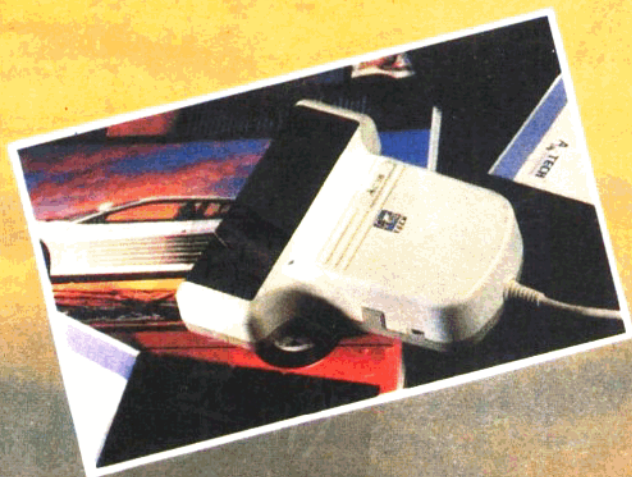


新一代仿真语言

GPSS/H

鲍居武 程良甫 编
谭学庆 刘青云 审校



北京希望电脑公司

前 言

在工程应用和科研实践中,计算机仿真(模拟)建模是一种非常有效的工具,它可以用来评估一个新系统的设计,也可用来评估一个已有系统的改造。特别是在用实际系统进行测试和实验非常昂贵、非常冒险或具有破坏性时,计算机仿真建模就更显示出其重要的使用价值。计算机仿真建模可以用来对运行策略及控制算法的合理性进行研究,从而得到一个较好的设计方案。在实际工作中一个好的设计方案所带来的实际效益是不容忽视的。

GPSS/H 是最新一代计算机仿真语言。它具有其他仿真语言所不具备的强大的语言扩展功能。它几乎具有高级语言所具有的一切功能,但同时它具有高级语言所无法比拟的效率。利用 GPSS/H,工程技术人员或系统分析员可以快速有效地建立许多系统运行过程的仿真模型。GPSS/H 型已被成功地用来开发各种实际模型系统,如制造系统,仓库管理系统,交通控制系统、医疗系统和其他许多服务管理系统。

本书针对的是 GPSS/H 最新版本。全书共有十六章,不仅详细地阐述了 GPSS/H 的所有功能,而且结合仿真建模实际,给出了大量应用实例,并进行了详细地讲解。其中许多地方是作者长期从事仿真实践的经验总结。相信这对于广大读者快速掌握和应用 GPSS/H 具有非常重要的指导意义。

对于 GPSS/H 的初学者来说,本书可以帮助您很快地入门。因为书中介绍了 GPSS/H 仿真语言的基础部分,通过这一部分的学习您将轻松地进入到 GPSS/H 世界。对于已经熟悉并使用过 GPSS 以前版本的读者,本书仍然是非常重要的。因为本书将向您展示 GPSS/H 语言提供的较之以往更强大的语言扩展功能,这些扩展功能是以前各种语言版本所不具有的。因此,本书不仅对于初学者,而且对于广大有经验的读者都不失为是一本好的参考书。

总之,本书内容丰富,资料新颖,是引导读者进行计算机仿真实践的重要参考书。

由于我们水平有限,书中难免会有缺点和错误,敬请广大读者批评指正,以便进一步修改。

作者于北京

1993年4月

目 录

第一章 GPSS/H 使用入门.....	1
1.1 在硬盘上安装 GPSS/H.....	1
1.2 如果系统硬盘不存在... ..	2
1.3 运行 GPSS/H 模型	2
1.4 编译及运行过程所显示的信息	3
1.5 其余章节概述	4
第二章 GPSS/H 概述.....	5
2.1 GPSS/H“世界观”	5
2.2 GPSS/H 的组成部分	6
2.2.1 动态实体 (TRANSACTIONS)	7
2.2.2 资源	7
2.2.3 GPSS/H 模块.....	8
2.2.4 GPSS/H 控制语句.....	9
2.2.5 编译指令	10
2.2.6 标准数值属性 (SNA)	10
2.3 标准输出报告	12
2.4 小结	12
2.5 练习	13
第三章 GPSS/H 基本模块和控制语句	14
3.1 例 3-1 的问题的描述	14
3.2 例 3-1 的 GPSS/H 模型	16
3.3 GPSS/H 格式化输入	17
3.4 GPSS/H 模块	18
3.4.1 GENERATE 模块和 TERMINATE 模块.....	18
3.4.2 ADVANCE 模块	20
3.4.3 SEIZE 模块和 RELEASE 模块	21
3.4.4 标准数值属性 (SNA)	24
3.5 GPSS/H 控制语句	24
3.5.1 SIMULATE 控制语句	25
3.5.2 START 控制语句	25
3.5.3 END 控制语句	26
3.6 GPSS/H 模型的讨论	26
3.7 GPSS/H 模型的运行	27

3.8 标准仿真输出报告文件	28
3.9 回答例 3-1 的问题	31
3.10 小结	32
3.11 练习	32
第四章 GPSS/H 调试工具	34
4.1 如何使用调试工具	34
4.2 调试工具的屏幕输出	35
4.3 GPSS/H 调试功能键	36
4.4 GPSS/H 调试过程	37
4.5 GPSS/H 调试命令	42
4.5.1 BREAK 命令和 UNBREAK 命令	42
4.5.2 陷阱设置和取消命令 TRAP 和 UNTRAP	43
4.5.3 命令 RUN, CONTINUE 和 STEP	44
4.5.4 DISPLAY (显示) 命令	46
4.5.5 AT 命令	48
4.5.6 退出命令和快速退出命令 (QUIT 和 QQ)	49
4.5.7 调试命令缩写和小结	50
4.6 调试的第二个阶段	50
4.7 第三个调试阶段	55
4.8 调试工具使用要点	62
4.8.1 确定模型中的关键点	62
4.8.2 明白什么时候该退出	62
4.8.3 在调试过程尽量发现更多的错误	63
4.8.4 在跟踪动态实体的进程中使用陷阱命令	63
4.8.5 毫不犹豫地使用调试命令	63
4.8.6 不时地进行一次实验检查	63
4.9 小结	63
4.10 练习	63
第五章 收集等待时间统计信息	64
5.1 例 5-1 问题的描述	64
5.2 例 5-1 的 GPSSH 模型	64
5.3 GPSS/H 模块	66
5.3.1 模块对: QUEUE 和 DEPART	66
5.3.2 队列中使用的标准数值属性	68
5.4 GPSS/H 模型的讨论	69
5.5 仿真输出的讨论	70
5.6 调试过程	72
5.7 重要的说明	75
5.8 小结	75

5.9 练习	75
第六章 多路并行服务器建模	77
6.1 例 6-1 问题的描述	77
6.2 例 6-1 的 GPSS/H 模型	79
6.3 多路并行服务器的建模	82
6.3.1 存储器容量的说明	82
6.3.2 ENTER 和 LEAVE 模块	82
6.3.3 存储器的标准数值属性 (SNA)	85
6.4 GPSS/H 模块的讨论	85
6.5 仿真输出结果的讨论	87
6.6 调试阶段	89
6.7 设备和容量为 1 的存储器的区别	91
6.8 小结	91
6.9 练习	91
第七章 动态实体到达非顺序模块路线的确定	93
7.1 例 7-1 问题的描述	93
7.2 例 7-1 的模型	95
7.3 GPSS/H 模块	97
7.3.1 无条件和随机 TRANSFER 模块	97
7.3.2 TEST 模块	98
7.4 GPSS/H 模型的讨论	99
7.5 仿真结果的讨论	101
7.6 条件 TRANSFER	103
7.7 小结	103
7.8 练习	104
第八章 宏变量	105
8.1 问题的描述	105
8.2 例 8-1 的 GPSS/H 模型	106
8.3 说明语句和赋值语句	106
8.3.1 整型和实型宏变量的说明	106
8.3.2 字符型宏变量的说明	108
8.3.3 赋值语句	109
8.4 GPSS/H 模型的讨论	110
8.5 仿真结果的讨论	111
8.6 调试阶段	112
8.7 使用宏变量的优点	115
8.8 小结	115
8.9 练习	116
第九章 GPSS/H 输入/输出功能	118

9.1 例 9-1 问题的描述	118
9.2 例 9-1 的 GPSS/H 模型	119
9.3 逻辑文件名定义	120
9.4 FILEDEF 控制语句	121
9.5 由文件或键盘读数据	121
9.5.1 GETLIST 控制语句	122
9.5.2 BGETLIST 模块	122
9.6 写到文件或屏幕	123
9.6.1 PUTPIC 控制语句	123
9.6.2 BPUTPIC 模块	125
9.7 关闭文件	125
9.7.1 CLOSE 控制语句	125
9.7.2 BCLOSE 模块	125
9.8 GPSS/H 模型的讨论	125
9.9 仿真输出的讨论	126
9.10 小结	128
9.11 练习	128
第十章 动态实体参数	130
10.1 例 10-1 问题的描述	131
10.2 例 10-1 的 GPSS/H 模型	131
10.3 GPSS/H 动态实体参数	134
10.4 GENERATE 模块的再访问	135
10.5 ASSIGN 模块	135
10.6 动态实体参数是标准数量属性	136
10.7 GPSS/H 模型的讨论	137
10.8 仿真输出的讨论	138
10.9 注意的几点	140
10.10 小结	140
10.11 练习	140
第十一章 仿真初始化和多次运行	142
11.1 例 11-1 的问题说明	142
11.2 例 11-1 的 GPSS/H 模型	143
11.3 CLEAR 控制语句和 BCLEAR 模块	145
11.4 GPSS/H 模型讨论	147
11.5 仿真输出讨论	148
11.6 例 11-2 问题描述	149
11.7 例 11-2 的 GPSS/H 模型	150
11.8 稳态仿真中初始偏差	151
11.9 RESET 控制语句和 BRESET 模块	153

11.10	GPSS/H 模型的讨论	155
11.11	仿真输出讨论	155
11.12	在多次 GPSS/H 运行中定义初始时间	156
11.13	小结	157
11.14	练习	157
第十二章	重复和条件控制语句	160
12.1	例 12-1 的问题描述	160
12.2	例 12-1 的 GPSS/H 模型	160
12.3	GPSS/H 控制语句	163
12.3.1	DO 和 ENDDO 控制语句	163
12.3.2	IF, ELSEIF, ELSE, ENDIF 控制语句	165
12.3.3	重温 START 控制语句	167
12.4	GPSS/H 模型讨论	168
12.5	仿真输出的讨论	169
12.6	小结	170
12.7	练习	171
第十三章	随机数和 GPSS/H 函数	172
13.1	例 13-1 问题的描述	172
13.2	例 13-1 的 GPSS/H 模型	172
13.3	随机数	174
13.3.1	随机数发生器	175
13.3.2	随机数流	175
13.3.3	RMULT 控制语句和 BRMULT 模块	176
13.4	函数类型	176
13.4.1	FUNCTION 控制语句	176
13.4.2	函数的标准数值属性	177
13.4.3	离散数值型函数	177
13.4.4	连续数值型函数	178
13.5	GPSS/H 的内部函数	179
13.5.1	RVEXPO 函数	179
13.5.2	RVNORM 函数	179
13.5.3	RVTRI 函数	179
13.6	GPSS/H 模型讨论	180
13.7	仿真输出讨论	181
13.8	函数的其他用途	183
13.9	小结	183
13.10	练习	184
第十四章	样本统计量的制表	186
14.1	例 14-1 的问题描述	186

14.2 例 14-1 的 GPSS/H 模型	186
14.3 表格实体	188
14.3.1 TABLE 控制语句	188
14.3.2 QATBLE 控制语句	190
14.3.3 TABULATE 模块	190
14.4 表格的标准数值属性	191
14.5 GPSS/H 模型讨论	191
14.6 仿真输出讨论	192
14.7 调试阶段	194
14.8 小结	196
14.9 练习	196
第十五章 矩阵保存值	198
15.1 例 15-1 的问题描述	198
15.2 例子 15-1 的 GPSS/H 模型	198
15.3 矩阵保存值	200
15.3.1 MATRIX 控制语句	201
15.3.2 INITIAL 控制语句	201
15.3.3 MSAVEVALUE 模块	202
15.4 矩阵保存值的标准数值属性 (SNA)	202
15.5 GPSS/H 模型讨论	203
15.6 仿真输出的讨论	204
15.7 调试阶段	205
15.8 小结	206
15.9 练习	207
第十六章 GPSS/H 的其他特性	208
16.1 设置优先级	208
16.2 逻辑开关	209
16.3 保存值	211
16.4 设备占用	212
16.5 设备和存储器的可用性	213
16.6 用户链	213
16.7 动态实体繁殖	214
16.8 动态实体的合并、同步及聚集	214
16.9 群	215
16.10 算术及布尔变量	215
16.11 选择实体	216
16.12 内部数学函数	216
参考文献	217
附录 A GPSS/H 的扩展功能	218

A.1 引言	218
A.2 设计和执行仿真实验	218
A.2.1 用控制语句自动执行实验	219
A.2.2 所谓的 Lehmer 随机数发生器	220
A.3 构模	220
A.3.1 算术和随机变量的 SNA 属性	220
A.3.2 使用双精度浮点数时钟	221
A.3.3 用象征性的符号命名动态实体参数	221
A.3.4 建立数据趋动模型	222
A.3.5 生成格式输出结果	222
A.4 调试模型运行	222
A.5 建立交互式模型	223
A.6 小结	223

第一章 GPSS / H 使用入门

在本章将讨论如下几部分:

- ▲ 如何在硬盘上安装 GPSS / H;
- ▲ 如何在软盘上安装 GPSS / H (如果硬盘不存在);
- ▲ 如何运行 GPSS / H 模型。

1.1 在硬盘上安装 GPSS / H

在安装 GPSS / H 之前, 建议您在硬件上创建一个子目标, 用来存放 GPSS / H 文件, 假设我们创建的子目录为 GPSSH, 在硬盘根目标下, 我们敲入命令:

```
MKDIR GRSSH
```

按回车键 <RETURN>, 现在改变工作目录, 进入到新的目录中, 即进入 GPSSH 子目录, 在根目录下敲入。

```
CD GPSSH
```

按回车键 <RETURN>, 现在你已经进入 GPSSH 子目录中了。

将装有 GPSS / H 程序文件的软盘插入到驱动器 A, 并且敲入以下命令:

```
COPY A: *.*
```

按回车键 <RETURN>, 现在计算机正在从 A 盘拷贝文件到硬盘新建的子目录 GPSSH 中。拷贝完成之后, 将程序盘从 A 驱动器取出, 并给予妥善的保护, 这时敲入命令字:

```
DIR
```

即目录列表命令, 在列出的文件表中, 有一个文件 HINSTALL.EXE 下一步, 敲入命令:

```
HINSTALL
```

程序运行完之后, 在 GPSSH 子目录之下, HINSTALL.EXE 已经形成了一个 GPSSH.EXE 文件, 这时软件安装完毕 (现在可以从硬盘上删除或不删除 HINSTALL.EXE 文件)。

这时, 在 GPSSH 子目录中, GPSS / H 已经被装入。

1.2 如果系统硬盘不存在...

如果机器没有安装硬盘,这时要求至少有 720K 或者更大的软盘及软盘驱动器, GPSS/H 在软盘的安装过程可以象在硬盘上一样来进行,我们可以安装 GPSSH.EXE 并能够运行 GPSS/H,此时应保证文件 GPSSHERR.MSG 和文件 GPSSH.EXE 是在同一张软盘上,以便得到各种运行错误信息。

注:如果你只有一个 720K 或更大的软盘驱动器,你可以使用 COPY 命令:

COPY B: *.* A:

把 GPSS/H 源文件保存在另一个盘上。

1.3 运行 GPSS/H 模型

现在准备运行 GPSS/H 模型,确认当前目录含 GPSS/H 文件。这时键入命令:

GPSSH

按下回车键 <RETURN>, 这时屏幕上出现以下的提示信息:

ENTER SOURCE FILE NAME:

这时 GPSS/H 要求键入希望运行的 GPSS/H 模型源文件名,作为一个例子,我们给出一个美餐厅的 GPSS/H 模型,这个模型存储在文件“JOEBARB.GPS”,这时,只须键入:

JOEBARB

按下回车键 <RETURN>

注:键入模型源文件名时,可以省略后缀“.GPS”,因为 GPSS/H 假定源文件含有“.GPS”的省略后缀。

在屏幕上将出现类似的提示信息:

GPSS/H MS-DOS STUDENT/DEMO RELEASE 1.0 (OV088)

FILE: JOEBARB.GPS

COMPILATION BEGINS.

PASS 1 (WITH SOURCE LISTING) ...

PASS 2 ...

SIMULATION BEGINS.

经过几秒钟,屏幕上出现 DOS 提示符,这时您已经成功地运行了一个 GPSS/H 模型。系统模拟运行完之后,GPSS/H 会给出一个标准的 132 列的报告文件,该文件名为“JOEBARB.LIS”,在以后的章节中,对于仿真输入各部分的意义我们将给予明确的解释,这时你可以利用文件编辑器来观察输出报告文件。例如:在 DOS 提示符下,你可以

键入命令字:

TYPE JOEBARB.LIS

或者

TYPE JOEBARB.LIS|MORE

这时输出文件的内容在屏幕上滚动。可以看到如果利用 TYPE 命令显示输出文件, 当一个输出行长大于 80 时, 则该输出行将与下一行“纠缠”在一起。我们可以利用命令字: TYPE JOEBARB.LIS | MORE 来显示输出文件, 当然在显示时, 利用 <CTRL>+<NUMLOCK> 组合键或者利用 <PAUSE> 键, 可以控制计算机的滚屏动作, 使之暂停, 之后按下任意键, 显示内容继续滚屏动作。因此, 使用一个好的文本编辑器是非常有益的, 因为它可以很容易地通过右移来显示整个 132 一系列的文本内容。

利用一个窄行打印机进行报告文件的输出时, 建议打印机采取压缩模式, 即每 8.5 英寸打印 132 个字字符的小模式状态, 具体细节请详细阅读所使用打印机的指令菜单。

1.4 编译及运行过程所显示的信息

编译、运行一个 GPSS/H 模型时, 屏幕上显示出一定的提示信息。在这一小节中, 我们将具体讨论这些提示信息。

前面我们已经提到 GPSS/H 的源文件, 该源文件是一个文本文件, 它包含了所建立的仿真模型。一个 GPSS/H 仿真模型由模块语句, 控制语句以及编译指令组成, 在这里我们仅给出一个简单的描述, 详细讨论见第二章。

当你输入一个源文件时 (例如 JOEBARB), GPSS/H 开始对源程序文件进行编译并运行该编译结果, 屏幕上显示一幅信息:

PASS 1 (WITH SOURCE LISTING) ...

这时, GPSS/H 读入源文件, 检查语法错误, 并形成源文件表, 同时 GPSS/H 对模型中用到的符号分配具体数字值 (例如使用的语句标号, 设备名等等)。

屏幕上显示下一幅信息:

PASS 2...

在这一过程中 GPSS/H 将模型编译成适合于快速执行的模式, 此时进行了内存分配, 并准备进行模式运行, 如果没有遇到错误, 将给出如下提示信息

SIMULATION BEGINS

提示信息表明 GPSS/H 此时正在运行这个仿真模型。当运行完成之后, GPSS/H 会产生一个标准的输出文本文件 (.LIS)。如果运行过程中, 出现错误, 屏幕上及输出文件中均会形成一个错误报告信息。标准输出文件与源程序文件同名, 但是有一个“LIS”后缀, 例如 JOEBARB.LIS 输出文件。

1.5 其余章节概述

在第二章我们将对 GPSS/H 进行综合描述, 其中涉及了 GPSS/H 采取的“世界观”(WORLD VIEW) 和 GPSS/H 模型的各种组成部分。根据这一观点, 动态实体在系统内运动并进行资源竞争。GPSS/H 模型由以下几部分组成: 模块语句、控制语句和编译指令。模块语句只是一个非常简单的模块, 它提供了一种方法用来定义一个被仿真的系统, 模块组合给定义了系统对动态实体进行处理的过程。控制语句负责管理模块语句在整个仿真系统中的执行, 同时它也定义了一定的 GPSS/H 实体。编译指令给出的信息用于帮助 GPSS/H 成功地对模型进行编译。

第三章到第六章, 介绍了在 GPSS/H 建模中用到的基本模块语句和控制语句。第三章讨论了用于产生和消灭动态实体的各种模块、用于模拟单个服务资源的模块和在每个模型中都需要的各种控制语句。第四章讨论 GPSS/H 特有的交互式调试工具。第五章介绍了用于收集等待线统计量的 GPSSH/H 模块。第六章讨论了如何建立并行服务或其他多资源问题的模型。

第七章到第十六章讨论了构造复杂的 GPSS/H 模型时使用的模块语句和控制语句。第七章中讨论在 GPSS/H 模型中各种模块如何实现非顺序运行。第八章讨论了宏变量的意义和用法 (类型 FORTRAN 中的 INTEGR, REAL 和 CHARACTER)。第九章讨论如何从外部文件或键盘读入数据; 如何将输出报告写到外部文件或屏幕上。

第十章讨论动态实体参数的意义和用法。第十一章将讨论在一个 GPSS/H 模型中实现多仿真运行的控制语句。第十二章讨论条件控制语句 (如 DO 循环或 IF-ELSEIF-ELSE-ENDIF 结构), 它们用来控制一个模型的重复运行或条件运行。正是这些控制语句使 GPSS/H, 除了缺少子程序调用功能以外, 几乎具备了一种通用的编程语言所具备的所有功能。

第十三章讨论在 GPSS/H 中如何产生随机数和 GPSS/H 支持的各种函数。第十四章将讨论所谓的表实体, 它用来把样本统计量以直方图的形式列表。第十五章讨论如何定义和使用变量的二维数组。第十六章对本书没有涉及到的 GPSS/H 的其他特性进行了简要的介绍。

在本章的最后, 我们将再一次重申如下观点: 如果您是一位 GPSS/H 新用户, 希望您阅读本书第二章到第十三章。如果您已经有了一定的 GPSS 实践经验, 我们建议您从第四章交互式调试工具开始学起, 您将会发现这个工具的特别帮助性, 当仿真模型非常复杂时调试工具的好处是不言而喻的。另外, 我们还希望读者阅读第八章、第九章、第十二章、第十三章, 从中可以了解 GPSS/H 强有力的语言扩展功能。

第二章 GPSS / H 概述

从本世纪六十年代问世以来, GPSS 在过去的几十年中很快普及并发展起来, 这是由于 GPSS 基本原理在很大范围内对于即便非常复杂的系统的模拟是灵活而强有力的。

GPSS 是英文通用仿真系统的简写式 (General Purpose Simulation System) GPSS / H 是一个增强型的 GPSS / H 新版本, 它是由 Wolverine Software 软件公司开发的。该软件首次发行于 1977 年, 它用于 IBM 系列计算机, 更新的版本于 1988 年问世它可以使用在 MS-DOS 操作系统环境中, 它具有较以前 GPSS 语言更强的扩展语言功能, 因此使用户摆脱了早期 GPSS 的束缚, 该语言在 VAX / VMS, UNIX 工作站系统同样可以工作, 在以后的章节中我们将对 GPSS / H 的各种语言扩展给予尽可能完善的阐述。

在这一章中, 我们将讨论 GPSS / H 仿真语言的“世界观”(WORLD VIEW) 具体分析其基本概念和语言成分。

2.1 GPSS / H “世界观”

所谓 GPSS / H 的世界观是指用户观察一个模型系统是基于如下观点: 动态实体在系统中运行, 设想这些动态实体在系统内由一个模块移动到另一个模块。这些模块用来代表某个事件或某个动作, 它可以影响动态实体自己和别的实体。系统是由所有这些模块集合来表示, 我们称这个模块集合为模块结构图。在模块结构图中每一个模块对应于源文件中的一个模块描述。

例如, 在百货商店的收费处有一顾客, 如果我们以动态实体表这个顾客。这时在 GPSS / H 仿真系统中, 有一个模块代表顾客到达这个收费处, 这个模块为 GENERATE 模块, 有一个模块代表这个顾客的收费时间, 称之为 ADVANCE 模块, 有一个模块代表顾客从这个交费系统中离去, 称之为 TERMINATE 模块。

通常情况下, 动态实体代表暂时的实体, 因此当它们退出系统之后这些动态实体也就消失了。然而在一些特别的模型系统中部分动态实体并不退出系统, 在仿真过程中始终滞留系统中。

应该明白的是在一个模块结构图中可能同时存在许多动态实体, 对于同一模块其中可能同时会有一个或多个动态实体。在系统中同时有几个动态实体在排队等待资源或等待系统条件的改变时, 这时 GPSS / H 会自动地以最高优先权者优先处理的规则进行处理, 否则则以先进先出的规则 (FIFO) 进行处理。

在 GPSS / H 中除了动态实体以外还有许多其他类型的实体, 这些实体主要分成三个大类: 资源类, 计算实体类, 统计实体类。

▲ 资源 (RESOURCES), (即设备和存储器) 代表有限容量的资源。

▲ 计算实体 (COMPUTATIONAL ENTITIES), (即变量, 函数等) 是用来计算

和表示数值以及数值关系的。

▲ 统计实体 (STATISTICAL ENTITIS), (即排队和列表) 它们是由于收集系统中感兴趣的统计信息。

例如, 在百货店收费处服务员是一个容量为 1 的资源类实体。GPSS/H 提供了一个内部实体, 称之为设备 (FACILITY), 用来模拟这个一个单元的资源。模块 SEIZE 用来表示动态实体占用这个设备, 模块 RELEASE 代表动态实体释放这个资源实体。

在 GPSS/H 共有 68 种模块, 其中部分模块使用较频繁, 这部分大约有 15 个模块, 它们不仅容易记忆, 而且具有强大的仿真功能, 并可用于许多系统的建模。

注: 在 GPSS/H 的 68 个模块中, 有很少一部分已经过时了, 它们的存在仅仅是为了与早期的 GPSS 老版本兼容。

常用模块列表如下:

模块	用途
GENERATE	在模型中产生并引入动态实体。
TERMINATE	在动态实体离开系统时消灭之。
ADVANCE	保持动态实体一段特定的时间 (如处理时间, 传输时间等)。
SEIZE	占用一个设备。
RELEASE	释放一个设备。
ENTER	获得一个或多个存储单元。
LEAVE	释放一个或多个存储单元。
TEST	将动态实体送到一个基于系统或实体状态的非顺序模块中。
TRANSFER	以一定的概率条件或无条件地将一个动态实体送到一个非顺序的模块中。

表 2.1 几个常用的 GPSS/H 模块

2.2 GPSS/H 的组成部分

一个 GPSS/H 模型的基本成分为: 动态实体, 资源和其它实体, 模块、控制语句、编译指令以及标准数值属性。

模型系统中动态实体是处于动态的实体, 资源是一个静态实体, GPSS/H 中模块代表由动态实体执行的动作, 因此整个模块结构图代表动态实体在系统中的运动和处理过程。控制语句定义模型中使用的动态实体并且负责管理模型中模块语句的执行。编译指令包含一定的信息, 这些信息对 GPSS/H 正确编译一个模型是必需的。标准数值属性是一些功能函数, 它们提供有关实体和某类运算执行的信息, 这些数量属性既可以由 GPSS/H 来提供, 也可以由用户自己定义。在以下章节我们将对这些标准数值属性及其使用进行详细讨论。

2.2.1 动态实体 (TRANSACTIONS)

动态实体是 GPSS/H 模型的核心部分, 简称为 XACTS。在模型中它用来处理一定的任务。在大多数的模型中, 动态实体在完成的任务之后离开系统并为系统所消灭, 因此这类实体为瞬态实体。在某些模型中, 一个或多个动态实体永远滞留在系统中, 我们将这类实体称为常驻实体。

在许多条件下, 一个动态代表一个实物。假如我们模拟一个小汽车装配线, 并且我们所感兴趣的是对于一辆汽车来说装配时间到底有多长, 这里模型系统应为整个小汽车装配线, 动态实体为被装配的汽车, 将汽车作为动态实体的原因是, 在模型中它们是作为动态的实体而存在的。设一辆汽车在装配完成之后, 它立即离开这个系统, 这时我们就可以收集到每辆小汽车通过装配线花费多长时间? 并可对此进行分析处理。

在许多情况下, 一个动态实体代表一个人。例如, 在百货商店的收费处顾客等待付款, 设想我们感兴趣的是某一位顾客在交款之前必须花费多长的等待时间, 当然这个时间是其平均值。这样, 我们的模型系统为一个包括等待队列的收费处, 动态实体代表某一时刻进入交费队列的顾客。

一个动态实体可能会有有一种或多种属性。所谓动态实体的属性是指与某一个动态实体相联系的特殊性能。例如, 小汽车属性可以是它的类型与颜色; 进入百货商店的购物者的属性是在其手推车中所采购物品数量。在 GPSS/H 模型中, 动态实体的某些属性是固有的, 某些属性则是由用户定义的。

在许多复杂的模型中, 会有多种不同类型的动态实体, 每种类型的动态实体代表不同的实物。例如, 有一模型是用来模拟高速公路收费系统, 小汽车、卡车、蓬顶货车通过收费处, 我们可以想象这时部分动态实体是小汽车、部分动态实体是大卡车, 部分动态实体为蓬顶货车, 但是即使对于这些互相不同的动态实体我们仍然可以利用同样的模块来处理, 同时可以使用一个用户定义属性来区分各种车辆。即我们在处理不同的车型时, 在模块中使用不同的属性。

另一个例子, 考虑一列旅客通勤列车系统, 如果我们须研究的是旅客的到达以及火车的运动。这时我们很容易想到以人与火车来代表模型中的动态实体。在这种情况下, 在模型中, 我们会使用一组模块代表旅客的行为, 另一组模块代表火车的运动。在这里我们要说明的是, 以上概念是非常重要的。即在大的复杂的系统模型中两个动态实体不必代表同一事物。

2.2.2 资源

在 GPSS/H 模型中, 资源是一种非常重要的静态的永久实体, 它永远不离开系统并且也不会被系统所消灭, 它们可以被动态实体用来执行一定的任务。动态实体可以进行资源竞争, 当资源处于“忙”状态时, 动态实体则处于等待状态, 实际上, 动态实体处理实际任务时, 需要远不止一个资源。

象动态实体一样, 资源可能代表人或实物, 例如, 在百货商店中我们会假设处于收费处的服务员为一个设备资源, 当每个动态实体 (在这个系统中代表一个购物者) 进入收费线时, 它就会等待使用资源 (这个系统中它代表服务员), 然后离开系统。

在小汽车装配线中我们把每一个汽车装配台模拟为一个资源。在复杂的系统中，有时会使用多种资源来模拟一个装配台。例如，一个装配台由以下资源组成：装配工人，装配工具，需要装配的机器设备，每个动态实体在这个系统中代表被装配的小汽车，通过一个装配台时，这些资源用来完成小汽车的装配操作。

GPSS/H 模型中有两种类型的资源：设备和存储器。设备资源用来表示单个单元的资源。例如在百货商店收费处，收款员即为一个设备资源。

存储器资源代表多个并列的资源。例如，在汽车装配流水线的模型中，假设汽车的装配可以在三个不同的设备上进行，这时我就可以把这些机械设备模拟为容量为 3 的存储器。

2.2.3 GPSS/H 模块

在 GPSS/H 中，模块用来描述一个动态实体如何在一个系统中运动。一个模块代表在系统中可能发生的一个特定的动作或者事件，因此模块的集合便代表动态实体通过系统时的处理过程，我们通常称这个过程为仿真模型的逻辑。

GPSS/H 模型中，每一个模块语句都有一个对应的图型表示，模型中模块的顺序代表动态实体的运动流程，并且这个运动流程可以图示，通常我们称这些按顺序排列的模块为模块结构图。

图 2.1 表示文件 JOEBARB.GPS 中的 GPSS/H 模型的模块结构图，图 2.2 表示与这个模块结构图对应的 GPSS/H 模块语句，这个 GPSS/H 模型用来表示顾客在美发厅中所经历的事件。

在这个模型中，顾客到达美发厅的平均间隔时间为 18 ± 26 分钟，每当一位顾客进入美发厅之后它将会花费 0.5 分钟来挂起它的外套。这时如果理发师在忙时，这位顾客就排队等候，当轮到这些顾客服务时，理发师将为他理发，花费时间为 15 ± 3 分钟，一旦理发过程完成，这位顾客立即离开美发厅。

在这个模型中动态实体代表一个顾客，在图 12-2 中，可以看到一模块名为 GENERATE，动态实体正是由这个产生模块形成并引进到模型中。理发师用一个单一单元资源设备来表示，当顾客到达时引入一个动态实体并进入到 ADVANCE 模块，并等待 0.5 时间单位，也就是将花费 0.5 时间单位为挂起它的外套。这时模块结构图中一般以一定的时间延迟来表示。当这 0.5 时间单位过去之后，动态实体将尽力占用 (SEIZE) 这个设备资源即理发师。如果这时理发师正忙时，则这个动态实体将经过更长时时间延迟，它将继续呆在第一个进程模块 ADVANCE 模块中，即使它的时间已经花光，这里时间为 0.5 时间单位，直到动态实体占用设备时，它才能进入到下一个模块中。动态实体已经占用了资源，即已经由理发师为之服务之时，它将通过下一个模块即 SEIZE 模块进入到第二个 ADVANCE 模块，在这个模块中将花费 15 ± 3 单位仿真时间，这个延迟时间代表理发师为顾客修剪头发花去的时间，为这段时间已经过去之后，动态实体将释放设资源 (理发师)，并且动态实体离开这个仿真系统 (美发厅)。这个过程是通过终止模块 (TERMINATE) 来完成的。这时如果存在下一个动态实体 (即顾客)，GPSS/H 将自动地将其引入到资源 (理发师)。

在第三章，我们将对以上这个模型系统中所使用到的每一个模块的含义及语法结构进