

人类思维的奥秘 ——人工智能游戏开发 技术解析

邬厚民 陈凤芹 曹 玲 著



电子科技大学出版社

University of Electronic Science and Technology of China Press

人类思维的奥秘 ——人工智能游戏开发 技术解析

邬厚民 陈凤芹 曹 玲 著



电子科技大学出版社

University of Electronic Science and Technology of China Press

图书在版编目(CIP)数据

人类思维的奥秘：人工智能游戏开发技术解析 / 邬厚民, 陈凤芹, 曹玲著. -- 成都：电子科技大学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-5647-6576-7

I. ①人… II. ①邬… ②陈… ③曹… III. ①游戏程序-程序设计 IV. ①TP317.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第181390号

人类思维的奥秘——人工智能游戏开发技术解析

邬厚民 陈凤芹 曹玲 著

策划编辑 李述娜

责任编辑 谭炜麟

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestp.com.cn

服务电话 028-83203399

邮购电话 028-83201495

印 刷 定州启航印刷有限公司

成品尺寸 170mm × 240mm

印 张 16.25

字 数 281千字

版 次 2019年1月第一版

印 次 2019年1月第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-5647-6576-7

定 价 61.00元

版权所有，侵权必究

前言

对于人工智能的研究很早就展开了，它其实并不能算是一门新的科学。其发展过程中虽然经历了一段低谷期，但是随着新技术的发展，近几年人工智能在很多领域都有了新的突破。同时随着计算机硬件性能的大幅度提升，互联网的发展进入大数据时代，这些都对人工智能的发展提供了支撑。人工智能的研究领域非常广泛，它包含着不同的技术，不同领域的技术产生了相应的智能硬件或软件，并逐渐走进人们的日常生活。而最能全面体现人工智能综合技术的就是机器人技术，机器人技术不仅涵盖了对视觉、听觉、触觉等感官的模拟还要包括对思维的模拟。现阶段的机器人技术已经到达了一个很高的水平，不仅仅表现在机器人硬件方面，比如国外的仿生机器人尤其是人形机器人已经可以达到和正常的人一样与人类进行交流。还包括了机器人的内在领域——软件方面，类似像苹果公司的 Siri 语音助手，图像识别等。

近年来人工智能又遇到一个新的热潮，其原因是多方面的，人工智能是多个学科相互交叉融合的科学，它的提升既有来自客观因素的推动，如计算机、互联网等发展带来的机遇，也有人工智能的各个领域的技术和算法的成熟的原因。人工智能是一个大的范畴，人工智能包含了多个领域，同一个领域也有不同的方向，在互联网、大数据、新的算法等条件带动下，人工智能技术逐渐成熟，其不同研究方向的都出现了一些新的成果，如计算机视觉技术、机器人技术等。并以这些技术为基础外化为不同的智能硬件，在商业领域得到广泛应用，目前已经能够替代部分以前只有人类才能完成的工作，或者说人工智能在某些领域减轻了人类的负担，如今在我们生活中人工智能技术已在潜移默化中改变大家的习惯，生活也因此变得便捷化。

由于计算机的性能较之从前有着大幅度的增强，也为类似计算机图形图像学等学科的发展带来了极大的便利，从而游戏开发设计的限制因素也在逐渐减少。游戏设计时已经不在只看重游戏高质量的画面和玩家的视觉听觉体验。游戏的开发开始追求游戏中更深层次的东西——游戏的智能，因而很多游戏设计师考虑将人工智能技术用于游戏开发中，从而出现了游戏人工智能这个全新的概念，希望游戏可以有和人一样的思维、情感等特征，使游戏更具可玩性。不

过人工智能技术对于游戏的影响是一个大的命题，游戏人工智能系统设计只是一个方面，人工智能技术将会是对游戏的很多方面带来改变。

然而直到现在对于游戏人工智能仍旧缺乏完整的定义，所谈论的游戏人工智能主要指的是游戏的智能系统设计开发、游戏智能视觉效果设计和游戏的智能设备设计，这三个方面全面组成了一个智能游戏所要求的全部，共同为玩家营造了一个沉浸的智能虚拟游戏场景。

因而，可以看出人工智能与游戏人工智能同是对智能的研究，它们有着很多共同点，首先，从游戏开发内在的算法来看，游戏人工智能设计更像是人工智能科学研究的一个邻域，如机器人技术、神经网络等都对游戏中人工智能开发有着至关重要的作用。其次，从游戏的外在表现来看，游戏中追求的可玩性，同时也是玩家的期待那样，游戏中的角色能够像普通人类那样，不仅具有逻辑判断能力，而且偶尔也出现一些失误，而游戏的这一特点与人工智能发展过程中对于“智能”中感性的模仿，追求感性与理性兼顾，恰好也是一致的。但需要注意的是人工智能对于理性的模仿还有很多待于研究，对于感性的模仿更多的只存在于科幻的期待中，实现则更为长远。为了更好地向人们解析人工智能游戏开发技术，为相关领域的研究提供基础，我们几位长期从事游戏设计领域研究的老师便有了一起撰写本书计划。

本书首先对人工智能进行阐述，从而探讨人工智能技术对游戏人工智能系统的开发设计的影响，探究游戏中的的人工智能技术。进而分析人工智能技术如何对游戏视觉效果设计带来变化，游戏中人工智能的视觉化的表现，并且研究人工智能技术如果辅助提高游戏设备的智能设计。本书主要由广州科技贸易职业学院邬厚民撰写，参与撰写的还有陈凤芹、曹玲、朱凯文等人。

在本书的编写中未列出的引用文献和论著，我们深表歉意，并同样表示感谢。由于时间的仓促，编者水平有限，难免存在不足之处，在本书出版之际，我们真诚的希望读者对本书提出宝贵的意见和建议。

作者

目 录

第一章 人工智能 / 001

第一节 人工智能的概述 / 001

第二节 人工智能的起源与发展 / 003

第三节 人工智能的应用方向 / 014

第二章 游戏人工智能和 AI 技术 / 024

第一节 游戏中的人工智能 / 024

第二节 使用 AI 完善游戏 / 025

第三节 游戏 AI 的架构模型 / 029

第四节 FPS/TPS 游戏中的 AI 解析 / 033

第三章 有限状态机 / 037

第一节 FSM 的应用 / 037

第二节 生成状态机行为分析 / 038

第三节 创建玩家对象及对象转换 / 041

第四章 随机性和概率 / 053

第一节 随 机 性 / 053

第二节 概率的定义 / 056

第三节 人 物 个 性 / 059

第四节 有限状态机和概率 / 061

第五节 动态人工智能 / 063

第五章 完美避开障碍物的 A* 寻路 / 075

第一节 实现 A* 寻路的工作方式 / 076

第二节 A* 寻路算法的工作流程 / 082

第三节	用 A* 算法实现战术寻路	/	089
第四节	A* Pathfinding Project 插件的使用	/	093
第五节	A* 寻路的适用性	/	128
第六章	AI 角色对游戏世界的感知	/	131
第一节	AI 角色对环境信息的感知方式	/	133
第二节	常用感知类型分析	/	136
第三节	游戏场景中 AI 角色综合感知示例	/	163
第七章	群集行为的应用分析	/	183
第一节	群集算法	/	183
第二节	事例中的群集行为分析	/	185
第三节	替代方案	/	194
第四节	使用人群群集算法	/	200
第八章	游戏 AI 角色的决策行为树	/	204
第一节	行为树的节点分析	/	204
第三节	实现基本的行为树框架	/	207
第三节	行为树的框架测试	/	215
第九章	人工智能影响下游戏的应用与发展	/	224
第一节	人工智能游戏的系统设计	/	224
第二节	人工智能影响下的游戏体验	/	236
第三节	人工智能游戏的影响及未来的发展	/	247
参考文献		/	251

第一章 人工智能

一般来讲，人工智能（AI）是一个庞杂的话题，其内容较为艰深，但应用范围却十分规范，例如机器人学、统计学、娱乐业（近期展示出了强大的势头）以及视频游戏。

在学术领域、传统领域以及游戏的具体应用上给你提供一些人工智能的背景知识。我们将会学习人工智能在游戏中的实现和应用与其他领域中的人工智能的不同，以及游戏人工智能的一些重要且特殊的需求，还将探索在游戏中应用人工智能的基本技术。

第一节 人工智能的概述

生物体通常包含一定的智能，例如动物和人类，进而可制定某种执行决策。人类的大脑可通过声音、触觉、气味或者视觉对刺激行为予以反馈，并于随后将此类数据转换为可处理的信息。另外一方面，作为一类电子设备，计算机可接收二进制信息，高速执行逻辑和数学计算，并输出最终结果。因此，AI 实际上使得计算机设备具有某种思考能力，并像有机生物一样执行特定操作。

AI 及其相关知识涵盖了大量的内容，在深入讨论这一主题之前，读者应理解 AI 在不同领域内的基本应用。作为一类通用术语，AI 的实现和应用针对不同领域具有不同的处理方式，进而求解不同的问题集。

人工智能的定义可以分为两部分，即“人工”和“智能”。“人工”比较好理解，争议性也不大。有时我们会要考虑什么是人力所能及制造的，或者人自身的智能程度有没有高到可以创造人工智能的地步，等等。但总的来说，“人工系统”就是通常意义下的人工系统。

关于什么是“智能”，就问题多多了。这涉及其他诸如意识

(CONSCIOUSNESS)、自我(SELF)、思维(MIND)(包括无意识的思维(UNCONSCIOUS_MIND))等等问题。人唯一了解的智能是人本身的智能,这是普遍认同的观点。但是我们对我们自身智能的理解都非常有限,对构成人的智能的必要元素也了解有限,所以就很难定义什么是“人工”制造的“智能”了。因此人工智能的研究往往涉及对人的智能本身的研究。其他关于动物或其他人造系统的智能也普遍被认为是人工智能相关的研究课题。

人工智能在计算机领域内,得到了愈加广泛的重视。并在机器人,经济政治决策,控制系统,仿真系统中得到应用。

著名的美国斯坦福大学人工智能研究中心尼尔逊教授对人工智能下了这样一个定义:“人工智能是关于知识的学科——怎样表示知识以及怎样获得知识并使用知识的科学。”而另一个美国麻省理工学院的温斯顿教授认为:“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能工作。”这些说法反映了人工智能学科的基本思想和基本内容。即人工智能是研究人类智能活动的规律,构造具有一定智能的人工系统,研究如何让计算机去完成以往需要人的智力才能胜任的工作,也就是研究如何应用计算机的软硬件来模拟人类某些智能行为的基本理论、方法和技术。

人工智能是计算机学科的一个分支,20世纪70年代以来被称为世界三大尖端技术之一(空间技术、能源技术、人工智能)。也被认为是21世纪三大尖端技术(基因工程、纳米科学、人工智能)之一。这是因为近三十年来它获得了迅速的发展,在很多学科领域都获得了广泛应用,并取得了丰硕的成果,人工智能已逐步成为一个独立的分支,无论在理论和实践上都已自成一个系统。

人工智能是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的学科,主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机,使计算机能实现更高层次的应用。人工智能将涉及到计算机科学、心理学、哲学和语言学等学科。可以说几乎是自然科学和社会科学的所有学科,其范围已远远超出了计算机科学的范畴,人工智能与思维科学的关系是实践和理论的关系,人工智能是处于思维科学的技术应用层次,是它的一个应用分支。从思维观点看,人工智能不仅限于逻辑思维,要考虑形象思维、灵感思维才能促进人工智能的突破性的发

展，数学常被认为是多种学科的基础科学，数学也进入语言、思维领域，人工智能学科也必须借用数学工具，数学不仅在标准逻辑、模糊数学等范围发挥作用，数学进入人工智能学科，它们将互相促进而更快地发展。

在考察特定的游戏技术之前，下面首先讨论某些与 AI 相关的科研领域，这些领域在近年来取得了重大的进步。某些在科幻小说中出现的场景现已成为科学事实，例如自主机器人。AI 的发展也体现在日常的生活中，例如，智能手机即包含了数字辅助特征，并与某些最新出现的 AI 技术有关。下列科研领域对 AI 技术的发展均起到了推动作用。

计算机视觉：这是一种从视觉输入源（比如视频和摄像机）获取信息并对它们进行分析，以执行特定操作（比如脸部识别、对象识别、光学字符识别）的能力。

自然语言处理（NLP）：这是一种让机器能够像我们平常那样阅读和理解语言的能力。问题是，我们今天使用的语言对于机器来说是难以理解的。表达同一件事情有很多种不同的说法，同一个句子依据不同的上下文也有不同的含义。自然语言处理对于许多机器来说是非常重要的一个步骤，因为它们需要了解我们使用的语言和表达方式。幸运的是，在网络上有大量可以获取到的数据集合，可以用来帮助研究人员对语言进行自动分析。

常识推理：在那些我们并不完全了解的领域中，我们的大脑可以用常识推理来很容易地得出问题的答案。常识性知识是我们用来尝试理解某些问题的一个常用和普遍的方式，因为我们的大脑可以混合上下文、背景知识和语言能力，让它们综合影响、相互作用。但是让机器来应用这些知识是件非常复杂的事，对于研究人员来说这仍是一个重大的挑战。

机器学习：这一话题听起来像是取材于科幻电影，但现实与科幻间的差距并不遥远。计算机程序一般包含静态指令集，接受输入数据并提供输出结果。机器学习强调算法和程序，并可从程序所处理的数据中进行学习。

第二节 人工智能的起源与发展

人工智能的传说可以追溯到古埃及，但随着 1941 年以来电子计算机的发展，技术已最终可以创造出机器智能，“人工智能”（ARTIFICIAL

INTELLIGENCE) 一词最初是在 1956 年 DARTMOUTH 学会上提出的, 从那以后, 研究者们发展了众多理论和原理, 人工智能的概念也随之扩展, 在它还不长的历史中, 人工智能的发展比预想的要慢, 但一直在前进, 从出现至今, 已经出现了许多 AI 程序, 并且它们也影响到了其他技术的发展。

现在一说起人工智能的起源, 公认是 1956 年的达特茅斯会议。殊不知还有个前戏: 1955 年, 美国西部计算机联合大会 (Western Joint Computer Conference) 在洛杉矶召开, 会中还套了个小会: “学习机讨论会 (Session on Learning Machine)。”

讨论会的参加者中有两个人参加了第二年的达特茅斯会议, 他们是塞弗里奇 (Oliver Selfridge) 和纽厄尔 (Allen Newell), 塞弗里奇发表了一篇模式识别的文章, 而纽厄尔则探讨了计算机下棋, 他们分别代表两派观点。讨论会的主持人是神经网络的鼻祖之一皮茨 (Pitts), 他最后总结时说: “(一派) 企图模拟神经系统, 而纽厄尔则企图模拟心智 (mind) ……但殊途同归。” 这预示了人工智能随后几十年关于 “结构与功能” 两个阶级、两条路线的斗争。

达特茅斯会议之前, 有六个最相关的人。首先, 会议的召集者麦卡锡 (John McCarthy) 当时是达特茅斯学院的数学系助理教授。

1954 年达特茅斯数学系同时有四位教授退休, 这对达特茅斯这样的小学校真是不可承受的。刚上任的年轻系主任克门尼 (Kemeny) 之前两年才在普林斯顿逻辑学家丘奇 (Church) 门下得了逻辑学博士, 于是跑到母校求援。克门尼可以算是图灵的师弟, 他战时和物理学家费曼一起工作, 还一度当过爱因斯坦的数学助理, 后来一头扎在计算机里, 和麦卡锡一起琢磨出了分时系统, 但他最为人知的工作应该是老少咸宜的编程语言 BASIC。

克门尼是天生的官僚, 后来位居达特茅斯的校长。克门尼从母校数学系带回了刚毕业的四位博士前往任教, 麦卡锡是其中之一。

麦卡锡后来发明的 LISP 语言中最重要功能 Eval 实际就是丘奇的 lambda 演算, 而且他后半生致力于用数理逻辑把常识形式化, 但是他压根学的就不是逻辑。他的老师是失去双手的代数拓扑学家所罗门·莱夫谢茨 (Lefschetz)。但麦卡锡对逻辑和计算理论一直有强烈兴趣, 他 1948 年刚到普林斯顿读研究生时就认识了冯·诺伊曼, 在冯·诺伊曼影响下开始对在计算机上模拟智能发生兴趣。

会议的另一位有影响力的参加者是明斯基。他也是普林斯顿的数学博士，和麦卡锡在读书时就相熟。他的主业也不是逻辑，尽管他后来写过计算理论的书，还培养过好几个计算理论的博士，其中就有图灵奖获得者布鲁姆（Manual Blum）。

明斯基的理论情结和丘奇关系也不大，他的老师塔克（Tucker）是莱夫谢茨的学生，主要搞非线性规划和博弈论，多年担任普林斯顿数学系主任，是数学世家。塔克的另一名出色的学生后来得了诺贝尔经济学奖，就是心灵美丽的纳什。

明斯基的博士论文做的是神经网络，他在 MIT150 周年纪念会议上回忆说是冯·诺伊曼和麦卡洛克启发他做了神经网络。有人还找过他麻烦，质疑说神经网络的研究算数学吗，倒是冯·诺伊曼力挺说：现在不算，但很快就得算。

1956 年夏季，以麦卡赛、明斯基、罗切斯特和香农等为首的一批有远见卓识的年轻科学家在一起聚会，共同研究和探讨用机器模拟智能的一系列有关问题，并首次提出了“人工智能”这一术语，它标志着“人工智能”这门新兴学科的正式诞生。IBM 公司“深蓝”电脑击败了人类的世界国际象棋冠军更是人工智能技术的一个完美表现。

塞弗里奇被后人提及不多，但他真是人工智能学科的先驱，他在 MIT 时一直和神经网络的开创人之一沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）一起在维纳手下工作。他是维纳最喜欢的学生，但从没读完博士。维纳《控制论》一书的第一个读者就是塞弗里奇。

塞弗里奇是模式识别的奠基人，他也写了第一个可工作的 AI 程序。他后来在麻省理工参与领导 MAC 项目，这个项目后一分为二：MIT 计算机科学实验室和人工智能实验室，分久必合，现在这俩地方又合并了，变成 MIT CSAIL。

信息论的创始人克劳德·香农（Claude Shannon）被麦卡锡拉大旗做虎皮也请到会上打酱油。其实麦卡锡和香农的观点并不一致，平日相处也不睦。香农的硕士、博士论文都是讲怎么实现布尔代数，当时 MIT 校长布什（Bush）亲自指导。博士毕业后他去了普林斯顿高等研究院，曾和数学家外尔（Weyl）、爱因斯坦、哥德尔等共事。

战争中，香农一直在贝尔实验室做密码学的工作。图灵在 1943 年曾

秘访美国，和同行交流破解德国密码的经验，其间和香农曾有会晤，一起聊过通用图灵机。战后香农去英国还回访过图灵，一起讨论过计算机下棋。香农内向，从没说过这段往事，直到1982年接受一次采访时才提起。1950年香农在《科学美国人》发表过一篇讲计算机下棋的文章。香农比其他几位年长十岁左右，当时已是贝尔实验室的大佬。

另外两位重量级参与者是纽厄尔和司马贺（Herbert Simon）。纽厄尔是麦卡锡和明斯基的同龄人，他硕士也是在普林斯顿数学系，按说普林斯顿数学系很小，他们应有机会碰面，但那时纽厄尔和他俩还真不认识。他们第一次见面，纽厄尔回忆是在IBM，而麦卡锡回忆是在兰德公司，纽厄尔硕士导师就是冯·诺伊曼的合作者、博弈论先驱摩根斯顿，纽厄尔硕士毕业就迁往西部加入著名智库兰德公司。在兰德开会时认识了塞弗里奇，并受到塞做的神经网络和模式识别的工作的启发，但方法论却完全走的是另一条路。

司马贺比他们仨都大十一岁（怀特海比罗素也大十一岁），那时是卡内基理工学院（卡内基梅隆大学的前身）工业管理系的年轻系主任，他在兰德公司学术休假时认识了纽厄尔。司马贺后来把纽厄尔力邀到卡内基梅隆大学，并给纽厄尔发了个博士学位，开始了他们终生的合作。

纽厄尔和司马贺的合作是平等的，司马贺是纽厄尔的老师，但他们合作的文章署名都是按字母顺序纽厄尔在前司马贺在后，每次他们受邀去演讲，都是轮流。司马贺每次见到别人把他名字放到纽厄尔之前时都纠正。他们共享了1975年的图灵奖，三年后司马贺再得诺贝尔经济学奖。

纽厄尔和司马贺代表了人工智能的另一条路线：符号派，他们后来把他们的哲学思路命名为“物理符号系统假说”。简单地说就是：智能是对符号的操作，最原始的符号对应于物理客体。这个思路和英美的经验主义哲学传统接近。他们和当时的数学系主任、第一届图灵奖获得者阿兰·珀里思（Alan Perlis）一起创立了卡内基梅隆大学的计算机系，CMU从此成为计算机学科的重镇。

在1953年夏天，麦卡锡和明斯基都在贝尔实验室为香农打工。香农那时的兴趣是图灵机以及是否可用图灵机作为智能活动的理论基础，麦卡锡向香农建议编一本文集，请当时做智能研究的各位大佬贡献文章，这本文集直到1956年才以《自动机研究》（Automata Studies）为名出版，这个书

名最后是香农起的，但麦卡锡认为这没有反映他们的初衷。

文集的作者有两类人，一类是逻辑学家（后来都变成计算理论家了），如丘奇的两位杰出学生马丁·戴维斯和克里尼，后者的名著《元数学导论》国内有逻辑学家莫绍揆先生的译本。

明斯基、麦卡锡也都有论文录入，香农本人贡献了一篇讲只有两个内部状态的通用图灵机的文章，文集录入的一篇冯·诺伊曼的论文后来开创了容错计算。文集的另一类作者几乎都是维纳的信徒，如阿什比（Ross Ashby）等，以控制论为基础。

麦卡洛克和皮茨两位为维纳《控制论》思想贡献多多的人物，在维纳的自传里压根没被提及。麦卡锡同时又觉得香农太理论，当时他想自立门户，只对用计算机实现智能感兴趣。于是他筹划再搞一次活动。

1955年夏天，麦卡锡到IBM打工，他的老板是罗切斯特（Nathaniel Rochester），罗切斯特是IBM第一代通用机701的主设计师并对神经网络素有兴趣。

他们两人倒是挺对脾气，决定第二年夏天在达特茅斯搞一次活动，他俩遂说动了香农和当时在哈佛做初级研究员（Junior Fellow）的明斯基一起给洛克菲勒基金会写了个项目建议书，希望得到资助。

麦卡锡给这个第二年的活动起了个当时看来别出心裁的名字：“人工智能夏季研讨会（Summer Research Project on Artificial Intelligence）。”普遍的误解是“人工智能”这个词是麦卡锡想出来的，其实不是。

麦老晚年回忆也承认这个词最早是从别人那里听来的，但记不清是谁。后来英国数学家菲利普·伍德华（Woodward）给《新科学家》杂志写信说他是AI一词的始作俑者，麦卡锡最早是听他说的，因为他1956年曾去MIT交流，见过麦卡锡。

大家对“人工智能”这个词一开始并没取得完全共识。

纽厄尔和司马贺一直主张用“复杂信息处理”这个词，以至他们发明的语言就叫IPL（Information Processing Language）。他们从某种意义上说偏功能学派，也就是说找到智能的功能不一定非得依靠结构相同或相似。图灵机和递归函数等价，但结构完全不同，所以他们强调“信息处理”。他们俩一开始颇不喜“人工智能”几个字。

1958年，在英国国家物理试验室（NPL）召开了“思维过程机器化”

(Mechanization of Thought Process) 会议, 达特茅斯会议的麦卡锡、明斯基、塞弗里奇都参加了, 此外还有致力神经网络研究的麦卡洛克, 以及英国的控制论代表人物阿什比。

两位编程语言的前驱也出席了: 巴克斯 (Backus) 发表了一篇关于他新发明的语言 FORTRAN 的论文, 但他后来一直是函数式语言的倡导者; 美国海军女少将格蕾丝·哈泊 (Grace Hopper) 的文章是讲第一个编译器的, 这项工作导致了 COBOL 语言。

他俩论文的题目里都有 Automatic Programming 的说法, 这在当时就是指高级语言编程, 不能和后来人工智能中的自动编程搞混了。这次会上有人再提“人工思维”(Artificial Thinking) 的说法。司马贺等人由此也逐渐接受了 AI 的说法, 他晚年还写了本书“人工的科学”, 倒是把 Artificial 这个词更加放大了。

历史研究素有两种方法, 基于事件的, 基于课题 (issue) 的。人和事的八卦都属前种。纽厄尔在 1981 年为一本颇为有料的文集《信息研究》贡献的一篇文章“AI 历史的智力课题”走了第二条路线。他的方法也挺有意思。

他把 AI 历史当作斗争史, 把历史分为两个阶级、两条路线的斗争, 于是历史成了一串儿对立的议题, 如模拟 vs 数字, 串行 vs 并行, 取代 vs 增强, 语法 vs 语义, 机械论 vs 目的论, 生物学 vs 活力论, 工程 vs 科学, 符号 vs 连续, 逻辑 vs 心理等, 在每一议题下有进一步可分的子议题, 如在逻辑 vs 心理下又有定理证明 vs 问题求解等。

被提到最多的是人工智能 vs 控制论。在 Google ngrams 里试试 Cybernetics 和 Artificial Intelligence 两个词在 Google Books 里出现的词频, 可以看出学科的起伏跌宕。

美国最早办的一批计算机相关的系科都创办于 20 世纪 60 年代中期, 那时有些系直接叫“计算机科学系”, 而有些则叫“计算机与信息科学系”, 带“信息”的都有些“控制论”的背景, 如麻省大学计算机与信息系的创办人就有维纳的学生麦克·阿比卜。

而密歇根大学则叫计算机与通讯科学系。这些系后来都改名叫计算机系了。而原来的图书馆系现在都纷纷改名叫信息科学系, 如伯克利和华盛顿大学的图书馆学院都改名叫信息学院 (School of Information)。

但现在计算机系又有加载信息的趋势，麻省大学和加州大学厄湾分校近年又改名叫信息与计算机科学学院了。大概和现在深度学习及神经网络又峰回路转有关吧。

“人工智能”这个词真正被共同体广泛认可是在 1965 年，当伯克利的欧陆派哲学家德雷弗斯（Hubert Dreyfus）发表了《炼金术与人工智能》一文之后。这篇文章一开始只是针对纽厄尔和司马贺的工作，几年后这篇文章演变成了那本著名的（或者被 AI 圈子称为“臭名昭著”的）《计算机不能干什么》一书，则是把整个 AI 当作靶子。

欧陆派哲学家被人诟病数学和科学不通，但德雷弗斯有个数学家的兄弟，和他同一年在哈佛得了应用数学博士，后来又同在伯克利教书，是动态规划的大家，还带过神经网络的博士。哥俩一个立场。有时一个共同体的形成并不是靠内部的团结，而是靠外部的反对。

有意思的是《炼金术》一文是德雷弗斯在兰德公司工作时写就的。司马贺后来撰文猛批德雷弗斯，说他滥用兰德公司的标签。德雷弗斯后来抱怨他在 MIT 和哈佛食堂吃饭，所有 AI 的人都躲他远远的。

麦卡锡和明斯基的建议书里罗列了他们计划研究的七个领域：（1）自动计算机，所谓“自动”指的是可编程；（2）编程语言；（3）神经网络；（4）计算规模的理论（theory of size of a calculation），这说的是计算复杂性，明斯基后来一直认为计算理论是人工智能的一部分，他早期对理论问题时不时会动手，后来一手组建了 MIT 的计算理论队伍；（5）自我改进，这个是说机器学习；（6）抽象；（7）随机性和创见性。

另外还有四人也参加了达特茅斯会议。他们是来自 IBM 的撒缪尔（Arthur Samuel）和伯恩斯坦，他们一个研究跳棋，一个研究象棋。达特茅斯的教授摩尔（Trenchard More）也参与了，他后来在工业界混的时间长，少为外人所知。达特茅斯会议中一位被后人忽视的先知是所罗门诺夫（Solomonoff）。

和其他来来往往的人不同，所罗门诺夫在达特茅斯严肃地待了整整一个暑假。他 1951 年在芝加哥大学跟随费米得了物理硕士就到了 MIT。但在芝加哥对他影响最大的是哲学家卡尔纳普。

神经网络的奠基者之一皮茨也受惠于卡尔纳普。司马贺的回忆录里也讲到自己在芝加哥时听卡尔纳普的课开始启蒙逻辑，从而开始对智能相关

的问题感兴趣。

卡尔纳普那时的兴趣是归纳推理，这成为所罗门诺夫毕生的研究方向。所罗门诺夫后来结识了明斯基和麦卡锡，在他们的影响下研究逻辑和图灵机。达特茅斯会议时，他受麦卡锡“反向图灵机”和乔姆斯基文法的启发，发明了“归纳推理机”。

他的工作后来被万能的苏联数学家柯尔莫格罗夫（Kolmogorov）重新但又独立地发明了一遍，就是现在俗称“柯尔莫格罗夫复杂性”和“算法信息论”的东西。柯尔莫格罗夫 1968 年开始引用所罗门诺夫的文章，使得后者在苏联的名声比在西方更加响亮。

一般设想奇点由超越现今人类并且可以自我进化的机器智能或者其他形式的超级智能的出现所引发。

所罗门诺夫的另一个观点“无限点”（Infinity Point）后来被未来学家库兹维尔改名“奇点”窃为己有。目前 AI 中广泛用到的贝叶斯推理也可见到所罗门诺夫的开创性痕迹。

他一生并没有大富大贵，大部分时间都是在自己的咨询公司 Oxbridge 拿政府的研究经费，那公司只有他自己一个雇员。

伦敦大学皇家哈洛威学院（Royal Holloway）后来搞柯尔莫格罗夫奖，他是第一届获奖人，并在那里兼职教授。他的学术自传 1997 年发表在计算理论杂志《计算机与系统科学》上。明斯基所谓 AI 孵化出计算理论的说法不是没有道理。

按照麦卡锡和明斯基的说法，这十个人参加了达特茅斯会议，但现在有证据表明会议也有其他的列会者，后来一直做神经网络硬件研究从而躲过 AI 几十年过山车的斯坦福大学电机系教授维德罗（Bernard Widrow）后来回忆他也去了达特茅斯并且在那儿待了一周。

麦卡锡原来的计划是两个月闭门研讨，但并非所有人都对那个事那么上心。纽厄尔和司马贺只待了一周。纽厄尔后来回忆说达特茅斯会议对他没什么影响。

会议中给所有人留下最深印象的是纽厄尔和司马贺的报告，他们公布了一款程序“逻辑理论家”（Logic Theorist），这个程序可以证明怀特海和罗素《数学原理》中命题逻辑部分的一个很大子集。司马贺回忆录里说自己学术生涯最重要的两年就是 1955 和 1956 年。这篇文章后来成了 AI 历史