

一种中转换乘航线网实用化建模方法研究*

杨淮清¹,周丽霞²

(1.沈阳工业大学 信息科学与工程学院,辽宁 沈阳 110870;

2.沈阳工业大学 研究生院,辽宁 沈阳 110870)

摘要: 航空旅行的某些独到优势是铁路、公路与水运所不具备的,但如何最大限度地将其发挥出来往往却异常艰难。结合民航建模基本特性和面临难题剖析,比较系统、全面地论述了不同出行方式的模型联接、地域广阔性与信息庞杂性消解、时变与非精确表示,以及机器学习等的求解策略,同时给出了实验系统建造的若干技术细节解决思路。

关键词: 环境建模;民航网建模;航空旅行

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)18-0079-04

Research on a method of airline network modeling

Yang Huaqing¹, Zhou Lixia²

(1. Institute of Information Science and Technology, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China;

2. Graduate Faculty, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China)

Abstract: Aviation's own advantages that railway, highway and water transport does not have. It is hard to make it maximum play out. Through basic characteristics of civil aviation modeling and its application problems analysis, the paper completely and systematically discusses to solve strategy on the different ways of travel model relation, regional vast, disorderly informations representation, temporal logic, inaccurate representation and machine learning. At the same time, the thesis gives some technical details of the solution when the experimental system building.

Key words: environment modeling; civil aviation nets modeling; air travel

民用航空运输业早已发展成为国民经济与人们社会交往的重要纽带,它不但同铁路、公路、水运和城市交通一起构成了缺一不可的有机体,而且还不断地显露出自己诸多独到优势。其拥有的舒适、迅捷与地域覆盖广泛等特性,使得一些发达国家航空客运量长期占据着总运量的半壁河山,甚至更多^[1]。不过,民航在带给人们便利的同时,也经常使出行者产生某些困扰,尤其在对航班、航线、航空公司,以及换乘地点不十分熟悉时,如何依照自身追求最佳安排出行计划即表现得困难重重。

民航建模是其他模块顺利展示性能的基础,也是最终构建系统能否被社会普遍接受的先决条件。欲意满意地解决民航出行路线与中转换乘规划问题,首先必须高效、妥善地处理民航环境中面临的众多不同信息、数据与参数建模。其次,怎样准确、严密、恰当地反映随季

节、国际时局动荡引发的某些时变、信息非完备,及其频繁发生的航班时间波动不确定性给出行带来的干扰需予以全面顾及^[2]。最后,如何将人们求解此类问题所积累的大量经验、常识提炼出来且建成知识库,并藉此不断地完善、改进、充实模型亦很重要。所有这些都是民航建模当中必须认真对待的关键要素,也是本文对应课题的研究重点。

1 民航网建模面临难题与消解对策

民航建模同铁路、公路、水运、城市交通与机器人环境建模有许多联系和相似之处,但受囿于本身特性限制,又经常表现出极其明显的差异性,于是惟有探寻更加合适的对策方可获得预期效果。概括起来,航空建模面临的难题主要集中在下列几个方面:

(1) 不同出行方式间的紧密联系

* 基金项目:辽宁省教育厅资助课题(2008500)

技术与方法 Technique and Method

民航虽具不少个性化优势,但事实上只有充分采纳各种交通方式的强项而达到互补弱势,才有望真正创建功能齐全、方便的交通体系。现今,机场(特别是大型国际机场)通常并非建在市内,必然面对如何前往或离开机场的问题。对此,一则借助公交、班车,另则依靠自有车辆或其他方式解决。不管实际选取何种途径,全部需要寻求别类出行模式协助。于是,如何实现民航同周边交通模式无缝隙衔接便成为突出问题,关于该难题,课题借用特征、广义拓扑、空间形态样本建模和知识利用等,谋求在模型级别就予以解决。其中,建立于洲际、行政隶属基础上的地理编码,在此就担负起连接各种交通方式的桥梁与纽带的作用。

(2) 地域广阔与信息庞杂

民航有别于其他交通模式的显著特征就是地域覆盖极度广阔,几乎能够抵达世界各个角落,这就对系统建造难度、使用性能指标等形成巨大挑战。尽管公路、铁路和水运也多少需面对不同经营公司与国内外跨接、出入境签证等问题,但毕竟不是十分频繁,即便发生也常常限定在很小范围。民航却必须重点克服国内外众多航空公司经营模式、计价准则、国际关系、过境、入境签证要求和签证便捷度等差异对行程产生的影响,对于此类问题,遵照各自性质分门别类地建立专门模型。

(3) 时变与非精确

虽然民航模型里的航班数量可能会不时发生变化,进而导致航线消失或开辟,但通常处于相对稳定或微小变动之中,不过航班时刻却经常随季节、天气和临时突发事件等有规律或无规律地发生变化^[3]。此外,晚点属于一切交通运营皆不可绝对避免的现象,它一方面带有随机色彩,另一方面又因管理、交通密度和各制约因素影响而难以精确描述。对于这些,课题经统计、规律分析,在人机互助与机器学习之上逐步求精。

(4) 不完备与学习改进

民航模型中包含许多内容,其中有不少不可避免是难以或不可能及时收集、获得的,例如国外多数机场的地理位置、航线路程、票价折扣幅度与航班临时调整等。信息不完备是公共交通普遍面临的问题,对于民航则更加突出。针对本状况本文采用经验辅助下的类比信息演绎临时设定,比如已知某机型在某等级航线上的平均航速为 800 km/h,那么当出现类似且仅可获航行时间而缺少里程时,借类比参照便可非准确导出。不完备信息非准确分量,一则寄托于人工后期填充,二则求助于反复验证减弱。

(5) 常识与经验利用

常识与经验往往可以帮助人们有效地解决问题,但它们又难以做到放之四海而皆准。在民航建模中,模型库一致性、完备性检验属于异常关键部分,有时却无法严密地设立评判标准。对该难题或许常识、经验就能派上特别用场。假设某航线上同类型飞机航行速度在既定

统计值上下波动,发现类似航班显著地超出本范围,虽无法绝对排除确实如此,但更多可能由于进出港时间错误造成。

2 航线网模型结构研究

民航网建模不可以单单停留在机场、航线、航班上,为了给后续功能模块提供足够的信息支持,必须全方位地囊括尽可能多的不同类型资料,同时探寻并设计灵活、恰当的维护与管理手段。在此,出于更加高效地建造民航网模型,本文特将其人为地划分成相对不变和比较频繁变化的两个类。在它们各自内部又包括了许多细分成份,概括起来至少将包含图 1 所示单元,它们彼此间存在图示联系与依从关系。

在图 1 中,绝大多数单元具有功能、目标自揭示特性,但惟独系统基准参数库容易引起疑惑与误解。其实,机场模型构建期间至关重要的任务便是准确、恰当地界定其在整个网络中所处的层次,而机场层次能够区分成许多,例如国际枢纽、国际核心、国内骨干、国内重要和国内普通。机场层次划分既经常表现出必然性,同时又多少附带有某些模糊与不确定成份。为防止出现过分随意,于是有必要制定严格的分层标准,这些就组成了系统基准参数库的主要内容。

3 民航网建模实用化技术研究

3.1 航线网广义拓扑建模

民航网络不同于铁路、公路与水运,它既具备所有公共交通的承担在各地点间输送旅客的职责,但却不必严格依附于铁轨、道路或河流之上。也就是说,空中航线是看不见摸不着的抽象思维概念,对其不可能像铁路、公路那样建立起严密的几何形态模型^[4]。然而,民航为了维持空中交通有序性,空中航线也并非能够随意被更改,这样一来航线网络就表现出某种相对的稳定性与可遵循色彩。鉴于此,有必要建立起全面、准确的网络模型。

基于民航网络的特有性质,在全部现有建模方法中,能够较好地担负起此职责者恐怕非拓扑莫属。不过,仅仅依靠传统的拓扑数学理论是难以完全胜任的,因为后续模块不但期望提供机场航线连接关系,而且要求拥有里程、航行时间、机型、航空公司和安全性等众多附带信息,以便规划期间施行严谨、准确评价与给出行者收集更多参考依据^[5]。事实上,这里对于拓扑的广义化拓展只是略微简单地增充了若干航线参数。

3.2 不同地区航空公司间经营与票价计费差距刻画

民航区别于铁路、公路的显著标志就是票价计费标准随地区、航空公司与季节等的不同而差距甚大。首先,在所有公共交通中,惟有民航最具全球紧密协作色彩,不可能由一家航空公司将一切业务皆予以垄断。这样,在不同的地区,航空公司间势必出现因经营、管理水平等导致的票价计费多样化。其次,由于各个公司的属性、资金雄厚程度、经营理念与服务对象群落定位等互不相

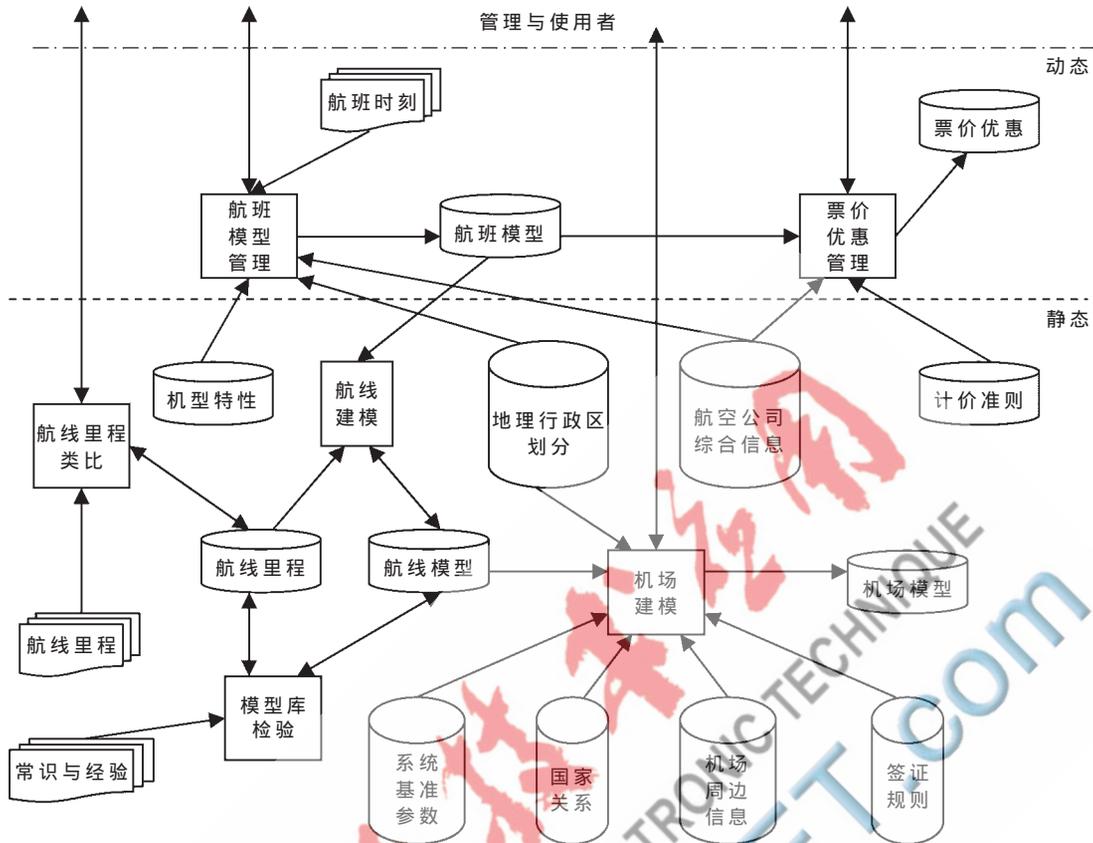


图1 航线网建模功能关系示意图

同，票价计费准则和优惠幅度可能在很大范围内浮动。再次，民航交通票价计费原则受热线、热季与冷僻线路影响异常突出，铁路、公路虽同样面临此类问题，但没有如此明显。此外，民航票价计费不可避免地要受公司覆盖范围、满座率、机型、油价和管理成本等因素约束。最后，近年来国外推行了一种称之为枢纽辐射式航线网络的经营模式^[6]，因其上客流量容易达到规模化与集中化，于是不管票价还是服务质量均富有竞争性。

票价标准最简单表示当属对照表集，但它却因过于死板而缺乏灵活性，与普遍依从价值，如若寻求满足各种情况的通用算法又苦于短期内无法取得理想结果。针对此种现实，课题采用了一种折中策略，即建立于对照表之上的不同情况下依既定要素修正规则。其具体实现方式能够视诸类因素予以集中或分散。

3.3 相同航线上航班间里程、时间显著差异表征

民航航线并非全部表现为两机场间的直线飞行，因地理特性（如高山峻岭）、气象复杂性、国防敏感性、时间、可见性与地面导航站点设置等成份制约，航线往往有意地设计成了绕道而行。由此即可能产生相同航线上不同航班的飞行里程存在差异。另外，机型、飞行高度、离抵港时间计算基准互异也直接引发了相同航线航班时间不尽一致^[7]。航线里程、时间也许影响票价，也许作用甚微以致能够给予忽略，但不管怎样却必须对其进行尽可能详细、准确表征，因为它们全部属于规划期间不

得不予以高度关注的重要评价指标。

考虑到相同航线航班间里程、时间既具有某些普遍统计特性，同时又在一定范围内呈现出无明显规律的随机性特征，当前建模采用了比较简单的逐内容记录。

3.4 面向航班接续与时间非准确性的时序时区表示

民航旅行问题求解说到底便是途径地域、航线、航班最佳化确定，而实现此目标的基本前提则是航线模型中必须包含航班离、抵港时刻与时间波动范围、波动几率和确定性。尽管各种因素导致的晚点难以准确刻画，但建立于长期统计与针对不同情况下的分类处置，在一定精度等级上还是能够满足大多数需要的。在此，应该引入时序时区逻辑概念^[8]。

时序时区逻辑表示有多种具体实现方式，在这里，更加恰当者兴许莫过于隐含与明显彼此协同。所谓隐含表示就是航班离抵港时间按序排布，当不发生晚点，此方法足以应付常规性应用，不过若晚点不时或频繁出现，就不得不建立面向具体机场与航班的最大、典型时长、发生概率、置信程度。例如，航班 HU7803 可隐式描述为：Time(HU7803, KWL, -, 12:00), Time(HU7803, BHY, 12:50, 13:15), Time(HU7803, SYX, 13:55, -)。它表示 HU7803 航班 12:00 从桂林出发，12:50 到达北海且 13:15 离开，13:55 终到三亚。关于航班晚点的时区表示能够设计成 Zone (HU7803, BHY, (5, 0.2, 0.5), (30, 0.1, 0.7))，代表航班 HU7803 到北海的路途最大晚点时间范围是 5 min，发生

技术与方法 Technique and Method

几率为 0.2, 置信度为 0.5; 起飞极限晚点范围 30 min, 发生几率为 0.1, 置信度为 0.7。

民航属于公共交通领域的支柱产业, 其发展状况不仅决定着人们的出行便捷程度, 同时也制约着国民经济协调性。基本建设固然重要, 不过全面利用现代技术寻求管理、服务跨越式突破则更显行业特色。本文涉及研究便是面向航空领域难题开展的一次实质性探索。文章在知识利用、特征与航线、航班建模等基础之上, 比较系统、全面地讨论了建模期间有关票价计费、航班里程与时间差异, 以及航班接续与时间非准确性等的难题消解对策。从当前实验系统建造初步成效看, 该项工作的价值和意义还是令人满意的。

参考文献

- [1] 周丽萍. 中国民航业的发展: 问题与对策[J]. 中国民用航空, 2010, 112(6): 28-30.
- [2] 刘宏鲲, 张效莉, 曹崑, 等. 中国城市航空网络航线连接机制分析[J]. 中国科学, 2009, 39(7): 935-942.
- [3] 曹卫东, 贺国光. 连续航班延误与波及的贝叶斯网络分析[J]. 计算机应用, 2009, 29(2): 606-610.

- [4] 张奇, 商蕾. 面向微观交通仿真的路网建模模块实现方法[J]. 交通信息与安全, 2010, 28(3): 112-115.
- [5] 李福娟, 王鲁平, 刘仲英. 航空公司航线决策分析系统的设计与应用研究[J]. 计算机应用与软件, 2007, 24(7): 109-113.
- [6] BRUECKNER J K, ZHANG Y. A model of scheduling in airline networks: how a hub-and-spoke system affects flight frequency, fares and welfare[J]. Journal of transport economics and policy, 2001, 35(4): 195-222.
- [7] 王来军, 史忠科. 航班调度系统的遗传算法应用[J]. 计算机工程, 2005, 31(2): 225-227.
- [8] 杨淮清, 李佳. 公路长途旅行最佳化中转接续规划方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 1(21): 189-192.

(收稿日期: 2011-06-27)

作者简介:

杨淮清, 男, 1956年生, 副教授, 研究生导师, 主要研究方向: 人工智能、智能机器人学。

周丽霞, 女, 1981年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能信息处理。