



专业棋牌出版

阿尔法狗是怎么想的

How Does AlphaGo Think

李珺豪 高飞龙 ◇ 编著

不会下围棋？

好奇却看不懂人工智能与棋手的对弈？

本书以基础知识为起点，从局部到全局一步步带你走进“机器玩家”阿尔法狗的围棋世界，欣赏其历经千万战斗后进化出的独特招法。



成都时代出版社
CHENGDU TIMES PRESS

阿尔法狗是怎么想的

How Does AlphaGo Think

李琚豪 高飞龙◇编著



成都时代出版社
CHENGDU TIMES PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

阿尔法狗是怎么想的 / 李珺豪, 高飞龙编著. — 成都: 成都时代出版社, 2017. 12

ISBN 978 - 7 - 5464 - 1972 - 5

I. ①阿… II. ①李… ②高… III. ①围棋—对局 (棋类运动) —研究 IV. ①G891.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 285407 号

阿尔法狗是怎么想的

AERFAGOU SHI ZENME XIANG DE

李珺豪 高飞龙 编著

出品人 石碧川
策划编辑 张洁
责任编辑 樊思岐
责任校对 李航
装帧设计 原创动力
责任印制 唐莹莹
出版发行 成都时代出版社
电 话 (028) 86618667 (编辑部)
(028) 86615250 (发行部)
网 址 www.chengdusd.com
印 刷 成都翔川印务有限责任公司
规 格 165 mm × 230 mm
印 张 14
字 数 200 千字
版 次 2018 年 1 月第 1 版
印 次 2018 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1 - 5000
书 号 ISBN 978 - 7 - 5464 - 1972 - 5
定 价 32.00 元

著作权所有·违者必究。

本书若出现印装质量问题, 请与工厂联系。电话: 028 - 82633929

前 言

“机器玩家”阿尔法狗（英文名为 AlphaGo，本书中有的地方简称“狗狗”）飞速“进化”的节奏远超棋手们的预期，在 2017 年的人机大战中它以压倒性的优势击败了人类，同时也激起了各行各业对人工智能的探讨，人们预想着人工智能的发展融入我们的生活后会产生怎样的影响，有何利害关系，人机对峙的电影主题似乎被搬下了荧屏。可是为什么人工智能技术会首选在棋类运动上进行试验呢？是因为棋类竞技中计算的复杂性吗？是因为棋类运动强有力地代表了人类的智慧吗？还是因为棋类有着某种难以言说的魅力，源源不断地吸引着古今的人们愿意学习并挑战它？

本书共分为三章，第一章讲述了人工智能从雏形发展到阿尔法狗的历史背景，从围棋基本概念讲起，以通俗易懂的语言让你理解围棋的游戏规则以及电脑程序的设计原理；第二章在介绍人类棋手开局常用招法的同时，对比并总结阿尔法狗在局部对弈中出现的让人颠覆旧观的革新手段；第三章，内容从布局延展到围棋全局，我们选取了具有“阿尔法狗特色”的完整棋局进行探究，顺着全局的进程一起见识

见识它“下手”的快、狠、准。

围棋对局一般会经历布局到中盘、中盘到官子，什么是围棋大局观？行棋时哪种战略思维、围攻方式能帮助你一步步走向胜利呢？阿尔法狗在对局中是否又有与普通行棋观不同的判断和计划呢？翻开本书，或许是你了解围棋的第一步，或许能“刷新”你一成不变的行棋习惯，又或许，能使你对人工智能的发展产生无限遐想。

编者

2017年11月

目 录

前 言	1
第一章 你需要了解的背景知识	1
第一节 AI 发展与人机大战背景	1
第二节 AlphaGo 原理	3
第三节 围棋基础理论浅谈	5
第二章 从局部看狗狗的变化	10
第一节 点三三变化	10
第二节 托的定式	15
第三节 小目定式	26
第四节 布局知识浅谈	41
第五节 AlphaGo 布局套路 1——肩冲	46
第六节 AlphaGo 布局套路 2——靠	55

第三章 从全盘学习狗狗的思路	66
第一节 星无忧角布局真的无忧吗	66
第二节 连接与分断 1	74
第三节 连接与分断 2	87
第四节 “新”高低配合	99
第五节 变形中国流	120
第六节 下棋应该取地还是取势	139
第七节 下棋需要大格局	151
第八节 各自为营的攻心计 1	169
第九节 各自为营的攻心计 2	187
第十节 以逸待劳	201
后 记	217

第一章

你需要了解的背景知识

第一节 AI 发展与人机大战背景

20 世纪 50 年代，美国 IBM 工程研究组开发出了具有初步学习能力的跳棋程序。1962 年，该程序成功击败了一位州冠军。人工智能创始人 Simon 乐观地预言：十年内数字计算机将取代人类获得国际象棋世界冠军。然而经过深入的研究，人们却发现人工智能发展所遇到的困难比想象中大得多，在国际象棋对弈中，走一步“深思熟虑”的棋需要考虑的下法多达 10¹⁵ 种可能，以当时电脑的计算能力而言，走一步棋需要花费三十年时间。

1968 年至 1978 年的十年间，国际象棋世界冠军 David Levy 成功地击败了所有电脑挑战者。然而在 1978 年 9 月的一场六局对决中，电脑挑战者在第四局获得了胜利，这是计算机程序历史上第一次击败人类国际象棋大师。而让计算机获得如此巨大进步的原因是“alpha - beta 剪枝结合搜索树算法”的应用，此算法的基本思想是根据上一层已经得到的当前最优结果，决定目前的搜索是否要继续下去。

1997年，著名的“人机大战”——等级分排名世界第一的俄罗斯国际象棋特级大师卡斯帕罗夫，与IBM公司研发的超级计算机“深蓝”对决，深蓝最终胜出，这标志着计算机在国际象棋领域彻底击败了人类。

那么基于同样原理和算法能否在更加复杂的围棋比赛中击败人类的顶级棋手呢？过去的答案是否定的。围棋棋盘共有361个选择点，棋局变化的复杂程度远超国际象棋，在AlphaGo出现之前，基于传统算法的围棋程序仅能达到业余棋手的水平。AlphaGo横空出世后，首战即5比0大胜欧洲围棋冠军樊麾职业二段，展现出不俗的实力。因此，说AlphaGo的出现严重动摇了人类智能在围棋上的垄断，是毫无问题的。

2016年3月，AlphaGo以四胜一负的战绩击败人类顶级棋手李世石。

2016年12月29日，一个名为“master”的韩国九段网络棋手接连“踢馆”弈城对弈平台和野狐对弈平台。直到2017年1月4日晚，master对战人类顶尖高手的战绩是60胜0负。而“master”就是阿尔法围棋（AlphaGo）。

2017年5月23日至27日，AlphaGo与等级分排名世界第一的中国棋手柯洁在“中国乌镇·围棋峰会”展开对弈，最终AlphaGo三胜柯洁。

AlphaGo之所以强大，关键在于它的深度学习能力。简而言之，就是机器可以依靠其超强的运算能力，对人类进行模仿，直至超越人类。最重要的是，人类会受到情绪的影响而犯错，而机器不会。虽然机器战胜了人类棋手，但这并不代表人类的失败，相反，正是人类的努力、智慧的进步，才让机器有了现在的进展和突破，同时，也给了我们新的学习围棋的思路。

第二节 AlphaGo 原理

从围棋技术角度上来看，AlphaGo 的对局中出现过人类历史上从未出现过的着法或技巧吗？

答案是肯定的，而且还不少，甚至如果我们不断地投入资源让程序继续“进化”，还会越来越多。

俗话说“千古无同局”，围棋的合法局面数在 10^{170} 量级，而一整盘棋，是由几百个连续的合法局面组成的，我们姑且称其为一个合法路径，合法路径的总数在 10^{300} 量级。也就是说在基础规则的限定下，两两不同的对局可以有 10^{300} 盘。人类自古以来的所有对局数在 $10^{11} \sim 10^{12}$ 量级，而职业水平的对局数，在 $10^6 \sim 10^7$ 量级。人类对于前半盘定式变化的研究量，现有成集可查的也在 10^6 量级，算上淘汰掉的也应该不超过 10^7 量级。

AlphaGo 大概在 2015 年下半年达到了职业初段水平，此后它的自对弈，显然不止 10^7 量级。所以在 AlphaGo 的自对弈中，出现大量人类没有用过或者虽然用过却没有仔细研究过的变化是很正常的。

围棋在基础规则确定之后，其中的规律就已经确定。双方都在最优的下法下，沿着一条“最优路径”前进，会达到一个均衡。现在根据统计数据，这个均衡数在黑棋 184 左右。真要细说，可能是 183.5、184、184.5 其中的一个（出现 0.5 是因为存在奇数个有眼双活、双方平分 1 目的情况）。总的合法棋局数，也就是合法路径数在 10^{300} 量级，但其中绝大多数的路径都不是最优的。然而，最优路径也肯定不是一条，对于最优路径的研究已经从 4 路棋盘不断扩展，最新成果是人类已经穷尽了 7 路棋盘的最优路径，8 路以上还有待进一步研究。

接下来，要想知道 AlphaGo 带给我们的新思路，要想知道 Alpha-

Go 到底在已知棋理的哪方面形成了突破，首先你要知道人类为了解释围棋规律而总结出的理论。

第三节 围棋基础理论浅谈

人类对于围棋规律的总结，分为两类。第一种可以称为“实路棋”，也就是强逻辑推演得到的规律，从真假眼到两眼成活，从基础吃子到对杀，都属于这一类内容。这种强逻辑的规律，只要你愿意，是可以数学公式严格地表达出来的。

还有一种，被称为“虚路棋”。围棋归根结底是一个数学问题，所有最优路径，最终一定是可以用强逻辑来解释的。但我们自身的计算能力不足，甚至借助今天的计算机也还是远远不足，所以出于对计算能力不足的妥协，我们总结出了“虚路棋理”，试图用弱逻辑的方式来建立剪枝模型，用自身容易理解的形式来找寻最优路径。

AlphaGo 的强大，正在于它在“虚路棋”上的强大。它模拟了人类棋感的形成，但更加精准合理。当然，这同样是对计算能力不足的妥协，但它的高效剪枝的模型，在计算机强大运算能力的支撑下，现在获得的成功是巨大的。

1. 金角银边草肚皮理论

人类的虚路棋，最基础的理论基石是“金角银边草肚皮”和“三四线理论”。所谓“金角银边草肚皮”，是指在效率上，一般情况为：角 > 边 > 中腹。

这种规律的逻辑在于，围棋是一人下一步的回合制，最后要比较谁占的地盘大，自然就要比较双方棋子的效率。所以找最优路径，就要每一步棋都追求最高效率。如果要吃子，在角上吃掉对方一个子只需要两步棋，在边上吃掉对方一个子需要三步棋，而在中腹吃掉对方一个子则需要四步棋（见图 1）。

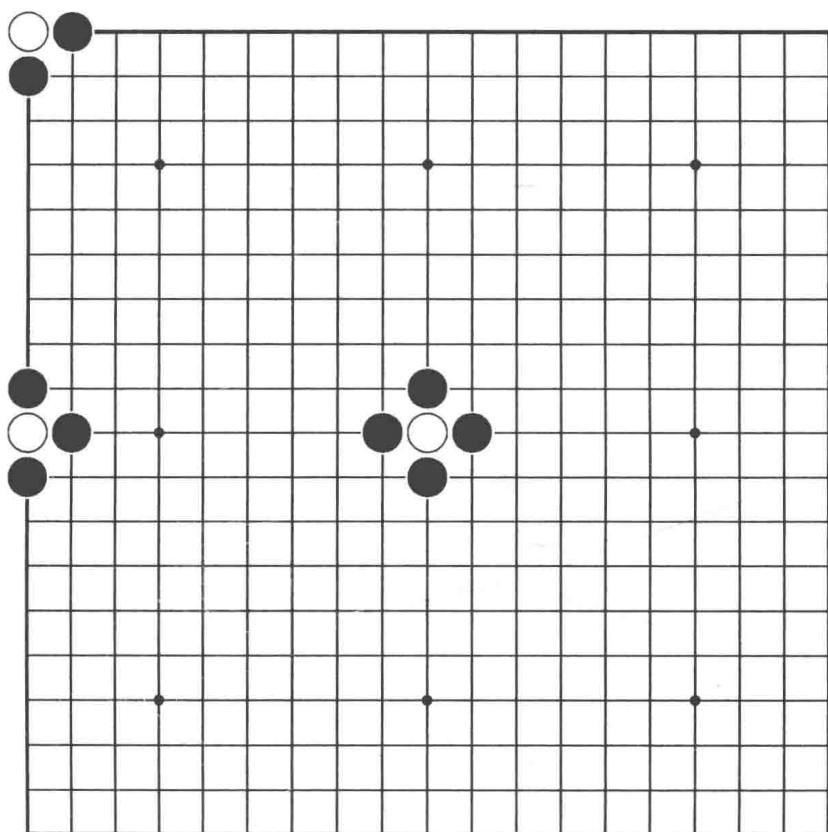


图 1

在角、边、中腹分别吃掉一个白子，黑棋所需要的最少步数示意图

而如果要做眼，在角上围成一个真眼，需要三步棋；在边上围成一个真眼，需要五步棋；而在中腹围成一个真眼，需要七步棋（见图2）。

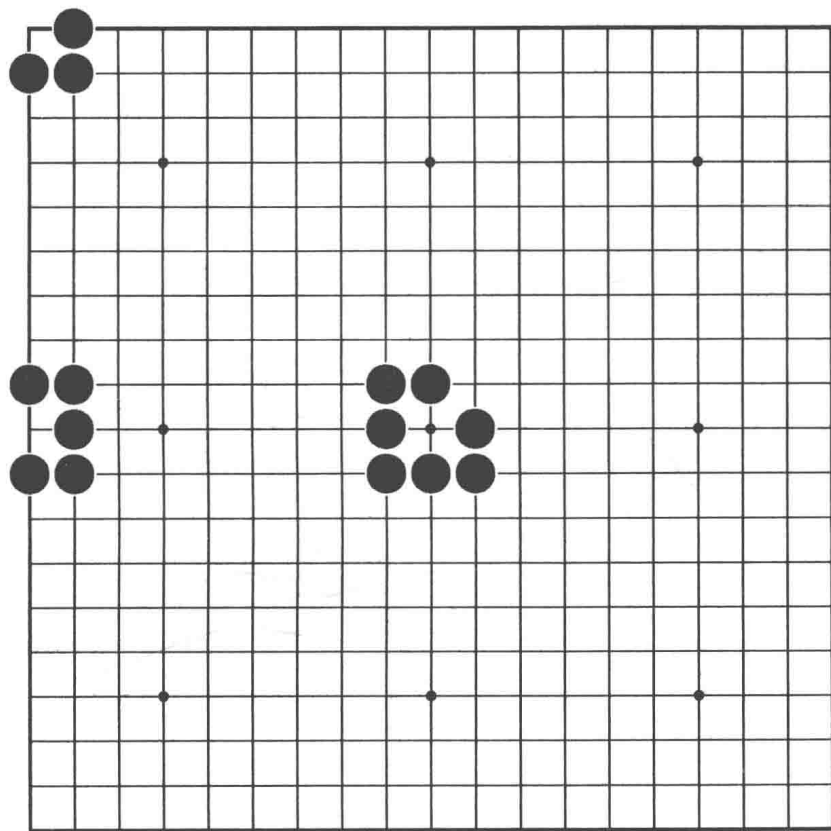


图2

在角、边、中腹分别围成一个真眼，黑棋需要的最少步数示意图

同样的收益，根据对于成本的比较，我们不难比较出，在上面两种情况下，每一步棋子的效率为：角 > 边 > 中腹。这就是“金角银边草肚皮”理论。这种理论导致的直接结果，是大家在布局之初会先往角部下，然后慢慢地扩张到边上，然后再向中腹进军，这是基本的行

棋顺序与方向。

那么，既然要先往角上下，为什么不直接下在最靠外面的角上（也就是一一的位置）呢？这就涉及到“三四线布局理论”了。

2. 三四线布局理论

“三四线布局理论”是指：在布局阶段，三线和四线是最高效的行棋位置，其中三线位置偏低，侧重边角实空；四线位置偏高，侧重中腹势力（见图3）。

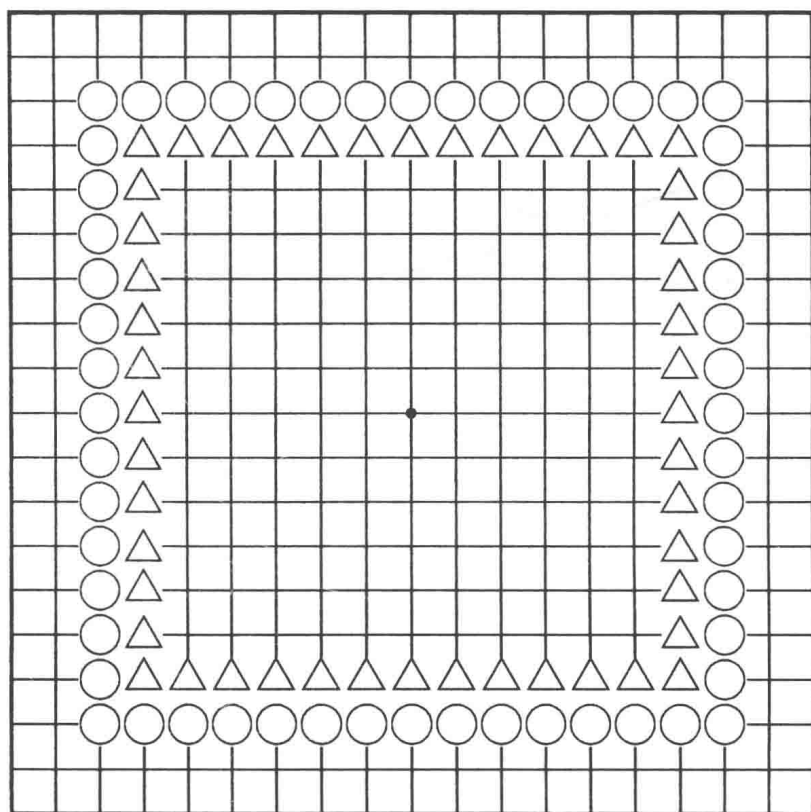


图3

三四线示意图，标注圆圈的是三线上的点，标注三角形的是四线上的点

“三四线理论”，就不是按照强逻辑推演出来的了，而更多的是依靠经验得到的规律。当然，其中的逻辑也不算特别弱，只不过不是死活对杀那种真正的强逻辑。

实际上在古代，因为研究和棋力的不足，古代棋手大多比较注重三线。四线获得与三线同等的地位，是肇始于吴清源和木谷实掀起的“新布局革命”。

也就是说，吴清源用一系列的下法和理论，最终将古代的“三线为主、四线为辅”向中腹推进了一小步，变成了“三四线并重”。这是为了更加侧重中腹，更好地形成全局呼应，同时也依赖于更强的计算力、大局观和更多的变化研究。这一小步，是人类围棋理论的一大步，可以说奠定了现代围棋的基础。

AlphaGo 在序盘（布局与中盘的衔接阶段）很注重中腹势力和子力呼应，有极好的大局观，甚至经常会很快地从布局进入序盘，但它的行棋方式仍然在“金角银边草肚皮”和“三四线理论”的范畴中。AlphaGo 的创新与突破，不在这里。

第二章

从局部看狗狗的变化

第一节

点三三变化

让我们把目光聚焦到角部。也就是布局最开始要下的地方。我们取出一些三四线在角部交汇处附近的位置，这些位置就是我们在角部行棋的常规开始（见图1）。