

一个民用飞机维修仿真演示系统的设计与实现

魏晓明 (北京航空航天大学)

摘要:本文介绍了如何在基于 Ada 语言的 AISP 专家系统开发环境上,完成一个模拟民用机场维修飞机仿真演示系统。在 PC 机上开发的这个系统不仅验证了 AISP 系统的正确性,而且也对原有环境进行了完善与扩充。

一、引言

北京航空航天大学计算机科学与工程系研究室研制开发了基于 Ada 语言的 AISP 智能模拟程序包,在此 AISP 专家系统开发环境上,完成一个民用飞机维修仿真演示系统,它不仅要尽可能全面地覆盖 AISP 智能模拟环境所提供的前向推理、图形显示、Ada 语言嵌入等多项功能,而且也对其数学包、图形包和模拟仿真包进行了完善与扩充。

二、AISP 系统概述

AISP 即 Ada 智能模拟程序包(Ada Intelligence simulation package),它是参照美国航天局 NASA 推荐的 CLIPS4.3 的前向推理算法(也就是理德匹配算法)设计与实现的。它既是融推理、数值计算、模拟仿真等功能为一体,面向 Ada 程序应用的,可扩充专家系统开发工具,也是支持开发具有推理能力的模拟软件。

AISP 专家系统开发环境提供了许多工具以便于用户使用。

该系统既提供了基于线性同余法的 $[0,1]$ 区间内的随机数发生器,也提供了指数分布、均匀分布、爱尔兰分布、二项分布、正态分布等随机变量发生器。在民用飞机维修模拟演示系统的实现过程中,我们将大量地使用到这些随机变量发生器。

同时,AISP 系统还提供了离散事件调度法仿真程序和进程交互法仿真程序包,用以实现队列操作。

为了便于支持推理与数学计算,模拟仿真的数据传递,AISP 系统提供了文件操作方式。在演示系统的实现中,我们充分利用了这一功能,对于推理与数值计算部分的全局量,采用文件的方式进行保存和操作。

AISP 系统提供的最重要,而且最基本的工具就是允许用户自定义的 Ada 程序作为函数嵌入系统。这不仅仅是 AISP 系统的数学包,模拟仿真包,图形显示包实现的基础,同时也为用户对系统进一步扩充,定义自己所需要的函数提供了可能性。

三、演示系统的设计与实现

我们的演示系统是在 PC 计算机上完成的,内存 16MB,操作系统为 MS-DOS 3.0 以上版本,编译环境为 Meridian Open Ada 4.1。

1. 系统概述

整个演示系统描述了故障飞机从着陆,到故障检查,故障维修,直到加油,再起飞的全部过程,融推理,线性规划,图形显示,队列操作,模拟仿真,数据传递于一体。主要包括以下几大模块:

(1)飞机产生模块:产生一个系统时钟内所要到达的飞机数,以及飞机的故障等级,飞机号码,引擎的数目,机型的大小和优先等级等信息。

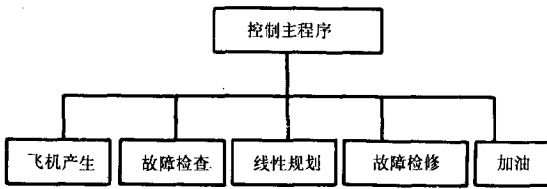
(2)故障检查模块:按照飞机不同的优先权等级,对其进行检查,并产生该飞机的发动机,仪表,起落架,液压系统,燃油系统,附属设备,操作系统等七方面的故障信息。

(3)线性规划模块:对一个工作日内检查完毕的所有飞机,根据其故障信息以及维修所需的时间对故障检修站进行分配,从而使总的维修时间达到最短。

(4)故障检修模块:对于分配好的飞机按照指定的时间进行维修。

(5)加油模块:根据飞机不同的机型大小,按照指定的加油时间进行加油,并从各自的加油站起飞升空。

整个系统的模块图如下:



2.主要数据结构

在此民用飞机维修模拟演示系统中,由于使用了逻辑设计语言和程序设计语言混合编程的形式,在推理与数值计算之间调进调出,进行了大量的数据传递。这样,采用何种数据结构就显得尤为重要。

(1)推理部份的主要事实样板

① (plane < num > < type > < engine > < special > < damage >)

用以记录飞机的具体信息,飞机号码,机型的大小,引擎的数目,飞机的优先等级以及飞机的故障级数② (checkst < num > < content > < planenum > < state > < time1 > < time2 > < time >)

记录了故障检查站的情况,检查站号以及检查站内是否有飞机。若有,则记下飞机号码,飞机是否为严重故障,所需检查时间和已经进行的检查时间,最后保存检查站的工作时间。

③ (repairst < num > < content > < planeum > < time1 > < time2 >)(oilst)

描述了故障维修站的状态,维修站号,站内是否有飞机正在修理,若有则记录飞机号,所需维修时间和已经进行的维修时间。(此外还有描述加油站的事实样板,与此类似。)

④(systemclock < time >)

为整个演示系统的工作时间。

⑤(stoptime < time >)

为用户输入的系统工作结束时间。

(2)数值计算部份的主要数据结构

① type arraymessage is array(integer rangel..4, integer1..7) of integer

用以表示飞机的发动机,仪表设备等七个方面的故障信息,由于发动机最多可达4个,所以形成了4×7维矩阵。

② type timeme is array(integer rangel..3, integer

rangel..7) of integer

记录了各检查站维修不同部件的效率情况。假定在维修的过程中每个小组负责维修一架飞机,且小组间不进行人员调动,为一个常量矩阵。

3.改进与完善

在实现过程中,我们对原有的 AISP 系统进行了如下改进与完善。

(1)图形显示部份

Ada 语言本身提供了图形显示包 draw,但由于它是基于 BIOS 中断画点的功能实现的,填充速度比较缓慢,这样原有的 AISP 系统便利用了 Ada 语言与 Microsoft c 的接口,利用 C 语言来完成了绘图的操作,这样生成的程序就只能在实模式下运行,即只可寻址 640K。由于空间的限制,演示系统在调制的过程中常常因为 storage error 而退出,从而影响了运行的效果。为了解决这个问题,我们不得不又放弃了用 C 语言来实现图形部份的作法,采用机器码插入的方法完成对 BIOS 中断画点功能的调用,从而生成了可在扩展模式下运行的程序,这样便可寻址 16 兆字节,大大提高了原有系统的推理能力,使演示系统的调试工作顺利完成。

(2)数据传递部份

原有的 AISP 开发环境支持用文件的方式进行数据传递,但在实际的使用过程中就发现了很多问题,AISP 系统每次只能打开一个文件,且只能为文本文件,要么作为输入,要么作为输出,不能又读又写,而 Ada 语言也只能对二进制文件进行随机地读写。这样,我们便设计了另外一种方法—公用数据区(又称黑板)来进行数据传递。也就是在内存中开辟一个公用的区域作为数据缓冲区,推理部份可以将结果写入相应的位置,Ada 程序也可以对其进行读写操作。

四、评价

此民用飞机维修模拟演示系统较全面地覆盖了 AISP 系统所提供的推理,数值计算,图形显示,模拟仿真,数据传递,队列操作等功能,并验证了 AISP 智能开发环境的正确性,同时对原有系统的不足之处予以弥补,扩充了数据包与图形包,增加了线性规划的程序,并完善了推理与数值计算,图形显示之间的数据传递操作等功能。该系统具有一定的实际参考价值。