专业普及课《计算博弈原理与应用》

第一讲：课程概述

兴军亮
Junliang.Xing@ia.ac.cn

2020年9月17日

中国科学院大学
University of Chinese of Academy of Sciences
自动化研究所
CASIA
Institute of Automation

课程概述

- 课程简介
- 发展历史
- 内容体系
- 应用案例

计算博弈原理与应用20-21秋季

- 英文名称：Computational Game Theory and Applications
- 课程编号：081101M05010H
- 课程属性：专业普及课
- 学时学分：42学时，2学分
- 主讲教师：兴军亮、唐平中、李凯
- 课程助教：康永欣（kangyongxin2015@ia.ac.cn）
- 教学形式：课堂讲授和讨论
- 预备知识：高等数学，概率论、运筹学、程序设计、机器学习等

计算博弈原理与应用20-21秋季

- 课程微信群
  - 课程通知
  - 课题提问
  - 答疑讨论
  - 作业提交
  - 小组合作等

- 入群后请更改昵称为：

姓名-学号-专业方向

计算博弈20-21秋季课程群

该二维码7天内(9月20日前)有效，重新进入将更新

教学目标

- 这门课程面向的专业和学科

教学目标

- 主要讲授内容

历史和现状

概念和方法

算法和原理

应用和案例

教学目标

- 课程预期目标和要求

了解

- 博弈论的历史发展过程和未来发展方向
- 博弈理论方法在不用领域研究应用现状

熟悉

- 博弈的相关基本概念和均衡分析原理
- 人工智能专业智能博弈课程的研究框架
- 计算博弈求解问题的应用过程和典型案例

掌握

- 典型博弈问题的具体定义和特点
- 博弈分析和解决问题的主要思路
- 博弈计算的算法机制和实现方法

教学大纲和计划

- 课程每次讲座内容：1+1+4+4+2+1+1

计算博弈课程概述

计算博弈基础知识

完全信息静态博弈

完全信息动态博弈

不完全信息静态博弈

不完全信息动态博弈

算法博弈论概述

算法化机制设计

均衡的低效率性

均衡计算复杂度

围棋博弈AI设计

德扑博弈AI设计

课程设计展示讨论

课程期末课堂考试

考核方式

- 会影响课程最终成绩的因素
  - 出勤情况：出勤的同学会留下好印象
  - 课堂提问：每次第三节课将会以讨论为主
  - 平时作业：预计会布置4-6次作业
  - 课程设计：课程中期会有一次课程设计
  - 期末考试：期末会有一次考试

最终成绩 = 出勤情况 × 10% + 课堂提问 × 10% + 平时作业 × 40% + 课程设计 × 20% + 期末考试 × 20%

主要参考资料

- 课程相关的主要教材
  - Martin Osborne and Ariel Rubinstein. A Course in Game Theory. MIT Press. 1994.
  - 张维迎著，博弈论与信息经济学，格致出版社，2012年4月出版。
  - Tim Roughgarden. Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory. Cambridge University Express, 2016.
  - Y. Narahari, Game Theory and Mechanism Design, IISc Press and World Scientific, 2014.

主要参考资料

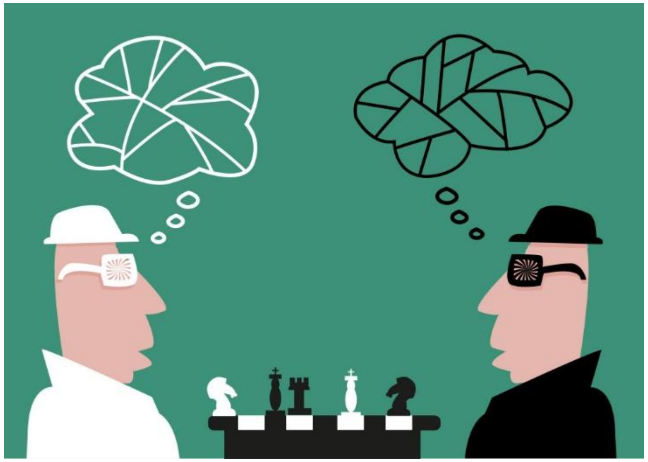
- 课程相关的研究论文
  - Volodymyr Mnih et al. Human-Level Control Through Deep Reinforcement Learning. Nature, vol. 518, no. 7540, pp. 529-533, 2015.
  - David Silver et al., Mastering the game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search. Nature, vol. 51, no. 7587, pp. 484-489, 2016.
  - David Silver et al., Mastering the game of Go without Human Knowledge. Nature, vol. 550, pp. 354-359, 2017.
  - David Silver et al., Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm. Science, vol. 362, pp. 1140-1144, 2018.
  - Matej Moravčík et al. DeepStack: Expert-Level Artificial Intelligence in Heads-Up No-Limit Poker. Science, vol. 356, pp. 508-513, 2017.
  - Noam Brown and Tuomas Sandholm. Superhuman AI for heads-up no-limit poker: Libratus Beats Top Professionals. Science, vol. 359, pp. 418-424, 2018.
  - Noam Brown and Tuomas Sandholm. Superhuman AI for Multiplayer Poker. Science, vol. 365, pp. 885-890, 2019.

主要参考资料

- 课程相关学习资料
  - Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction (2nd Ed.). MIT Press, 2018.
  - Yoshua Bengio, Ian J. Goodfellow, and Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press. 2017.
  - 周志华，机器学习，清华大学出版社, 2016年1月出版.
  - Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. 2006.
  - 耶鲁大学博弈论课程：https://oyc.yale.edu/economics/econ-159
  - 斯坦福算法博弈论课程：http://timroughgarden.org/f13/f13.html
  - 强化学习2020年夏令营： https://rlchina.org/

什么是博弈？

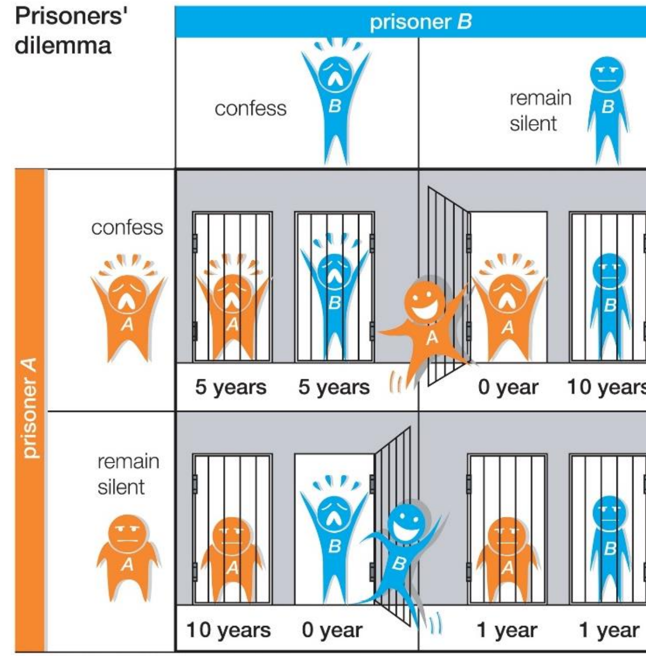
- 生活中，竞争与对抗无处不在
  - 比赛、竞赛、挑战赛、友谊赛等
  - 广告、销售、提薪、职位晋升等
  - 对抗、冷战、战争、世界大战等
  - 追女朋友、找工作、投资理财等



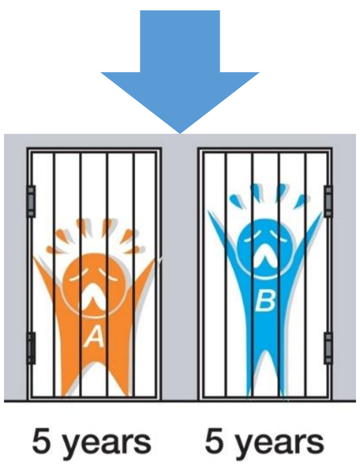
- 如何在对抗中获得成功？
  - 关键：如何策略性地选择行动
- 博弈论就是研究互动局势下人们的策略行为的学问
- 计算博弈：从计算视角研究博弈

从一个例子开始：囚徒困境

- 两个同谋罪犯被隔离关押
  - 互不揭发：每人要坐牢一年
  - 互相揭发：每人要判刑五年
  - 一人揭发：释放和判刑十年
- 最终的审讯结果会是什么？
  - 两个互相揭发对方，各判五年！
- 背后的原因是什么呢？



（5,5）	（0,10）
（10,0）	（1,1）

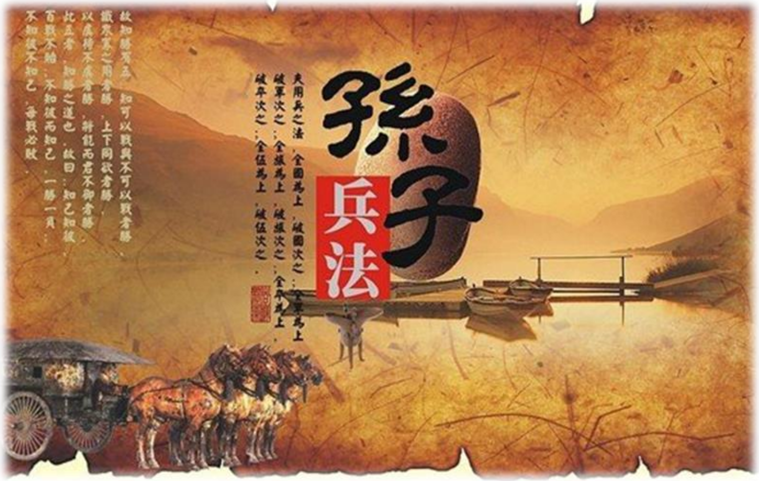


博弈的分类

- 根据参与人是否合作
  - 合作博弈
  - 非合作博弈
- 根据参与人的多少
  - 单人博弈
  - 两人博弈
  - 多人博弈
- 根据博弈结果
  - 零和博弈
  - 常和博弈
  - 变和博弈
- 根据行动的先后次序
  - 静态博弈
  - 动态博弈
  - 混合博弈
- 根据参与人对其他参与人的各种特征信息的获得差异
  - 完全信息博弈
  - 不完全信息博弈
- 根据博弈的次数
  - 单次博弈
  - 多次博弈
  - 重复博弈

萌芽与孕育

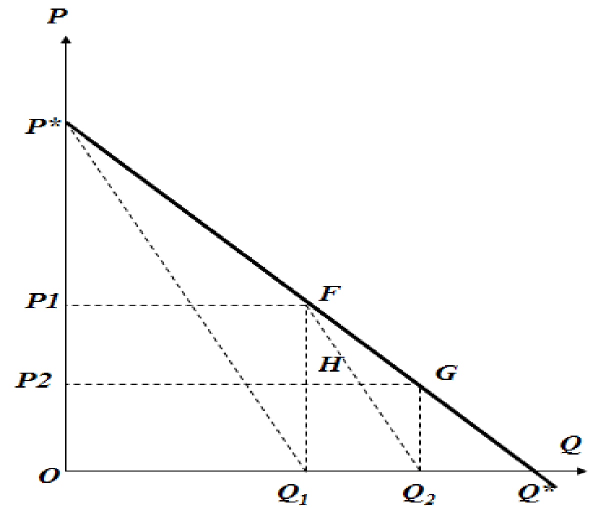
- 孙子兵法
  - 上兵伐谋，其次伐交
  - 其次伐兵，其下攻城
  - 攻城之法，为不得已
  - ……



- 田忌赛马
  - 以君之下驷与彼上驷
  - 取君上驷与彼中驷
  - 取君中驷与彼下驷

萌芽与孕育

- 1838年：库诺特（Cournot）寡头竞争模型
  - 两寡头（假定A和B）生产同质产品，生产成本为零，A、B共同面临的市场需求曲线是线性的，并且都为两厂商所了解，A、B两个厂商都认为对方对自己产量（决策）的变动没有反应。
  - 第一次：A生产Q/2, B生产Q/4
  - 第二次：A生产3Q/8, B生产5Q/16
  - ……
  - 最后：A生产Q/3，B生产Q/3
  - 推广：如果市场的寡头有m家，则每个寡头的均衡产量=市场总容量*1/(m+1)，那么行业的均衡总产量=市场总容量*m/(1+m)。



产生与发展：冯·诺依曼

- 冯·诺依曼（John Von Neumann）
  - 贡献一：证明了博弈论的基本定理
    - **1928年：极小极大定理**
    - **用于处理一类最基本的二人对策问题，证明了选择“最大损失”最小的一种为“最优”策略**
  - 贡献二：将博弈论引入到经济学中
    - **1944年:《博弈论与经济行为》**
    - **将二人博弈推广到n人博弈结构并将博弈论系统的应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。**

博弈论之父

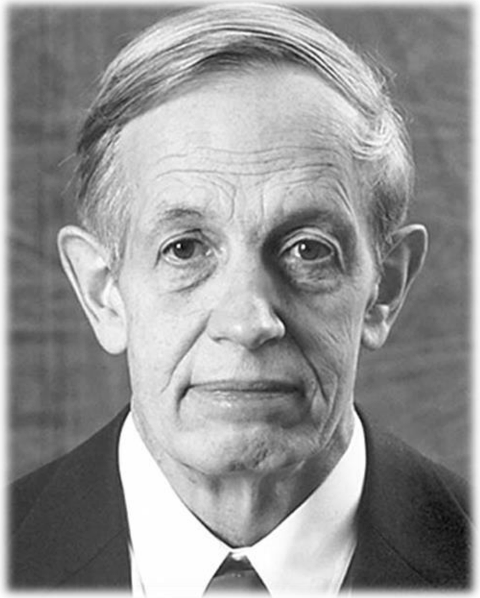
产生与发展：纳什

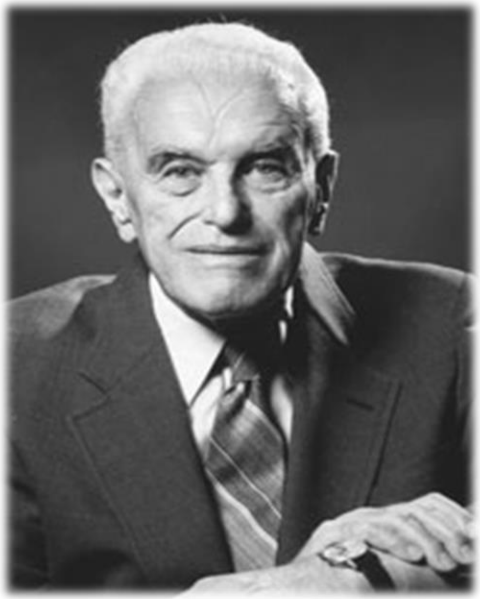
- 约翰·纳什（John Nash）
  - 1950年：《n人博弈中的均衡点》
  - 1951年：《非合作博弈》
- 纳什均衡：
  - 改变了经济学的体系结构
  - 扩展了经济学的研究范围
  - 加强了经济学研究的深度
  - 形成了经典博弈研究范式
  - 扩大了与其他学科的联系
  - 改变了经济学的语言和表达方法

博弈论奠基者

产生与发展：1994年诺贝尔经济学奖

- 纳什、泽尔腾（Selten）和海萨尼（Harsanyi）
  - **Prize motivation**：“for their pioneering analysis of equilibria in the theory of non-cooperative games”.
  - 获奖原因：在非合作博弈的均衡分析理论方面做出了开创性贡献，对博弈论和经济学产生了重大影响。





产生与发展：1994年诺贝尔经济学奖

- 三位获奖者对于非合作博弈的具体贡献

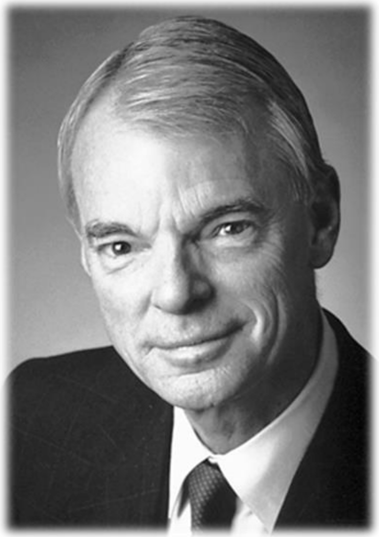
行动次序 / 信息	静态	动态
完全信息	完全信息静态博弈 纳什均衡 （纳什，1950,1951） 囚徒困境，周末约会	完全信息动态博弈 子博弈精练纳什均衡 （泽尔腾,1965） 田忌赛马，破釜沉舟，昭君出塞
不完全信息	不完全信息静态博弈 贝叶斯均衡 （海萨尼,1967-1968） 招标（暗标），空城计、相亲	不完全信息动态博弈 精炼贝叶斯均衡 （泽尔腾等,1975） 黔驴技穷，拍卖，龟兔赛跑

产生与发展：1996年诺贝尔经济学奖

- 维克里（Vickrey）和米尔利斯（Mirrlees）
  - **Prize motivation**："for their fundamental contributions to the economic theory of incentives under asymmetric information".
  - 获奖原因：在不对称信息的市场激励理论做出了基础性的贡献。

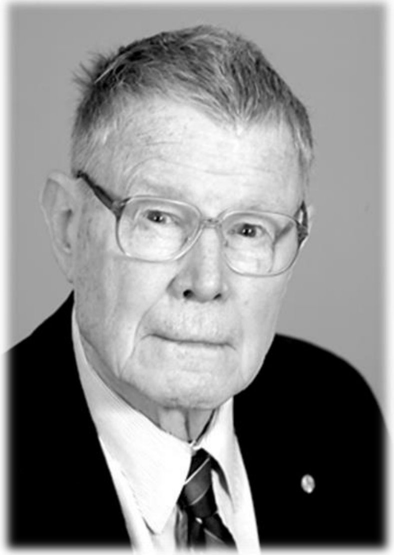
产生与发展：2001年诺贝尔经济学奖

- 阿克尔洛夫(Akerlof)、斯彭斯(Spence)和斯蒂格利茨(Stiglitz)
  - **Prize motivation**：“for their analyses of markets with asymmetric information”.
  - 获奖原因：在“对充满不对称信息市场进行分析”领域对博弈论和经济学产生了重大影响。


产生与发展：2005年诺贝尔经济学奖

- 奥曼（Aumann）和谢林（Schelling）
  - **Prize motivation：** “for having enhanced our understanding of conflict and cooperation through game-theory analysis”.
  - 获奖原因：通过博弈论分析加强了我们对冲突和合作的理解。



产生与发展：2007年诺贝尔经济学奖

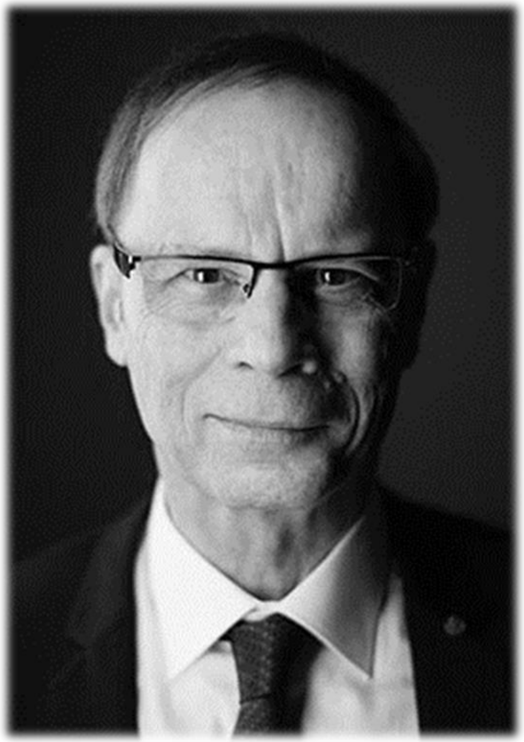
- 赫维茨（Hurwicz），马斯金（Maskin）和迈尔森（Myerson）
  - **Prize motivation：** “for having laid the foundations of mechanism design theory”.
  - 获奖原因：为机制设计计理论建立的基础。

产生与发展：2012年诺贝尔经济学奖

- 罗斯（Roth）和沙普利（Shapley）
  - **Prize motivation**：“for the theory of stable allocations and the practice of market design”.
  - 获奖原因：在稳定合作理论和市场设计实践方面的贡献。

产生与发展：2014年诺贝尔经济学奖

- 让·梯若尔（Jean Tirole）
  - **Prize motivation**："for his analysis of market power and regulation".
  - 获奖原因：对市场力量和管制的研究。



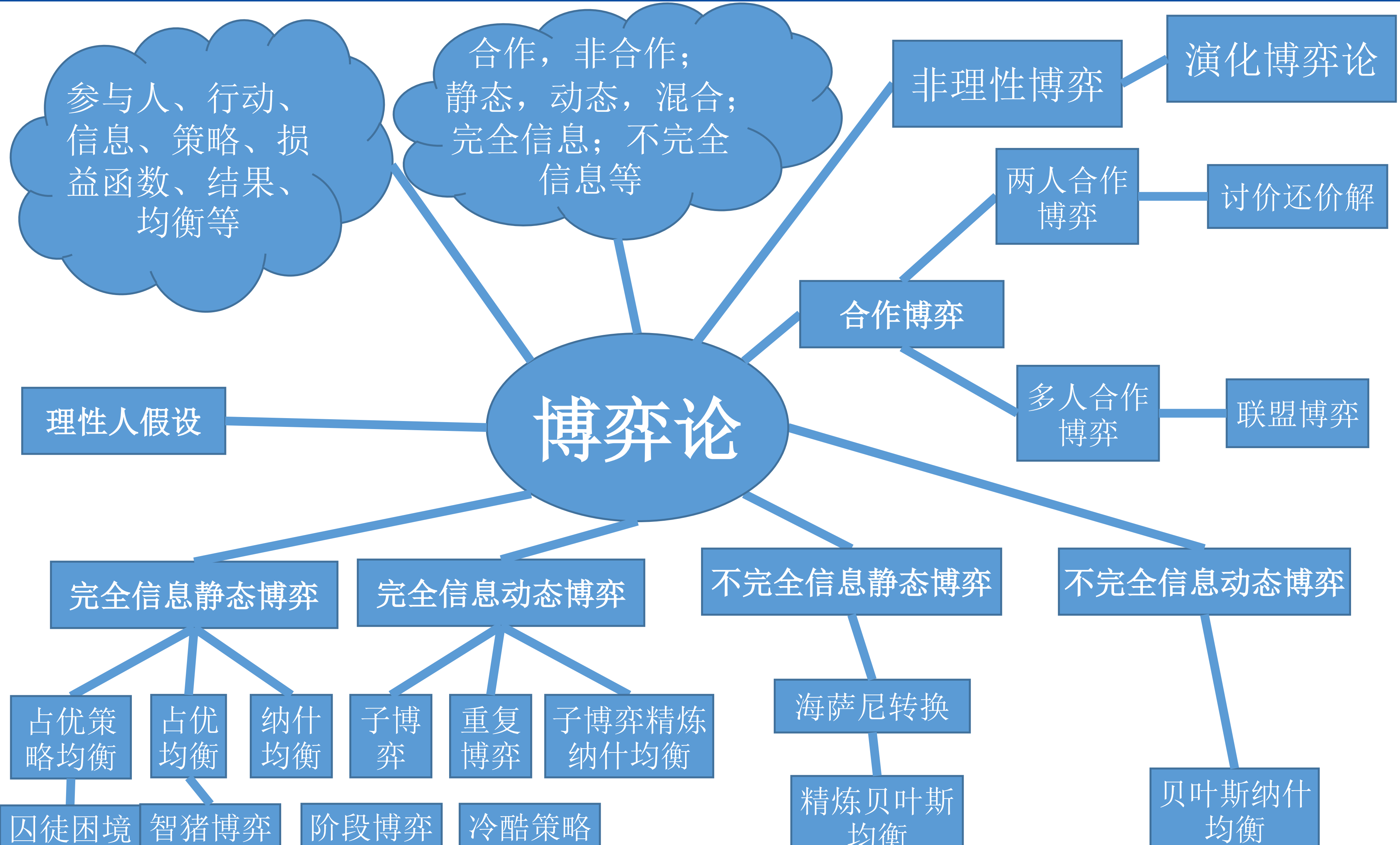
产生与发展：2016年诺贝尔经济学奖

- 哈特（Hart）和霍尔姆斯特伦（Holmström）
  - **Prize motivation**："for their contributions to contract theory".
  - 获奖原因：在契约理论方面的贡献。

产生与发展

- 为什么博弈论在经济学产生如此重大作用？
  - 博弈论在经济学中的应用最广泛、最成功；博弈论的许多成果也是借助经济学的例子来发展的，特别是在应用领域；
  - 经济学家对博弈论的贡献非常突出，特别是在动态分析和不完全信息引入到博弈论之后，例如克瑞普斯和威尔逊都是经济学家；
  - 最带根本性意义的原因是经济学和博弈论的研究模式是一样的，这就是强调个人理性，也就是在给定约束条件下追求效果最大化。

博弈论的内容体系


参与人、行动、信息、策略、损益函数、结果、均衡等
合作，非合作；静态，动态，混合；完全信息；不完全信息等
非理性博弈
演化博弈论
两人合作博弈
讨价还价解
合作博弈
多人合作博弈
联盟博弈
理性人假设
博弈论
完全信息静态博弈
完全信息动态博弈
不完全信息静态博弈
不完全信息动态博弈
占优策略均衡
占优均衡
纳什均衡
子博弈
重复博弈
子博弈精炼纳什均衡
海萨尼转换
精炼贝叶斯均衡
贝叶斯纳什均衡
囚徒困境
智猪博弈
阶段博弈
冷酷策略

博弈论的基本假设

- 博弈论的三个基本假设
  - 参与的局中人都是**理性的**（rational）
    - 自己为自己的行为负责，前后一致、至始至终遵循自己的决策，考虑对方的决策，考虑不确定性等。
  - 参与的局中人都是**聪明的**（intelligent）
    - 博弈中能够洞悉一切，对博弈的变化永久记忆，永不遗忘；
    - 对整个博弈局势了如指掌，并作出完整的判断；
    - 双方都知道关于博弈的相关信息。
  - 参与的局中人都是**经济的**（economical）
    - 每个参与的局中人都是追求博弈过程中的个人效用最大化，效用通常使用效用函数来表示。
- 为什么需要理性人假设？

博弈论中的常见术语

- **参与人**（players）：理性选择主体，$i = 1, \ldots, n$
- **特殊参与人**（nature）：虚拟参与人（运气等）
- **行动**（action）：选择变量，a_i代表参与人i的某一行动选择，A_i代表相应的选择空间
- **损益**（payoff）：参与人的得与失
- **信息**（information）：参与人有关博弈的知识
- **策略**（strategy）：参与人的行动规则（计划），s_i代表参与人i的某一策略，S_i代表相应的策略空间

博弈论中的常见术语

- 博弈论（game theory）：研究给定博弈中，各参与人会作出怎样的理性选择。当局者迷、旁观者清。研究博弈论的目标是要做到当局者清，旁观者更清。
- 博弈的规则（rules of the game）：参与人＋行动＋结局。规则是一种人为的限制，对资格（行为主体）的限制，对行动空间（选择空间）的限制，并建立行动与结局（损益）之间的联系。

博弈论中的常见术语

- **结局**（outcome）：某种行动、策略和损益的组合
- **均衡**（equilibrium）：行为主体间相互作用的一种结局，在该结局中，参与人无法通过改变选择增加收益（效用）。又称“僵局”。此乃局外人所关心的。
- **博弈**（game）：参与人的集合+策略空间的集合+损益函数的集合，作为动词的博弈是指参与人i在给定的博弈中选择策略及行动。

博弈模型的基本要素

- 描述一个博弈模型，至少需要以下三个要素：
  - **局中人或者参与人**：是博弈中的行为主体，可能是自然人，也可能是企业、团体、特定群体，甚至可以是虚拟的参与人、无形的自然。有时候为了分析方便，参与人每个可能信息状态都可以看到代理人。
  - **策略空间**：参与人i可选择的行动策略集合记为S_i，则每一个选择的策略$s_i \in S_i$，$\mathbf{s} = (s_i, \dots, s_n)$称为n个参与人的策略组合（strategy profile），所有参与人的策略及S组合就构成了博弈的策略空间$\mathbf{S} = \underset{1 \le i \le n}{\times} S_i$。
  - **损益函数**：或者称为收益函数、支付函数等，是博弈的局中人最关心的。

博弈问题的构成

- 此外，博弈模型还涉及到信息、效用等多种信息，包含更多信息的博弈模型G可以使用如下元组表示：

$$G=\{P, A, S, I, U, O, E\}$$

  - P：Player，参与人，选手
  - A：Action，动作
  - S：Strategies，策略
  - I：Information，信息
  - U：Utility（pay off），效用，支付
  - O：Outcome，结果
  - E：Equilibrium，均衡

博弈问题研究的关键

- 获取博弈最终的稳定状态
- 均衡：是所有参与人的最优策略的组合。
- 所谓博弈均衡，它是一种稳定的博弈结果。
- 纳什均衡（Nash Equilibrium）：在一个策略组合中，所有的参与者面临这样的一种情况：当其他人不改变策略时，他此时的策略是最好的。

比如，在二人博弈中：

给定你的策略，我的策略是最好的策略；

给定我的策略，你的策略也是最好的策略。

博弈问题分类举例分析

- **按照参与人是否合作：**
  - 非合作博弈：博弈的每个个体参与者都独立地以自己的个人理性一直进行决策，最优化个人的效益。
  - 合作博弈：博弈的一些参与者以同盟、合作的方式进行的博弈，博弈活动就是不同集团之间的对抗。
- **举例：**
  - 非合作博弈：囚徒困境、棋牌游戏、体育竞技、市场经济、战争等。
  - 合作博弈：串谋的囚徒、多人棋牌、团体比赛、踢假球、计划经济、供应链管理、欧佩克、WTO、成本分摊、风险决策、公司治理等。

博弈问题分类举例分析

- 按照行动的先后次序
  - 静态博弈：是指博弈过程中参与人行动时预先不知晓其他参与人行动的博弈。
  - 动态博弈：是指参与人行动有先后顺序，且后行动者能够知晓先行动者所选择行动的博弈。
- 举例
  - 静态博弈：囚徒困境、石头剪刀布等
  - 动态博弈：象棋围棋、商品拍卖、军备竞赛等

博弈问题分类举例分析

- 根据参与人的多少
  - 单人博弈：个人在面临多个可选策略时的思考过程，“跟自己玩并后果自负”；
  - 双人博弈：博弈的参与者包含两个不同个体；
  - 多人博弈：博弈的参与者包含多个不同个体；
- 举例
  - 单人博弈：是否选修博弈论课，是否退选博弈论课，是否找女朋友，AlphaZero模型自我博弈等
  - 双人博弈：囚徒困境、围棋、象棋等
  - 多人博弈：王者荣耀5V5等

博弈问题分类举例分析

- 根据博弈的次数
  - 单次博弈：博弈的过程只进行一次
  - 有限多次博弈：博弈的过程包含多次，是一类特殊的扩展形式博弈
  - 无限重复博弈：博弈的过程重复多次，每个参与者会考虑自己当期的行为对其他参与者未来行为的影响
- 大家举例

博弈问题分类举例分析

- 按照参与人之间状态信息的知晓程度
  - 完全信息博弈：博弈的所有参与者都对博弈各方的各种情况下的收益完全知晓；
  - 不完全信息博弈：博弈的参与者对博弈各方的各种情况下的收益不完全知晓；
  - 完美信息博弈：博弈的所有参与者都完全知晓他行动前的博弈过程和历史；
  - 不完美信息博弈：不是所有的博弈参与者都完全知晓他行动前的博弈过程和历史；
- 大家举例

博弈问题分类举例分析

- 根据博弈的结果分类
  - 零和博弈：指参与博弈的各方，在严格竞争下，一方的收益必然意味着另一方的损失，博弈各方的收益和损失相加总和永远为“零”，双方不存在合作的可能。
  - 负和博弈：指双方竞争结果造成博弈结果总和为负数。它既包括一种两败俱伤的情况，这种情况下结果双方都有不同程度的损失；他也包括另一种“胜者”取得的利益小于“败者”承受的损失的博弈。
  - 正和博弈：指博弈双方的利益都有所增加，或者至少是一方的利益增加，而另一方的利益不受损害，因而整个社会的利益有所增加，对应合作博弈。
- 大家举例

博弈问题的表示

- 两种不同的表示形式

策略型博弈（strategic-form game）表示

展开型博弈（extensive-form game）表示

策略型博弈表示

- 策略型博弈表示是概念上最简单的博弈表示形式，也称为标准式表示，主要用于静态博弈表示。这种表示需要同时给出：
  - 博弈的参与人集合：$i \in \Gamma, \Gamma = (1,2,\ldots,n)$;
  - 每个参与人的策略空间：$S_i, i = 1,2,\ldots,n$;
  - 每个参与人的支付函数：$u_i(s_1,\ldots,s_i,\ldots,s_n), i = 1,2,\ldots,n$;
- 策略型博弈表示举例

囚徒博弈的策略型表示

囚徒A \ 囚徒B	坦白	抵赖
坦白	-5, -5	0, -10
抵赖	-10, 0	-1, -1

展开型博弈表示

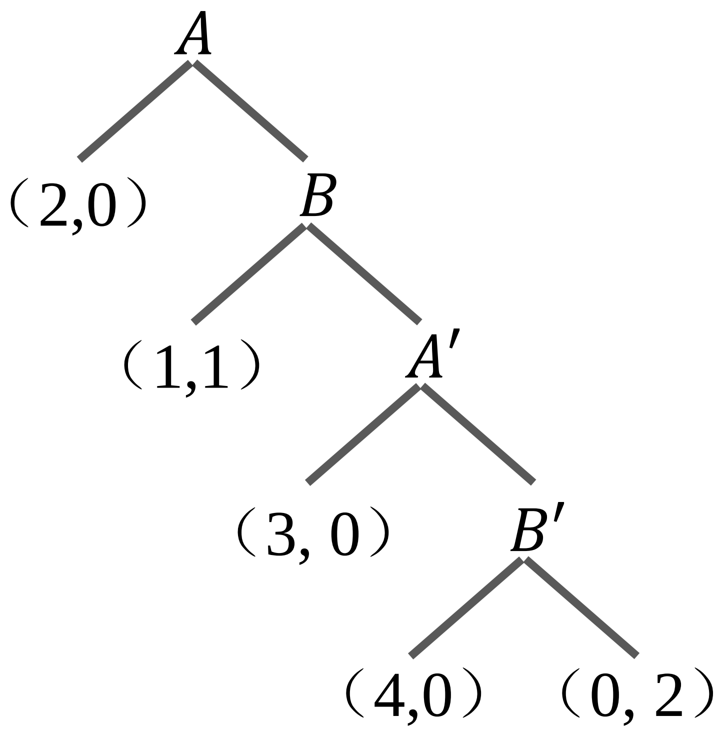
- 展开型博弈表示主要用于研究和分析多阶段的动态博弈，需要包括如下信息：
  - 参与人集合：$i \in \Gamma, \Gamma = (1,2,\ldots,n)$，用$N$表示自然
  - 参与人的行动顺序：谁在什么时候行动
  - 参与人的行动空间：每次行动时，有什么选择
  - 信息集合：每次行动结束，参与人知道些什么
  - 效益函数：每次行动时，参与人知道将得到什么
  - 外生事件（即自然选择）的概率分布

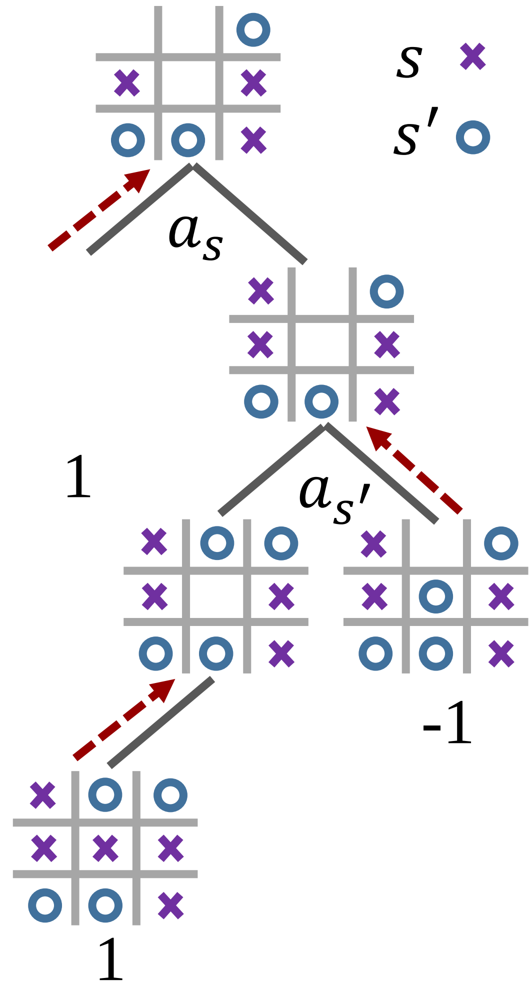
展开型博弈表示

- 博弈树定义：树中每一对结点有且仅由一个树支与其相连，树的根是博弈的起始结点。
  - 结点：$x \in X \doteq \{x\}$，关系符号$\prec$表示结点的先后顺序关系。具体包括机会结点、决策结点和终结点；
  - 路径：结点x之前的全部结点集合称为x的前列集，又称为x的路径，记为$P(x)$;
  - 后续结点：结点x之后的所有节点的集合称为x的后续节点集，记为$T(x)$;
  - 跟随：当结点y位于结点x的路径上，即$y \in P(x)$，则称x跟随y;
  - 树枝：结点x到其直接跟随结点y的连线，树枝代表一个可供参与人选择的行动策略或者时间；
  - 信息集：博弈决策集合的一个子集。

展开型博弈表示

- 博弈树表示举例





一个两阶段博弈的博弈树　　一种叉叉圈游戏的博弈树

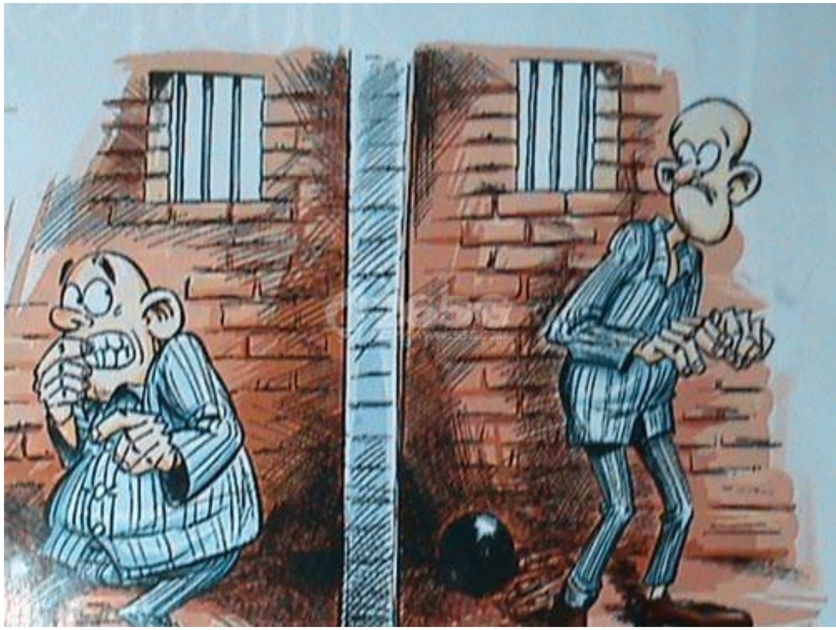
博弈论的主要应用领域

- 数学：博弈论源于数学，开始属于运筹学的一个分支
- 军事：博弈的思想在军事斗争中无处不在
- 政治：国际国内政治斗争中同样存在各种博弈
- 经济：博弈论已经成为现代经济学研究的主流
- 计算机：算法博弈论是计算机中研究点一个分支
- 人工智能：目前是AI领域新一轮研究热潮
- 其他领域：管理、物流、营销、招聘、运营、生活各方面

案例分析：囚徒困境

- 两个同谋罪犯被隔离关押
  - 互不揭发：每人要坐牢一年
  - 互相揭发：每人要判刑五年
  - 一人揭发：释放和判刑十年
- 结论和启示
  - 均衡点：两人各判五年
  - 如何打破囚徒困境?
- 多次囚徒困境
- 重复囚徒困境

囚徒B / 囚徒A	招供	拒绝
招供	5, 5	10,0
拒绝	0, 10	1, 1



案例分析：智猪博弈

- 猪圈里有一大一小两头猪抢猪食的故事
  - 猪圈很长，一头有一踏板
  - 另一头是食物出口和食槽
  - 踩一次踏板可出10份食物
  - 从一头跑过去消耗2份食物
  - 大猪小猪同时吃：（7，3）
  - 大猪先小猪后吃：（9，1）
  - 小猪先大猪后吃：（6，4）

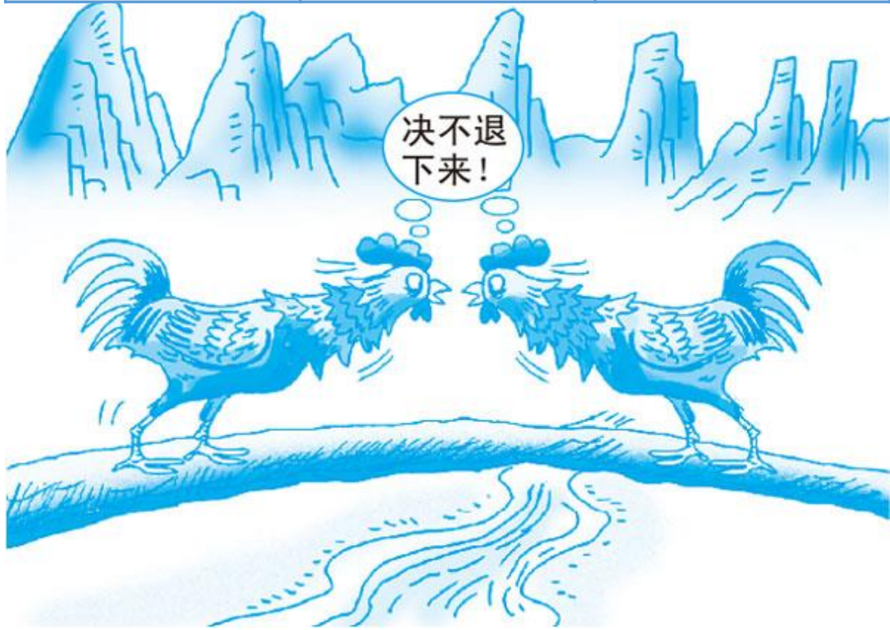
大猪 \ 小猪	行动	不动
行动	5, 1	4, 4
不动	9, -1	0, 0

- 思考和启示
  - 均衡点是什么?
  - 生活中有哪些相似的例子?

案例分析：斗鸡博弈

- 两只公鸡桥上相遇后选择进攻和后退的故事
  - 同时进攻各损失-3
  - 同时后退各损失-1
  - A进攻B后退（2,-1）
  - A后退B进攻（-1,2）

鸡A \ 鸡B	进攻	后退
进攻	-3, -3	2, -1
后退	-1, 2	-1, -1



- 思考和启示
  - 均衡点是什么?
  - 怎么达到均衡点?
  - 生活中有哪些相似的例子?

案例分析：集资修路

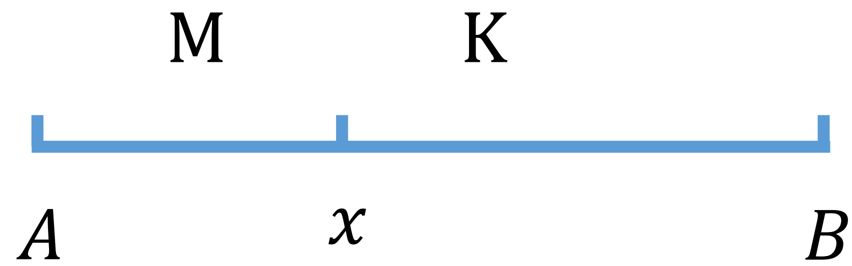
- 某个偏远村庄要集资修路，每个村民自愿出资，集资修路之后大家都受益
  - 效益函数无法准确确定
  - 效益函数先以右图为例

村民A \ 村民B	出资	不出资
出资	3, 3	2, 4
不出资	4, 2	1, 1

- 思考与启示
  - 均衡点是什么？
  - 如何保证把路修了？
  - 生活中有哪些相似的例子？

案例分析：门店选址

- 为什么经常看到麦当劳附近就有肯德基？
  - 假设A和B两点间人流量均匀分布，麦当劳先选择M点会选在哪里?
  - 肯德基再选点会选择那里?



- 思考和启示
  - 均衡点会选在哪里?
  - 生活中有哪些类似的例子?

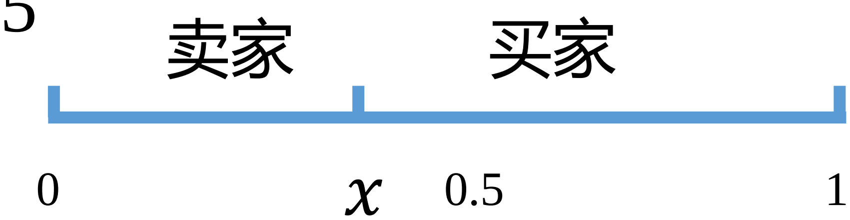
案例分析：市场进入阻挠

- 一个企业欲进入已有垄断者的市场
  - 欲进入者有两个策略
    - 进入
    - 不进入
  - 垄断者有两个策略
    - 默许
    - 斗争
- 思考与启示
  - 均衡点是什么?
  - 生活中有哪些相似的例子?

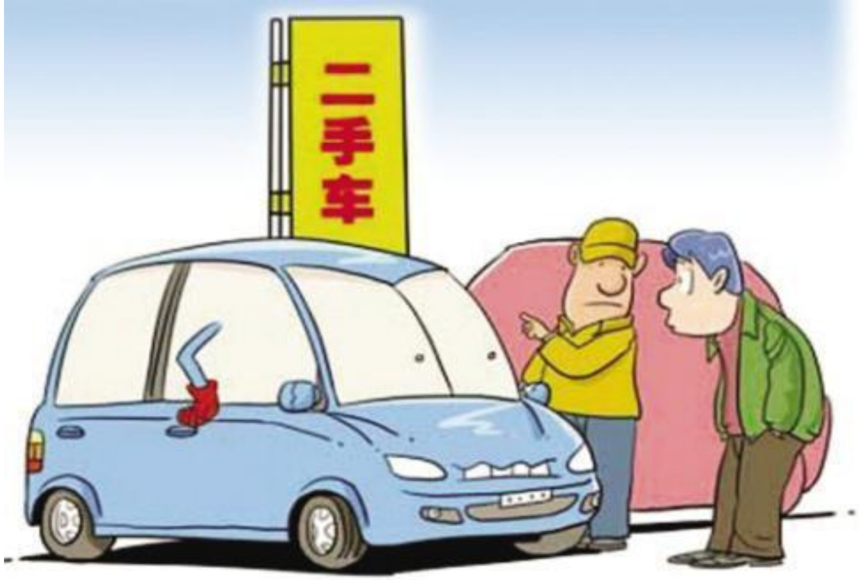
进入者 \ 垄断者	默许	斗争
进入	4, 5	-1, 0
不进入	0, 30	0, 30

案例分析：二手车市场

- 为什么私人二手汽车市场很难形成？
  - 由于信息不对称性，造成二手车质量无法评估
  - 假设二手车的平均质量为0.5
  - 买家和卖家如何博弈？



- 思考与启示
  - 最终均衡点是什么？
  - 生活中有哪些类似的例子？
  - 如何形成二手车市场？



案例分析：警察与小偷

- 小镇有AB两个区域，只有一个警察巡逻，有个小偷经常在A或B犯案
  - 警察巡逻策略：A或B
  - 小偷偷盗策略：A或B
  - 警察和小偷如何博弈？

警察 \ 小偷	A区	B区
A区	3, 0	2, 1
B区	1, 2	3, 0

- 思考与启示
  - 最终的均衡点是什么？
  - 生活中有哪些类似的例子？

案例分析：枪手博弈

- A、B、C三个枪手狭路相逢，要一枪决生死
  - 枪手A、B、C的命中率分别为80%、60%和40%
  - 假设三人同时开枪谁存活率高？
  - 假设三人依次开枪谁存活率高？
- 思考与启示
  - 不同的设定下的均衡点
  - 生活中有哪些类似的例子？

本次课程作业

- 作业内容：试选取日常生活中的一些常见现象，用博弈论的视角进行分析、解释、引申和思考。每个人至少选取两件事例，多则不限。作业成绩根据案例分析的透彻程度进行打分。
- 截止时间：下次上课前（2020年9月24日）
- 提交方法：在课程网站上提交，同时提交电子版到助教邮箱（ kangyongxin2015@ia.ac.cn ）
- 邮件发送规范
  - 邮件主题：计算博弈第**一**次作业_**学号**_**姓名**
  - 附件名称：计算博弈第**一**次作业_**学号**_**姓名**.docx

感谢聆听！

兴军亮

Junliang.Xing@ia.ac.cn

2020年9月17日

中国科学院大学
University of Chinese of Academy of Sciences

自动化研究所
CASIA
Institute of Automation