CCSIM 使用说明

同济大学建筑与城市规划学院

E	l录 Ⅰ
1	概述 1
	1.1 基本介绍 1
	1.2 使用前需求 2
	1.3 文件系统 2
	1.4 两种模式
	1.5 变量名约定
	1.6 总体技术路线
	1.7 实时帮助系统
2	基础数据准备 8
	2.1 方案与分区
	2.1.1 由 csv 文件导入 8
	2.1.2 由 AutoCAD 导入及编号调整 9
	2.1.3 由 ArcGIS 导入 10
	2.1.4 使用 CCSIM Editor12
	2.2 一般模式下解释变量的输入 14
	2.2.1 变量介绍 14
	2.2.2 手动输入14
	2.2.3 自动生成
	2.3 高级模式下解释变量的定义与输入 17
	2.3.1 定义解释变量 17
	2.3.2 输入解释变量 18
	2.3.3 时间相关变量 18
	2.4 变量一览表 21
	2.5 个体信息 21
3	Logit 行为模型 22
	3.1 使用内置模型 22
	3.2 基于行为数据估计新模型 23
	3.2.1 概述
	3.2.2 路径数据 24
	3.2.3 由 CCSIM 直接估计模型 25

	3.2.4 由第三方软件估计模型 28	8
	3.3 设置和使用用户自定义模型 30	С
	3.4 默认模型一览表 31	1
4	行为模拟	2
	4.1 必要边界条件	2
	4.2 空间行为模拟	3
	4.3 时空行为模拟 34	4
	4.3.1 设定到达时间分布 34	4
	4.3.2 设定停留时间分布 37	7
	4.3.3 设定交通时间分布 39	9
	4.3.4 运行时空行为模拟 40	С
	4.4 消费模拟 4.	1
	4.4.1 设定消费比例 41	1
	4.4.2 设定消费额分布 42	2
	4.4.3 运行消费模拟 42	2
	4.5 个体相互作用与动态响应 45	3
	4.6 容量约束与排队效应 45	5
5	模拟结果48	8
	5.1 导出模拟结果 48	8
	5.1.1 统计量	8
	5.1.2 个体空间分布 48	8
	5.1.3 个体时空分布 49	9
	5.1.4 排队人数与排队时间 50	С
	5.1.5 OD 矩阵 50	С
	5.1.6 个体活动次数 5	1
	5.1.7 原始路径记录 51	1
	5.1.8 消费额分布 52	2
	5.2 导入对比结果 53	3
6	可视化 54	4
	6.1 概述 54	4
	6.2 专题地图 55	5
	6.2.1 只显示底图 58	ō
	6.2.2 个体空间分布 56	3
	6.2.3 密度分布 6	1

	6.2.4	排队人数与排队时间分布	62
	6.2.5	OD 分布	63
	6.2.6	消费额分布	64
6	.3 统计	下图	65
	6. 3. 1	空间分布洛伦兹曲线	65
	6.3.2	特定小区指标的时变曲线	66
	6.3.3	个体平均活动次数	68
	6.3.4	特定小区的活动量	68
	6.3.5	个体空间分布的总体比较	69
6	.4 视频	动画	71
	6.4.1	通用设置	71
	6.4.2	个体时空分布	73
	6.4.3	密度分布	76
	6.4.4	排队人数与排队时间	76

1 概述

1.1 基本介绍

CCSIM 是 Commercial Complex Simulator 的缩写,即商业综合体模拟器。它的基本原理是通过建构离散选择模型(discrete choice model)中的经典形式—— 多项逻辑特模型(multinomial logit, MNL)解释消费者在商业综合体内回游中的 空间选择决策,不断预测个体在不同环境下对各空间选项的选择概率,并以此为 基础通过生成随机数开展蒙特卡洛模拟(Monte Carlo simulation),从而在个体层 面预测其完整的时空回游路径,并在集合层面汇总得到一系列特征结果。

CCSIM 的初始界面如图 1.1 所示,主要包括标题栏、菜单栏、绘图区、快速操作区。



图 1.1 CCSIM 初始界面

虽然本程序最初的定位为商业综合体的消费者行为,但在开发过程中不断完善,已基本可以适应各种中微观尺度下的空间(如商业街区、旅游景区、大型会展区等)与相应的以连续回游路径为代表特征的时空间行为(如参观行为等)。本程序已初步具备了较丰富的功能和较友好的操作方式,旨在为相应的规划设计研究与实务工作提供帮助和决策支持。但考虑到作者并非专业的软件开发者,且

开发时间非常有限,所以目前的版本应仍存在不少的问题,有待于在实践中发现和解决,不足之处敬请谅解,如有任何问题,请联系开发者:<u>tiamovivien@126.com</u>。

1.2 使用前需求

本程序基于 Matlab(2015b)中的图形用户界面(graphic user interface, GUI)开发,因此必须拥有 Matlab 环境才可以使用。用户可以完整安装 Matlab(各版本的 兼容性未进行测试,但应该问题不大,下同),其功能较完备,但占用的空间也较大;或者安装 Matlab 运行环境(matlab compiler runtime, MCR),其占用空间相 对较小。此程序本身不需要安装,直接使用即可。

1.3 文件系统

为了便于用户管理, CCSIM 具备初级的文件系统,采用 Matlab 默认的.mat 格式。在主菜单中选择"Data - Standard Configuration Files"即进入文件操作(图 1.2):"New"(Ctrl+N)为新建文件,"Open"(Ctrl+O)为打开已有文件,"Save" (Ctrl+S)为保存当前文件,"Save As"(Ctrl+A)为将当前文件另存。在打开、保存、 另存文件时需指定路径与文件名,文件名将自动显示在标题栏中,新建文件则将 采用默认的空文件名: Unnamed。

承 Commercial Complex SIMlator : Unnamed

Data	Logit Model	Simulation	Plot	Video	E	port Res	ults	Setti	ngs
S	tandard Configu	uration Files)		New	Ctrl+	N	
E	xcel Configurati	on Files (Gen	eral M	ode) >		Open	Ctrl+	0	
l.	nput Environmer	nt Data		;		Save	Ctrl+	s	
1	nput Explanator	y Variables		>		Save As	Ctrl+	A	
1	nput Individual I	nformation							
C	Overall Check / N	Modify Variat	oles						
C	Clear Base Data								

图 1.2 CCSIM 的文件系统

除了上述基于.mat 文件的标准文件系统之外, CCSIM 还可以基于 Excel 的.xlsx 文件进保存与打开操作, 可通过"Data – Excel Configuration Files (General Mode)"选择。该方式将把当前数据保存到.xlsx 文件中, 其优点可以在 Excel 中

打开、检查、甚至修改保存得到的文件,但.xlsx 文件的保存与读取速度慢,效率很低,且支持的数据非常有限,故只适用于一般模式(详见 1.4 节)。考虑到 CCSIM 中已经有完善的数据查验方式,不需要借助于 Excel,因此这一功能并不 推荐,仅作为之前版本的延续,未来可能删除。

1.4 两种模式

CCSIM有两种运行模式:一般模式(general mode)和高级模式(advance mode)。 两者之间可以通过"Advance – Use Advance Mode"进行切换。进入软件或新建 文件时的默认模式为一般模式,此时"Use Advance Mode"显示未被勾选,进入 高级模式后,"Use Advance Mode"显示被勾选,标题栏也会在文件名前提示。 两种模式下的界面有若干不同,菜单栏中也相应有一功能因在特定模式下不可用 而变灰。

两种模式的区别主要在于:一般模式中模型与模拟所用的解释变量被固定为 最重要的6个:营业面积、吸引力、水平距离、相对楼层差、已访问、累积回游 次数,同时由于已经完成了变量设定,因此 CCSIM 中已内置了两套针对这些变 量的默认模型系数,它们是通过五角场万达广场的消费者行为调查数据估计获得 的,可直接调用,较为方便;而高级模式下的解释变量是开放的,用户可以从上 述6个基本变量中选择,也可以自行定义新的解释变量,适用于更复杂、精细化 要求更高的情景,由于无法预设所使用变量,自然不可能提供默认的模型系数, 因此高级模式下用户必须自行提供模型(或利用数据估计,或直接输入)。简而 言之,一般模式简单快捷但功能有限,高级模式功能强大得多,但需要用户操作 的内容也相对较多。虽然两种模式可以随时切换,但考虑到程序的稳定性,建议 用户在一开始即明确是否需要使用高级模式并做出相应选择,如果进行文件操作 (保存、打开等),所选择的模式会被相应记录。

1.5 变量名约定

在高级模式下,用户经常需要自定义变量名,CCSIM 对自定义变量名的要求是不能有重名、必须以字母开头,其它原则上无限制。

在 CCSIM 的使用过程中某些模块可能需要通过.csv 文件进行数据输入,如

果所提供的.csv 文件中不包含表头,从第一行起即为数据,则该模块将按照所需 要的 N 个变量依次读取最前面的 N 列数据,列的顺序必须满足预设(最典型的情 况是读取前面 2 列数据:第1 列为小区编号,第2 列为对应的属性取值;或只读 取第1 列数据,认为其为所需的属性数据,并已按照小区编号从小到大排序)。 为了防止列的顺序有误,同时也便于数据的统一管理,推荐在.csv 文件的第一行 加入表头,即为各变量的变量名。此时,CCSIM 在读取.csv 文件时将在表头中对 照默认变量名(见表 1.1)寻找所需要的变量,如未找到,CCSIM 会提示用户从 现有表头变量名集合中选择合适的变量。表 1.1 显示了 CCSIM 各个有可能需 要.csv 文件交换的模块相应的默认表头变量名,供用户在准备.csv 文件时对照。 图 1.3 所示为个体吸引力输入时,所需要的 3 个表头变量名被设置为与默认变量 名(参见表 1.1)不同的"个体"、"小区"、"熟悉度",此时只需在依次弹出的三 个对话框中分别将"个体"选为 Individual ID 变量,"小区"选择为 TAZ ID 变 量,"熟悉度"选择为 Attractiveness 变量即可。

表名	用途	所需变量	默认变量名	对应章节
小区空间信息表	导入空间小区	小区编号,X坐标、Y	TAZID, X, Y, Z	2.1.1
		坐标、Z坐标		
出入口空间信息表	导入出入口	出入口编号,X坐标,	EntranceID, X, Y, Z	2.1.1
		Y 坐标,Z 坐标		
营业面积表	导入营业面积	小区编号,营业面积	TAZID, Area	2.2.2
集合吸引力表	导入集合层面吸	小区编号,吸引力	TAZID, Attractiveness	2.2.2
	引力			
个体吸引力表	导入个体层面吸	个体编号,小区编号,	IndividualID, TAZID,	
	引力	吸引力	Attractiveness	
平面距离矩阵/相对	导入平面距离/	无	无	2.2.2
楼层差矩阵	相对楼层差			
高级模式自定义变	导入高级模式下	小区编号,自定义的解	TAZID, 解释变量名与	2.3.2
量表	自定义的变量	释变量	定义时严格一致	
时间交互变量表	导入时间相关变	小区编号, 交互变量	TAZID, Value	2.3.3
	量的交互变量			
个体信息表	导入个体信息	个体编号,出入口编	IndividualID,	2.5
		号,到达时间(可选)	EntranceID, Time	
空间路径宽表	导入空间路径,	个体编号,出入口编	不严格	3.2.2

表 1.1 各 csv 文件表头的默认变量名

	估计 Logit 模型	号,路径中的小区编号		
空间/时空路径长表	导入空间/时空	个体编号,小区编号,	IndividualID, TAZID,	3.2.2,
	路径,估计Logit	到达时刻,停留时间,	Time, Stay, Expenditure	4.3.3
	模型,也可用于	消费额 (可选)		
	估计交通时间			
入口到达时刻表,	导入入口到达时	入口到达时刻	Time	4.3.1
也可用个体信息表	刻以估计分布			
小区停留时间表,	导入各小区停留	小区编号,停留时间	TAZID, Stay	4.3.2
也可用时空路径表	时间以估计分布			
小区消费表,也可	导入个小区消费	小区编号, 消费额	TAZID, Expenditure	4.4.1,
用时空路径表	额以估计分布			4.4.2
分布参数表	直接导入停留时	小区编号,均值,标准	TAZID, Mu, Sigma	4.3.2,
	间/消费额的分	差		4.4.2
	布参数			
小区容量表	导入小区容量,	小区编号, 容量	TAZID, Capacity	4.5, 4.6
	模拟排队效应			
小区基底面基表	导入小区基底面	小区编号,基底面积	TAZID, BaseArea	4.5, 6.2.3
	积,计算密度			



图 1.3 读取.csv 文件时表头与默认变量名不一致时的变量选择

1.6 总体技术路线

通过 CCSIM 进行时空行为模拟的总体技术路线如图 1.4。首先需要输入必要的基础数据,包括方案分区与边界条件等;进而设定个体空间选择的机制—— Logit 模型,可以在一般模式下使用默认的系数,也可以由用户提供适宜的模型; 在模型的基础上即可开展蒙特卡洛模拟,包括空间模拟、时空模拟、消费模拟等, 其中,时空模拟和消费模拟需要用户提供一些与时间、消费有关的边界条件数据; 最后在模拟完成后可对结果进行分析与呈现,主要包括总人数、密度、交通联系 等的分布,也可导入实际结果进行对比以检查模型与模拟的可靠性,或导入其它 方案的模拟结果进行多情景比较等。本说明以下的内容将围绕该技术路线展开。



图 1.4 CCSIM 的总体技术路线

1.7 实时帮助系统

考虑到 CCSIM 具有一定的复杂性, 为了便于用户使用,程序设置了一个实 时帮助系统:在操作过程中随时点击主 菜单下的"Current Status",将弹出一个 当前状态对话框。按照 1.5 节所述的技 术路线,该对话框包括 4 个部分:"Base Data"中提示与基础数据相关的信息(是 否已完整、如不完整则当前需要输入什 么数据等);"Logit Model"中提示与模 型相关的信息(是否已有模型,是否可 以估计新的模型等);"Simulation"中提 示与模拟相关的信息(是否可以开展不 同类型的模拟等);"Result"中提示与结 果相关的信息(是否已经有模拟结果、

Current Status	-		×
Base Data			
- You should load the TAZ information			Ŀ
Logit Model			
There are only predefined models, no user-defined model, you can us model. If you want to estimate a new model, you need to input path data.	se pred	efined	
Simulation			
You should input the number of individuals to simulate			
 If you want to do consuming simulation, you must firstly finish a spatial/spatiotemporal simulation. 			
Result			
There is no available simulation result. Current available comparison result: None			
UK			

图 1.5 实时帮助系统——当前状态对话框

可用的模拟结果,也没有可用的对比结果。

2 基础数据准备

2.1 方案与分区

所有工作的第一步是提供一个完整、已分区的规划设计方案,并将空间信息 输入 CCSIM。后续工作均以小区作为分析单元: 个体不断地把各小区作为选项 选择下一步活动的目的地,形成由连续的小区编号构成的路径,模拟结果也大多 汇总到小区层面。CCSIM 对分区没有过多限制,可按照功能与空间形态灵活开 展。原则上要求每一个分区在同一平面上,因此建议每一栋建筑的每一层楼至少 作为一个独立的小区。除小区外,通常还建议提供出入口的空间信息,该信息主 要用于绘图显示以及自动计算距离,如果不需要显示或由其它方式输入距离也可 不提供。无论是小区还是出入口,其各自的数量都必须明确,可以分别在右侧控 制面板"Base Data"内的"Num. TAZs"和"Num. Entrances"中显示和调整,如 果输入了小区或出入口的空间信息,则这些信息将自动设定。

从外部文件导入小区空间信息的方式有三种:由.csv 文件导入、由 AutoCAD 的.dxf 文件导入、由 ArcGIS 的.shp 文件导入;从外部文件导入出入口空间信息 的方式有两种:由.csv 文件导入、由.dxf 文件导入。此外,还可以通过 CCSIM 自 带的编辑器 CCSIM Editor 直接进行简单的方案编辑和微调,分述如下。在导入 完成后,可以绘制底图检查导入的数据,方法是在主菜单下选择 "Plot – Only TAZs",或在右侧控制面板的 "Plotting Options – Plot Item"选择对应的项目后点 击 "Plot" 按钮。另外,可在 "Plotting Options" 中通过 "Entrances On" 的勾选 与否打开或关闭出入口的显示,下同。

2.1.1 由 csv 文件导入

可通过主菜单下选择"Data – Input Environment Data – Load TAZ Base Data – From CSV"或直接在右侧控制面板内选择"Base Data – Load TAZ CSV File"导入小区空间信息。CSV 文件要求 4 列变量,依次为小区编号与 X-Y-Z 坐标,其默认表头名分别为: TAZID、X、Y、Z。每一个小区应有若干条记录,分别记录围合该小区的顶点信息。对于 Z 坐标,可以按层高与层数设定,并通过调整 Z-

factor 放缩显示(右侧控制面板 "Plotting Options – Z-factor",默认值为9,即放大9倍显示),以避免Z坐标相比于X-Y坐标在视觉上不协调,每个小区所有记录的Z坐标必须相同。

可通过主菜单下选择"Data – Input Environment Data – Load Entrance Base Data – From CSV"或直接在右侧控制面板内选择"Base Data – [Load Entrance CSV File]"导入出入口空间信息。CSV 文件要求 4 列变量,依次为出入口编号与 X-Y-Z 坐标,其默认表头名分别为: Entrance ID、X、Y、Z。每一个出入口有且只有一条记录。

2.1.2 由 AutoCAD 导入及编号调整

AutoCAD 是规划设计行业最普遍的绘图软件,因此在通用性上具有无可比 拟的优势。从 AutoCAD 中导入时需要先将绘制好的文件转换为.dxf 格式,再通 过主菜单下选择"Data – Input Environment Data – Load TAZ Base Data – From dxf (AutoCAD)"导入小区空间信息或选择"Data – Input Environment Data – Load Entrance Base Data – From dxf (AutoCAD)"导入出入口空间信息。导入小区的文 件内只应含有多段线要素(polyline),每个小区应当对应一条封闭的多段线,导入 出入口的文件只应含有点要素(point),每个出入口应当对应一个点。考虑到 AutoCAD 的应用以平面图居多,对于有多个楼层的方案,用户需要自行在 AutoCAD 中设置每个小区或出入口的 Z 坐标值,建议通过轴测模式查看设置效 果。图 2.1 显示了绘制完成的小区与出入口的.dxf 文件。



图 2.1 由 AutoCAD 导入的小区(左)与出入口(右).dxf 文件

从 AutoCAD 导入的主要问题在于编号错乱。由于 AutoCAD 会依据绘图顺序对小区或出入口进行编号,导入后的编号一般会与用户在分区时所设想的编号

不一致而需要调整。对此,可以通过在主菜单中选择"Data – Input Environment Data – Adjust the TAZ ID"调整小区编号,或选择"Data – Input Environment Data – Adjust the Entrance ID"调整出入口编号。以调整小区编号为例,其过程如图 2.2 所示。该界面的左侧为分区图,右侧为新旧编号对照表,用户在表中选择要调整 的小区时,分区图中对应小区的空间范围即被突出显示(图 2.2b),在用户键入新 的小区编号后,分区图中相应的数字也会被红色显示(图 2.2c)。在保存改动之前, 程序要求用户必须点击"Check the Modified TAZ IDs"进行检查,如果发现存在 编号相同或缺失的小区,程序将弹出报错对话框提示错误的位置(图 2.2d),直至 用户完全修正、检查无误后,方允许点击"Save the Modified TAZ IDs"保存改动。 对于一个方案,这样的过程需要进行一次,在调整完成后可以通过 1.3 节所述的 文件系统保存数据,以后再打开时即不需再次重复此项工作。



	Span to Motifie 122 co Res to Additio 122 co

c: 进行调整

d: 检查问题

图 2.2 调整小区编号:在由 AutoCAD 导入时一般需使用

2.1.3 由 ArcGIS 导入

ArcGIS 是当前主流的地理信息系统软件,在空间与属性数据管理上功能强

大。通过 ArcGIS 的.shp 文件导入数据的突出优势是可以预先方便在 ArcGIS 中 调整编号和准备各属性数据,从而一步到位地完成小区与对应解释变量的输入。 从 ArcGIS 中导入需要注意的主要问题是三维空间信息的处理:作为主要处理二 维平面空间的软件,ArcGIS 虽然可通过 3D shapefile 文件(polygonZ 要素)进行 三维编辑,但在导入前必须将其转换为一般的 2D shapefile 文件,具体方法为在 Arc Toolbox 中选择 "Conversion Tools – To Shapefile – Feature Class to Shapefile (multiple)",将 3D shapefile 文件选为"Input Feature",在"Output Folder"中设 定保存位置,再单击"Environments"按钮,在其中的"M Values"中将"Output has M Values"置为"Disabled",类似地在"Z Values"中将"Output has Z Values" 置为"Disabled",再单击"OK"即完成了转换。转换后的 Z 坐标信息将保存在 "Evaluation"字段中,用户可在属性表中检查。图 2.3 所示为 ArcScene 与 ArcMap 下的.shp 文件,其中,后者已进行了 3D 向 2D 的转换。如果用户的方案本身不 涉及三维信息,则一般的 2D shapefile 即可满足需求,不需要转换。此外,在导 入.shp 文件时,需要将同名的.shx 与.dbf 文件置于同一路径下。



图 2.3 由 ArcGIS 导入的.shp 文件在 ArcScene (左) 和 ArcMap (右) 中的显示

在 CCSIM 的主菜单下选择"Data – Input Environment Data – Load TAZ Base Data – From shp (ArcGIS)"进行导入,此时将会首先弹出一个帮助对话框,提示 上述需要注意的问题,进而选择要导入的.shp 文件后,CCSIM 将弹出如图 2.4 的 界面,辅助用户设定正确的小区编号及属性信息。左图为一般模式,程序将自动 从.shp 文件的可用字段名中识别与 ID、Area、Attract 相近的字段,分别作为小区 编号、营业面积、吸引力变量;右图为高级模式,程序将自动从.shp 文件的可用 字段名中识别与用户自定义的变量名一致的字段。如果未能识别或识别有误,用 户应自行在相应的下拉菜单中选择合适的字段名,如果.shp 文件中没有相关信息, 则选择"None"。两种模式下的界面均有属性表预览,用户可以由此检查字段所



对应的属性数据是否有误,在确认无误选择"OK"保存。

图 2.4 由 ArcGIS 导入后设置小区编号与属性信息(左:一般模式,右:高级模式)

2.1.4 使用 CCSIM Editor

CCSIM Editor 是 CCSIM 下进行简单方案的绘制与微调的工具,其界面如图 2.5。在左侧的编辑工具栏中,点击"Reset"将清空和重设 CCSIM Editor 当前的 内容,点选或取消"Axis On"将显示或隐藏右侧绘图区中的参考坐标系,点击 "X-Y Scale"将放缩调整绘图区的尺度范围,点击"Z Display"将放缩三维方案 在 Z 轴上的显示尺度(不影响实际尺度)。在绘图方面,点击"Draw TAZ"后可 在绘图区内绘制矩形空间小区,由于绘制结果只是二维平面的,因此在完成后还 将提示输入该小区的 Z 坐标,直接回车则默认为 0;点击"Draw Entrance"后可 在绘图区内绘制出入口,Z 坐标的设定同上;点击"Delete TAZ"后可在绘图区 内找到想要删除的空间小区,在其内部单击后将其选中(呈红色高亮,如有多个 小区重叠将提示选择),进而在弹出的确认删除对话框点击确认后删除;点击 "Delete Entrance"后可框选出想要删除的出入口,以类似方式删除;点击"Copy TAZ"后可选中希望被复制的空间小区(呈红色高亮,如有多个小区重叠将提示 选择),指定复制的起始参照点和目标参照点,再输出复制小区的 Z 坐标(直接 回车则默认与来源小区相同),确认目标位置(呈绿色高亮)后即完成复制,复 制时可选择自由位置、沿X 轴、沿Y 轴、原 X-Y 位置(仅可调整 Z 坐标)四种

模式。在上述编辑的过程中,CCSIM Editor 右下方的状态栏中将实时显示当前的 空间小区与出入口数量。



图 2.5 CCSIM Editor 的操作界面

在 CCSIM 的主菜单下选择"Data – Input Environment Data – Using CCSIM Editor – New"即可打开空白的 CCSIM Editor,由于目前版本的绘图功能较弱(只能绘制矩形空间小区),其主要意图是在前期对简单的概念方案或典型设计模式进行模拟检验。另一方面,CCSIM Editor 可以识别相对复杂的小区形状并进行复制和删除的操作,因此可以在 CCSIM 主菜单下选择"Data – Input Environment Data – Using CCSIM Editor – Use Current TAZs and Entrances"将当前导入 CCSIM 的方案再导入 CCSIM Editor 进行快速编辑,不必再以 AutoCAD 等第三方软件为中介。在 CCSIM Editor 中将方案绘制、编辑完成后点击"OK"按钮即将方案导入并返回 CCSIM 主界面,如图 2.6 所示。



图 2.6 在 CCSIM Editor 中生成的方案(左图)以及返回 CCSIM 后的方案显示(右图)

2.2 一般模式下解释变量的输入

2.2.1 变量介绍

CCSIM 的一般模式中规定了 6 个解释变量: 作为吸引要素的营业面积与吸 引力; 作为空间阻抗要素的平面距离与相对楼层差; 作为一般行为准则的已访问 和累计回游次数。其中, 前四个变量需要由用户提供, 除了通过 ArcGIS 在导入 分区方案时同时设定之外, 可选择手动输入 (2.2.2 节) 或借助 CCSIM 自动生成 (2.2.3 节), 除了吸引力由于数据获取难度相对较高可允许空缺外, 其它变量均 需完整输入, 如果确实不需要某个变量则应将其全部取值设为 0。后两个变量则 完全在模拟中自动处理, 无需用户特别设定。

对于前四个变量:营业面积反映了商业设施的规模与活动密集度,单位为m², 形式为列变量,即每个小区对应一个唯一不变的取值。吸引力主要反映消费者主 观上对品牌、服务、空间环境等的评价,有两种可选的行式:其一是集合层面的 吸引力,假设每个小区对于所有消费者的吸引力是一致的,形式类似于营业面积, 为列变量;其二是个体层面的吸引力,允许每个小区对于不同的消费者可以有不 同的吸引力。平面距离与相对楼层差均为矩阵形式,前者为每两个小区形心之间 (或与出入口之间)平面投影的距离,单位为m,后者为从任一个小区到其它小 区(或出入口)所需要上楼与下楼的相对楼层总数。

2.2.2 手动输入

如果用户已经准备了可靠的变量数据,可选择手动输入,具体包括从 csv 文 件中导入和逐条记录直接录入两种方式。由于实际方案的数据输入量较大,因而 一般推荐前者,只有当模拟情景特别简单时才考虑后者。

以对于营业面积为例,其它变量的输入过程可类似参照。在没有任何输入时,快速操作区内"Explanatory Variables"面板中的"Area"按钮的初始状态是"Waiting for Input"。从 csv 文件中导入的方法如下:单击该按钮,或在菜单栏中选择"Data – Input Explanatory Variables – Area",在弹出的对话框中依次单击"Input Data – Load CSV File"后选择路径与 csv 文件,导入成功后的状态变为"Finished"。如

果采用直接录入的方法,则在上述弹出的对话框中依次单击"Input data – Directly Type or Copy / Paste",进而在上方较长的输入栏中依次键入每个小区的营业面积,以空格或逗号分格,如果所有小区的营业面积一样,可将此栏留空,并在下方较短的输入栏中输入一个通用值。在输入完成后还可以通过"Check Data"快速检查输入结果。

对于吸引力,可选择输入集合数据(Input Aggregate Data)或个体级别数据 (Input Individual-Level Data)。集合数据的输入方式与营业面积完全相同,个体 级别的数据仅在 csv 文件的形式上不一致,其要求有三列变量,包括个体编号、 小区编号、吸引力取值。另外,如果输入的是个体级别数据,则在检查数据时会 显示各小区对前 100 位消费者的吸引力。

平面距离与相对楼层差的输入方式类似,二者均只能由 csv 文件导入。可以 在"Input Data – Load CSV File"之后分别选择"TAZ – TAZ Matrix"和"TAZ – Entrance Matrix"以输入各自的"小区–小区"以及"小区–出入口"矩阵,如果 两个矩阵均输入完成,则提示"Finished",如果仅完成一个,则会提示等待另一 个的输入。也可以选择一次性完成的方式:在准备 csv 文件时也可以将出入口附 加在小区后面,并选择"TAZ/Entrance – TAZ/Entrance Matrix"输入"小区/出入 口–小区/出入口"矩阵。

2.2.3 自动生成

营业面积、平面距离、相对楼层差三个变量均可以基于小区与出入口的空间 坐标自动生成,与手动输入相比便捷得多,但此时底图的功能已不仅仅是显示, 精度要求更高。营业面积与平面距离可利用计算几何简单地实现,在相应的解释 变量输入时选择"Input Data – Automatic Calculation"即可。

相对楼层差的自动计算较为复杂,不能直接将层数相减,还需要考虑建筑关系与空中连廊的设置。例如,A建筑的5层与B建筑的5层之间的相对楼层差并不是0,在绝大多数需要经由地面层中转才能到达的情景下是8(先下4层,再上4层),而如果二者之间建立直通的空中连廊则变为0。对此,CCSIM将首先基于各个小区的空间坐标识别彼此的平面包含关系,由此识别建筑(只考虑Z坐标为正的小区,即地面2层以及以上),再结合用户设定的连廊,通过Dijkstra最

短路径算法计算相对楼层差。

在已导入小区与出入口的前提下,在菜单栏中依次选择"Data – Input Explanatory Variables – Stair (Difference) – Automatic Calculation",打开相对楼层 差自动计算对话框(图 2.7a),此时软件已经自动识别出有 5 栋建筑,同一建筑 内的小区被分配相同的随机色,并显示在右上方的 Buildings 列表中同一行内。 如果识别结果不准确,用户可以直接对 Buildings 列表进行调整,包括增加或删 除整行。之后单击 Calculate 按钮,则在右下方显示计算出的"小区 – 小区"以 及"小区 – 出入口"的相对楼层差矩阵(图 2.7b),如发现计算结果有误,可以 直接修改矩阵中每个单元格的数值。如果有空中连廊,则在 Above Connections 中输入相连接的小区编号,此时 CCSIM 会对应地在左侧图中显示灰色的连接线, 以提示连廊的位置(图 2.7c),在设定完成后重新单击 Calculate 按钮,则会更新 之前自动生成的矩阵结果。在确认无误后单击 OK 按钮返回主界面,保存自动生 成的数据。另外特别指出,即使所有的小区都在同一平面而实际不存在相对楼层 差,也可以利用这一功能,此时计算得到的结果应该全部为0(图 2.7d)。



a: 初始状态

b: 计算生成相对楼层差矩阵



c:存在空中连廊时的情景

d: 不存在相对楼层差的情景



2.3 高级模式下解释变量的定义与输入

2.3.1 定义解释变量

高级模式下必须首先定义解释变量,用户根据实际需要既可以从一般模式中 的 6 个预定义变量中选择,也可以自定义新变量。在菜单栏中选择"Advance – Define Variables"弹出变量定义对话框(图 2.8a),其中左侧的表格即为 6 个预定 义变量,默认为全部选中,可以只选择其中的一部分,同时在其下方有全选(Select All)与全不选(Select None)的按钮。右侧的表格为用户自定义变量列表,可以 输入、修改、删除变量名。自定义的变量只能是一维列变量,即每个小区对应唯 一的取值,而不能是二维、高维矩阵或动态变量,每一个在此定义的变量都必须 有完整的数据输入。本说明文件中作为案例的变量定义如图 2.8b:预定义变量中 营业面积被剔除,因为它将被更精细地拆解为 6 种不同的功能,即自定义的服装 (clothes)、餐饮(catering)、书籍(book)、超市(market)、娱乐(play)、其它 (other),此外,为了更好地分析楼层效应,除了相对楼层差以外,还以地面层 为参照水平定义了 7 个绝对楼层的虚拟变量,分别是地下层(stu)以及地面 2-7 层(st2 – st7)。在完成选择与输入后单击右下角的 OK 按钮保存并返回主界面。



图 2.8 高级模式中变量定义(左:初始界面,右:完成界面)

2.3.2 输入解释变量

一般模式下预定义的解释变量的输入方法仍适用于高级模式,而对于用户自 定义的解释变量,除了可以通过 ArcGIS 随底图一并导入外,还可以在菜单栏中 选择"Advance-Input User Defined Variables",通过带表头的 csv 文件统一输入, 表头中的变量名应当与 2.3.1 节定义的变量名一致(图 2.9)。在指定 csv 文件后 将会弹出用户自定义变量输入对话框,形式与由 ArcGIS 导入底图时相同(见图 2.4 右),如果自定义的变量名与表头中的变量名完全一致(包括大小写)完全一 致,则可以被自动识别,否则用户需要从表头变量名列表中选择合适的来源。自 定义变量可以分多次输入,但只要还有未输入的变量,在后续的建模与行为模拟 中都会报错,必须完整输入。

id	stu	st2	st3	st4	st5	st6		st7	clothes	catering	book	other	play	market
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2154.065	0	104.9244	0	0
	2	1	0	0	0	0	0	0	1721.676	551.3862	0	114.859	0	250.6045
	3	1	0	0	0	0	0	0	169.2901	3268.482	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0	0	0	3704.454	0	0	0	0	0
	5	1	0	0	0	0	0	0	1994.609	0	0	43.51679	0	87.46711
	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1675.913	0	0	0	0
	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1260.479	0
	8	1	0	0	0	0	0	0	915.3917	0	0	423.0225	0	0
	9	1	0	0	0	0	0	0	932.4998	0	0	89.09194	0	0
	10	1	0	0	0	0	0	0	928.3628	0	0	85.07874	0	0
	11	1	0	0	0	0	0	0	1495.162	0	0	262.909	0	0
	12	1	0	0	0	0	0	0	1222.991	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	470.781	0	207.2142	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	839.9216	0	237.0227	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	799.6708	543.2789	0	692.6255	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	603.4682	0	419.492	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	80.75939	169.2021	0	125.7704	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	88.22341	0	0	440.0101	0	0
	19	0	0	0	0	0	0	0	5573.274	0	0	0	0	0
	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3756.104	0	0	0
	21	0	1	0	0	0	0	0	3756.104	0	0	0	0	0
	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3756.104	0
	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3756.104	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	2700	0	0	2700	0	0
	25	0	1	0	0	0	0	0	3806.513	0	0	1903.256	0	0

图 2.9 导入自定义的解释变量(与图 2.8 右的变量名相对照)

2.3.3 时间相关变量

以上解释变量均不考虑时间效应,即默认其对行为的作用在各个时间段内是 保持恒定。在高级模式可以设定一些在特定时间内才会发挥作用的变量,称为时 间相关变量(time-related variables),将其纳入考虑时间效应的行为模型以及时空 模拟中。这些变量具体采取交互变量的形式:首先设定一个感兴趣的时间段,由 此生成一个 0/1 虚拟变量,再将该变量与一个一般的属性变量相乘得到交互变量, 只有当前时间处于兴趣时间段之内时,虚拟变量取值为 1,与之相乘的属性变量 发挥其解释效力,而在其它时间虚拟变量取值为0,不管被乘的属性变量取值如何,交互变量都为0,因此不发挥作用。

就餐是典型的受时间影响较大的行为,餐饮面积的效应应当主要体现在午/ 晚饭时间。以下以午饭为例介绍时间交互变量的设置方法。在菜单栏中选择 "Advance – Define Time Variables",在帮助界面之后进入变量定义界面(图 2.10a);单击右侧的Add按钮,在弹出的对话框中键入变量名"Lunch"(图2.10b); 然后进入时间段定义对话框,输入兴趣时间段的起始与终了时刻(4位数字,前 两位指示小时,后两位指示分钟),这里分别输入"1100"和"1230"(图 2.10c), 表示午饭时间段为11:00-12:30,如果只输入起始时刻,则兴趣时间段不设下 限,一切晚于该时刻的时间均满足要求,如果只输入终了时刻,则兴趣时间段不 设上限,一切早于该时刻的时间均满足要求;完成后弹出交互变量设置对话框, 要求设定被交互的属性变量,可以从已定义的解释变量选择一个(Use Already Defined Variable),也可以创建一个新变量,仅仅为时间交互使用(Create a New Variable Only for Interaction),这里采取前一方法,在弹出的已定义解释变量列表 中选择餐饮面积(catering)(图 2.10d),至此即完成设置,此时在变量定义主界 面左侧的列表栏中将显示"Lunch: [11:00~12:30] * catering"(图 2.10f)。可以单 击 Check 按钮检查该变量的具体情况,单击 Edit Time 按钮修改时间段定义,单 击 Delete 按钮删除已定义的时间交互变量。按照类似的方法可以将晚饭定义为 "Supper: [17:00~19:00] * catering"(图 2.10f)。

在以上过程中,如果被交互的属性变量为已定义解释变量以外的新变量,则 需要首先指定该变量的名称,然后通过导入 csv 文件或逐条记录直接录入的方式 输入该变量的相应数据,要求必须是一维列变量,具体方法可参照 2.2.2 节对营 业面积输入的介绍。大多数情况下,该变量的记录数应等同小区的个数,即每个 小区一个取值,只有一种例外,即所要设置的时间交互效应是针对回家选项的, 此时该变量应当是记录数应等于小区的个数+1 的 0/1 虚拟变量,且在所有小区 上取值为 0,仅在位居最后的回家选项上取值为 1。例如,假定由于商业综合体 的营业时间,消费者在 21:00 以后更倾向于选择回家,那么可定义一个名为 "Home"的时间相关变量,被交互的属性变量命名为"home_dummy",仅最后 一个元素为 1,其余均为 0,通过 csv 文件导入(图 2.10e),完成后时间相关变

量列表中显示为"Home: [21:00~]*home_dummy"(图 2.10f)。

所有的时间相关变量设置完成后,单击 OK 按钮保存并回到主界面。

承 Time Variable Definition	- 🗆 ×	Time Variable Definition	- 🗆 ×
^	Add	^	Add
	Check	🖌 Name — 🗆 🗙	Check
	Edit Time	Please input the name of this new time-related variable Lunch	Edit Time
	Delete	OK Cancel	Delete
~	ОК	, [ОК

a: 初始界面

	Add
Enter the start time (Format: HHMM):	Check
1100	Edit Time
1230	Delete
OK Cancel	
	ОК

c: 定义感兴趣的时间段

Supper: [17:00 ~	12:30] * catering 19:00] * catering		^	Add
承 Input		_		Check
?	Please choose the w	ay of creating this va	riable	dit Tim Delete
	oad CSV File	Directly Type or 0	Copy / Paste	

e: 创建新的被交互属性变量

b: 输入时间相关变量的变量名



d: 从已定义变量中选择被交互属性变量

🛦 Time Variable Definition		-		×
Lunch: [11:00 ~ 12:30] * catering Supper: [17:00 ~ 19:00] * catering	^		Add	
Home: [21:00 ~] * home_dummy		(Check	
		E	dit Time	i
		[Delete	
	~		ОК	

f: 变量设置完成

图 2.10 高级模式中时间相关变量的定义

2.4 变量一览表

为了便于数据管理,CCSIM 中提供了变量一览表的功能,让用户可以随时 对当前所有的解释变量进行统一检查和修改。在菜单栏中选择"Data – Overall Check/Modify Variables",将打开如图 2.11 的变量一览表对话框,图中左侧为带 有编号的分区图,右侧为当前所有的变量列表。在表中选中任一单元格,则当前 行所对应的小区都会在左侧分区图上高亮显示(图 2.11),除第一列小区编号外, 其它各列数据绝大多数均可修改。在检查与修改完成后,单击 OK 按钮将保存并 返回主界面。



图 2.10 解释变量的检查与修改:变量一览表与分区对照图

2.5 个体信息

如果用户仅有规划设计方案而没有针对个体行为的调查数据,则不存在样本 个体信息,对此亦可以通过其它方式完成模拟。相反地,如果用户通过问卷调查、 大数据技术等方法收集了样本数据,则可以建立一个个体信息 csv 文件。该文件 是 CCSIM 多项功能的必要输入,至少包含两列,分别为个体编号以及观察到的 每个个体进入的入口编号。对于包含时间要素的模型与模拟,还需要第三列提供 每个个体到达入口的时间(4 位数字,HHMM 格式)。在快速操作区"Base Data" 面版中单击"Load Individual Information"即可导入该 csv 文件。导入完成后, CCSIM 将会自动将个体样本数设置为要模拟的个体总数(见 4.1 节)。

3 Logit 行为模型

行为模型揭示了个体的活动机制,是决定模拟效果的关键。本程序中所用 Logit 模型解释个体在行游路径中一系列的空间选择。在一般模式下,可以使用 CCSIM 中内置的模型,也可自定义一个新模型;在高级模式下,必须由用户提 供自定义模型。用户可以通过直接输入模型参数创建自定义模型,但最主要的方 式是基于调查得到的行为数据进行新模型估计。以下对其进行分别介绍。

3.1 使用内置模型

CCSIM 中内置了两个简单的消费者空间行为模型,仅供一般模式下使用(表 3.1)。内置模型基于作者在上海市五角场万达广场所做的消费者行为调查数据估 计,并进行了简化处理。内置模型 I 中的解释要素包括全部 6 个解释变量(参见 2.2.1 节):营业面积、吸引力、平面距离、相对楼层差、已访问次数和累计回游 次数,其中,营业面积、平面距离、相对楼层差作为客观的物质空间环境要素, 都是随着规划设计方案自然确定的,一般不存在数据获取的问题,已访问次数和 累计回游次数完全由 CCSIM 自动处理,不需要用户设置,只有吸引力可能需要 用户通过开展消费者调查获得,或凭借自身经验和情景设定直接赋值,因此在某 些情况下难以方便地获取。对此,内置模型 II 在上述 6 个变量中去除了吸引力, 供用户在吸引力数据缺失时使用,其反映的行为机制与模型 I 基本相同。

	模型I	模型 Ⅱ	解释
营业面积(m ²)	0.0001	0.0002	正效应,营业面积越大的小区越可能被选中
吸引力	1.4	-	正效应,吸引力越强的小区越可能被选中
平面距离(m)	-0.01	-0.01	负效应,距离越近的小区越可能被选中
相对楼层差	-0.4	-0.4	负效应,楼层差越小的小区越可能被选中
己访问次数	-1.5	-1.1	负效应,尚未访问的小区更可能被选中
累积访问次数	0.6	0.5	正效应,已活动的次数越多,越可能回家

表 3.1 内置模型系数与简单解释

在一般模式下, CCSIM 当前所使用的模型参数显示于快速操作区中的

"Behavioral Coefficients"中,初始状态下的默认模型为内置模型 I,也可通过菜 单栏中选择"Logit Model – Use Predefined Coefficients: With Attractiveness"随时 切换到该模型。如果要使用不带吸引力的内置模型 II,则在菜单栏中选择"Logit Model – Use Predefined Coefficients: Without Attractiveness"。

3.2 基于行为数据估计新模型

3.2.1 概述

内置模型虽然亦反映了消费者行为的一般准则,但毕竟是基于一个具体案例 的,应当视为缺乏数据与模型时的替代方案。另外,在高级模式下用户自定义的 变量也不可能使用内置模型。因此,如果用户针对所要模拟的对象收集了个体行 为数据,那么从中估计一个新模型无疑是最佳选择。根据作者的一项初步研究, 仅仅 50 个左右的个体路径观察样本已经可以得到一个较可靠的模型,因此即使 对于实际项目而言,开展行为调查也是可以接受且值得尝试的。另外,在当前大 数据采集与应用越来越普遍的背景下,如果有可利用的行动轨迹大数据,如 Wifi、 GPS 数据,那么由此估计出的模型以及后续的模拟工作将会更加可信。

估计模型所有的数据包括两方面,其一是所有希望纳入模型中的解释变量的 取值,这一部分可按 2.2/2.3 节的介绍操作;其二是观察到的个体行为路径。如 果模型中不带有时间交互变量,则只需要提供空间行为路径即可,否则需要提供 时空行为路径。在完成解释变量与路径数据的输入后,需要建立一个适合 Logit 模型估计的选择数据集,典型的形式是一个长表(参见图 2.14):将每一次选择 的每一个备选项均作为一行,以 0/1标识其是否被选中。其后,传统的方法是调 用第三方计量软件,如 Stata,NLogit,R,SAS等进行模型估计。这一过程对于 一些缺乏专业背景的用户可能较为困难,包括 Logit 模型数据集的构建、第三方 软件的操作,以及对模型结果的解读等。对此,CCSIM 可以一步到位地直接完 成全部模型估计工作,并提供简单的解释,免去了中间的数据处理及对第三方软 件的依赖;如果用户确实需要使用第三方软件,CCSIM 可以自动创建符合要求 的 Logit 模型数据,并提供"傻瓜式"的第三方软件操作步骤说明。这些功能使 得从实际数据中估计一个新的模型变成相当轻松的工作。

3.2.2 路径数据

CCSIM 可以识别的路径数据有宽表(wide form)和长表(long form)两种格式。前者较后者更加直观、易于理解,但只适用于不含时间信息的单纯空间路径,后者则可以支持时空路径。如果所要估计的行为模型中没有时间相关变量,则推荐使用宽表,否则需要使用长表。

以宽表形式表达的空间路径示例如图 3.1(左),表中每一行对应一个个体的路径,其中第一列为个体编号,第二列为该个体进入商业综合体的入口编号,第 三列及以后(直至行末)为该个体在商业综合体内依次活动的小区编号,路径长度可长可短。例如,图中44号个体的路径长度仅为1("1"),但42号个体的路径长度达到了12("24→25→26→27→28→29→31→32→39→40→41→42")。对于这样的宽表 csv 文件,可通过菜单栏中的"Data – Input Path Data – Wide Form"导入,导入成功后会提示文件中所包含的路径样本数量。

以长表形式表达的时空路径示例如图 3.1(右)。由于宽表中没有空间为每一 行的路径节点增加时间信息,在长表中它们被转置成列并头尾叠放在一起,组成 长列,在其它列中增加路径节点的时间信息,包括到达时刻(HHMM 形式)以 及停留时间(单位:min),也可一并增加消费信息以供其它模块使用。例如,图 中 43 号个体的路径为 "26→27",其到达小区 26 的时刻为 10:35,停留 60min, 到达小区 27 的时刻为 11:40,停留 60min,之后回家。对于这样的长表 csv 文件, 可通过菜单栏中的 "Data – Input Path Data – Long Form"(不考虑时间信息的单 纯空间路径)或 "Data – Input Path Data – Long Form"(包含时间信息的 时空路径)。由于长表数据中没有入口信息,因此上述两种方式都会要求先导入 个体信息表 csv 文件以提供每个消费者的入口偏号(详见 2.5 节),如果要导入的 是时空路径,则该表中还应包括到达入口的时刻。完成导入后,同样会提示文件 中所包含的路径样本数量。

Individal	Entrance	From Now of	on: PATH											Individua	IIITAZID	Time	Stav	Expenditure
4) 4	15	22	39	40									4	3 20	3 1035	60	250
4	1 5	32	15											1	3 2	7 1140	60	250
4	2 4	24	25	26	27	28	29	31	32	39	40	41	42		4	1 1225	10	200
4	3 4	26	27												-	1225	10	20
4	1 1	. 1												4	5 20	3 1335	30	680
4	5 1	. 28	20	37	38	45								4	5 20) 1415	20	0
4	5 1	. 22	24	25	26	14								4	5 3	/ 1445	10	60
4	1	. 25												4	5 3	3 1455	10	122
4	3 3	34	24	25	26	14	22							4	5 4	5 1505	10	0
4	4	. 34	19												6 2	2 1515	110	120
5	1	3	22	26	28										6 2	1 1720	110	120
0		24	28	32		7	10	4.4						4	0 24	11/20	30	0
0.	(d	20	20	28	3	/	19	14						4	6 2	J 1755	20	0
0	1	32	37	38										4	6 20	1815 ز	20	0
5		10	30	45	15									4	6 14	1 1845	50	150
5	5 d	37	38	45	10									4	7 2	5 1305	45	300
5	1	33	23											4	8 34	4 1250	40	90
5	3 5	31	22											1	8 2	1 1335	10	0
5) 4	37	38	45											8 2	1345	10	0
6) 3	31	40	36											0 2	1040	10	0
6	1 2	27	20	44										4	8 21	3 1355	10	0
6	2 1	37	38	31	14									4	8 14	1410	20	40
6	3 3	31	14	26	14	40	44							4	8 2	2 1430	110	120

图 3.1 路径数据: 宽表形式的空间路径(左)与长表形式的时空路径(右)

3.2.3 由 CCSIM 直接估计模型

CCSIM 中内置了直接从路径数据一步到位地估计 Logit 模型的程序。在菜单 栏中选择"Logit Model – Logit Model Estimation",在弹出的对话框中选择模型估 计结果 txt 文件的保存路径与文件名,默认文件名为"Logit_Estimation.txt"。根 据问题的复杂程度,模型估计将会花费不等的时间,在完成后会弹出结果摘要窗 口,亦可在保存路径中打开相应的 txt 文件查看更完整的结果。

图 3.2 展示了一个案例模型的估计结果。该模型包含了 21 个解释变量,是 在高级模式下定义的(参见 2.3 节)。可以看到,txt 文中首先给出模型估计的时 间、估计用时(45.8s)、估计完成时的收敛标准、零模型以及收敛模型的对数似 然值、模型的拟合优度——McFadden R²(0.26);进而报告了各个解释变量的参 数估计值(Coef)、标准误(SE)、t 检验值(t-stat)、p 值(p-value),可以从估计 值的符号与绝对值判断变量对选择行为影响的方向与强弱,从 p 值中判断显著 性;在参数估计表的下方是一些模型调用方面的提示。

Logit_Estimation050	9.txt - 记事本			- 0	×
文件(E) 编辑(E) 格式(C)	2) 查看(V) 帮助(¹ ♀	<u>H</u>)			_
ADVANCE MODE					
REVANCE MODE					
Estimation Finishe	ia 				
Estimation took 45	.7997 seconds				
Convergence achiev Log-likelihood val	ed by criteri ue changed le	on based o ss than LL	n change in TOL= 1e-10	log-likelihood value.	
Value of the log-1 Value of the log-1 Value of the McFad	ikelihood fun ikelihood fun Iden R-squre:	ction of n ction at c 0.26214	ull model: - onvergence:	6742. 2375 -4974. 8297	
ESTIMATION RESULTS	5				
clothes catering book market play	Coef 0.000187 -0.000074 0.000151 0.000173 0.000426	SE 0.0000 0.0001 0.0001 0.0000 0.0000	t-stat 8.2447 -1.3971 2.4676 7.7584 9.5034	p-value 0.0000 0.1624 0.0136 0.0000 0.0000	
other stu st2 st3 st4 st5	0.000167 -0.250052 -0.578709 -0.586068 -0.597090 -1.211861	0.0000 0.0817 0.1020 0.1156 0.1290 0.1898	4. 4630 -3. 0599 -5. 6732 -5. 0696 -4. 6300 -6. 3847	0.0000 0.0022 0.0000 0.0000 0.0000	
st6 st7 distance stair attractiveness	-1. 494112 -2. 707596 -0. 014105 -0. 312403 1. 397196	0. 2618 0. 5208 0. 0007 0. 0272 0. 0455	-5.7078 -5.1987 -21.4749 -11.4972 30.7034	0. 0000 0. 0000 0. 0000 0. 0000 0. 0000 0. 0000	
past Lunch Supper Home	-1.744778 0.527354 0.000479 0.000159 2.169457	0. 1242 0. 0251 0. 0001 0. 0001 0. 3888	-14.0462 21.0063 6.6759 2.2204 5.5805	0. 0000 0. 0000 0. 0264 0. 0000	
END OF ESTIMATION	RESULTS				
Note: you are usin Coefficients above directly use this If you want to use the menu and selec	ng advance mod have been au model. another user	le, so all tomaticall -defined m	predefined < y set as use odel, you ha	coefficients are not available. r-defined default coefficients, you can we to re-estimate a new model, or check	
verine the vefaul	t Logit Model	COBITICIE	nts to load	a new model.	~

图 3.2 由 CCSIM 直接估计得到的 Logit 模型结果

考虑到部分缺乏计量模型背景的用户在模型结果的解读上可能存在困难, CCSIM 还在 txt 文件参数估计报告的下方针对每一个变量的结果做简要的说明, 包括是否显著(默认采用 0.05 的显著性水平)、如何影响选择行为。同时, CCSIM 还计算并报告一些帮助理解的描述性指标,具体内容因变量的特点而异(考虑是 针对小区还是针对回家的变量,以及是否是时间相关变量),但基本形式是统计 各个选择情景中被选中的选项在某一变量上的平均值,与其它所有未被选中的选 项在该变量上的平均值进行对比。

CCSIM 使用说明

Simple Explanation & Descreptive Statistic

bimpic bapida	
clothes :	significantly positive effect. TAZs with higher value of 'clothes' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 1702.74; mean value of unchosen TAZs: 1234.88)
catering :	insignificant effect, the value of 'catering' do not have enough association with the probability of being chosen, when controlling other v (mean value of chosen TAZs: 449.16; mean value of unchosen TAZs: 758.79)
book :	significantly positive effect. TAZs with higher value of 'book' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 73.14; mean value of unchosen TAZs: 83.66)
market :	significantly positive effect, TAZs with higher value of 'market' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 541.55; mean value of unchosen TAZs: 477.32)
play :	significantly positive effect. TAZs with higher value of 'play' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 331.05; mean value of unchosen TAZs: 192.43)
other :	significantly positive effect, TAZs with higher value of 'other' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 707.08; mean value of unchosen TAZs: 554.99)
stu :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'stu' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.18; mean value of unchosen TAZs: 0.27)
st2 :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'st2' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.14; mean value of unchosen TAZs: 0.13)
st3 :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'st3' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.18; mean value of unchosen TAZs: 0.13)
st4 :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'st4' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.08; mean value of unchosen TAZs: 0.09)
st5 :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'st5' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.03; mean value of unchosen TAZs: 0.07)
stô :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'stô' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.01; mean value of unchosen TAZs: 0.02)
st7 :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'st7' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.00; mean value of unchosen TAZs: 0.02)
distance :	significantly negative effect. TAZs with lower value of 'distance' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 58.55; mean value of unchosen TAZs: 93.83)
stair :	significantly negative effect. TAZs with lower value of 'stair' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 1.47; mean value of unchosen TAZs: 2.22)
attractivenes	s : significantly positive effect, TAZs with higher value of 'attractiveness' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.83; mean value of unchosen TAZs: 0.42)
visited :	significantly negative effect, TAZs with lower value of 'visited' are more likely to be chosen, when controlling other variables. (mean value of chosen TAZs: 0.06; mean value of unchosen TAZs: 0.06)
past :	significantly positive effect, the higher value of 'past', the higher probability to go home, when controlling other variables. (mean value when choose to go home: 4.45; mean value when not choose to go home: 2.09)
Lunch :	significantly time-especific positive effect, during [11:00 ~ 12:30], TAZs with higher value of 'catering' are more likely to be chosen, when controlling other varial (during [11:00 ~ 12:30], mean value of 'catering' of chosen TAZs: 951.67, mean value of 'catering' of unchosen TAZs: 749.08 out of [11:00 ~ 12:30], mean value of 'catering' of chosen TAZs: 377.71, mean value of 'catering' of unchosen TAZs: 760.01)
Supper :	significantly time-specific positive effect, during [17:00 ~ 19:00], TAZs with higher value of 'catering' are more likely to be chosen, when controlling other varial (during [17:00 ~ 19:00], mean value of 'catering' of chosen TAZs: 475.62; mean value of 'catering' of unchosen TAZs: 758.35 out of [17:00 ~ 19:00], mean value of 'catering' of chosen TAZs: 441.58; mean value of 'catering' of unchosen TAZs: 758.91)
Home :	significantly time-specific positive effect, during [21:00 ~], people are more willingly to go home, when controlling other variables. (during [21:00 ~], 73.81% of people choose to go home out of [21:00 ~], 16.99% of people choose to go home

图 3.3 CCSIM 自动生成的对模型结果的简要说明及相关描述性指标

上述案例模型的解释说明与描述指标如图 3.3。对服装面积(clothes)估计 结果的说明是:"显著的正效应,在控制其它变量的前提下(下同,省略),拥有 更多服装面积的小区更有可能被选中",其下一行的描述性指标指出:在各选择 情景中,所有被选中的小区的平均服装面积为1702.74m²,明显高于没有被选中 的小区的平均面积(1234.88m²),直观体现了正效应的意义。类似地,对于平面 距离(distance)估计的说明提示了显著的负效应,其描述性指标表明被选中的小 区至起始小区的平均平面距离为 58.55m,明显低于未被选中的小区的平均水平 (93.83m)。累计回游次数(past)是一个针对回家的变量,对它的说明是:"显 著的正效应,其值越高,越有可能回家",对应的描述性指标表明:在个体选择 回家时,其平均累积回游次数已达到 4.45 次,而在个体没有选择回家时,该平均 值仅为 2.09 次。对于午饭(Lunch)这个时间相关变量,CCSIM 的解释说明为: "特定时间内显著的正效应,当处于 11:00 – 12:00 时,拥有更多餐饮面积的小区 更有可能被选中",对应的描述性内容为:在 11:00 – 12:00 期间以内,所有被选 中的小区的平均餐饮面积为 951.67m²,没有被选中的小区平均为 749.08m²,而 在这个期间以外,所有被选中的小区的平均餐饮面积为 377.71m²,没有被选中的 小区平均为 760.01m²,由此可以直观地理解该变量为什么在特定时间内显著。最 后,对于 Home 这个针对回家的时间相关变量的说明为:"特定时间内显著的正 效应,当处于 21:00 以后时人们更倾向于回家",对应的描述性指标为:"在 21:00 以后,73.81%的人选择回家,在此之前,16.99%的人选择回家",该变量的影响 同样易于理解。

通过这样的解释说明与指标描述,绝大多数的用户应当可以理解模型估计结 果的实质含义,并能根据专业经验判断其是否符合预期。需要指出的是,描述性 指标的计算并没有考虑对其它变量的控制,其反映的是多个变量共同作用的结果, 因此在对评价某一个变量的独立效应时只能作为参考。小部分变量出现模型结果 与描述性指标特征不一致的现象是正常的,最终仍应以前者作为判断依据。

3.2.4 由第三方软件估计模型

由于 CCSIM 内置有一站式模型估计功能,且经过多次测试表现稳定,因此 一般不需要借助第三方软件。但 CCSIM 还是提供了与 Stata 和 NLogit 两种商业 软件对接的功能,主要出于以下三方面考虑:其一是这两种软件较为权威,可用 于对照校验;其二是两者作为成熟的商业软件具有较好的容错性,当用户输入的 数据质量有问题或缺失时可以更好地应对;其三是 CCSIM 的内置估计功能只能 做基本的 Logit 模型估计,而利用这两种软件中还可以实现更复杂的功能,如估 计更加精细化的嵌套 Logit 模型、识别异常记录等。

在菜单栏中选择"Logit Model – Export Long-form Data for Stata/NLogit",指 定路径和文件名后将保存一个 xlsx 文件。该文件有两个工作表,其中"Logit Data" 工作表中保存有符合 Stata/NLogit 要求的长表数据。该数据的第1列为个体编号, 第2列为选择场景编号,第3列为选项个数,第4列为当前所处的小区/出入口 编号,第5列为下一步可选择的小区编号,第6列以0/1标记选择结果,一个选 择场景必须有且仅能有一个选项取值为1(选中),其它均取值为0(未选中), 第7列以后为各个解释变量,每个选区在同一变量上可以有不同的取值。图3.4 截取了案例数据中第1个选择场景的全部记录,共计46行,分别代表了46个选 项, 其中选项 22 被选中(to=22 时 choice=1)。



图 3.4 CCSIM 自动生成的可直接用于 Stata/NLogit 的长表数据

文件的另一个工作表——"Sheet1"中提供了用 Stata 或 NLogit 估计 Logit 模型的详细步骤,特别是根据用户所使用的变量动态生成模型估计的核心脚本语 句,可方便地直接粘贴进入 Stata/NLogit 后一步执行。例如,在案例中用于 Stata 执行的脚本语句为"clogit choice clothes catering book market play other stu st2 st3 st4 st5 st6 st7 distance stair attractiveness visited past lunch supper home, group(group)",用于 NLogit 执行的脚本语句为"Nlogit;lhs = Choice, NALT;rhs = clothes, catering, book, market, play, other, stu, st2, st3, st4, st5, st6, st7, distance, stair, attracti, visited, past, Lunch, Supper, Home ;Maxit = 1000 ;Alg = bfgs\$"。按照步骤 运行后的 Stata/NLogit 结果如图 3.5,与图 3.2 对比可见,它们与 CCSIM 直接估计的结果完全一致。

International	
choice Coef. Std. Err. z P> z [95% Conf. Interval]	
clothes .0001871 .0000227 8.25 0.000 .0001427 .0002316 Number of obs.= 1761, skipped 0 obs	
catering0000743 .0000532 -1.40 0.1630001785 .00003	
book .0001513 .0000613 2.47 0.014 .0000312 .0002715 Standard Prob. 95% Conf.	idence
market .0001732 .0000223 7.76 0.000 .0001294 .0002169	.vai
play .0004264 .0000449 9.50 0.000 .0003385 .0005143 CLOTHES .00019*** .2270D-04 8.25 .0000 .00014	. 00023
cther .0001669 .0000374 4.46 0.000 .0000936 .0002401 CATERING74270D-04 .5318D-04 -1.40 .162517850D-03 .5	29961D-04
stu2500939 .0817184 -3.06 0.0024102590899287 BOOK .00015** .6131D-04 2.47 .0136 .00003	. 00027
st25788206 .1020075 -5.67 0.00077875173788895 MARKET .2232D-04 7.76 .0000 .0001	. 00022
st3586241 .1156059 -5.07 0.00081282443596576 ortuppi 00174** 2727*** 44800-04 4.6 0000 000034	.00051
st45972563 .1289616 -4.63 0.00085001633444963 STU25009*** .08172 -3.06 .002241026	08993
st5 -1.212035 .1898094 -6.39 0.000 -1.5840558400156 ST257882*** .10201 -5.67 .000077875	37889
at 6 -1, 494294 .2617736 -5.71 0.000 -2.0073619812272 ST358624*** .11561 -5.07 .000081282	35966
st7 -2.707814 .520841 -5.20 0.000 -3.728643 -1.686984 51459725*** 12896 -4.63 .000085022	34450
distance0141057 .0006558 -21.48 0.00001533310128183 CTE 1.02094*** .1891 -6.39 .0000 -1.58406 -	84002
stair - 3123926 0271721 -11 50 0.000 - 365649 - 2501362 ST -2.7021444 520 -0.01 -0.11 -0.01 -0.000 -2.70264 -	-1.68698
1 307196 045562 30 70 0 000 1 308005 1 46586 DISTANCE01411*** .00066 -21.48 .000001539 -	01282
1.74750 1.74750 1.040152 36.76 0.000 1.000001 1.501005 STAIR31239*** .02717 -11.50 .000036565	25914
VISILET -1.744763 .1242133 -14.05 0.000 -1.960221 -1.501306 ATTRACTI 1.39720*** .04551 30.70 .0000 1.30801	1.48639
past .52/3556 .0251046 21.01 0.000 .4/81515 .5/65396 VISITED -1.74476*** .12422 -14.05 .0000 -1.98822 -	$\cdot 1.50131$
Lunch .0004792 .0000718 6.68 0.000 .0003385 .0006198 PAST .52736*** .02510 21.01 .0000 .47815	. 57656
supper .0001592 .0000717 2.22 0.026 .0000187 .0002998 LUNCH .00042*** .717/D-04 6.68 .0000 .00034 SUPPER .0016** .717/D-04 6.68 .0000 .00034	.00062
home 2.169463 .3887599 5.58 0.000 1.407507 2.931418 HOME 2.169464** .388759 5.58 0.000 1.40751 2.931418 HOME 2.16946*** .38875 5.58 0.000 1.40751 2.9344	2.93142

图 3.5 CCSIM 辅助的第三方商业软件模型估计结果: Stata (左)与 NLogit (右)

3.3 设置和使用用户自定义模型

用户自定义模型是与内置模型相对的,由用户自行提供的模型。在一般模式下,当用户设置一个默认的自定义模型以后,可以随时在菜单栏中选择"Logit Model – Use the User-Defined Default Coefficients"使用该模型;在高级模式下内置模型不可用,用户必须设置和使用自定义模型。

最典型的设置用户自定义模型的方式正是 3.2 节所述的通过 CCSIM 从观察 数据中估计一个新模型。无论是一般模式还是高级模式,模型估计结果都将会被 自动设置为用户自定义模型。另外,CCSIM 可以导入模型估计中所保存的 txt 文 件,将以前估计的系数结果重新读入作为自定义模型,具体方式是在菜单栏中选 择"Logit Model – Define the Default Logit Model Coefficients"后,在弹出的对话 框中选择"Import Coefficients"。另外,如果用户希望调整估计得到的模型参数, 可以直接在相应的 txt 文件中修改 Coef 一栏的估计值后再导入,但这一方法并不 推荐,以防不正确的修改破坏原有 txt 文件的结构,导致重新读取时出错。

如果没有观察数据不能进行估计新模型,则另 一种设置自定义模型的方式是直接输入模型系数。 在菜单栏中选择"Logit Model – Define the Default Logit Model Coefficients"后,在弹出的对话框中选 择"Directly Input Coefficients",将弹出模型系数输 入对话框(图 3.6),用户可依次输入各解释变量的 系数值。对于一般模式,还可以随时对快速操作区 中"Behavioral Coefficients"内的系数值进行修改, 并将满意的改动结果存储为默认的用户自定义模 型,方式是在上述弹出的对话框中选择"Set Current Coefficients as Default"。

承 Input	_		×
Enter area coef	ficient:		
Enter attractive	ness coe	fficient(op	otional):
Enter distance o	coefficien	t:	
Enter stair coef	ficient		
Enter visited co	efficient:		
Enter past coef	ficient		
	0	к	Cancel

图 3.6 直接输入模式系数

3.4 默认模型一览表

为便于模型管理,CCSIM 中提供了默认 模型一览表功能,使用户可以随时对当前默认 模型进行检查与修改。在一般模式下,最便捷 的方式是直接利用快速操作区中的"Behavioral Coefficients"面板,改动后的模型用于接下来的 行为模拟中,但不会存储为默认的用户自定义 模型,即一旦用户切换到内置模型或以前设置 的默认自定义模型,无法切换回来。另一种通 用的方式对于一般与高级模式均可用:在菜单 栏中选择"Logit Model – Check/Modify Default Coefficients",将弹出如图 3.7 的窗口,用户可 检查、修改模型的取值,在单击 OK 按钮后将 保存修改结果至默认的用户自定义模型。需要 提醒的是,虽然可以通过调整模型系数检验不 同行为机制下的模拟结果,但这种尝试应限制

🔊 Def	ault Coefficients	- 🗆	×
		o (11)	
	Variable Name	Coefficient	
1	clothes	1.8713e-04	
2	catering	-7.4300e-05	
3	book	1.5128e-04	
4	market	1.7316e-04	
5	play	4.2635e-04	
6	other	1.6685e-04	
7	stu	-0.2501	
8	st2	-0.5787	
9	st3	-0.5861	
10	st4	-0.5971	
11	st5	-1.2119	
12	st6	-1.4941	
13	st7	-2.7076	
14	distance	-0.0141	
15	stair	-0.3124	
16	attractiveness	1.3972	
17	visited	-1.7448	
18	past	0.5274	
19	Lunch	4.7916e-04	
20	Supper	1.5923e-04	
21	Home	2.1695	
	OK		

图 3.7 默认模型一览表

在一定范围内,因为如果某些变量的取值过于极端,可能会导致模拟限入死循环。

4 行为模拟

在完成基础数据的输入并有一个可用的 Logit 行为模型后,即可进行模拟工作。首先需要确定必要的边界条件,然后根据需要运行空间行为模拟或时空行为 模拟,之后还可以进行消费模拟。必要时可以在空间或时空行为模拟中考虑更复 杂的个体动态响应和小区的容量约束。

4.1 必要边界条件

在任何模拟以前都需要指定要模拟的个体数量以及个体在入口的空间分布。 对于个体数量,当 CCSIM 读入个体信息 csv 数据(详见本节下文)时会自动统 计观察到的个体样本量,并默认将其设置为要模拟的个体总量,显示于快速操作 区"Base Data"面板中的"Num. Individuals"内。用户可以接受(即模拟等同于 样本量的个体)或根据实际情况修改这个数量值,也可在菜单栏中选择 "Simulation – Num. of Simulated Individuals"中指定要模拟的个体数量值。

个体在入口的初始空间分布有 4 种设置方法,分别显示于"快速操作区 – Base Data – Distribution at Entrances"的下拉列表中或菜单栏"Simulation – Individual Spatial Distribution at Entrances"所弹出的选择对话框内。第一种方式 是在导入入口空间信息 csv 文件(见 2.1.1 节)时一并导入个体在入口的集合分布(Aggregate: Using Entrance-CSV),这种方式要求在该 csv 文件的第五列给出 每个入口的个体分布比例;第二种方式是直接输入个体在各个入口的集合分布 (Aggregate: Directly Entering),对于 N 个出入口,在弹出的窗口中依次键入 N 个以空格或逗号分隔的反映个体分布相对比例的数值,若其和不为 1,则会进行 相应的缩放,也可以只输入一个任意数值,则默认个体在各个入口的分布比例一致,即平均分配;第三、第四种方式均需要先行导入个体信息表 csv 文件(见 2.5 节),选择第三种方式会从这些个体数据中汇总统计对应的集合分布("Aggregate: Deriving From Individual Information"),选择第四种方式则直接利用精确的个体 入口信息("Individual Level: Using Exact Individual Information")。需要说明的是,对于第四种方式,一般要求模拟个体数与提供个体信息的样本数一致,否则将采
取 Bootstrap 抽样的方式模拟每个模拟设定个体的入口。

如果要进行时空行为模拟,则需要提供个体到达入口的初始时间分布,具体 有两种设置方式,可在菜单栏"Simulation – Individual Entry Time Distributoin" 所弹出的对话框中选择。第一种方式为利用集合层面的到达时间分布(Aggregate: Using Distribution),该分布需要预先定义(见4.3.1节);第二种方式为利用个体 层面精确的入口时间记录(Individual Level: Using Exact Individual Information), 这种方式同样基于个体信息表 csv 文件,此时该文件不仅要提供每个样本个体的 入口编号,还要提供其到达入口的具体时间。特别指出,考虑到时间的连续性而 难以对个体进行 Bootstrap 抽样,第二种方式要求模拟个体数量必须等于提供个 体信息的样本个体数量,否则将报错。此外,如果不通过上述操作明确指定入口 时间分布的数据来源,CCSIM 也可根据现有的数据情况自行选择。

最后,对于时空行为模拟、消费模拟、密度与排队分析,还必须提供相应的 边界条件,如停留时间分布、消费额分布、基底面积、容量,这些内容分别在相 应的模拟与分析章节中再行介绍。

4.2 空间行为模拟

空间行为模拟所需要的前置条件包括: 已完成基础数据的输入(方案与解释 变量),有一个可用的 Logit 模型(内置或自定义),已设定了模拟人数和入口空 间分布。此时,可单击快速操作区 Simulation 面板中的 Simulation 按钮,或在菜 单栏中选择"Simulation – Spatial Behavior Simulation"运行模拟。对于每一个个 体,以其所在的入口为起点开始空间选择,选项为所有的空间小区以及额外的可 家,利用 Logit 模型计算每个选项的选择概率后,通过 Monte Carlo 方法以生成 随机数的方式做出选择,并记录到这其个人路径中,只要该个体没有选择回家, 上述过程将不断重复,其间一些解释变量将会动态更新,直至回家被选中为止。 由此得到每个模拟个体的完整路径,再汇总统计其他特征指标。

由于 Monte Carlos 方法具有随机性,因此一般需要模拟多次,可在快速操作 区 Simulation 面板中 TIMES 上的输入框中输入模拟次数,默认为 10 次。开始运 行模拟后将弹出进度条,以供实时查看模拟进度(图 4.1)。模拟结束后将在快速 操作区 Simulation 面板下方显示总花费时间(包含正式模拟之前的数据准备与之

后的结果汇总处理)以及单次模拟所花费的净时间,用户可参考并估计增加或减 少模拟次数带来的时间影响。

承 Simulation	Process	_		×
	Simulation Process	: 3 of 10, 30%	b	

图 4.1 模拟进度条 (空间/时空行为模拟)

特别提醒,如果用户设定的 Logit 模型中包含时间相关变量,那么在单纯的 空间行为模拟中这些变量将会被丢弃,CCSIM 会在模拟开始前给出相应提示。

CCSIM在模拟完成后会自动汇总和分析模拟 结果,供后续保存输入和可视化使用。同时,用户 可单击快速操作区 Simulation 面板中的"Brief Summary"按钮快速查看结果摘要,其汇报了各次 模拟结果的平均水平。图 4.2 给出了一个基于 10 次模拟结果的摘要示例,可以看到:消费者的平均 活动次数为 4.5381;对于各个小区的活动量分布, 平均为 32.57,最大值为 149.5,最小值为 1.4,变 异系数为 0.88,空间基尼系数为 0.43;OD 矩阵中 的平均值为 0.56,最大值为 17.1,最小值为 0。



图 4.2 空间行为模拟结果摘要

4.3 时空行为模拟

时间行为模拟由于加入了时间信息而更加复杂。用户需要首先设定与时间相 关的边界条件,包括个体的到达时间分布、在各小区的停留时间分布,各小区之 间的交通时间分布,再运行时空行为模拟程序。

4.3.1 设定到达时间分布

如果选择了以分布方式(而非个体精确记录,具体见4.1节)设定模拟个体的初始到达时间,就需要预先定义一个到达时间分布。CCSIM 提供了两种定义

方式,在菜单栏中选择"Data – Input Time Data – Entry Time"后,如果选择"Kernel Density from Individual Observation"则将从个体观察样本中估计到达时间的核密度分布,而如果选择"Define a Cumulative Distribution"则将通过直接绘制累计分布曲线的方式定义分布。

如果用户收集了包含到达时间数据的个体行为观察样本,则推荐使用核密度 估计的方法,事实上,在 2.5 节中介绍的个体信息表中即可包含这项数据。若 CCSIM 检验到己导入这样的个体信息,则会询问是否使用它估计核密度,此时 如果用户选择使用新数据("No,use new data"),或是 CCSIM 未检测到已导入个 体信息,则都会要求用户导入个体到达时间样本,用户只需准备并提供类似 2.5 节介绍的个体信息表 csv 文件即可。在成功读取后,CCSIM 将执行一维核密度 估计并保存分布结果,用户可以通过"Data – Input Time Data – Entry Time – Distribution Plot",在设置显示时间段后查看估计出的核密度曲线(图 4.3)。



图 4.3 由个体观察记录估计得到的到达时间核密度分布曲线

如果用户没有个体观察样本,则只能直接刻画累积分布曲线。选择这一方式 将弹出如图 4.4(a)的初始界面,图中的横轴为时间(00:00-24:00),纵轴为累积 概率。初始分布曲线为一条对角直线,表示个体在整个时间区间内是均匀到达的, 这显然是不合实际的。用户应根据自己的知识与经验设定符合需求的分布曲线: 单击 Add 按钮将出现十字光标,可在坐标系合适的位置单击以设置锚点,单击 后还会弹出具体的坐标数值(HHMM 形式的时间以及累积概率),用户可进行精 确调整;单击 Delete 亦可相应删除错误的锚点。累积分布曲线中,任意两个锚点 之间的分布都是均匀的,锚点数量均多,整体分布越精细。图 4.4(b)是增加了 6 个锚点的完成界面:根据这一曲线,个体在 9:00 以后才会进入,在 21:00 以后不 再进入,9:00-14:00、14:00-17:00、17:00-19:00、19:00-20:00、20:00-21:00 到达的个体比例分别为 10%、20%、50%、15%、5%。在设定完成后点击 OK 按 钮保存分布并返回,该分布也可通过"Data – Input Time Data – Entry Time – Distribution Plot"随时查看。



a: 初始界面



b: 完成界面



4.3.2 设定停留时间分布

在 CCSIM 中, 个体在各个小区的停留时间以一个分布描述, 可选的分布形 式包括核密度、正态、对数正态三种。核密度分布理论上的拟合效果最好, 但作 为非参数分布, 它无法由用户直接设定, 必须由实际观测样本进行估计; 正态分 布的优点在于最为简单, 可以由实际观测样本估计, 也可由用户直接输入均值与 标准差定义, 但拟合效果一般较核密度稍差; 无论是核密度还是正态分布都有一 个理论缺陷, 即不能保证从分布中抽取的随机值是正数, 然而停留时间本身必须 为正, 对数正态分布则可以克服这一问题, 它同正态分布一样可以估计获得, 也 可以直接输入分布参数设定。

如果用户收集了各个小区用户停留时间的实际观测样本,则推荐从中估计停 留时间分布。此时,应该先通过菜单栏中选择"Data – Input Time Data – TAZ Stay Time – Load Individual Observation CSV"导入上述样本的 csv 文件,该文件中只 需要包含小区编号与停留时间两列变量,3.2.2 节介绍的包含停留时间的长表形 式路径文件即可使用。导入后可选择"Data – Input Time Data – Kernel Density Distribution"估计核密度分布,或选择"Data – Input Time Data – Kernel Density Distribution"估计核密度分布,或选择"Data – Input Time Data – Normal Distribution – Input Distribution – Automatic Estimation"估计正态分布,或选择"Data – Input Time Data – Log-Normal Distribution – Input Distribution – Automatic Estimation" 估计对数正态分布。特别指出,如果总样本缺少某个小区的观测值,则该小区无 法估计,此时 CCSIM 会弹出说明,要求用户选择一种替代方式定义该小区的停 留时间分布。可选替代方式包括使用全体数据的平均分布,以及通过直接输入均 值与标准差的方式定义一个正态分布或对数正态分布。

如果用户没有这样的实际观测样本,则必须通过直接设定分布参数的方式自 定义分布。用户可通过"Data – Input Time Data – Normal Distribution / Log-Normal Distribution – Input Distribution – Load CSV File"的方式导入正态或对数正态分布 的参数 csv 文件。该文件应包括三列数据:小区编号、停留时间均值、停留时间 标准差。在导入完成后,用户可通过"Data – Input Time Data – Normal Distribution / Log-Normal Distribution – Check Distribution Parameter"检查各个小区当前的分 布类型(核密度/正态/对数正态)以及分布参数(均值及标准差)。特别指出,如 果用户希望设置某个小区的停留时间保持不变而没有随机性,则只需在 csv 文件 中将其标准差设为0即可。

通过以上方式定义完成后,可以通过菜单栏中的"Data – Input Time Data – TAZ Stay Time – Probability Density Plot",在指定小区编号后查看特定小区的停 留时间分布密度曲线。图 4.5 给出了通过实际观测记录估计两个小区三种分布各 自的密度曲线,可以看到对有的小区三种分布差异较大(小区 1, 左列),而有的 则较为接近(小区 22, 右列),核密度分布细节相对较多(左上),对数正态分布 可以保证非负性(左下)。



图 4.5 小区 1 (左列) 与小区 22 (右列) 的停留时间分布密度曲线:核密度 (第一行)、 正态分布 (第二行)、对数正态分布 (第三行)

4.3.3 设定交通时间分布

在一些小尺度的模拟中,小区之间的交通时间相对较短,可简单处理甚至忽略不计;而在一些大尺度的模拟中交通时间较长,必须妥善处置。CCSIM 中任 意两个小区以及小区与出入口之间的交通时间都采用正态分布描述。

CCSIM 在菜单栏 "Data – Input Time Data – Traffic Time" 中提供三种设定交 通时间分布的方法: 使用统一值(Directly Inputting Unique Value)、利用速度进 行计算(Calculate Using Speed)、从时空路径中估计(Estimate from Spatiotemporal Path)。统一值的方法最为粗糙,只需输入一个均值和一个标准差,则所有小区之 间的交通时间分布都将设定为由该均值和标准差定义的正态分布,如果用户已经 导入了时空路径,则输入对话框中的默认值为时空路径中所有交通时间的均值与 标准差(图 4.6 左),如未导入时空路径,则默认均值为 5min,默认标准差为 0。 利用速度计算的前提要求是用户已经输入平面距离和相对楼层差矩阵(见2.2节), 该方法根据了这两个矩阵反映的小区间的路径远近推算不同的平均交通时间,较 统一值更符合实际情况。CCSIM 考虑两种速度——平面速度(m/min)和竖向楼 层速度 (楼层/min),如果用户未导入时空路径,则前者默认为 50m/min,后者 默认为2层/min,如果已导入时空路径,则以每一次移动的实际交通时间为因变 量,以移动的起止小区的平面距离和相对楼层差为自变量做线性回归,两个回归 系数即作为速度的最佳估计值(图 4.6 右),在利用路径与速度推算出交通时间 的均值后,标准差由统一的变异系数(CV)计算,CV可由用户设定(图 4.6 右), 默认值为0。最后,基于时空路径估计的方法将提取出特定小区之间的所有移动 记录,从中估计出交通时间的均值与标准差。

Enter the mean traffic time for all situations (min), if you have spatiotemporal path, the sample mean will be set as default: 5.6064 Enter the standard deviation of traffic time for all situations, if you have spatiotemporal path, the sample std will be set as default: 4.2308 Enter the horizontal distance speed (m/min), if there exist spatiotemporal path data, estimated speed is set as default: 21.5644 Enter the vertical stair speed (floor/min), if there exist spatiotemporal path data, estimated speed is set as default: 0.9714 Enter the CV (coefficient of variation = std / mean) of traffic time:	🕢 Time Definition — 🗆 🗙	Speed Definition – 🗆 🗙
OK Cancel 0.18065	Enter the mean traffic time for all situations (min), if you have spatiotemporal path, the sample mean will be set as default: 5.6864 Enter the standard deviation of traffic time for all situations, if you have spatiotemporal path, the sample std will be set as default: 4.2308 OK Cancel	Enter the horizontal distance speed (m/min), if there exist spatiotemporal path data, estimated speed is set as default: 21:5644 Enter the vertical stair speed (floor/min), if there exist spatiotemporal path data, estimated speed is set as default: 0.9714 Enter the CV (coefficient of variation = std / mean) of traffic time: 0.18065 OK Cancel

图 4.6 设定交通时间分布:简化为统一时间(左)或基于速度推算(右)

上述第三种方式无疑是最佳选择,但由于估计量较大(两两小区构成的交通

时间矩阵),即使用户有一定规模的时空路径样本,也很有可能出现某两个小区 之间没有交通联系的记录,导致其交通时间无法估计。考虑到这一点,CCSIM 允 许联合使用多种方法,通过弹出的帮助窗口建议用户即使是在有可用的时空路径 数据时仍然先选择第一或第二种方式建立一个基底交通时间矩阵,保证每两个小 区间都有一个初步结果,然后再采用第三种方式,对那些在时空路径中有移动记 录的小区估计更准确的分布,并覆盖掉基底矩阵单元格内的原分布。这个次序不 能颠倒,因为在已完成一次交通时间估计的情况下,再采用第一/第二种方式会 完全覆盖前一轮估计结果,而第三种方式往往只会部分覆盖。有关操作顺序的建 议以及当前结果覆盖的说明在 CCSIM 的操作过程中都有相应的提示。

无论采取哪种方式,在设定完成后都会弹出检查与修改界面(图4.7),显示 了两两小区以及小区与出入口之间的交通时间分布的均值与标准差,用户可根据 实际需要对分布参数进行调整,确认无误后点击 OK 保存并返回主界面。

odity Irat	ftic Time										
	Fro	om TAZs	To TAZ	s:			Fron	n Entranc	es To T	AZs:	
	FromID	ToID	Mu	Sigma			FromID	ToID	Mu	Sigma	
1	1	2	1.5720	0.2840	^	1	1	1	3.6667	1.1547	^
2	1	3	10	0		2	1	2	4.5833	1.2401	
3	1	4	5	0		3	1	3	6.2500	2.5000	- 17
4	1	5	7.3729	1.3319		4	1	4	6	1.9579	
5	1	6	7.6062	1.3741		5	1	5	8.6731	1.5668	
6	1	7	10	0		6	1	6	12.5000	3.5355	
7	1	8	5.2432	0.9472		7	1	7	6.7500	2.3629	
8	1	9	5.1601	0.9322		8	1	8	10	0	
9	1	10	2.6340	0.4758		9	1	9	5	0	
10	1	11	3.3157	0.5990		10	1	10	7.5000	3.5355	
11	1	12	2.2247	0.4019		11	1	11	6	4.1833	
12	1	13	2.9770	0.5378		12	1	12	5	0	
13	1	14	2.1132	0.3818		13	1	13	4.2267	0.7636	
14	1	15	2	0		14	1	14	7.5000	3.5355	
15	1	16	6.3466	1.1465		15	1	15	7.3969	1.3362	
16	1	17	8.6640	1.5652		16	1	16	7.7222	1.3950	
17	1	18	6.9574	1.2568		17	1	17	10.0391	1.8136	
18	1	19	4.4255	0.7995		18	1	18	8.1276	1.4683	
19	1	20	11.5000	4.9497		19	1	19	10	0	
20	1	21	4.9679	0.8975		20	1	20	10	0	
21	1	22	12.3333	6.8069		21	1	21	6.3421	1.1457	
22	1	23	5.2179	0.9426		22	1	22	9.2000	2.2998	
23	1	24	1.2240	0.2211		23	1	23	10	0	
24	1	25	1.4735	0.2662		24		24	6 1905	2 4004	~
25	1	26	1.7227	0.3112							
26	1	27	1.9663	0.3552				0	K		

图 4.7 交通时间设定结果: 检查与修改窗口

4.3.4 运行时空行为模拟

时空行为模拟所需要的前置条件包括已完成基础数据的输入(方案与解释变量),有一个可用的Logit模型(内置或自定义),已设定了模拟人数、入口空间分布,以及上述三种时间分布。此时,可在菜单栏中选择"Simulation – Spatiotemporal Behavior Simulation"运行模拟。时空模拟与空间模拟的基本原理

相似,但增加了时间要素:每一个个体,从其到达时刻开始,在每一次选择一个 空间小区之后将会基于该小区的停留时间分布生成一个随机的停留时间值,并基 于当前小区(起点)到该小区(终点)的交通时间分布生成一个随机的交通时间 值,由此可以推断这个个体到达该小区的时刻以及离开该小区、开始下一次选择 的时刻。通过这种方式,可以为每个个体的空间活动链增加对应的时间链。

如果用户定义了时间相关变量,则对于每个个体的每一次选择,时空模拟程 序将会判断当前时间是否处于每个时间相关变量的兴趣时间段内,由此对选择结 果产生影响。时空行为模拟不仅可以用于高级模式,也可用于仅有6个预置变量 的一般模式,但由于一般模式无法设置时间相关变量,时空模拟中的时间要素并 不能真正影响最为关键的空间选择行为。

与空间行为模拟类似,时空行为模拟同样需要多次运行,设置运行次数的方 式与空间模拟相同。由于随机要素更多,时空行为模拟建议的运行次数也更多, 但另一方面由于运算更加复杂,时空行为模拟单次的运行时间一般更长。在模拟 完成后,CCCSIM 会对模拟结果进行自动分析,包括与分析空间模拟结果相同的 全时段处理以及按每分钟统计的分时处理。"Brief Summary"中显示的摘要是全 时段处理结果的摘要。

4.4 消费模拟

CCSIM 中可以还可以对个体的消费情况进行模拟,该模块需要首先设定两个边界条件:每个小区的消费比例,以及有消费时的消费额的分布。

4.4.1 设定消费比例

消费比例可以通过观察数据估计,也可以直接指定。

如果用户已经收集了观察数据,则推荐从中估计消费比例。首先通过菜单栏 "Data – Input Consuming Data – Load Individual Observations CSV"导入个体消 费观察数据 csv 文件,文件中要求有两列,其一为小区编号,其二为消费额,3.2.2 节介绍的时空行为路径中如带有消费信息即可适用。该数据不仅可用于此处的消 费比例估计,也可用于 4.4.2 节的消费额分布估计。在导入成功后,选择"Data – Input Consuming Data – Consuming Probability – Input Data – Automatic Calculation" 即可从中统计各小区的消费比例,并将结果显示在弹出的窗口中。

如果用户没有可用的观察数据,则只能直接指定消费比例。在菜单栏中点击 "Data – Input Consuming Data – Consuming Probability – Input Data"后,选择 "Load CSV File"可以导入含有小区编号与对应消费比例的 csv 文件,选择 "Directly Type or Copy/Paste"将弹出输入窗口,可直接键入或粘贴以空格或逗 号分隔的 N(小区数量)个消费比例值,或输入一个所有小区共同的消费比例值。

4.4.2 设定消费额分布

如果用户已经收集了个体消费观察数据,则推荐直接从中估计消费额分布, 此时需要首先按照 4.4.1 节所述的方法导入观察数据,进而从核密度、正态、对 数正态三种分布中选择一种进行估计。如果用户没有可用的个体消费观察数据, 则只能选择直接输入分布参数的方式来定义分布,包括正态或对数正态分布。用 户可在菜单栏中选择"Data – Input Consuming Data – Expenditure Distribution When Consuming",然后指定一种分布形式,包括:核密度分布("Kernel Density Distribution")、正态分布("Normal Distribution")、对数正态分布("Log-Normal Distribution")。

CCSIM 中对消费额分布的设定方法与停留时间分布完全相同,用户可参照 4.3.2 节的内容,包括分布形式的选择、具体的操作步骤、数据缺失问题、分布曲 线的查看等。

4.4.3 运行消费模拟

开展消费模拟的前置条件是已经完成了空间行为或时空行为模拟,得到了每 个个体的空间路径,同时已定义各小区的消费比例和消费额分布。此时,可选择 菜单栏"Simulation-Consuming Behavior Simulation"运行消费模拟程序。CCSIM 将调取每一次空间或时空行行为模拟中得到的每一个个体的空间路径,对每一个 经过的小区模拟其是否消费,以及如果消费时的消费额。模拟开始时将弹出进度 条,供用户监视模拟进度。模拟结束后将自动对结果进行汇总统计。由于消费模 拟是跟随在空间/时空行为模拟之后的,其模拟次数即等于空间/时空行为模拟的 次数,不需要另行设定。

4.5 个体相互作用与动态响应

目前为止的行为模型与模拟都只体现了单一个体与静态的物质空间环境的 交互关系,而没有考虑众多个体共同活动时的相互作用以及个体对此的动态响应, 换言之,没有体现拥挤、排队等由群体决定且不断变化着的状态对个体的影响。 如果希望考虑这些问题,则需要使用动态变量。该模块只支持高级模式。

CCSIM 中内置了三个动态变量:人流量、密度、排队时间。在高级模式下, 用户可点击菜单栏中的"Advance – Define Dynamic Variables",在弹出帮助窗口 后打开动态变量定义对话框(图 4.8a)。在初始状态下,人流量(Volume)、密度 (Density)、排队时间(Queue Time)都未选中且呈灰色,用户可根据需要选用 其中的一个或多个。需要注意的是,如果使用密度,则需要预先设置各小区的基 底面积(详见 6.2.3 节),如果使用排队时间,则需要预先设置各小区的容量,并 打开排队模式 (详见 4.6 节)。 动态变量与 CCSIM 中其它变量的主要不同之处在 于其系数无法从观察数据中估计,虽然单就估计方法上是可以实现的,但由于目 前多数情况下用户所能获取的观察数据只是一个很小的抽样,从中很难判断在某 一次选择时各小区的真实密度或排队状态如何,因此估计出的结果也没有意义。 因此,如果用户希望使用动态变量,就必须手动输入其在 Logit 行为模型中的系 数值。我们建议尽可能通过其它成熟的调查和模型(而非单纯的猜测)获取合理 的系数值,其中,叙述性偏好法(stated preference method, SP)是值得尝试的推 荐方法。在输入动态变量的系数值时, CCSIM 提供了两种选择: 其一是将该动 态变量视为连续指标,只需要输入一个系数值即可; 其二是将该动态变量分段化 (categorize),以N个分段点将值域区间分成N+1段,此时需要输入N个值, 分别对应于从第2段到第N+1段的系数,第1段(从负无穷到第1个分段点的 区间)被自动设置为参照水平。

Volume	Volume
Use Volume Continuous V Waiting for Input	Use Volume Continuous V Waiting for Input
Density	Density Use Density Categorical V Waiting for Input
Queue Time Use Queue Time Continuous Waiting for Input	Queue Time
	Categorical
ок a: 初始界面	b:使用排队时间,选择变量的处理方
OK a:初始界面 Dynamic Variable Definition - □ × Volume	b:使用排队时间,选择变量的处理方 ■ Dynamic Variable Definition - □ Volume
OK a:初始界面 Dynamic Variable Definition - □ × Volume □ Use Volume Continuous Waiting for Input	b:使用排队时间,选择变量的处理方 ■ Dynamic Variable Definition - □ Volume ■ Dynamic Variables - □ × Input the cut-off values in asconding order: N numbers for N+1 categories.
OK a:初始界面 Dynamic Variable Definition - ○ × Volume ○ Use Volume □ Use Volume □ Use Density □ Use Density	b: 使用排队时间,选择变量的处理方 ● Dynamic Variable Definition - □ Volume ● Dynamic Variables - × Input the cut-off values in ascending order: N numbers for N+1 categories, using space or comma as seprator 10 30 Definite the coefficients: N numbers, using space or comma as seprator, the first category (- lowest) is the reference level with zero coefficient. -5-1000
OK a:初始界面 Dynamic Variable Definition - ○ × Volume ○Use Volume ○Use Volume ○Use Volume ○Use Density ○K Cancel atting for Input	b: 使用排队时间,选择变量的处理之 Volume ✓ Volume ✓ Dynamic Variable Definition - · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
OK a:初始界面 Dynamic Variable Definition - ○ × Volume ○ Use Volume ○ Use Volume ○ Use Density ○ Use Density ○ Use Density ○ Use Queue Time ○ Use Queue Time	OK b:使用排队时间,选择变量的处理力 Image: Comparison of the state of the s

图 4.8 定义动态变量

以排队时间为例,点击"Use Queue Time"后,动态排队时间将纳入模型与 模拟中。此时,Queue Time 面板中灰色的功能被激活,在下拉列表中可以看到将 原始的排队时间视为连续值(Continuous)或做分段化处理(Categorical)的选择 (图 4.8b)。如果选择前者,单击"Waiting for Input"后要求输入一个单一值作 为连续型排队时间在 Logit 模型中的系数(图 4.8c);如果选择后者,单击"Waiting for Input"后则要求输入 N 个分段点和 N 个系数值(图 4.8d),并提示了它们的 对应关系,这里的设定为分成三个区间:10分钟以下、10-30分钟、30分钟以 上,对应的系数值为 0 (参照水平)、-5、-10000,即假定个体不希望排队,但 30 分钟以下尚可接受,30分钟以上不可接受。

在设置了动态变量之后,用户可依然通过菜单栏中"Simulation – Spatiotemporal Behavior Simulation"运行时空行为模拟程序,此时的模拟中即已

考虑了个体的动态响应。由于需要不断更新各个小区的人数、密度、排队时间的 实时状态,这种考虑动态响应的模拟采用了与之前的模拟程序不同的架构,不再 是按顺序依次模拟每个个体的完整时空路径之后再进行汇总(如图 4.9a 示意), 而是以时间为单元,在每一分钟都要遍历所有的个体状态(在途、抵达、排队、 消费活动等),由此实时更新全局状态(如图 4.9b 示意)。因此需要特别指出,考 虑动态响应的模拟的单次运行耗时会明显拉长,除非用户确有此方面的需要,否 则,从节省运算量与时间的角度不建议采用这种模拟方法。



图 4.9 两种时空模拟方式的不同架构

4.6 容量约束与排队效应

如果小区的容量是有限的,在单位时间内过量的到访会产生排队。CCSIM 允许排队效应的模拟,但需要预先设定小区容量,同时开启排队模式。排队效应模拟只适用于高级模式。

用户可以通过菜单栏中点击"Data – Input Capacity (For Queue)"设定小区容 量,首先将弹出帮助窗口,提示一旦要设定容量,就必须为所有的小区均设置, 即使那些没有容量限制的小区也不能留空,更不能错误地设置成0,因为0容量 意味着没有个体可以进入,正确的设置应当是 inf,即无穷大。在接下来的对话 框中如果选择"Load CSV File"则通过 csv 文件导入,该文件中应包含小区编号 与对应的容量两列数据;如果选择"Directly Type or Copy/Paste"则直接键入或 粘贴 N (小区数量)个以空格或逗号分隔的容量值,或只输入1个所有小区共同 的容量值;如果选择"Check Data"可查看输入完成的数据。此外,也可以在变 量一览表(见 2.4 节)查看和修改已输入的容量数据。当有容量约束的小区不多 时,推荐的方法是先通过"Directly Type or Copy/Paste"并在下方输入 inf,将所 有小区设置为无容量约束,再在"Data – Overall Check/Modify Variables"中为需 要定义容量的小区输入相应的值。

要在模拟中体现排队效应,还必须勾选菜单栏"Advance – Queue On"开启 排队模式,开启状态下再次单击"Queue On"将会取消勾选。这样的设计同样是 因为排队模拟比较复杂,不能通过小区的到达人数与容量做差来简单计算,因为 实际中还会产生因排队而时间链滞后的问题。所以对于排队模拟任务,CCSIM将 采用图 4.9b 所示的更复杂的模拟程序架构,大大增加计算量和运行时耗,只有 在必要时才由用户确认使用。在开启排队模式之后,用户可依然通过菜单栏中 "Simulation – Spatiotemporal Behavior Simulation"运行时空行为模拟程序,此时 的模拟中即已考虑了容量约束与排队效应,主要指标包括排队人数与排队时间。

正如 4.5 节中所介绍的,排队时间是 CCSIM 定义的三个动态变量之一,即 排队效应与个体动态响应可以同时考虑,以下以一个案例对此进行展示。首先设 定各小区的容量,仅将小区 24 的容量限制为 5,然后直接运行时空行为模拟并 绘制排队人数曲线(可视化方法见 6.3.2 节,下同),如图 4.10a。可以看到,在 开始出现排队后,总活动人数(红实线)与排队人数(红虚线)之间的差保持在 5 左右。这种情景下的排队时间峰值达到了 100min 以上,这是由于没有考虑个 体对排队的动态响应,不管排队人数的多少依然不断地选择该小区。如果将排队 时间设为动态变量,并将其系数设置为负(具体设置参见图 4.8d),重新模拟得 到的排队人数如图 4.10b 中的红虚线。与原先排队人数(蓝虚线)相比可以看到, 由于在行为模型中设定个体不愿意排队,特别是不能接受 30min 以上的排队,此 时的排队人数大大减少,当然也导致在该小区活动的总人数大幅下降。总而言之, 通过对排队与动态响应的结合设置,不同的行为机制将会产生截然不同的模拟结 果,一方面给用户提供了很大的自由度,另一方面在动态变量系数的设定上应当 慎重,尽可能体现个体的真实行为机制。



图 4.10 排队效应的模拟

5 模拟结果

在模拟完成后,用户可以导出多种 xlsx 文件格式的模拟结果,同时还可以将 一些结果重新导入,供对比分析使用。

5.1 导出模拟结果

CCSIM 中可导出的结果包括统计量、个体空间分布、个体时空分布、排队 人数、排队时间、OD 矩阵、个体活动次数、原始路径记录、消费额分布。

5.1.1 统计量

在菜单栏中选择"Export Results - Statistics"将保存统计量 xlsx 文件, 默认文件名为 "SimResult_Statistics.xlsx"。文件 中包括三个指标:消费者的平均 活动次数、消费者在各小区空间 分布的基尼系数及变异系数。在

"Mean Result of All Simulations"

Sim. Index	Average N	Gini	Coefficient	of Variaton
1	4.421053	0.32549	0.590786	
2	4.424149	0.330923	0.619534	
3	4.380805	0.335736	0.641209	
4	4.49226	0.308661	0.578245	
5	4.659443	0.351894	0.668213	
6	4.346749	0.338018	0.633869	
7	4.479876	0.331137	0.607059	
8	4.371517	0.333522	0.633554	
9	4.433437	0.343451	0.65501	
10	4.520124	0.309285	0.617508	

图 5.1 每一次模拟的统计指标

工作表中汇报多次模拟的平均指标,而在"Result of Every Simulation"中分别汇报每一次模拟的指标(图 5.1)。

5.1.2 个体空间分布

在菜单栏中选择"Export Results – Individual Distribution"将保存个体空间分 布 xlsx 文件,即每个小区所吸引到的活动总量,默认文件名为 "SimResult_TAZ_Distribution"。在"Mean Result of All Simulations"工作表中汇 报多次模拟的平均结果,而在"Result of Every Simulation"中分别汇报每一次模 拟的结果(图 5.2)。

TAZ. Index	Sim1	Sim2	Sim3	Sim4	Sim5	Sim6	Sim7	Sim8	Sim9	Sim10
1	39	27	25	34	43	36	36	20	27	33
2	35	32	30	41	38	35	32	38	20	29
3	26	33	22	20	20	30	26	26	20	24
4	53	52	57	56	50	56	58	52	66	47
5	17	20	12	13	24	17	10	13	16	19
6	10	15	9	7	12	15	14	13	16	21
7	21	21	18	20	19	15	16	18	15	23
8	18	16	15	14	24	20	23	20	15	16
9	12	7	14	19	7	11	9	14	17	18
10	20	22	24	16	27	17	15	18	24	26
11	36	30	34	36	39	30	35	30	31	26
12	9	11	14	21	16	18	16	15	14	19
13	25	35	36	32	26	21	40	32	38	37
14	58	61	59	57	57	53	64	72	73	75
15	53	61	59	63	65	62	58	50	57	43
16	20	16	16	20	8	16	16	18	22	21
17	8	5	12	13	12	5	5	12	9	11
18	9	7	11	15	7	9	14	11	15	10
19	48	41	37	52	37	40	46	48	47	35
20	31	36	32	39	36	30	29	36	27	30

图 5.2 每一次模拟的个体空间分布结果: 小区 1~20

5.1.3 个体时空分布

如果用户执行的是时空行为模拟,则可在菜单栏中选择"Export Results – Spatiotemporal TAZ Distribution"保存个体时空分布 xlsx 文件,默认文件名为 "SimResult_Spatiotemporal_TAZ_Distribution.xlsx"。文件的默认激活工作表中为 "Mean Result of All Simulations",即多次模拟的平均结果,其中报告一个平均时 空矩阵(图 5.3),每一行为一个小区(行左端为小区编号),每一列为一个时间 点(列顶端为 HHMM 格式的时刻),时间粒度为 1min,矩阵中的单元格表示了 在某一时刻某个小区内正在活动的人数。文件中还包含若干个形如"Result of Sim#"的工作表,数量等于模拟次数,分别记录了每一次时空模拟的结果,记录 方式均为上述的时空矩阵。

	1800	1801	1802	1803	1804	1805	1806	1807	1808	1809	1810	1811	1812	1813	1814	1815
1	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2	1	1	1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
2	1.6	1.7	1.6	1.7	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.3
3	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
4	3.1	3.1	3	3.1	3	2.9	3	2.9	3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2
5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
7	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1.1	1	1	0.9	0.9	1
8	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0	0
10	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
11	1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
12	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
13	2.4	2.4	2.6	2.4	2.5	2.9	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.1	3	2.8	2.7
14	3.2	3.2	3.1	3.3	4	4.4	4.5	4.2	4	3.8	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.1
15	2	2	2	1.8	1.7	1.9	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.7	1.7	1.8
16	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
17	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	0.9	0.9	0.9	1	1	0.9
18	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
19	4.8	4.7	4.6	4.7	4.7	5	4.7	4.6	4.6	4.9	4.7	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2
20	4.1	4.3	4.4	4.4	4.4	4.6	4.7	4.3	4.4	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.5
21	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
22	16.5	16.8	16.9	16.9	16.9	16.5	16.6	16.5	16.5	16.5	16.9	17.1	17	17	17.1	17.1
23	10.2	10	10	10	9.9	10	10	10.1	10.3	10.3	10.4	10.3	10.5	10.4	10.4	10.4
24	6.3	6	6	6.1	6.2	6.1	5.8	5.9	6.3	6.4	6.6	6.4	6.1	6	6	5.8
25	5.1	4.6	4.6	4.8	4.9	5.2	5.1	5.1	5.1	4.7	4.8	4.6	4.6	4.7	4.7	4.6

图 5.3 多次时空模拟的平均结果: 小区 1~25 在时间段 18:00~18:15 内的活动人数

5.1.4 排队人数与排队时间

如果用户执行的是开启排队效应的模拟,则可在菜单栏中选择"Export Results –Queue Volume"或"Export Results –Queue Time"保存各个小区排队人数 与排队时间的 xlsx 文件,默认文件名分别为"SimResult_Queue_Volume"和 "SimResult_Queue_Time"。两个文件的结构与记录方式均与 5.1.3 节所介绍的时 空分布结果相同:默认激活工作表中均为"Mean Result of All Simulations",即多 次模拟的平均结果,其中报告一个平均时空矩阵(参见图 5.3),每一行为一个小 区(行左端为小区编号),每一列为一个时间点(列顶端为 HHMM 格式的时刻), 时间粒度为 1min,矩阵中的单元格表示了在某一时刻某个小区内的当前排队数 或排队时间。文件中还包含若干个形如"Result of Sim#"的工作表,数量等于模 拟次数,分别记录了每一次时空模拟的结果,记录方式均为上述的时空矩阵。

5.1.5 OD 矩阵

在菜单栏中选择"Export Results – OD Matrix"将 OD 矩阵 xlsx 文件,默认 文件名为"SimResult_OD_Matrix.xlsx"。该文件记录了个体在两两小区之间有方 向的移动量,其中对角线上的取值代表了个体在同一小区的停留活动量。文件中 包括记录多次模拟平均结果的"Mean Result of All Simulations"工作表(图 5.4) 以及多张形如"Result of Sim#"的记录单次模拟结果的工作表。表中 OD 矩阵没 有额外的小区编号索引,行列数相同且等于小区数量。

Mean OD Mat	rix of All Sir	mulations. T	his is a 45 ·	45 Matrix										
1.3	1.2	0.7	0.8	0.2	0.1	0.4	0.4	0.3	0.6	0.8	0.5	0.5	1.1	0.7
1.6	1	0.3	1.5	0.1	0.2	0.5	0.8	0	1.1	1.2	0.4	0.6	1.7	0.6
0.5	0.8	0.3	2.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.6	1	0.2	0.7	0.4	1.1
1.1	1.2	1.1	3.9	2	1.1	1.5	1	0.7	0.8	1.2	0.3	0.5	1.8	4.2
0.1	0.2	0.6	1	0.5	1	0.4	0.8	0.2	0.2	0.4	0.1	0.5	0.2	0.8
0.1	0.2	0.1	1	0.5	0.2	0.8	0.3	0	0	0.6	0	0.1	0.2	0.4
0.2	0.4	0.6	1.5	0.7	0.7	0.4	0.4	0.2	0.3	0.7	0.1	0.1	0.2	0.7
0	0.6	0.5	1.2	0.5	0.7	0.4	0.3	0.2	0	0.3	0.2	0	0.6	0.8
0.2	0.2	0.4	1.3	0.5	0.2	0.2	0.8	0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.6	0.4
0.5	0.8	0.6	1.9	0	0.2	0.3	0.3	0	0.1	0.2	0.3	0.8	0.8	0.3
0.8	1.7	0.6	1.3	0.1	0.4	0.7	1.1	0.8	1	1.8	1.1	0.5	1.2	0.9
0.9	0.5	0.3	0.6	0.1	0.3	0.1	0.2	0	0.5	0.6	0.3	0.4	0.6	0.6
0.1	0.8	0.4	0.5	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.4	0.5	0.6	1.2	1.6
1.2	1.7	1.2	1.5	0.4	0.2	0.3	0.6	0.3	0.9	1.6	0.8	1.7	4.3	2
0.3	1.2	1	2.9	0.8	0.4	1.2	0.6	0.7	0.3	0.8	0.4	0.5	1.4	4.6
0	0.1	0	0.6	0.3	0.2	0.7	0.4	0.2	0	0.4	0	0.4	0.7	1.2
0	0	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0.1	0	0.2	0	0.2
0.1	0.1	0.1	0.5	0.2	0	0.2	0	0	0	0.1	0	0	0.2	0.7
0.3	0.6	0.6	0.8	0.4	0.3	0.4	0.6	0.2	0.8	0.5	0.4	0.7	1.3	1.3
0.3	0.6	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.1	0.2	0.7	0.3	1.4	1.6	0.8
0	0.2	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0	0.2	0.6	0	0.2	0.1	0.4
0.7	0.3	0.4	0.8	0.3	0.2	0.2	0.5	0.3	0.5	1.2	0	1.7	0.8	0.8

图 5.4 多次模拟的平均 OD 结果(截取部分)

5.1.6 个体活动次数

在菜单栏中选择"Export Results – Num. of Activities of Every Consumer in Every Simulation"将保存每次模拟中每个个体活动次数的 xlsx 文件,默认文件 名为"SimResult_Num_Activities.xlsx"。该文件中只有一个工作表:"Result of Every Simulation"(图 5.5)。

Consumer	Sim1	Sim2	Sim3	Sim4	Sim5	Sim6	Sim7	Sim8	Sim9	Sim10
1	5	2	5	3	7	4	3	5	5	3
2	6	4	6	7	4	3	3	3	1	7
3	7	7	6	6	7	3	3	4	2	4
4	3	4	6	6	5	6	6	6	3	5
5	5	7	3	3	2	4	3	4	4	4
6	4	3	5	5	5	4	7	7	6	5
7	5	4	2	3	6	6	3	5	4	2
8	3	6	4	5	8	2	2	7	6	3
9	7	8	3	4	5	7	2	5	4	5
10	8	6	3	7	6	4	2	6	5	3
11	6	4	4	6	4	6	3	2	6	3
12	5	7	4	5	4	2	4	6	5	6
13	6	5	2	5	4	5	6	6	4	3
14	4	2	2	1	5	6	6	8	5	8
15	5	3	3	3	5	4	3	5	6	7
16	1	2	3	4	5	4	5	2	6	6
17	5	6	4	6	4	6	4	6	8	5
18	2	8	7	1	6	2	9	7	4	5
19	7	3	1	3	6	5	3	4	6	3
20	1	4	4	6	6	7	5	5	5	6

图 5.5 每一次模拟中每个个体的活动次数:显示前 20 个个体

5.1.7 原始路径记录

在菜单栏中选择"Export Results – Raw Path Data for Every Simulation"将保存原始路径记录 xlsx 文件,默认文件名为"SimResult_Raw_Path.xlsx"。该文件中没有多次模拟的汇总数据,只有一系列形如"Result of Sim#"的工作表,分别记录每一次模拟中每个个体的空间路径(图 5.6)。表中第一列为个体编号,从第二列开始为路径上的小区编号。需要提醒的是,如果模拟个体数或模拟次数较多,则该文件的读写工作量较大,相应的耗时较长。

Consumer.	Route							
1	24	26	31					
2	21	24	29	28	23	30	28	
3	25	24	26	29				
4	2	4	37	24	24			
5	17	39	29	29				
6	26	28	27	29	28			
7	32	35						
8	25	10	4					
9	23	32	9	8	20			
10	15	15	1					
11	4	5	32					
12	15	15	44	19	13	24		
13	14	15	18					
14	6	5	13	17	18	26	27	25
15	14	8	32	14	9	15	31	
16	19	44	16	32	14	39		
17	31	22	14	25	20			
18	11	40	3	4	34			
19	4	37	38					
20	7	40	15	44	24	37		

图 5.6 每一次模拟中每个个体的原始路径记录:显示前 20 个个体

5.1.8 消费额分布

如果用户运行了消费模拟,则可以在菜单栏中选择"Export Results – Expenditure Distribution"保存各小区总消费额分布的 xlsx 文件,默认文件名为 "SimResult_Expenditure_Distribution.xlsx"。该文件中有两个工作表:"Mean Result of All Simulations"中记录了多次模拟的平均结果,"Result of Every Simulation"中记录了每一次模拟的单次结果(图 5.7)。

TAZID	Sim1	Sim2	Sim3	Sim4	Sim5	Sim6	Sim7	Sim8	Sim9	Sim10
	1911.819	1375.14	1902.64	1571.718	1464.222	1553.397	1695.808	1277.911	1039.987	2159.941
	2 2796.004	3023.543	2852.827	2573.727	2746.062	2587.124	2983.355	3437.534	2142.292	2481.409
	3 2691.277	1436.752	2029.705	2700.423	1665.476	2083.581	2288.553	1403.793	1482.651	580.3847
	4 4997.161	5926.568	5489.664	4252.886	4372.813	3409.721	3298.456	4319.602	5112.927	4559.667
	5 151.35	674.1884	337.6421	248.529	174.5881	325.5845	442.8104	266.653	260.0867	346.6527
	6 4270.12	1788.269	4062.138	2172.11	5384.255	2965.188	3161.831	4415.742	2023.847	2129.889
	7 2018.964	1536.156	1796.884	1878.787	1541.416	2732.683	1223.906	1996.443	1673.027	2023.49
1	3 381.4537	1735.959	2626.018	1652.68	448.6493	664.6044	1058.815	3209.422	2734.752	3018.156
	9 527.6031	1359.316	363.3771	384.3101	2004.665	950.4807	2399.074	1928.569	3752.259	2037.632
1	1469.468	1293.612	1786.297	152.9036	1072.018	1288.795	532.8215	929.5477	575.6882	1057.629
1	l 6729.05	5482.509	6432.484	5225.819	6676.255	8637.333	7963.677	5239.78	6913.874	6068.909
1	2 2802.256	1599.372	1598.654	1999.934	1198.258	3602.723	1199.831	2401.509	1198.504	2400.424
1	3 3579.322	4045.551	3776.996	3170.64	1803.79	3946.44	3382.073	2393.506	3042.475	3123.577
1	1784.172	4086.981	2636.242	3030.136	2459.22	2663.235	3936.348	2986.486	3385.736	4021.87
1	5 5512.825	3787.128	3916.351	4497.991	5384.633	4417.389	4863.589	6087.618	6244.575	4683.089
1	5 2886.256	1507.571	1589.94	2748.296	2372.426	2201.989	2329.474	1223.323	2597.879	2603.819
1	7 900.3229	1054.899	979.011	1300.917	1561.533	1569.131	784.5083	1062.827	1441.478	1881.087
1	3 1199.78	718.847	479.4551	241.4831	956.6791	1201.549	718.9131	720.3192	721.6771	959.2502
1	22452.62	24207.32	18054.6	17189.56	20659.9	20014.53	21353.42	20036.42	20680.92	18966.94
2	1631.593	951.9477	1141.864	1001.585	1430.484	942.2788	803.734	712.2944	1176.069	1182.646

图 5.7 每一次模拟的总消费额分布结果: 小区 1~20

5.2 导入对比结果

CCSIM 允许通过可视化方法(详见第6节)对不同结果进行对比,为此需要首先导入对比结果。对比结果既可以是其它模拟结果,即用于多方案比较,也可以是真实观察的结果,即用于评价模拟与现实的一致程度。

导入对比结果的方法是菜单栏中"Data – Input Comparison Data",可以导入的结果类型包括个体空间分布("Load TAZ Spatial Distribution")、个体时空分布 ("Load TAZ Spatiotemporal Distribution")、OD 矩阵("Load OD Matrix")、排队 人数分布("Load TAZ Queue Volume Distribution")、排队时间分布("Load TAZ Queue Time Distribution")、消费分布("Load Expenditure Spatial Distribution")。 对于个体空间分布与 OD 矩阵,亦可通过快速操作区"Comparison Data: Optional" 面板中的"Load TAZ Distribution"和"Load OD Matrix"按钮实现。

如果导入的是之前模拟的结果,那么可直接将 5.1 节介绍的模拟后保存的相应 xlsx 文件导入,CCSIM 在设计结果文件的格式时即已经考虑了作为对比文件 重新导入的问题。如果导入的是真实观察的结果,对于最常见的个体空间分布和 OD 矩阵,用户可以将其存储在简单的 xlsx 文件中后导入:个体空间分布文件中 提供小区编号与活动人数两列数据,OD 矩阵文件中提供 N*N (小区个数)的矩阵数据即可。对于个体时空分布和消费额分布,可以在点击相应的导入命令后选择"Estimate from Spatiotemporal Paths",通过导入时空路径样本数据进行估计。 对于排队人数和排队时间(也适用于其它各种真实观察的结果),用户则需要将 其存储在与 CCSIM 导出的 xlsx 结果文件格式相同(工作表名、表头等)的 xlsx 文件之中再行导入。

如果用户希望对比个体的平均活动次数(见 6.3.3 节),可以直接在快速操作 区 "Comparison Data: Optional"面板中的"Mean Num. Activates"框中输入对比 值。如果用户导入了个体空间分布对比结果文件,则 CCSIM 会自动计算该值并 显示于输入框中。

在导入对比结果文件后,用户可点击快速操作区"Comparison Data: Optional" 面板中的"Brief Summary"按钮查看该结果的摘要。摘要内容与新模拟的结果摘要完全相同,可参照 4.2 节和图 4.2。

6 可视化

6.1 概述

CCSIM 中提供了丰富的可视化方法,主要包括专题地图、统计图、视频动 画三种类型。

对于专题地图和统计图,用户可以通过快速操作区"Plotting Options"面板中的"Plot Item"下拉菜单选择所需的绘图项目后,再单击面板内的"PLOT"按钮,或者直接在菜单栏中选择"Plot"菜单栏(图 6.1)下的绘图项目,结果将显示在主界面左侧的绘图区中。为了叙述方面,以下说明中以介绍菜单栏中的绘图操作为主,事实上,快速操作区与菜单栏是一一对应的。另外,从图 6.1 也可以看到,每一种专题地图都有当前模拟结果(Simulation)和对比结果(Comparison)两种选择。在绘图完成后,用户可通过菜单栏"Export Results - Plot"保存当前绘图结果至 png 文件。

Only TAZs
Simulation: Individual Spatial Distribution (Scatter Map)
Simulation: Individual Spatial Distribution at Certain Time (Scatter Map)
Simulation: Distribution of Total Number of Individuals (Color Map)
Simulation: Distribution of Total Number of Individuals at Certain Time (Color Map)
Simulation: Distribution of Density (Color Map)
Simulation: Distribution of Density at Certain Time (Color Map)
Simulation: Queue Volumn at Certain Time (Color Map)
Simulation: Queue Time at Certain Time (Color Map)
Simulation: Individual Spatial Movements (ODs) among TAZs
Simulation: Total Expenditure (Color Map)
Comparison: Individual Spatial Distribution (Scatter Map)
Comparison: Individual Spatial Distribution at Certain Time (Scatter Map)
Comparison: Distribution of Total Number of Individuals (Color Map)
Comparison: Distribution of Total Number of Individuals at Certain Time (Color Map)
Comparison: Distribution of Density (Color Map)
Comparison: Distribution of Density at Certain Time (Color Map)
Comparison: Queue Volumn at Certain Time (Color Map)
Comparison: Queue Time at Certain Time (Color Map)
Comparison: Individual Spatial Movements (ODs) among TAZs
Comparison: Total Expenditure (Color Map)
Lorenz Curve of Individual Spatial Distribution
Lorenz Curve of Total Expenditure Distribution
Time-Variation for Statistics of Specific TAZ
Mean Num. of Activities per Individual
Num. of Activities of Specific TAZ
Comparison: Lines Plot: Spatial Distribution
Comparisonl: Scatter Plot: Spatial Distribution

图 6.1 专题地图和统计图可选项目: Plot 菜单栏

专题地图绘制完成后,鼠标指针移至绘图区时将变成圆形图标,提示可以旋转改变三维视角。用户也可以在"Plotting Options"面板中的"View Point"下拉菜单选择特定视角,包括默认视角("Default")、平面视角("2D")、由XYZ坐标精确设定视角("Define By")。对于默认视角,用户也可以在第一次画图之前通过菜单栏"Settings – Default View Point"设置。

专题地图默认只显示小区而不显示入口。如果用户导入了入口空间信息,则可以点击勾选"Plotting Options"面板中的"Entrance On"。

如果用户导入了对比结果数据(详见 5.2 节),则可以在一些专题地图和统 计图中表示,此时需要保证 "Plotting Options"面板中的"Comparison On"处于 勾选状态(默认勾选)。

一些专题地图和统计图中有图例,要显示这些图例则需要保证 "Plotting Options" 面板中的 "Legend On" 处于勾选状态 (默认勾选)。

6.2 专题地图

6.2.1 只显示底图

CCSIM 快速操作区中"Plot Item"下拉列表的默认选择为"Only TAZs",即 只显示底图。因此,当用户导入分区方案之后,直接点击快速操作区中的"PLOT" 按钮即可查看底图。亦可通过菜单栏"Plot-Only TAZs"实现该操作(图 6.2 左)。 如果用户还导入了出入口空间信息,则勾选快速操作区中的"Entrance On"后会 显示出入口位置(图 6.2 右),再次点击取消可取消勾选。



图 6.2 只显示底图:不显示出入口(左)和显示出入口(右)

6.2.2 个体空间分布



图 6.3 个体空间分布散点图:当前模拟结果(左,红色)与对比结果(右,蓝色)

在完成空间/时空行为模拟后,用户可选择菜单栏中"Plot – Simulation: Individual Spatial Distribution (Scatter Map)"生成个体分布散点图(图 6.3 左)。

如果导入了对比结果,可选择菜单栏中"Plot – Comparison: Individual Spatial Distribution (Scatter Map)"(图 6.3 右)。图中的每一个点代表一个个体到访和活动,点越密集说明活动分布越多。点的大小默认为 5,可以通过菜单栏中"Settings – TAZ Distribution Plot Scatter Marker Size"进行设置。点的颜色在当前模拟结果中为红色,在对比结果中为蓝色,这些也是 CCSIM 中区分当前模拟结果与对比结果的一般配色。

除了以散点图表示分布外,用户还可以通过色图分类显示。以下以当前模拟 结果的可视化为例介绍生成色图的操作。选择菜单栏中"Plot – Simulation: Distribution of Total Number of Individuals (Color Map)",会弹出色图设置对话框 (图 6.4a),要求设置分类数(Classes)和分类方法(Method)。CCSIM 默认的 分类数是 5 类,默认分类方法是分位数法(保证每一类的小区数量基本相同), 同时根据当前结果的取值区间,自动生成每一类的取值区间,在图 6.4a 中分别 为 3.4~14.5, 14.5~18.3, 18.3~29.7, 29.7~52.85, 52.85~139.3,并自动分配了一 组红色渐变色。用户可以在 Classes 下拉菜单中改变分类数,在 Method 下拉菜单 中切换到等间距法(Equal Interval),之后点击"Generate Classes"重新生成分类 方案。对于自动生成的分类区间,用户可以在每个断点的对话框中键入新的数值 进行修改,同时也可以单击每一类的颜色后调整为新的颜色(图 6.4b)。对于整 个色系,用户可以单击"Color Ramp"按钮弹出色带选择框,CCSIM 预定义了 27 种可选色带,在每任意一行色带的任意位置单击,行首的选择框将被选中,同时 在色图设置对话框中会更新至所选色带(图 6.4c)。如果需要将默认色带翻转, 可单击色图设置对话框中的"Reverse"按钮(图 6.4d)。



a: 初始界面







c: 更改色带



d: 翻转色带 图 6.4 色图设置对话框

在完成色图设置后单击"OK"按钮,CCSIM 在左侧绘图区显示色图(图 6.5 左上),同时弹出独立的图例窗口(图 6.5 左下)。图例可通过快速操作区"Plotting Options"面板中的"Legend On"显示和隐藏,用户可以在图例中的文字上右击鼠标,在弹出的对话框中设置字体和字号。



图 6.5 个体空间分布色图:当前模拟结果(左,红色)与对比结果(右,蓝色)

对于对比结果,可选择菜单栏中的"Plot – Comparison: Distribution of Total Number of Individuals (Color Map)"绘制个体空间分布分类色图,其对色图的设置方式完全相同,只是默认的色带为蓝色系(图 6.5 右)。需要注意的是:当前模拟结果和对比结果在选择等间距或分位数方式时自动生成的分类只基于各自实际的取值情况,因此是不一致的。如果要使用统一的分类,则需要手动调整。

如果用户运行了时空行为模拟或导入了时空行为模拟结果,则可以绘制特定 时间点的个体空间分布,包括散点图和分类色图。具体操作为在"Plot"菜单栏 中选择"Simulation: Individual Spatial Distribution at Certain Time (Scatter Map)" 绘制当前模拟结果的散点图,选择"Simulation: Distribution of Total Number of Individuals at Certain Time (Color Map)"绘制当前模拟结果的分类色图,选择

"Comparison: Individual Spatial Distribution at Certain Time (Scatter Map)"绘制对 比结果的散点图,选择"Comparison: Distribution of Total Number of Individuals at Certain Time (Color Map)"绘制对比结果的分类色图。以上各种选择都会首先要 求用户指定一个具体时刻(HHMM 格式的四位数字),该时刻也会显示在专题地 图上(图 6.6)。散点图与分类色图的具体设置方式与前述完全相同。



图 6.6 特定时间点(15:00)的个体空间分布:当前模拟结果分类色图

15:00

6.2.3 密度分布

CCSIM 可以根据各个时间点上的个体空间分布推算密度分布。为此,用户 需要首先提供各小区的基底面积。注意到在模型与模拟中,营业面积经常作为行 为机制的解释变量输入,这里再要求输入基底面积,是考虑到二者有可能不同: 营业面积主要针对有商业活动的区域,而基底面积则主要针对可供个体活动的活 间。当然,用户可以根据实际情况和自己的理解灵活处理,只要保持模型、模拟 的一致即可(在模型中用一种面积解释,则在模拟中也要用这样的面积预测)。 基底面积的设定可通过菜单栏"Data – Input Base Area (For Density)"完成,可选 择的方式有四种:第一种方式正是直接利用作为解释变量的营业面积(Use Explanatory Variable "Area"),需要用户已经输入营业面积数据(高级模式下在变 量定义时还要求选择 Area 作为解释变量),此时会要求用户输入一个比例系数 (默认值为1),以营业面积乘以该系数作为基底面积;第二、三种方式分别为从 csv 文件中导入(Load CSV File)和直接键入或粘贴(Directly Type or Copy/Paste), 具体操作方法与营业面积数据输入完全相同(参照 2.2.2 节);第四种方式是通过 导入的分区方案自动计算("Automatic Calculation"),具体方法也与营业面积的

自动计算相同(参照 2.2.3 节),只是会要求输入一个比例系数(默认为 1),以自动计算的面积乘以该系数作为基底面积。

在完成基底面积设定后,用户可通过菜单栏中"Plot-Simulation: Distribution of Density at Certain Time (Color Map)"绘制当前模拟结果的密度分布图,或"Plot – Comparison: Distribution of Density at Certain Time (Color Map)"绘制对比结果的密度分布图(图 6.7)。二者均为分类色图,其设定方式可参见 6.1.2节的相关介绍。CCSIM 对于密度色图的默认色带不再是红/蓝单色系,而是从绿到棕的渐变,以绿色代表低密度,以棕色代表高密度。同时,根据作者的相关研究,在自动分类方法上增加了默认分段点法(Default Cut-Off),该方法只适用于 5 分类情形,分别以小于 0.3,0.3~0.5,0.5~0.7,0.7~0.9,大于 0.9(单位:人/m²)作为表征不同拥护程度的 5 个密度区段(图 6.7 右)。



图 6.7 特定时间点(15:00)的密度分布

6.2.4 排队人数与排队时间分布

在完成开启排队模式的时空行为模拟后,可以生成特定时间点的排队人数或时间的色图。具体而言,"Plot"菜单中的"Simulation: Queue Volume at Certain Time (Color Map)"对应于当前模拟结果的排队人数,"Simulation: Queue Time at Certain Time (Color Map)"对应于当前模拟结果的排队时间,"Comparison: Queue Volume at Certain Time (Color Map)"对应于对比结果的排队人数,"Comparison: Queue Time at Certain Time (Color Map)"对应于对比结果的排队时间。有关排队的色图中除了分类颜色显示外,还对产生排队的小区增加了柱状图显示,柱高度代表了排队人数多少或时间长短。用户可以通过菜单栏"Settings – Show Queue Bar"关闭或重新打开排队柱状图显示(默认打开)。图 6.8 显示了只为一个小区增加容量约束后排队人数模拟结果的色图,可以看到该小区上蓝色的柱子。



图 6.8 特定时间点(16:00)的排队人数分布

6.2.5 OD 分布

在完成空间/时空行为模拟后,用户可选择菜单栏中"Plot – Simulation: Individual Spatial Movements (ODs) among TAZs"生成当前模拟结果的 OD 分布 图(图 6.9 左),期望线颜色为红色;或者在导入对比 OD 矩阵后选择"Plot – Comparison: Individual Spatial Movements (ODs) among TAZs"生成对比结果的 OD 分布图(图 6.9 右),期望线颜色为蓝色。

需要指出的是,CCSIM 中默认采用相对模式生成 OD 分布图。具体而言, CCSIM 出于显示效果的考虑(过多的 OD 将导致图面混乱),将 OD 矩阵中的数 值归一到 0~10 的区间内,即最高值为 10,最小值为 0,进而通过一个阈值控制 显示的内容,只有高于该阈值的 OD 对才会显示。相对模式下默认的阈值为 1, 用户可以通过菜单栏"Settings – OD Map Plot Threshold (Relative Mode)"进行修 改。另外,如果用户不希望对原始 OD 数据进行归一化,则可以通过菜单栏 "Settings – Change OD Map Plot to Absolute Mode"进入绝对模式(再次点击将 会切换回相对模式),此时需要用户输入两个控制阈值,一个控制上界,高于此 阈值的不显示,一个控制下界,低于此阈值的不显示。如果要使用绝对模式,建 议用户事先查看结果摘要("Brief Summary",详见 4.2 节)中的 OD 矩阵最大值 与最小值,基于当前结果的取值区间设置上下阈值。



图 6.9 相对模式下的 OD 分布图:当前模拟结果(左)与对比结果(右)

6.2.6 消费额分布

如果用户运行了消费模拟,则可以通过菜单栏"Plot – Simulation: Total Expenditure (Color Map)"生成当前模拟结果的消费额分布色图(图 6.10 左)。如果用户导入了消费分布的对比结果,则可以通过菜单栏"Plot – Comparison: Total Expenditure (Color Map)"生成对比结果的消费额分布色图(图 6.10 右)。色图的 设置方法可参照 6.1.2 节的介绍。当前结果默认采用红色系,对比结果默认采用 蓝色系。



图 6.10 消费额分布色图:当前模拟结果(左,红色)与对比结果(右,蓝色)

6.3 统计图

6.3.1 空间分布洛伦兹曲线

CCSIM 可以对当前模拟结果和(或)对比结果中绘制空间分布洛伦兹曲线, 以反映分布的不均衡程度。用户可通过菜单栏 "Plot – Lorenz Curve of Individual Spatial Distribution"绘制个体空间分布洛伦兹曲线(图 6.11 左),或通过菜单栏 "Plot – Lorenz Curve of Total Expenditure Distribution"绘制总消费额分布洛伦兹 曲线(图 6.11 右),图中的对角线为绝对均衡线,曲线越靠下(越偏离对角线)则不均衡程度越大,反之则越小,曲线与对角线之间围合面积的2倍即为基尼系数。图中以红线表示当前模拟结果,以蓝线表示对比结果。



图 6.11 空间分布洛伦兹曲线:个体空间分布(左)与总消费额分布(右)

6.3.2 特定小区指标的时变曲线

用户在运行完时空模拟或导入相应的对比结果 之后,可以通过菜单栏"Plot – Time-Variation for Statistics of Specific TAZ"查看特定小区总人数、排队 人数、排队时间随时间变化的特征。该程序将首先要 求用户指定一个小区编号,然后根据实际情况给出可 供选择的绘图指标列表。图 6.12 所示的是在运行了 带排队效应的时空模拟后的可选列表,包括总人数

(Total Amount of Individuals)、排队人数("Queue Volume")、排队时间("Queue Time")、总人数与排队人数同时显示(Total Amount of Individuals + Queue Volume)。此时如果选择第4项,生成的时变曲线如图 6.13(上),总人数为实线,排队人数为虚线,二者作为当前模拟结果均为红色。如果关闭排队效应,



图 6.12 可选择的指标列表

同时导入对比结果,此时的可选指标仅为总人数,生成的时变曲线如图 6.13(下), 当前模拟结果为红色,对比结果为蓝色。



Time-Variation of Total Amount of Individuals & Queue Volumn: TAZ 24



6.3.3 个体平均活动次数

在空间/时空行为模拟完成后,用户可以通过菜单栏 "Plot – Mean Num. of Activities per Individual" 检查个体平均活动次数(图 6.14)。图中,蓝色代表对比指标,红色细线代表每次模拟得到的指标,红色粗线代表前 N 次模拟的平均指标,其右端即是全部模拟的总体平均。该图的主要目的是为了检验模拟的总体精度(比较红粗线和蓝线的接近程度),以及确定合理的模拟次数(观察红粗线何时趋于平稳)。



图 6.14 个体平均活动次数

6.3.4 特定小区的活动量

在空间/时空行为模拟完成后,用户可以通过菜单栏"Plot-Num. of Activities of Specific TAZ"检查特定小区的活动次数(图 6.15)。程序会首先要求用户指定 要查看的小区编号。在图 6.15 中,蓝色代表对比指标,红色细线代表每次模拟得 到的指标,红色粗线代表前 N 次模拟的平均指标,其右端即是全部模拟的总体
平均。该图的主要目的是为了检验模拟的总体精度(比较红粗线和蓝线的接近程度),以及确定合理的模拟次数(观察红粗线何时趋于平稳)。不同小区的估计误差会有所不同。



图 6.15 小区 24 的活动次数

6.3.5 个体空间分布的总体比较

在空间/时空行为模拟完成后,CCSIM 提供了两种比较当前模拟得到的个体 空间分布与导入对比结果的空间分布的方法。两种方法都要求快速操作区 "Plotting Options"面板中的"Comparison On"处于选中状态。

第一种方法是通过菜单栏"Plot-Comparison Lines Plot: Spatial Distribution" 绘制当前模拟结果与对比结果的对比线图(图 6.16 上)。该图横轴为小区编号, 纵轴为个小区的活动量,红色线为当前模拟结果,蓝色线为对比结果。如果对比 结果是另一个方案的模拟结果,则这种可视化方法可以清楚地展示哪些小区吸引 到更多的活动,而哪些小区的活动量下降;如果对比结果是真实观测结果,则这 种方法可以快速找到模型与模拟在哪些小区上的效果较差,以及是高估还是低估, 便于用户去推向是否有遗漏的影响要素,进而尝试优化模型。



图 6.16 当前模拟结果与对比结果的比较:线图(上)和散点图(下)

第二种方法是通过菜单栏"Plot-Comparison Scatter Plot: Spatial Distribution" 绘制当前模拟结果与对比结果的散点图(图6.16下)。该图横轴为当前模拟结果, 纵轴为对比结果,每个点代表一个小区。显然,散点越趋近于对角线分布,则模 拟结果与对比结果越接近。图中还会报告两者之间的 Pearson 相关系数以及显著 性检验 p 值。这种方法主要适用于比较模拟结果与真实观察结果,以检验模拟的 有效性和可靠性,因此一般希望相关系数越大越好。

6.4 视频动画

6.4.1 通用设置

CCSIM 中的视频动画可视化均在"Video"菜单中实现,包括个体时空分布、 密度分布、排队人数分布、排队时间分布。每一个项目都可以选择当前模拟结果 或对比结果。

CCSIM 中的时空行为模拟精度为 1min,时间范围从第一个个体进入的时刻 开始至最后一个个体离开的时间结束。而在视频显示中,用户可以另行设置时间 区间及步长(即显示的时间粒度):在菜单栏中选择"Settings – Dynamic Result Play Time Interval",然后在弹出的对话框中分别输入动态结果显示的开始时刻

(HHMM 格式的四位数字, 默认为 9:00)、结束时刻(HHMM 格式的四位数字, 默认为 23:00)、步长(单位: min, 默认为 30min)。该设定对所有视频动画有效。

视频的播放速度默认为1帧/秒,用户也可以通过菜单栏"Settings-Dynamic Result Play Speed"中进行调整,该设定对所有视频动画有效。时间区间越短,步长越长,速度越快,视频长度越短,反之则越长。在生成任何视频动画时,CCSIM都会根据当前的时间区间、步长、速度计算视频动画的时长(单位:s),供用户参考。

在"Video"点击任意项目后将弹出视频动画准备的进度条,此时 CCSIM 正 在不断生成视频中所需要的各帧,在完成之后将弹出一个帮助窗口,提示当前的 视频播放速度及视频时间,以及即将弹出的视频播放器的操作方法。播放器界面 如图 6.17a 所示,进度条位于视频下方,可拖动定位,按回车键可以播放或暂停 视频动画,按左/右箭头可以快近或快退一帧。由于目前的版本图例与视频播放 器的兼容性尚存在问题,因此第一次单击回车时会首先关闭图例窗口,再次单击回车才开始播放视频。

在生成视频动画以后,用户可以选择菜单栏中"Export Results - Video"将当前视频动画保存到 avi 文件。图 6.17b 显示了保存的 avi 视频文件在第三方软件中打开的画面。



a: CCSIM 自带的视频播放器直接播放



b:导出 avi 文件后由第三方视频播放器播放

图 6.17 CCSIM 中的视频动画

6.4.2 个体时空分布

用户可以通过菜单栏"Video – Simulation: Individual Distribution (Scatter Map)" 生成当前模拟结果的时空分布散点图动画,或通过"Video – Comparison: Individual Distribution (Scatter Map)"生成对比结果的时空分布散点图动画(图 6.18)。动画中每1个点代表1个个体,点的大小可通过菜单栏"Settings – TAZ Distribution Plot Scatter Marker Size"设置。需要提醒的是,这里的点的位置都是 随机生成的,不同时间点同一小区内部点的位置变动并不代表个体真正的移动。





图 6.18 对比结果个体时空分布散点图视频截图 (9:00~23:00)

除了散点图的形式外,用户还可以通过菜单栏"Video-Simulation: Total Num. of Individual (Color Map)"生成当前模拟结果的时空分布分类色图动画(图 6.19),

09:00 10:00 11:00 13:00 12:00 14:00 15:00 16:00 17:00

或通过"Video – Comparison: Total Num. of Individual (Color Map)"生成对比结果的时空分布分类色图动画。色图的设置方式请参照 6.2.2 节。



图 6.19 当前模拟结果个体时空分布分类色图视频截图 (9:00~23:00)

6.4.3 密度分布

与专题地图可视化一样,要生成密度分布视频动画,首先需先设定基底面积, 具体方法参见 6.2.3 节。设定完成后,用户可通过菜单栏"Video – Simulation: Density (Color Map)"生成当前模拟结果的密度分布视频动画,或通过"Video – Comparison: Density (Color Map)"生成对比结果的密度分布视频动画。该动画的 形式与 6.4.2 节所述个体时空分布的色图表现完全一致,在此不再赘述。

6.4.4 排队人数与排队时间

用户可通过菜单栏"Video - Simulation: Queue Volume (Color Map)"生成当

前模拟结果的排队人数视频动画,或通过"Video-Simulation: Queue Time (Color Map)"生成当前模拟结果的排队时间视频动画,或通过"Video - Comparison: Queue Volume (Color Map)"生成对比结果的排队人数视频动画,或通过"Video - Comparison: Queue Time (Color Map)"生成对比结果的排队时间视频动画。这些与排队相关的视频可视化结果相似,均为在分类色图的基础上增加排队柱状图,用户可通过"Settings - Show Queue Bar"控制该柱状图的显示与关闭。





图 6.20 当前模拟结果排队人数视频截图 (9:00~23:00)