确定路线的车辆,发现驾驶员都是熟悉路网的,这是因为 PARAMICS 假定熟悉路网的驾驶员的路线才受到动态反馈的影响,当然也可改变这种默认状态,使得熟悉和不熟悉路网的驾驶员的路线都受到动态反馈的影响。

4 结论

本文叙述了应用交通仿真软件 PARAMICS 验证交通分配模型的思路,并通过实例,用 PARAMICS 微观交通仿真软件对全无分配、随机分配和动态反馈分配模型进行了验证。利用 PARAMICS 提供的图形界面,研究者不但能够非常直观观察交通分配模型

的效果,而且可以利用其分析工具 Analyser 对结果全面分析。因此 PARAMICS 提供了一个验证交通分配模型性能优良的平台。

[参考文献]

- [1] 胡明伟,史其信.支持 ITS 影响评价的交通仿真模型研究[J].北京:公路交通科技,2001,18(6):73 - 77.
- [2] 胡明伟,史其信.微观交通仿真模型的现状和展望[A].中国交通研究与探索[C].北京:中国民航出版社,2001.
- [3] 陆化普.交通规划理论与方法[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [4] Paramics Modeller V3.0 User Guide. Quadstone Limited [M], Edinburgh, UK, 2000.