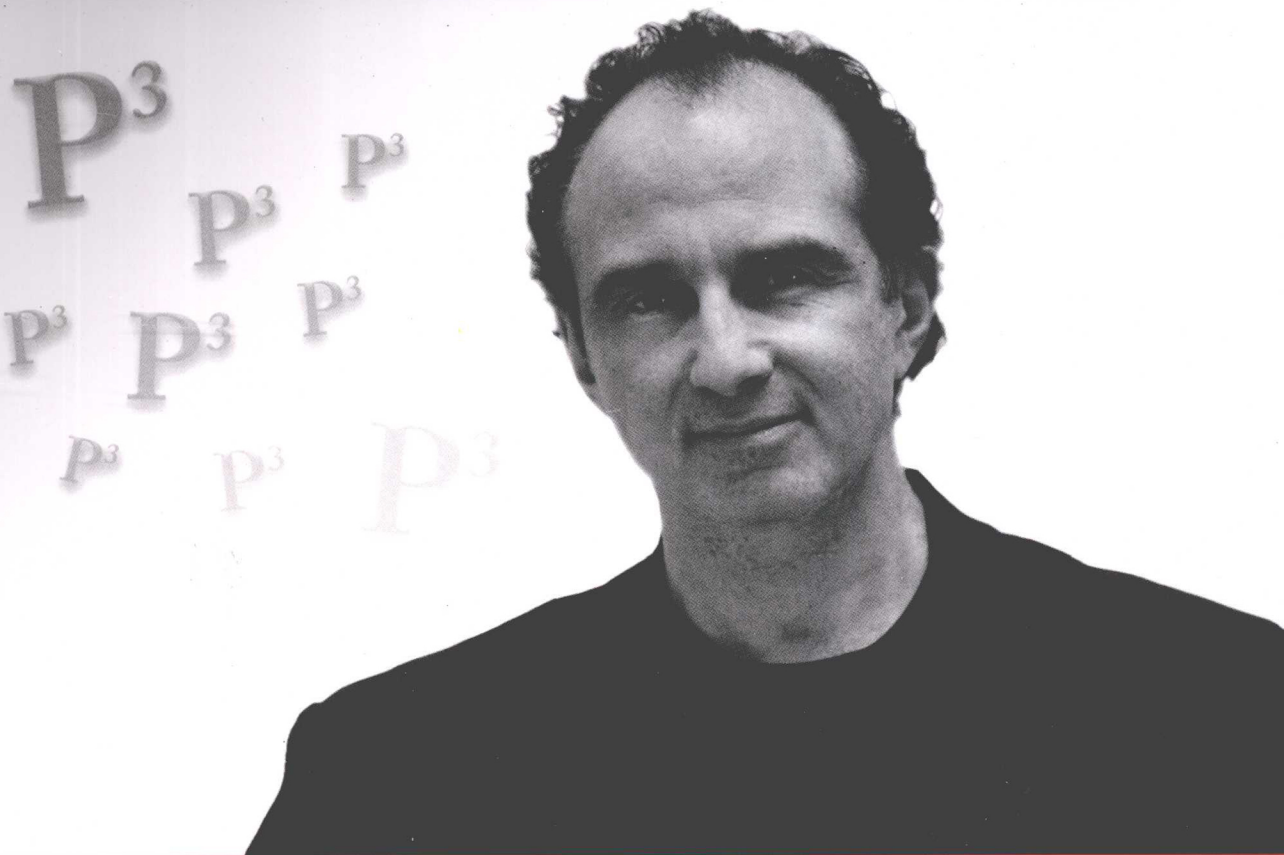


TURING

WILEY



Puzzles for Programmers and Pros

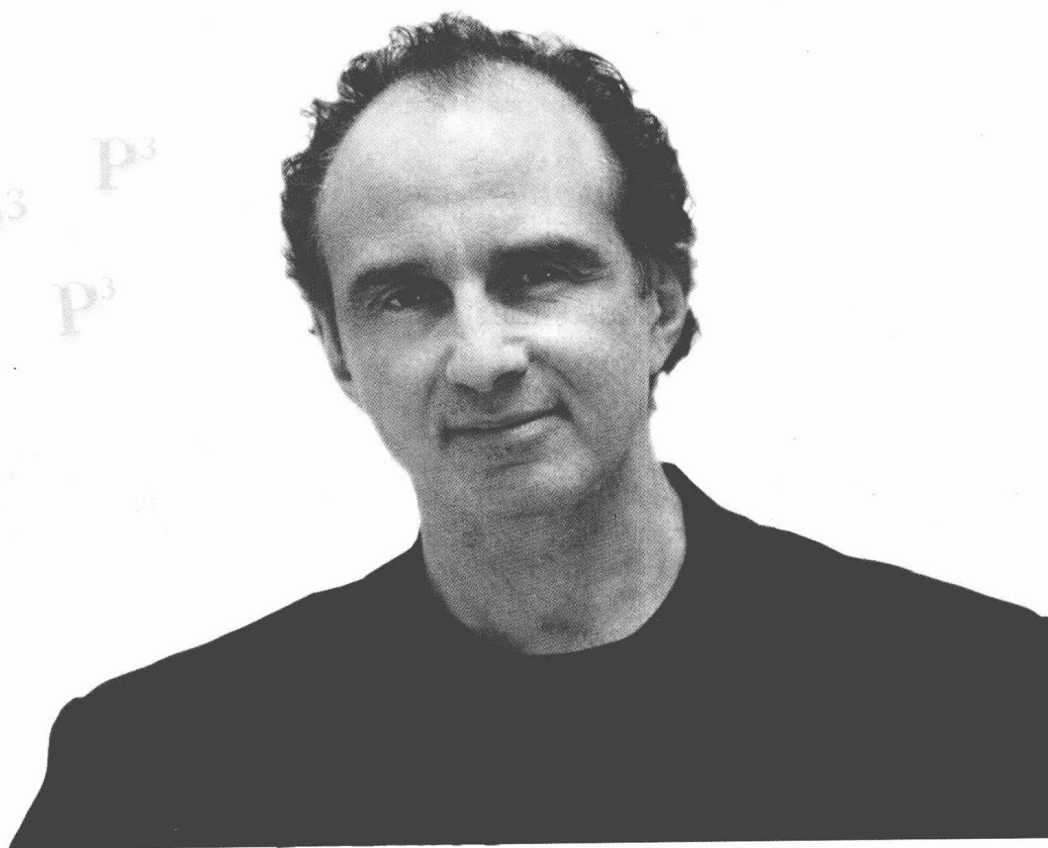
程序员面试逻辑题解析

[美] Dennis E. Shasha 著
费若愚 朱学武 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING



Puzzles for Programmers and Pros

程序员面试逻辑题解析



Dennis E. Shasha 著
朱学武 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

程序员面试逻辑题解析 / (美) 萨沙 (Shasha, D. E.)
著; 费若愚, 朱学武译. — 北京: 人民邮电出版社,
2013.1

书名原文: Puzzles for Programmers and Pros
ISBN 978-7-115-30195-6

I. ①程… II. ①萨… ②费… ③朱… III. ①程序设
计—工程技术人员—资格考试—自学参考资料②逻辑—工
程技术人员—资格考试—自学参考资料 IV. ①TP311.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第298652号

内 容 提 要

本书共分为3个部分。第一部分从有趣且锻炼头脑的谜题入手,继而给出解题思路和详细答案,更有“热身问题”给大家提供充分的思考空间。第二部分综合了不同类型的谜题,如数独、调度问题及概率题等。神秘的第三部分带领大家不断历险,开动脑筋,解决大量密码及银行账户等方面的问题。几十道简洁的小谜题不仅充分锻炼了我们的思维方式,更为提高面试成功率奠定了基础。

本书不仅适合程序员阅读,更是谜题爱好者的饕餮盛宴。

程序员面试逻辑题解析

-
- ◆ 著 [美] Dennis E. Shasha
译 费若愚 朱学武
责任编辑 卢秀丽
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 13.5
字数: 328千字 2013年1月第1版
印数: 1—4 000册 2013年1月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2012-4004号
ISBN 978-7-115-30195-6
-

定价: 35.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

目 录

第一部分 智力游戏

第 1 章 竞赛——不可能都是赢家	2	3.3 筹码盒游戏	42
1.1 甜食爱好者	3	3.4 反馈系数	44
1.2 拜占庭赌徒	5	第 4 章 推理——你在想什么	46
1.3 “碰碰”运气	7	4.1 数字线索	47
1.4 信息增益	9	4.2 智力游戏	49
1.5 直冲云霄!	11	4.3 “拒”中生智	52
1.6 政治分肥	13	4.4 棘手的迷宫	55
1.7 社会博弈	14	4.5 疯狂配比	57
1.8 猫鼠游戏	17	第 5 章 优化——达到事半功倍	59
1.9 流感中的数学	19	5.1 寻找地道	60
第 2 章 设计——想象力决定一切	21	5.2 天生一对	62
2.1 冰上历险	22	5.3 概不找零	65
2.2 最佳术语	26	5.4 寂静深海	67
2.3 巧分弹珠	28	第 6 章 前 5 章难题解答	68
2.4 颜色反转	30	6.1 甜食爱好者	70
2.5 赛程编排	31	6.2 拜占庭赌徒	71
2.6 生物中的分形学	32	6.3 “碰碰”运气	73
2.7 轻松分馅饼	34	6.4 信息增益	75
第 3 章 运气——获得幸运之神的垂青	36	6.5 直冲云霄!	76
3.1 幸运轮盘赌	37	6.6 政治分肥	77
3.2 法律逻辑	39	6.7 社会博弈	78
		6.8 猫鼠游戏	80
		6.9 流感中的数学	82

6.10	冰上历险	83
6.11	最佳术语	85
6.12	巧分弹珠	87
6.13	颜色反转	89
6.14	赛程编排	90
6.15	生物中的分形学	91
6.16	轻松分馅饼	94
6.17	幸运轮盘赌	96
6.18	法律逻辑	97
6.19	筹码盒游戏	98
6.20	反馈系数	103
6.21	数字线索	104
6.22	智力游戏	105
6.23	“拒”中生智	109
6.24	棘手的迷宫	111
6.25	疯狂配比	112
6.26	寻找地道	114
6.27	天生一对	117
6.28	概不找零	118
6.29	寂静深海	119

第二部分 解题密钥

第7章	谜题	124
7.1	年龄排位	125
7.2	城市规划	127
7.3	任务调度	129
7.4	海底寻宝	131
7.5	数独	136
7.6	数字编码	143
7.7	选择性贪心	146
7.8	最优包装	151
7.9	重温旅行推销员问题	154
7.10	超载系统的任务调度与冻结晶体	159
7.11	单词接龙	165
7.12	同盟最大化	168
7.13	决胜老虎机	171
7.14	骰子的奥秘	174
7.15	西瓜还是芝麻	177

第三部分 冒险故事

第8章	忠诚的敌人	182
-----	-------	-----

第一部分 智力游戏

如果能解出这些谜题，那么让你做管理工作显然是大材小用了。



注意 尖叫的表情表示这是一道特别难解的谜题。

第 1 章

竞赛——不可能都是赢家

1.1	甜食爱好者	3
1.2	拜占庭赌徒 	5
1.3	“碰碰”运气	7
1.4	信息增益 	9
1.5	直冲云霄!	11
1.6	政治分肥	13
1.7	社会博弈	14
1.8	猫鼠游戏	17
1.9	流感中的数学	19

1.1 甜食爱好者

杰里米 (Jeremy) 和玛丽 (Marie) 是两个喜欢蛋糕也喜欢数学的小孩, 可能你也认识这样的小孩。于是, 当大厨玛蒂娜 (Martine) 给他们准备了两块一模一样的长方形蛋糕后, 杰里米便说服玛丽来玩一个游戏。

游戏的规则是这样的: 杰里米先把一块蛋糕切成两份, 这两份大小可能一样, 也可能不一样。切完以后, 玛丽决定是否要先选蛋糕。如果玛丽先选, 她会选那份大的; 如果让杰里米先选, 玛丽可以预料到杰里米会选走那份大的。

随后, 杰里米把另外一块蛋糕也切成两份 (请注意, 他可以把其中一份切得非常小)。如果之前是玛丽先选的, 那么这次杰里米就可以拿走大的那份。如果之前是杰里米先选的, 那么这次玛丽就可以拿走大的那份。

热身问题

 假设每个小孩的目标是分得尽可能多的蛋糕, 那么对于杰里米来说最好的策略是什么呢?

提示 在查看答案之前, 用 f 和 $1-f$ 来表示第一块蛋糕被切分后两部分的大小, 其中 $f \geq 1/2$ 。假设下面两种情况: 第一种, 玛丽先选, 拿走了 f 那块; 第二种, 玛丽后选, 拿走了 $1-f$ 那块。依次分析这两种情况下的结果。

热身问题解答

根据提示, 玛丽会这样推理: 如果她拿了大小为 f 的那块, 那么杰里米就几乎可以得到第二块蛋糕的全部 (杰里米会切点儿蛋糕屑给玛丽, 自己拿走几乎整块蛋糕)。这样, 玛丽得到的份额是 f , 而杰里米得到的是 $(1-f)+1$ 。如果她拿了小的那块 (用 $1-f$ 表示), 那么对于杰里米来说最好是把第二块平分了, 如此一来, 玛丽得到的是 $(1-f)+1/2$ 。根据这个推理, 杰里米意识到对他来说最好的分法是使 $f = (1-f)+1/2$, 也就是 $2f = 3/2$, 即 $f = 3/4$ 。这样, 如果第一块蛋糕是玛丽先选, 那么杰里米会得到第一块蛋糕的 $1/4$ 和整个第二块蛋糕。如果第一块蛋糕是玛丽后选, 那么杰里米会得到第一块蛋糕的 $3/4$ 和第二块蛋糕的 $1/2$ 。在这两种情况下, 玛丽都能得到 $3/4$ 的蛋糕, 而杰里米能得到 $5/4$ 。注意, 如果杰里米在分第一块蛋糕时, 大的那块小于 $3/4$, 那么玛丽只要后选, 就能得到多于 $1/4$ 的蛋糕, 并且能得到第二块蛋糕的 $1/2$, 这样她能得到的蛋糕总量将多于 $3/4$ 。对比之下, 如果分第一块蛋糕时, 大的那块大于 $3/4$, 那么玛丽只要先选, 也能得到多于 $3/4$ 的蛋糕。

我详细地分析了热身问题，因为一个星期后，会有一个更难的挑战。这次大厨玛蒂娜做了 3 块一模一样的长方形蛋糕，杰里米和玛丽都对它们垂涎欲滴。

他们制订了新规则。杰里米还是负责切蛋糕，但是玛丽有两次先选蛋糕的机会，而杰里米只有一次。也就是杰里米先切第一块蛋糕，玛丽决定她是否要先选。然后杰里米切第二块蛋糕，这次还是由玛丽决定是否先选。第三块蛋糕还是如此。唯一需要注意的是，玛丽至少要留给杰里米一次先选蛋糕的机会。

- (1) 在新规则下，杰里米怎样做得到的蛋糕才能最多？他最多能得到多少？
- (2) 假设有 7 块蛋糕，玛丽有 6 次先选蛋糕的机会，谁有优势？有多大优势？
- (3) 假设总是让杰里米来切蛋糕，有没有办法可以确保两个小孩能得到一样多的蛋糕？



1.2 拜占庭赌徒



在人们的印象中，拜占庭帝国是以无休止的宫廷阴谋和诡计而闻名的，但它实在不该得此恶名。现代历史研究表明，按照公元一千年的标准拜占庭帝国是相当稳定与和谐的。然而成见难消，这道谜题所讨论的游戏就是受假想的拜占庭阴谋启发的。我们称之为“拜占庭赌徒”。

赌局的规则如下。你将和一群“顾问”一起参与赌局。其中一个顾问会在一张纸上写下 0 或者 1，展示给其他顾问看，但不会让你看到，然后把那张纸扣着放在你面前。随后，每个顾问都会告诉你纸上写的是什么数字。他们都演技精湛，所以你无法通过任何明显的记号或面部表情分辨出他们是否在说谎。每一局，你都可以选择不下注，也可以押上你部分甚至全部资产。

热身问题

 假设一共有 4 位顾问，其中两个人会一直说实话，但是你不知道是哪两位。你可以玩三局，每一局都采用等额投注^①。赌局开始时，你有 100 美元，你能确保赢多少钱呢？

热身问题解答

如果 4 位顾问中，有 3 个或 4 个人给你的建议相同，那就在他们说的那个数字上押最大的注。因为这群人中，至少有一个人是诚实的。如果每两个人给的建议是相同的，那这局先不要下注。这一局结束后，你就能知道哪两个顾问是说实话的，这样以后每局你都可以押最大的注。也就是说，从第二局开始，你就可以押上所有的钱而且能稳赢。三局结束后，你将会有 400 美元。

(1) 假设现在只有 3 位顾问，而且只有一个人会一直说实话。你还是可以玩 3 局，每一局都采用等额投注。赌局开始时，你有 100 美元，你能确保赢多少钱呢？

这个赌局将变得更长也更难以应付。你可以玩 4 局，但是不再有人一直说实话了，只会有一位“不总说实话”的顾问，他不一定每局都说实话，但是 4 局里至少有 3 局要说实话。更糟的是，顾问们在你下完注后甚至可以改写纸上的数字。但是如果改写数字会导致那个“不总说实话”的顾问无法存在，他们便不能更改。

(2) 4 轮赌局，4 位顾问，其中 3 位可以随意说谎，另一位 4 次中必须至少有 3 次说实话，在这种情况下，你能保证赢多少？

(3) 如果你可以参加 5 局，“不总说实话”的顾问 5 次中必须有 4 次说实话，另外 3 位顾问可以随意说谎，在这种情况下，你能保证最后至少还有 150 美元吗？



① 你若押对了数字，便额外获得等同于你所押的赌注的钱；你若押错，便损失了赌注。——译者注

1.3 “碰碰”运气

在电影《赌命法则》^①的世界里，运气或多或少被设定为一个人永久性的特质。幸运的人不论在赌桌上还是在十字路口都好运连连。但是有那么一群人，他们懂得如何通过触碰来窃取别人的运气，所以好运的人得提防和这群人发生身体接触。影片中主角的任务之一就是要找到这些好运的人。有一次，他想要试一下他招募的那些人的运气，于是，他让他们蒙着眼在树林里奔跑。运气最好的就是第一个到达目的地的人，而很多不那么走运的都撞到了树上。

我们来玩一个温和点的游戏，一般形式是一共有 N 个人参加，有 B 次机会下注。每个玩家都知道 N 和 B 的值，且每个人都有一笔起始资金（不一定相等），以点数计。

每一轮都是等额投注，抛硬币，赌哪一面朝上。如果你押 x 点并且赢了，你的财富就会增加 x 点，否则，输了就会损失这 x 点。

在每一次抛硬币之前，每个人自行选择将赌注（可以不下注，也可以押部分甚至全部点数）押在正面或反面。

当 B 轮赌局结束后，剩余点数最多的那个玩家将获胜。如果有两个人的剩余点数一样，就没有赢家。这些点数在游戏结束后是没有任何价值的，所以只有成为最后的胜利者才可以获得奖赏。

热身问题 1

 现在鲍勃（Bob）和爱丽丝（Alice）拥有相同的点数，而且鲍勃要先于爱丽丝下注。假设还有一轮，爱丽丝有多少获胜的机会？

热身问题 1 解答

如果鲍勃押 x 点赌正面，那么爱丽丝就押 $x+1$ 点也赌正面。如果确实是正面，那么爱丽丝获胜，否则，鲍勃将获胜。同样，爱丽丝也可以选择什么都不押，这样，如果是反面，爱丽丝便获胜。无论哪种情况，爱丽丝获胜的概率都是 $1/2$ 。

热身问题 2

 还是爱丽丝和鲍勃两个玩家，这次爱丽丝比鲍勃拥有更多的点数，还可以玩 5 轮。如果鲍勃要比爱丽丝先下注，爱丽丝怎样才能使她获胜的概率最大？

热身问题 2 解答

爱丽丝每次都可以稳赢。每一轮，爱丽丝都追随鲍勃下同样的注。假设鲍勃押 b 点赌硬币是

^① 电影名为 *Intacto*，中文译为《赌命法则》，也叫《完整无缺》，是西班牙一部带有寓言意味的惊悚电影。

正面，那么爱丽丝也押 b 点赌正面。无论硬币最后是正面朝上还是反面朝上，爱丽丝的剩余点数总是比鲍勃多。

现在让我们来思考几个更有挑战性的问题。

(1) 鲍勃、卡罗尔 (Carol) 和爱丽丝 3 个人玩。爱丽丝有 51 点，鲍勃和卡罗尔都只有 50 点。按照鲍勃、卡罗尔、爱丽丝这个顺序依次下注。鲍勃和卡罗尔结成联盟，他们俩无论谁赢了都会和另一个分享奖赏。如果只剩下一轮，鲍勃和卡罗尔要如何下注才能使他们当中至少一个人获胜的概率最大？

(2) 如果爱丽丝必须第一个下注，还能得出上题的结论吗？

(3) 鲍勃和爱丽丝两个人玩，鲍勃有 51 点，爱丽丝有 50 点，还有两轮。倒数第二轮鲍勃先下注，最后一轮爱丽丝先下注。两轮之后，鲍勃获胜的概率大于 $1/2$ 吗？如果大于 $1/2$ ，具体大多少？

(4) 鲍勃有 51 点，爱丽丝有 50 点，还有两轮。但这一次，倒数第二轮爱丽丝先下注，最后一轮鲍勃先下注。两轮之后，鲍勃获胜的概率大于 $1/2$ 吗？如果大于 $1/2$ ，具体大多少？

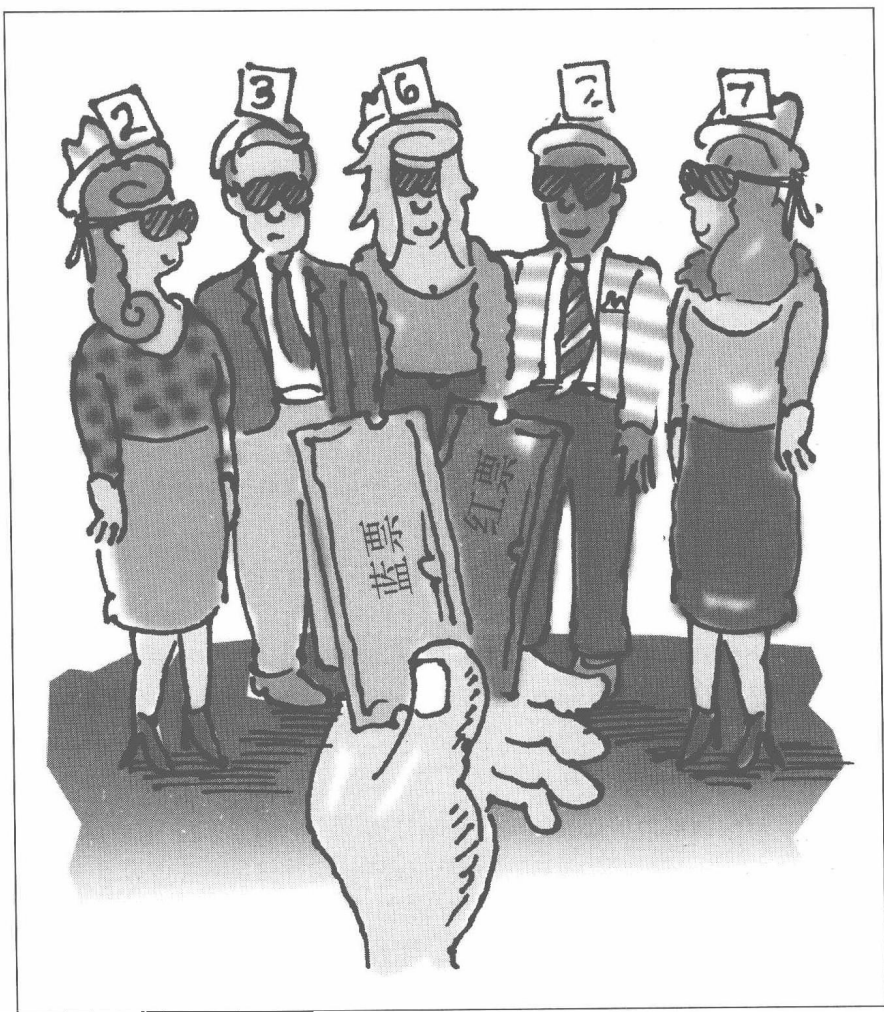
(5) 鲍勃有 51 点，爱丽丝有 50 点，还有两轮。倒数第二轮爱丽丝先下注，最后一轮鲍勃先下注。这一次，鲍勃事先声明倒数第二轮他的赌注将是 20 点，但是他会等到爱丽丝下完注后再决定押在哪一面。爱丽丝获胜的概率能大于 $1/2$ 吗？

就好像挤进芭蕾舞团、争夺奥运会金牌或攀缘权力的金字塔，往往名额越少，竞争越激烈，承担的风险也就越大。看看你是否认同这一点。

(6) 鲍勃、爱丽丝、里诺 (Rino) 和朱莉安娜 (Juliana) 4 个人玩，他们每人都有 100 点，还有两轮。每个人都竭尽全力想赢，因此不再有任何形式的联盟。倒数第二轮，鲍勃和爱丽丝押 100 点赌正面，里诺押 100 点赌反面。现在轮到朱莉安娜下注，她知道下一轮她将是第一个下注的人。那么，如果她这一轮押 90 点 (不管是押正面还是反面)，她赢的概率是多少？她应该押正面还是反面呢？



1.4 信息增益



乔丹 (Jordan) 和他的 5 个朋友阿里安娜 (Ariana)、鲍勃、卡罗琳 (Caroline)、大卫 (David) 及埃伦 (Ellen) 是智多星俱乐部的领军人物，他们都是杰出的解谜者。因此，永远穿着考究的著名游戏竞赛节目主持人杰夫·尼古拉斯 (Jeff Nicholas)，向乔丹和他的朋友们发出了比赛邀请。

“我们的比赛是现场直播的。我会蒙上你那 5 个朋友的眼睛，给他们各戴上一顶帽子，帽子上写有 1 到 10 中的某一个数字（可能有些人的数字是一样的），然后将他们领到电视直播间。在直播间里，我会组织他们按我指定的顺序围成一个圈，然后取下蒙眼布，给他们换上不反光的深色太阳眼镜，以防止他们互相使眼色。

“他们到达直播间后，你和观众便可以通过电视监控器看到他们，也可以看到他们头上的数字，但是他们看不到你。我手上有一张蓝票和一张红票。你可以让我把其中的一张票交给他们 5 人中的任意一个。你只能做这些。敲打直播间的窗户之类是不允许的，否则你们将被取消比赛资格。

“你的朋友们也不可以互相交谈或者传递任何信号，否则都会被取消比赛资格。（显而易见，除了递交那张票，我不会帮你们任何忙。）但是，他们能看到那张票被交给了谁及票的颜色，也能看到其他人帽子上的数字，不过无法看到自己帽子上的数字。

“我下令后，每个人都伸出手指代表自己头上的数字。猜对的人将获得千倍于自己头上数字的美元作奖金。如果所有的人都猜对了，那么乔丹，你将获得 5000 美元的奖金。但是如果有人猜错了，你得给我买套新的阿玛尼西装。”

“就这样？”乔丹问道，“他们从外界收到的唯一信息就是谁拿到了票以及票的颜色？”

“是的，”尼古拉斯说，“但是要记住，他们每个人都能看到别人帽子上的数字。我估计你赢不了这个比赛。我真的很想要一套西装。”

(1) 乔丹有没有可能设计出一套协议，使得他的 5 个朋友都能猜对他们帽子上的数字？如果可以，请解释一下。如果不行，乔丹获胜的概率高吗？

热身问题

 我们先来考虑一个相对简单的情况，这样对乔丹要设计的协议可以有个大致的了解。假设 5 顶帽子上的数字必须是连续的（例如 4, 5, 6, 7, 8），乔丹应该怎么做？

热身问题解答

乔丹和他的朋友可以遵循以下协议。阿里安娜代表 1，鲍勃代表 2，卡罗琳代表 3，大卫代表 4，埃伦代表 5 和 6。如果乔丹把票交给阿里安娜，说明这串连续的数字是从 1 开始的。如果交给鲍勃，说明是从 2 开始的，交给卡罗琳就是从 3 开始，交给大卫就是从 4 开始。如果交给埃伦蓝票，就说明从 5 开始，而如果交给埃伦的是红票，则代表从 6 开始。

因此，只要乔丹一发出票，他的 5 个朋友就都知道了起始数字。他们只要看看其他人帽子上的数字，就能用排除法推算出自己的数字了。

但是在杰夫的挑战中，这些数字并不一定是连续的，甚至有可能存在相同的数字。你认为乔丹能挑战成功吗？



1.5 直冲云霄!

“直冲云霄”这个智力游戏是基于空心乐透球的。以下是游戏规则。

你的对手有 100 张完全一样的纸。他被安排在一个你看不到房间，在每张纸上不重复地写下 1 到 1 000 000 之间任何一个数字，然后将这些纸分别塞到不透明的小信封里。接着，这些信封将被交到一个独立的第三方“填充者”手里。填充者一直是当着你和对手的面工作的。他给你看 100 个空心的乐透球，然后把信封的顺序打乱，将它们分别塞进 100 个乐透球中并将球封口。这些球都是经过跌落、弹跳和弹性测试的，可以保证它们的物理性质完全相同。

填充者接下来把这些球都放到乐透机中。乐透机将彻底地搅乱这些球，直到摇出来一个球，把它编为 1 号球。这个球打开后，你将获知纸上的数字（我们将其简称为“值”）。你可以选择“捕获”或者放弃这个值。如果选择捕获，那么这个值将进入你的“捕获堆”，并记为已使用一次“捕获”；如果放弃，那么这个值就永久地进入了“弃值堆”，但是，你可以记住这个值以备后用。重复上述操作，直到 100 个球都从机器里出来。你总共有 3 次“捕获”机会。你的目标是捕获对手所写的最大值。如果成功了，你将赢得 100 000 美元；如果失败了，你将输掉 100 000 美元。你应该参与这个游戏吗？若参与的话，获胜的概率有多大？

这道题其实是“苏丹的女儿”谜题的变体。年轻的求婚者要从苏丹的 100 个女儿中选择他的新娘。这 100 个姑娘以随机的顺序介绍给他，他只能根据她们的外貌和仪态来作出决定，没有其他可供评判的依据。如果他拒绝了其中的一个，那么他和她就彻底无缘了。一旦他作出了选择，就只能娶那一个。

热身问题

 假设这 100 个姑娘介绍给他的顺序与她们的外貌无关，比如是基于她们的出生时间，你能为此求婚者设计一个策略，使得他至少有 1/4 的概率娶到最美的那个姑娘吗？

热身问题解答

策略如下。求婚者首先逐个结识前 50 个女儿，但是拒绝她们。随后，在剩下的 50 个中，他选择其中第一个比之前见过的 50 个都美丽的女儿。当然，这不能保证他能娶到最美的那个（甚至不能保证他能选到一个姑娘），但是，这个策略的优点是，只需简单的分析便能大致得出娶到最美的女儿的概率。分析如下。最美的女儿在后 50 人中的概率是 1/2，第二美的女儿在前 50 人中的概率是 1/2，这两个条件同时满足的概率是 1/4——假设这 100 个姑娘被介绍给求婚者的顺序与外貌无关（比如就像题目中假设的，是基于她们的出生时间）。当这两个条件同时满足时，求婚者可以按照上述策略选到最美的姑娘。而实际上，此策略也适用于其他情况。例如，第三美的女儿在前 50 人中，最美的和第二美的都在后 50 人中，但最美的比第二美的先出现。如果更深入地分析，会发现更好的策略是拒绝前 37 个女儿，然后选择之后出现的第一个比这 37 位都美貌

的女儿。

(1) 这个奖金为 100 万美元的“直冲云霄”游戏有三次“捕获”机会，有没有好的策略呢？如果有的话，你的获胜概率是多少呢？

提示 编程可能会派上用场。

(2) 如果有 1000 个乐透球，答案会如何变化？

