



内含光盘一张

系统仿真软件

Flexsim 3.0

实用教程 > > > > >

> > > > > > > > > 张晓萍 刘玉坤 主编

清华大学出版社

系统仿真软件

Flexsim 3.0

实用教程 >>>>>

>>>>>>>>>> 张晓萍 刘玉坤 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了新一代离散事件系统仿真软件 Flexsim 3.0 的特点、组成和功能等。结合应用实例,由浅入深,指导读者学习该软件。

本书共分为 6 章。第 1 章“综述”,介绍了 Flexsim 的特点、应用案例和应用范围。第 2 章“仿真步骤”,介绍运行系统仿真软件进行仿真的基本步骤。第 3 章“Flexsim 的基本概念”,介绍实体、端口、标签、消息与延迟等基本概念。第 4 章“Flexsim 应用基础”,详细介绍了菜单与工具栏、视窗与对话框、任务序列、命令、函数与表达式等的使用方法。第 5 章“Flexsim 仿真建模指导”,通过 4 个实验教程,将上述的基本概念、知识和用法进行综合应用练习。第 6 章“物流仿真实验”,选取 4 个与物流相关的系统进行物流实验教学指导,同时提供 1 个实验作为作业来练习。

本书配有的光盘提供了 10 个模型供学习者参考。

本书可作为高等院校物流专业本科生、研究生的教材,同时也可作为学习 Flexsim 软件的企业工程技术人员和管理人员的培训或自学教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

系统仿真软件 Flexsim 3.0 实用教程/张晓萍,刘玉坤主编. —北京:清华大学出版社,2006.12
ISBN 7-302-13577-0

I. 系… II. ①张… ②刘… III. 计算机仿真—应用软件, Flexsim 3.0—教材 IV. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 090994 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:张秋玲

文稿编辑:霍志国

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:27 字数:639 千字

版 次:2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-13577-0/TP·8513

印 数:1~3000

定 价:40.00(含光盘)

20 世纪 70 年代末我初次接触系统仿真,那时系统仿真在我国还是一个很神秘的领域。只有少数科研人员从事这方面的研究。研究主要局限在军事、航空航天等高科技领域。今天,系统仿真无论从研究的人员,还是应用的领域都大大扩展了。可以说,目前的系统仿真已经从学术的象牙塔走出来,进入了工程实践中。系统仿真从研究阶段进入了实际应用的阶段。特别是离散事件系统仿真的发展和应用,以及在制造业中和管理中的应用,大大加快了这一进程。

为了促进系统仿真在我国物流领域的发展与应用,我们除了从 1990 年开始开设“机械系统数字仿真”的课程外,还通过各种途径大力向社会、企业宣讲和推介系统仿真的知识。1998 年,我们编写出版了《现代生产物流与仿真》;2005 年 5 月,又在多年仿真经验积累的基础上编写出版了《物流系统仿真原理与应用》。这两本书主要讲解离散事件系统仿真,期望更多的人了解、掌握和应用这一技术。

目前,已有不少高校的物流专业开设了“物流系统仿真”课程。很多企业也开始应用仿真技术。《物流系统仿真原理与应用》一书出版后,受到广泛欢迎,已经有一些高校用做“物流系统仿真”课程的教材。

系统仿真技术是一门应用性很强的先进技术,其推广应用最终要依赖于系统仿真软件的学习和应用。系统仿真软件的功能、性能,仿真者对系统仿真软件了解的深度,应用的灵活性等往往决定系统仿真应用的成败。前几年,我们在物流界推广系统仿真技术的重点是普及系统仿真知识,让更多的人了解系统仿真的功能及应用。今后,我们将通过系统仿真软件的介绍,进一步推进这一学习的深入,促进系统仿真技术在我国物流领域的应用。

掌握一个或几个系统仿真软件,是使系统仿真这一技术真正发挥效能,进入实用的必要过程。很多业界的同行们十分期待我们能配合读者的学习和应用,推出一本专门介绍一种仿真软件的教程。为此,我们欣然接受了朋友们的建议,为了配合读者的学习和应用,在前面提到的两本书之后,这里我们将奉献给读者第三本涉及物流系统仿真的专著,这是一本专门指导学习系统仿真软件的教程。编写这本教程的目的,一是向大家推荐和介绍 Flexsim 这一软件,同时也是以 Flexsim 为例,指导读者在掌握仿真基本原理的基础上,进一步学会运用仿真软件的工具进行仿真的实际操作与研究。

虽然本书是以介绍 Flexsim 应用为主的,但它同时也可以作为读者学习其他系统离散事件仿真软件的助手。掌握了 Flexsim 软件,并学会运用其进行几个案例的仿真分析,

将不仅有助于对物流系统仿真原理的理解和掌握,学习和掌握其他类似的系统仿真软件,如 Automod, witnees, Arina 和 Extend 等也就容易多了。

需要说明的是,我们在今年年初完成了 Flexsim 的汉化。由于 Flexsim 软件已经有了完善的汉化版本,学习和掌握起来少了很多的障碍,所以我们选择了 Flexsim 软件作为教程的对象。这并不意味着其他类似的系统仿真软件在功能和应用方面存在问题。

本书中所列的仿真实验是我们多年教学实验的积累,可供开设物流实验的教师和学生使用。有了《物流系统仿真原理与应用》和《系统仿真软件 Flexsim 3.0 实用教程》,在学校里开设“物流系统仿真”课程将变得十分方便和快捷。

本书的编写遵循从粗到细,由浅入深的基本原则。在前面的章节里先对 Flexsim 的基本概念进行必要的定义和概要的介绍,在后面的章节里再进行详细介绍和使用方法的辅导。读者在使用本教程时可以前后呼应,反复学习相关的内容。第 6 章里安排的五个实验也是从简单到复杂。随着实验课的完成,将实体、工具等的应用逐步加入到实验中,达到循序渐进的学习目的。建议开设“物流系统仿真”课程的高校,在参考这些实验开设实验课时,可根据学生学习的进度和学生程度灵活安排。本科生可以只选做前面几个基本实验,后面比较复杂系统的仿真实验可以供学有余力的本科生和研究生选做。

物流系统仿真正处于应用推广和深入发展的阶段,我们编写出版这本教程是希望能对这一过程有所帮助和促进。由于水平所限,本书的编写难免有不足之处,欢迎选用本书的广大读者提出批评和建议。

Flexsim 软件公司授权本书使用 Flexsim 3.0,授权说明如下:

Flexsim Simulation Software is a Registered Trademark and owned by Flexsim Software Products, Inc., whose worldwide headquarters are located at 1577 North Technology Way, Building A, Orem, Utah 84097 USA.

作 者

2006 年 8 月

第 1 章 综述	1
1.1 Flexsim 的特点	1
1.2 Flexsim 的应用案例	2
1.2.1 配送中心拣选仿真	2
1.2.2 仓储系统入/出库仿真	2
1.2.3 产品库分拣仿真	2
1.2.4 高速公路仿真	3
1.2.5 供应链仿真	4
1.2.6 集装箱码头仿真	4
1.2.7 生产物流仿真	4
1.2.8 机场仿真	5
1.2.9 医院仿真	5
1.2.10 城市应急系统仿真	5
1.3 Flexsim 的功能	6
第 2 章 仿真步骤	9
2.1 调研系统	9
2.2 确定系统仿真目标	11
2.3 建立系统模型	11
2.4 确定仿真算法	12
2.5 建立仿真模型	12
2.6 运行仿真模型	13
2.7 仿真结果分析	13
2.8 仿真结果输出	14
第 3 章 Flexsim 的基本概念	15
3.1 基本概念	15
3.1.1 实体	15

3.1.2	临时实体与临时实体箱	15
3.1.3	临时实体类型	15
3.1.4	端口	16
3.1.5	标签	16
3.1.6	模型视图	16
3.1.7	3D 形状与动画	17
3.1.8	实体属性与参数	17
3.1.9	树与结点	18
3.1.10	样条线结点	23
3.1.11	随机变量的概率分布	26
3.1.12	推式和拉式	27
3.1.13	消息和延迟消息	28
3.2	实体库与实体	29
3.2.1	实体库	29
3.2.2	生成器	30
3.2.3	吸收器	31
3.2.4	处理器	31
3.2.5	运输机	33
3.2.6	合成器	33
3.2.7	分解器	34
3.2.8	网络结点	35
3.2.9	流结点	40
3.2.10	分类输送机	41
3.2.11	复合处理器	42
3.2.12	货架	43
3.2.13	储液罐	45
3.2.14	基本固定实体	45
3.2.15	基本任务执行器	45
3.2.16	可视化工具	46
3.3	实体的参数	46
3.3.1	生成器参数	46
3.3.2	处理器参数	48
3.3.3	合成器参数	48
3.3.4	分解器参数	49
3.3.5	处理时间参数	49
3.3.6	输送机参数	50
3.3.7	分类输送机参数	52
3.3.8	输送机布局参数	53

3.3.9	光电传感器	54
3.3.10	复合处理器参数	55
3.3.11	运输机参数	55
3.3.12	起重机参数	56
3.3.13	升降机参数	56
3.3.14	操作员参数	56
3.3.15	机器人参数	58
3.3.16	暂存区参数	58
3.3.17	货架参数	60
3.3.18	堆垛机参数	61
3.3.19	储液罐参数	62
3.3.20	流结点参数	63
3.3.21	网络结点参数	63
3.3.22	网络结点连接参数	64
3.3.23	临时实体流参数	65
3.3.24	记录器参数向导	66
3.3.25	可视化工具参数	71
3.3.26	固定实体参数	80
3.3.27	任务执行器参数	80
3.3.28	分配器参数	81
3.3.29	交通控制器参数	82
3.3.30	BFR 高级参数	84
3.3.31	BTE 参数	87
3.3.32	实体触发器函数	90
3.3.33	碰撞参数	91
3.4	实体的属性	92
3.4.1	常规属性	92
3.4.2	视景属性	93
3.4.3	标签属性	94
3.4.4	统计属性	95
第 4 章	Flexsim 应用基础	99
4.1	菜单和工具栏	99
4.1.1	“文件”菜单	99
4.1.2	“编辑”菜单	100
4.1.3	“视图”菜单	101
4.1.4	“执行”菜单	102
4.1.5	“统计”菜单	103
4.1.6	“工具”菜单	103

4.1.7	“演示”菜单	104
4.1.8	“窗口”菜单	104
4.1.9	“帮助”菜单	104
4.1.10	工具栏	104
4.1.11	“仿真运行”控制面板	105
4.2	模型视图与鼠标键盘操作	106
4.2.1	正投影/透视视图	106
4.2.2	平面视图	107
4.2.3	正投影编辑器	107
4.2.4	键盘交互	108
4.2.5	菜单与设定	109
4.3	视窗与对话框	113
4.3.1	输出控制台	113
4.3.2	跟踪调试器	113
4.3.3	系统信息	113
4.3.4	系统维护	114
4.3.5	命令提示	114
4.3.6	属性提示	114
4.3.7	完成提示	114
4.3.8	命令集	114
4.3.9	查找替换	115
4.3.10	库图标栅格	115
4.3.11	字体视窗	115
4.3.12	标准报告	115
4.3.13	“树浏览”对话框	116
4.3.14	树视窗	116
4.3.15	树编辑器	116
4.3.16	数据库表视图	116
4.3.17	表编辑器	116
4.3.18	模型文档	117
4.3.19	应用程序路径浏览器	117
4.4	建模工具	117
4.4.1	临时实体箱	117
4.4.2	工具箱	117
4.4.3	用户库	118
4.4.4	全局表	119
4.4.5	全局时间表	120
4.4.6	表配置器	120

4.4.7	全局对象(实体)指针	121
4.4.8	全局 C++ 代码	121
4.4.9	全局用户事件	121
4.4.10	模型开始时代码	122
4.4.11	脚本编辑器	122
4.4.12	MTBF/MTTR	122
4.4.13	OptQuest 优化器	123
4.4.14	监视列表	125
4.4.15	Excel 界面	125
4.4.16	单表导入	126
4.4.17	单表导出	126
4.4.18	多 Excel 表导入	126
4.4.19	Visio 导入	128
4.4.20	仿真实验控制	138
4.4.21	导入媒体	140
4.4.22	演示生成器	141
4.4.23	背景设计编辑器	142
4.4.24	AVI 制作器	143
4.5	3D 媒体	144
4.5.1	使用帧	144
4.5.2	导入 AutoCAD 图形	145
4.5.3	LOD 文件	146
4.5.4	准备 3D 文件	147
4.5.5	透明度	149
4.6	模型调试、运行与实验控制	150
4.6.1	调试	150
4.6.2	编译	151
4.6.3	运行	152
4.6.4	数据获取与报告	152
4.7	命令、函数与逻辑表达	153
4.7.1	编写逻辑	153
4.7.2	基本建模函数和逻辑表达式	157
4.8	其他类型菜单	167
4.8.1	概述	167
4.8.2	“触发器”菜单	167
4.8.3	“时间”菜单	258
4.8.4	“固定资源”菜单	267
4.8.5	“可移动资源”菜单	309

4.8.6	“实验”菜单	315
4.8.7	显示效果	329
4.9	任务序列	337
4.9.1	任务序列概述	337
4.9.2	定制创建任务序列	339
4.9.3	查询有关任务序列的信息	340
4.9.4	任务序列先占	342
4.9.5	协同任务序列	343
4.9.6	任务类型快捷查询	346
4.9.7	任务类型	347
4.9.8	协同任务类型	356
第 5 章	Flexsim 仿真建模指导	358
5.1	基础教程 1	359
5.1.1	简介	359
5.1.2	模型 1 描述	359
5.1.3	模型 1 数据	360
5.1.4	建模步骤	360
5.2	基础教程 2	367
5.2.1	简介	367
5.2.2	统计设定的方法与步骤	368
5.2.3	模型 2 描述	369
5.2.4	模型 2 数据	370
5.2.5	建模步骤	370
5.3	基础教程 2 增补	378
5.3.1	简介	378
5.3.2	建模步骤	378
5.4	基础教程 3	387
5.4.1	简介	387
5.4.2	Flexsim 软件概念学习	387
5.4.3	模型 3 描述	388
5.4.4	模型 3 数据	388
5.4.5	建模步骤	388
5.5	进阶教程	396
5.5.1	拉式逻辑使用模型	397
5.5.2	标签使用模型	398
5.5.3	操作员使用模型	399
5.5.4	条件中断响应使用模型	400
5.5.5	优先级与先占使用模型	400

5.5.6	全局表使用模型	401
5.5.7	合成器使用模型	402
5.5.8	库存使用模型	404
5.5.9	任务序列使用模型	405
5.5.10	延迟消息使用模型	405
附录		406
第 6 章	物流仿真实验	410
实验 1	离散型流水作业线系统仿真	410
实验 2	自动分拣系统仿真	411
实验 3	循径运动系统仿真	413
实验 4	生产-库存系统仿真	415
实验 5	离散事件系统仿真大作业	417
参考文献		420

系统仿真是系统分析的有效工具,它以建模理论、计算方法、评估理论为理论基础;以计算机技术、网络技术、图形图像技术、多媒体技术、软件工程、信息处理、自动控制及系统工程等相关技术为支撑。

通常,根据研究系统的特点,系统仿真分为离散事件系统仿真和连续系统仿真。离散事件系统仿真研究的系统,其状态变化是不连续的,因此,系统的模型很难通过数学式进行描述。

这些离散事件系统根据特定事件发生的结果在离散时间点改变状态。一般状态可分为空闲、繁忙、阻塞或停止等。发生的事件有用户订单到达、产品移动、机器停机等。离散仿真模型中被加工的实体通常是物理产品,但也可能是用户、文书工作、绘图、任务、电话、电子信息等。这些实体通过一系列加工过程、排队和运输步骤,即所谓加工流程,在系统中依次进行下去。加工过程中的每一步都可能需要一个或多个资源,例如,机器、输送机、操作员、车辆或某种工具。这些资源有些是固定的,另一些是可移动的。一些资源是专门用于特定任务的,另一些则必须在多任务中共享。

在物流领域中常见的离散事件系统有供应链库存控制系统、交通运输系统、生产物流系统、仓储物流系统、港口装卸系统等。为了对这些系统进行分析和评价,最终达到优化系统的目的,借助系统仿真经常会得到意想不到的效果。

本书介绍的 Flexsim 是最新推出的一种离散事件系统仿真软件。

1.1 Flexsim 的特点

Flexsim 是一个通用工具,被用来对若干不同行业中的不同系统进行建模。Flexsim 已被不同类型的企业成功地运用。据粗略估计,《财富》杂志前 500 名企业中的大约一半为 Flexsim 的客户,包括一些著名的企业,如 General Mills, Daimler Chrysler, Northrop Grumman, Discover Card, DHL, Bechtel, Bose, Michelin, FedEx, Seagate Technologies, Pratt & Whitney, TRW 和 NASA。

Flexsim 是一套系统仿真模型设计、制作与分析工具软件。它集计算机三维图像处理技术、仿真技术、人工智能技术、数据处理技术为一体,专门面向制造、物流等领域。运用 Flexsim 系统仿真软件,可在计算机内建立研究对象的系统三维模型,然后对模型进行各种系统分析和工程验证,最终获得优化设计或改造方案。

Flexsim 是新一代离散事件系统仿真的有效工具。在 Flexsim 的支持下,建模过程变

得十分简便。只需通过图形的拖动和必要的附加程序就可以快速建立系统的模型。软件提供了处理器、操作员、吸收器、输送机、堆垛机、货架、暂存器等多种物理单元,用户可根据仿真对象的构成选取其中的物理单元,方便地建立起系统的物理模型。物理模型可以用三维动画方式表现出来。

Flexsim 是一项高度可视的技术,它可为具有前瞻性的市场经营者用来提升其企业形象,对外界宣称他们以公司的杰出运作而自豪。

一个动画演示的仿真模型可以给人留下深刻的印象,甚至可以吸引管理者的注意力,并影响他们的思考方式。仿真中显示的动画提供了视觉辅助效果,演示最终的系统将如何运行。

Flexsim 应用程序的使用手册、软件界面及帮助文件等已完成了汉化。

1.2 Flexsim 的应用案例

Flexsim 软件已经在物流及生产制造领域里成功进行了多种系统的建模与仿真分析。下面列举其中一部分。

1.2.1 配送中心拣选仿真

通常,配送中心的仓库除了整箱(托盘)存放物品的大型立体化仓库外,还有拣选仓库。拣选仓库是将整箱(托盘)的物品拆散后,放入仓库中,以备在给客户出货时,按照订单需要拣选零散需求的物品。拣选方式有播种式和采摘式两种。为了模拟拣选过程,可以建立拣选库模型,通过运行其模型,对拣选流程进行模拟分析,从而掌握拣选的统计数据或优化拣选的流程。参见图 1-1。



图 1-1 配送中心拣选过程仿真模型

1.2.2 仓储系统入/出库仿真

仓储系统仿真可以对仓储系统的布局规划、仓储设备的调度、仓储流程的优化等进行模拟分析,为优化方案提供参考。参见图 1-2。

1.2.3 产品库分拣仿真

企业产品库在发货时,需要根据发货的去向进行分拣。复杂多路的分拣系统往往需

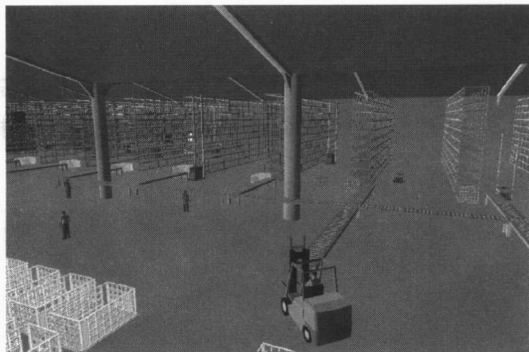


图 1-2 仓储系统入/出库仿真模型

要优化其通道数量和通道分配,才能得到最佳的分拣效率。建立分拣系统的模型,模拟分拣过程,可以达到优化的效果。参见图 1-3。

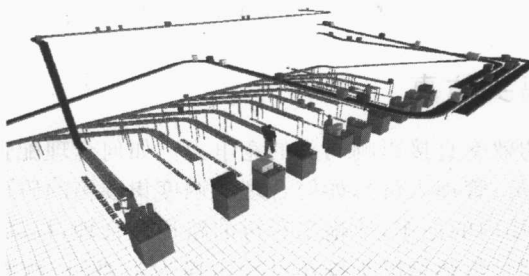


图 1-3 产品库分拣过程仿真模型

1.2.4 高速公路仿真

高速公路的交通状况如何,交通道路如何规划设计比较合理等,这些可以通过建立仿真模型,模拟分析来解决。参见图 1-4。

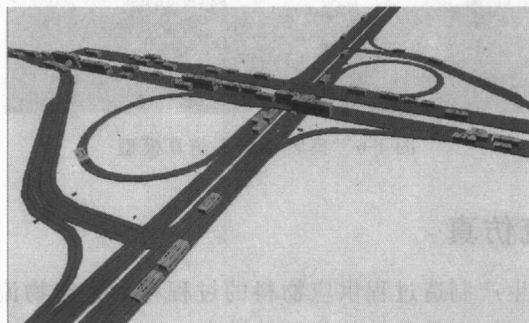


图 1-4 高速公路仿真模型

1.2.5 供应链仿真

设计较优的供应链,为供应链制订合理的运行策略等,是供应链管理的重要内容。通过建立供应链的模型,可以根据需要对其系统相关的参数进行模拟分析,提供优化的帮助。参见图 1-5。

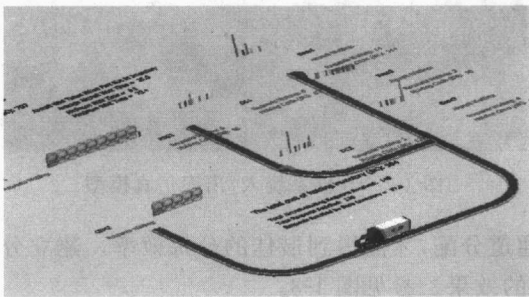


图 1-5 供应链仿真模型

1.2.6 集装箱码头仿真

集装箱码头运行的效率直接影响码头的竞争力。如何合理配置码头的设备(桥吊、场吊、堆场、拖车、操作人员、管理人员);如何合理地调度集装箱的码放,提高码放的效率,减少倒箱;如何合理调度场内的拖车,使拖车运行的路径最合理,提高装卸效率;如何合理设计装卸船时的配载等都是集装箱码头操作过程中极为重要的、被关注的问题。通过建立和运行集装箱码头的仿真模型,并分析和优化上述过程是有效的方法。参见图 1-6。



图 1-6 集装箱码头仿真模型

1.2.7 生产物流仿真

在制造企业中,为生产制造过程供应物料的过程称为生产物流。随着生产节奏的加快,产品的多样化,小批量、多品种的趋势日益增大,对生产物流也提出了更高的实时性和准确性要求。如何改进生产物流,使之满足生产的需要,保证在提高效率、保障供给的同时,还能够降低成本是生产物流追求的目标。用仿真建模的方法,辅助分析生产物流过程,对于改进流程、消除瓶颈、提高物流水平有明显的效果。参见图 1-7。

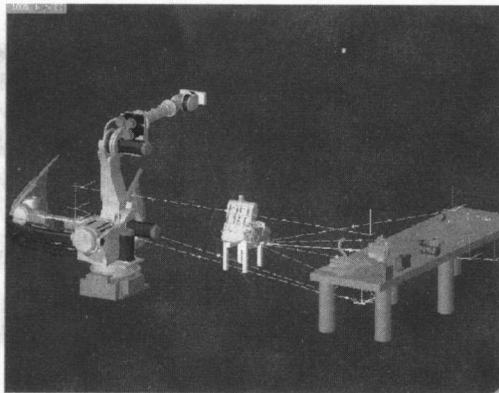


图 1-7 生产物流系统仿真模型

1.2.8 机场仿真

机场仿真可以有不同的目标,例如,对机场的通关进行仿真模拟,了解和解决通关过程的瓶颈所在,进行相应改善;对机场顾客货物的运输过程进行仿真,保证运输快捷和准确;对机场的设备调度进行仿真模拟,保证最佳的调度方案,提高设备的运行效率;对机场跑道的调配进行仿真模拟,辅助调度人员更合理地调用机场跑道等。目前,这些方面的仿真都有应用的案例。这里仅举通关的案例,参见图 1-8。

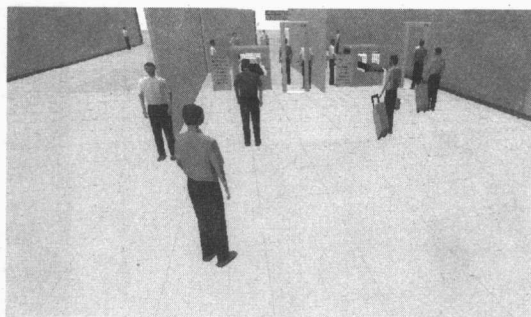


图 1-8 机场通关过程仿真模型

1.2.9 医院仿真

除了各种物流系统外,Flexsim 也曾经对诸如医院、银行等系统进行过建模仿真。医院系统的模型可以对医院中病人与医生之间的关系进行详细的模拟分析,了解病人在整个看病过程中等待和所花费的时间,从而改进医院的流程与改善服务。参见图 1-9。

1.2.10 城市应急系统仿真

城市应急系统是针对城市突发的自然灾害、火灾、重大事故等进行紧急应对和处理的系统。对于建设和谐社会,城市应急系统起着十分重要的作用。当发生突发的事故后,应