



您为此书添加的 KINDLE 笔记:

## 人工智能简史（图灵图书 第十三届文津奖推荐图书 入围2017中国好书）

作者：尼克

免费 Kindle 极速预览: <http://z.cn/9UMb5d4>

### 194 条标注

---

标注（橙） | 位置 113

科学（尤其是数学和理论物理，也许还有理论计算机科学）和艺术的原创需要一等的

---

标注（橙） | 位置 115

要想做大学问，必须先培养对学问的

---

标注（橙） | 位置 128

一派人）企图模拟神经系统，而纽厄尔则企图模拟

---

标注（橙） | 位置 162

塞弗里奇是模式识别的奠基人，他写了第一个可工作的AI

---

标注（橙） | 位置 207

美国教授都是9个月工资，如果没有研究经费，夏天要自己

---

标注（橙） | 位置 211

美国富豪还是有文化传统的，至少知道要资助好东西，值得中国土豪的后代

---

标注（橙） | 位置 221

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

---

标注（橙） | 位置 245

中国的学科简单，一直都有计算机和自动化之分，老死不相往来

---

标注（橙） | 位置 270

人工智能的两大派——逻辑和神经网络——都发源于老

---

标注（橙） | 位置 276

未来学家库兹韦

---

标注（橙） | 位置 328

米勒回忆说，他当时直觉认识到实验心理学、理论语言学、认知过程的计算机模拟，都是一个“大家伙”里面的组成部分。这个所谓的“大家伙”就是现在的人工智能加认知科学

---

标注（橙） | 位置 346

哲学家丹尼特（Daniel Dennett）曾说：AI就是

---

标注（橙） | 位置 347

人工智能就是先锋派的计算机

---

标注（橙） | 位置 356

计算机科学最重要的实验室之一施乐PARC的创始人泰勒（Robert Taylor）曾称利克莱德是Johnny Appleseed，这是美国18世纪到19世纪的园丁查普曼（John Chapman）的外号，他把“苹果树”的种子遍撒

---

标注（橙） | 位置 362

管理一个成功的实验室要管理好三个圈的交集：出资人（主要是政府）、科学上有创建、有国计民生的

---

标注（橙） | 位置 366

大型项目决策者的品味可以超越“透明计算”

---

标注（橙） | 位置 372

精英制风格的ARPA，更适合做大型开创性项目，成功取决于少数决策者；而以民主制为基础的NSF，历来就是小规模资助基础

---

标注（橙） | 位置 379

机器有没有悟性的边界其实就是人的解释能力的极限。量变到质变的临界点就是人的解释能力，人解释不了的东西就有悟性，解释了的东西就没有

---

标注（橙） | 位置 385

一门年轻的学科，一开始都需要一点“过度销售”（excessive salesmanship）。但是过头了不免被人当作狗皮膏药或

---

标注（橙） | 位置 428

数学哲学有三大派：逻辑主义、形式主义以及直觉

---

标注（橙） | 位置 431

希尔伯特设想，如果能设计一个大一统的算法，那么所有的数学问题都可以由这个算法来解答。这和逻辑主义精神有一定相通之处。哥德尔后来证明这一切是不可能

---

标注（橙） | 位置 432

机器定理证明的研究从某种意义上继承了罗素和希尔伯特的思想：用机器来证明和判定那些可以证明和判定的问题。

---

标注（橙） | 位置 434

罗素在回信时说：“我相信演绎逻辑里的所有事，机器都

---

标注（橙） | 位置 435

自动定理证明起源于逻辑，初衷就是把逻辑演算自动化。逻辑学的源头是亚里士多德的

---

标注（橙） | 位置 442

他是数理逻辑四大分支之一证明论的奠基者之一，证明论和自动定理证明有着

---

标注（橙） | 位置 491

这项工作不只是自然演绎的开篇，还提出了合一（unification）的

---

标注（橙） | 位置 512

所以可以公正地说，王浩的定理证明研究孕育了整个理论计算机

---

标注（橙） | 位置 531

王浩毕业于神奇的西南联大数学系，曾和杨振宁同屋，二战结束后又到清华大学在金岳霖和王宪钧指导下得了哲学硕士，到哈佛大学后跟随美国最有影响的哲学家蒯因研究逻辑和分析

---

标注（橙） | 位置 545

事实上，是哲学家罗宾逊和码农罗宾逊用蒯因的入门教科书《逻辑方法》教会了数学家沃思

---

标注（橙） | 位置 547

一个重大的发现或发明是在深刻体会已有工作的过程中自然出现

---

标注（橙） | 位置 551

阿兰·罗宾逊受到普拉格维茨工作的启发，拓展了普拉格维茨的原始合一算法，发明了归结

---

标注（橙） | 位置 554

但无论如何，把合一算法和归结原理结合并应用到一阶逻辑是罗宾逊的原创，这是定理证明中的重要

---

标注（橙） | 位置 555

一个被忽视的贡献就是包含（subsumption）。虽然归结极大地简化了定理

---

标注（橙） | 位置 560

包含是罗宾逊的另一大贡献，其重要性甚至要超过归结

---

标注（橙） | 位置 564

重写规则就是单向的方程。方程式（等式）是一阶逻辑的子集，即只有一个谓词

---

标注（橙） | 位置 569

如果说罗宾逊20世纪60年代奠定了逻辑主义定理

---

标注（橙） | 位置 569

高德纳和本迪克斯则在1970年开启了形式主义证明

---

标注（橙） | 位置 579

摩尔说：“编程就像做爱，没法叫别人替你

---

标注（橙） | 位置 584

他理论实践两手都

---

标注（橙） | 位置 589

Otter主要用到了两种项索引，一种是路径索引（path indexing），另一种是马库恩自己发明的差别树

---

标注（橙） | 位置 591

差别树索引对正向包含极为有用，正向包含测试是比反向包含更耗时的操作，差别树极大地提高了证明的

---

标注（橙） | 位置 611

纽厄尔在总结AI历史时用了“路线斗争”的方法，即在任何时刻，每种方法都有个对立面。与定理证明密切相关的路线斗争涉及定理证明与问题解决（Theorem Proving vs Problem Solving, 1965）以及过程表达与陈述性

---

标注（橙） | 位置 617

QA3/QA4等带过程表示的系统和语言被开发出来以后，除了阿贡小组在坚持外，“纯的”定理证明学者在美国的日子并不

---

标注（橙） | 位置 619

纽厄尔总结的另一对对立面就是逻辑与

---

标注（橙） | 位置 641

数学家吴文俊在研究中国数学史时，受到启发，针对某一大类的初等几何问题给出了高效的算法。后来吴文俊的方法还被推广到一类微分几何问题

---

标注（橙） | 位置 651

哥德尔定理和塔尔斯基定理在人工智能问题上各有蕴意，是为后

---

标注（橙） | 位置 656

数学家学会了计算机编程，试试机器证明是最自然

---

标注（橙） | 位置 684

最有效的方法是先找对一个相对可控的子领域，然后针对这个子领域的特性，找到有效的

---

标注（橙） | 位置 688

数学家主要看

---

标注（橙） | 位置 688

有用，而逻辑学家则看是否

---

标注（橙） | 位置 689

人脑贬值，至少人脑所起的较简单、较具常规性质的判断作用，将

---

标注（橙） | 位置 691

每一次数学的突破，往往以脑力劳动的机械化来

---

标注（橙） | 位置 700

如果说Otter和“吸血鬼”代表了逻辑主义定理证明的高峰，形式主义定理证明器中最广为人知的当属波尔-摩尔证明器及其一系列后续

---

标注（橙） | 位置 702

波尔-摩尔字符串匹配

---

标注（橙） | 位置 704

他们的算法比朴素算法快了50倍，目前仍是最快的字符串匹配算法，几乎在所有的语言和软件包里都有

---

标注（橙） | 位置 707

计算机代数的早期研究者都出自明斯基门下，最有名的程序是MACSYMA。Mathematica的作者沃尔弗拉姆（Stephen Wolfram）早期也是MACSYMA的

---

标注（橙） | 位置 720

离散数学家格雷汉姆（Ron Graham<sup>1</sup>）认为在证明定理上计算机超过人是迟早的事，人脑毕竟是生物进化的产物，天生的目的不是用来证明定理的。吴文俊也算乐观

---

标注（橙） | 位置 724

定理证明的过程，都是一个归约（reduce）的

---

标注（橙） | 位置 725

自动定理证明研究这个数学过程的全

---

标注（橙） | 位置 729

这代表了另一类人机交互，即以人为主，计算机为辅的证明，也称为计算机辅助

---

标注（橙） | 位置 731

这听起来有点像乔姆斯基对统计派机器翻译的批评：有黑箱子的理解不能算理解，有黑箱子的证明也不能算

---

标注（橙） | 位置 735

很多数学家也持类似态度，毕竟这涉及自己饭碗的

---

标注（橙） | 位置 741

无论如何，数学共同体的实践标准在变：从数学家之间互相核实到数学家信任的程序之间互相核实。也难怪传统的数学家在抱怨：数学变成了有成本的实验

---

标注（橙） | 位置 747

我们也可以感慨，当下的数学变得越来越实验，而生物学可能变得越来越后现代了。可不是嘛，无论是唯心或唯理的数学，还是唯物或经验的实验科学，最终都成了共同体式的

---

标注（橙） | 位置 755

巴比伦数学讲究计算，而希腊数学讲究

---

标注（橙） | 位置 758

计算是知识演化的基础，计算也是知识民主化的

---

标注（橙） | 位置 769

有些领域，一开始就把百分之八十的容易问题都解决

---

标注（橙） | 位置 770

人工智能就是

---

标注（橙） | 位置 770

深度学习领域近来的进步更多得益于硬件。而定理证明，即使是硬件再发达很多，也还没有看到

---

标注（橙） | 位置 772

所有符号派的人工智能技术的基础都是定理证明，如专家系统、知识表示和知识

---

标注（橙） | 位置 773

知识库”就是“公理集合”，“规则库”就是“支持集”，“推理引擎”更是直接照搬。当下流行的（或马上要流行的）知识图谱的基础也是定理证明技术——知识表示的理论“描述逻辑”就是被约束的一阶逻辑的

---

标注（橙） | 位置 777

最早都叫机器定理证明（Mechanical Theorem Proving），后来改叫自动定理证明（Automatic Theorem Proving），再后来叫自动演绎（Automated Deduction），目前都叫自动推理（Automated Reasoning）。原因很简单，演绎（deduction）只是推理的一种，现在归纳（induction）、溯因（abduction）也都算成推理

---

标注（橙） | 位置 785

自动定理证明”（Automated Theorem Proving）明显在逐渐被“自动演绎”（Automated Deduction）和“自动推理”（Automated Reasoning）所

---

标注（橙） | 位置 787

即使是一个很偏门（至少是曾经很偏门）的“强化学习”（Reinforcement Learning），在2000年后也要远比“自动推理”流行得

---

标注（橙） | 位置 796

洛克菲勒大学因为经费原因裁减了所有唯心的实验室（包括数学和

---

标注（橙） | 位置 799

按照知识的食物链，生物学家不敢怠慢化学家，化学家不敢怠慢物理学家，物理学家不敢怠慢

---

标注（橙） | 位置 802

维特根斯坦曾有言：“逻辑似乎处于一切科学的底部——因为逻辑的研究探索一切事物的

---

标注（橙） | 位置 816

整个人工智能领域都有同样的问题：子系统和子领域之间没什么联系，鲜有

---



标注（橙） | 位置 817

必然性（necessity）和可能性（possibility）是相对的。底层的必要性约束了上层的可能性。物理定律的可能性被更底层的数学定理的必然性所约束；依次，数学定理的可能性又被逻辑的命题和定义所约束。上层的思想（thought）恰是底层的世界（world），一类人的思想是另一类人的

标注（橙） | 位置 820

数学是人类智力的最高端。不明就里的哲学家对数学说三道四是令人最不能忍受

标注（橙） | 位置 825

逻辑要想有用，必须得走定理证明的路子，当所有的数学家都离不开定理证明器时，逻辑学家才敢对趴在背上的数学家和数学家背上的那谁以及更上的那谁理直气壮。定理证明比下棋可难

标注（橙） | 位置 1002

整个DENDRAL团队中没有一个人对其中涉及的化学知识有全部的了解，每个人都假设其他人

标注（橙） | 位置 1013

因为MYCIN首创了后来作为专家系统要素的产生式规则：不精确推理。DENDRAL的初衷则是从专家采集来的数据做机器归纳，或者说机器

标注（橙） | 位置 1028

随着日本五代机的幻灭，“专家系统”变成了一个不仅不时髦，反而有负面含义的

标注（橙） | 位置 1029

专家系统摇身一变，改名规则引擎，成为中间件的标配。征信、反欺诈和风险控制一直是规则系统擅长的

标注（橙） | 位置 1035

要同时解决这两个互相矛盾的问题，必然导致结果太复杂，四不像，知识工程师和逻辑学家都不

标注（橙） | 位置 1050

描述逻辑的术语更像是集合

标注（橙） | 位置 1055

Subsumption的概念，表示Term之间的集合从属

标注（橙） | 位置 1064

他除了理论的贡献，晚年带领普林斯顿大学的认知科学实验室同仁做了“词网”（

---

标注（橙） | 位置 1068

框架（Frame）就是

---

标注（橙） | 位置 1070

框架导致了面向对象（OO，Object-Oriented）的设计哲学，相关的程序设计语言都受此影响。从这个意义上还真验证了：当一个概念有了成熟的实现时，就自动脱离了

---

标注（橙） | 位置 1078

偏序关系容许一个成员可以有多个上级，也可以有多个

---

标注（橙） | 位置 1079

全序集中，每个成员只能有一个上级和一个下级，所以，全序关系有时也被称为线性

---

标注（橙） | 位置 1080

多重继承的OO都是偏序

---

标注（橙） | 位置 1097

知识原则（Knowledge Principle）：一个系统之所以能展示高级的智能理解和行为，主要是因为有所从事的领域所表现出来的特定知识：概念、事实、表示、方法、比喻以及

---

标注（橙） | 位置 1117

学习只在已知事物的边缘发生，所以人们只可能学到与自己已知相似的新东西。如果你试图学习的东西与你已知的东西距离不远，那么你就能学

---

标注（橙） | 位置 1118

这个边缘的范围越大（你已知的东西越多），就越有可能发现新的东西。”这不仅是他早期研究机器学习的感悟，也可以看作他对后来Cyc项目的

---

标注（橙） | 位置 1128

伯纳斯-李不负所望，得了2016年图灵奖，这大概是图灵奖有史以来含金量最低的

---

标注（橙） | 位置 1129

其实万维网更大的功劳应该算在天才程序员安德森（Marc Andreessen）的头上，是革命性的Mosaic浏览器带来了互联网革命。年轻的安德森志在改变世界，而不是徒得

---

标注（橙） | 位置 1131

安德森与时俱进地创办了新一代风险投资公司安德森-霍洛维茨 2，成果和影响力直追老牌风投KPCB和红杉

---

标注（橙） | 位置 1137

伯纳斯-李身边一下子聚集了一帮多年不得志的非主流IT从业者。他们在W3C中提出的几个乱七八糟的标准确实体现出他们的理论功底之

---

标注（橙） | 位置 1149

而Freebase有4000万个实体表示。Freebase的背后是一家名叫Metaweb的创业公司，创始人之一是希利斯（Danny Hillis）。2010年Metaweb被谷歌收购，谷歌给它起了个响亮的名字“知识

---

标注（橙） | 位置 1158

IBM沃森的底层就整合了两个开源知识图谱Yago和DBpedia。在常识图谱的上面还可以构建垂直领域（例如生物、健康、金融、电商、交通等）的专业

---

标注（橙） | 位置 1167

如果从纯粹的定理证明的角度简单地看专家系统，所谓知识其实就是公理，公理越多，推理的步骤自然就会越少。所谓知识和推理的对立，其实是狭义（特殊目的）和广义（通用）的区别。知识是狭义的，推理是广义的，因为不需要过多的

---

标注（橙） | 位置 1187

历史的教训就是历史从来没给过人

---

标注（橙） | 位置 1260

问题求解的逻辑》，这本册子越写越厚，1979年成书出版后成为逻辑程序设计的“圣经”。后来他进一步提出了“算法=逻辑+控制”的口号，这明显是在学Pascal发明人沃斯（Niklaus Wirth）提出的“程序=算法+数据结构”的

---

标注（橙） | 位置 1273

就像所有其他东亚国家，日本政府对私营企业有重大影响力。通产省决定了日本的科技和工业

---

标注（橙） | 位置 1350

近来，伴随着中国崛起，中国式“虎妈”教育又开始风行

---

标注（橙） | 位置 1354

商学院教学的信用完全是建立在人们的健忘

---

标注（橙） | 位置 1436

就一直有两派观点：一派认为实现人工智能必须用逻辑和符号系统，这一派看问题是自顶向下

---

标注（橙） | 位置 1437

这一派是自底向上的，他们认为如果能造一台机器，模拟大脑中的神经网络，这台机器就有智能

---

标注（橙） | 位置 1438

我想用“想啥来啥”来形容；后一派就称之为“吃啥补

---

标注（橙） | 位置 1442

初中时就读过罗素的《数学原理》，还和罗素通过

---

标注（橙） | 位置 1448

别看不起打扫卫生，在电影《心灵捕手》（Good Will Hunting）里，马特·达蒙饰演的角色就是在知名大学打扫卫生时，不小心解了一道数学难题，引起了老师的

---

标注（橙） | 位置 1466

有钱才能当老大，哪都

---

标注（橙） | 位置 1512

该规则认为，如果两个细胞总是同时激活的话，它们之间就有某种关联，同时激活的概率越高，关联度也

---

标注（橙） | 位置 1515

康奈尔大学的实验心理学家罗森布拉特（Frank Rosenblatt）在一台IBM-704计算机上模拟实现了一种他发明的叫作“感知机”（Perceptron）的神经网络

---

标注（橙） | 位置 1519

罗森布拉特在理论上证明了单层神经网络在处理线性可分的模式识别问题时，可以收敛，并以此为基础做了若干“感知机”有学习能力的

---

标注（橙） | 位置 1553

在罗森布拉特刚提出“感知机”时，他就提出了Adaline可适应性算法。Adaline和感知机很相似，也是机器学习的鼻祖模型

---

标注（橙） | 位置 1565

麻省理工学院的马尔为视觉信息处理建立数学模型，影响了后来连接主义的

---

标注（橙） | 位置 1571

神经网络在20世纪80年代的复兴归功于物理学家霍普菲尔

---

标注（橙） | 位置 1572

霍普菲尔德，提出了一种新的神经网络，可以解决一大类模式识别问题，还可以给出一类组合优化问题的近似解。这种神经网络模型后来被称为霍普菲尔德

---

标注（橙） | 位置 1587

Parallel and Distributed

---

标注（橙） | 位置 1592

神经网络一下子成了

---

标注（橙） | 位置 1601

辛顿现在可是神经网络领域最牛的人

---

标注（橙） | 位置 1602

他还有一段不太为外人所知的革命家史：他是布尔的外曾曾孙

---

标注（橙） | 位置 1630

目前对神经网络各种形态所对应的计算复杂性的研究并不多，从业者也以工程师、心理学家和统计学家

---

标注（橙） | 位置 1631

辛顿是深度学习的先驱，他和学生在2006年发表的两篇文章开辟了这个新领域，其中登在《科学》上的那篇提出了降维和逐层预训练的方法，使得深度网络的实用化成为

标注（橙） | 位置 1718

们从来没聊过密码学，尽管香农猜到了图灵在干

标注（橙） | 位置 1723

香农把棋盘定义为二维数组，每个棋子都有一个对应的子程序计算棋子所有可能的走法，最后有个评估函数（evaluation function）。传统的棋局都把下棋过程分为三个阶段：开局、中局和残局，不同阶段需要不同的技术手段。香农的论文引用了冯诺伊曼的《博弈论》和维纳的《

标注（橙） | 位置 1726

max和min的对弈就形成了博弈树。树的增长是指数式的，当树很深时，树的规模会变得不可控。达特茅斯会议的组织者之一麦卡锡首先提出 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝技术以控制树的

标注（橙） | 位置 1812

蒙特卡洛方法最常用的教学例子就是计算圆的面积：在一个正方形里贴边画一个圆，然后随机向这个正方形里扔沙粒，扔到足够多时，开始数有多少沙粒落在圆里，结果除以所扔沙粒总数再乘以正方形面积，就是圆的

标注（橙） | 位置 1816

强化学习的发明者是巴托（Andy Barto）和他的学生萨顿（Richard

标注（橙） | 位置 1857

乔姆斯基之于语言学和认知科学，就像图灵之于计算机

标注（橙） | 位置 1858

乔姆斯基的句法频谱后来被证明和几种自动机有着深刻的关联：乔姆斯基3型文法（正则表达式）等价于有限自动机，2型文法（上下文无关文法）等价于下压自动机，1型文法（上下文相关文法）等价于线性有界非确定图灵机，0型文法等价于图

标注（橙） | 位置 1862

语言学和哲学系找不到课题的博士生可以试试

标注（橙） | 位置 1880

6个星期后，他就从宾大拿到了博士学位。这比维特根斯坦的剑桥博士还要 “

---

标注（橙） | 位置 1891

语言的结构是内在的，而不是通过经验习得的（

---

标注（橙） | 位置 1892

20世纪70年代有扩展标准理论，80年代又有管约（Government Binding），90年代又有最简

---

标注（橙） | 位置 1907

但孟德尔常常删改不支持理论的

---

标注（橙） | 位置 1922

mind的研究终究会变成像物理学、化学那样的学问。只不过现在还要用心理学的术语逐步获得

---

标注（橙） | 位置 1927

科学史大概比科学哲学更有

---

标注（橙） | 位置 1927

他把认知科学和神经生物学的关系比作化学和物理的

---

标注（橙） | 位置 1930

乔姆斯基是活着的人里被引用次数最多的知识分子，即使从苏格拉底算起，他的引用数也可排进前

---

标注（橙） | 位置 1942

每次看到乔老爷那张平静异常的脸，我都会叩问

---

标注（橙） | 位置 2041

从ELIZA和PARRY分别的表现来看，现在的小冰等聊天机器人也没进步很多，但知识库的增大使得现在的聊天机器人更加

---

标注（橙） | 位置 2052

实现和产品的距离即使在计算机科学中也是不同

---

标注（橙） | 位置 2111

积木世界也有更深的哲学意义。维特根斯坦后期哲学中的语言游戏的理论片段可以在SHRDLU的框架下得以更清晰的阐述，尽管维诺格拉德承认他对SHRDLU的哲学认识是

---

标注（橙） | 位置 2122

维诺格拉

---

标注（橙） | 位置 2124

他的两个学生布林（Sergey Brin）和佩奇（Larry Page）创办了谷

---

标注（橙） | 位置 2147

乔姆斯基不喜欢统计派的一个理由是他们太像行为主义

---

标注（橙） | 位置 2165

也许翻译根本就不是理解的问题，翻译本身并不需要解释，翻译只是翻译而已，翻译只是数据问题，而不是语义

---

标注（橙） | 位置 2204

一个人工智能问题一旦解决，就不再是人工智能问题。大概很快人们就会认为语音问题不再是人工智能的核心问题。如果说语音翻译不涉及自然语言理解和语义，可能也不会有什么

---

标注（橙） | 位置 2263

自然选择就是能生成极不可能之事的

---

标注（橙） | 位置 2312

美国的师生关系和中国确有不同，美国是学生毕业后，自立门户，大部分还是接着原来的东西继续做，也可以跨越式发展；但在中国，大部分是等着接老师的班儿，老师是院士，就扶持学生当院士，老师是校长，学生接着做校长，一旦一个“重点实验室”建立，小佬坐等大佬死后接班升大

---

标注（橙） | 位置 2319

进化和遗传是族群学习的过程，机器学习可以此为

---



标注（橙） | 位置 2342

他说猜想就像变异，批评和实验就像选择，而交叉学科就是配对了。从这个意义上说，知识的增长更像是遗传

---

标注（橙） | 位置 2351

那时搭建集群的软硬件技术统称Beowulf，是当下Hadoop和Spark的

---

标注（橙） | 位置 2358

寇扎说遗传编程是“发明机器”（inventing machines），有了遗传编程就不需要其他人工智能了，他的理由是人工智能的目的是生产有智能的程序，这不正是遗传编程干的吗？听起来有道理，但遗传编程的理论基础一直

---

标注（橙） | 位置 2366

他是维纳最后的学生，并且他终身的学术兴趣是为大脑建模（brain

---

标注（橙） | 位置 2383

强化学习的理论基础之一是马尔科夫决策过程。强化学习的主体是Agent，Agent和环境

---

标注（橙） | 位置 2387

强化学习就是Agent根据经验改变策略以期达到长期最大奖赏的

---

标注（橙） | 位置 2390

强化学习的另一个理论基础是

---

标注（橙） | 位置 2410

遗传算法和强化学习有一个共同点：效果要等到多步以后才能看到，这是和监督式学习的主要

---

标注（橙） | 位置 2411

蒙特卡洛模拟是一种减少状态空间搜索的有效办法。最近也有利用深度学习来压缩需要表示的状态空间

---

标注（橙） | 位置 2413

本来强化学习初衷是探索生物体学习的模型，现在神经网络又成了强化学习的工具。当状态空间很大时，强化学习可以和蒙特卡洛方法或深度神经网络结合，就使用了蒙特卡洛

---

标注（橙） | 位置 2415

谷歌的AlphaGo赢了李世石之后，强化学习作为AlphaGo的核心算法，一夜之间成为

---

标注（橙） | 位置 2426

使强化学习在围棋、德州扑克、电玩等领域势不可挡。萨顿的阿尔伯塔之于强化学习，就像辛顿的多伦多之于深度学习，LeCun的纽约大学之于卷积神经

---

标注（橙） | 位置 2431

自然会有二流人才前赴后继把这个算法在其他领域

---

标注（橙） | 位置 2471

蔡汀把自己的新理论称为“元生物学”（metabiology）。目前元生物学还比较原始，进化论里的很多概念还没有被解释，比如Papadimitriou关心的“性”。但有蔡汀这样的数学家关注生物学，会让我们更加

---

标注（橙） | 位置 2572

不过人工智能的乐观派也该学到点教训：老老实实干活，没事别

---

标注（橙） | 位置 2702

在文明初期，哲学家掌握所有的学问，哲学就是学问的代名词，说哲学家指点科学倒也不算错。但科学进步的过程就是与哲学渐行渐远的过程，当下的科学已经和哲学关系不大，一战后的欧陆哲学已经和科学彻底无缘。偏重科学和逻辑的英美分析哲学也挡不住哲学的颓势，最后一个从哲学中脱离的硬学问是逻辑，目前最好的逻辑学家都在数学系和计算机系，哲学已经空洞

---

标注（橙） | 位置 2712

这是为彭罗斯引出自己的理论铺路的：这就是人脑实际上有量子效应

---

标注（橙） | 位置 2742

崇尚科学的英美分析哲学家和欧陆哲学家分歧

---

标注（橙） | 位置 2767

现代物理学的一个假设是整个宇宙都是离散的，也即数字

---

标注（橙） | 位置 2768

人工智能符号派的基础之一是所谓“物理符号假设”，这个假设要求计算装置必须是数字的，或者说变量必须是离散

---

标注（橙） | 位置 2769

离散的量是区分和定量的基础，手指的数目是离散的，由此计数也是离散的，语言也是离散的。费曼就曾说世界是数字的。对于离散的量，二进制就足够

---

标注（橙） | 位置 2773

新的量子物理认为世界是离散的、有限的。如果从物理学角度认可离散，那么化学和生物的角度也必然是离散。连续变量是离散变量的一种数学

---

标注（橙） | 位置 2812

虚拟机的一个后现代非专业的中文译名叫“透明”

---

标注（橙） | 位置 2828

他把后者称为“非自然科学”（unnatural

---

标注（橙） | 位置 2843

目前在计算复杂性理论里，大家公认多项式是小的，而指数是大的。算法的运行时间或空间随着问题规模呈多项式函数增长的就算是高效算法，因为多项式的增长相对于指数增长是更加可控

---

标注（橙） | 位置 2845

快速排序大部分情况要快于其他排序算法，但快速排序的最坏时间复杂度是  $n^2$ 。另一个例子是线性规划的单纯型算法，最坏情况是指数的，但日常情况表现很好。这就引出了平均复杂性

---

标注（橙） | 位置 2849

灵机多项式时间可解的问题简称NP，确定性图灵机上多项式时间的问题简称P。最难的NP问题被称为NP完全

---

标注（橙） | 位置 2918

在各种学习算法里，很少看到目前关于什么算法适合什么问题的

---

标注（橙） | 位置 2986

如果我们认可丘奇-图灵论题和相似性原则，那么人就是图

---

标注（橙） | 位置 2991

自然科学和唯物论、经验论的关系要比唯心论、理性论的关系更近，背后都有一条归约主义路线图（reductionist），从生物到化学，再到物理。一个有机体最终被归约到物理化学过程，一个活的、有意识的生物最终会被归约到神经网络过程。这是自顶向下的

---

标注（橙） | 位置 3050

不同动物的脑子构造也有所不同，脑中的神经元数量也完全

---

标注（橙） | 位置 3051

人脑中总共有860亿个神经元，其中大脑皮层有160亿个神经元。大脑皮层的神经元数量决定了动物的智力水平，人的大脑皮层中神经元数量远高于其他物种，所以人类比其他物种

---

标注（橙） | 位置 3054

大脑皮层中的神经元数量越大，能耗也越大。人脑每天消耗的能量占人体全部耗能的

---

标注（橙） | 位置 3055

人之所以能够很快超越其他物种，主要是因为人类掌握了烹饪

---

标注（橙） | 位置 3083

信息处理能力可以成为测度

---

标注（橙） | 位置 3106

我们看到的“大历史”，时间颗粒度太大，基本单位变成了范式，历史过程成了范式迁移，或者

---

标注（橙） | 位置 3109

从机器学习的角度可以进一步外推，比归纳法更小一号的是深度

---

标注（橙） | 位置 3154

人工智能作为学科，经历了几次大起大落。每一次的高潮都是一个旧哲学思想的技术再包装，而每一次的衰败都源自高潮时期的承诺不能

---