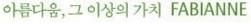




第一章 绪论

- ·什么是CAGD
- 发展简史
- 对于形状数学描述的要求
- 研究内容





一、什么是CAGD

• CAGD: Computer Aided Geometric Design的简称,即用计算机来表示、分析和综合任何几何外形信息,并用计算机来进行控制的学科,这里的几何外形储悬包基用来定义曲线(曲面)的点、切矢、法矢、特征多边形等。

Representation and Approximation of curves and surfaces

Computing with geometric objects

-Gerald Farin

CAGD与计算几何(Computational Geometric)不同

I have never been very enthusiastic about calling our field 'Computer Aided Geometric Design'. Ivor Faux and I once wrote a book called 'Computational Geometry', which I think was a better name, but that got hijacked by another bunch of people who are mostly much more remote from the real world than we are!

M. Pratt



FABLANNE

CAGD的数学方法目的

- (1) 建立几何外形的数学模型
- (2) 利用计算机对建立的模型进行显示、修改、控制、分析、综合等。





CAGD的流程

用较少的几何信息描述物体的外形

建立外形的数据模型

以数学模型为基础,用 计算机计算出外形数据的参数

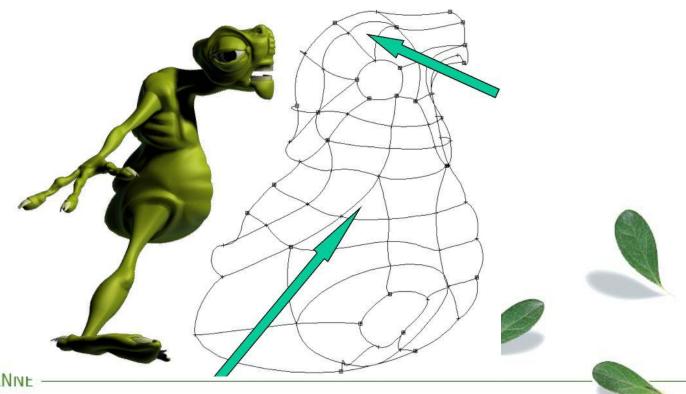
将这些数据和参数存储在数据库中 供调用





CAGD数学方法的特点

(1) 用尽可能少、且容易由用户提供的几何信息控制形状



아름다움, 그 이상의 가치 FABIANNE

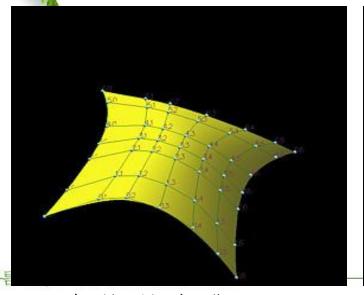
2017年8月24日2时46分

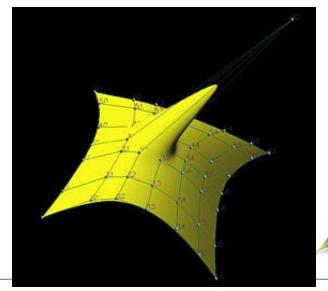


CAGD数学方法的特点

在仪器上显示

目前,成熟的CAGD数学方法,如Bezier、B样条、NURBS等都具有上述特点。







2017年8月24日2时46分



二、发展简史

• 背景: 20世纪六十年代, 计算机应用于产品的设计与制造领域, 飞机、汽车、船舶等工业的发展。

- 1974年被正式命名为Computer Aided Geometric Design,成为一门独立的学科
- 大发展: 20世纪七、八十年代至今



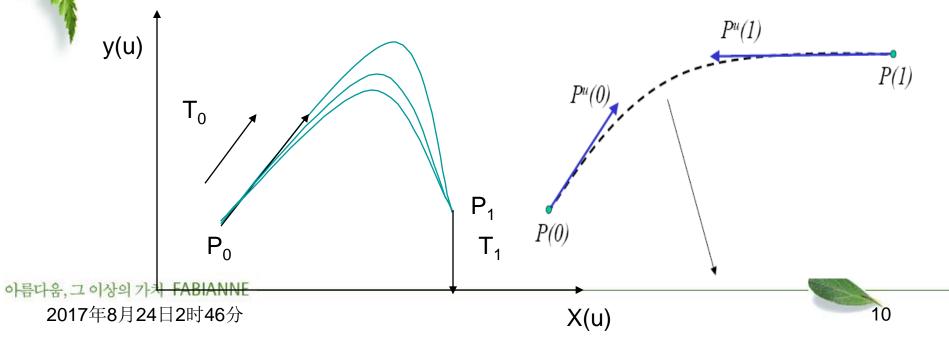
形状数学描述的发展主线:

1、Ferguson曲线

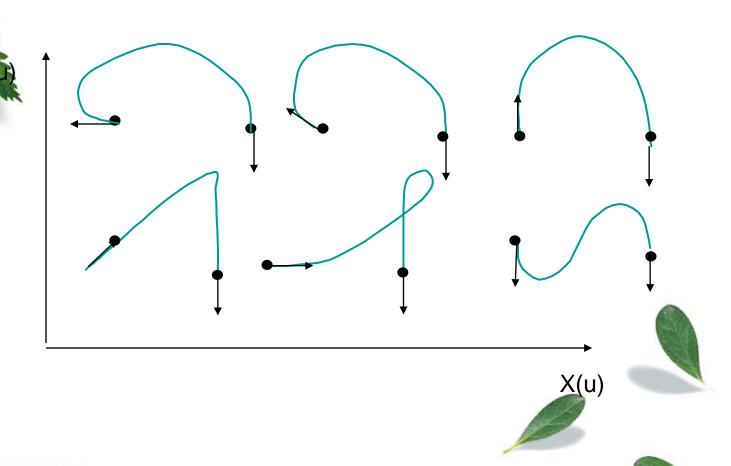
• 1963年弗格森(Ferguson)曲线

Ferguson 美国波音公司

·实质是幂基形式的三次Hermite插值







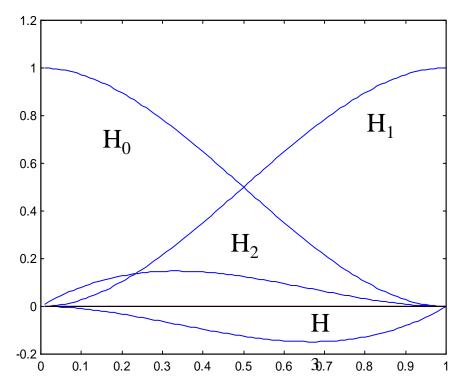
아름다움, 그 이상의 가치 FABIANNE

2017年8月24日2时46分





Hermite 基函数



	Ho	H1	H2	Нз
H(0)	1	0	0	0
H(1)	0	1	0	0
H'(0)	0	0	1	0
H'(1)	0	0	0	1



Ferguson曲线的优缺点

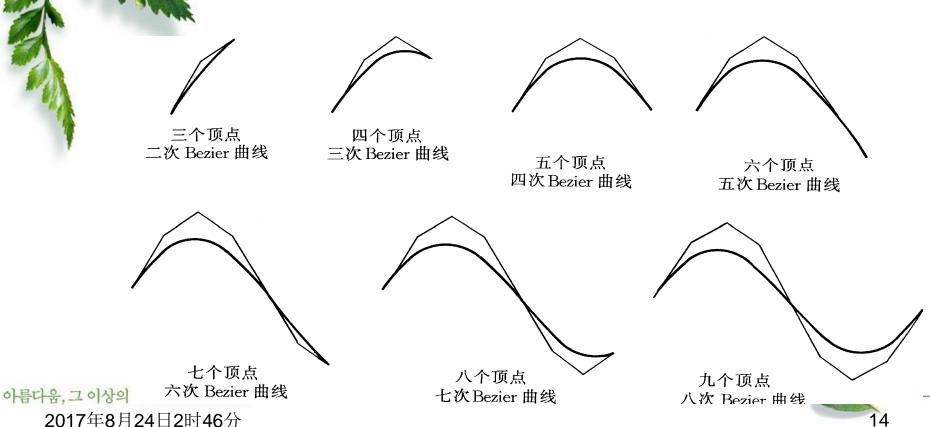
- 1)结构简单
- 2) 可以矩阵实现
- 缺点:1)端点切矢量用户不易给出
 - 2) 二阶及二阶以上的光滑拼接不易 实现
- 3)Ferguson曲面片在四个角点处式 于平坦,形状不易控制

2、Bezier曲线和曲面

1959 de Castljau (Citron Co.)

1962 Bezier (Renault Co.) UNISURF 造型系统,

1972年投入使用



Bezier 曲线

在空间给定n+1个控制顶点P_i(I=0,1,...,n), 称下列参数曲线为n次Bezier曲线。

 $(0 \le t \le 1)$

$$P(t) = \sum_{i=0}^{n} \mathbf{P}_{i} B_{i,n}(t)$$

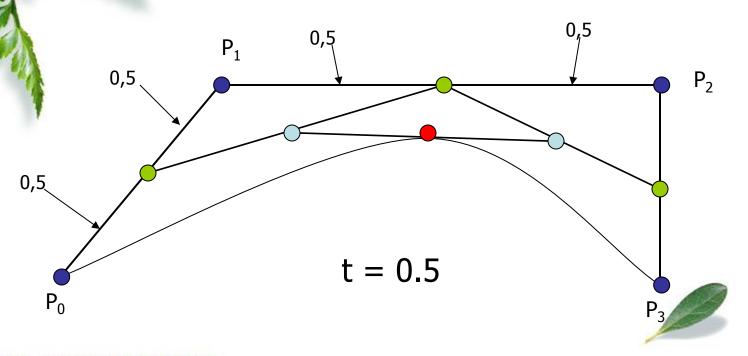
其中: Pi: 为各顶点的位置向量

B_{i,n}(t):为伯恩斯坦基函数

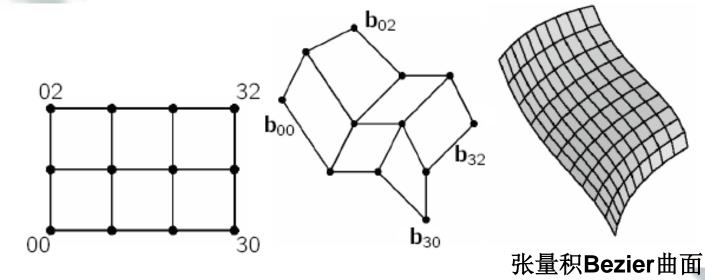


de Castljau算法 Bézier – construction

通过反复的线型插值生成曲线上的一点







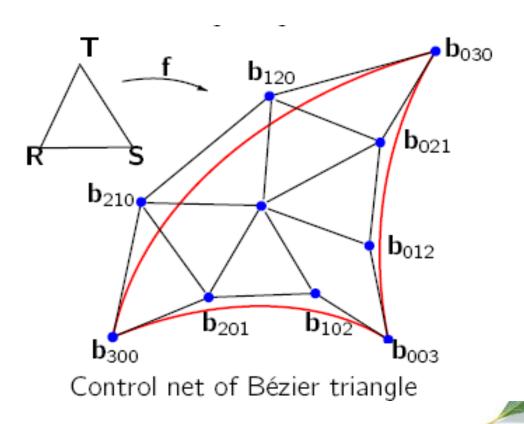
控制网格

参数域

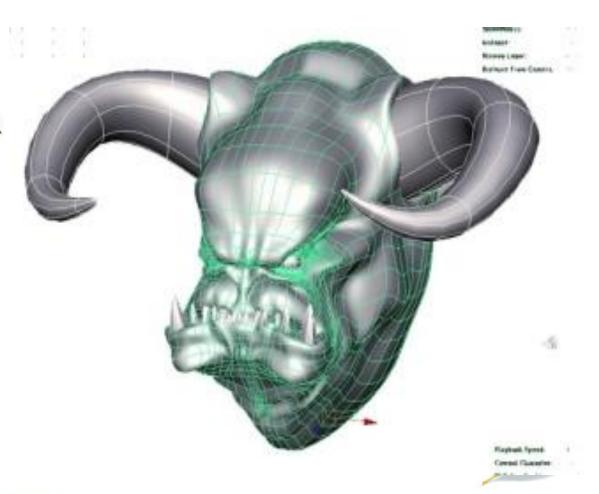




三角Bezier曲面片







Bezier造型方法的优缺点

实质: Bernstein多项式的参数形式 优点: 灵活、方便控制、仿射不变

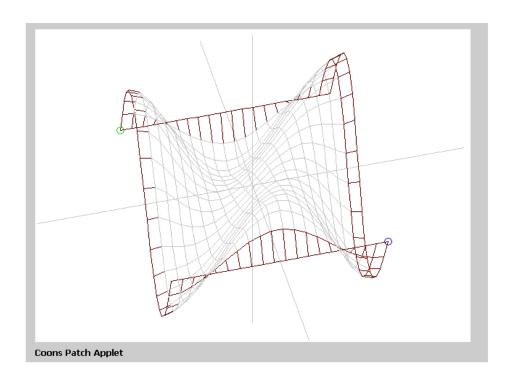
性、保凸等等

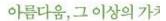
• 缺点:对大量数据进行插值运算较 复杂,缺乏局部修改性。不能精确 表示圆锥曲线曲面。



3、孔斯(Coons)曲面

1964 Coons (M.I.T.) 提出一种插值给定边界曲线等边界信息的曲面构造方法。







孔斯 (Coons) 曲面

• 实质: 利用了超限插值和布尔和的思想。

• 优点: 1) 给定边界, 自动生成曲面

• 2)逼近性能较好

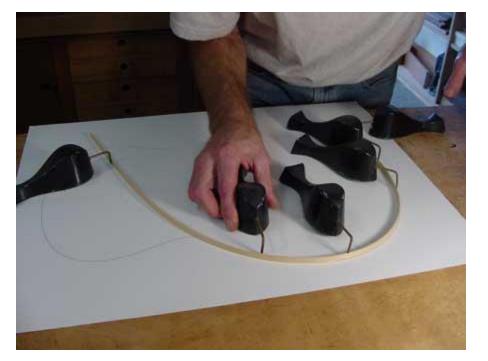
• 缺点: 1) 形状不易控制和修改

• 2)角点处较平坦

3) 高阶光滑拼接较困难



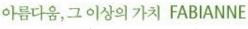
4、B样条曲线曲面



样 条 的 实 物 照 片

In computer graphics, the term refers to any composite curve formed with polynomial sections satisfying some specified continuity conditions at the boundary of the pieces.





B样条曲线

1972 deBoor

1974 Gordan/Riesenfeld

$$C(u) = \sum_{i=0}^{n} \mathbf{P}_{i} N_{i,k}(u)$$

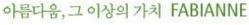
 P_i 为控制顶点 (control points)

n+1 是控制顶点个数(number of control points)

 $N_{i,k}(u)$ 为B-Spline基函数 (basis function, blending function)

u为参数值 (parameter)

k 为阶数 (order)





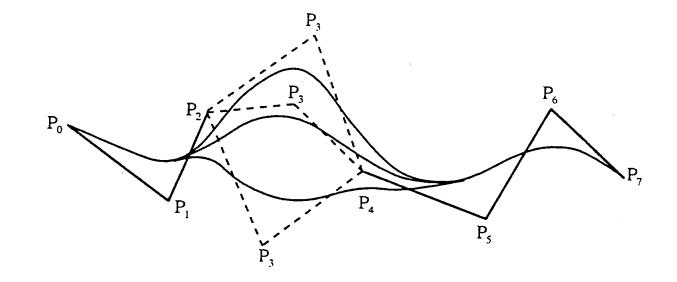


圖 4-4 控制點對曲線的局部影響



B样条曲面

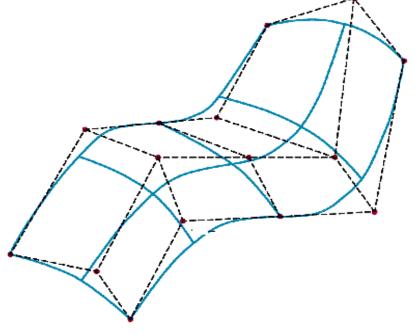


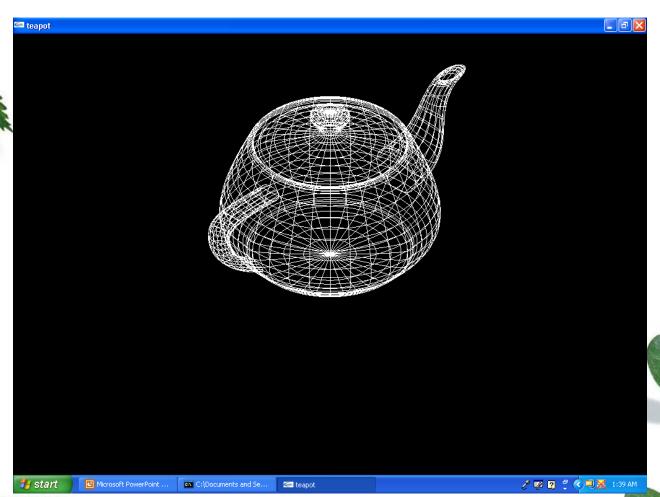
Figure 8-40



2017年8月24日2时46分



B样条方法造型实例



B样条造型方法的优缺点

- 优点: 次数低、计算量少、稳定
- 便于控制形状和进行局部修改,光滑性好。
- 缺点:与Bezier方法相比,插值 性差,不能精确表示圆锥曲线曲面。





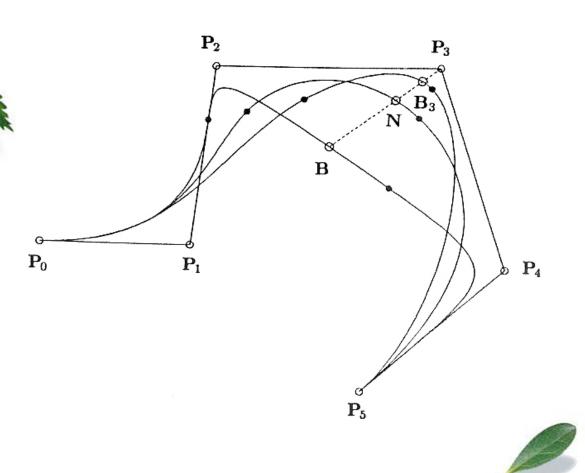
5、NURBS

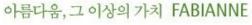
- Non-Uniform Rational B-Spline 的简称
- 1980s, Piegl/Tiller
- 优点:
 - 1)对标准的解析形状和自由曲线、曲面提供了统一的数学表示;
 - 2) 可通过控制顶点和权因子来灵活地改变形状;
 - 3)对插入节点、修改、分割、几何变换等的处理工具有利:
 - 4) 具有透视投影变换和仿射变换的不变性;
 - 5) 非有理B样条、有理及非有理Bezier曲线、曲面是NURBS的特例;

被ISO确定为定义几何形状的唯一数学方法。

缺点: 需要更大的存储空间

权因子对曲线形状的影响





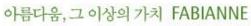
对于形状数学描述的要求

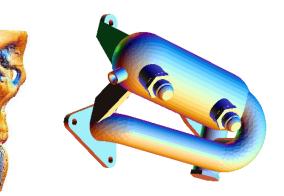
- · 惟一性: 与显式和隐式方程相比,参数式方程具有这样的特点
- 几何不变性: 在旋转和平移变换下形状不变。
- 易于定界
- 统一性: 能统一处理包括规则曲线(面)和自由曲线(面)在内的各种形状,便于建立统一的数据库,便于实现信息传递和产品数据交换
- 易于光滑连接
- 几何直观、易于被工程人员接受
- 具有丰富的表达能力和灵活的响应能力
- 易于实现对形状的控制: 1)整体
 - 2) 局部
 - 3)形状预估

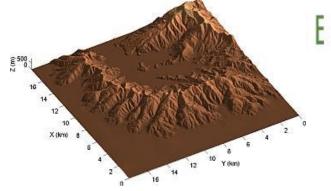
三、研究的问题

- 曲线曲面的表示方法、几何特性等
 - 2) 曲线曲面的连续性、奇异性分析和光滑拼接
 - 3) 离散数据的插值与逼近
 - 4) 曲面求交算法
- 5)等距线、等距面
- 6) 蒙皮和补洞
- 7) 光顺问题
- 8) 图形显示的快速算法
- 9) 动态图形的快速算法
- 10) 三维造型









medical engineering geogi

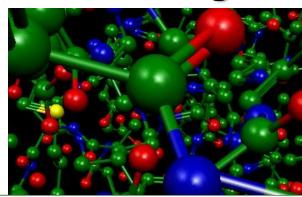
geographical

Games Applications

/Entertainment



bio-geometric modeling



digital museums



아름다움, 그 이상의 가치 FABIANNE 2017年8月24日2时46分



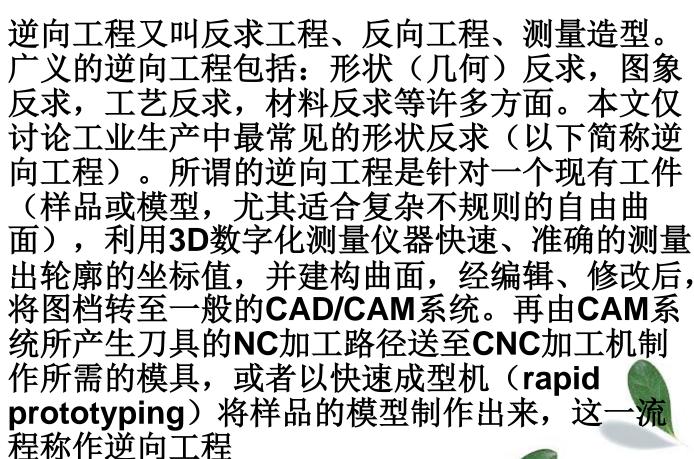
举例: 两个重要的研究领域

- 逆向工程
- 细分曲线和细分曲面









FABLANNE

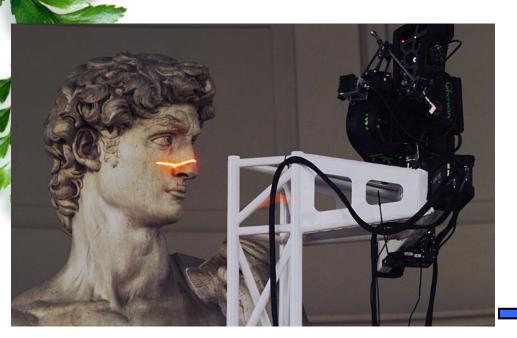


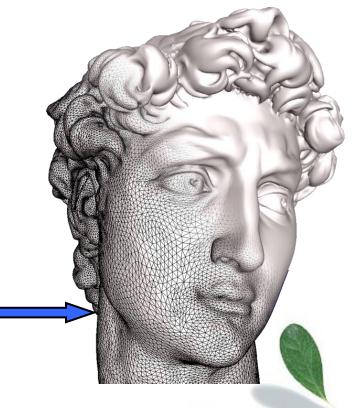
逆向工程的应用领域

- 基于产品模型的产品外形设计
- 对现有产品进行仿制或改进
- 磨损或损坏零件的修复
- 产品的检测
- 复杂模具的快速制造和翻新
- 在医学和考古、艺术品复制等领域的应用



逆向工程中的数据测量

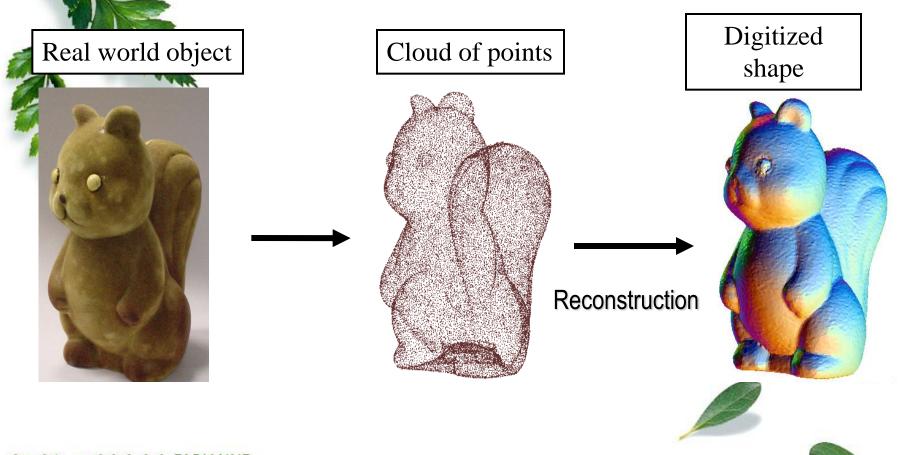




Digital Michelangelo Project (Stanford University)

3D shape

利用逆向工程技术建立产品的^{BIANNE} 几何模型



아름다움, 그 이상의 가치 FABIANNE 2017年8月24日2时46分

逆向工程技术在汽车工业中的应用







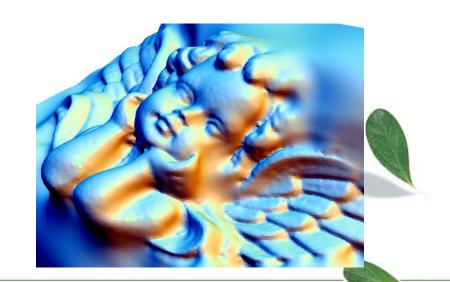
逆向工程技术在汽车工业中的应用

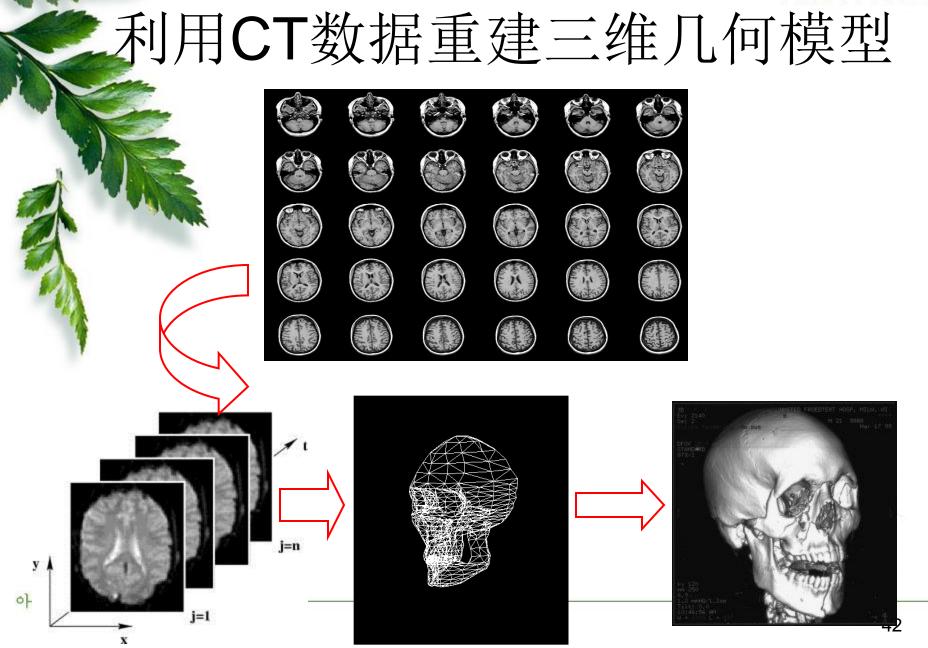








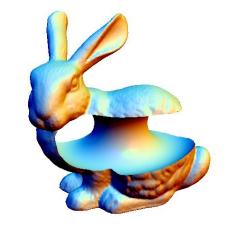










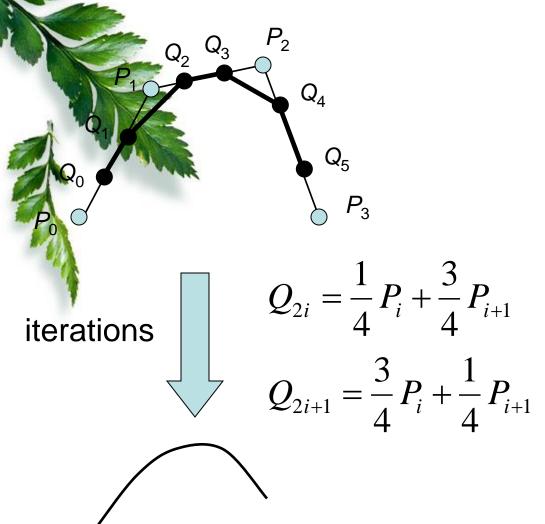


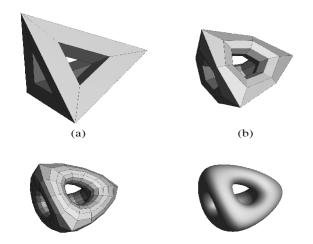






细分(subdivision)曲线曲面 EABIANNE







Geri's Game (1998)
Pixar Animation Studies

아름다움,그이상의가치 FABIANNE

2017年8月i如由金典报》 Surface

FABLANNE





Pixar's A Bug's Life first feature film to use subdivision surfaces. 아름다움,그이상의가치 FABIANNE Story used NURBS.)

- 能够十分方便的表示 复杂外形
- 计算速度快,能够快 速实现图形的渲染等 操作
- 便于动画实现



FABLANNE



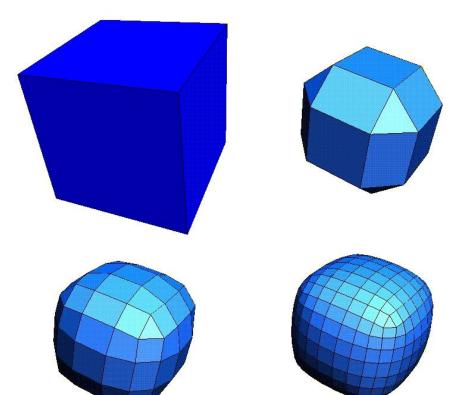
细分方法的一些缺点

- 精度和准确性
- 极限曲线曲面的连续性分析比较困难
- 计算特定点的参数比较困难





Doo一Sabin细分

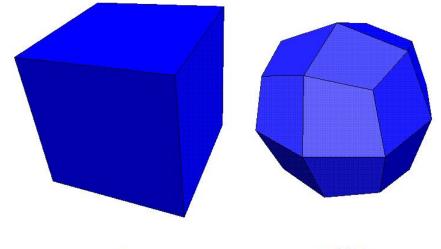


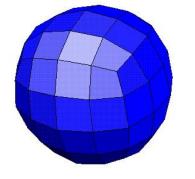


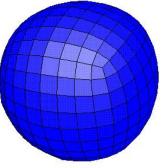
















多边形网格剖分

• 三角网格和四边形网格

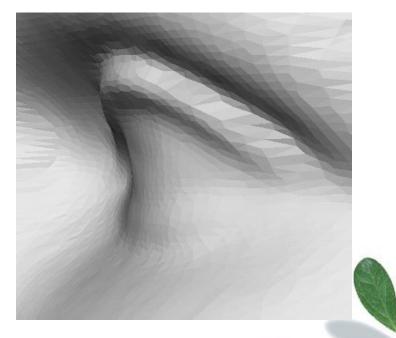






网格模型示例







FABLANNE



总结

计算机辅助几何设计是源于工程实际的一门边缘学科,它与函数逼近论、微分几何、计算函数学、计算机图形学、数据结构等学科紧密联系。



