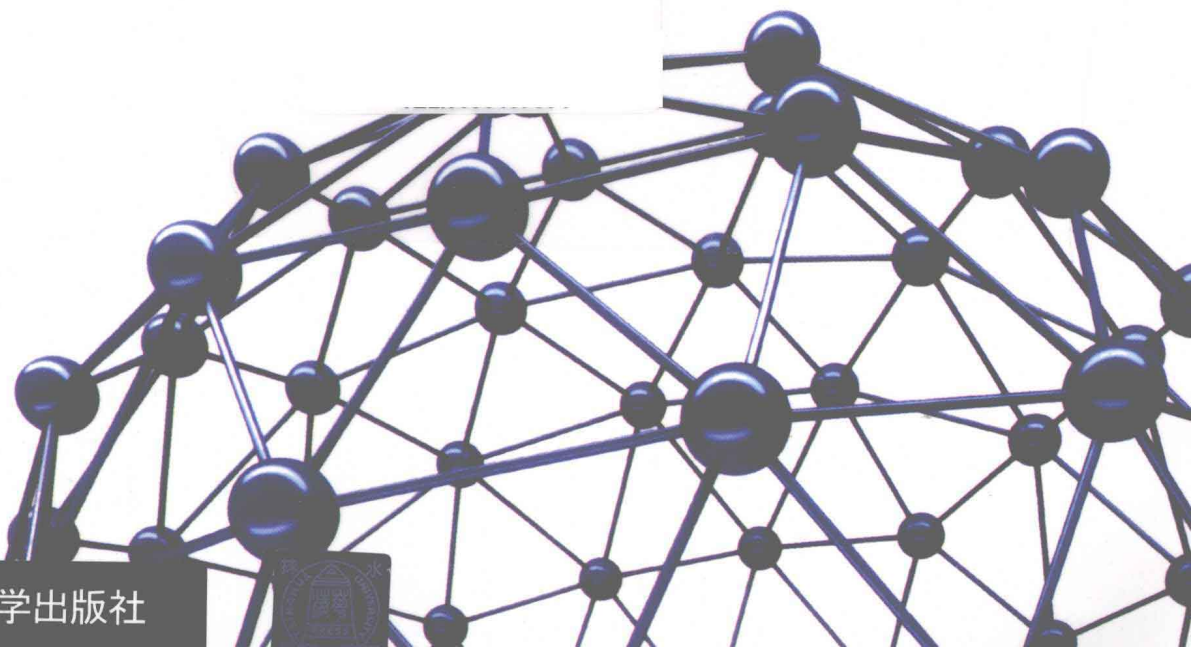


网络、群体与市场

——揭示高度互联世界的行为原理与效应机制

大卫·伊斯利 乔恩·克莱因伯格 著

李晓明 王卫红 杨韞利 译



清华大学出版社

网络、群体与市场

——揭示高度互联世界的行为原理与效应机制

大卫·伊斯利 乔恩·克莱因伯格 著

李晓明 王卫红 杨韞利 译

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

过去十年来,现代社会中复杂的连通性向公众展现出与日俱增的魅力。这种连通性在许多方面都有体现并发挥着强大的作用,包括互联网的快速成长、全球通信的便捷,以及新闻与信息(及传染病与金融危机)以惊人的速度与强度传播的能力。这些现象涉及网络、动机和人们的聚合行为。网络将人们的行为联系起来,使得每个人的决定可能对他人产生微妙的后果。

本书是本科生的入门教材,同时也适合希望进入相关领域的高层次读者。它从交叉学科的角度出发,综合运用经济学、社会学、计算与信息科学以及应用数学的有关概念与方法,考察网络行为原理及其效应机制。以深入浅出的方式描述了在网络的作用下正在浮现与发展起来的一些交叉学科领域,讨论了社会、经济和技术领域相互联系的若干基本问题。本书是一本带你跨入信息科学与社会科学交叉领域研究之门的优秀参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

网络、群体与市场:揭示高度互联世界的行为原理与效应机制/(美)大卫·伊斯利(David Easley),(美)乔恩·克莱因伯格(Jon Kleinberg)著;李晓明等译. —北京:清华大学出版社,2011.10

ISBN 978-7-302-26417-0

I. ①网… II. ①大… ②乔… ③李… III. ①计算机网络—关系—经济行为—研究
IV. ①TP393 ②F20

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 161078 号

责任编辑:张瑞庆

责任校对:李建庄

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:33

字 数:824 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版

印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:69.00 元

前言

过去十年来,现代社会中复杂的“连通性”向公众展现出与日俱增的魅力。这种连通性体现在许多方面:互联网与万维网的快速成长、全球通信的便捷,以及新闻与信息(及传染病与金融危机)在全世界传播的惊人速度与强度。这些现象涉及网络、动机和人们的聚合行为,它们基于人们之间的联系,使得每人的决定可能对他人产生微妙的后果。

受当今世界这些发展的启发,在理解高度互连系统如何运行的努力中,多个学科显现出一种相互靠拢的趋势。虽然每个学科有独到的技术与视野,但相关的研究工作显示出各种风格的融合,令人着迷。从计算机科学与应用数学,我们有理论框架来推理系统中复杂性(常常意外)的产生;从经济学,我们知道人们的行为受动机以及对他人行为预期的影响;从社会学与社会科学,我们能够鉴赏从人群的互动中形成的特征结构。这些概念的综合预示着一个新的研究领域的出现,关注复杂的社会、经济与技术系统中发生的现象。

本书源于我们在康奈尔大学开设的一门课程,旨在面向多学科的学生群体,介绍这个主题及其背后的思想,属于入门层次。中心概念是基本的,并且不难理解,但它们来自多个不同领域的研究文献。因此,本书的主要目的是用一种统一的方式将这些基本概念汇集起来,并将它们以尽量少背景知识要求的方式展现出来。

总览

本书定位在本科生的入门层次,除了希望读者对基本的数学定义感到自然外,没有其他先修要求。为此,我们利用一些特殊情境来发展有关思想,并通过例子给予解释,目的是针对一些复杂的概念与理论,给出比较简单但依然保持其基本思想的形式化表述。

在使用本书的过程中,我们发现许多学生也有兴趣对这些主题进行深入的学习,因此提供一条从这种入门介绍到相关研究文献的道路是有益的。为此,我们在许多章的结尾都安排了可选读的深度学习材料。这部分内容不同于本书的其他部分内容,有些用到了更深的数学知识,有些则体现在一种更高层次的概念复杂性上。尽管如此,除了需要一些额外的数学背景外,这些章节本身是自封的(self-contained);同时,它们只是选读的,即本书的其他任何部分内容都不依赖于它们。

概要

本书的第1章是关于所涉及主题的详细描述。这里给出全书的轮廓以及各章的主要内容。

本书有七大部分,每一部分包含3~4章。第一部分和第二部分介绍在分析网络与行为中需要的两个基本理论:图论与博弈论,前者用于研究网络的结构,后者用于在人们的决定相互影响他人结果的场合建模。第三部分整合上述理论,分析市场的网络结构,以及在该网络中权力的概念。第四部分体现一种不同的整合,讨论作为信息网络的万维网中信息搜索的问题,以及当前搜索产业核心市场的发展。第五部分和第六部分研究在网络与群体中发生的若干基本过程的动力学,包括人们相互被他人决定影响的方式。第五部分从聚合的尺度上讨论这个主题,将个体与群体的互动作为一个整体建模。第六部分继续相关讨论,但在比较细的网络结构粒度上,从影响的问题开始,直到搜索过程与疾病传染的动力学。最后,第七部分讨论一些社会机制,包括市场、表决系统及产权,可以看到这些机制在前面研究过的一些现象中发挥的作用。

本书的使用

除了可用于教学外,对此类主题感兴趣的一般读者也会发现本书是有用的,从这里开始,读者可以奠定在更深程度上独立探索它们的基础。

基于本书可以开设若干不同的课程。在康奈尔大学,学生来自许多不同的专业,有不同的技术背景,这种听众的多样性帮助我们设定了本书的入门层次。我们的课程包括了每一章的部分内容。具体而言,下面是我们采用的周教学计划。每周有三次课,每次50分钟,但第六和第七周每周只有两次课。每次课,我们不一定讲到有关章节的所有细节。

第一周:第1章,2.1~2.3节,3.1~3.3节,3.5节,4.1节。

第二周:5.1~5.3节,6.1~6.4节,6.5~6.9节。

第三周:8.1~8.2节,9.1~9.6节,10.1~10.2节。

第四周:10.3节,10.4~10.5节,11.1~11.2节。

第五周:11.3~11.4节,12.1~12.3节,12.5~12.6节。

第六周:12.7~12.8节,第13章。

第七周:14.1~14.2节,14.3~14.4节。

第八周:15.1~15.2节,15.3~15.4节,15.5~15.6节,15.8节。

第九周:16.1~16.2节,16.3~16.4节,16.5~16.7节。

第十周:17.1~17.2节,17.3~17.5节,第18章。

第十一周:19.1~19.2节,19.3节,19.4~19.6节。

第十二周:22.1~22.4节,22.5~22.9节,7.1~7.4节。

第十三周：20.1~20.2 节,20.3~20.6 节,21.1~21.5 节。

第十四周：23.1~23.5 节,23.6~23.9 节,第 24 章。

使用本书可有许多设计一门课程的路线。首先,作为计算机科学与经济学的结合,人们在开设一些新的课程,特别关注在现代计算机系统的设计与行为分析中经济学推理方法的作用。在这类课程中,以第 2 章图论、第 6 章博弈、第 9 章拍卖和第 10 章匹配市场作为基础,其他内容的选择可有多种做法。例如,可以包括第二部分与第三部分的其他内容,第四部分与第五部分的全部,第 19 章,以及第七部分的某些内容,这就是一门很丰富的课程了。同时,这类课程也可有一种比较聚焦的版本,主要考虑拍卖、市场和网络应用等,可以包括第 2、6、9、10、13、15、17、18 和 22 章,以及第 11、12、14、16 和 19 章的一些内容。如果这些课程在较高的层次开设,多数章节后面的深度学习材料应该可用。取决于课程的具体层次,有关章节的许多材料可用来作为深度学习的引导。

在不同但相关的方向上,人们也在开设关于社会计算与信息网络的课程。在这类课程中,可以强调本书的第 2~6、13、14、17~20 和 22 章,这样的课程在关于 Web 的内容中经常会包括插有广告的搜索市场,于是可以用第 9、10 和 15 章的内容。取决于具体的层次,书中的深度学习材料也可以在这类课程中发挥作用。

最后,本书的一些内容可作为自封的模块,用在更多的一些课程中。例如,下面这些章节,2.3、3.6、5.5、8.3、10.6、14.2、14.3、14.6、15.9、20.3、20.4 和 20.7 节可用来组成一门网络算法的课程;第 6~9 章和第 11 章、12.9、15.3~15.6、19.2、19.3、19.5~19.7 和 23.7~23.9 节可用来组成一门博弈论应用的课程;第 2~5 章,12.1~12.3 和 12.5~12.8 节,以及第 18~20 章可用来组成一门社会网络分析的课程;第 16 章和第 22 章,以及 23.6~23.10 节可用来组成一门信息在经济活动环境中的作用的课程;2.3、3.2、3.6、4.4、5.3、13.3、13.4、14.2~14.5、18.2、18.5 和 20.5 节可用来组成一门大规模网络数据分析的课程。多数这些模块以图论和(或)博弈论作为基础,针对有些学生可能不熟悉这些内容,第 2 章和第 6 章分别提供了自封的介绍。

致谢

本书的思想诞生于康奈尔大学,一个特别有利于社会科学和计算科学相互结合的地方。从一项国家自然科学基金项目开始,我们与 Larry Blume、Eric Friedman、Joe Halpern、Dan Huttenlocher 和 Éva Tardos 合作,随后在康奈尔大学社会科学院资助的关于网络的校园“主题项目”中,与我们合作的研究小组成员除了 Larry 和 Dan,还包括 John Abowd、Geri Gay、Michael Macy、Kathleen O'Connor、Jeff Prince 和 David Strong。书中针对相关专题采纳的分析方法和思维方式,源自于这种跨学科的合作研究小组,其中包括我们最亲密的专业合作伙伴。

本书的前身课程产生于康奈尔大学专题项目中的讨论。我们两个人分别教授该研究生课程的不同内容,而由 Michael Kearns 在宾夕法尼亚大学开设的“联网生活”(Networked Life)课程表明,这些内容对本科生同样表现出它的活力和吸引力。我们对这种结合不同学科的课程的教育前景非常期待,这种结合不仅为学生提供一门课程,同样对我们也具有教育意义。创建和教授这门新兴的跨学科课程得到了我校计算机科学系和经济学系的支持,以及康奈尔大学所罗门基金会的支持。

在本书初具规模时,我们得益于采用本书初稿授课的同事们大量的反馈、建议和体验。在此,我们特别感谢 Daron Acemoglu(麻省理工学院)、Lada Adamic(密歇根州立大学)、Allan Borodin(多伦多大学)、Noshir Contractor(西北大学)、Jason Hartline(西北大学)、Nicole Immorlica(西北大学)、Ramesh Johari(斯坦福大学)、Samir Khuller(马里兰大学)、Jure Leskovec(斯坦福大学)、David Liben-Nowell(卡尔顿大学)、Peter Monge(南加州大学)、Asu Ozdaglar(麻省理工学院)、Vijay Ramachandran(高露洁大学)、R. Ravi(卡内基-梅隆大学)、Chuck Severance(密歇根大学)、Aravind Srinivasan(马里兰大学)和 Luis von Ahn(卡内基-梅隆大学)。这门课的研究生和本科生教学助理也提供了很大的帮助,我们感谢 Alex Ainslie、Lars Backstrom、Jacob Bank、Vlad Barash、Burak Bekdemir、Anand Bhaskar、Ben Cole、Bistra Dilkina、Eduard Dogaru、Ram Dubey、Ethan Feldman、Ken Ferguson、Narie Foster、Eric Frackleton、Christie Gibson、Vaibhav Goel、Scott Grabnic、Jon Guarino、Fahad Karim、Koralai Kirabaeva、Tian Liang、Austin Lin、Fang Liu、Max Mihm、Sameer Nurmohamed、Ben Pu、Tal Rusak、Mark Sandler、Stuart Tettemer、Ozgur Yonter、Chong-Suk Yoon 和 Yisong Yue。

除了用过本书初稿的教师外,还有许多人也对此书给予了大量评议,对本书的改进提供了帮助,包括 Lada Adamic、Robert Kerr、Evie Kleinberg、Gueorgi Kossinets、Stephen Morris、David Parkes、Rahul Sami、Andrew Tomkins 和 Johan Ugander。除了前面已经提到的,我们还要再次感谢我们的同事 Bobby Kleinberg、Gene Kleinberg、Lillian Lee、Maureen O'Hara、Prabhakar Raghavan 和 Steve Strogatz,他们在该项目进行过程中提出了非常有价值的建议。

很高兴能够与剑桥大学出版社编辑团队合作。剑桥大学出版社的主要联络人 Lauren Cowles 为我们提供了巨大的帮助和有价值的建议;我们非常感谢 Scott Parris 和 David Tranah 对该项目的贡献,以及 Peggy Rote 和她的同事们对本书的制作所做的工作。

最后,对我们的家庭表示深深的谢意,感谢我们的家人不懈的支持和付出。

大卫·伊斯利(David Easley)

乔恩·克莱因伯格(Jon Kleinberg)

2010 年于伊萨卡(Ithaca)

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 网络的基本问题	1
1.2 本书的核心内容	5
第一部分 图论与社会网络	15
第 2 章 图论	17
2.1 基本定义	17
2.2 路径与连通性	19
2.3 距离与先宽搜索	23
2.4 网络数据集概要	28
2.5 练习	30
第 3 章 强联系和弱联系	32
3.1 三元闭包	32
3.2 弱联系的力量	34
3.3 在大规模数据中的联系强度与网络结构	37
3.4 联系强度、社交媒体和被动参与	39
3.5 闭包、结构洞和社会资本	42
3.6 深度学习材料：之间关系的度量和图的划分	45
3.6.1 图划分的一种方法	46
3.6.2 计算介数值	50
3.7 练习	53
第 4 章 网络及其存在的环境	54
4.1 同质现象	54

4.2	同质现象背后的机制：选择与社会影响	57
4.3	归属	58
4.4	从在线数据中看连接的形成	61
4.5	隔离的一种空间模型	67
4.6	练习	71
第 5 章	正关系与负关系	73
5.1	结构平衡	73
5.2	结构平衡网络的特性	75
5.3	结构平衡的应用	77
5.4	结构平衡的一种弱形式	79
5.5	深度学习材料：结构平衡定义的推广	81
5.5.1	任意(非完全)网络中的结构平衡	81
5.5.2	近似平衡的网络	86
5.6	练习	90
第二部分 博弈论		93
第 6 章	博弈	95
6.1	何为博弈	96
6.2	博弈中的行为推理	97
6.3	最佳应对与占优策略	101
6.4	纳什均衡	103
6.5	多重均衡：协调博弈	105
6.6	多重均衡：鹰鸽博弈	107
6.7	混合策略	108
6.8	混合策略：案例与经验分析	113
6.9	帕累托最优与社会最优	116
6.10	深度学习材料：非优策略与动态博弈	117
6.10.1	多人博弈	117
6.10.2	非优策略及其在策略推理中的作用	118
6.10.3	动态博弈	122
6.11	练习	127

第 7 章 进化博弈论	133
7.1 互动产生适应	133
7.2 进化稳定策略	135
7.3 进化稳定策略的一般描述	138
7.4 进化和纳什均衡间的关系	139
7.5 进化稳定的混合策略	140
7.6 练习	144
第 8 章 网络流量的博弈论模型	146
8.1 均衡态的流量	146
8.2 布雷斯悖论	147
8.3 深度学习材料: 均衡态流量的社会成本	148
8.3.1 如何发现一个均衡状态的流量模式	150
8.3.2 均衡流量与社会最优流量对比	153
8.4 练习	154
第 9 章 拍卖	157
9.1 拍卖的类型	157
9.2 何时拍卖适宜	158
9.3 不同拍卖形式间的关系	159
9.4 次价拍卖	160
9.5 首价拍卖和其他拍卖形式	162
9.6 共同价值和赢家的诅咒	163
9.7 深度学习材料: 首价和全支付拍卖中的出价策略	164
9.7.1 首价拍卖中的均衡出价	164
9.7.2 卖方的收入	167
9.7.3 全支付拍卖中的均衡出价	169
9.8 练习	170
第三部分 网络中的市场与策略性互动	173
第 10 章 匹配市场	175
10.1 二部图与完美匹配	175

10.2	估值与最优分配	178
10.3	价格与市场清仓性质	179
10.4	构造一组清仓价格	182
10.5	与单品拍卖的关系	184
10.6	深度学习材料：匹配定理的一种证明	185
10.7	练习	190
第 11 章	具有中介的市场网络模型	195
11.1	市场中的定价	195
11.2	一种交易网络模型	197
11.3	交易网络中的均衡	201
11.4	进一步的均衡现象：拍卖与波及效应	204
11.5	交易网络中的社会福利	206
11.6	经纪人的利润	207
11.7	关于在中介下交易的思考	209
11.8	练习	209
第 12 章	网络中的议价与权力	212
12.1	在社会网络中的权力	212
12.2	权力与交换的实验性研究	214
12.3	网络交换实验的结果	215
12.4	与买卖网络的一种联系	218
12.5	两人交互模型：纳什议价方案	219
12.6	两人交互模型：终极博弈	220
12.7	网络交换模型：稳定结果	221
12.8	网络交换模型：平衡结果	224
12.9	深度学习材料：讨论议价的一种博弈论方法	226
12.10	练习	231

第四部分 信息网络与万维网 233

第 13 章	万维网结构	235
13.1	万维网	235

13.2	信息网络、超文本和关联存储器	237
13.3	将万维网看成一个有向图	240
13.4	万维网的领结结构	243
13.5	Web 2.0 的涌现	245
13.6	练习	247
第 14 章	链接分析和网络搜索	248
14.1	网络搜索：排名问题	248
14.2	利用中枢和权威进行链接分析	249
14.3	网页排名	253
14.4	链接分析在现代搜索引擎中的应用	257
14.5	在万维网之外的应用	258
14.6	深度学习材料：谱分析、随机游走和网络搜索	260
14.6.1	中枢权威的谱分析	260
14.6.2	网页排名的谱分析	264
14.6.3	利用随机游走构建网页排名	266
14.7	练习	268
第 15 章	商业支持的搜索市场	271
15.1	与搜索行为关联的广告业	271
15.2	广告业作为一种匹配市场	273
15.3	在匹配市场中鼓励真实出价：VCG 原理	275
15.4	分析 VCG 机制：真实报价是一个占优策略	279
15.5	广义次价拍卖	280
15.6	广义次价拍卖的均衡	283
15.7	广告质量	285
15.8	复杂查询和关键词相互作用	286
15.9	深度学习材料：VCG 价格和市场清仓性质	287
15.9.1	证明的高层次概述	289
15.9.2	详细证明	292
15.10	练习	295

第五部分 网络动力学：总体模型 297

第 16 章 信息级联	299
16.1 “随大流”现象	299
16.2 一个简单的群集实验	300
16.3 贝叶斯规则：非确定性决策模型	303
16.4 在群集实验中运用贝氏规则	306
16.5 一种简单的、一般的级联模型	308
16.6 依次抉择与级联	310
16.7 从级联中获得的认识	312
16.8 练习	314
第 17 章 网络效应	316
17.1 没有网络效应的经济	317
17.2 具有网络效应的经济	319
17.3 稳定性、不稳定性和转折点	321
17.4 市场的一种动态观	322
17.5 商品产业的网络效应	325
17.6 个体效应与群体效应的混合作用	327
17.7 深度学习材料：消极外部效应和 El Farol 酒吧问题	330
17.8 练习	335
第 18 章 幂律与富者更富现象	337
18.1 流行度成为一种网络现象	337
18.2 幂律	338
18.3 富者更富模型	339
18.4 富者更富效应的不可预测性	341
18.5 “长尾”现象	342
18.6 搜索工具和推荐系统的作用	344
18.7 深度学习材料：分析富者更富的过程	345
18.8 练习	348

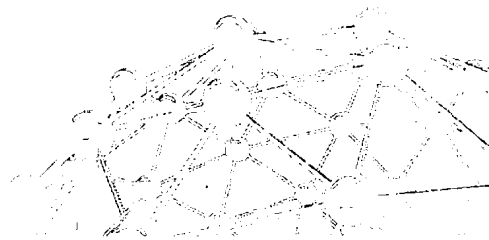
第六部分 网络动力学：结构模型	349
第 19 章 网络中的级联行为	351
19.1 网络中的传播	351
19.2 基于网络构建传播模型	352
19.3 级联与聚簇	357
19.4 传播、阈值值和弱连接的作用	359
19.5 基本级联模型的扩展	361
19.6 知识、阈值值和集体行动	362
19.7 深度学习材料：级联能力	365
19.7.1 无限网络中的级联	365
19.7.2 级联能力可以达到多大	367
19.7.3 兼容性及其在级联中的作用	369
19.8 练习	375
第 20 章 小世界现象	378
20.1 六度分隔	378
20.2 结构与随机性	379
20.3 分散搜索	381
20.4 构建分散搜索过程的模型	382
20.5 实验分析以及推广模型	384
20.6 核心-外围结构与分散搜索的困难	389
20.7 深度学习材料：对分散搜索的分析	390
20.7.1 一维模型的最佳指数	390
20.7.2 更高的维度和其他指数	395
20.8 练习	397
第 21 章 流行病学	398
21.1 疾病和传播网络	398
21.2 分支过程	399
21.3 SIR 流行病模型	401
21.4 SIS 流行病模型	405
21.5 同步性	407

21.6	短暂接触与并发的危险	409
21.7	宗谱、基因遗传和线粒体夏娃	411
21.8	深度学习材料：分析分支过程和合并过程	415
21.8.1	分析分支过程	415
21.8.2	分析合并过程	420
21.9	练习	424

第七部分 机构及其聚合行为 425

第 22 章	市场与信息	427
22.1	外生事件的市场	428
22.2	赛马、博彩和信念	429
22.3	聚合信念与“群众智慧”	433
22.4	预测市场和股票市场	435
22.5	内生事件的市场	438
22.6	柠檬市场	439
22.7	其他市场中的非对称信息	442
22.8	质量的信号	445
22.9	在线信息质量的不确定性：信誉系统与其他机制	446
22.10	深度学习材料：市场中的财富动力学	448
22.10.1	市场中的贝叶斯学习	448
22.10.2	财富动力学	451
22.11	练习	453
第 23 章	表决	455
23.1	作为集体决策的表决	455
23.2	个体的偏好	456
23.3	表决系统：少数服从多数规则	458
23.4	表决系统：与位置相关的表决	461
23.5	阿罗不可能定理	463
23.6	单峰偏好和中值选举人定理	465
23.7	作为信息聚合形式的表决	468
23.8	信息聚合中不诚实的表决	470

23.9 陪审团决定和一致通过规则	472
23.10 依次表决及其与信息级联的关系	475
23.11 深度学习材料：阿罗不可能定理的一种证明	475
23.12 练习	479
第 24 章 产权	481
24.1 外部性与科斯定理	481
24.2 公物的悲剧	484
24.3 知识财产	486
24.4 练习	488
参考文献	490
本书常用术语和短语中英文对照	510



第 1 章 概述

过去的 10 年,公众对现代社会中复杂的“连通性”表现出与日俱增的兴趣。这种兴趣的核心是**网络(network)**的概念。网络是事物之间相互关联的一种模式,人们在许多场合的讨论和报道中都会提到。鉴于涉及网络概念的情形实在太多,我们稍后再给出准确的定义,这里先列举几个突出的例子。

首先,我们身在其中的**社会网络**,它体现了朋友之间的社交联系。这种社交联系的复杂性随人类历史进程所发生的各种技术进步不断增加,包括便利人们长途旅行的交通技术、全球通信技术以及数字化交流与互动技术。过去半个世纪以来,地理上的含义在各种社会网络中越来越淡化(即网络结构在传统上所反映的地域性减弱了),但在其他方面则丰富起来。

我们消费的信息有类似的网络结构,它们的复杂性也在不断增加。大量在视角、可靠性和意图变化范围都很宽的信息源,形成了对由少数高质量信息提供者(出版商、新闻和学术机构等)支配信息生产的传统局面的冲击。在这样的环境中要理解任何一条信息,不仅要看看其内容本身,还在于理解它通过网络中的连接关系得到支持以及它所引用其他信息的方式。

我们的技术系统和经济系统也日益依赖复杂的网络。这使得人们越来越难以推理它们的行为,对它们进行调整的风险也越来越大。网络使我们的技术系统和经济系统容易受到破坏的影响,它们会通过网络结构传播开来,有时局部出问题会导致多米诺骨牌式的崩溃或金融危机。

网络体现的基本意象也使它在许多其他场合出现:全球化产品加工有**供应商网络**,网站有**用户网络**,媒体公司有**广告商网络**,等等。在这些情况下,讨论的重点常常不在网络结构本身,而在于它所带来的另一种复杂性,即网络作为一个大型的、由各种关联成分构成的总体,以一种难以预知的方式,反作用于中央权威行动的复杂性。国际冲突的一些提法也反映了这种情形。例如,美国总统在演讲中说,以前的战争是在两个对立的政府支持的军队之间发生,现在则逐渐变成一个国家面对“一个广泛的且具有很强应对能力的恐怖主义网络”^[296],或者“针对一个暴力和仇恨网络的战争”^[328]。

1.1 网络的基本问题

应该如何以一种比较准确的层次考虑网络,才能抓住上述所有问题的要点?在最基本的意义上,任何事物(对象)的集合,其中某些“事物对”之间由“连接”(link)关联起来,就是网络。