

张天蓉◎著

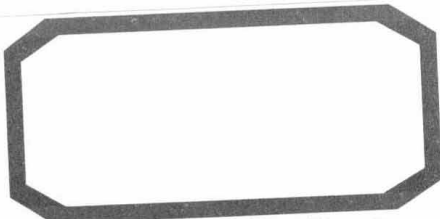
PROBABILITY EVERYWHERE

从掷骰子到阿尔法狗：

趣谈概率

处处是概率，万物皆随机，悖论知多少，趣题相与析。

清华大学出版社



张天蓉◎著

从掷骰子到阿尔法狗：
趣谈概率

清华大学出版社
北京

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

从掷骰子到阿尔法狗:趣谈概率/张天蓉著. —北京:清华大学出版社,2018
ISBN 978-7-302-49208-5

I. ①从… II. ①张… III. ①概率 IV. ①O211.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 331590 号

责任编辑:胡洪涛 王 华

封面设计:施 军

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 **邮 编:**100084

社 总 机:010-62770175 **邮 购:**010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:148mm×210mm **印张:**7.625 **插页:**2 **字 数:**172 千字

版 次:2018 年 5 月第 1 版 **印 次:**2018 年 5 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元

产品编号:075952-01

前 言

这是一本写给对概率统计及应用有兴趣的非专业读者的书,目的是帮助他们理解高科技发展中概率统计等概念的意义。本书在写作中以悖论、谬误,以及一些饶有趣味的数学案例作先导,引发读者的兴趣和思考,并在解答问题的过程中讲述概率论中的基本知识和原理,及其在物理学、信息论、网络、人工智能等

领域与技术中的应用。书中介绍的著名趣味概率问题包括赌博点数分配问题、赌徒谬误、高尔顿钉板、几何概型悖论、酒鬼漫步、德国坦克问题、博士相亲、中国餐馆过程等。通过讨论这些简单有趣的例子，让读者了解概率统计中的重要概念，如随机变量、期望值、贝叶斯定理、大数定律、中心极限定理、马尔可夫过程、深度学习，等等。

针对概率论，有“法国牛顿”之称的 P. S. 拉普拉斯 (P. S. Laplace 1749—1827) 曾说：“这门源自赌博机运之科学，必将成为人类知识中最重要的一部分，生活中大多数问题，都将只是概率的问题。”

两百多年之后的当今文明社会证实了拉普拉斯的预言，这个世界充满了不确定性。作为数学领域的一个重要分支，概率论的基本概念早已渗透到人们的工作和生活当中，小到人人可以买到的彩票，大到如今热度不减的各种大数据，还有近年来突飞猛进的人工智能技术，包括打败人类顶级围棋手的“阿尔法狗”和自动车辆使用的“深度机器学习”算法等，都与概率论密切相关。

因此，人人都有必要学点概率论，了解一下概率与统计有哪些基本理论，世界是随机的吗？它们是如何被应用到现代科学及人工智能中的。然而，因涉及复杂的数学计算等问题，这个领域使公众望而生畏。本书旨在尽可能地跳出数学公式，用平铺直叙的话语将概率与统计中一些深奥的概念转变为公众更容易理解的实际案例。

概率论本来就是从多种赌博游戏中诞生的，因此，第 1 章从概率

论的诞生历史开始,通过介绍经典概率论中几个著名悖论,让公众了解大数定律、中心极限定理、贝叶斯定理等概率论中的基本概念及应用。

第2章主要介绍在现代概率论及应用中极其重要的贝叶斯学派。有趣的三门问题是一个经典问题,却由此启发我们思考概率的本质,从而有利于介绍概率论中“频率学派和贝叶斯学派”之间的两派之争。多数概率论书籍均仅仅基于频率学派的观点而写成,而本书只在第1章中涉及古典概率论(即频率学派)的基本概念,之后便将贝叶斯学派颇为不同的思考方法,贯穿于本书的叙述中,这也是本书的特色之一。

概率描述的随机变量如何随时间而演化?这类由一系列随机变量构成的“随机过程”,是第3章介绍的内容。“随机过程”这个听起来生涩的数学专业词汇,也被作者用“酒鬼漫步”的通俗例子解读得一目了然。

之后的第4、5、6章,分别简要地介绍概率论在统计物理、信息论、网络理论中的应用。同样地,作者努力避开说教式的言辞,把知识融入故事中,在讲解知识的同时,带给读者阅读故事、解读趣题的乐趣。紧接着,在最后一章中,作者提纲挈领地介绍人工智能中热门的深度卷积神经网络,尽管只能管窥蠡测,但从几个关键算法中,读者也能对机器学习的奥秘略知一二。

本书既可浅读,也能深究,尽量做到满足各个教育水平大众的阅读兴趣。涉猎的知识范围广泛,将数学、物理、通信、信息、计算机、人

工智能多个领域,通过“概率”而串通到了一起。希望本书可以帮助读者更快速、更深刻地理解概率统计,将其应用于生活和社会,也可以让年轻人从游戏和趣题中学到知识,吸引他们踏进基础科学、人工智能、信息技术的大门。

当今社会处处是概率,万物皆随机,悖论知多少,趣题相与析。大家都来读书解惑,玩玩有趣的概率游戏吧!

作者

2018年1月

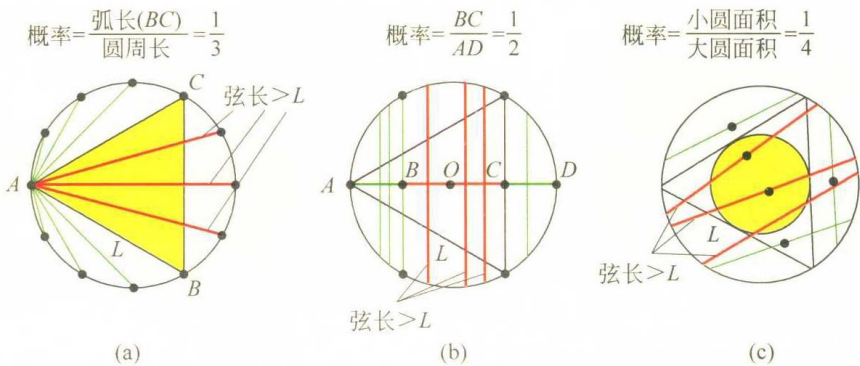


图 1-3-2 贝特朗悖论
(a) 方法 1; (b) 方法 2; (c) 方法 3

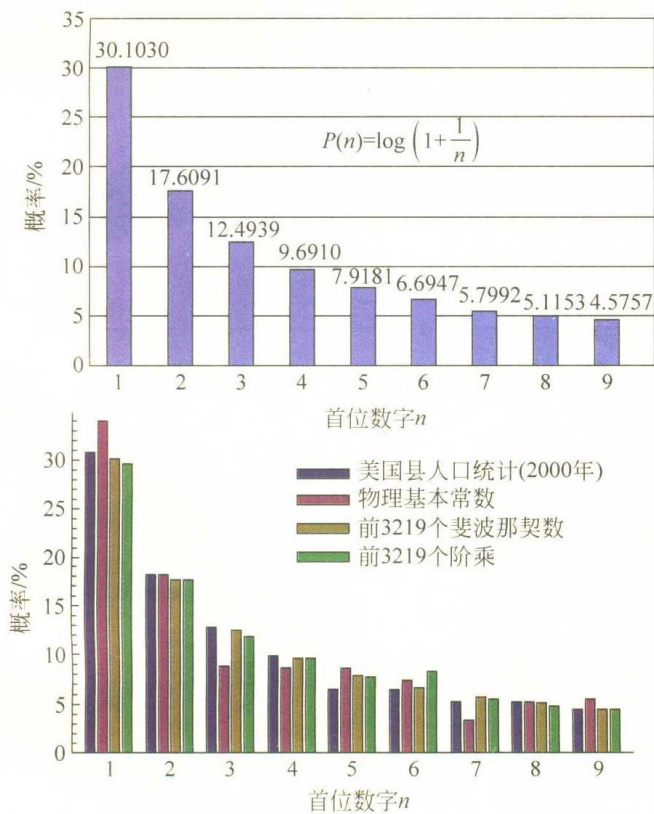


图 1-4-1 本福特定律(首位数定律)及其应用实例

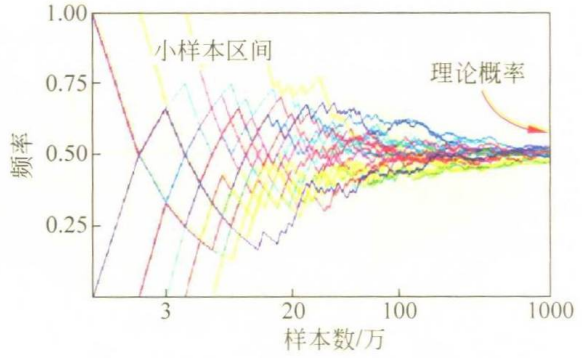


图 1-5-2 雅各布·伯努利和大数定律

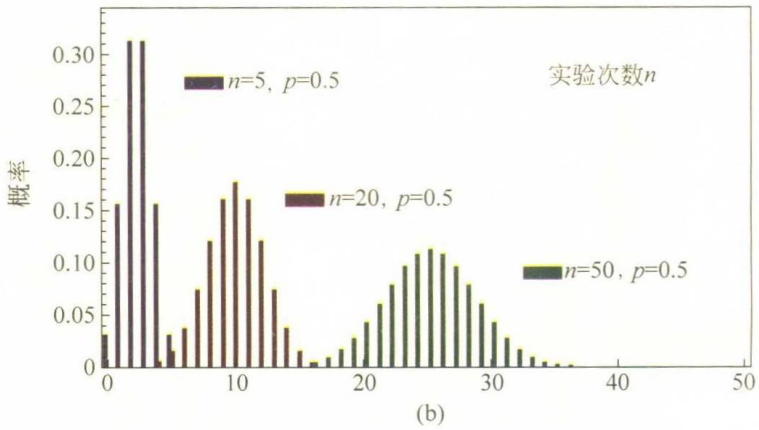
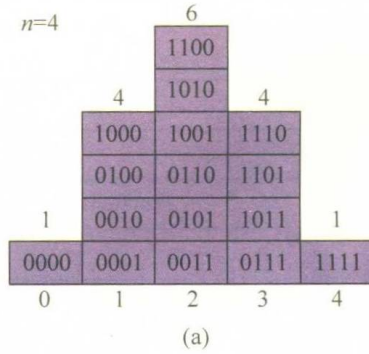


图 1-6-2 多次抛硬币得到正面的概率分布

(a) 正面的次数；(b) 二项分布

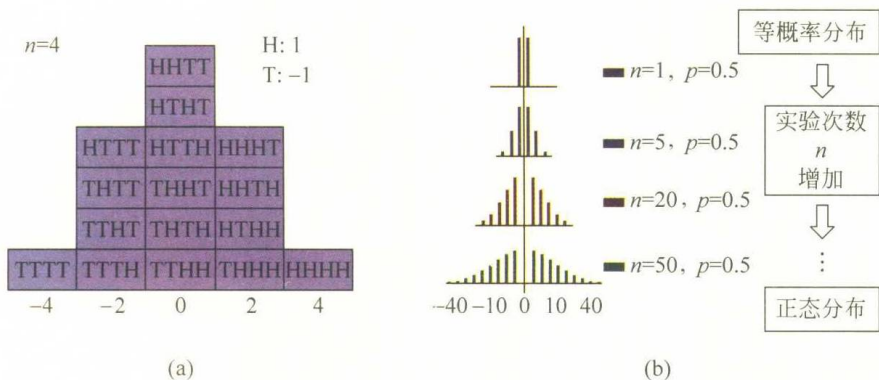


图 1-6-3 大数定律和中心极限定理

(a) 大数定律：平均值趋于 0；(b) 中心极限定理：趋于正态分布

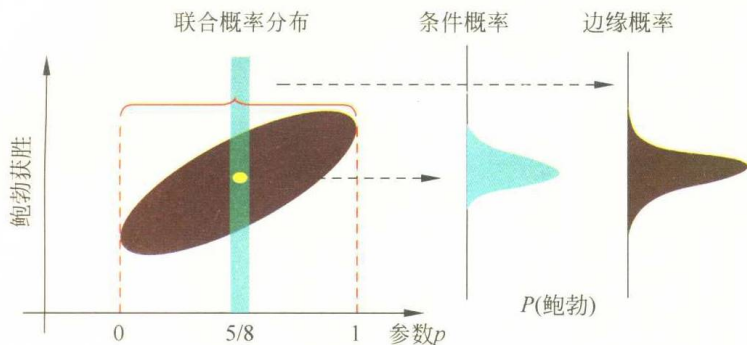


图 2-6-2 条件概率和边缘概率

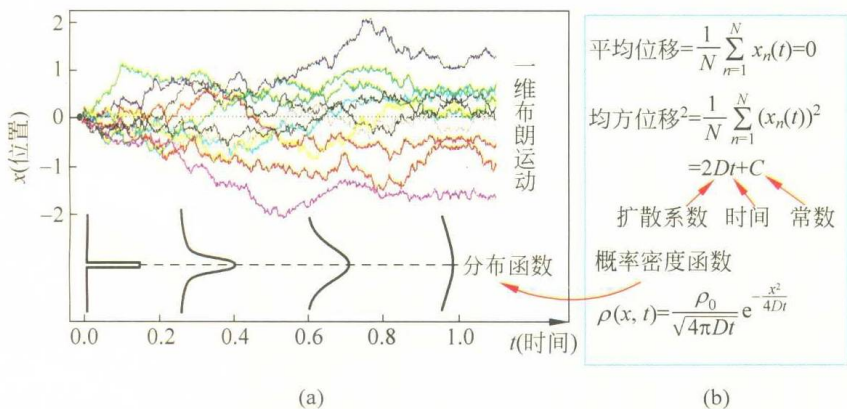


图 3-4-2 一维布朗运动的分布函数随时间变化

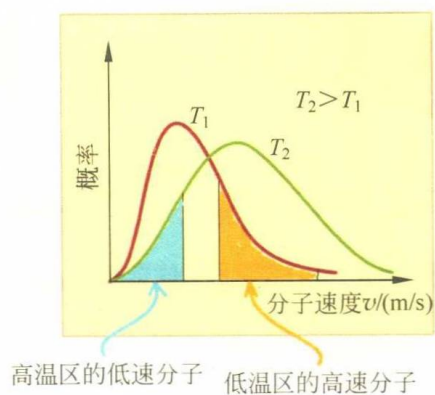
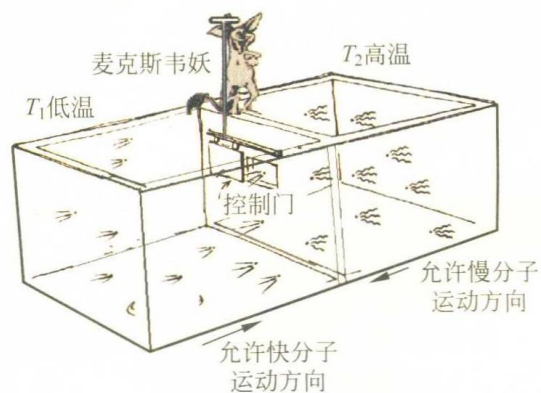


图 4-6-2 麦克斯韦妖

目 录

第 1 章 趣谈概率// 001

1. 帕斯卡和法国数学: 概率论的
诞生// 002
2. 似是而非的答案: 概率论
悖论// 014
3. 几何概型和贝特朗悖论// 020
4. 别相信直觉——概率论帮助
侦破“财务造假”// 025
5. 赌徒谬误: 赌博与大数定律// 032
6. 随处可见的钟形曲线: 中心
极限定理// 043

第2章 趣谈贝叶斯学派// 059

1. 三门问题// 060
2. 三门问题引发的思考：概率究竟是什么？ // 064
3. 频率学派和贝叶斯学派// 067
4. 主观和客观// 075
5. 拿什么拯救你，量子力学// 080
6. 贝叶斯台球问题// 088
7. 德国坦克问题// 094

第3章 趣谈随机过程// 100

1. 马尔可夫链// 102
2. 酒鬼漫步的数学// 106
3. 赌徒破产及鸟儿回家// 109
4. 微粒的“酒鬼漫步”——布朗运动// 112
5. 麦穗问题和博士相亲// 120

第4章 趣谈“熵”// 130

1. 从卡诺谈起——天妒英才// 131
2. “熵”——热力学中闪亮登场// 135
3. “熵”——名字古怪、性情乖张// 140
4. 时间之矢贯穿宇宙// 145
5. 伊辛(或易辛)模型及应用// 149
6. 麦克斯韦妖// 151

第5章 趣谈信息熵// 158

1. “熵”——信息世界大显身手// 159
2. “熵”——品类繁多、个个逞强// 167
3. 老鼠和毒药问题// 170
4. 称球问题// 176
5. 不要把鸡蛋放在一个篮子里// 182

第6章 趣谈互联网中的概率// 186

1. 大网络中的小世界// 187

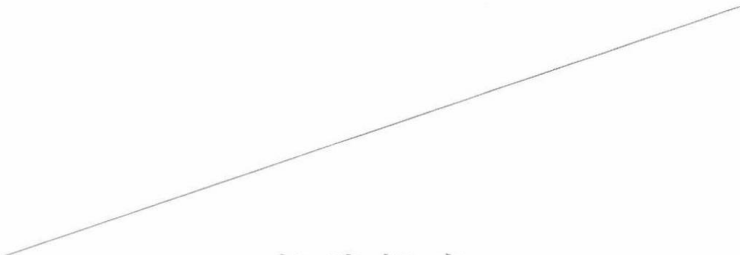
2. 网络和图论// 189
3. 网络的大小// 192
4. 有趣的随机大网络// 194

第7章 趣谈人工智能的统计// 198

1. 阿尔法狗世纪大战// 199
2. 人工智能发展的三起三落// 202
3. 隐马尔可夫模型// 208
4. 支持向量机// 211
5. 朴素贝叶斯分类器// 213
6. 分布的分布// 216
7. 中国餐馆过程// 218
8. 机器深度学习的奥秘// 223

参考文献 // 231

第 1 章



趣 谈 概 率

骰子这玩意儿，算是一种最古老的赌具，据说人类在 5000 年前就开始使用它。它最早由埃及人发明出来，但在四大文明古国的历史中大概也都有独自发明类似物件的记载。不过，人类将这骰子甩来抛去掷了几千年，却没有明白其中深藏的数学奥秘，直到距今 400 多年前……

1. 帕斯卡和法国数学：概率论的诞生

17 世纪时，从意大利开始的文艺复兴运动已经席卷欧洲，也波及法国，给这里带来了科学与艺术的蓬勃发展和革命。法国数学界人才济济、群星璀璨，人们称其为数学之邦，它也不愧是概率论之故乡。

谈及 17 世纪的法国数学，不可不提一位举足轻重的人物：马兰·梅森(Marin Mersenne, 1588—1648)，见图 1-1-1。梅森也是一位数学家，但他的贡献主要不是在学术方面，这方面能列得出来的只