

控制系统CAD软件包的设计

——CSCAD 的总体设计

王治宝 卢桂章 王秀峰

(南开大学)

摘 要

本文提出一个CSCAD(Control System Computer Aided Design)软件包四级分块树状总体结构和管理命令的形式。叙述了CSCAD的命令系统和程序设计。这种结构和命令形式功能较强,便于用户依需要决定取舍和扩展。在计算机系统上实现也较为简单。同时便于移植。

一、序 言

对于控制系统的计算机辅助设计,较早的专用软件是以环节为基本运算单位的数字模拟语言^[1],较新的专用软件是以控制系统计算机辅助设计中一个计算方法为基本运算单位的软件包,例如IDPAC^[2],这实际上是一种专用语言^[3],它像一般通用语言一样,可以设计分支和循环程序,循环是可以嵌套的,程序中含有基本的算术运算,其软件功能很强。对于设计专用的软件包,这是一个很好的基础。但是它的命令和数据结构形式复杂,在计算机系统上实现难度较大,这就给软件包的设计工作带来了很大的困难。鉴于这种情况,我们在系统辨识包LANSIP^[4],^[5]的设计中,在结构形式简化上作了一定的努力,使这种困难得到了克服。CSCAD就是在LANSIP的基础上设计的。

本文将讨论总体设计方法、命令系统和数据结构。关于实现方法以及具体应用将在另一篇文章中加以讨论。

二、CSCAD 软件包的总体结构及命令系统

CCSCAD软件包设有四级分块树状结构^[6]。

1. 第一级是CSCAD软件包

该包的功能是接受用户信息,并调度其所属各级中的功能块运算。

2. 第二级是 CSCAD 子包

如法, CSCAD 软件包可分为若干子包, 每个子包可以包括 CSCAD 某一方面的功能, 例
系统辨识, 单变量线性系统的分析与综合, 多变量线性系统的多项式矩阵设计方
适应控制等等。

3. 第三级是 CSCAD 块

CSCAD 的每一个子包可分若干块, 每一块包括 CSCAD 某一类功能。

4. 第四级是 CSCAD 子块

种具体的算法。CSCAD 的每一块可分为若干子块, 每一子块包括 CSCAD 的某一种功能。即一

5. CSCAD 的命令系统

CSCAD 的四级分块树状结构完全由其命令系统表达出来。CSCAD 的管理命令及其子包命令系统的集合为 CSCAD 软件包的命令系统。

三、子包的命令系统和宏命令

CSCAD 的命令分为功能命令和管理命令, 功能命令属各子包, 管理命令在包中。
可调量是功能命令信息的补充形式。

各子包的命令系统, 由各子包分别给出具体的定义, 作为例子可参看辨识子包
LANSHIP^[4]的命令系统。这里只给出子包命令系统的形式定义。

1. 子包命令的形式定义和可调量^[8]

每一个子包都有一个命令系统和相应的可调量, 子包命令系统中, 每条命令可取如下命令行组的形式

〈命令名〉

〈子命令名表〉

〈系统结构文件名〉

〈数据文件名表〉

〈输出特征〉

其中 〈子命令名表〉可以含有多个子命令名。

1) 用命令名表达一个块

每一块可以是一条命令, 用不同的方法解决同一问题, 不同的方法就是子块, 同一问题就是具有同一系统结构文件名和同样数据文件名表的问题。不同的方法可以联合处理问题, 例如非线性系统的辨识中, 用单纯形搜索法的结果作为麦夸脱方法的初值, 效果是好的。不同的方法分别运行的结果, 可以比较。

2) 用子命令名表达一个子块

每一个子块可以是一个子命令, 它可以在可调量的要求下重复运行, 以使子块功能具有可试算性。可调量就是在子命令执行过程中可以被用户改变的量。例如迭代过程, 在不同的精度要求和不同的初始值下, 反复计算是必要的。

3) 系统结构文件名

系统结构文件名表示一个系统结构文件,该文件的内容是系统结构,系统结构是对该命令所处理的系统的描述,它依命令的不同而不同,可以包括多行,行数的多少依命令而异。

以系统辨识子包为例系统结构的定义为

$\langle \text{系统结构} \rangle = \langle \text{线性系统结构参数表} \rangle |$

其中“ $\langle \cdot \rangle$ ”表示“ $\cdot$ ”是一个语法单位,等号“ $=$ ”表示“就是”的意思。竖杠“ $|$ ”表示“或者”的意思。

$\langle \text{非线性函数表达式表} \rangle$

$\langle \text{线性系统结构参数表} \rangle = \langle \text{线性系统结构}$

$\text{参数表 } 1 \rangle || \langle \text{线性系统结构参数表 } 2 \rangle ||$

$\langle \text{线性系统结构参数表 } 3 \rangle$

其中“ $||$ ”表示“换一行书写”的意思。

$\langle \text{线性系统结构参数表 } 1 \rangle = \langle \text{整型数串} \rangle$

$\langle \text{线性系统结构参数表 } 2 \rangle = \langle \text{整型数串} \rangle$

$\langle \text{线性系统结构参数表 } 3 \rangle = \langle \text{实型数串} \rangle$

$\langle \text{非线性函数表达式表} \rangle = \langle \text{非线性函数表达式} || \rangle \{ \langle \text{非线性函数表达式} || \rangle$

$\langle \text{空格} \rangle$

其中“ $\{ \cdot \}$ ”表示其内容“ $\cdot$ ”可有可无,也可以有多个。

非线性系统的表达是很复杂的,无法像线性系统那样用几个结构参数表达出来。我们考虑用非线性函数表达式表达非线性系统,非线性系统函数表达式可用如下的语法公式定义。

$\langle \text{非线性函数表达式} \rangle = [\langle \text{加减法运算符} \rangle] \langle \text{项} \rangle \{ \langle \text{加减法运算符} \rangle \langle \text{项} \rangle \}$

其中符号“ $[\cdot]$ ”表示其内容“ $\cdot$ ”可有可无。

$\langle \text{项} \rangle = \langle \text{因式} \rangle \{ \langle \text{乘除法运算符} \rangle \langle \text{因式} \rangle \}$

$\langle \text{因式} \rangle = \langle \text{初等量} \rangle \{ \langle \text{幂运算符} \rangle \langle \text{初等量} \rangle \}$

$\langle \text{初等量} \rangle = \langle \text{无符号数} \rangle | \langle \text{变量} \rangle | \langle \text{函数命名符} \rangle | (\langle \text{非线性函数表达式} \rangle)$

$\langle \text{无符号数} \rangle = \langle \text{数字} \rangle \{ \langle \text{数字} \rangle \} \cdot \langle \text{数字} \rangle \{ \langle \text{数字} \rangle \}$

$\langle \text{变量} \rangle = \langle \text{参数} \rangle | \langle \text{输入变量} \rangle$

$\langle \text{参数} \rangle = \langle \text{参数标识符} \rangle = \langle P \rangle \langle \text{标识符} \rangle$

$\langle \text{输入变量} \rangle = \langle \text{输入变量标识符} \rangle = \langle U \rangle \langle \text{标识符} \rangle$

$\langle \text{标识符} \rangle = \langle \text{英文字母} \rangle \{ \langle \text{数字} \rangle | \langle \text{英文字母} \rangle \}$

$\langle \text{函数命名符} \rangle = \langle \text{专用标识符} \rangle (\langle \text{非线性函数表达式} \rangle)$

$\langle \text{专用标识符} \rangle = \text{EXP} | \text{LN} | \text{SIN} | \text{COS} | \text{TANH} | \text{ATAN} | \text{SQRT}$

这些标识符分别表示指数、对数、正弦、余弦、双曲正切、反正切和开方运算。

$\langle \text{加减运算符} \rangle = + | -$

$\langle \text{乘除运算符} \rangle = * | /$

〈幂运算符〉 = $\uparrow$

每一条线性系统辨识或仿真子命令以及数据处理子命令所要求的结构参数表是不同的, 具体的可参看^[8]。

系统结构的每一行就是一个记录, 系统结构的所有记录构成一个文件称为结构文件, 表示结构文件的操作系统的文件名就是结构文件名。

4) 数据结构

命令行组中的〈数据文件名表〉表示输出数据文件名和输入数据文件名。输出数据文件是子命令运算的结果, 输入数据文件是子命令计算所依据的已知数据。如果某子命令的输出数据文件是另一些子命令的输入数据文件, 则二者必须保持一致。

这样通过数据文件就可将各命令有机地联系起来。具体定义如下

〈数据文件名表〉 = 〈输出数据文件名〉〈空格〉〈输入数据文件名〉

〈输出数据文件名〉 = 〈操作系统中的文件名〉

〈输入数据文件名〉 = 〈操作系统中的文件名〉

输入/输出数据文件名表示一个输入/输出数据文件。

〈输入/输出数据文件〉 = 〈记录〉 { || 〈记录〉 }

〈记录〉 = 〈域〉 { 〈空格〉 〈域〉 }

〈域〉 = 〈数据〉

其中数据形式与计算机系统软件有关。

5) 输出特征

输出特征对输出提出具体的要求, 可由用户根据需要进行选择。

〈输出特征〉 = 1|2|3|4|5, 它们依次表示在终端上输出最后结果, 在输出数据文件上输出最后结果, 在终端及输出数据文件上输出最后结果, 在终端上输出中间结果, 在终端输出中间和最后结果。

6) 命令名对命令行组中其它各行的要求

在命令行组中, 当命令名不同时, 对其它各行的要求不同。当命令名是 MW 时, 在命令行组中, 其他行无意义, 所以被省略。

2. 子包的命令系统和宏命令

每一个子包中, 所有具有上述形式的命令可构成子包的命令系统, 子包的各命令间用适当的数据形式相联系, 可使用子包命令系统设计程序, 这种程序可用文件形式保存, 称为程序文件, 称该文件名为文件命令或宏命令。例如数据处理, 辨识及系统设计和仿真的全过程, 可依次用相应的命令相继计算, 这些命令构成一条宏命令。

四、CSCAD 软件包的管理命令及其程序设计

1. 管理命令的形式定义

管理命令的形式定义如下

〈管理命令〉 = 〈一般管理命令〉 | 〈先导命令〉

〈先导命令〉 = 〈一般功能先导命令〉 | 〈专用功能先导命令〉

〈一般管理命令〉 = 〈开关命令〉 | 〈简单循环命令〉

〈开关命令〉 = MW

〈简单循环命令〉 = CC

〈一般功能先导命令〉 = 〈系统辨识子包名〉 |

〈单变量系统子包名〉 |

〈多变量系统多项式方法子包名〉 | ...

其中符号 “...” 表示可以有若干子包名。

〈系统辨识子包名〉 = IDENSP

〈单变量系统子包名〉 = SVSSPN

〈多变量系统的多项式方法子包名〉 = MVSPMP

〈专用功能先导命令〉 = 〈生物系统子包名〉 |

〈经济系统子包名〉 | ...

〈生物系统子包名〉 = BIOSSP

...

2. CSCAD 的两种工作模式和开关命令的使用

CSCAD 的工作模式有两种，一种是键盘命令模式（简称键盘模式 Key-Board Mode），一种是程序文件模式（简称文件模式 File Mode）。当 CSCAD 被启动后，通过人机对话由用户决定选择何种工作模式。

3. 简单循环程序设计

一条宏命令执行完毕，可依用户的需要使宏命令重复运行，这种程序称为简单循环程序，简单循环程序设计是由简单循环命令完成的。

当设计一条宏命令时，如果某程序文件中含有一条简单循环命令，那么不管该命令的下面还有多少命令，执行完该命令后，无条件地返回到程序文件的开始执行。这样，就构成了无限循环地执行宏命令的过程。当希望停止执行该宏命令时，发强迫中断。例如在 CROMEMCO 微型机上发 CTRL-C 即可。

当宏命令中不含简单循环命令时，则该宏命令执行完毕紧接着给出提示 F。

这时只须在 F. 后打入简单循环命令 CC，可将该宏命令重复执行一次。

4. 先导命令的使用

每一个子包都有一个名字，它可以表明功能命令属于哪个子包，子包名也是管理命令。在包中使用各子包的功能命令及其子命令时，首先用一个子包名作为命令，表明其后的功能命令是该子包的命令，直至见到下一个子包名为止。子包名起一个先导作用，故也称子包名为先导命令。这样，既可用包中属于不同子包的命令设计宏命令，也可单独使用某一子包的命令构成宏命令。

包中的子包，子包中的命令，命令中的子命令完全依用户的需要而决定取舍。

五、结 束 语

本文提出了一个大型 CSCAD 软件包的总体设计方案, 它有其相应的实现方法。软件包的总体设计程序已完成, 已装入两个子包——系统辨识子包 IDENSP 和生物子包 BIOSSP, 现已投入运行, 说明这个设计是可行的。完成一个大型软件包, 工作量很大, 难度也很高, 但是这个包的结构也可使包的功能及规模的大小随意选择。这样, 就给各种用户的使用提供了方便。

参 考 文 献

- 〔1〕 中国科学院数学研究所、贵州大学、中山大学, 计算机语言浅说, 人民教育出版社 (1976)。
- 〔2〕 Wieslander, J. IDPAC User's Guide, Revision I, April, 1976.
- 〔3〕 王厦生、王治宝、李淑冰、朱耀庭, ICS 语言文本, 全国第一次应用软件学术讨论会, 桂林 (1981.10)。
- 〔4〕 王治宝、卢桂章、王秀峰, 控制系统 CAD 软件包的设计——LANSIP 文本, 中国系统工程学会第三届年会, 武汉 (1983.11)。
- 〔5〕 王治宝、卢桂章、王秀峰, 控制系统 CAD 软件包的设计——LANSIP 的实现, 中国系统工程学会第三届年会, 武汉 (1983.11)。
- 〔6〕 马德尼克, S.E., 多诺万 J.J., 操作系统, 科学出版社 (1983), 17—23。
- 〔7〕 温斯顿, P.H., 霍恩, B.K.P., LISP 程序设计, 清华大学出版社 (1982), 39—50。
- 〔8〕 王厦生、王治宝、卢桂章, ICS 语言和 LANMIP 软件包, 信息与控制, 6 (1982), 67—74。

THE DESIGN OF A SOFTWARE PACKAGE FOR CAD OF CONTROL SYSTEMS

—OVERALL STRUCTURE DESIGN

Wang Zhibao, Lu Guizhang, Wang Xiufeng

(Nankai University, Tianjin)

Abstract

In this paper the overall structure and management commands of a software package are described. The command system and block diagrams are also presented. The functions of this structure and command system are versatile, enabling the user to make his own choice or extensions according to his need in application. The scheme is easy to be implemented on a computer or to be transferred.