

基于 GID 的程序界面设计及应用

姚纬明, 牛志伟, 李同春

(河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:利用有限元前后处理软件 GID 提供的用户自定义功能和 TCL/TK 语言, 在 GID 中进行可视化界面设计, 使有限元计算程序 GEHOMadrid 与前后处理软件 GID 有机地结合起来, 从而避免了为计算程序准备大量数据的烦琐工作, 简化了有限元程序的使用。

关键词:有限元法; GID; 前后处理; 程序界面

中图分类号: TB115; TB311.52

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2003)03-0022-03

随着计算机技术的发展, 有限元法已成为非常强大的数值模拟工具, 广泛应用于各个领域。目前, 比较常用的大型商用有限元程序有 ANSYS, ABAQUS, MARC, ADINA 等, 由于它们是通用有限元程序, 在某些领域的特殊方面(如对于应力场、渗流场、温度场的耦合问题, 土体的高度非线性问题等)还存在一定程度的不足; 而且在进行非线性计算时, 一旦程序在运行过程中不收敛或者出现其它异常错误, 用户就可能束手无策。为此, 国内外很多科研人员都开发了适合各自领域的有限元程序, 但烦琐的前后处理工作又使得程序的使用非常困难。尽管现在已有一些商业软件提供了较为强大的有限元前后处理功能, 但如何让自己的有限元计算程序与前后处理软件有机结合起来一直是个有待解决的问题。

西班牙巴塞罗那数值研究中心开发的有限元前后处理软件 GID 为解决这个问题提供了途径, 但 GID 仅为用户提供了强大的前处理器、后处理器和用户自定义功能, 而中间的计算程序需要用户自己提供(用户可以在其官方网站 <http://gid.cimne.upc.es> 下载此软件)。我们利用 GID 提供的用户自定义功能和脚本语言 TCL/TK 对其进行了二次开发, 定制出新的用户界面, 使得用户在 GID 中可以直接定义几何体、进行网格剖分、指定边界条件和载荷、定义材料参数及其它计算程序所必需的数据, 然后生成一个以 ASCII 码写成的数据文件, 此数据文件可以为编译后的有限元计算程序调用进行计算。有限元计算程序生成的计算结果可以直接为 GID 所用, 进入后处理环境进行结果分析。GID 各模块之间的关系如图 1 所示。

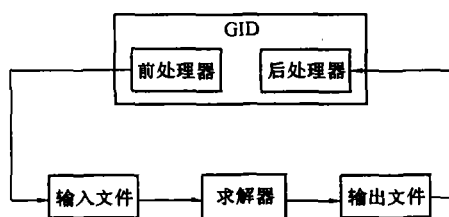


图 1 GID 各模块之间的关系

1 程序界面设计

利用 GID 提供的用户自定义功能, 可以定义不同的问题类型以解决不同的问题。对于每一种问题类型都要建立一个名为 Problem_type_name.gid 的目录 (Problem_type_name 可以为任意其它名称), 该目录要放在 GID 安装目录下的 problemtypes 子目录下。此目录下包含边界条件 (Problem_type_name.cnd)、材料 (Problem_type_name.mat)、控制数据 (Problem_type_name.prb)、单位系统 (Problem_type_name.uni)、计算程序、批处理文件 (Problem_type_name.bat)、扩展 GID 功能的 TCL 文件 (Problem_type_name.tcl) 及生成数据文件的模板文件 (Problem_type_name.bas) 等配置文件, 各文件之间的关系如图 2 所示。本文主要介绍用 TCL 语言扩展 GID 功能的方法, 其它配置文件的配置可参照 GID 联机帮助文件。

TCL/TK 是一种脚本语言, 与 C 语言的风格比较相似, 由于它的小巧, 被广泛应用在各个领域用来定义图形用户界面。ANSYS 中的接触向导就是用它做的。在 GID 中大量的用户窗口都是由这种语言做成的, 所有这些文件都放在 GID 安装目录的 Script 子目

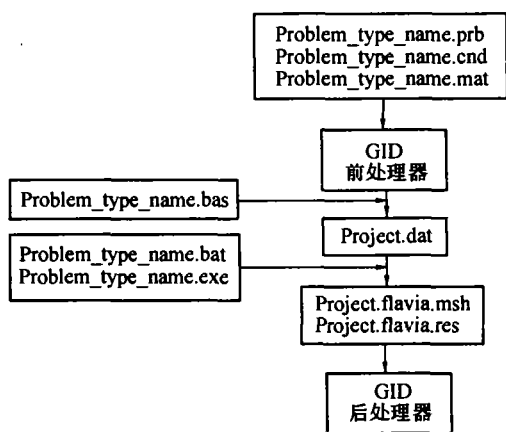


图2 GID 用户定制文件与前后处理模块的关系

录下.参考该目录下的 TCL 文件可以为用户编写自己的 TCL 文件带来方便,因为用户可以直接调用 Script 目录下 TCL 文件里的子程序来达到预定的功能.

在 TCL/TK 语言里,已经内置了大量的程序用来定义各种用户控件,如窗口、下拉列表框、文本输入框、单选按钮、多选按钮、命令按钮等常见的可视化控件,例如:

combobox \$ w.timenum.combo(在窗口上定义一个组合式下拉列表框)

button \$ w.new-text "new"-command "Add"(在窗口上定义一个 new 按钮,执行 Add 命令)

GidHelp \$ w.new "New interval"(在右击上面的 new 按钮时提示帮助信息)

label \$ w.f.label # 2(在窗口上建立一个卷标)

entry \$ w.f.timedat # 2-width 12(在窗口上建一个长度为 12 的文本输入框)

利用 TCL/TK 语言编写的一个定义时间线窗口的例子如图 3 所示.

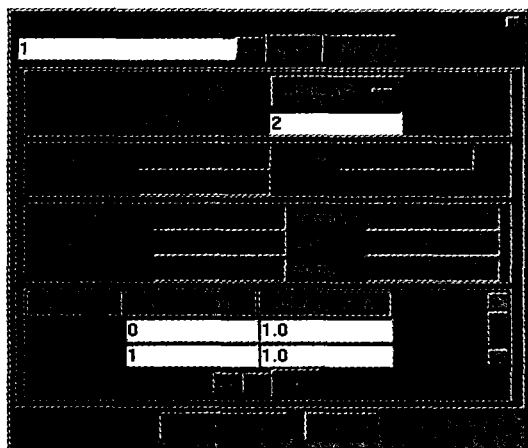


图3 定义时间线窗口

利用 TCL/TK 语言还可以像用 Fortran 语言那样定义数组、用逻辑语句控制程序流向、用循环控制语句处理重复执行的操作、定义子程序等等.

为了在 GID 中调用有限元计算程序,还需要对有限元计算程序进行处理.对计算程序所需要的数据进行归类,如结点坐标、单元信息、约束信息、控制数据、材料信息等,以便在 GID 中用 problem_type_name.bas 输出数据时按不同的数据块输出到数据文件 Project_name.dat.其次,由于在 GID 中调用计算程序实际上是在批处理文件 Problem_type_name.bat 中调用 Problem_type_name.exe 在 DOS 方式下执行的,所以必须在程序执行时给定一个参数,这个参数就是程序所要的数据文件 Project_name(缺省扩展名).为了达到这个目的,必须在 Fortran 程序里做如下处理:

USE DFLIB ! 使用 Visual Fortran 内部模块

CALL GETARG(1,name) ! 使程序在 DOS 模式下以带参数的形式执行,参数传给变量 name

这样计算程序在编译连接后所得到的可执行文件可以直接在 DOS 模式下带参数运行,将其复制到 Problem_type_name.gid 目录下,并在批处理配置文件中添加可执行文件名,这样当在 GID 中调用批处理配置文件时就会执行计算程序.

以西班牙国家公共试验研究中心计算部 Manuel Pastor 教授和河海大学水利水电工程学院李同春教授开发的有限元计算程序 GEHOMadrid 为例,在 GID 中进行二次开发,定制 GEHOMadrid.gid 类型,其中包括以下配置文件:

GEHOMadrid.cnd	定义边界条件窗口(图4)和加载信息窗口
GEHOMadrid.mat	定义材料库窗口(图5)
GEHOMadrid.prb	定义总体控制信息
GEHOMadrid.bas	用于生成.dat数据文件
GEHOMadrid.bat	批处理文件,调用有限元计算程序 GEHOMadrid.exe
GEHOMadrid.sim	定义约束、荷载及材料的显示模式
GEHOMadrid.tcl	定义 GID 中的菜单及控制其它 TCL/TK 文件
Hohai.tcl	用 TCL/TK 编写的功能子程序及图标工具条
Timecurve.tcl	定义时间线窗口(图3)
Group.tcl	定义单元分组窗口
Loadstep.tcl	定义载荷步窗口
Block.tcl	定义运行块窗口
GEHOMadrid.exe	有限元计算程序

利用 TCL/TK 语言及 GID 的一些内部子程序,在 GID 中加入了新的菜单 GEHOMadrid,其中包括了定义数据信息的所有功能.同时,还编写了新的工具条 GEHOMadrid Toolbar,以方便用户快速执行相关的

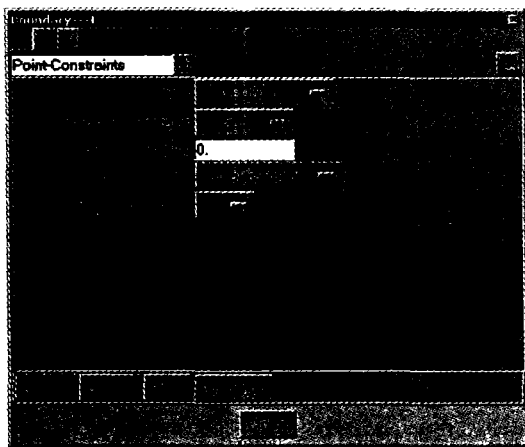


图4 边界条件窗口

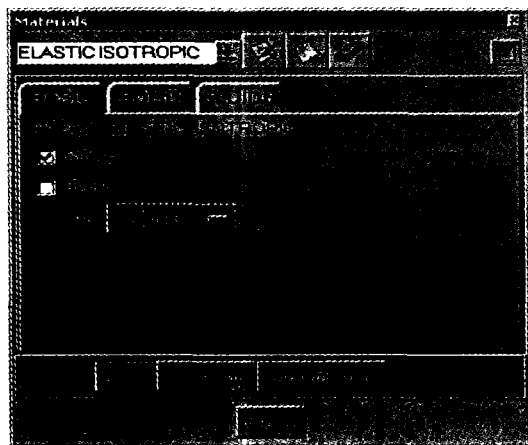


图5 材料库窗口

命令.开发后的 GID 图形界面如图 6 所示.

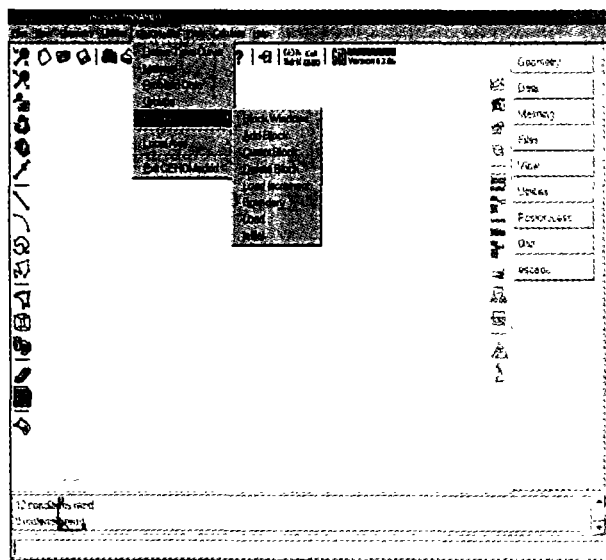


图6 开发后的 GID 图形用户界面

利用 GID 中定制的这些窗口(由于篇幅限制,只给出了定制的几个主要窗口),可直接在 GID 中给几何体或者网格分配材料属性、边界条件、载体信息及其他控制数据信息.完成所有这些前处理工作后,可直接从菜单栏的 Calculate 计算菜单中进行计算.在计

算过程中如果出现错误,程序会自动显示出错代码及出错信息,方便用户根据出错信息来修改用户数据,然后再进行计算;如果没有错误出现,就会生成结果数据文件,然后可直接进入 GID 后处理器进行结果分析.

2 算例

这里给出一个利用开发后的程序界面进行二维边坡开挖有限元弹塑性分析的算例.开挖坡比为 1:2,取开挖范围长 80 m,深 20 m,开挖深度 10 m,每 10 天开挖一层.采用平面 8 结点四边形等参单元,共划分 1 233 个结点,384 个单元.土体本构关系取为 DP 准则,材料参数取文献[1]所提供的参数:土体密度 $\rho = 3\,066.26\text{ kg/m}^3$,弹性模量 $E = 4.0 \times 10^6\text{ Pa}$,泊松比 $\mu = 0.2$,摩擦角 $\varphi = 20^\circ$,粘聚力 $c = 7\text{ kPa}$,渗透系数 $k = 1.0 \times 10^{-9}\text{ m/s}$.边界条件为左右两边加水平向约束,下边界固定.

利用开发后的 GID 程序界面,在约束窗口中对几何体左右边界施加水平向约束,下边界施加固定约束;在材料窗口中分别输入固相和液相的材料参数;在运行块窗口中控制开挖过程;在总体数据控制窗口中选择求解方法、输出控制信息等;在时间线窗口中定义时间线,用来控制荷载和约束的施加过程.所有这些前处理工作在 GID 前处理环境中完成后,点击 Calculate 计算菜单进行计算,待程序运行完成后,进入 GID 后处理环境进行结果分析.用开发后的程序算得的结果与文献[1]的结果完全一致.

算例的分析表明,利用开发后的 GID 程序界面,在 GID 前处理环境中可完成模型指定边界条件,施加荷载,分配材料参数,进行网格剖分等所有前处理工作,并可直接进行分析计算,避免了为计算程序准备大量数据文件的烦琐工作,使有限元计算程序的使用更为方便和高效.

3 结论

通过对 GID 的定制,使得 GID 前后处理器与用户自己编写的有限元计算程序有机结合起来,所有前后处理工作都在 GID 内部完成,而计算工作由用户的计算程序来完成.这样,避免了为计算程序准备大量数据文件的烦琐的工作,有效地提高了程序的适用性.同时,借助于 TCL/TK 语言工具,可以在 GID 中开发出更为强大的功能,使其有效地简化前后处理工作.

参考文献:

- [1] Jose A F. Une a pproche a la modelisation des glissements et des effondrements de terraina: initiation et propagation[D]. Paris:Ecole Centrale Paris,2001.

(收稿日期:2003-03-18 编辑:熊水斌)