

◎ 研发、设计、测试 ◎

采用 journal file 技术在 GAMBIT 中实现面链接的自动化

黄章峰¹, 孙 超²HUANG Zhang-feng¹, SUN Chao²

1. 天津大学 力学系, 天津 300072

2. 天津市翔宇科技贸易学校, 天津 300151

1. Department of Mechanics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

2. Tianjin Xiangyu Science & Technology Trading School, Tianjin 300151, China

E-mail: hzf@tju.edu.cn

HUANG Zhang-feng, SUN Chao. Realization of automated face-mesh linking in GAMBIT based on journal file technique. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(14): 85-87.

Abstract: Face-mesh linking is required for periodic boundary condition and cooper meshing scheme in GAMBIT. In order to reduce the massive manual and repeated labor to create a mesh hard-link in Graphical User Interface (GUI), and for the purpose of the realization of automated face-mesh linking in Text User Interface (TUI), an automated face-mesh linking model is designed by using Top-Down software design method and journal file technique. Face-mesh linking on a forward-curved multi-blade centrifugal fan with 43 blades is tested by using this model in GAMBIT 2.3.16. Results show that the times of mouse click is reduced from 187 to 7 in GUI, indicating that it dramatically increases the design efficiency, and automated face-mesh linking is realized in TUI, confirming that this model is feasible and effective.

Key words: face-mesh linking; automated; Top-Down; GAMBIT; journal file

摘要: 由于周期性边界条件和 cooper 算法划分网格的需要, 在 GAMBIT 中需要做面链接。为了在用户界面(GUI)中减少设计人员做面链接时的大量手工劳动和重复劳动, 为了在文本界面(TUI)中实现面链接自动化, 采用自上而下的软件设计方法和 journal file 技术, 设计了一个面链接自动化的模型。利用该模型对 43 个叶片的前向多翼离心风扇的面链接进行了测试。结果表明, 在用户界面(GUI)中鼠标点击次数从 187 次减少到 7 次, 大大地提高了设计效率; 而在文本界面(TUI)中, 实现了自动化面链接。该测试在 GAMBIT 2.3.16 通过, 测试结果表明该模型可行且有效。

关键词: 面链接; 自动化; 自上而下; GAMBIT; journal file

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2008.14.023 **文章编号:** 1002-8331(2008)14-0085-03 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP311.51

1 前言

商业软件 GAMBIT 是目前被广泛应用的计算流体力学(CFD)的前处理器^[1-4], 其主要功能包括几何建模和网格生成。为了设定周期性边界条件和采用 cooper 算法划分网格, 在 GAMBIT 中需要做面链接^[5]。然而要进行面链接, 在用户界面中需要设计人员的大量手工劳动和重复劳动, 尤其是对于多连域的拓扑结构; 在文本界面中无法自动给出链接的参数, 从而无法自动进行面链接, 进而无法自动生成网格。本文通过对面链接过程做自上而下的分析, 采用 Journal file 技术, 设计了一个面链接自动化的模块, 进而实现网格的自动化生成, 达到减少设计人员的重复劳动和提高设计效率的目的。

2 实现原理

2.1 Journal file 技术简介

Journal file 是指用户操作的日志文件, 它记录了用户操作的全部内容, 包括处理的对象、方法和参数。GAMBIT 可以自动记录日志文件, 用户也可以创建、修改和编辑日志文件, 并通过运行日志文件来再现和重复所有的操作。GAMBIT 扩展了 Journal file 技术, 在日志文件中加入了变量、数组、转折语句、循环语句、函数、宏命令等程序语言。通过这种技术, 可以实现编程化、参数化、自动化地进行几何建模和网格生成^[6,7], 与其它软件进行接口, 还可以进行二次开发^[8]。

2.2 在用户界面中面链接的操作过程

在用户界面中实现面链接, 需要用户通过鼠标将两个面

基金项目: 中国博士后科学基金(the China Postdoctoral Science Foundation under Grant No. 20060400707)。

作者简介: 黄章峰(1977-), 男, 博士, 讲师, 主要研究领域为计算流体力学(CFD)和流动稳定性; 孙超(1978-), 女, 助理讲师, 主要研究领域为计算机应用。

收稿日期: 2007-10-10 **修回日期:** 2008-01-11

手动进行链接,并且要求正确选择面上全部封闭曲线的参考点。具体操作过程为^[9]:(1)指定要链接的第一个面;(2)在第一个面上指定一个或多个参考点,其中在该面上的每一个封闭曲线必须指定且唯一指定一个参考点;(3)指定要被链接的另一个面;(4)在第二个面上指定与第一个面一一对应的参考点;(5)指定生成网格的方向:反向还是同向;(6)指定链接的周期性;(7)点击应用。

2.3 在文本界面中面链接的命令格式

如果已知链接的参数,可以在文本界面中实现面链接,具体命令格式为:

```
Face link $face-A $face-B edges $edges-A-link $edges-B-link vertices $vertices-A-link $vertices-B-link [reverse] [periodic]
```

其中\$为变量的前缀,\$vertices-A-link是\$face-A上的所有参考点,它们一一对应于\$face-A上的全部封闭曲线,\$edges-A-link是\$face-A上以\$vertices-A-link为起点的参考边,关键字reverse和periodic是可选项,决定链接的网格生成方向和周期性。在GAMBIT中无法自动确定链接的参数,从而无法进行自动化面链接。

2.4 GAMBIT 中点、边、面和体的关系

在GAMBIT中,如图1所示,点、边、面和体满足以下法则^[9]:(1)一条封闭曲线由若干条边首尾相连构成,连接处为点。(2)边是有指向的,其指向为从起点指向终点。(3)同一条封闭曲线上的边具有相同的指向,其指向为该封闭曲线的方向。(4)沿着边的指向前进时,封闭曲线所在的面在边的左侧时,该前进方向为封闭曲线的正方向。(5)一个面由一条外封闭曲线和若干条内封闭曲线围合而成。(6)面的正方向为所在体的外法向方向;面的正方向与其外封闭曲线的正方向满足右手法则。

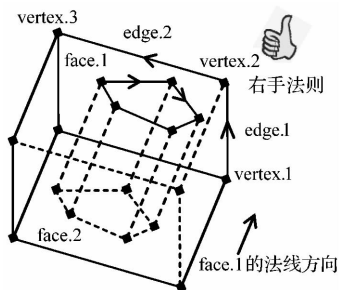


图1 点、边、面和体的关系示意图

根据这些法则,将对两个面的链接过程做自上而下的分解。

3 实现过程

3.1 需求分析

要实现面链接的自动化,就必须分别得到两个面上的所有参考点和相应的参考边。而要得到面上的所有参考点就必须遍历面上所有的封闭曲线,然后在每条封闭曲线上取一个参考点,并求得以该点为起点的参考边。

3.2 自上而下的软件设计

3.2.1 主模块:取得链接参数

要对面\$face-A和\$face-B进行链接,首先要得到两个面上的参考点\$vertices-A-link和\$vertices-B-link,以及相应的参考边\$edges-A-link和\$edges-B-link。与用户界面中操作流程

类似,先遍历其中一个面上的所有封闭曲线,并且在每个封闭曲线上取一个参考点和相应的参考边,然后确定在另一个面上与这些参考点相应的参考点和参考边。流程图如图2所示。

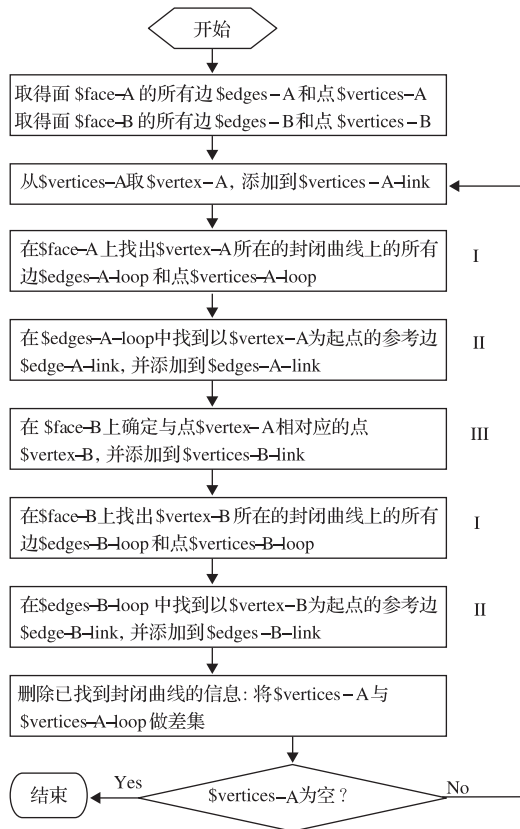


图2 主模块的流程图

从流程图2中不难看出,有三个子任务:(1)如何查找封闭曲线;(2)如何取得参考边;(3)如何取得两个面的对应点。

3.2.2 子模块1:查找封闭曲线

本模块实现在面\$face的边\$edges上找出点\$vertex所在的封闭曲线上的所有边\$edges-loop和点\$vertices-loop。依据前面提到的第一条法则,可以通过其中一个点,采用顺藤摸瓜的方法来遍历该封闭曲线上的所有边\$edges-loop和点\$vertices-loop。流程图如图3所示。

3.2.3 子模块2:取得参考边

本模块实现在面\$face上从\$edges-loop中找到以\$vertex为起点的参考边\$edge-link。根据前面的法则可以推出,封闭曲线的方向由其所在面确定,而边的指向由其所在的封闭曲线确定。可以先假设点\$vertex为某一条边\$edge的起点,并根据该边的指向确定该边所在封闭曲线的方向,然后根据该封闭曲线的方向与\$face的方向是否满足右手法则来判断假设是否成立,进而确定哪条是已\$vertex为起点的参考边\$edge-link。流程图如图4所示。

3.2.4 子模块3:取得对应点

本模块实现在\$face-B上确定与点\$vertex-A相对应的点\$vertex-B。一般而言,面\$face-A和面\$face-B属于同一个体,点\$vertex-A会通过一条边与面\$face-B相连,此时根据这条边,可以采用顺藤摸瓜的方法找到另一个对应的点\$vertex-B。如果点\$vertex-A没有与面\$face-B相连,考虑到两个面一般是平行的,可取面\$face-B上距离点\$vertex-A最近的点

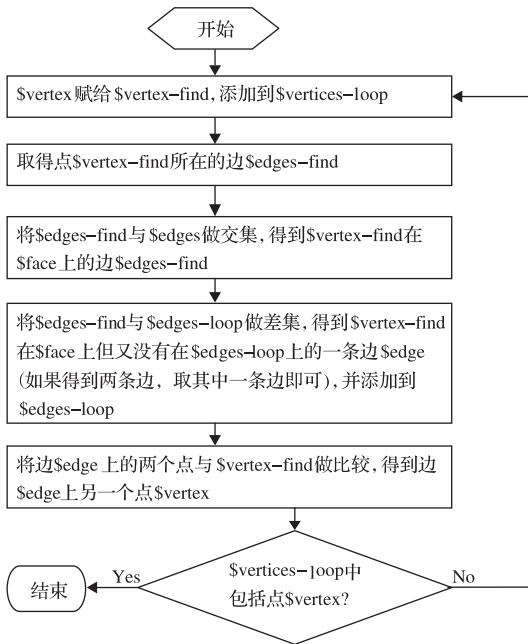


图3 子模块 1 的流程图

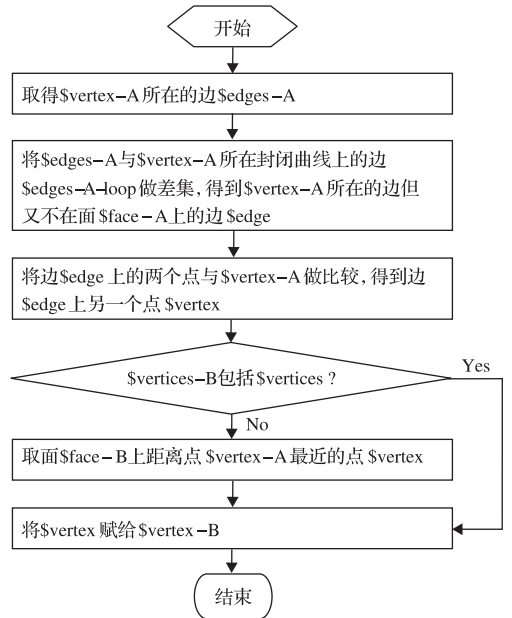


图5 子模块 3 的流程图

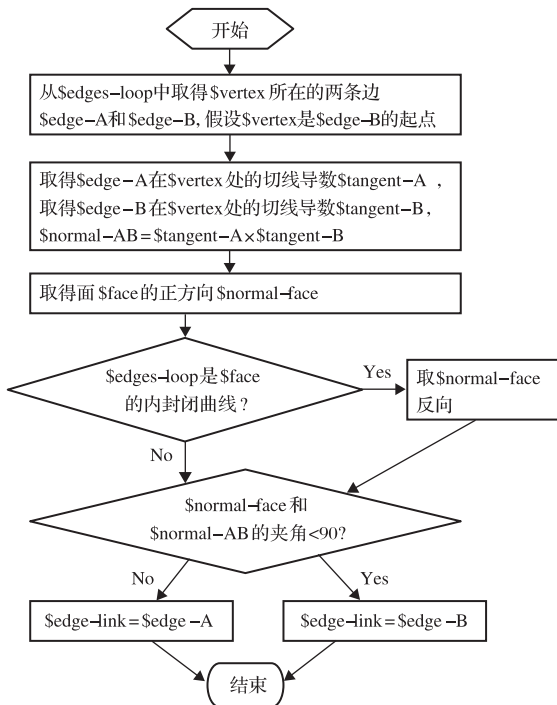


图4 子模块 2 的流程图

作为点 \$vertex-B。流程图如图 5 所示。

3.3 编码实现

按照 Journal file 的语法, 利用 GAMBIT 提供的一些函数, 如 \$edges = listentity(t_ed, t_ve, \$vertex) 来取得点 \$vertex 所在的边 \$edges, 将上述 4 个模块编程为 4 个宏。例如主模块的宏代码为:

```

macro start "linktwofaces"
    /主模块的内容
macro end
    
```

为了使该模块能在用户界面中使用, 还需将该模块编写成插件。

4 模块应用

有一叶片数量为 43 的前向多翼离心风扇, 如图 6 所示, 为了采用 cooper 算法对其划分体网格, 需要对两个源面做链接。其中每个源面由 1 个外圆、1 个内圆和 43 个叶片轮廓共 45 个封闭曲线围合而成。

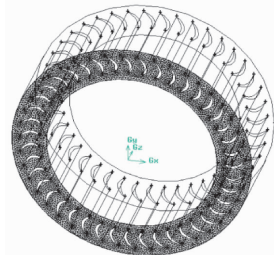


图6 43 个叶片的前向多翼离心风扇

表 1 给出了采用模块前后在用户界面中和在文本界面中的操作情况。如果不采用该模块, 在用户界面中, 需要通过鼠标的 Shift-left-click 和 Shift-right-click 来选择源面和参考点, 整个链接过程鼠标的点击次数高达 187 次, 其中选择面 4 次, 选择参考点 180 次, 选择网格方向 1 次, 选择周期性 1 次, 应用按钮 1 次。在文本界面中因为无法自动提供链接的参数。如果采用该模块, 在用户界面中仅需要选择两个源面, 整个链接过程鼠标的点击次数减少到 7 次, 减少了 180 次, 大大地减少了设计人员的手工劳动。在文本界面中, 只需添加一行命令行:

```
macrorun name "linktwofaces"
```

执行后就可以得到链接的参数, 实现自动化面链接。

表 1 采用模块前后的情况对比

项目	用户界面中 (鼠标点击次数)	文本界面中 (自动化)
采用模块前	187	不行
采用模块后	7	行