

社交关系价值的均衡

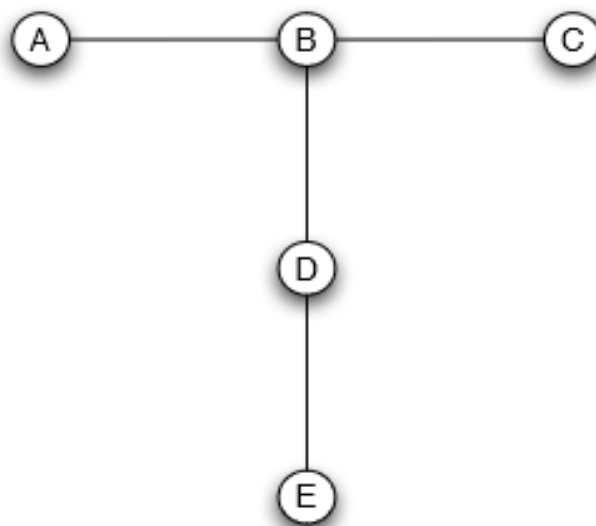
（第12章）

社会网络

- 节点：人
- 边：朋友关系、经济关系、同事关系等等
- Richard Emerson认为
 - 在社会网络上，与其讨论一个节点的权力（power），不如讨论在一个关系中的两个人哪一个**更**有权力（看待一个关系的轻重）
 - 于是，同一个节点，在不同的关系上，所表现出来的权力就可能不一样。（现实生活不就是如此吗？）
 - 关系的价值可被看做是一种社会交换（social exchange），而权力就对应着这个划分的不平衡,关系中权力大的一方获得更多价值.
 - 一般来说，现实社会网络中两个人之间关系的轻重取决于多方面的因素，我们这里只考虑网络结构的影响。

网络节点权力的例子

- 一个由五个朋友之前构成的社会网络，直观上B占据更有力量的位置。



网络节点权力的例子

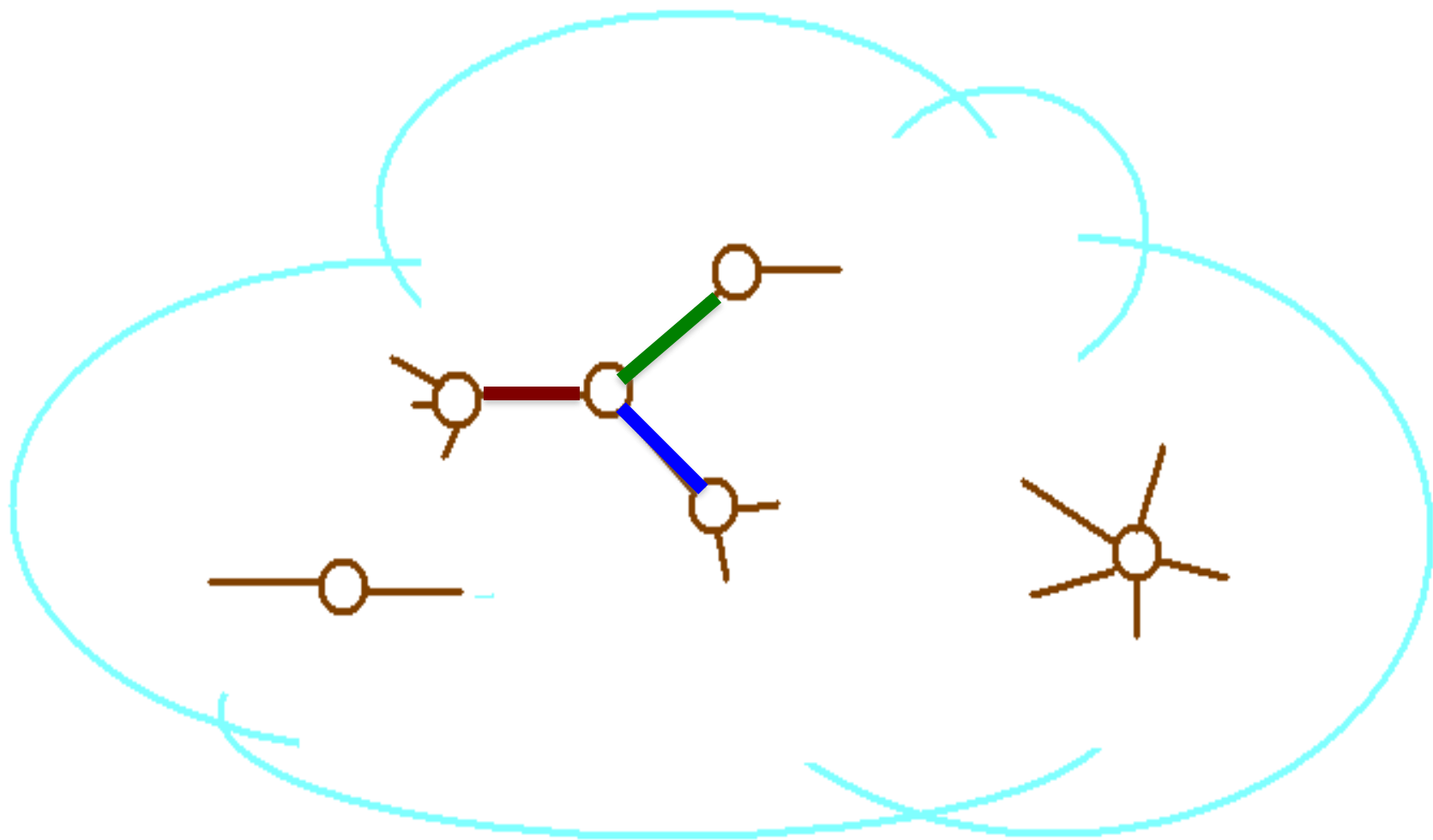
B相比A、C更具有权力，原因：

- (i) **依赖性**Dependence. 社会关系开来的价值, 对节点A和C来说, 这种价值的来源完全依赖于B,而对B而言, 他有更多选择.
- (ii)**排他性**Exclusion. 相对(i), B有能力排除A和C. 例如,加入在群体中选择一个“最要好的朋友”,B可以单方面地在A和C之间挑选一个,但他俩除了B之外别无选择(然而,B对D而言则没有类似的权力)
- (iii)**饱和性**Satiation. B的权力的某种基础可能隐含在成为“饱和性”的心理学原理中, 即对某种可能带来回报的事务而言, 随着其数量增加, 回报则逐渐减少. 这里还是考虑社会关系能带来的价值, B将比群体的其他成员得到更多的价值,而一旦变得饱和之后, B维持这些社会关系的兴趣就会降低,他倾向于不满足从一个社会关系中得到与对方均等的价值份额.

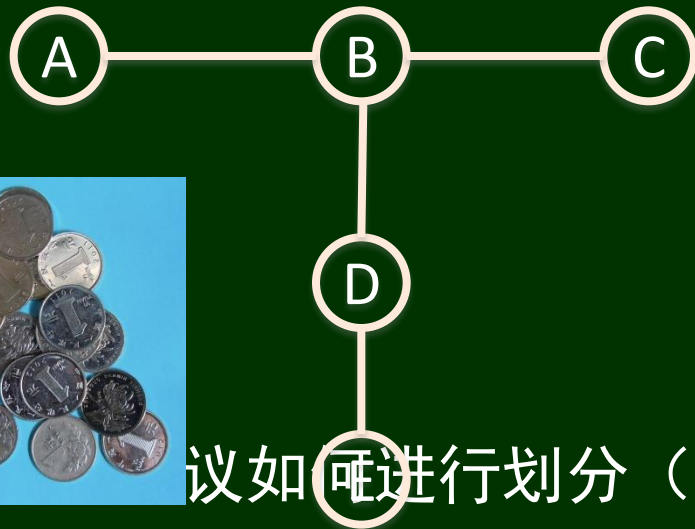
网络节点权力的例子

- (iv) **介数**Betweenness. 如果相信社会关系中产生的价值不仅局限在单独的边上，而且会沿着网络图中的路径流动，就可以考虑介数的概念。一个高介数的节点应该出现在许多其他节点对的路径中，特别是短路径。B有高介数，因为B是网络中多个节点之间的唯一的途径点，这潜在地给B带来了权力。介数是**中心性测度**(centrality measure)的一个例子。而中心性测度用于判断谁是网络中的所谓“中心点”。

从“边”上看社会网络中节点的权力



课堂小实验（网络交换）



- 出5个有手机的同学
 - 分别代表图中网络的节点
- 现在每条边上有10元钱，相关的协议如何进行划分（追求得到尽量多）
 - 商议的过程通过短信进行（可以来回多次）
 - 每个人只能和自己的网络邻居商议分钱（提出自己的要求，分的比例可以不等）
 - 每人最终只能最多与一个邻居达成协议；因此一旦在某个边上达成了协议，就通知另外的邻居，例如“B结束”
 - 整个过程进行5分钟，时间到则强行终止，达成协议的按照协议分钱，没达成协议的节点收益为0（无论是时间到终止还是被邻居“抛弃”）
- 这种实验还可以进行多次

审视关系上的价值



- 谁在这个关系中具有较大的权力？
 - 如果有利益冲突，谁将比较有优势（优越）？
 - 高信息实验和低信息实验——结果有无影响？
- 权力的均衡 \approx 关系的稳定
 - 双方共识认定的，不是单方面强加的
- “均衡” \neq “相等”

网络交换实验的一般性描述

- 通过一种有经济象征意义的操作，考察社会网络结构对权力的影响
- 选择有代表性的网络
 - 针对一个原理，一种认识等
 - 依赖性、排他性、饱和性、中心性，等等
- 同一网络，多次重复实验，得统计性结果
 - 1—交换，2—交换，等等，影响复杂
- 如果一种实验结果一致性强，问：为什么会如此？
 - 背后当然会涉及人们的心理因素，但明显是由网络结构调动出来的心理因素。

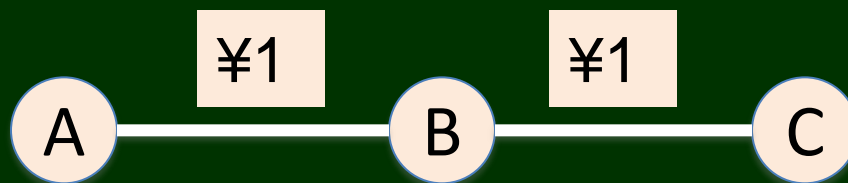
看几个简单典型的例子



- 两节点简单网络，如果进行网络交换实验，能预计什么结果？

体现在关系权力上的一种完全对称性

看几个简单典型的例子（续）



- 三节点（路径）网络，如果进行网络交换实验，能预计什么结果？
- 在实验过程中，A, C至少有一个被排除，所以为了不被排除，在下轮实验时就会要价低些，多次实验会逐步降低他们的要求。实验结果是B得到价值的大多数：5/6.
- 如果改变实验规则，每轮让B有两个交换，则B会对等的策略来与A和C交换。依赖性和排他性一致，但饱和性不一致。

体现在关系权力上的一种极端不平衡

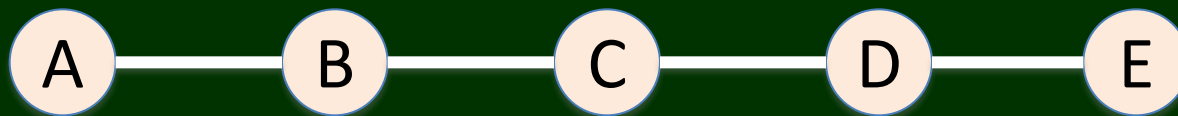
看几个简单典型的例子（续）



- 四节点（路径）网络，如果进行网络交换实验，能预计什么结果？——A和B交换，C和D交换，但也有B和C交换，而A和D被排除。
- 这样B要比A更有权力，但要弱于3-节点路径的情况。因为他如果排除了A，他也有得不到C的情况，因为C可能与D交换。
- 实验结果对这种弱权力的交换是：A-B交换时B的到份额在7/12——2/3之间。

体现在关系权力上的一种弱不平衡

看几个简单典型的例子（续）

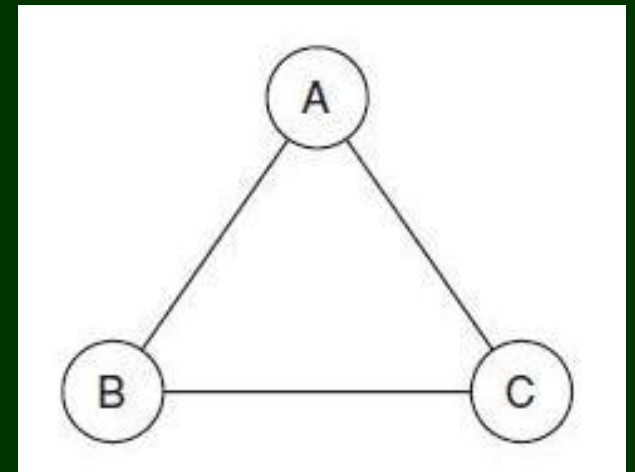
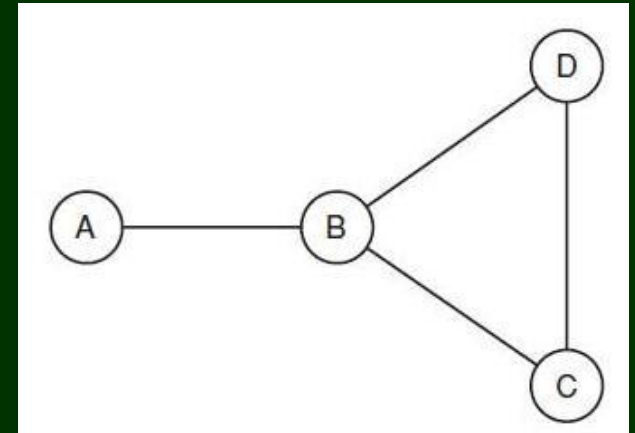


- 五节点（路径）网络，C似乎具有中心性。如果进行网络交换实验，能预计什么结果？
- 1-交换规则下，C是弱的。因为C有B的D交换的机会，但B和D可能有跟吸引力的A和E交换。这样C在交换中可能和A和E一样，容易被排除。
- 但如果B和D允许两次交换，而A，C和E人保持一次交换，则C马上变得重要起来。

体现“中心不一定有强权”的情形

进一步的例子

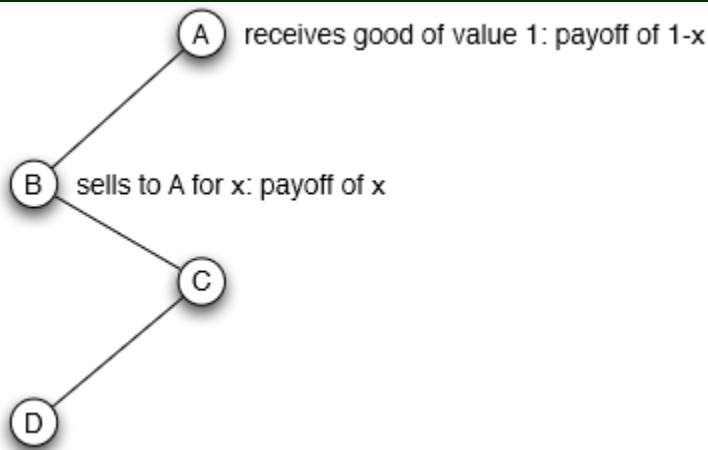
- 柄图：B具有较强，但不极端的权力
- 三角图：不稳定
- 一般地，任意给定一个网络，执行网络交换实验，我们能否预期其结果？
- 或者，看到在一种网络上实验结果的一致性很强，为什么？
- 下面的三角形与柄图中的三角形有何不同？



与买卖网络的联系

- 在第10章，我们考虑将买者和卖者的关系用一个二部图（bipartite graphs）来表达，而我们目前讨论的网络，所有节点的角色是一样的。
- 为进一步比较两者不同，我们考虑以下实验（以四节点路径为例）：

与买卖网络的联系



节点A和C为买方，节点B和D为卖方。我们给每一个B和D一个单位一个单位，一个单位的钱给A和C的每一个；我们假设A和C各自对于一份商品的估值为1，而B和D对该商品没有估值。

- 如果B以 x 的价格卖出A，那么B得到 x 的付款（从 x 单位的货币），A获得 $1-x$ 的付款（从1的价值单位，减去他必须支付的 x 个单位的钱）。因此，买方和卖方网络中A和B之间的价格 x 之间的协商就像A和B之间的协商一样，在交换网络中将\$ 1划分为 x 和 $1-x$ 。

与买卖网络的联系

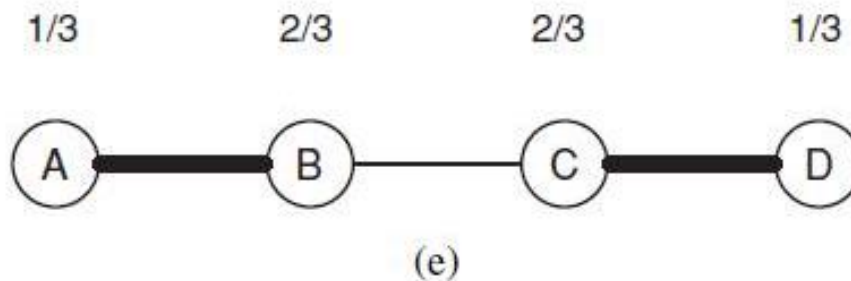
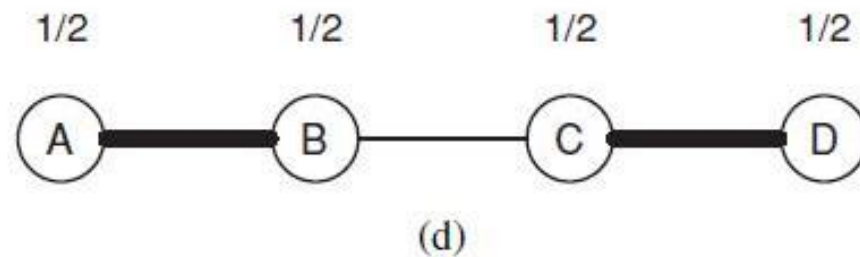
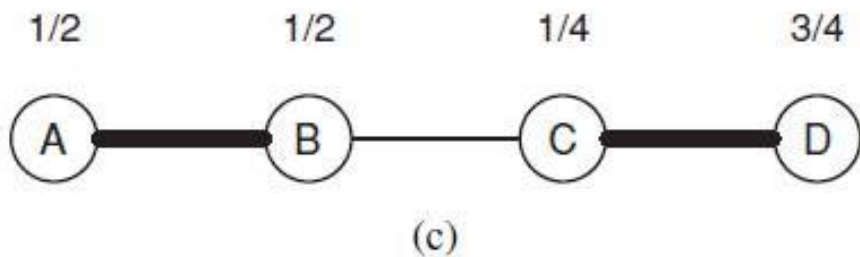
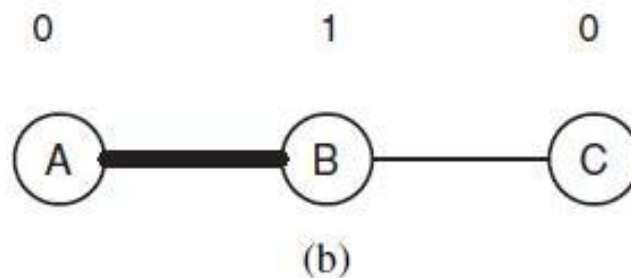
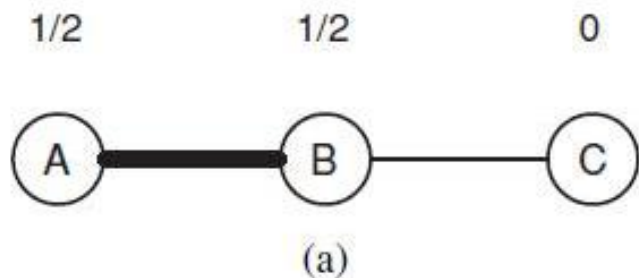
- 需要注意的是：
 - 1-交换规则对应于每个卖方只能出售单个单位的要求，每个买方只需要一个单位的商品。
 - 仅对于二分图的图形才能进行比较，即使它们并未绘制在两个并行列中的节点。三角形图不是二分的，虽然我们仍然可以谈论交换网络实验，但是不可能将节点标记为买方和卖方，使得所有边缘都将卖方连接到买方。
 - 对于二分图，两个公式仅在数学水平上是等效的。在一个网络交换实验中，即使在同一个人形上，放置在买方 - 卖方实验中的人类受试者的行为方式与人类受试者的行为也不清楚。

定义 “结果”

- 给定一个图，“结果”是图中节点集合上的一个匹配（一个节点无冲突的边子集），指明谁和谁交换，以及每个节点在 $[0, 1]$ 区间的一个赋值，满足
 - 如果节点 u 和 v 对应匹配中的一条边，则它们赋值之和为1，表示他们在单位价值上的份额划分
 - 如果节点 u 不涉及到匹配中任何边，则它的赋值为0，表示他没有参与任何交换。

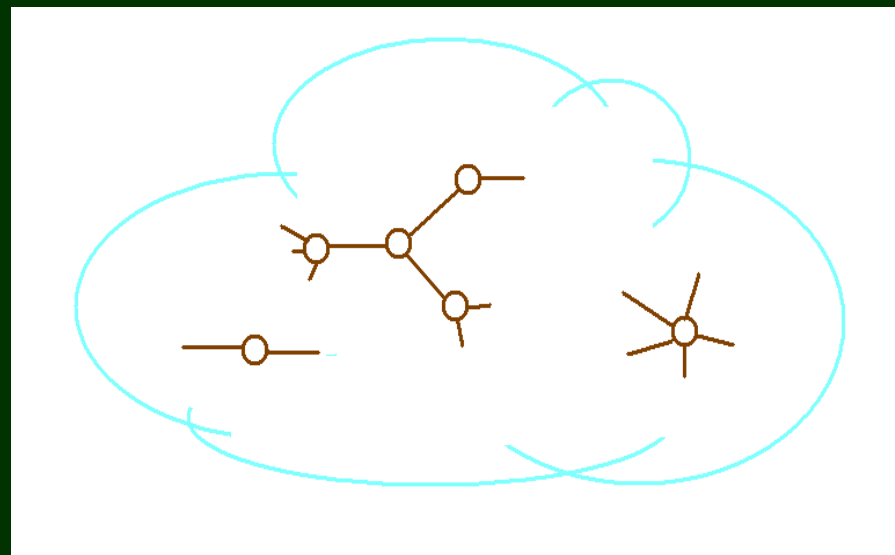
这是一个数学定义，给定一个图，理论上可有无穷多个结果。我们关心哪些结果是“实验可能的”

下面哪些结果是实验很可能看到的？



追求理论与实践（实验）的吻合

- 任意给定一个网络，
若执行网络交换实验，
我们能（从理论上）
预期什么结果？



哪些是很可能的，哪些是不太可能的？

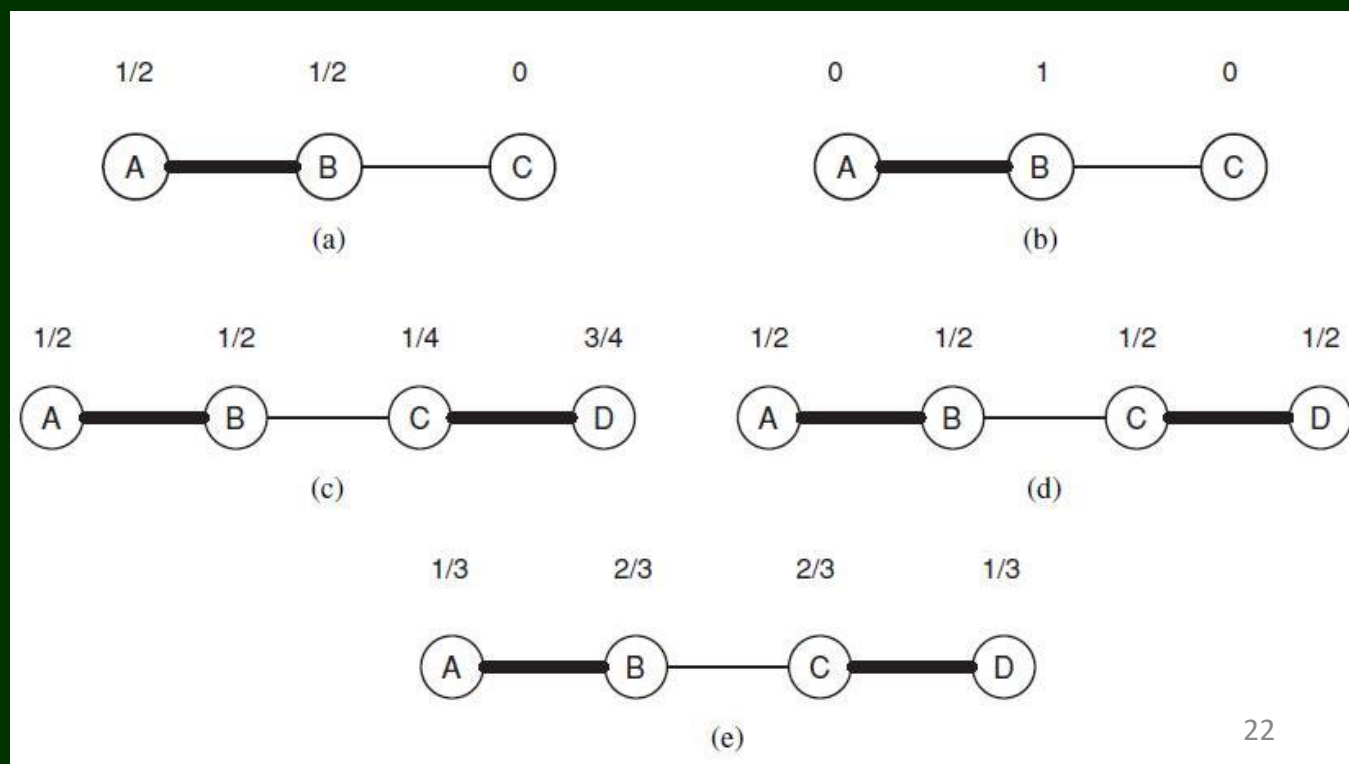
提问题的角度

- 给定一个网络，若按照关于结果的定义，显然能有许多种结果，其中大概可分三类
 - 第一，实验中不太可能看到的
 - 第二，实验中很可能看到的（包括最后通牒体现的近似）
 - 第三，说不清楚的
- 计算机背景的考虑：能否有一些判别准则（计算方法），来将第一类排除，将第二类识别？
- 社会学背景的考虑
 - 判断一个结果稳定还是不稳定
 - 判断一个关系应该对等还是不对等
 - 判断结构微小变化对权力的影响

稳定结果 (stable outcome)

- 不稳定因素：给定一种由匹配和节点价值构成的结果，不在结果中的一条边，其两端节点的价值之和小于1
- 稳定结果：不存在不稳定因素的结果
- 考察例子

不稳定因素的存在意味着谈判太不充分，结果不太可能



稳定结果 (stable outcome)

- 对于a)来说，C没有收益，但可以改变这种状况，比如，C可以把 $\frac{2}{3}$ 给B，自己留 $\frac{1}{3}$ ，这样会使B、C的收益都更高，B也会放弃和A的交易而与C交换。没有什么能阻止这种情况发生，所以这是一种不稳定的结果。
- 再看b)，C的境况也很差，但他并不能改善这种情况，因为B已经获得了最大收益1，不能打破A-B之间的交换，所以这是一种稳定的结果。
- c)-e)进一步验证和说明了不稳定因素的定义。c)中存在不稳定因素，因为B-C有一条边相连且价值之和小于1，d)、e)都是稳定的。

稳定结果的应用

- 除了直观上比较自然之外，稳定结果的概念有助于解释在网络交换实验中观察到的一些一般原则。
 - 1) 稳定的结果很好地大概捕捉极端势力不平衡情况下发生的情况。

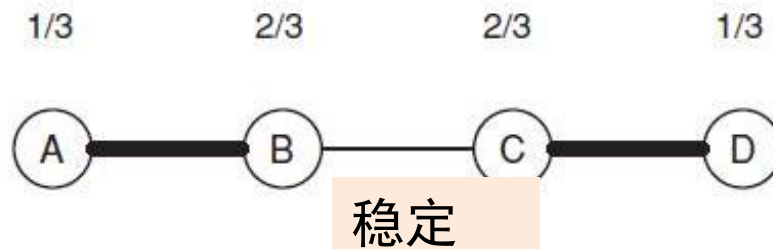
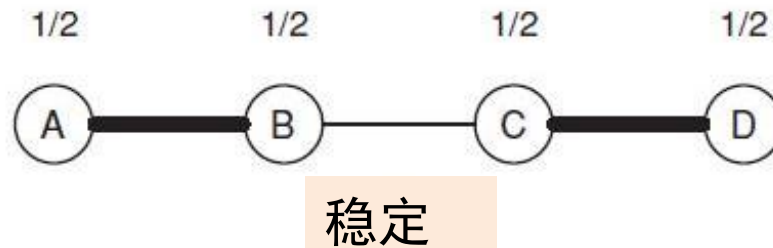
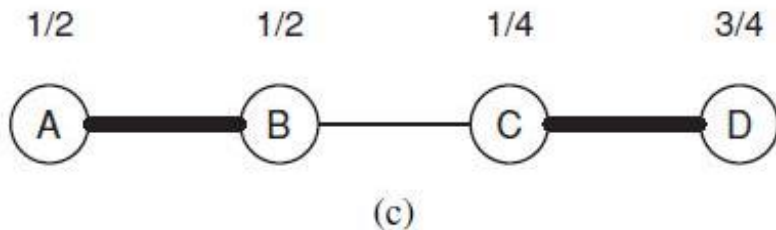
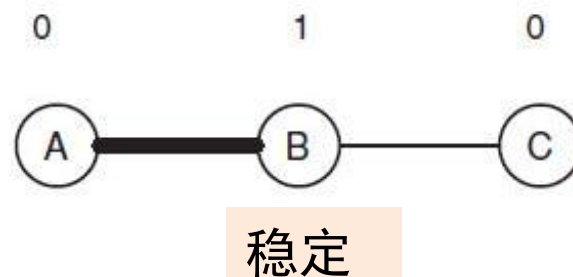
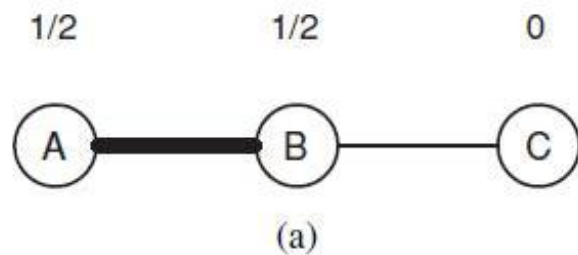
——考虑a)、b)，可想而知，在3个节点路径中唯一可能的稳定结果是B和A、C中的一个交换，且B获得全部的价值。虽然现实的结果更倾向于 $1/6-5/6$ ，但我们可以认为这很接近0-1的理论结果，且差异易于解释。

稳定结果的应用

- 2) 稳定结果更擅长判断存在不平衡状态的情景。

——回想之前三角形网络的交换行为，可以被稳定状态所解释。在任何结果中，一些节点将被无法匹配，并得到一个值0. 假设这是节点C - 由于情况的对称性，我们为这个参数选择了哪个节点并不重要。这个不匹配的节点C对于其他节点都有边，无论这些其他两个节点如何划分资金，它们中至少有一个（比如B）将小于1. 但现在连接B和C的边是不稳定的，因为它们获得的共同价值小于1，并且具有进行交换的能力。

稳定结果都是“很可能出现的结果”吗？

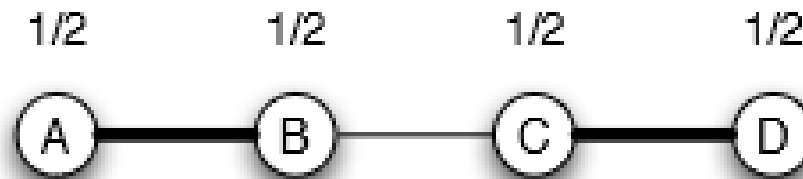


稳定结果的局限性

- 然而，稳定性的解释力也有显著的局限性。一个限制的一个原因在于，它允许结果走到人们在现实生活中不会实际追求的极限。但是，正如我们已经观察到的，这个方法是理论准确的，可以比较容易地识别和处理差异。

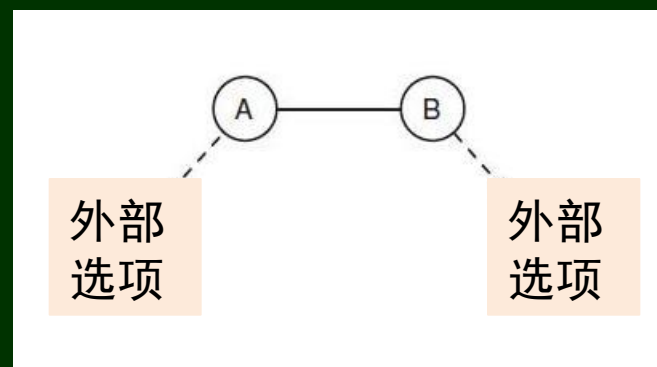
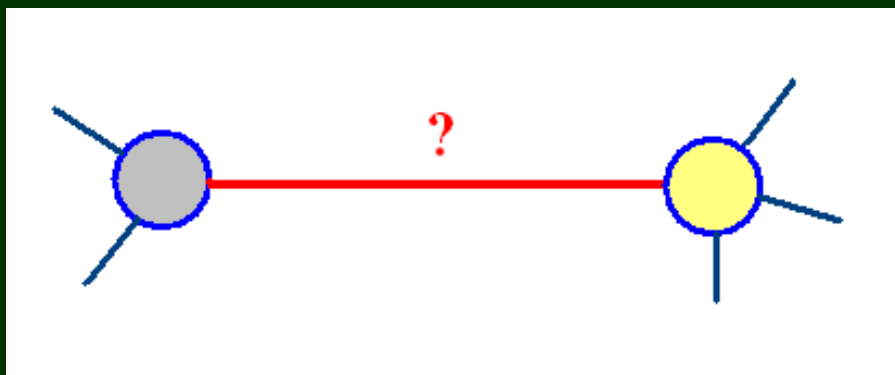
稳定结果的局限性

- 就d) 来说，它代表了4节点路径上的稳定结果，但是尽管中间节点具有优势，但是却给出了所有节点的相等值。其实有一个很大的范围内可能的稳定结果，当考虑这种匹配情形时，满足其他条件时，B、C获得的收益至少为1的结果就可能是稳定的。



(d) *A stable outcome*

理论基础：纳什议价解



- 讨论两个节点之间的权力关系，可将网络中其他部分的影响归结为一个“外部选项”
 - 类似于“谈判底线”，即人们不会同意达不到外部选项的谈判结果，或者说有“一定退路”。
 - 是节点在网络中地位的一种集中体现

纳什议价解

(Nash Bargaining Solution)



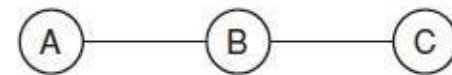
- 假设网络中两个节点的**外部选项**可以量化为 x 和 y ，在关系上\$1划分的预期结果如何？
 - 规格化： $0 \leq x < 1$, $0 \leq y < 1$, $x + y < 1$
- 纳什的理论结果： 双方满意于均分 $s = 1 - x - y$
 - 对于A： $x + s/2 = (x + 1 - y)/2$
 - 对于B： $y + s/2 = (y + 1 - x)/2$
- 也与人们的直觉（平分剩余）相符，于是我们可以预计实验的结果应该与它近似。

如何量化关系中节点的外部选项？

讨论：地位作用

- 假设：两个人具有平等的议价能力
- 目的：探究外部信息如何影响议价能力
- 实验过程：
 - 同之前一样，两个人分钱
 - 给予错误的外部信息，使其相信两个人中一个具有较高的地位，另一个较低。比如，A是成绩好的毕业生，而B是成绩差的高中生。
- 结果：
 - 关于差异状态的信念可能导致偏离理论上的讨价还价。具有高的地位或状态信念的人获得钱更多。

但是



- 在一些极端情况下纳什议价解与实验结果经常不符
 - 例如，3-节点路径，两边节点（A）别无选择（ $x=0$ ），中间节点（B）具有绝对支配地位，似乎可以使A的份额压缩到趋于0
 - 但实验结果不支持这一点，而是给出类似于（ $1/6, 5/6$ ）的分配关系。也就是说，这种相对“温和”的结果是更容易出现的

最后通牒（博弈）

- A、B两人，讨论如何分10元钱。规则是：
 - A首先给出一个分配方案
 - B决定是接受还是拒绝
 - 如果接受，就按照A的建议分钱，若不接受，则双方都为0
- 如果是“理性的”，则B应该满足哪怕是一点点，A也会给出比较极端的方案。但实际情况不如此，通常都比较温和，即与理性假设下的理论结果有“系统性偏差”
- 什么原因？
 - 在趋于极端的情况下，“金钱至上”不是人类的典型行为
- 结论：现实中得到1/6-5/6之类就可以认为达到了理论的极端结果

博弈实验结果

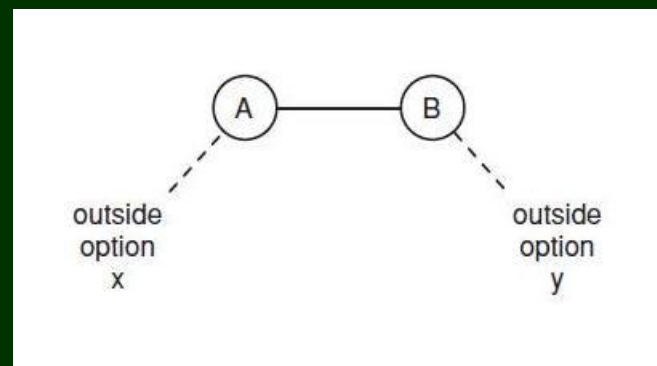
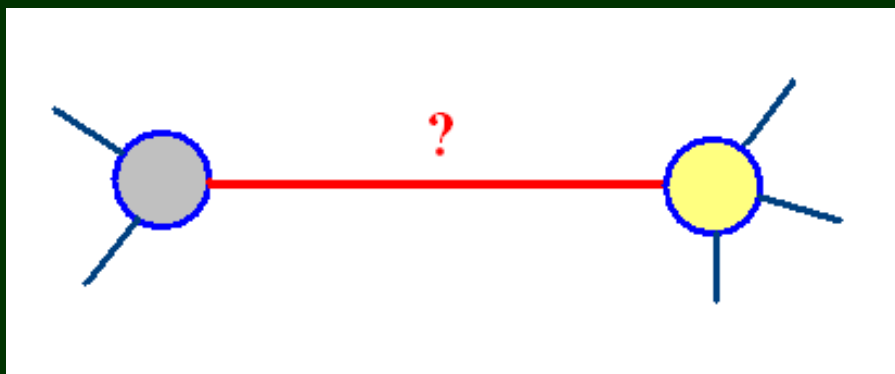
- **现象：** 1982, Guth, Schmittberger, and Schwarze做了大量的博弈实验，发现扮演A角色（地位高）的人常常将金钱进行公平划分。
- **原因：** 当B获得收益极少时，会感到不公平从而拒绝接受交易。当A考虑到这点时，就会倾向于更平等的分配，以免B拒绝交易后什么都得不到。

当然，如果和一个以金钱至上的机器人B交易的话，A就应该尽可能分配少的金钱给B。

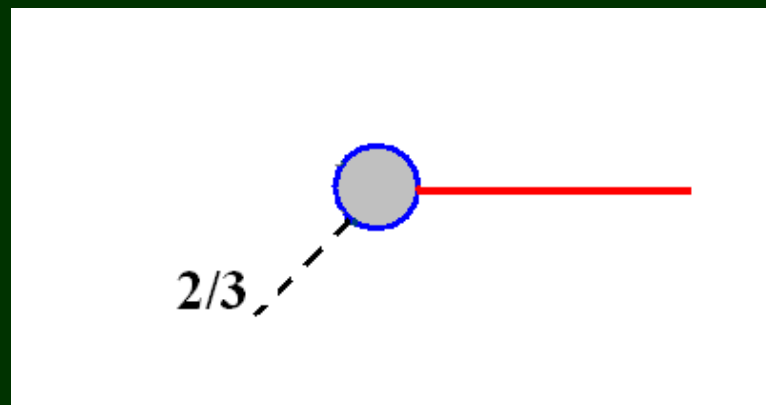
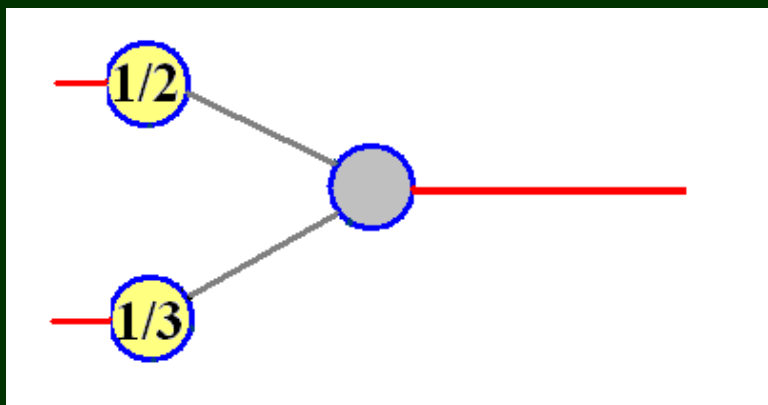
平衡结果（balanced outcome）

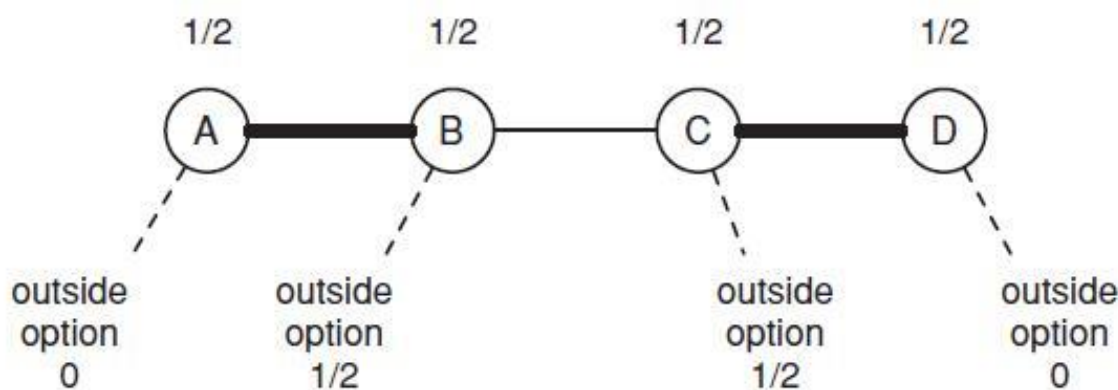
- 稳定结果意味着一个“外人”不可能通过提供好处来破坏一个已有的价值分配关系
- 但那个分配关系本身是不是合理呢？
 - 即关系中的两个人是不是都满意？
- 前面明确了，若一个价值分配对应纳什议价解，则认为双方应该是满意的（反过来就不一定满意，即存在议价空间）
 - 但纳什议价解涉及到“外部选项”，如何得知？

外部选项：网络其他部分的影响

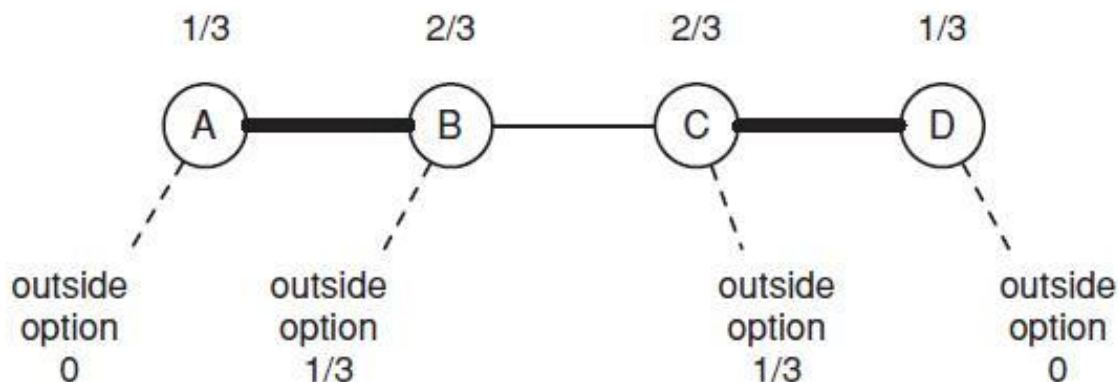


- 放弃当前的匹配关系后所能得到的最大好处
— 即“退路”的价值

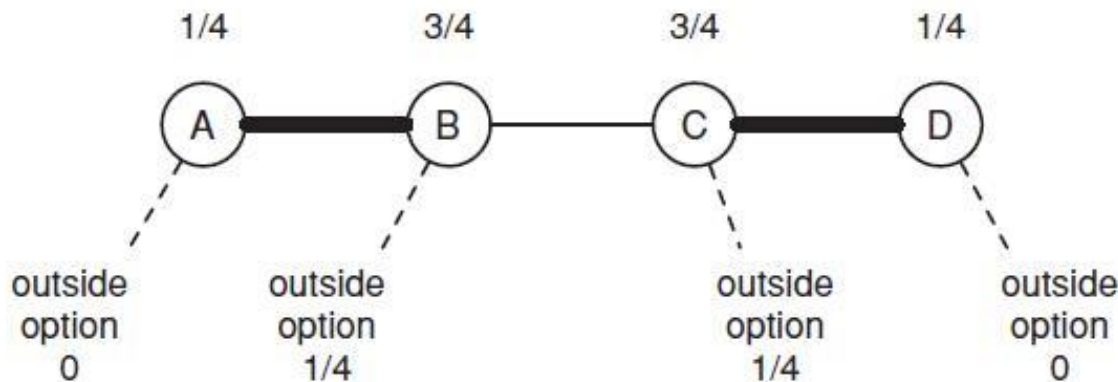




(a)



(b)



(c)

B是否满意？ 按照纳什议价解，在目前的外部选项情形下，他会希望能得到 $1/2 + 1/4 = 3/4$

±

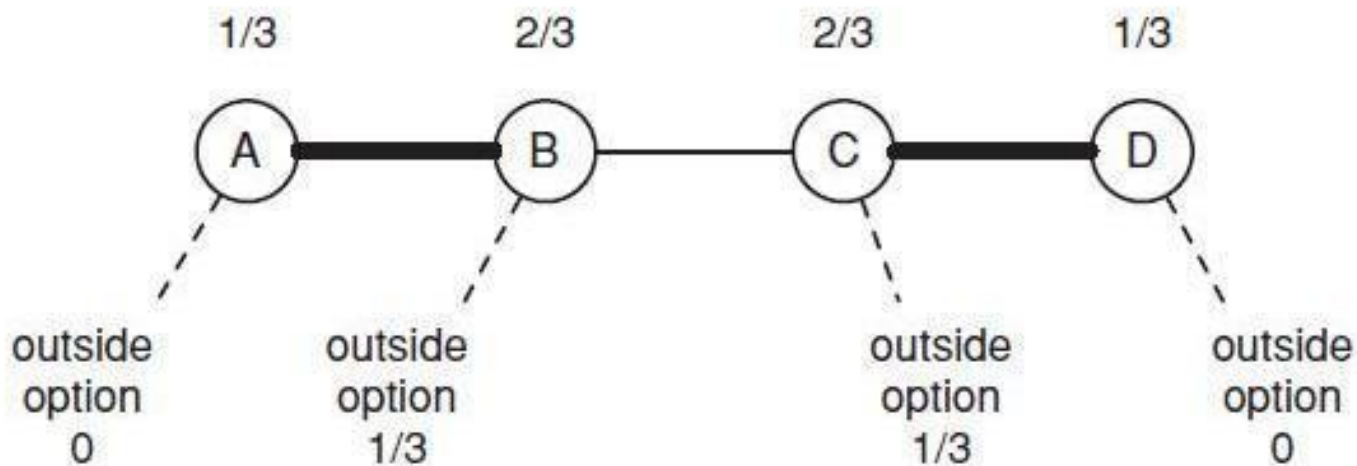
C是否满意？ 按照纳什议价解，在目前的外部选项情形下，他会希望能得到 $1/6 + 1/2 = 2/3$

外

A是否满意？ 按照纳什议价解，在目前的外部选项情形下，她会希望能得到 $0 + 3/8 = 3/8$

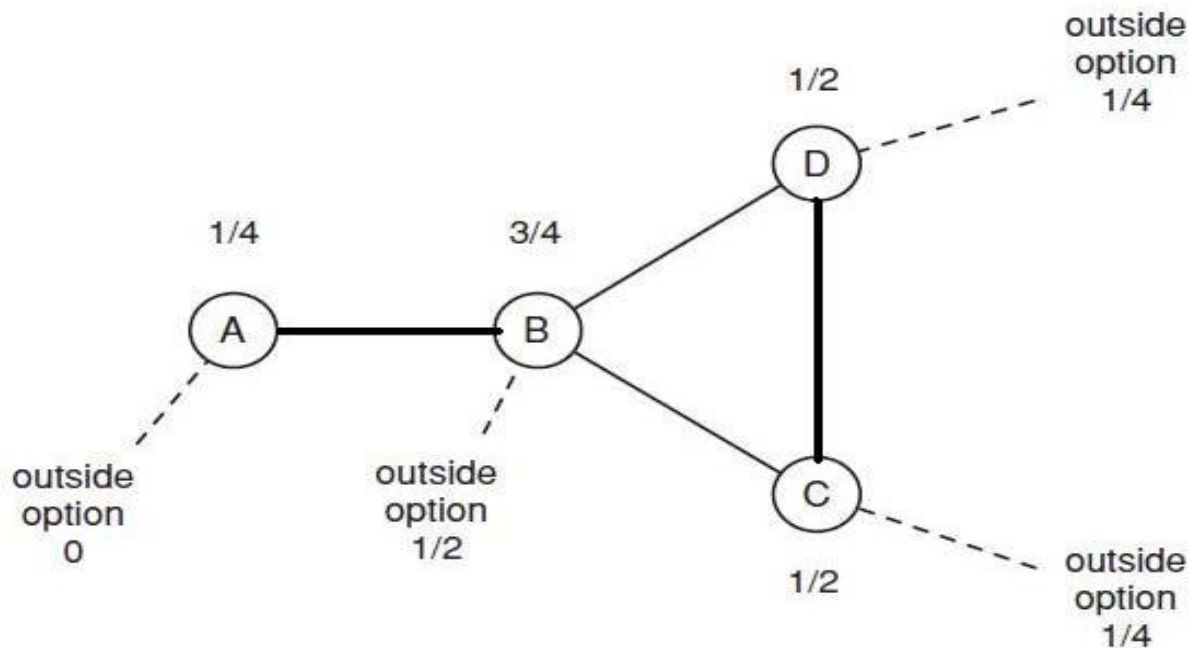
平衡结果

- 于是，给定一个**结果**，我们可得到每一个节点的外部选项，进而可以根据结果中**节点的赋值**算得**匹配**中每条边上的交换是否满足纳什议价解
- **平衡结果（定义）**：结果中匹配的每条边上的价值划分都满足纳什议价解
- 不平衡的结果在实验中不太可能出现。前面的三个例子中，只有一个平衡结果。



平衡结果 概念的区 分能力

B有一个外部选项 $1/3$ ，代表建立B-C之间交换关系需要给C $2/3$ ，留给自己 $1/3$ 。因此B-A之间 $1/3$ - $2/3$ 的分配代表了纳什均衡，同理C和D。



平衡结果 概念的区 分能力


B有一个外部选项 $1/2$ ，因此A-B之间形成了纳什均衡，导致了 $1/4-3/4$ 的最终分配结果。

因此，平衡的结果不仅可以捕捉相对弱的优势地位，而且可以捕捉网络中这些优势的微妙差异

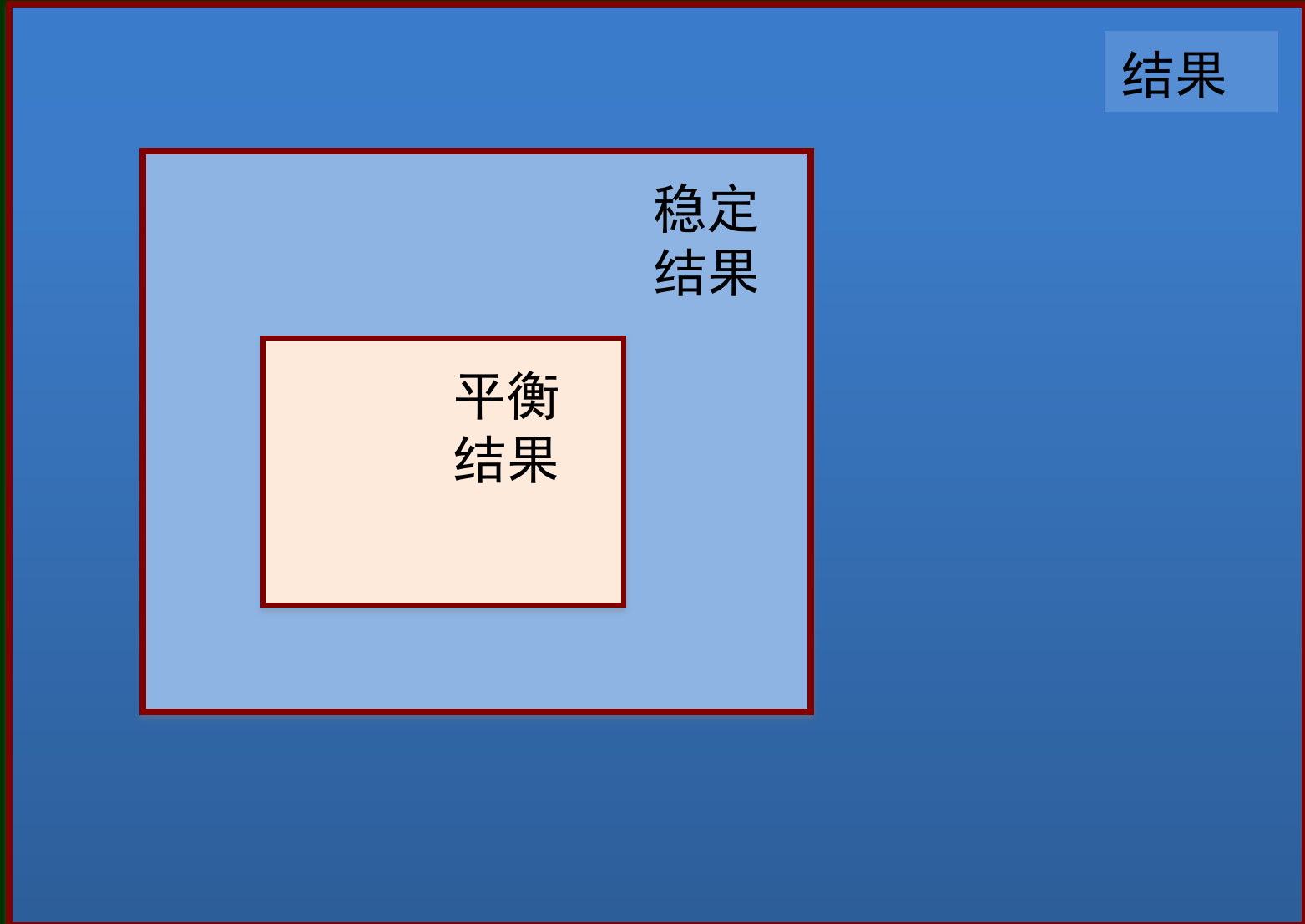
平衡与稳定的异同

- 事实上，对于任何网络，每个平衡的结果都是稳定的。在平衡结果中，匹配中的每个节点至少获得最佳的外部选项，这是节点可以在任何未使用的边缘获得的最多的选项。所以没有两个节点有动机通过使用当前未使用的边缘来破坏平衡结果，因此结果是稳定的。但平衡比稳定性更为限制，因为可以有许多不平衡的稳定结果。

进一步的问题

- 社会学学者会关心：还有没有比“平衡结果”更精细反映实验结果的理论概念？
 - 计算机科学学者会问：给定任意社会网络，能否求得（计算出）所有平衡结果？
- 

网络交换：追求不断接近实践的理论



讨价议价：动态博弈游戏

- 实验：A、B商讨如何分配1美元，假设A有更强的外部选项。A有一个外部选项 x ，B有一个外部选项 y 。假设 $x+y < 0$ ，否则就可不能形成对两个人都有好处的一个1\$划分。
- 动态博弈过程：
 - A: 我给你30%
 - B: 不, 我要40%
 - A: 34%如何
 - B: 36%还差不多
 - A: 成交.

讨价议价：动态博弈游戏

- 在第周期，A提议按 (a_1, b_1) 将1美元在A、B间进行分配。
- B可以接受提议或拒绝。如果B接受，游戏结束。否则游戏继续进行。
- 在第二周期，B提议按 (a_2, b_2) 进行分配，A可以选择接受还是拒绝，接受终止，拒绝继续进行。
- 过程一直持续直到双方接受提议。

讨价议价：动态博弈游戏

- 游戏还有一个重要的部分，它体现双方都受到要达成交易的压力。在每轮结束时，在下一轮开始之前，都要有要给固定概率 $p > 0$ 来谈判交易是否要被强制中止。如果强制终止发生了，博弈将不再进行，双方将被迫采取各自的外部选择。
- 这描述了完整的游戏：它通过一系列交替建议的序列进行，直到有人接受或者谈判破裂。结束之际，每人都得到一份回报，要么是1美元的划分，要么是谈判破裂下各自的外部选项。
- 谈判中断可能意味着若B决定拒绝A在第一周期的提议划分，B就会承担损失进一步机会而不得不回到B自己外部选项的风险。A也有同样的风险。

讨价还价：动态博弈游戏

- 这里的动态博弈和以前学过(6.10节)的还需要区分两点：
 - 第一, 每个参与者提议时, 可用的策略是无穷的, 自己所得的只要是0和1之间的任何实数就行. 这个区别对结果影响不大, 但分析难度却不一样.
 - 第二, 前面第6.10节是有限时限的博弈(finite-horizon game), 进行的周期数是有限的. 而这里是无穷时限. 博过程原则上可以无限进行下去. 那么前面的处理方法就可以从最后一轮开始逆向推导到初期. 而现在没有最后一期.
 - 但6.10的处理方法给我们一些启示. 我们寻求的是一个子博弈完美纳什均衡. 子博弈完美纳什均衡也是纳什均衡, 具有从博弈中间任何点开始的策略都能形成纳什均衡的性质.
 - 结果包括两个方面:
 - 议价博弈有一个简单结构的子博弈完美纳什均衡, 即A的最初提议被接受.
 - 其次, 对这个均衡而言, 我们可以得到提议 (a_1, b_1) 中的数值. 这些数值取决于终止概率 p , 且随着 p 趋近于0, 划分 (a_1, b_1) 收敛到纳什议价结果.
 - 因此, 当两个策略性议价者通过谈判互动时, 如果谈判不太可能很

讨价议价：动态博弈游戏

- 议价问题的形式化结果与前面提到的网络交换实验工作的一些区别：先前的实验涉及多个谈判同时进行，每个谈判对应网络中的一条边。用议价博弈的行驶来讨论多个同时进行的谈判，是一个基本上没有解决的问题。
- 即使仅仅考虑一条边，博弈模型和交换理论实验也有区别：
 - 首先，实验通常允许在边缘的两个端点之间进行自由形式的讨论，而博弈模型有一个固定的格式，其中两个交易者轮流提出分割，从A开始出价事实上给A得到某种优越性，但是在这种情况下，我们主要对我们的结果感兴趣 – 随着谈判破裂概率 p 变小 – 这个优势可以忽略不计。
 - 第二，实验通常会给固定的时间限制，以确保谈判最终会结束，而博弈分析使用适用于每一轮的破裂概率来决定是否终止。谈判中这两个时间压力如何相互关联还不清楚，因为即使有固定的时间限制，在交换理论实验中节点可能有多个网络邻居的事实，使得很难推理在任何特定的边上的谈判要延续多久。

两阶段议价过程——有限时限的版本

- 假设博弈将在第二周期末结束
 - 首先, A会接受B在第二阶段 (a_2, b_2) 的提议, 条件是 $a_2 > A$ 的外部选项 x , 因为此阶段后谈判结束, 所以A要在 a_2 和 x 中选择。
 - 给定这种情况, B没有理由提供给A超过 x 的收益, 所以B在第二阶段可能的提议 $(x, 1-x)$ 。由于假设 $x+y < 1$, 所以 $1-x > y$, 这样, 与谈判终止时得到的 y 相比, B就喜欢现在的结果。(也可以说A无所谓, 所以不会终止)
 - B考虑是否接受A第一轮提议, 它会和他的期望收益做对比。假设以 p 的概率谈判终止, 则B的收益为 y ; 如果在第二轮结束, 则B的收益为 $1-x$, 所以B的期望收益: $py + (1-p)(1-x)$ 。用 z 表示这个量, 结论是: 在第一轮, B将接受不小于 z 的提议。
 - 最后, 我们看A在第一轮的如何提议。A不会提供给B多于 $(1-z, z)$ 的收益, 关键看 $1-z$ 是否能超过A的外部选项。因为 $y < 1-x$, z 是 y 和 $1-x$ 的加权平均, 所以 $z < 1-x$, 所以 $1-z > x$ 。
 - 故A、B均会接受 $(1-z, z)$ 。

两阶段议价过程-探讨P

- 这就是两周期议价博弈的完整解决方案. 其中看到每个参与者如何依赖中断概率 p 的.
 - 当 P 接近1时, 谈判可能在第一轮就破裂, B 的回报接近于 $z = py + (1-p)(1-x)$, 即 B 的备选项. A 得到几乎所有的剩余. 因此, A 在谈判中有更多的优势, 他的提议更可能被接受。
 - 当 P 接近0时, 谈判很可能进入第二轮, 因为 B 的收益接近 $(1-x)$, A 则被挤压到他的外部选项 x . 因此, B 在谈判中有更多的优势, B 的提议更有可能接受。
 - 当 P 正好是 $1/2$ 时, 收益分配更接近纳什均衡。
 - WHY?

同样可以拓展至无限情况。

两阶段议价过程-稳定平衡

- 一种思路是, 我们无限制地增加轮次, 直到最终会无限接近无穷时限的版本. 虽有可能, 但不是容易的事.
- 第二种思路: 直接猜想无穷博弈下的均衡结构. 具体而言, 两轮议价博弈后, 提议就在均衡时没有被拒绝. 因为, 一是两个参与人都想得到剩余 $1-x-y$ 的某种划分, 如果拒绝提议, 则谈判终止, 失去了获取剩余的机会. 第二, 每个参与人都可以推理另一个人接受的最小值, 因此他在提议时就用哪个最小值作为提议. 这些提议可以无穷进行下去, 于是我们可以猜想, 有个A的初始提议被接受的均衡存在. 我们寻找这个均衡——从博弈的任何中间点开始, 下一个提议会被接受的均衡.
- **平稳策略** (stationary strategies): 在A和B各自负责提议的博弈轮次中, 提出的相同提议, 以及一个接受提议所要求的 (固定) 价值份额. 利用平稳策略的均衡称为 **平稳均衡** (stationary equilibrium)

两阶段议价过程-平稳均衡

- A和B的任何一对平稳策略都可以通过以下几个数来表示：
 - 一旦轮到A提议时，A所要给出的划分是 (a_1, b_1)
 - 一旦轮到B提议时，B所要给出的划分是 (a_2, b_2)
 - 保留量 \bar{a} 、 \bar{b} 作为A、B能接受的最低提议 (offer)。
- 此外，这里的提议基于\$1划分，两部分之和为1，于是，
- $$b_1 = 1 - a_1, a_2 = 1 - b_2$$

我们的计划是写出一组描述平稳策略的这些数量的方程，使得任何满足这些方程的平稳策略都构成一个均衡。然后解该方程，得到一个平稳均衡，且说明随着概率 p 趋于0，A和B的回报趋于纳什议价结果。

两阶段议价过程-平稳均衡

- 沿着上述两周期版本的思路,B会将他的保留量 \bar{b} 设置在B无所谓接受或拒绝A的提议水平. 如果B接受,就得到 b_1 ; 若拒绝, B就得到让博弈继续进行的期望回报. 这个期望回报如下: 以概率 p ,博弈在B拒绝后立刻结束, 此时B的到备选项 y . 否则, 博弈继续进行, 轮到B向A提议. 为了让A接受提议, $a_2 = \bar{a}$, 该提议将被接受. 此时, B的得到的是 b_2 ; 于是, B让博弈继续进行的期望回报是 $py + (1-p)b_2$. 为了让B无所谓接受或拒绝, 需要

$$b_1 = py + (1-p)b_2 = \bar{b}$$

- 类似地, 如果A拒绝B的提议, 让博弈继续进行, A的期望回报是 $px + (1-p)a_1$. 为了让A无所谓, 则

$$a_2 = px + (1-p)a_1$$

由于, $b_1 = 1 - a_1$, $a_2 = 1 - b_2$, 于是

$$1 - a_1 = py + (1-p)b_2, \quad 1 - b_2 = px + (1-p)a_1.$$

两阶段议价过程-平稳均衡

- 进一步求解得：

$$a_1 = \frac{(1-p)x + 1 - y}{2-p}$$

$$b_2 = \frac{(1-p)y + 1 - x}{2-p}$$

$$b_1 = 1 - a_1 = \frac{y + (1-p)(1-x)}{2-p}$$

当 $p=0$ 时，分配结果为 $(\frac{x+1-y}{2-p}, \frac{y+(1-x)}{2-p})$

社会关系价值的计算：启示

- 一个人在社交网络中的位置（结构地位）影响他对各种关系价值的认识
- 可以通过一种形象化的经济行为实验，来揭示这种社交心理现象
- 进而，实验的结果可以在一定程度上被理论预测（通过一个算法）

这意味着：由结构地位所引起的社交心理状态可以“被算出来”！又一个计算有助于理解社会现象的实例。