信息经济学

第一课：引言

彭世喆

数字经济系
长沙理工大学经济与管理学院

2024 年 2 月 29 日

什么是博弈论

- 一种研究策略性决策问题的方法
  - 个体之间存在利益冲突
  - 结果取决于你和竞争对手的行为
  - 策略性：需要考虑竞争对手的行为
  - 不帮你设定目标，而是在给定目标下做决策
- 为什么需要学习博弈论
  - 打破传统思维定势，培养高阶、复杂的博弈思维
  - 掌握博弈论的核心思想和分析方法

博弈的普遍性

- 举出一个亲身经历的博弈？
  - 中国与美国之间的博弈
  - “上有政策，下有对策”
  - 企业之间的博弈
  - 企业与消费者之间的博弈
  - 教师与学生之间的博弈
  - 家长与孩子之间的博弈
  - （理性的）自己与（懒散的）自己之间的博弈

课程信息

- 课堂参与：玩需要思考的游戏和积极参与讨论
- 作业：每周在微信群发布两道大题
- 课堂展示：五人一组，从《策略思维》(阿维纳什·迪克西特和巴里·奈尔伯夫著）中选取一个故事展示
- 成绩：课堂参与、作业、课堂展示（10%、40%、50%)
- 加分项：游戏胜出、参与讨论、纠错
- 课程要求：比大小、求期望、优化
- 参考资料：Ben Polak 教授在耶鲁大学讲授的博弈论课程 (https://oyc.yale.edu/economics/econ-159)

教师介绍

- 教育背景：本科就读于中央财经大学信息学院的信息管理与信息系统专业，随后在上海交通大学安泰经济与管理学院的管理科学与工程专业进行硕博连读
- 研究方向：物联网下的质量管理，具体为质保设计和预防性维护优化
- 办公室：经管大楼 118
- 个人主页：https://pengshizhe.github.io/

成绩游戏

- 和同桌一组，每人在纸上写下 α 或者 β，不要让同桌看到
- 你的成绩同时取决于你和你同桌写下的字母，规则如结果矩阵（Outcome matrix）所示[1]
- 结果统计（太主观、无私）

		同桌	
		α	β
我	α	B^-, B^-	A, C
	β	C, A	B^+, B^+

[1]我是行玩家，对应于单元格中的第一个成绩。同桌是列玩家，对应于单元格中的第二个成绩。

游戏效用

- 其实，只知道游戏结果不足以支持决策，但现实生活中经常这样。还需要知道每个结果对应的效用（即玩家如何看待结果）
- 效用矩阵（Payoff matrix）如下所示[2]
- 假设玩家都是自私的，只关心自己的效用

同桌

我	α	β
α	B^-, B^-	A, C
β	C, A	B^+, B^+

同桌

我	α	β
α	$0, 0$	$3, -1$
β	$-1, 3$	$1, 1$

[2] 用数字代表效用。数字越大，效用越高。对于我来说，结果（A, C）的效用是 3。

分析

- 结果统计，表明都会选 α
- 但都选 β 不是更好吗（不能勾结，没有超能力控制对方）

定义（严格占优策略）

如果无论对方选择什么策略，策略 α 产生的效用严格大于策略 β 产生的效用，则策略 α 严格占优于策略 β。

经验 1

永远不要选择一个严格劣势策略。

经验 2

理性选择可能导致一个糟糕的结果（存在帕累托改进）。

囚徒困境（Prisoner's dilemma）

- 这个游戏是一个囚徒困境（招认和抵赖）
- 囚徒困境举例：宿舍卫生（都不打扫）、价格竞争（降至边际成本）、公共资源（过度污染或捕捞）
- 囚徒困境的解决方式：勾结、合同、重复博弈、报复、教育（可以改变效用）
- 沟通的约束力太弱而无用

拓展：无私的人

- 当玩家是无私的时，效用矩阵如下所示[3]
- 结果统计（选 α 是因为最坏的情形更好）
- 不存在劣势策略

同桌

我	α	β
α	B^-, B^-	A, C
β	C, A	B^+, B^+

同桌

我	α	β
α	$0, 0$	$-1, -3$
β	$-3, -1$	$1, 1$

[3]效用解释：结果（A, C）会导致 $3-4$(我使同桌得了 C 产生的愧疚）$=-1$。结果（C, A）会导致 $-1-2$(同桌使我得了 C 产生的不悦）$=-3$。

拓展：自私的人和无私的人

- 在第一种情况下，α 仍然是占优策略
- 在第二种情况下，对我而言，α 不再是占优策略。但是，对同桌而言，α 是占优策略。因此，我应该选择 α

无私的同桌

自私的我	α	β
α	$0, 0$	$3, -3$
β	$-1, -1$	$1, 1$

自私的同桌

无私的我	α	β
α	$0, 0$	$-1, -1$
β	$-3, 3$	$1, 1$

启示

经验 3（效用的重要性）

不同效用会导致不同选择结果。

- 弄清自己的效用容易，可能未知对方的效用

经验 4（换位思考）

站在他人的角度想想对方会选择什么策略。

- 事实：在囚徒困境中，约 70% 的人选 α。而在我们班，约 40% 的人选 α

经验 5

大多数人是理性的。

博弈要素

- 假设以下要素已知
  - 玩家：≥ 2
  - 策略：s_i 是玩家 i 的特定策略，S_i 是玩家 i 可选策略的集合
  - 效用：$u_i(s_1, \ldots, s_i, \ldots, s_N)$ 或者 $u_i(s_i, s_{-i})$，其中 s_{-i} 是除玩家 i 外所有玩家选择的策略

定义（严格占优策略）

如果对于任意策略 s_i'，$u_i(s_i, s_{-i}) > u_i(s_i', s_{-i})$ 成立，则称玩家 i 的策略 s_i 严格占优于策略 s_i'。

定义（弱占优策略）

如果对于任意策略 s_i'，$u_i(s_i, s_{-i}) \geq u_i(s_i', s_{-i})$ 成立，且对于某些 s_i'，$u_i(s_i, s_{-i}) > u_i(s_i', s_{-i})$ 成立，则称玩家 i 的策略 s_i 弱占优于策略 s_i'，。

例子一

- 考虑如下效用矩阵
  - 玩家：1，2
  - 策略集：$S_1 = \{T, B\}$，$S_2 = \{L, C, R\}$
  - 效用：例如 $u_1(T, C) = 11$，$u_2(T, C) = 3$
  - 策略 C 严格占优于策略 R，因此可以剔除 R 列

玩家 2

玩家 1	L	C	R
T	$5, -1$	$11, 3$	$0, 0$
B	$6, 4$	$0, 2$	$2, 0$

例子一

- 考虑如下效用矩阵
  - 玩家：1，2
  - 策略集：$S_1 = \{T, B\}$，$S_2 = \{L, C, R\}$
  - 效用：例如 $u_1(T, C) = 11$，$u_2(T, C) = 3$
  - 策略 C 严格占优于策略 R，因此可以剔除 R 列

玩家 2

玩家 1	L	C	R
T	$5, -1$	$11, 3$	$0, 0$
B	$6, 4$	$0, 2$	$2, 0$

例子二

- 考虑如下效用矩阵
  - 玩家：防守者，进攻者
  - 策略集：$S_1 = \{E, H\}$，$S_2 = \{e, h\}$
  - 效用：例如 $u_1(H, h) = 2$，$u_2(H, h) = 0$
  - 防守者不存在占优策略，为什么选择了 E？因为进攻者选择了弱占优策略 e

进攻者

防守者		e	h
	E	$1, 1$	$1, 1$
	H	$0, 2$	$2, 0$

数字选择游戏

- 每个人写下自己的名字和一个 1–100 的整数
- 计算平均数
- 最靠近平均数三分之二的同学为赢家
- 赢家的课程成绩将增加 $(5 - 0.01 * \mathit{diff})$ 分
- 例如，三位同学分别写下 30，5 和 55，平均数的三分之二等于 20。因此，第一位同学赢了，获得 4.9 分

数字选择游戏

- 每个人写下自己的名字和一个 1–100 的整数
- 计算平均数
- 最靠近平均数三分之二的同学为赢家
- 赢家的课程成绩将增加 $(5 - 0.01 * \mathit{diff})$ 分
- 例如，三位同学分别写下 30，5 和 55，平均数的三分之二等于 20。因此，第一位同学赢了，获得 4.9 分
- 选择 34 的原因？
  - 假设每个人都随机选，平均值为 50.5，其三分之二约为 34
- 选择 67 的原因？
  - 假设每个人都选 100，平均值为 100，其三分之二约为 67

分析

- 存在弱劣势策略吗？（站在别人的立场上并预判）

数字范围	结论	假设
68-100	被 67 弱占优	每个人都是理性的
46-67	一旦剔除 68-100，被 45 弱占优[4]	每个人都是理性的以及知道每个人都是理性的
31-45	一旦剔除 68-100 和 46-67，被 30 弱占优	每个人都是理性的，知道每个人都是理性的，以及知道每个人知道每个人都是理性的
21-30	· · ·	· · ·
· · ·	· · ·	· · ·
1	· · ·	无限循环下去即为共同知识（Common knowledge）

[4] 45 并不在原问题中是弱占优策略

共同知识

- 共同知识
  - 博弈论核心假设：理性是一个共同知识
  - 可以找出那些大家都不会选的策略（每个人都知道这些策略），大大精简了玩家们的策略空间
  - 重复剔除劣势策略（Iterative deletion of dominated strategies）
  - 对理性的要求太高，现实生活中常常难以满足
- 共同知识与共有知识（Mutual knowledge）
  - 找两位同学，悄悄给他们戴上粉色帽子
  - 有人戴着粉色帽子是共有知识（所有人都知道这个知识）
  - 但这不是共同知识，因为一方知道有人戴着粉色帽子，但他不知道另一方知道有人戴着粉色帽子（因为他看不到自己帽子的颜色）

游戏结果

- 计算课堂游戏平均数的三分之二（21.1 分）
- 再玩一遍数字选择游戏
    - 哪些人写的数字比上次小？哪些人写的数字比上次大？
    - 平均数一般会下降因为知道其他人更会玩了
    - 并且游戏策略成为了一个共同知识
- 选 1 一般不会赢（不是所有玩家都是理性的）
- 换位思考需要了解
    - 他人效用
    - 他人玩游戏的熟练程度
    - 他人如何看待自己玩游戏的熟练程度等等
    - 对问题过度探究也不行，有时不会绕这么多弯子

选课游戏

- 同一门课的两位任课老师正在选择他们课程的难易程度 (1–10)
- 每个难易程度分布着 10% 适合这个难度的学生
- 学生会选择难易程度距离自己最近的课程。如果等距离，则等概率选择课程
- 老师的目标是最大化选择人数

容易	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	困难
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

分析

- 位置 2 严格占优于位置 1 吗？
  - $u_1(1,1) = 50\% < u_1(2,1) = 90\%$
  - $u_1(1,2) = 10\% < u_1(2,2) = 50\%$
  - $u_1(1,3) = 15\% < u_1(2,3) = 20\%$
  - $u_1(1,4) = 20\% < u_1(2,4) = 25\%$ 等等
- 同理位置 9 严格占优于位置 10
- 位置 3 严格占优于位置 2 吗？
  - $u_1(2,1) = 90\% > u_1(3,1) = 85\%$

容易	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	困难
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

分析

- 但如果剔除位置 1 和 10，位置 3 将严格占优于位置 2
  - $u_1(2,2) = 50\% < u_1(3,2) = 80\%$（不从位置 1 开始）
  - $u_1(2,3) = 20\% < u_1(3,3) = 50\%$
  - $u_1(2,4) = 25\% < u_1(3,4) = 30\%$
  - $u_1(2,5) = 30\% < u_1(3,5) = 35\%$ 等等
- 重复剔除劣势策略后，最后只剩位置 5 和 6
- 中间选民定理（Median Voter Theorem）：在票多者胜的规则下，选择中间的位置
- 与对手相近的产品定位、奶茶店扎推

容易	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	困难
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

局限

- 模型优缺点评价
  - 学生非均匀分布
  - 多位老师（中间选民定理不成立）
  - 存在不投票的情况
  - 选择标准不维一
- 模型并非无用，能够刻画和检验直觉（Intuitions），有时更能得出反直觉的结论（但需要解释为什么）
- 抽象（Abstraction）：描述现实中的重要部分
- 完善模型属于创新
- 好的模型具有鲁棒性（结果不随设定改变）

Thanks!