

最优化理论与方法

讲课人：吕茂斌

模式识别与智能系统研究所

北京理工大学自动化学院

lumaobin@bit.edu.cn

教学目标

最优化理论与方法

培养拥护中国共产党领导，热爱社会主义祖国，具有社会责任感，为实现中华民族伟大复兴努力奋斗的合格接班人。

学完本课程，你应该能够

- **将工程中的各种实际问题抽象成具体的数学最优化问题**
- **选择合适的优化方法进行数值求解**

课程组织

- 第1章 引论
- 第2章 线性规划的性质
- 第3章 单纯形法
- 第4章 对偶问题及灵敏度分析
- 第5章 最优性条件
- 第6章 一维搜索
- 第7章 使用导数的最优化方法

参考书目

- 陈宝林.最优化理论与算法[M].北京：清华大学出版社,2005
- 袁亚湘.非线性优化计算方法[M].北京：科学出版社, 2008.
- Jorge Nocedal, Stephen J. Wright. Numerical Optimization (2nd Edition)[M]. New York : Springer, 2006.
- 博塞卡斯. 凸优化算法[M]. 北京：清华大学出版社, 2016.
- 福岛雅夫. 非线性最优化基础[M]. 北京：科学出版社, 2011.
- <http://www.seas.ucla.edu/~vandenbe/ee236b/ee236b.html>

课程要求与考核方式

- 平时考勤作业 30%
- 期末考试 70%

第一章 引言

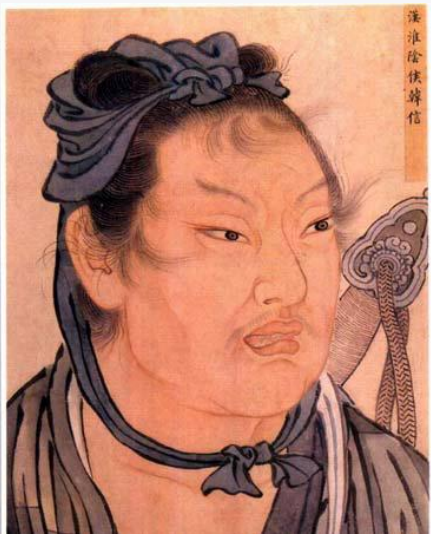
本章要点

- 1-1 引言
- 1-2 数学概念
- 1-3 凸分析

引言

引言

《史记 - 高祖本纪》：“夫运筹策帷幄之中，决胜于千里之外，吾不如**子房**。镇国家，抚百姓，给粮饷，不绝粮道，吾不如**萧何**。连百万之军，战必胜，攻必取，吾不如**韩信**。”



韩信



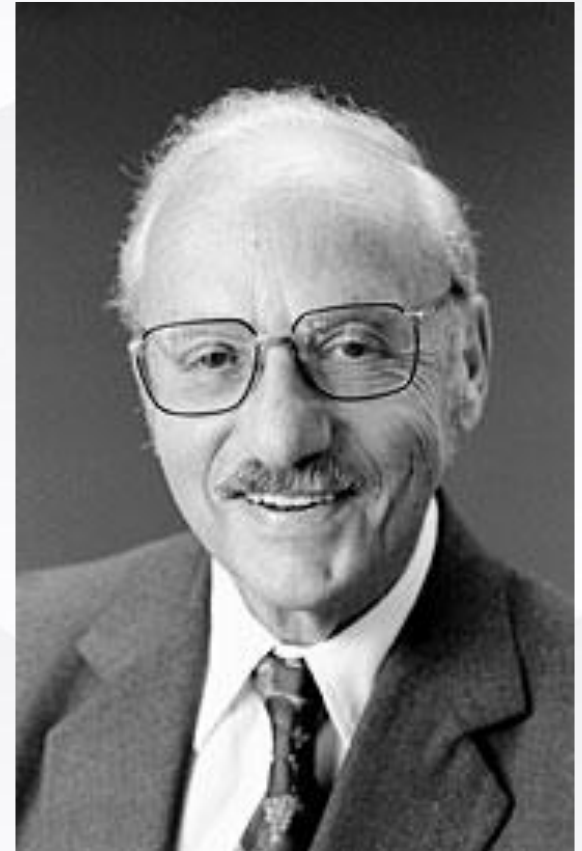
萧何



张良

引言

1947年在美国五角大楼工作，**Dantzig**常常被空军要求去解实际的计划问题：分配空军的人力、经费、飞机和其它资源。他给这些问题建立了线性规划模型 (Linear Programming)，并提出著名的单纯形法 (Simplex Method)。



George Bernard Dantzig
(1914 -2005)

引言



消费者购买商品来最大程度提高生活质量



工厂排产和投资降低成本



商品定价来最大化利润

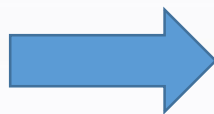
我们需要工具来分析这些优化问题！

本门课程的出发点

在机器学习、工科相关课上，你学会如何



问题/想法



$$\min f(x)$$

优化问题

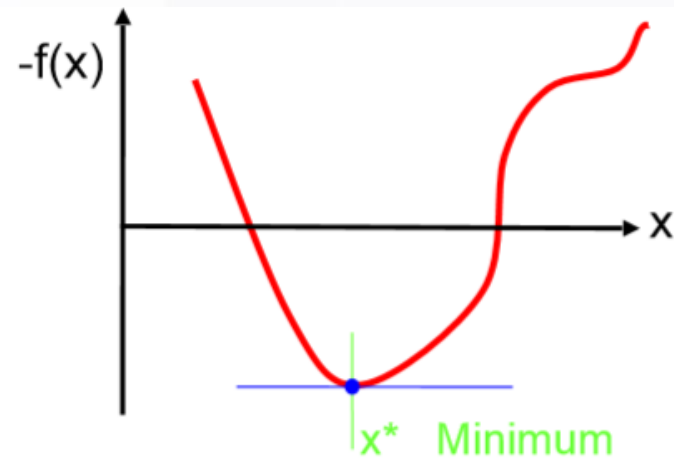
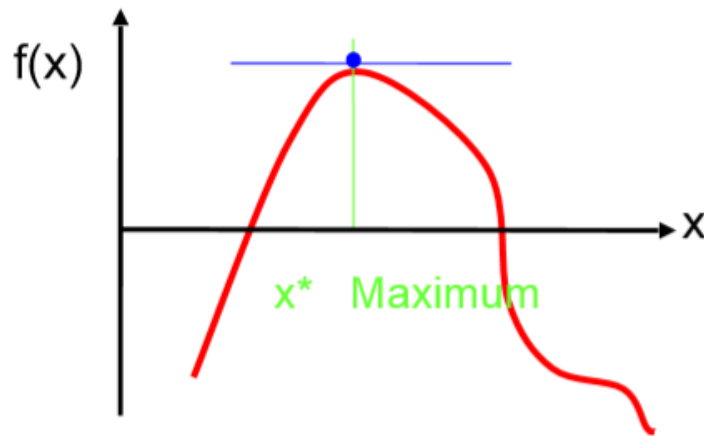
本门课侧重于学习优化算法以及如何选择优化算法。

最优化问题

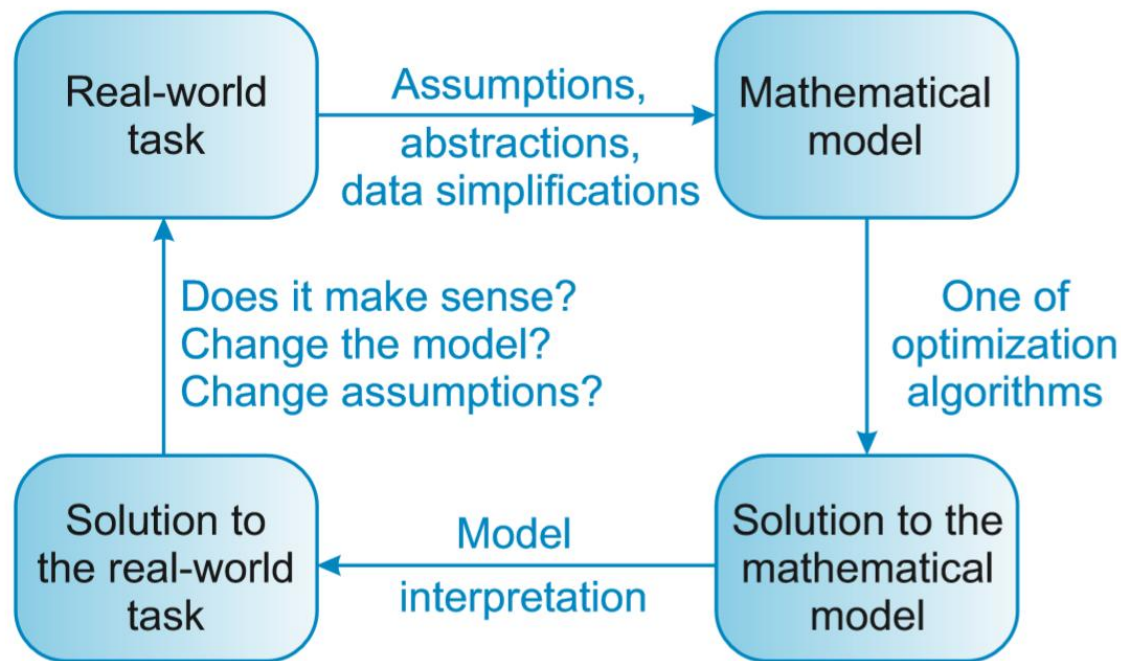
优化 (Optimization) : 寻找最好的解。

(牛津词典) The action of making the best or most effective use of a situation or resource.

数学描述 : 在变量 x 满足约束的情况下, 最大化或最小化一个的函数 $f(x)$.



最优化理论与应用



最优化

➤ 模型

➤ 理论

➤ 算法

优化问题的要素

基本问题: $\min f(x), \quad x \in \mathbf{R}^m$

满足: $g(x) \leq 0; h(x) \leq 0; x \in \Omega$

代价函数: $f(x)$, 想要最大化或最小化的指标

变量: x , 输入或者我们能控制的东西

约束: 变量需要满足的范围, 例如等式/不等式约束, 集合约束。。。

优化问题的分类

1 连续优化 vs 离散优化

变量类型

2 静态优化 vs 动态优化

优化参数—优化函数

3 无约束优化 vs 有约束优化

等式、不等式、线性、非线性、集合约束

4 确定性优化 vs 不确定性优化

原因：测量误差；未来的信息。

5 单目标优化 vs 多目标优化

大多数优化问题是单目标的；
有些问题是多目标

优化算法的分类

- 1 连续时间算法 vs 离散时间算法**
- 2 一阶算法 vs 高阶算法**
- 3 光滑算法（分割法） vs 非光滑算法（次梯度）**
- 4 基于梯度的算法 vs 0阶梯度（derivative free）的算法**
- 5 确定性算法 vs 随机算法**
- ...**