

结构设计

轮胎三维空间网格的 计算机生成方法

唐 萌 杨光大

[上海轮胎橡胶(集团)公司乘用车胎厂 201111]

摘要 介绍了一种以 Auto CAD, 3D studio 为工具, 以 C++ 语言编程计算的轮胎三维空间网格的生成方法。所生成的空间网格能较好地描述轮胎表面的空间几何特征。该网格数据以 Auto CAD 定义的 DXF 文件格式给出, 可供很多著名的 CAD 软件使用。

关键词 空间网格, 轮胎, CAD

轮胎设计人员希望在产品阶段看到轮胎的三维真实情况。我们曾经使用过制作轮胎石膏模型的方法解决这一问题。设计的修改不断地反映到石膏模型上, 反复修改, 最终定型, 这一过程由手工完成, 十分烦琐。由于近年来计算机技术的发展, 这一工作终于可以用计算机的运算模拟来取代了。

在计算机中模拟轮胎的三维真实情况, 实质上就是要建立轮胎的三维几何模型, 即生成一个轮胎的三维空间网格。轮胎三维空间网格生成以后有两个好处: 一是轮胎设计人员可以很方便地进行多角度观察, 可以看到轮胎在不同环境下的效果图; 二是生成的三维空间网格可供其它著名的 CAD 系统进行有限元分析。本文介绍了一种以 Auto CAD, 3D studio 为工具, 以 C++ 语言编程计算的轮胎三维空间网格的生成方法。该方

法已应用到轮胎的新产品开发工作中去, 绘出了大量的轮胎效果图。所使用的微机是 486DX33 机型, 4M 内存。

1 基本思路

轮胎花纹设计草图和轮胎断面轮廓图可以较容易地绘制。从理论上说, 这两个图形绘制好后, 就可以利用计算机进行大量的计算, 自动形成轮胎三维图。即

二维+轮廓→三维

我们正是基于这样的思路, 开发了一个计算程序, 完成二维到三维的计算工作。在操作方面, 为了使人的干预活动减至最小, 尽可能多地把任务交给计算机完成, 对原始数据进行了精心组织。以两个基本图形(轮胎花纹设计草图和轮胎轮廓图)作为原始数据, 把一些可调的参数(如沟槽位置、沟槽两壁倾角

等)则放在文本文件中,便于修改.计算时,所有数据读入内存中,这样计算的速度是很快的。

Auto CAD, 3D studio 是美国 Autodesk 公司的两个非常成功的软件产品。特别是 Auto CAD,已成为目前微机上最流行的 CAD 软件。该软件的新近版本有了三维模型的处理功能,并且从趋势上看,这一功能是不不断加强的。因此,有必要充分利用这两个工具为轮胎 CAD 服务。Auto CAD 中定义的 DXF 图形文件格式是 Auto CAD 与其它图形系统连接的桥梁,该格式文件已为很多图形系统所接受,3D studio 也接受该格式文件。因此,我们采用 DXF 文件作为 Auto CAD 与外部计算程序的接口。

Auto CAD 本身的计算功能是很弱的。

因此,大量的计算乃至图形的自动生成必须放在外部程序中完成。C++是目前流行的编程语言,具有很强的功能和很大的优越性,适合于复杂庞大的程序开发工程。我们使用 C++语言,采用面向对象的编程技术,编写了这一外部处理程序。

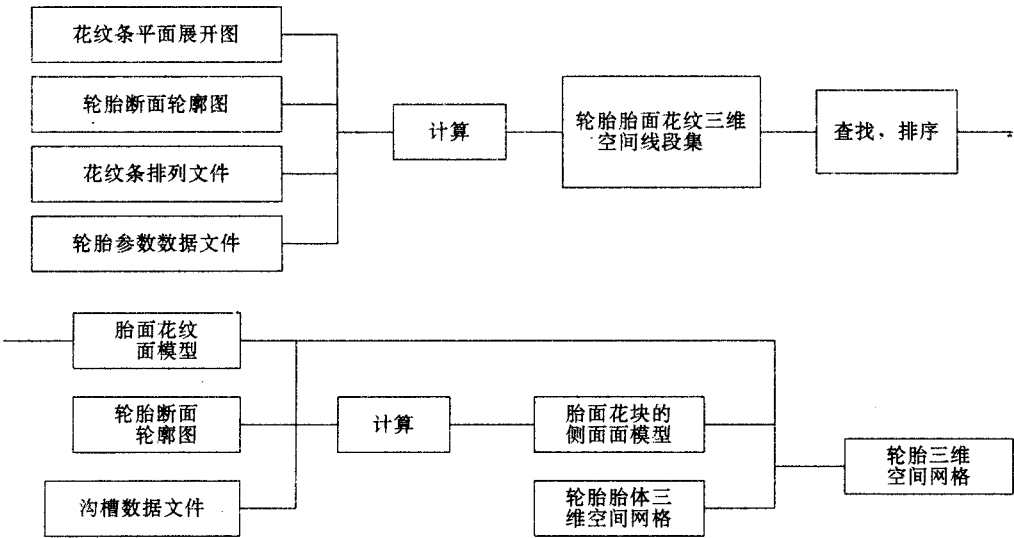
整个轮胎三维空间网格的生成的基本思路如下。

数据准备阶段:工具为 Auto CAD 和文本编辑器。

第一计算阶段:工具为 C++编写之软件 3DH。

第二计算阶段:工具为 Auto CAD 文本编辑器和 C++编写之软件 3DH。

组装:工具为 Auto CAD。



2 算法简介

在轮胎三维空间网格的生成中,难点是花纹及沟槽三维空间网格的生成.因此,以下所介绍的算法都是针对这一问题的。

2.1 花纹条平面展开图的预处理

表示一个三维空间物体时,采用网格模型是一个较好的方法.为此,对于花纹条平面

展开图中的直线予以保留,对于曲线则用一系列的线段来模拟,这一计算由程序自动来完成.最后生成新的经过处理的花纹条平面展开图,存盘,为下一步计算提供数据。

2.2 胎面花纹三维空间坐标计算

利用花纹条平面展开图和轮胎轮廓图,可计算出胎面花纹三维坐标.根据变节距花纹的特点,按各节花纹在轮胎上一周的排列,

程序可自动完成轮胎胎面花纹的整周计算。如果是对称的花纹,则可以自动进行对称坐标变换。

2.3 胎面花纹面模型的生成算法

上一步计算的结果仅仅是一个庞大的三维空间线段集,线段之间没有任何联系,不包含面、体等信息。这样的数据进入 Auto CAD 中无法进行消除隐藏线、着色等操作,3D studio 也无法从中提取“物体”(object)。因此,有必要把这一线段集转化为“面模型”,使得 Auto CAD 能够进行处理。该软件中独创了一种查找算法,该算法是一种经过改进的顺序查找算法,具有很高效率,可以把花纹中相关的线段联系起来,形成 polyline 图元,这样就有了面的信息。

该算法有以下新改进:①根据胎面花纹三维空间线段集产生的特点,采用“分段式”查找;②在内存中建立盘上文件中记录的索引,已找到的记录不再重复参与查找。

经过一些优化工作,可以把计算工作中最为耗时的这一阶段工作控制在 5min 以内。

2.4 胎面花纹块的侧面面模型的生成算法

胎面花纹面模型生成后,就可以生成轮胎的沟槽。直接生成轮胎沟槽的空间网格比较困难。我们采用下面的方法生成轮胎的沟槽:即生成胎面花纹块的侧面面模型,沟槽就间接地产生了。根据上一步计算的结果,以 Polyline 为单位,再利用沟槽的数据文件,由程序自动计算出花纹块的侧面空间网格,存成 DXF 文件。

2.5 数据文件的读写

这里主要指 DXF 文件的读写。有很多资料都讨论过 DXF 文件的读写,不再赘述。值得一提的是,DXF 文件格式并不适合于作为程序可处理的数据结构。为此,我们重新定义了一些新的数据结构,把 DXF 文件中的数据按新的数据结构读入到内存中,这样计算的速度就大大提高了。

所有的算法都用 C++ 语言写成,并为每一步计算定义了一些类,如 DXF 文件读写类、三维坐标计算类、内存数据操作类等。通过函数重载,把程序写得更简洁。利用 C++ 强大的图形功能,对每一步计算结果都进行直观的三维图形显示,以便操作者及时检查计算结果。

3 轮胎三维网格的生成过程

轮胎三维网格的生成是按如下步骤进行的:

- (1)数据准备;
- (2)计算得到胎面花纹三维空间线段集;
- (3)生成胎面花纹面模型,存成 DXF 文件;
- (4)生成胎面花纹块的侧面面模型,存成 DXF 文件;
- (5)进入 Auto CAD,生成胎体空间网格,读入第 3 和 4 步产生的 DXF 文件;
- (6)组装后的图形存盘,结束。

4 结语

图 1 是采用本文介绍的方法生成的轮胎三维空间网格。

轮胎三维空间网格生成后,可以利用 DXF 文件这一外部连接桥梁,进入 3D studio 系统进行各种富有创意的处理,制作各种美观、漂亮的轮胎高分辨率的彩色图片(见图 2)。还可以制作轮胎三维动画,在“虚拟现实空间”中观看轮胎的动态情况。轮胎三维空间网格在 Auto CAD 中也可以方便地进行多种效果的演示(hide, shade, render),轮胎设计人员因此有了一个 CAD 的“好帮手”。在实际使用中,该软件的功能达到了操作简便、计算速度快的初衷。我们可以展望,轮胎表面三维数据的完整获得,可以为轮胎模具 CAM 的研究与实现提供极大的便利。

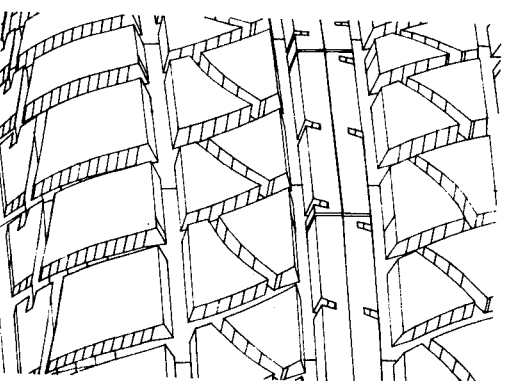
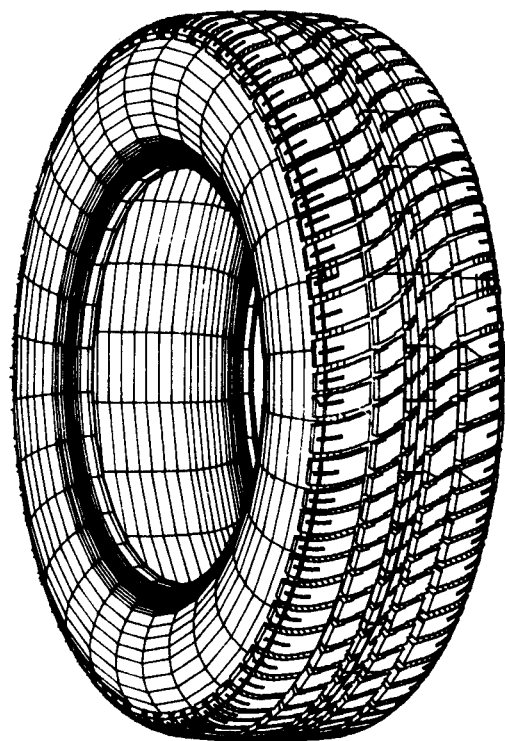


图 1 采用本文方法生成的轮胎三维空间网格

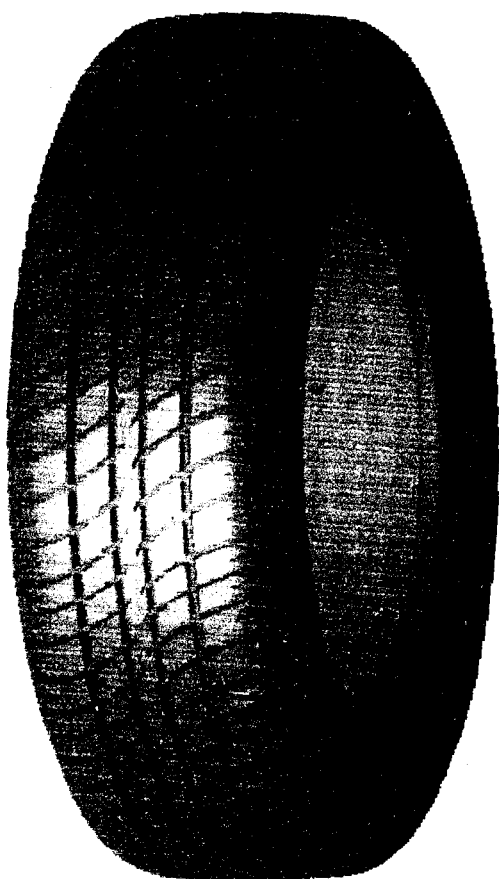


图 2 计算机制作的轮胎高分辨率彩色图片

参考文献

- 1 方旭,张克强,曲文路编. Borland C++3.1 实用大全. 北京:北京航空航天大学出版社,1994:8
- 2 李振格等编. Auto CAD 11.0 计算机绘图软件包用户参考手册. 北京:海洋出版社,1991:5

收稿日期 1996-03-25

启 事

根据上级指示,3000 字以上重点论文需加作者介绍,故恳请向本刊投稿的作者来稿时附本人简介。简介内容包括作者姓名、性别、年龄、所在单位、职务、职称、学历、专业、主要技术成果、已发表论文和刊登杂志,字数一般限 200 字以内。

《橡胶工业》《轮胎工业》编辑部