

B1. 目标文件 (.obj)

对象文件定义 Wavefront 高级可视化工具中对象的几何形状和其他属性。对象文件还可用于在高级可视化工具和其他应用程序之间来回传输几何数据。

目标文件可以是 ASCII 格式 (.obj) 或二进制格式 (.mod)。本附录介绍了目标文件的 ASCII 格式。这些文件的扩展名必须是 .obj。

在此版本中，.obj 文件格式支持多边形对象和自由形状对象。多边形几何体使用点、线和面来定义对象，而自由形状几何体则使用曲线和表面。

关于本节

关于本节

.obj 附录适用于那些想要使用 .obj 格式将几何数据从其他软件应用程序转换到 Wavefront 产品的用户。它还为您提供有关 Wavefront .obj 文件格式的 Advanced Visualizer 用户提供的信息。

如果您是 2.11 用户,并且想要了解 3.0 版本的意义以及它如何影响您现有的文件,那么您可能对附录末尾的“被取代的声明”一节特别感兴趣。“面片和自由曲面”一节给出了 2.11 面片在 3.0 中的样子的示例。

本节的组织方式本附录的大部分内容描述了 .obj 文件的不同部分以及这些部分在文件中的排列方式。附录末尾的三个部分提供了 .obj 格式 3.0 版的背景信息。

.obj 附录包括以下部分：

- 文件结构
- 一般性声明
- 顶点数据
- 指定自由曲线/曲面 · 自由曲线/曲面属性
- 元素
- 自由形式曲线/曲面主体语句 · 自由形式曲面之间的连通性 · 分组 · 显示/渲染属性 · 注释
- 自由曲线/曲面的数学
- 被取代的陈述 · 面片和自由曲面

.obj 文件格式的曲线和曲面扩展是与德国柏林的 mental images GmbH&Co.KG 联合开发的,作为将自由曲面纳入 Wavefront 的 Advanced Visualizer 的联合开发项目的一部分。

文件结构

.obj 文件中可能包含以下类型的数据。在此列表中,关键字 (括号中)跟在数据类型后面。

顶点数据

· 几何顶点(v) · 纹理顶点
(vt) · 顶点法线(vn) · 参
数空间顶点(vp)

自由曲线/曲面属性

· 曲线或曲面类型的有理或非有理形式:基矩阵、贝塞尔、B 样条、基数、泰勒
(cstype) · 度(deg) · 基矩阵(bmat) · 步长(step)

元素

· 点(p) ·
线(l) · 面
(f) · 曲线
(curv) · 2D 曲
线(curv2) · 表面(surf)

自由曲线/曲面体陈述

· 参数值(parm) · 外部修剪循环
(trim) · 内部修剪循环(hole) · 特殊
曲线(scrv) · 特殊点(sp) · 结束语
句(end)

自由曲面之间的连通性

· 连接(con)

文件结构

分组

- 组名称(g) · 平滑
- 组(s) · 合并组(mg) · 对
- 象名称(o)

显示/渲染属性

- 斜面插值(bevel) · 颜色插值
- (c_interp) · 溶解插值(d_interp) ·
- 细节层次(lod) · 材质名称(usemtl) · 材
- 质库(mtl) · 阴影投射
- (shadow_obj)光线追踪
- (trace_obj)
-
- 曲线近似技术(ctech) · 表面近似技术(stech)

下图显示了这些部分在典型的 .obj 文件中如何组合在一起。

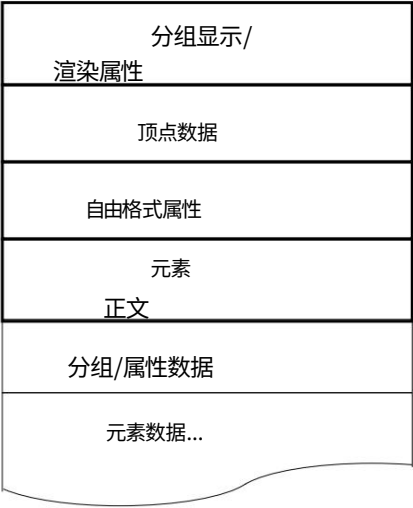


图 B1-1.典型的 .obj 文件结构

一般性声明

调用文件名.ext arg1 arg2...

读取此位置处指定的 .obj 或 .mod 文件的内容。

可以使用文本编辑器将调用语句插入.obj 文件中。

filename.ext是要读取的 .obj 或 .mod 文件的名称。文件名中必须包含扩展名。

arg1 arg2... 指定传递给被调用文件的一系列可选整数参数。可以进行的嵌套调用次数没有限制。

传递给被调用文件的参数的替换方式与 UNIX 脚本相同;例如,被调用文件中的\$1被替换为arg1,被调用文件中的\$2被替换为arg2,依此类推

在。

如果调用文件中需要帧号来替换变量,则必须使用“\$1”作为调用语句中的第一个参数。例如:

调用文件名.obj \$1

然后被调用文件中的语句,

scmp 文件名.pv \$1

将按预期工作。有关 scmp 语句的更多信息,请参阅附录 C “变量替换”。

做同样事情的另一种方法是:

scmp 文件名.pv \$1 调用 文件名.obj

使用此方法, scmp语句为所有后续调用的 .obj 或 .mod 文件提供 .pv 文件。

csh 命令 csh -命令

执行请求的 UNIX 命令。如果 UNIX 命令返回错误,解析器会在解析过程中标记错误。

如果 UNIX 命令前面有破折号 (-),则会忽略错误。

命令是 UNIX 命令。

顶点数据

顶点数据

顶点数据提供以下坐标：

- 几何顶点
- 纹理顶点
- 顶点法线

对于自由形状的物体,顶点数据还提供：

- 参数空间顶点

顶点数据由四个顶点列表表示;每种类型一个
顶点坐标。右手坐标系用于指定
坐标位置。

以下示例是 .obj 文件的一部分,其中包含四个
顶点信息的类型。

```
在 -5.000000 5.000000 0.000000
在 -5.000000 -5.000000 0.000000
v      5.000000 -5.000000 0.000000
v      5.000000 5.000000 0.000000
VT-5.000000 5.000000 0.000000
VT-5.000000-5.000000 0.000000
VT 5.000000 -5.000000 0.000000
VT 5.000000 5.000000 0.000000

越南      0.000000 0.000000 1.000000
越南      0.000000 0.000000 1.000000
越南      0.000000 0.000000 1.000000
越南      0.000000 0.000000 1.000000

副总裁    0.210000 3.590000
副总裁    0.000000 0.000000
副总裁    1.000000 0.000000
副总裁    0.500000 0.500000
```

当顶点被加载到高级可视化工具中时,它们
从 1 开始按顺序编号。这些参考编号是
用于元素语句中。

顶点数据

语法以下语

法语句按复杂程度顺序列出。

vxyz w 多边形

和自由形式几何语句。
指定几何顶点及其 xyz 坐标。有理曲线和曲面需要第四个齐次坐标,也称为权重。xyz是顶点的 x、y 和 z 坐标。这些是定义顶点在三维中的位置的浮点数。

w是有理曲线和曲面所需的权重。非有理曲线和曲面不需要该权重。如果您未指定w 的值, 则默认值为 1.0。

注意:建议使用正权重值。使用零或负值可能会导致曲线或曲面上出现未定义的点。

vp u vw 自由

形式几何语句。
指定曲线或曲面的参数空间中的一点。
用途决定了需要多少个坐标。
曲线的特殊点需要曲线参数空间中的 1D 控制点 (仅 u) 。曲面的特殊点需要曲面参数空间中的 2D 点 (u 和 v) 。非有理修剪曲线的控制点需要 u 和 v 坐标。有理修剪曲线的控制点需要 u、v 和 w (权重)坐标。u是曲线参数空间中的点或曲面参数空间中的第一个坐标。v是曲面参数空间中的第二个坐标。w是有理修剪曲线所需的权重。如果没有指定 w 的值,则默认为 1.0。

注意:有关参数顶点的更多信息,请参阅curv2和sp语句

顶点数据

vn ijk多

边和自由形式几何语句。
指定具有分量 i,j 和 k 的法向向量。

顶点法线影响几何体的平滑着色和渲染。对于多边形,顶点法线用于代替实际面法线。
对于曲面,顶点法线会在整个曲面上进行插值,并替换实际的解析曲面法线。

当顶点法线存在时,它们会取代平滑组。ijk是顶点法线的 i,j 和 k 坐标。它们是浮点数。

貳

多边形和自由形式几何的顶点陈述。
指定纹理顶点及其坐标。1D 纹理仅需要u纹理坐标,2D 纹理需要u和v纹理坐标,3D
纹理需要所有三个坐标。

u是纹理水平方向的值。

v是可选参数。v是纹理垂直方向的值。
默认值为 0。

w是可选参数。w是纹理深度的值。默
认为 0。

指定自由曲线/曲面

指定自由形式曲线或曲面元素涉及三个步骤。

- 指定曲线或曲面的类型（基础矩阵、贝塞尔、使用自由形式曲线/曲面属性的函数（例如，B 样条、基数或泰勒）可以实现多种形状。
- 用元素语句描述曲线或曲面。
- 使用自由形式的曲线/曲面主体语句提供附加信息

本附录的接下来三节提供了每个步骤的详细信息。

曲线和曲面的数据要求所有曲线和曲面都需要一组特定的数据。这些数据包括以下内容：

自由曲线/曲面属性

- 所有曲线和曲面都需要类型数据，由cstype语句提供。
- 所有曲线和曲面都需要度数数据，由deg语句提供。
- 基矩阵曲线或曲面需要bmat语句。
- 基矩阵曲线或曲面还需要步长，

这是通过步骤语句给出的。

元素

- 所有曲线和曲面都需要控制点，这些控制点在curv、curv2或surf语句中引用。
- 3D 曲线和曲面需要参数范围，这些参数范围分别在curv和surf语句中给出。

自由曲线/曲面体陈述

- 所有曲线和曲面都需要一组全局参数或一个节点向量，它们均由参数给出陈述。
- 所有曲线和曲面主体语句都需要明确的结束语句。

指定自由曲线/曲面

错误检查

上述数据集在开始读取 .obj 文件时,一开始是空的,没有默认值。在读取文件的过程中,会遇到语句,积累信息,并且可能会报告一些错误。

当遇到结束语句时,将执行以下涉及各个语句之间的一致性的错误检查:

- 所有必需信息均已提供。
- 控制点数、参数值 (节点)数和度数与曲线或曲面类型一致。如果类型为bmatrix,则步长也一致。

(有关更多信息,请参阅附录 B1 末尾的“自由曲线/曲面的数学”部分中的参数向量方程。) · 如果类型为bmatrix且度为n,则基矩阵的大小为 $(n + 1) \times (n + 1)$ 。

请注意,状态设置语句给出的任何信息在从一个曲线或曲面到下一个曲线或曲面之间都有效。曲线或曲面体内给出的信息仅对其所给出的曲线或曲面有效。

自由曲线/曲面属性

.obj 文件格式有五种自由形式几何体：

- 贝塞尔曲线
- 基础矩阵
- B 样条
- 基数
- 泰勒

这些类型只能应用于曲线和曲面。这五种类型中的每一种都可以是有理的或非有理的。

除了指定类型之外,还必须定义曲线或曲面的阶数。对于基矩阵曲线和曲面元素,还必须指定基矩阵和步长。

所有自由曲线和曲面属性语句都是状态设置的。
这意味着一旦设置了属性语句,它就会应用于所有后续元素,直到被重置为不同的值。

语法以下语

法语句按使用顺序列出。

cstype鼠型自由形式几

何语句。
指定曲线或曲面的类型并指明有理或非有理形式。

rat是可选参数.rat指定曲线或曲面类
型的有理形式。如果不包含rat,则曲线或曲面为非有理类型指定曲线或曲面类型。允许的类型为：

bmatrix基矩阵
贝塞尔 贝塞尔
样条线 B 样条基数
基数
泰勒 泰勒

没有默认值。必须提供一个值。

自由曲线/曲面属性

deg degu degv 自由形

式几何语句。

设置曲线和曲面的多项式次数。deg是 u 方向的次数。它对于曲线和曲面都是必需的。

degv是 v 方向的角度。只有表面才需要它。

对于贝塞尔、B 样条、泰勒和基矩阵,没有默认值;必须提供一个值。对于基数,度数始终为 3。如果为基数提供了其他值,则会被忽略。

bmat u 矩阵 bmat

v 矩阵

自由形式几何陈述。

设置用于基矩阵曲线和曲面的基矩阵。

必须在单独的bmat语句中指定 u 和 v 值。

注意: deg语句必须在bmat语句之前给出,并且矩阵的大小必须适合度。

u指定基矩阵应用于 u 方向。v指定基矩阵应用于 v 方向。matrix列出基矩阵的内容,其中列下标变化最快。如果 n是给定 u 或 v 方向的度数,则矩阵(i,j)的大小应为(n + 1) x (n + 1)。

没有默认值。必须提供一个值。

注意:矩阵的排列与其他参考文献中常见的排列不同。有关详细信息,请参阅本节末尾的示例以及“自由曲线和曲面的数学”一节。

步骤 stepu stepv 自由形

式几何语句。

设置使用基矩阵的曲线和曲面的步长。stepu是u方向的步长。对于使用基矩阵的曲线和曲面,它都是必需的。

stepv是v方向的步长。只有使用基础矩阵的表面才需要它。没有默认值。必须提供一个值。

自由曲线/曲面属性

当对曲线或曲面进行求值时，
一个片段或补丁到下一个片段或补丁发生时，控制点集
使用的步长按步长递增。适当的步长
取决于表示类型，通过以下方式表达
基础矩阵，以及程度。

也就是说，假设我们给定一条具有 k 个控制点的曲线：

$$\{v_1, \dots, v_k\}$$

如果曲线的次数为 n ，则需要 $n + 1$ 个控制点
每个多项式段。如果步长为 s ，则第 i 个
多项式段，其中 $i = 0$ 是第一段，将使用
控制点：

$$\{v_{is+1}, \dots, v_{(i+1)s}\}$$

例如，对于贝塞尔曲线， $s = n$ 。

对于表面，上述描述分别适用于每个
参数方向。

当你创建使用基础矩阵类型的文件时，一定要
指定适合当前曲线或曲面的步长
表示。

自由曲线/曲面属性

示例

1. 用基础矩阵制作的三次贝塞尔曲面

要创建三次贝塞尔曲面：

```
cstype bmatrix
你 3 3
步骤 3 3
bmatu 1 -3 3 -1 \
      0 3 -6 3 \
      0   0 3 -3 \
      0   0 0   1
bmatv 1 -3 3 -1 \
      0 3 -6 3 \
      0   0 3 -3 \
      0   0 0   1
```

2. 用基础矩阵制作的 Hermite 曲线

要创建 Hermite 曲线：

```
cstype bmatrix
你3
第 2 步
bmat u 1      0 -3 2 0      0 3 -2 \
      0   1 -2 1      0   0 -1 1
```

3. u 方向为贝塞尔曲线,v 方向为 B 样条曲线；
用基础矩阵制作

要创建具有 U 方向三次贝塞尔曲线的曲面,以及三次
v 方向的均匀 B 样条：

```
cstype bmatrix
你 3 3
步骤 3 1
bmatu 1 -3 3 -1 \
      0 3 -6 3 \
      0   0 3 -3 \
      0   0 0   1
骨髓基质 v 0.16666 -0.50000 0.50000 -0.16666 \
      0.66666 0.00000 -1.00000 0.50000 \
      0.16666 0.50000 0.50000 -0.50000 \
      0.00000 0.00000 0.00000 0.16666
```

元素

对于多边形几何, .obj 文件中可用的元素类型是:

- 点 · 线

- 面孔

对于自由形式几何, .obj 文件中可用的元素类型有:

- 曲线

- 表面上的 2D 曲线

- 表面

所有元素都可以在文件中自由混合。

引用顶点数据对于所有元素,使用参考编号来识

别几何顶点、纹理顶点、顶点法线和参数空间顶点。

每种类型的顶点都单独编号,从 1 开始。

这意味着文件中的第一个几何顶点是 1,第二个是 2,依此类推。文件中的第一个纹理顶点是 1,第二个是 2,依此类推。整个文件按顺序继续编号。文件通常有多个顶点数据列表。即使顶点数据被其他数据分隔开,此编号顺序仍会继续。

除了从文件中第一个列表的顶部向下计数顶点之外,您还可以从文件中元素的位置向上计数列表中的顶点。当您从元素向上计数列表时,引用数为负数。引用数 -1 表示元素正上方的顶点。引用数 -2 表示上方有两个引用,依此类推。

元素

引用顶点组某些元素（例如面和曲面）可能具有引用顶点数据

的三元组数字。这些数字是几何顶点、纹理顶点和顶点法线的参考数字。

每个三元组数字指定一个几何顶点、纹理顶点和顶点法线。参考数字必须按顺序排列，并且必须用斜线 (/) 分隔。

- 第一个参考编号是几何顶点。
- 第二个参考编号是纹理顶点。它遵循

第一个斜线。

- 第三个参考数字是顶点法线。它遵循

第二个斜线。

数字和斜线之间没有空格。一行上可能有多个系列的几何顶点/纹理顶点/顶点法线数字。

以下是四面体面元素示例文件的一部分：

1/1/1 2/2/2 3/3/3 4/4/4

使用 v、vt 和 vn 来表示几何顶点、纹理顶点和顶点法线，语句如下：

f v/vt/vn v/vt/vn v/vt/vn v/vt/vn

如果面元素只有顶点和顶点法线（没有纹理顶点），则应输入两个斜线 (/)。例如，若要仅指定顶点和顶点法线参考编号，则应输入：

1//1 2//2 3//3 4//4

使用一系列三元组时，引用顶点数据的方式必须一致。例如，只为某些顶点提供顶点法线，而不是为所有顶点提供顶点法线，这是违法的。

以下是非法语句的示例。

1/1/1 2/2/2 3//3 4//4

元素

语法以下语
法语句按几何复杂程度的顺序列出。

p v1 v2 v3 。
多边形几何陈述。
指定一个点元素及其顶点。您可以使用此语句指定多个点。虽然点不能被着色或渲染,但它们可供其他 Advanced Visualizer 程序使用。v是点元素的顶点参考编号。每个点元素需要一个顶点。正值表示绝对顶点数。负值表示相对顶点数。

v1 /vt1 v2/vt2 v3/vt3 。
多边形几何陈述。
指定一条线及其顶点参考编号。您可以选择包含纹理顶点参考编号。

尽管线条无法被着色或渲染,但它们可以被其他 Advanced Visualizer 程序使用。

顶点和纹理顶点的参考编号必须用斜线 (/) 分隔。数字和斜线之间没有空格。

v是线上顶点的参考编号。至少需要两个顶点编号。最大数量没有限制。

正值表示绝对顶点数。负值表示相对顶点数。

vt是一个可选参数。vt是线元素中纹理顶点的参考编号。
它必须始终跟在第一个斜杠后面。f v1 /vt1/
vn1 v2/vt2/vn2 v3/vt3/vn3 。

多边形几何陈述。
指定面元素及其顶点参考编号。您可以选择包含纹理顶点和顶点法线参考编号。

顶点、纹理顶点和顶点法线的参考编号必须用斜线 (/) 分隔。数字和斜线之间没有空格。

v是面元素中顶点的参考编号。至少需要三个顶点。

元素

vt是可选参数。vt是面元素中纹理顶点的参考编号。

它总是跟在第一个斜杠后面。vn是一个可选参数。vn是面元素中顶点法线的参考编号。

它必须始终跟在第二个斜线后面。

面元素使用面法线来指示其方向。如果顶点围绕面逆时针排列,则面和法线都将指向观察者。如果顶点顺序为顺时针,则两者都将指向远离观察者的方向。如果指定了顶点法线,则它们应指向面法线的大致方向,否则可能会出现不可预测的结果。

如果某个面指定了纹理贴图,但在f语句中没有指定纹理顶点,则在渲染元素时将忽略该纹理贴图。

注意:自 2.11 版起,对fo (面部轮廓)的任何引用均不再有效。您可以使用f (面部)来获得相同的结果。

现有 .obj 文件中对fo 的引用仍将被读取,但是在保存文件时它们将被写出为f。

曲线 u0 u1 v1 v2。
自由形式几何的元素陈述。
指定曲线、其参数范围及其控制顶点。
尽管曲线无法着色或渲染,但它们可供其他 Advanced Visualizer 程序使用。u0是曲线的起始参数值。这是一个浮点数。u1是曲线的结束参数值。这是一个浮点数。v是控制点的顶点参考编号。您可以指定多个控制点。一条曲线至少需要两个控制点。

对于非有理曲线,控制点必须是三维的。对于有理曲线,控制点可以是三维或四维的。如果省略,第四个坐标 (权重)默认为 1.0。

元素

曲线 v2 vp1 vp2 vp3。。。。

自由形式几何陈述。

指定表面上的 2D 曲线及其控制点。2D 曲线用作外部或内部修剪曲线、特殊曲线或用于连接。
vp 是控制点的参数顶点参考编号。

您可以指定多个控制点。2D 曲线至少需要两个控制点。

控制点是参数顶点,因为曲线必须位于某个曲面的参数空间中。对于非有理曲线,控制顶点可以是二维的。对于有理曲线,控制顶点可以是二维或三维的。如果省略,第三个坐标 (权重)默认为 1.0。

冲浪 s0 s1 t0 t1 v1/vt1/vn1 v2/vt2/vn2。.....

自由形式几何的元素陈述。

指定一个曲面、其参数范围及其控制顶点。

在 u 方向上从 s0 到 s1 以及在 v 方向上从 t0 到 t1 的全局参数范围内对表面进行评估。

s0 是表面在 u 方向的起始参数值。s1 是表面在 u 方向的终止参数值。t0 是表面在 v 方向的起始参数值。t1 是表面在 v 方向的终止参数值。

v 是表面上控制顶点的参考编号。

vt 是可选参数。vt 是表面中纹理顶点的参考编号。它必须始终跟在第一个斜杠后面。vn 是可选参数。vn 是表面中顶点法线的参考编号。它必须始终跟在第二个斜杠后面。

对于非有理曲面,控制顶点是 3D 的。对于有理曲面,控制顶点可以是 3D 或 4D 的。
如果省略,第四个坐标 (权重)默认为 1.0。

注意:有关曲面控制点排序的更多信息,请参阅本附录末尾“自由曲线/曲面的数学”中有关曲面和控制点的部分。

元素

示例这些是多边形

几何的示例。

有关使用自由形式几何的示例,请参阅下一节 “自由形式曲线/曲面体陈述”末尾的示例。

1. 正方形

此示例显示了一个正方形,其每边长为两个单位,面朝正方向(朝向相机)。请注意,顶点的顺序是逆时针的。此顺序决定了正方形面朝前方。

```
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
f 1 2 3 4
```

2.立方体

这是一个边长为 2 个单位的立方体。每个顶点由三个不同的面共享。

```
单位 :0.000000 2.000000 2.000000
单位 :0.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
f 1 2 3 4
f 8 7 6 5
f 4 3 7 8
f 5 1 4 8
f 5 6 2 1
f 2 6 7 3
```

元素

3. 负数参考数的魔方

这是一个具有负顶点引用数的立方体。每个元素都引用文件中存储在其上方的顶点。请注意,顶点不共享。

单位 :0.000000 2.000000 2.000000
单位 :0.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
分数-4-3-2-1

2.000000 2.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 2.000000 0.000000
分数-4-3-2-1

2.000000 2.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
分数-4-3-2-1

0.000000 2.000000 0.000000
单位 :0.000000 2.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
2.000000 2.000000 0.000000
分数-4-3-2-1

0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
单位 :0.000000 0.000000 2.000000
单位 :0.000000 2.000000 2.000000
分数-4-3-2-1

单位 :0.000000 0.000000 2.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 2.000000
分数-4-3-2-1

自由曲线/曲面体陈述

自由曲线/曲面体陈述

您可以使用一系列称为主体语句的语句为自由形式曲线和曲面元素指定附加信息。

该系列以结束语结束。

主体语句仅当出现在自由形式元素语句(curv、curv2、surf)和结束语句之间时才有效。

如果它们位于 .obj 文件的其他任何地方,它们都不会产生任何效果。

您可以使用 body 语句来指定以下值:

· 参数 · 结点

向量

· 修剪环 · 孔

· 特殊曲线 · 特殊

点

在自由形式曲线或曲面语句与结束语句之间不能使用任何其他语句。使用任何其他类型的语句可能会导致不可预测的结果。

示例文件的这一部分显示了具有修剪环的有理 B 样条曲面的节点向量值。请注意end语句以结束主体语句。

```
cstype rat bspline deg 2 2 surf -1.0 2.5
-2.0 2.0 -9 -8 -7
-6 -5 -4 -3 -2 -1
参数 u -1.00 -1.00 -1.00 2.50 2.50 2.50 参数 v -2.00 -2.00 -2.00 -2.00 -2.00
-2.00 调整 0.0 2.0 1
```

结尾

自由曲线/曲面体陈述

参数值和节点向量

所有的曲线和曲面元素都需要一组参数值。

对于多项式曲线和曲面,这指定全局参数值。对于 B 样条曲线和曲面,这指定结点向量。

对于曲面,必须同时指定 u 和 v 方向的参数值。对于曲线,必须仅指定 u 方向的参数值。

如果在单个曲线或曲面体内部使用了同一参数方向的多个参数值语句,则使用最后一个语句。

修剪线圈和孔

修剪循环语句将单个外部修剪循环构建为位于给定曲面上的一系列曲线。

孔语句将单个内部修剪循环构建为位于给定表面上的一系列曲线。内部循环会创建一个孔。

曲线通过数字引用,就像顶点通过面元素引用一样。

各条曲线必须首尾相连,形成一个不自相交且位于曲面指定参数范围内的闭环。整个环可以朝任意方向(顺时针或逆时针)。

要在某个区域中切割一个或多个孔,请使用一个 trim 语句,后跟一个或多个 hole 语句。要在同一个表面引入另一个修剪区域,请使用另一个 trim 语句,后跟一个或多个 hole 语句。将孔与其切割的区域相关联的顺序很重要,必须保持。

如果省略序列中的第一个修剪语句,则封闭的外部修剪循环将被视为表面的参数范围。

如果没有指定修剪或孔语句,则曲面将在其参数范围内进行修剪。

自由曲线/曲面体陈述

示例文件的这一部分显示了具有两个区域的非有理贝塞尔曲面,每个区域都有一个孔:

```
cstype 贝塞尔曲线 1 1 冲浪
0.0 2.0 0.0 2.0
1 2 3 4

parm u 0.00 2.00 parm v 0.00 2.00
调整 0.0 4.0 1

洞 0.0 4.0 2
修剪 0.0 4.0 3
洞 0.0 4.0 4
结尾
```

特殊曲线

特殊曲线语句将单个特殊曲线构建为位于给定曲面上的一系列曲线。

曲线通过数字引用,就像顶点通过面元素引用一样。

任何曲面的三角剖分都必然包含一条特殊曲线。这意味着用一系列直线段近似特殊曲线所形成的线段实际上会在最终的三角剖分中显示为一系列三角形边。

特殊点

特殊点语句指定特殊几何点与曲线或曲面相关联。对于空间曲线和修剪曲线,参数顶点必须是 1D。对于曲面,参数顶点必须是 2D。

这些特殊点将包含在曲线或曲面的任何线性近似中。

对于空间曲线,这意味着与给定曲线参数相对应的点被包含在由一系列线段组成的近似值中的顶点之一。

对于曲面,这意味着对应于给定曲面参数的点作为三角形顶点包含在三角剖分中。

对于修剪曲线,处理方式略有不同:修剪曲线上的特殊点与其修剪的曲面上的特殊点本质上相同。

自由曲线/曲面体陈述

以下示例文件的一部分显示了曲面上有理贝塞尔二维曲线的特殊点。

```
vp -0.675 1.850 3.000 vp 0.915 1.930 vp 2.485 0.470
2.000 vp 2.485 -1.030 vp 1.605
-1.890 10.700 vp -0.745 -0.654 0.500 cstype 鼠标贝
塞尔曲线2 -6 -5 -4 -3 -2 -1 -6
```

```
parm u 0.00 1.00 2.00 sp 2 3 结束
```

自由曲线/曲面体陈述

语法下列语

法语句按正常使用顺序列出。

p1 p2 p3 中的参数。 。 。

参数 v p1 p2 p3 。 。 。

自由形式几何的主体陈述。

指定全局参数值。对于 B 样条曲线和曲面,这指定节点向量。u是参数值的u方向。v是参数值的 v 方向。

要设置u和v值,请使用单独的命令行。p是全局参数或节点值。您可以指定多个值。至少需要两个参数值。

参数值必须单调增加。表面类型和程度决定了所需值的数量。

修剪 u0 u1 curv2d u0 u1 curv2d 。

自由形式几何的主体陈述。

指定一系列曲线以构建单个外部修剪循环。u0是修剪曲线curv2d的起始参数值。u1是修剪曲线

curv2d的结束参数值。curv2d是位于曲面参数空间中的修剪曲线的索引。此曲线必须先前已使用curv2语句定义。

孔 u0 u1 curv2d u0 u1 curv2d。

自由形式几何的主体陈述。

指定一系列曲线以构建单个内部修剪环（孔）。u0是修剪曲线 curv2d 的起始参数值。u1是修剪曲线

curv2d的结束参数值。curv2d是位于曲面参数空间中的修剪曲线的索引。此曲线必须先前已使用curv2语句定义。

scrv u0 u1 curv2d u0 u1 curv2d . . .

自由形式几何的主体陈述。

指定位于给定曲面上的一系列曲线以构建单个特殊曲线。u0是特殊曲线 curv2d 的起始参数值。

自由曲线/曲面体陈述

u1是特殊曲线curv2d 的结束参数值。

curv2d是参数中特殊曲线的索引空间的表面。这条曲线一定是先前用curv2语句定义。

sp 副总裁1副总裁。。。

自由形式几何的主体陈述。
指定与曲线或
曲面。对于空间曲线和修剪曲线,参数
顶点必须是一维的。对于曲面,参数顶点必须是
2D。

vp是特殊参数顶点的参考编号
与曲线的参数空间点关联的点
或表面。

结尾

自由形式几何的主体陈述。
指定以curv、curv2开头的曲线或曲面体的终点，
或冲浪声明。

示例

1. 泰勒曲线

用于创建单段泰勒多项式曲线形式：

x =	$23 + 2.3t + 7.98t$	3 + 8.3吨	+ 6.34吨	4
y =	$21 - 10.1t + 5.4t$	3 - 4.7吨	+ 2.03吨	4
2z =	$-2.5 + 0.5t - 7.0t$	3 + 18.1吨	+ 0.08吨	4

并在全局参数 0.5 和 1.6 之间进行评估:

3,000以内	1.000-2.500	
2,300-10,100		0.500
7,980 内	5.400-7.000	
8,300-4,700 18,100		
6.340	2.030	0.080

cstype 泰勒

你4

曲线 0.500 1.600 1 2 3 4 5

参数单位为 0.000 2.000

结尾

自由曲线/曲面体陈述

2.贝塞尔曲线

此例展示了一条有 13 个控制点的非有理贝塞尔曲线。

在-2.300000 1.950000 0.000000
在-2.200000 0.790000 0.000000
在 -2.340000 -1.510000 0.000000
在 -1.530000 -1.490000 0.000000
在 -0.720000 -1.470000 0.000000
在-0.780000 0.230000 0.000000
0.070000 0.250000 0.000000
0.920000 0.270000 0.000000
0.800000 -1.610000 0.000000
1.620000 -1.590000 0.000000
2.440000 -1.570000 0.000000
2.690000 0.670000 0.000000
2.900000 1.980000 0.000000
13 个顶点

cstype 贝塞尔 ctech cparm
1.000000 度 3 曲线 0.000000 4.000000 1 2 3
4 5 6 7 8 9
10 \ 11 12 13

参数为 0.000000 1.000000 2.000000 3.000000 \ 4.000000

结尾
1 元素

自由曲线/曲面体陈述

3. B样条曲面

```
这是三次 B 样条曲面的一个示例。

g bspatch v
-5.000000 -5.000000 -7.808327
在 -5.000000 -1.666667 -7.808327
在 -5.000000 1.666667 -7.808327
在 -5.000000 5.000000 -7.808327
v -1.666667 -5.000000 -7.808327
v -1.666667 1.666667 11.977780
在 -1.666667 1.666667 11.977780
于 -1.666667 5.000000 -7.808327
1.666667 -5.000000 -7.808327
1.666667 -1.666667 11.977780
于 1.666667 1.666667 11.977780
1.666667 5.000000 -7.808327
5.000000 -5.000000 -7.808327
5.000000 -1.666667 -7.808327
5.000000 1.666667 -7.808327
5.000000 5.000000 -7.808327
# 16 个顶点

cstype b样条缝合曲线 0.5
10.000000

你 3 3 8冲浪
0.000000 1.000000 0.000000 1.000000 13 14 \ 15 16 9 10 11 12 5 6 7 8 1 2 3 4

参数为 -3.000000 -2.000000 -1.000000 0.000000 \ 1.000000 2.000000 3.000000 4.000000

参数 v -3.000000 -2.000000 -1.000000 0.000000 \ 1.000000 2.000000 3.000000 4.000000

结尾
# 1 元素
```

自由曲线/曲面体陈述

4. 基本面

```
此示例显示了一个基本表面。  
在 -5.000000 -5.000000 0.000000  
在 -5.000000 -1.666667 0.000000  
在 -5.000000 1.666667 0.000000  
在 -5.000000 5.000000 0.000000  
在 -1.666667 -5.000000 0.000000  
v -1.666667 -1.666667 0.000000  
在 -1.666667 1.666667 0.000000  
在 -1.666667 5.000000 0.000000  
1.666667 -5.000000 0.000000  
1.666667 -1.666667 0.000000  
1.666667 1.666667 0.000000  
1.666667 5.000000 0.000000  
5.000000 -5.000000 0.000000  
5.000000 -1.666667 0.000000  
5.000000 1.666667 0.000000  
5.000000 5.000000 0.000000  
# 16 个顶点  
  
cstype 基数 stch cparma  
1.000000 1.000000 度 3 3 surf 0.000000 1.000000 0.000000 1.000000  
13 14 \ 15 16 9  
10 11 12 5 6 7 8 1 2 3 4  
  
参数 u 0.000000 1.000000 参数 v 0.000000  
1.000000 结束  
  
# 1 元素
```

自由曲线/曲面体陈述

5.有理B样条曲面

此示例使用开放的均匀节点向量创建了三阶有理 B 样条曲面。将纹理贴图应用于该曲面。

```
在-1.3 -1.0 0.0
0.1 -1.0 0.4 7.6
1.4 -1.0 0.0 2.3
在-1.4 0.0 0.2
0.1 0.0 0.9 0.5
1.3 0.0 0.4 1.5
英寸 -1.4 1.0 0.0 2.3
0.1 1.0 0.3 6.1
1.1 1.0 0.0 3.3
0.0 0.0
垂直 0.5 0.0
垂直 1.0 0.0
速度 0.0 0.5
垂直 0.5 0.5
速度 1.0 0.5
速度 0.0 1.0
垂直 0.5 1.0
版本 1.0 1.0

cstype rat bspline deg 2 2 surf 0.0 1.0 0.0
1.0 1/1 2/2 3/3
4/4 5/5 6/6 \ 7/7 8/8 9/9 parm u 0.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 parm v 0.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 结束
```

自由曲线/曲面体陈述

6. 修剪的 NURB 曲面

这是包含修剪的 NURB 曲面且顶点具有负参考编号的文件的完整示例。

```
# 修剪曲线 vp -0.675 1.850 3.000 vp
0.915 1.930 vp 2.485 0.470 2.000 vp 2.485 -1.030
vp 1.605 -1.890 10.700 vp -0.745
-0.654 0.500 cstype 鼠标贝塞尔曲线度 3 curv2 -6 -5
-4 -3 -2 -1 -6

参数 u 0.00 1.00 2.00 结束

# 表面
在 -1.350 -1.030 0.000
0.130 -1.030 0.432 7.600
1.480 -1.030 0.000 2.300
在 -1.460 0.060 0.201
0.120 0.060 0.915 0.500
1.380 0.060 0.454 1.500
在 -1.480 1.030 0.000 2.300
0.120 1.030 0.394 6.100
1.170 1.030 0.000 3.300
cstype rat bspline deg 2 2 surf -1.0 2.5
-2.0 2.0 -9 -8 -7
-6 -5 -4 -3 -2 -1

参数 u -1.00 -1.00 -1.00 2.50 2.50 2.50 参数 v -2.00 -2.00 -2.00 -2.00 -2.00 -2.00
调整 0.0 2.0 1

结尾
```


自由曲线/曲面体陈述

7. 两个带孔的修剪区域

此示例显示了具有两个修剪区域的贝塞尔曲面,每个修剪区域都有一个洞。

```
# 第一个区域的外循环 deg 1 cstype bezier vp 0.100 0.100 vp
0.900
0.100 vp 0.900 0.900 vp 0.100
0.900 curv2 1 2 3 4 1
```

参数 u 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 结束

```
# 第一个区域中的孔 vp 0.300 0.300 vp 0.700 0.300
vp 0.700 0.700 vp 0.300 0.700
curv2 5 6 7 8 5
```

参数 u 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 结束

```
# 第二个区域的外循环 vp 1.100 1.100 vp 1.900 1.100 vp 1.900
1.900 vp 1.100 1.900 curv2 9
10 11 12 9
```

参数 u 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 结束

```
# 第二个区域中的孔 vp 1.300 1.300 vp 1.700 1.300
vp 1.700 1.700 vp 1.300 1.700
curv2 13 14 15 16 13
```

参数 u 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 结束

```
# 表面
以 0.000 0.000 0.000 为单位
单位:1.000 0.000 0.000
单位 0.000 1.000 0.000
单位:1.000 1.000 0.000
你 1 1
```

自由曲线/曲面体陈述

```
cstype 贝塞尔冲浪 0.0 2.0 0.0
2.0 1 2 3 4
parm u 0.00 2.00 parm v 0.00 2.00
调整 0.0 4.0 1

洞 0.0 4.0 2
修剪 0.0 4.0 3
洞 0.0 4.0 4
结尾
```

自由曲线/曲面体陈述

8. 使用特殊曲线进行修剪此示例与修剪的 NURB 曲面示

例 (6) 类似,只是曲面上有一条特殊曲线。此示例使用负顶点数。

```
# 修剪曲线 vp -0.675 1.850 3.000 vp
0.915 1.930 vp 2.485 0.470 2.000 vp 2.485 -1.030
vp 1.605 -1.890 10.700 vp -0.745
-0.654 0.500 cstype 鼠标贝塞尔曲线度 3 curv2 -6 -5
-4 -3 -2 -1 -6
```

参数 u 0.00 1.00 2.00 结束

```
# 特殊曲线 vp -0.185 0.322 vp
0.214 0.818 vp 1.652 0.207 vp 1.652
-0.455 curv2 -4 -3 -2 -1
```

parm u 2.00 10.00 结束

```
# 表面
在 -1.350 -1.030 0.000
0.130 -1.030 0.432 7.600
1.480 -1.030 0.000 2.300
在-1.460 0.060 0.201
0.120 0.060 0.915 0.500
1.380 0.060 0.454 1.500
在-1.480 1.030 0.000 2.300
0.120 1.030 0.394 6.100
1.170 1.030 0.000 3.300
cstype rat bspline deg 2 2 surf -1.0 2.5
-2.0 2.0 -9 -8 -7
-6 -5 -4 -3 -2 -1
参数 u -1.00 -1.00 -1.00 2.50 2.50 2.50 参数 v -2.00 -2.00 -2.00 2.00 2.00 2.00
调整 0.0 2.0 1

scrv 4.2 9.7 2
结尾
```

自由曲线/曲面体陈述

9. 用特殊点进行修剪

此示例扩展了修剪的 NURB 曲面示例 (6),以在修剪曲线和曲面上都包含特殊点。还包括具有特殊点的空间曲线。此示例使用负顶点数。

特殊点和空间曲线数据 vp 0.500 vp 0.700 vp 1.100 vp 0.200 0.950 v 0.300 1.500
0.100

以 0.000 0.000 0.000 为单位
单位:1.000 1.000 0.000
2.000 1.000 0.000
3.000 0.000 0.000
cstype 给你 3 条曲线 0.2 0.9
-4 -3 -2 -1

sp 1
parm u 0.00 1.00 结束

修剪曲线 vp -0.675 1.850 3.000 vp
0.915 1.930 vp 2.485 0.470 2.000 vp 2.485 -1.030
vp 1.605 -1.890 10.700 vp -0.745
-0.654 0.500 cstype 鼠标贝塞尔曲线2 -6 -5 -4 -3 -2 -1
-6

parm u 0.00 1.00 2.00 sp 2 3 结束

表面
在 -1.350 -1.030 0.000
0.130 -1.030 0.432 7.600
1.480 -1.030 0.000 2.300
在-1.460 0.060 0.201
0.120 0.060 0.915 0.500
1.380 0.060 0.454 1.500
在-1.480 1.030 0.000 2.300
0.120 1.030 0.394 6.100
1.170 1.030 0.000 3.300

自由曲线/曲面体陈述

```
cstype rat bspline deg 2 2 surf -1.0 2.5
-2.0 2.0 -9 -8 -7
-6 -5 -4 -3 -2 -1
参数 u -1.00 -1.00 -1.00 2.50 2.50 2.50 参数 v -2.00 -2.00 -2.00 2.00 2.00
2.00 调整 0.0 2.0 1

sp4结束
```

自由曲面之间的连通性

自由曲面之间的连通性

连接性沿修剪曲线连接两个曲面。

con语句指定第一个曲面及其修剪曲线,第二个曲面及其修剪曲线。此信息对于边缘合并很有用。如果没有此曲面和曲线数据,则必须使用mg语句以更大的成本和更低的精度以数字方式确定连通性。

不同合并组中的表面之间的连通性被忽略。

另外,虽然在修剪曲线时跨越 C 1 不连续点的连接是合法的,但不建议这样做。相反,应使用在不连续点相交的两个连接语句。

两条曲线及其起点和终点参数都应该映射到物体空间中的相同曲线和起点和终点。

句法

con surf_1 q0_1 q1_1 curv2d_1 surf_2 q0_2 q1_2 curv2d_2自由形式几何语句。

指定两个表面之间的连接。surf_1是第一个表面的索引。q0_1是curv2d_1引用的曲线的起始参数。

q1_1是curv2d_1引用的曲线的结束参数。curv2d_1是第一个曲面上的曲线的索引。此曲线必须先前已使用curv2语句定义。surf_2是第二个曲面的索引。q0_2是curv2d_2引用的曲线的起始参数。

q1_2是curv2d_2引用的曲线的结束参数。curv2d_2是第二个曲面上曲线的索引。此曲线必须先前已使用curv2语句定义。

自由曲面之间的连通性

示例1. 两个表面
之间的连通性

此示例显示了两个具有修剪曲线的曲面之间的连通性。

cstype 贝塞尔曲线 你 1 1

在 0 0 0
在 1 0 0
在 0 1 0
在 1 1 0

副总裁 0 0
副总裁 1 0
副总裁 1 1
副总裁 0 1

曲线2 1 2 3 4 1
参数 u 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 结束

冲浪 0.0 1.0 0.0 1.0 1 2 3 4
parm u 0.0 1.0 parm v 0.0 1.0
修剪 0.0 4.0 1

结尾

在 1 0 0
2000年
在 1 1 0
在 2 1 0

冲浪 0.0 1.0 0.0 1.0 5 6 7 8
parm u 0.0 1.0 parm v 0.0 1.0
修剪 0.0 4.0 1

结尾

与 1 2.0 2.0 1 2 4.0 3.0 1

分组

分组

.obj 文件中有四个语句可帮助您操作元素组：· 组名语句用于组织元素集合并简化模型中操作的数据处理。

- 平滑组语句可让您识别要在其上插入法线的元素,以使这些元素具有平滑、无面状的外观。这是指定顶点法线的快速方法。
- 合并组语句用于识别应检查邻接检测的自由形式元素。

您还可以使用合并组来排除那些足够接近而被视为相邻但不应合并的表面。

- 对象名称语句可让您为整个
单个文件中的对象。

所有分组语句都是状态设置的。这意味着一旦设置了组语句,它将应用于后面的所有元素,直到下一个组语句。

示例文件的这一部分显示了属于三个组的单个元素。平滑组已关闭。

g 广场的事情都关闭了

f 1 2 3 4

此示例显示合并组 1 中的两个曲面,合并分辨率为 0.5。

毫克 1.5 冲浪
0.0 1.0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
冲浪 0.0 1.0 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

分组

语法g 组名

1组名2..

多边形和自由形式几何陈述。

指定其后元素的组名。可以有多个组名。如果一行中有多个组,则后面的数据属于所有组。组信息是可选的。group_name 是组的名称。组名可以接受字母、数字以及字母和数字的组合。默认组名为 default,s group_number多边形和自由形式几何语句。

为后面的元素设置平滑组。如果不想使用平滑组,请指定off或 0 值。

要在 Model 和 PreView 中显示平滑着色,必须在指定平滑组后创建顶点法线。可以使用vn语句或 Model 程序创建顶点法线。

要平滑多边形几何体以便使用 Image 进行渲染,只需将元素放入某个平滑组中即可。但是,顶点法线会覆盖 Image 的平滑信息。group_number是平滑组编号。要关闭平滑组,请使用值 0 或off。多边形元素使用组编号将元素放入不同的平滑组中。

对于自由形式曲面,平滑组可以打开或关闭;大于 0 的值之间没有区别。mg group_number res自由形式几何语句。

设置其后的自由曲面的合并组和合并分辨率。如果不想使用合并组,请指定off或 0 值。

邻接检测仅在组内执行,从不在组之间执行。不允许不同合并组中的表面之间连通。同一合并组中的表面沿相距res 的边合并在一起。

分组

注意:邻接检测是一种昂贵的数值比较过程。最好使用小的合并组将此过程限制在尽可能小的范围内。

group_number是合并组号。要关闭邻接检测,请使用值 0 或off.res是将合并在一起的两个表面之间的最大距离。分辨率必须是大于 0 的值。

仅在使用合并组时,这才是必需的参数。o object_name多边形和自由形式几何语句。

可选语句;它不被任何 Wavefront 程序处理。它为该语句后定义的元素指定用户定义的对象名称。

object_name是用户定义的对象名称。没有默认值。

分组

示例1. 带组名的

立方体

以下示例是一个立方体,其每个面都放置在单独的组中。此外,所有元素都属于立方体组。

单位:0.000000 2.000000 2.000000
单位:0.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
8 个顶点

g 前立方体 f 1 2 3 4

g 后立方体 f 8 7 6 5

g 右立方体 f 4 3 7 8

g 顶部立方体 f 5 1 4 8

g 左立方体 f 5 6 2 1

g 底部立方体 f 2 6 7 3

6 个元素

分组

2. 两个相邻的正方形与一个平滑组

此示例显示两个相邻的正方形共享一个共同边缘。将正方形放置在平滑组中,以确保使用图像渲染时它们的共同边缘将被平滑。

```
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
4.000000 0.000000 -1.255298
4.000000 2.000000 -1.255298
# 6 个顶点
```

```
胆囊 1

f 1 2 3 4
f 4 3 5 6
# 2 个元素
```

分组

3. 两个相邻的正方形,具有顶点法线

此例还显示了两个共享一条边的正方形。
每个正方形的角上都添加了顶点法线,以确保在模型和预览中显示以及使用图像渲染时它们的公共边缘会被平滑。

```
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
4.000000 0.000000 -1.255298
4.000000 2.000000 -1.255298
越南 0.000000 0.000000 1.000000
越南 0.000000 0.000000 1.000000
越南 0.276597 0.000000 0.960986
越南 0.276597 0.000000 0.960986
越南 0.531611 0.000000 0.846988
越南 0.531611 0.000000 0.846988
# 6 个顶点

# 6 正常

胆囊 1

f 1//1 2//2 3//3 4//4 f 4//4 3//3 5//5 6//6
# 2 个元素
```

分组

4. 合并组此示例显示两个在公

共边缘相交的贝塞尔曲面。它们都被放置在同一个合并组中,以确保它们相交边缘的连续性。这可以防止在渲染过程中沿两个曲面之间的接缝出现“裂缝”。在平面着色、平滑着色和曲面的材质着色期间,合并组将被忽略。

在-4.949854 -5.000000 0.000000
v -4.949854 -1.666667 0.000000
在-4.949854 1.666667 0.000000
在 -4.949854 5.000000 0.000000
在-1.616521 -5.000000 0.000000
v -1.616521 -1.666667 0.000000
在-1.616521 1.666667 0.000000
在-1.616521 5.000000 0.000000
1.716813 -5.000000 0.000000
1.716813 -1.666667 0.000000
1.716813 1.666667 0.000000
1.716813 5.000000 0.000000
5.050146 -5.000000 0.000000
5.050146 -1.666667 0.000000
5.050146 1.666667 0.000000
5.050146 5.000000 0.000000
在-15.015566 -4.974991 0.000000
在-15.015566 -1.641658 0.000000
在-15.015566 1.691675 0.000000
在-15.015566 5.025009 0.000000
在-11.682233 -4.974991 0.000000
在-11.682233 -1.641658 0.000000
在-11.682233 1.691675 0.000000
在-11.682233 5.025009 0.000000
在 -8.348900 -4.974991 0.000000
在 -8.348900 -1.641658 0.000000
在-8.348900 1.691675 0.000000
在-8.348900 5.025009 0.000000
在-5.015566 -4.974991 0.000000
在-5.015566 -1.641658 0.000000
在-5.015566 1.691675 0.000000
在-5.015566 5.025009 0.000000

毫克 1 0.500000

cstype 贝塞尔曲线 3 3 冲
浪 0.000000
1.000000 0.000000 1.000000 13 14 \

分组

15 16 9 10 11 12 5 6 7 8 1 2 3 4

参数 u 0.000000 1.000000 参数 v 0.000000
1.000000 结束

冲浪 0.000000 1.000000 0.000000 1.000000 29 30 31 32 25 26 27 28 21 22 \ 23 24 17 18 19 20

参数 u 0.000000 1.000000 参数 v 0.000000
1.000000 结束

显示/渲染属性

显示/渲染属性

显示和渲染属性描述对象在模型和预览中显示或使用图像渲染时的外观。

某些属性既适用于自由形式几何,又适用于多边形几何,例如材质名称和库、光线追踪和阴影投射。
插值属性仅适用于多边形几何体。曲线和曲面分辨率仅适用于自由形状的几何体。

下图显示了多边形和自由形式几何可用的显示和渲染语句。

表B1-1.显示和渲染属性

仅限多边形	多边形或自由形状	仅限自由形式
斜角	洛德	荣誉
c_interp	使用	缝
d_interp	mtllib	
	阴影对象	
	跟踪对象	

所有显示和渲染属性语句都是状态设置的。这意味着一旦设置了属性语句,它将应用于后面的所有元素,直到将其重置为其他值。

以下示例展示了面元素的渲染和显示语句:

```
s 1
usemtl 蓝色 usemap 大理石 f 1 2 3 4
```


显示/渲染属性

语法以下语

法语句按几何类型列出。

第一组陈述适用于多边形几何。第二组陈述适用于自由形状和多边形几何。第三组陈述仅适用于自由形状几何。

斜角开/关多边形

几何语句。

设置斜面插值打开或关闭。它只适用于斜面对象,即侧面被斜面分隔的对象。

斜面插值使用法线向量插值来使平面斜面产生圆润感。它不会影响非斜面的平滑效果。

斜角插值不会改变原始对象的几何形状。on表示开启斜角插值。off表示关闭斜角插值。默认

为关闭。

注意:图像无法渲染具有顶点法线的斜角插值元素。

c_interp on/off多边

形几何语句。

设置颜色插值打开或关闭。

颜色插值在多边形表面的顶点指定材质之间创建混合。这会在面元素上创建颜色混合。

为了支持颜色插值,必须为每个顶点而不是每个元素分配材料。连接到多边形的顶点的所有材料的照明模型必须相同。颜色插值适用于环境 (Ka)、漫反射 (Kd)、镜面 (Ks) 和镜面高光 (Ns) 材料属性的值。on打开颜色插值。off关闭颜色插值。默认为关闭。

d_interp on/off多边形几何语句。

将溶解插值设置为打开或关闭。

溶解插值在多边形上创建插值或混合,介于指定材质的溶解 (d) 值之间

显示/渲染属性

到其顶点。此功能用于创建表现出不同程度的明显透明度的效果,如玻璃或云。

要支持溶解插值,必须按顶点而不是按元素分配材料。分配给参与溶解插值的顶点的所有材料必须包含溶解因子命令以指定溶解。on打开溶解插值。off关闭溶解插值。默认为关闭。

层次级别

多边形和自由形式几何陈述。

设置预览动画中显示的细节级别。细节级别功能可让您控制在预览中工作时显示对象的哪些元素。级别是要显示的细节级别。当您细节级别设置为 0 或省略lod语句时,将显示所有元素。

指定 1 到 100 之间的整数来设置读取 .obj 文件时显示的细节级别。maplib filename1 filename2 . .

这是一个渲染标识符,用于指定使用usemap标识符设置的纹理贴图定义的贴图库文件。您可以使用maplib 指定多个文件名。如果指定了多个文件名,则首先在列出的第一个文件中搜索贴图定义,然后搜索第二个文件,依此类推。

使用 Model 程序指定贴图库时,Model 仅允许每个 .obj 文件有一个贴图库。您可以使用文本编辑器指定多个库。filename是定义纹理贴图的库文件的名称。没有默认值。

usemap map_name/off这是一

个渲染标识符,用于指定其后元素的纹理映射名称。要关闭纹理映射,请指定off而不是映射名称。

如果为没有纹理顶点的面指定纹理映射,则纹理映射将被忽略。map_name是纹理映射的名称。off关闭纹理映射。默认为关闭。

显示/渲染属性

usemtl 材料名称

多边形和自由形式几何陈述。

指定其后元素的材质名称。一旦指定了材质,就无法关闭;只能更改。material_name 是材质的名称。如果未指定材质名称,则使用白色材质。

mtllib 文件名1文件名2。

多边形和自由形式几何陈述。

为使用usemtl语句设置的材质定义指定材料库文件。您可以使用mtllib 指定多个文件名。如果指定了多个文件名,则首先在列出的第一个文件中搜索材料定义,然后搜索第二个文件,依此类推。

使用模型程序指定材料库时,每个 .obj 文件只允许一个贴图库。您可以使用文本编辑器指定多个库。filename是定义材料的库文件的名称。

没有默认值。

shadow_obj 文件名

多边形和自由形式几何陈述。

指定阴影对象文件名。此对象用于为当前对象投射阴影。阴影仅在渲染图像中可见;使用硬件着色无法看到它们。

阴影物体除了其影子外,其余皆不可见。

仅当对象具有阴影对象时,它才会投射阴影。您可以将对象用作其自己的阴影对象。但是,对于阴影对象,原始对象的简化版本通常是更好的选择,因为阴影投射会大大增加渲染时间。filename是阴影对象的文件名。您可以为阴影对象输入任何有效的对象文件名。对象文件可以是 .obj 或 .mod 文件。如果给出的文件名没有扩展名,则假定扩展名为 .obj。

一个文件中只能存储一个影子对象。如果指定了多个影子对象,则将使用最后一个指定的影子对象。

显示/渲染属性

trace_obj 文件名多边形和

自由形式几何语句。

指定光线追踪对象文件名。此对象将用于生成当前对象在反射表面上的反射。反射仅在渲染图像中可见;使用硬件着色无法看到它们。

只有当对象具有跟踪对象时,它才会出现在反射中。您可以将对象用作其自己的跟踪对象。但是,对于跟踪对象,原始对象的简化版本通常是更好的选择,因为光线跟踪会大大增加渲染时间。filename是光线跟踪对象的文件名。您可以为跟踪对象输入任何有效的对象文件名。您可以为阴影对象输入任何有效的对象文件名。对象文件可以是 .obj 或 .mod 文件。如果给出的文件名没有扩展名,则假定扩展名为 .obj。

一个文件中只能存储一个跟踪对象。如果指定了多个,则使用最后一个。

ctech 技术分辨率

自由形式几何陈述。

指定曲线近似技术。参数指定曲线的技术和分辨率。

您必须从以下三种技术之一中选择。ctech cparm res使用一个分辨率参数指定

具有恒定参数细分的曲

线。曲线的每个多项式段在参数空间中细分n次,其中n是分辨率参数乘以曲线的度数。res是分辨率参数。值越大,分辨率越精细。如果res的值为 0,则每个多项式曲线段都由单个线段表示。ctech cspace maxlength指定具有恒定空间细分的曲线。曲线由一系列线段近似,这些线段在实际空间中的长度小于或等于 maxlength。

maxlength是线段的最大长度。值越小,分辨率越精细。

显示/渲染属性

ctech curv maxdist maxangle使用单独的
分辨率参数为最大距离和最大角度指定与曲率相关的细分。

曲线由一系列线段近似,其中 1)线段和实际曲线在对象空间中的距离必须小于 maxdist参数;2)线段两端切向量之间的角度 (以度为单位)必须小于maxangle参数。maxdist是线段和实际曲线在实际空间中的距离。

maxangle是线段端点切向量之间的角度 (以度为单位)。

maxdist和maxangle的值越小,分辨率越精细。

注意:修剪、孔和特殊曲线的近似信息存储在相应的曲面中。使用曲面的ctech语句,而不是应用于curv2语句的ctech语句。虽然未修剪的曲面没有显式修剪循环,但会构造一个循环来限制合法的参数范围。此隐式循环遵循与任何其他循环相同的规则,并根据曲面的ctech信息进行近似。

缝合技术分辨率

自由形式几何陈述。
指定表面近似技术。参数指定表面的技术和分辨率。

您必须从以下技术之一中选择: stech cparma ures vres指定具有恒定参数细分的曲面,使用单独的分辨率参数进行 u 和 v 方向的细分。曲面的每个面片在参数空间中细分n次,其中n是分辨率参数乘以曲面的阶数。

ures是u方向的分辨率参数。vres是v方向的分辨率参数。

显示/渲染属性

ures和vres的值越大,分辨率越精细。如果为ures和vres输入 0 值,则每个面片将由两个三角形近似。
stech cparmb uvres指定具有恒定参数细分的表面,并使用一个分辨率参数对 u 和 v 方向进行细化。

仅使用修剪曲线上的点执行初始三角剖分。然后细化该三角剖分,直到所有边的长度都合适。生成的三角形不像cparma技术中那样沿等参线定向。uvres是u和 v 方向的分辨率参数。

值越大,分辨率越精细。 stech cspace maxlength指定具有恒定空间细分的表面。

表面被细分为矩形区域,直到任何矩形边在实际空间中的长度小于最大长度。然后对这些矩形区域进行三角剖分。最大长度是任何矩形边在实际空间中的长度。值越小,分辨率越精细。stech curv maxdist maxangle使用最大距离和最大角度的单独分辨率参数指定具有曲率相关细分的表面。

表面被细分为矩形区域,直到 1) 近似矩形与实际表面之间的实际空间距离小于 maxdist (近似)和 2) 矩形角处表面法线之间的角度小于 maxangle。细分后,区域被三角化。maxdist是近似矩形与实际表面之间的实际空间距离。maxangle是矩形角处表面法线之间的角度。

maxdist和maxangle的值越小,分辨率越精细。

显示/渲染属性

示例

1. 用材料制作立方体

这个立方体的每个面都应用了不同的材质。
mtllib主程序.mtl

单位:0.000000 2.000000 2.000000
单位:0.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
8 个顶点

g 前 usemtl 红色

f 1 2 3 4

g 背面 usemtl
蓝色

f 8 7 6 5

g 右 usemtl 绿
色 f 4 3 7 8

g 顶部
usemtl 金色 f 5 1 4 8

g 左 usemtl
橙色 f 5 6 2 1

g 底部 usemtl 紫
色 f 2 6 7 3

6 个元素

显示/渲染属性

2. 立方体投射阴影

在此示例中,立方体在使用 Image 渲染时会在其他对象上投射阴影。立方体存储在文件cube.obj 中,将自身引用为阴影对象。

```
mtllib主程序.mtl
shadow_obj 立方体.obj

单位 :0.000000 2.000000 2.000000
单位 :0.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
# 8 个顶点

g 前 usemtl 红色

f 1 2 3 4
g 背面 usemtl
蓝色
f 8 7 6 5
g 右 usemtl 绿
色 f 4 3 7 8

g 顶部
usemtl 金色 f 5 1 4 8

g 左 usemtl
橙色 f 5 6 2 1

g 底部 usemtl 紫
色 f 2 6 7 3

# 6 个元素
```


显示/渲染属性

3. 立方体投射反射

当使用 Image 渲染时,此立方体会将其反射投射到任何反射物体上。立方体存储在文件cube.obj中,将其自身引用为跟踪对象。

mtllib主程序.mtl

Trace_obj 立方体.obj

单位:0.000000 2.000000 2.000000
单位:0.000000 0.000000 2.000000
2.000000 0.000000 2.000000
2.000000 2.000000 2.000000
0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
8 个顶点

g 前 usemtl 红色

f 1 2 3 4

g 背面 usemtl
蓝色

f 8 7 6 5

g 右 usemtl 绿
色 f 4 3 7 8

g 顶部

usemtl 金色 f 5 1 4 8

g 左 usemtl

橙色 f 5 6 2 1

g 底部 usemtl 紫
色 f 2 6 7 3

6 个元素

显示/渲染属性

4. 纹理映射正方形

此示例描述了一个 2 x 2 正方形。它映射了 1 x 1 正方形纹理。纹理被拉伸以精确适合正方形。

```
mtllib主程序.mtl

0.000000 2.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
2.000000 0.000000 0.000000
2.000000 2.000000 0.000000
VT 0.000000 1.000000 0.000000
VT 0.000000 0.000000 0.000000
VT 1.000000 0.000000 0.000000
VT 1.000000 1.000000 0.000000
# 4 个顶点

使用木材
f 1/1 2/2 3/3 4/4 # 1 元素
```

显示/渲染属性

5. 表面近似技术

此示例显示了一个 B 样条曲面,它将使用stech命令指定的曲率相关细分来近似。

```
g bspatch v
-5.000000 -5.000000 -7.808327
在 -5.000000 -1.666667 -7.808327
在 -5.000000 1.666667 -7.808327
在 -5.000000 5.000000 -7.808327
v -1.666667 -5.000000 -7.808327
v 1.666667 -1.666667 11.977780
在 -1.666667 1.666667 11.977780
于 -1.666667 5.000000 -7.808327
1.666667 -5.000000 -7.808327
1.666667 -1.666667 11.977780
于 1.666667 1.666667 11.977780
1.666667 5.000000 -7.808327
5.000000 -5.000000 -7.808327
5.000000 -1.666667 -7.808327
5.000000 1.666667 -7.808327
5.000000 5.000000 -7.808327
# 16 个顶点

g bspatch cstype b
样条缝合曲线 0.5 10.000000

你 3 3 冲浪
0.000000 1.000000 0.000000 1.000000 13 14 \ 15 16 9 10 11 12 5 6 7 8 1 2 3 4

参数为 -3.000000 -2.000000 -1.000000 0.000000 \ 1.000000 2.000000 3.000000 4.000000

参数 v -3.000000 -2.000000 -1.000000 0.000000 \ 1.000000 2.000000 3.000000 4.000000

结尾
# 1 元素
```

显示/渲染属性

6. 曲线的近似技术

此示例显示了一条贝塞尔曲线,它将使用ctech命令指定的常数参数细分来近似。

```
在-2.300000 1.950000 0.000000
在-2.200000 0.790000 0.000000
在 -2.340000 -1.510000 0.000000
在 -1.530000 -1.490000 0.000000
在 -0.720000 -1.470000 0.000000
在-0.780000 0.230000 0.000000
0.070000 0.250000 0.000000
0.920000 0.270000 0.000000
0.800000 -1.610000 0.000000
1.620000 -1.590000 0.000000
2.440000 -1.570000 0.000000
2.690000 0.670000 0.000000
2.900000 1.980000 0.000000
# 13 个顶点

g 默认 cstype 贝塞尔
ctech cparm 1.000000 度 3 曲
线 0.000000 4.000000 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 \ 11
12 13

参数为 0.000000 1.000000 2.000000 3.000000 \ 4.000000

结尾
# 1 元素
```

评论

评论

注释可以出现在 .obj 文件的任意位置。它们用于注释文件;不会被处理。

以下是一个例子：

```
# 这是一条评论
```

Model 程序在创建 .obj 文件时会自动插入注释。例如,它会报告文件中的几何顶点、纹理顶点和顶点法线的数量。

```
# 4 个顶点 # 4 个纹理  
顶点 # 4 个法线
```

自由曲线/曲面的数学

自由曲线/曲面的数学

一般形式

有理和非有理曲线和曲面

一般来说,任何非有理曲线段都可以写成:

$$S(t) = \sum_{i=0}^{K-1} N_i(t) P_i$$

在哪里

$K+1$ 是控制点的数量 K 是控制点 n 是曲线的度 n 是度 n 基函数

$N_i(t)$

将其扩展到双变量情况,任何非有理曲面片都可以写成:

$$S(u, v) = \sum_{i=0}^{K_1-1} \sum_{j=0}^{K_2-1} N_i(u) N_j(v) P_{ij}$$

在哪里:

K_1+1 是 u 方向上的控制点数 K_2+1 是 v 方向上的控制点数 K_1 是控制点 n_u 是 u 方向上的表面的阶数 n_v 是 v 方向上的表面的阶数 n_u 是 u 方向上的阶数为 m 的基函数 n_v 是 v 方向上的阶数为 n 的基函数

$N_i(u)$

(五)

注意:表面的前端定义为 u 参数向右增加且 v 参数向上增加的一侧。

自由曲线/曲面的数学

我们可以将此曲线扩展至合理情况：

$$S(t) = \frac{\sum_{i=0}^n w_i N_{i,n}(t)}{\sum_{i=0}^n w_i}$$

其中wi是与控制点di相关的权重。
类似地,有理曲面可以表示为：

$$S(u,v) = \frac{\sum_{i=0}^{Q-1} \sum_{j=0}^{K-1} w_{i,j} N_{i,m}(u) N_{j,n}(v)}{\sum_{i=0}^{Q-1} \sum_{j=0}^{K-1} w_{i,j} N_{i,m}(u) N_{j,n}(v)} \quad (在)$$

其中wi,j是与控制点di,j 相关的权重。

注意:如果 .obj 文件中的曲线或曲面是有理的,则必须使用带有cstype语句的rat选项,并且它要求每个控制点都有一些权重值。

有理形式的权重作为第三个控制点坐标 (用于修剪曲线)或第四个坐标 (用于空间曲线和曲面)给出。这些权重是可选的,如果没有给出,则默认为 1.0。

此默认权重仅对基函数总和为 1.0 的曲线和曲面 (如 Bezier、Cardinal 和 NURB)合理。它对 Taylor 函数没有意义,并且对以基矩阵形式给出的表示可能有意义也可能没有意义。

对于除 B 样条之外的所有形式,最终的曲线或曲面都是通过将各个曲线段或曲面片拼凑在一起而构建的。然后在

自由曲线/曲面的数学

使用parmi语句给出的参数向量的整个复合曲线或曲面。

曲线的参数向量是p 个全局参数值 $\{\tau_1, \dots, \tau_p\}$ 的列表。如果 $\tau_l \leq \tau < \tau_{l+1}$ 是全局参数空间中的一个点,则:

$$t_i = \frac{t - \tau_l}{\tau_{l+1} - \tau_l}$$

是局部参数空间中第 i 个多项式段的对应点。在评估分段曲线的给定段时,将使用此t。
对于曲面,从全局到局部参数空间的这种映射在 u和v参数方向上独立应用。

B 样条曲线需要节点向量而不是参数向量,尽管这也由parmi语句给出。请参阅下面对 B 样条曲线的描述。

以下对每种类型的讨论均依据上述定义进行。

注意:所有曲线和曲面类型的最大度数目前设置为 20,这对于大多数用途来说已经足够高了。

自由曲线/曲面的数学

自由曲线和曲面类型

B样条

bspline类型指定任意阶非均匀 B 样条,通常以有理形式称为 NURB。基函数由 Cox-deBoor 递归公式定义为:

$$N_{i,0}(t) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } t_{i-1} \leq t < t_i \\ 0 & \text{否则} \end{cases}$$

和:

$$N_{i,n}(t) = N_{i,n-1}(t) \frac{t_{i+1}-t}{t_i-t_{i-1}} + N_{i+1,n-1}(t) \frac{t-t_i}{t_{i+1}-t_i}$$

其中,按照惯例,0/0 = 0。

$t_i \in \{x_0, \dots, x_q\}$ 形成一个称为结点向量的集合,由parm语句给出。要求 1. $t_i \leq t_{i+1}$, 2. $x_0 < x_{n+1}$, 3. $x_{q-n-1} < x_q$, 4. $t_i < t_{i+n}$ ($0 < i < q-n$

-1), 5. $x_n \leq t$

$t_{min} < t_{max} \leq$

x_{K+1} ,其中 $[t_{min},$

$t_{max}]$ 是要评估 B 样条的参数,并且

6. $K = q - n - 1$ 。

如果节点的值在节点向量中重复r次,则称节点的重数为r。上述第二至第四个条件限制节点在向量末端的重数最多为n+1,在其他地方的重数最多为n。

最后一个条件要求控制点的数量等于节点数量减去度数减一。对于曲面,上述所有条件均独立适用于u和v参数方向。

自由曲线/曲面的数学

贝塞尔

类型bezier指定任意阶贝塞尔曲线和曲面。该基函数定义为：

$$B_{i,n}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}$$

在哪里：

$$B_{i,n} = \frac{n!}{i!(n-i)!}$$

使用贝塞尔类型时,使用parm语句给出的全局参数值的数量必须为K/n + 1,其中K是控制点的数量。对于曲面,此要求独立适用于u和v参数方向。

红衣主教

类型cardinal指定三次、一阶导数、连续曲线或曲面。对于曲线,这会插入除第一个和最后一个控制点之外的所有控制点。对于曲面,会插入除第一行和最后一行和第一列控制点之外的所有控制点。

基数样条线（也称为 Catmull-Rom 样条线）最好通过考虑单个曲线段从基数控制点到贝塞尔控制点的转换来理解：

$$B_{i,n}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}$$
$$B_{i,n}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}$$
$$B_{i,n}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}$$
$$B_{i,n}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}$$

这里， ci变量是基点控制点， bi变量是贝塞尔控制点。我们看到,第二和第三基点分别是线段的起点和终点。此外,起始切线沿着从第一点到第三点的向量,而终止切线沿着从第二点到最后一点的向量。

自由曲线/曲面的数学

如果我们让 $B_i(t)$ 成为三次贝塞尔基函数（即上面给出的贝塞尔函数 $N_{i,n}(t)$,其中 $n = 3$ ）,那么我们可以写出基函数为：

$$\begin{aligned} N_{0,3}(t) &= \frac{1}{6}(1-t)^3 \\ N_{1,3}(t) &= \frac{1}{6}(3t-2t^2)(1-t) \\ N_{2,3}(t) &= \frac{1}{6}(3t^2-2t^3) \\ N_{3,3}(t) &= \frac{1}{6}t^3 \end{aligned}$$

请注意,基函数仅适用于三次情况。
当使用 `cardinal` 类型时,使用`parm`语句给出的全局参数值的数量必须为 $K - n + 2$,其中 K 是控制点的数量。对于曲面,此要求独立适用于 u 和 v 参数方向。

泰勒
类型`taylor`指定任意次泰勒多项式曲线和曲面。基函数很简单：

$$N_{i,n}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}$$

注意:本例中的控制点是多项式系数,没有明显的几何意义。

当使用 `taylor` 类型时, `parm`语句给出的全局参数值的数量必须为 $(K + 1)/(n + 1) + 1$,其中 K 是控制点的数量。对于曲面,此要求独立适用于 u 和 v 参数方向。

自由曲线/曲面的数学

基础矩阵

类型bmatrix指定通过使用基础矩阵而不是显式类型（例如贝塞尔）定义的一般任意阶曲线。基础函数定义为：

$$\text{在, } n(t) = \sum_{j=0}^n b_{i,j} t^j$$

其中基础矩阵是 $b_{i,j}$ 。为了使矩阵性质更加明显,我们也可以写成：

$$\begin{bmatrix} N_{0,n}(t) \\ \vdots \\ N_{n,n}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{0,0} & \cdots & b_{0,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n,0} & \cdots & b_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ n \end{bmatrix}$$

在构建基础矩阵时,你应该记住这个定义,因为不同的作者用不同的方式写这个定义。更常见的矩阵表示是：

$$\begin{bmatrix} N_{0,n}(t) \\ \vdots \\ N_{n,n}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{0,0} & \cdots & b_{n,0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{0,n} & \cdots & b_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

要在 .obj 文件中使用此类矩阵,只需转置矩阵并反转列顺序。

当使用类型基础时,用parm语句给出的全局参数值的数量必须为 $(K - n)/s + 2$,其中 K 是控制点的数量， s 是用step语句给出的步长。

对于表面,此要求独立适用于 u 和 v 参数方向。

自由曲线/曲面的数学

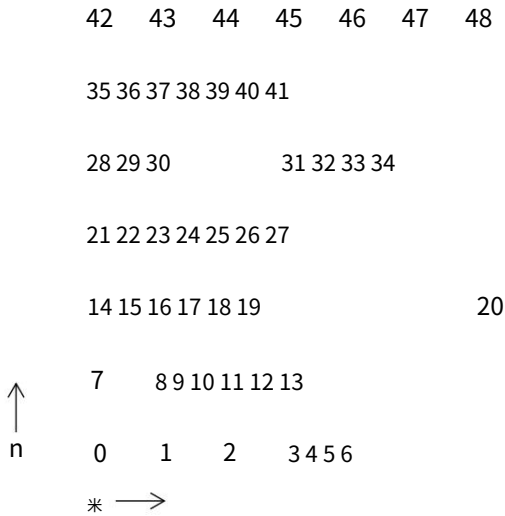
表面顶点数据

控制点

由单个面片组成的表面的控制点按以下顺序列出:当 $j = 0$ 时, $i = 0$ 到 $K1$;当 $j = 1$ 时, $i = 0$ 到 $K1$;依此类推,直到 $j = K2$ 。

对于由许多斑块组成的表面 (通常情况) ,控制点的排序就好像表面是一个单独的大斑块一样。

例如,由四个面片组成的双三次贝塞尔曲面的控制点排列如下:



其中 (μ, v) 是曲面的全局参数空间,数字表示曲面中顶点索引的顺序
陈述。

自由曲线/曲面的数学

纹理顶点和纹理映射

当不提供纹理顶点时,原始表面参数化用于纹理映射。但是,如果提供了纹理顶点,它们将被解释为附加信息,需要单独进行插值或近似,但使用与控制顶点相同的插值函数。

也就是说,在非有理情况下,曲面本身在“有理和非有理曲线和曲面”一节中给出为:

$$S(u, v) = \sum_{i=0}^{K-1} \sum_{j=0}^{L-1} d_{i,j} N_{i,m}(u) N_{j,n}(v)$$

纹理顶点通过以下方式插值或近似:

$$T(u, v) = \sum_{i=0}^{Q-1} \sum_{j=0}^{K-1} t_{i,j} N_{i,m}(u) N_{j,n}(v) \quad (\text{在})$$

其中 $t_{i,j}$ 是纹理顶点,基函数 $N_{i,m}$ 与 $S(u,v)$ 相同。应用纹理贴图时使用的是 $T(u,v)$,而不是表面参数化 (u,v) 。

自由曲线/曲面的数学

顶点法线和法线贴图

顶点法线的处理方式与纹理顶点完全相同。当未提供顶点法线时,将使用真实表面法线。如果提供了顶点法线,则按如下方式计算:

$$Q(u, v) = \sum_{i=0}^K K_i N_i(u) N_i(v)$$

其中 q_i 是顶点法线,且基函数与 $S(u,v)$ 和 $T(u,v)$ 相同。

注意:顶点法线不会影响表面的形状;它们只是与最终三角剖分中的三角形顶点相关联。

与面一样,提供顶点法线只会影响表面的照明计算。

对于有理曲面,纹理顶点和顶点法线的处理方式相同。需要注意的是,即使曲面 $S(u,v)$ 是有理的,纹理和法线曲面 $T(u,v)$ 和 $Q(u,v)$ 也不是有理的。这是因为控制点(纹理顶点和顶点法线)永远不是有理的。

自由曲线/曲面的数学

曲线和曲面操作

特别点

以下方程更精确地描述了特殊空间曲线的点,并讨论对修剪曲线的扩展和表面。

令 $C(\tau)$ 为具有全局参数 τ 的空间曲线。我们可以通过一组 $k-1$ 条线段来近似这条曲线,这些线段连接要点:

$$\{ \tau_1, \dots, \tau_k \} \subset \mathbb{R} \quad C(\tau) = \{ (x_1(\tau), \dots, x_n(\tau)) \}$$

对于某组 k 个全局参数值 $\{\tau_1, \dots, \tau_k\}$

给定曲线参数空间中的一个特殊点 τ_0 (引用自vp),我们保证 $\tau_0 \in \{\tau_1, \dots, \tau_k\}$ 。更多具体来说,我们用以下公式来近似曲线:

$$\{ (x_1(\tau_1), \dots, x_n(\tau_1)), \dots, (x_1(\tau_k), \dots, x_n(\tau_k)) \}$$

其中,在 τ_0 插入的点处,有 $\tau_i \leq \tau_0 < \tau_{i+1}$ 。

特殊曲线

以下方程更精确地描述了一个特殊的曲线。

令 $T(\tau)$ 为具有全局参数 τ 的特殊曲线。我们有:

$$(\mu, \nu) = T(\tau)$$

其中 (μ, ν) 是曲面全局参数空间中的一个点。我们可以用一组 $k-1$ 条线段来近似这条曲线,这些线段连接要点:

$$\{ \tau_1, \dots, \tau_k \} \subset \mathbb{R} \quad T(\tau) = \{ (\mu_1(\tau), \nu_1(\tau)) \}$$

对于某些 k 个全局参数值集合。

令 $S(\mu, \nu)$ 为具有全局参数 μ 和 ν 的曲面。我们可以通过对一组 p 点进行三角剖分来近似该曲面。

$$\{ (\mu_1, \nu_1), \dots, (\mu_p, \nu_p) \}$$

自由曲线/曲面的数学

位于表面上。我们进一步将E定义为所有边的集合,使得 $e_{i,j} \in E$ 意味着 $S(\mu_i, \nu_i)$ 和 $S(\mu_j, \nu_j)$ 在三角剖分中是连通的。最后,我们保证存在E的某个子集:

$$\{ e_{1,2}, e_{2,3}, \dots, e_{k-1,k} \}$$

使得点:

$$\{ (T_1, \dots, T_k), ((\dots)) \dots \}$$

以三角剖分的方式连接。

连接

回想一下, con语句的语法是:

$$\text{con surf}_1 \text{ q0}_1 \text{ q1}_1 \text{ curv2d}_1 \text{ surf}_2 \text{ q0}_2 \text{ q1}_2 \text{ curv2d}_2$$

如果我们让:

$T_1(\tau_1)$ 为 curv2d_1 所引用的曲线 $S_1(\mu_1, \nu_1)$ 为 surf_1 所引用的曲面, $T_1(\tau_1)$ 位于该曲面上 $T_2(\tau_2)$ 为 curv2d_2 所引用的曲线 $S_2(\mu_2, \nu_2)$ 为 surf_2 所引用的曲面, $T_2(\tau_2)$ 位于该曲面上那么 $S_1(T_1(\tau_1)), S_2(T_2(\tau_2))$ 必须相同,直到重新参数化为止。

此外,还必须满足以下条件:

$$S_1(T_1(q0_1)) = S_2(T_2(q0_2))$$

和:

$$S_1(T_1(q1_1)) = S_2(T_2(q1_2))$$

曲面 $S_1(\mu_1, \nu_1)$ 沿着 $\tau_1 = q0_1$ 和 $\tau_1 = q1_1$ 之间的曲线 $S_1(T_1(\tau_1))$ 以及 $\tau_2 = q0_2$ 和 $\tau_2 = q1_2$ 之间的曲线 $S_2(T_2(\tau_2))$ 连接至曲面 $S_2(\mu_2, \nu_2)$ 。

被取代的声明

被取代的声明

新的 .obj 文件格式消除了对多个面片和曲线语句的需求。这些语句已被自由形式的几何语句取代。

在 3.0 版本中,以下关键字已被取代:

- bsp
- bzp
- cdc
- CDP
- 解析

在3.0版本中您仍然可以阅读这些语句,但是系统将不再以这种格式写入文件。

此版本是最后一个可以读取这些语句的版本。如果您想要保存此格式的任何数据,请读入文件并将其写出。
系统会将数据转换为新的.obj 格式。

有关新语法语句的更多信息,请参阅“指定自由形式曲线和曲面”。

语法以下语

法语句适用于被取代的关键字。

bsp v1 v2 ... v16指定 B

样条曲线面片。B 样条曲线面片有 16 个控制点,定义为顶点。只有 4 个控制点分布在面片表面上;其余的分布在面片的周边。

必须在模型中对面片进行镶嵌,然后才能正确地着色或渲染它们。

v是控制点的顶点数。需要 16 个顶点数。正值表示绝对顶点数。

负值表示相对顶点数。bzb v1 v2 ... v16指定贝塞尔曲面片。贝塞尔曲面片有 16 个控制点,定义为顶点。控制点均匀分布在其表面上。

被取代的声明

必须在模型中对面片进行镶嵌,然后才能正确地着色或渲染它们。

v是控制点的顶点数。需要 16 个顶点数。正值表示绝对顶点数。

负值表示相对顶点数。

CDC v1 v2 v3 v4 v5 。 。 。

指定基数曲线。基数曲线至少有四个控制点,定义为顶点。

基本曲线无法正确着色或渲染。它们可以镶嵌,然后在模型中挤压以创建 3D 形状。v是控制点的顶点数。至少需要四个顶点数。对最大值没有限制。

正值表示绝对顶点数。负值表示相对顶点数。

cdp v1 v2 v3 。 。 。 v16

指定基数面片。基数面片有 16 个控制点,定义为顶点。其中四个控制点连接到面片的角上。

必须在模型中对面片进行镶嵌,然后才能正确地着色或渲染它们。

v是控制点的顶点数。需要 16 个顶点数。正值表示绝对顶点数。

负值表示相对顶点数。

res useg vseg引用并

显示语句。

设置其后的贝塞尔曲线、B 样条曲线和 Cardinal 曲面片的段数。useg是 u 方向 (水平或 x 方向)的段数。最小设置为 3,最大设置为 120。

默认值为 4 。

vseg是 v 方向 (垂直或 y 方向)的段数。最小设置为 3,最大设置为 120。默认值为 4。

2.11 和 3.0 语法比较

2.11 和 3.0 语法比较

基数曲线

下面的示例展示了同一条 Cardinal 曲线的 2.11 语法和 3.0 语法。

2.11 基数曲线

```
# 2.11 基数曲线

2.570000 1.280000 0.000000
0.940000 1.340000 0.000000
在 -0.670000 0.820000 0.000000
在 -0.770000 -0.940000 0.000000
1.030000 -1.350000 0.000000
3.070000 -1.310000 0.000000
# 6 个顶点

疾病预防控制中心 1 2 3 4 5 6
```

3.0 基数曲线

```
# 3.0 基数曲线

2.570000 1.280000 0.000000
0.940000 1.340000 0.000000
在 -0.670000 0.820000 0.000000
在 -0.770000 -0.940000 0.000000
1.030000 -1.350000 0.000000
3.070000 -1.310000 0.000000
# 6 个顶点

cstype 基数 3 度 曲线 0.000000
3.000000
1 2 3 4 5 6

参数 u 0.000000 1.000000 2.000000 3.000000 结束

# 1 元素
```

2.11 和 3.0 语法比较

贝塞尔曲面片以下示例显

示了同一个贝塞尔曲面片的 2.11 语法和 3.0 语法。

2.11 贝塞尔曲面片

```
# 2.11 贝塞尔补丁 v -5.000000
-5.000000 0.000000
在 -5.000000 -1.666667 0.000000
在 -5.000000 1.666667 0.000000
在 -5.000000 5.000000 0.000000
在 -1.666667 -5.000000 0.000000
v -1.666667 -1.666667 0.000000
在 -1.666667 1.666667 0.000000
在 -1.666667 5.000000 0.000000
1.666667 -5.000000 0.000000
1.666667 -1.666667 0.000000
1.666667 1.666667 0.000000
1.666667 5.000000 0.000000
5.000000 -5.000000 0.000000
5.000000 -1.666667 0.000000
5.000000 1.666667 0.000000
5.000000 5.000000 0.000000
# 16 个顶点

bzip 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 # 1 个元素
```

3.0 贝塞尔补丁

```
# 3.0 贝塞尔补丁

在 -5.000000 -5.000000 0.000000
在 -5.000000 -1.666667 0.000000
在 -5.000000 1.666667 0.000000
在 -5.000000 5.000000 0.000000
在 -1.666667 -5.000000 0.000000
v -1.666667 -1.666667 0.000000
在 -1.666667 1.666667 0.000000
在 -1.666667 5.000000 0.000000
1.666667 -5.000000 0.000000
1.666667 -1.666667 0.000000
1.666667 1.666667 0.000000
1.666667 5.000000 0.000000
5.000000 -5.000000 0.000000
5.000000 -1.666667 0.000000
5.000000 1.666667 0.000000
```

2.11 和 3.0 语法比较

```
5.000000 5.000000 0.000000
# 16 个顶点

cstype 贝塞尔曲线 3 3 冲浪
0.000000
1.000000 0.000000 1.000000 13 14 \ 15 16 9 10 11 12 5 6 7 8 1 2 3 4

参数 u 0.000000 1.000000 参数 v 0.000000
1.000000 结束

# 1 元素
```