

计算几何

朱春钢

Email: cgzhu@dlut.edu.cn

大连理工大学 数学科学学院 大黑楼A1116

2019年秋季

什么是计算几何？

计算几何、计算机图形学、计算机辅助几何设计间虽有一些共同点和联系，但计算几何偏向于从数学的角度来研究相关的几何问题。

什么是计算几何？

计算几何、计算机图形学、计算机辅助几何设计间虽有一些共同点和联系，但计算几何偏向于从数学的角度来研究相关的几何问题。

计算几何是上世纪90年代新兴的一门学科方向，它是与微分几何、代数几何、计算数学、逼近论以及计算机科学相互交叉的一门学科。

什么是计算几何？

计算几何、计算机图形学、计算机辅助几何设计间虽有一些共同点和联系，但计算几何偏向于从数学的角度来研究相关的几何问题。

计算几何是上世纪90年代新兴的一门学科方向，它是与微分几何、代数几何、计算数学、逼近论以及计算机科学相互交叉的一门学科。

本课程主要介绍计算几何的一些相关**数学理论(数值逼近)与计算机辅助几何设计(CAGD)基础(曲线曲面造型基础)**。

CAGD的定义

- **1971, Forrest**
 - ◇ 对几何外形信息的计算机表示、分析、综合

CAGD的定义

- **1971, Forrest**
 - ◇ 对几何外形信息的计算机表示、分析、综合
- **1974, Barnhill and Riesenfeld**
 - ◇ 第一届CAD会议
 - ◇ 在计算机环境下的曲线曲面的表示与逼近
 - ◇ CAD中的几何问题与数学描述

CAGD的特点

- 几何模型的表示、构造与处理

CAGD的特点

- 几何模型的表示、构造与处理
- 适合于计算机存储、计算、显示

CAGD的特点

- 几何模型的表示、构造与处理
- 适合于计算机存储、计算、显示
- 适合于人的理解、交互

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons**曲面

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons**曲面
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier**曲线

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons曲面**
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier曲线**
- 1972, **Forrest**指出Bézier曲线可由Bernstein基表示, 即**de Casteljau**所定义曲线

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons曲面**
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier曲线**
- 1972, **Forrest**指出Bézier曲线可由Bernstein基表示, 即**de Casteljau**所定义曲线
- 1972, 美国GM, de Boor, 发展了**B样条算法**

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons曲面**
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier曲线**
- 1972, **Forrest**指出Bézier曲线可由Bernstein基表示, 即**de Casteljau**所定义曲线
- 1972, 美国GM, de Boor, 发展了**B样条算法**
- 1974, 通用公司, Gordon, Riesenfeld, **B样条曲线曲面**

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons**曲面
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier曲线**
- 1972, **Forrest**指出Bézier曲线可由Bernstein基表示, 即**de Casteljau**所定义曲线
- 1972, 美国GM, de Boor, 发展了**B样条算法**
- 1974, 通用公司, Gordon, Riesenfeld, **B样条曲线曲面**
- 1975, Phd Thesis, Versprille, 有理**B样条**

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons**曲面
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier曲线**
- 1972, **Forrest**指出Bézier曲线可由Bernstein基表示, 即**de Casteljau**所定义曲线
- 1972, 美国GM, de Boor, 发展了**B样条算法**
- 1974, 通用公司, Gordon, Riesenfeld, **B样条曲线曲面**
- 1975, Phd Thesis, Versprille, 有理**B样条**
- 1980, Piegl, Tiller等, **NURBS**

CAGD的发展简史

- 1959, Citroën公司, **de Casteljau**, 由Bernstein多项式构造曲线, **未公开**
- 1963, Boeing公司, **Ferguson**, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, **Coons**曲面
- 1962-1972, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线, **Bézier曲线**
- 1972, **Forrest**指出Bézier曲线可由Bernstein基表示, 即**de Casteljau**所定义曲线
- 1972, 美国GM, de Boor, 发展了**B样条算法**
- 1974, 通用公司, Gordon, Riesenfeld, **B样条曲线曲面**
- 1975, Phd Thesis, Versprille, 有理**B样条**
- 1980, Piegl, Tiller等, **NURBS**
- 1980初, Farin, 三角**Bezier**曲面

CAGD的发展简史

■ 1978-2000, 细分曲线曲面

- ◇ 1974, Chaikin, 提出用割角法生成曲线, **Chaikin**算法
- ◇ 1978, **Doo-Sabin**细分曲面, **Catmull-Clark**细分曲面
- ◇ 1987, Loop, 将Box样条推广到任意三角网格的细分曲面, **Loop**细分曲面
- ◇ 1990, Dyn, Gregory, Levin, **Butterfly**插值细分曲面
- ◇ 2000, Kobbelt, $\sqrt{3}$ 细分格式

CAGD的发展简史

■ 1978-2000, 细分曲线曲面

- ◇ 1974, Chaikin, 提出用割角法生成曲线, **Chaikin**算法
- ◇ 1978, **Doo-Sabin**细分曲面, **Catmull-Clark**细分曲面
- ◇ 1987, Loop, 将Box样条推广到任意三角网格的细分曲面, **Loop**细分曲面
- ◇ 1990, Dyn, Gregory, Levin, **Butterfly**插值细分曲面
- ◇ 2000, Kobbelt, $\sqrt{3}$ 细分格式

■ 1990, Hoppe等, 曲面重建, 逆向工程

CAGD的发展简史

■ 1978-2000, 细分曲线曲面

- ◇ 1974, Chaikin, 提出用割角法生成曲线, **Chaikin**算法
- ◇ 1978, **Doo-Sabin**细分曲面, **Catmull-Clark**细分曲面
- ◇ 1987, Loop, 将Box样条推广到任意三角网格的细分曲面, **Loop**细分曲面
- ◇ 1990, Dyn, Gregory, Levin, **Butterfly**插值细分曲面
- ◇ 2000, Kobbelt, $\sqrt{3}$ 细分格式

■ 1990, Hoppe等, 曲面重建, 逆向工程

■ 2003, Sederberg等, **T-spline**

CAGD的发展简史

- 1978-2000, 细分曲线曲面
 - ◇ 1974, Chaikin, 提出用割角法生成曲线, **Chaikin**算法
 - ◇ 1978, **Doo-Sabin**细分曲面, **Catmull-Clark**细分曲面
 - ◇ 1987, Loop, 将Box样条推广到任意三角网格的细分曲面, **Loop**细分曲面
 - ◇ 1990, Dyn, Gregory, Levin, **Butterfly**插值细分曲面
 - ◇ 2000, Kobbelt, $\sqrt{3}$ 细分格式
- 1990, Hoppe等, 曲面重建, 逆向工程
- 2003, Sederberg等, **T-spline**
- 2005, Hughes等, **Isogeometric Analysis (IGA)**

CAGD的发展简史

■ 1978-2000, 细分曲线曲面

- ◇ 1974, Chaikin, 提出用割角法生成曲线, **Chaikin**算法
- ◇ 1978, **Doo-Sabin**细分曲面, **Catmull-Clark**细分曲面
- ◇ 1987, Loop, 将Box样条推广到任意三角网格的细分曲面, **Loop**细分曲面
- ◇ 1990, Dyn, Gregory, Levin, **Butterfly**插值细分曲面
- ◇ 2000, Kobbelt, $\sqrt{3}$ 细分格式

■ 1990, Hoppe等, 曲面重建, 逆向工程

■ 2003, Sederberg等, **T-spline**

■ 2005, Hughes等, **Isogeometric Analysis (IGA)**

■ ...

课程内容提要

- 一. 计算几何的数学基础
- 二. 曲线曲面的基本理论
- 三. **Bézier**曲线曲面
- 四. **B**样条曲线曲面
- 五. **NURBS**曲线曲面
- 六*. 细分方法
- 七*. 径向基函数

主要参考书籍

1. 王仁宏、李崇君、朱春钢，计算几何教程，北京：科学出版社，2008.
2. 朱春钢、李彩云，数值逼近与计算几何. 电子版手稿.
3. 王仁宏，数值逼近(第二版). 高等教育出版社. 2010.
4. 王仁宏、施锡泉、罗钟铨、苏志勋，多元样条函数及其应用，科学出版社，北京，1994.
5. 苏步青，刘鼎元，计算几何. 上海科学技术出版社. 1981.
6. 王国瑾，汪国昭，郑建民，计算机辅助几何设计，高等教育出版社/Springer. 2004.
7. 吴宗敏，散乱数据拟合的模型、方法和理论. 科学出版社，北京，2007.
8. M.P. do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice-Hall. 1976.
9. G. Farin, Curves and Surfaces for CAGD, A Practical Guide, Fifth Edition, Academic Press, New York, 2002.
10. L. Piegl and W. Tiller, The NURBS Book, Springer-Verlag, Berlin, 1997.

课程考核方式

- 1 平时成绩：3次编程作业.
- 2 期末考试：研究生-闭卷，本科生-大作业.
- 3 最终成绩=期末* 70%+平时* 30%.
- 4 公共邮箱：comput_geometry@163.com. 密码：
math2019.