

Alpha 工作站仿真一体化环境交互系统设计*

黄 健 李 琦 黄柯棣

(国防科技大学自动控制系 长沙 410073)

摘 要 交互系统是一体化建模/仿真环境中的一个重要环节,主要解决人机关系,使用户可以方便地与仿真机作高速通讯,对仿真运行进行实时监控。本文在简要介绍整个系统概况的基础上,对交互系统的总体设计、命令分析与处理、功能实现等几个方面展开了讨论。此外,还简单介绍了交互界面的设计和实现情况。

关键词 仿真,一体化,交互系统,交互界面

分类号 TP391.9

Designing the Interactive System of the Integrated Environment of Modeling and Simulation

Huang Jian Li Qi Huang Kedi

(Department of Automatic Control, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract The interactive system is one of the most important parts in the integrated environment of modeling and simulation. It mainly resolves the relationship between the human and the computer of simulation (CS), and it makes it convenient for the users to communicate with the CS at high speed. It can supervise the running of simulation in real-time.

We briefly introduce the system environment at first; several aspects, for instance, designing the system as a whole, analyzing and processing the interactive commands, realizing the functions, are discussed in this paper. Moreover, we introduce something about the user interface.

Key words simulation, the integrated environment, the interactive system, the user interface

超大规模集成电路的研制成功及其广泛应用,极大地促进了计算机技术的发展,使其在大容量、高速度等方面已经能满足大部分系统进行实时仿真的要求。因此,以通用仿真机进行实时仿真已成为可能,并因为其在价格、开发等方面较专用仿真机具有优势而得到快速发展。

Alpha 是美国 Digital 公司面向 21 世纪设计的第一个 64 位、精简指令集计算机(RISC),可比 32 位系统多寻址 40 万倍的信息,具有高速的计算能力,在计算工作站领域处于领先水平。因此,我们开发了基于 Alpha 工作站的仿真一体化环境,它实现建模、仿真一体化功能,可用于连续动力学系统进行实时或其它时间要求苛刻的仿真中。

1 软硬件结构

1.1 硬件结构简介

我们吸收 YH-F2 系统结构方面的成功经验,在硬件上沿用主从式结构形式,由一台主机(PC 机)和一台仿真机(Alpha 工作站)组成,如图 1 所示。Alpha 工作站具有高速计算特性,相当于 PC 机的一个外部设备,主要进行数字仿真作业;主控机与仿真机之间的通信,通过基于 ISA 总线扩展槽上的 FIFO 并口通讯接口(D/D)来完成;进行半实物仿真时,由专门的 I/O 控制器控制仿真机与实物之间的信息交换。用户界面在主机,仿真机对用户是透明的。

1.2 系统软件平台

系统的软件平台,是介于操作系统和用户试验程序之间的一层系统软件,具有面向问题的非过程建

* 国家部委基金资助项目

1999 年 2 月 5 日收稿

第一作者:黄健,女,1971 年生,博士生

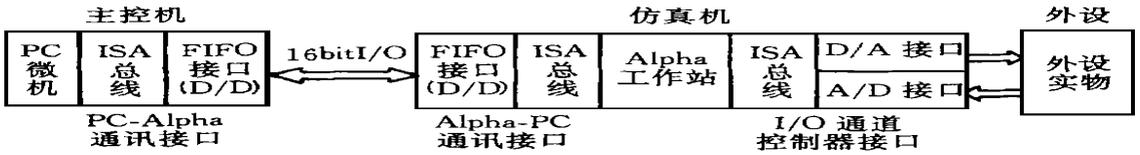


图 1 Alpha 仿真工作站硬件结构图

Fig. 1 Hardware structure of the Alpha simulation workstation

模能力、交互式仿真试验管理能力及交互式仿真试验运行控制机制。Alpha 工作站仿真一体化环境提供了 YFSIM/ALPHA 软件系统, 包括非过程性的仿真建模语言和交互运行环境两个方面, 如图 2 所示。

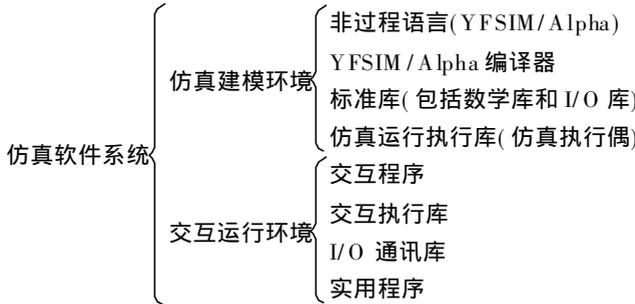


图 2 YFSIM/Alpha 仿真软件系统

Fig. 2 The simulation software system of the YFSIM/Alpha

我们选定 C 语言作为宿主语言, YFSIM/Alpha 编译器产生 C 目标码, 交互环境也用 C 实现, 并提供一个底层支撑软件与 Alpha 机接口。用户写的程序, 首先经 PC 机上 YFSIM/Alpha 编译器产生 C 目标码, 加载到 Alpha 机上, 再由 Alpha 机的 C 编译器产生可执行代码, 然后在交互程序的控制下进行仿真运行。

2 交互系统设计

交互系统是整个一体化环境设计中的重要环节(图 3 虚线框包含的内容均与交互系统有关), 主要解决人/机关系, 使用户可以方便地与仿真机进行高速通讯, 并按用户要求改变仿真的实验参数, 给用户提供一个友好的交互环境。系统的交互运行环境, 运行于 PC 机上, 用 Visual C++ 语言编程实现。

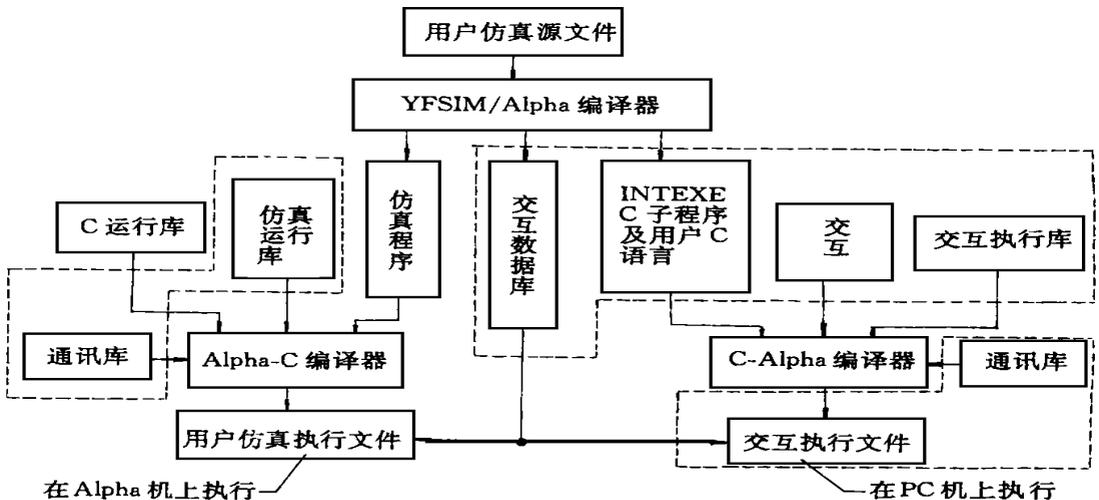


图 3 一体化环境软件结构

Fig. 3 The software framework of the integrated environment of M & S

2.1 交互系统的组成

整个交互系统由交互程序、交互执行库、通讯库和 YFSIM/Alpha 的一些实用程序四部分组成:

1) 交互程序

交互程序包括:交互控制主程序、命令词法分析程序、命令语法分析程序和命令处理程序。它通过启动交互执行程序 (INTEEXEC) 来启动运行和结束仿真程序,并通过命令交互或数据交换监控仿真运行。交互程序运行在主机上,它与仿真执行程序之间的关系如图 4 所示。

2) 交互执行库

交互执行库是一个 C 子程序库,它被用在 INTEEXEC 子程序中。当 YFSIM/Alpha 仿真程序被编译时,交互执行库被自动地连接到 INTEEXEC 子程序上。从其实现的功能角度区分,可分为以下七类子程序库:① 控制运行子程序库;② 访问变量和 IDB 子程序库;③ 访问标志子程序库;④ 用户输入/输出子程序库;⑤ 对缓冲区操作的子程序库;⑥ 其它类型的子程序库(包括:错误处理子程序库、访问运行时钟子程序库、通讯控制子程序库);⑦ 绘图及其准备子程序库。

3) 通讯库

通讯库是一些用 C 语言编写的子程序,它支持 PC 机与 Alpha 工作站之间的网络通讯,使交互运行环境在主机上实现对仿真机的访问与控制。

按不同的交互需求,设计了静态和动态两套数据传递结构,分别用于运行前初始化阶段和运行时对时间要求苛刻的情况下。前者有利于运行准备阶段进行大量的数据加载;后者适用于运行状态下进行动态数据交换,尽可能减小处理数据传送的时间。

4) YFSIM/Alpha 实用程序

YFSIM/Alpha 实用程序是一组支持程序,对使用 YFSIM/Alpha 语言起增强仿真开发和使操作互检对用户更加友好的作用。包括:Config 配置实用程序、数据文件生成实用程序、文件格式转换实用程序、图形生成、保存及处理实用程序、函数寻优支持程序、命令帮助信息实用程序等。

2.2 交互系统总体设计

整个交互系统的结构设计如图 5 所示。

2.3 交互命令的分析与设计

交互系统共提供 24 种交互命令(每种命令又包含若干子命令),分别用于完成对系统的初始化、实时交换数据、在线调试、建立日志文件以便事后处理、对 I/O 控制等多方面功能。在交互中,以 YFSIM/Alpha 编译器产生的 IDB 表为基础,首先判断是否满足该命令的执行条件,随后调用相应的命令处理子程序实现相应功能。交互命令的分析与设计按以下四个步骤进行:

1) 命令预处理

交互主程序在接收命令字符串后,首先调用命令接收预处理程序,对用户输入的命令字符串进行处理:剔除无用的空格、跳格,并将所有的小写字母转换为大写。命令接收预处理使提供给词法分析的字符串规范化,方便了单词符号的识别工作。

2) 词法分析

词法分析采用完全分析的设计思想,即在对用户输入的命令进行分析时,将对命令字符串中全部字符分析完毕才结束,中间遇到错误并不结束分析,而只将返回的单词代码设为 -1。这种设计思想的好处是:程序结构简单;命令分析完全。

此外,设置了一系列交互命令的保留字,其输出形式采用一字一种,在设计时采用如下结构方式定义:

```
struct DD
{ _char * point; // 存放单词
```

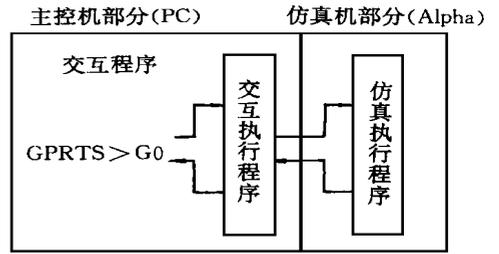


图 4 交互程序与仿真执行程序之间的关系
Fig. 4 The relationship between the programs of interaction and execution

```

int code;           // 单词代码
int length;        // 最少需比较的字符
};
DD dem[ 101];
    
```

这样,一查到保留字,即可返回其代码。另外,为给用户方便,使用户在输入命令时,不要求必须输入完全匹配保留字整个单词的字符串,而只要使输入的字符串长度 需比较的长度,就可以正确识别保留字。因此,在结构中加入 length 项。在实际比较中:

$$\text{需比较的字符串长度} = \text{dem}[i].\text{length} < \text{实际输入单词长度? 实际输入单词长度: dem}[i].\text{length}$$

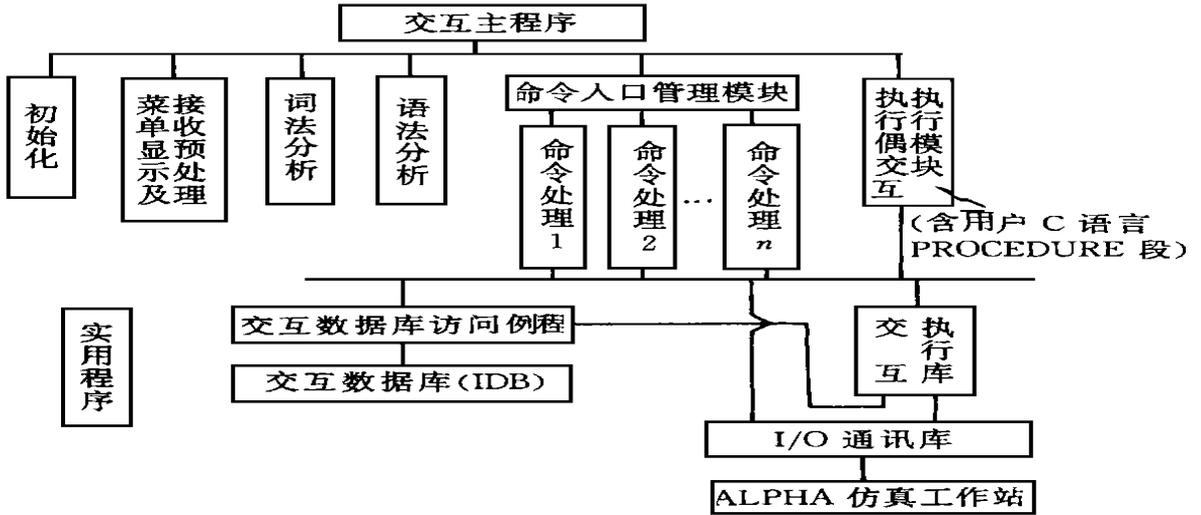


图 5 交互系统结构
Fig. 5 The framework of the interactive system

3) 语法分析

语法分析对一个文法(语法规则)的句子结构进行分析,它按预先定义的文法的产生式,识别输入字符串是否为一个合法句子。语法分析在词法分析输出的基础上进行。由于交互命令之间具有相对的独立性,因此在设计语法分析程序时采用了上下文无关文法(BNF 范式)。

4) 交互命令的实现

交互的命令串由一个关键字及其紧随其后、可被该命令接收的零个或多个限定词和参量组成。关键字和参量间用空格、制表符或逗号作为界符。交互命令可以交互地从终端或者间接地从一个交互命令文件(.int)中输入。其中,从终端获取命令的方式有两种:菜单式输入和键盘直接输入,用户可自由选择。

3 交互系统的功能

作为一体化仿真环境的交互系统,它为交互控制仿真的运行操作提供了功能强大的工具系统。根据课题要求,主要实现以下交互功能:

- 1) 提供一个以菜单界面形式出现的交互集成环境,使用户能方便地通过选择菜单或直接由键盘输入交互命令进行交互操作,完成初始化、实时交互、在线程序调试和事后处理四方面功能。
- 2) 提供一个作为交互系统支撑基础的交互执行库,使它直接面向用户,为用户访问仿真系统所建立的数据结构、控制仿真程序的运行提供手段。
- 3) YFSIM/Alpha 实用程序是一组独立的支持程序,使得用户开发仿真程序更加容易,调试更为方便。从仿真实验的实际需求出发,这些实用程序主要实现:各类数据文件的形成及其格式转换、函数生成、命令帮助和一些事后分析处理等。
- 4) 提供与网络通讯功能实现有关的一些子程序,进行对数据通道的测试和调用通讯库取、发数。

4 交互系统的界面设计

随着计算机应用的推广,人与计算机的交互变得愈来愈频繁。人机交互界面是人与机器系统进行信

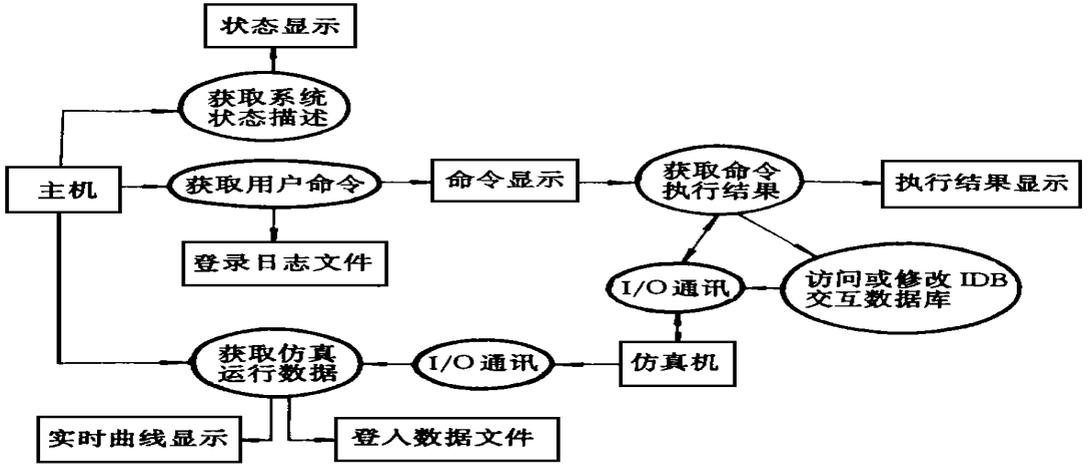


图 6 系统交互界面仿真监控的数据流图

Fig. 6 The simulation supervising data stream chart of the interactive interface

息交换的媒介。本系统交互界面模块在主机上运行,实现对仿真程序的运行控制、实时交互和在线调试等功能,见图 6 所示系统交互界面仿真监控的数据流。

同样的交互功能,其实现受界面设计的影响是很大的。一个成功的人机界面是实现系统功能的有效保证,也是产品开发的一个外在包装。因此,在进行界面设计时,应注意考虑界面外观和组织结构等问题,真正做到人机界面友好。系统选用 Visual C++ for Win32 为实现环境,采用面向对象设计方法编程。由 VC 工作平台提供的工具可方便地调整界面的结构,在设计前应根据编程者的意愿合理布局。以往仿真机类似功能的监控界面一般采用字符界面编程,因此,用户输入命令的方式大多为直接的命令字符串输入,信息性不强,对用户的要求比较高。而 Windows 编程使高质量的界面设计成为可能,菜单式和对话框提供的命令,能包容较多的信息量,可通过直接明了的命令选择,实现与系统的交互,大大方便了用户使用。考虑用户使用的方便,还专辟了与 DOS 屏幕类似的命令窗口,并推出“GPRTS”交互命令提示符,使直接的命令输入方式保存下来。以上两种交互方式在实际应用中,用户可随意地选择使用。

5 小结

一体化建模/仿真环境的开发是仿真领域的一项重要课题,具有很强的研究价值和应用价值。目前,本课题已基本实现它的各项功能,验算了大量仿真题目,均取得与 YH-F2 一致的解答。交互系统作为它的一个重要组成,内容多、工作量大,对整个课题研究的成败作用重大。已完成的交互系统具有实用、用户友好等优点,并在设计中考虑了开放性,为一体化课题的后续开发工作打下了很好的基础。

参考文献

- 1 黄健. ALPHA 工作站一体化仿真软件交互系统的分析与设计[硕士学位论文]. 国防科大自动控制系, 1997
- 2 黄健, 李琦等. ALPHA 工作站仿真一体化交互系统及其界面的设计. 1997 年中国系统仿真学会学术年会, 1997, 张家界
- 3 戴金海, 吕鸣等. 银河仿真 型机一体化建模仿真软件系统 YFSIM 参考手册. 国防科大自动控制系, 1995
- 4 Sheridan B. Designing the User Interface. Addison-Wesley, Reading MA 1981
- 5 李剑川, 贾源. Alpha 仿真工作站实时 I/O 系统设计与研究, 1997 年中国系统仿真学会学术年会, 1997, 张家界