



人工智能：绪论

饶洋辉

计算机学院,

中山大学

raoyangh@mail.sysu.edu.cn

<http://cse.sysu.edu.cn/node/2471>

课件来源：海军工程大学贲可荣教授；武汉大学朱福喜教授等

课程信息

- 教材：
 - 贲可荣、张彦铎. 人工智能（第3版）. 清华大学出版社. 2018.
- QQ群：570788750
- 课程网站：<https://easyhpc.net/course/141>
- 邀请码：0217
- 理论分：考勤、作业、问答、考试成绩等
- 实验分：考勤、验收、期中和期末project等

什么是人工智能？

人类的自然智能伴随着人类活动无时不在、无处不在。人类的许多活动，如解题、下棋、猜谜、写作、编制计划和编程，甚至驾车骑车等，都需要智能。如果机器能够完成这些任务的一部分，那么就可以认为机器已经具有某种程度的“人工智能”。

什么是人工智能？

- 从思维基础上讲，它是人们长期以来探索研制能够进行计算、推理和其它思维活动的智能机器的必然结果；
- 从理论上讲，它是信息论、控制论、系统工程论、计算机科学、心理学、神经学、认知科学、数学和哲学等多学科相互渗透的结果；
- 从物质和技术基础上讲，它是电子计算机和电子技术得到广泛应用的结果。

什么是人工智能？

- 什么是人的智能？什么是人工智能？人的智能与人工智能有什么区别和联系？
- 为了了解人工智能，先熟悉一下与它有关的一些概念，这些概念涉及到信息、认识、知识、智力、智能。
- 不难看出，这些概念在逐步贴近人工智能。

什么是人工智能？

- 我们首先看看什么是信息。信息与物质及能量构成整个宇宙。
- 人们不能直接认识物质和能量，而是通过物质和能量的信息来认识它们。
- 人的认识过程为：信息经过感觉输入到神经系统，再经过大脑思维变为认识。

什么是人工智能？

- **认识**就是用符号去整理研究对象，并确定其联系。由认识可以继续探讨什么是知识、什么是智力。
- **知识**是用人们对于可重复信息之间的联系的认识，知识也就是被认识了的信息和信息之间的联系，它是信息经过加工整理、解释、挑选和改造而形成的。

什么是人工智能？

- 关于智力，科学家们有不同的定义。
- Wisterw：智力是个体对生活中新问题和新的条件的心理上的一般适应能力。
- Terman：智力是抽象思维的能力。
- Buckingham：智力是学习的能力。

什么是人工智能？

- Storddard: **智力**是从事艰难、复杂、抽象、敏捷和创造性地活动以及集中能力和保持情绪稳定的能力。
- Piaget: **智力**的本质就是适应，使个体与环境取得平衡。
- Guilford: **智力**是对信息进行处理的能力。

什么是人工智能？

- 总而言之，智力看作个体的各种认识能力的综合，特别强调解决新问题的能力、抽象思维、学习能力、对环境适应能力。
- 有了知识和智力的定义后，一般将智能定义为：**智能 = 知识集 + 智力**。所以，智能主要指运用知识解决问题的能力。推理、学习和联想是智能的重要因素。

什么是人工智能？

- **人工智能**，其英文是Artificial Intelligence，简称AI。字面上的意义是智能的人工制品。
- 它是研究如何将人的智能转化为机器智能，或者是用机器来模拟或实现人的智能。

什么是人工智能？

- 定义

- AI是研究理解和模拟人类智能、智能行为及其规律的一门学科。
- 主要任务——建立智能信息处理理论，进而设计可以展现某些近似于人类智能行为的计算系统。
- 智能机器(intelligent machine)——能够在各类环境中自主地或交互地执行各种拟人任务的机器。

人类智能与人工智能

- 人类的认知过程是一个非常复杂的行为，人们从不同的角度对它进行研究，从而形成诸如认知生理学、认知心理学和认知工程学等相关学科。
- 1、智能信息处理系统的假设
- 2、人类智能的计算机模拟
- 3、弱人工智能和强人工智能

1、智能信息处理系统的假设

人的心理活动	计算机的层次
思维策略	程序
初级信息处理	语言
生理过程	硬件

- 一个完善的符号系统应具有下列6种基本功能：

- (1)输入符号(input),
- (2)输出符号(output),
- (3)存储符号(store),
- (4)复制符号(copy),
- (5)建立符号结构：通过找出各符号间的关系，在符号系统中形成符号结构，
- (6)条件性迁移(conditional transfer)：根据已有符号，继续完成活动过程

人和计算机具备这6种功能。

2、人类智能的计算机模拟

- 计算机的确能够很好地执行许多智能功能，如下棋、证明定理、翻译语言文字和解决难题等。
- 这些任务是通过编写与执行模拟人类智能的计算机程序来完成的。
- 这些程序只能接近于人的行为。

IBM人机大战：2011年2月17日，鏖战三回合，IBM超级电脑沃森（Watson）完胜鸣金。

考虑下棋的计算机程序：

- 计算机程序对每个可能的走步空间进行搜索，它能够同时搜索几千种走步。
- 进行有效搜索的技术是人工智能的核心思想之一。
- 当象棋大师们盯着一个棋位时，在他们的脑子里出现了很多盘重要的棋局，帮助他们决定最好的走步。

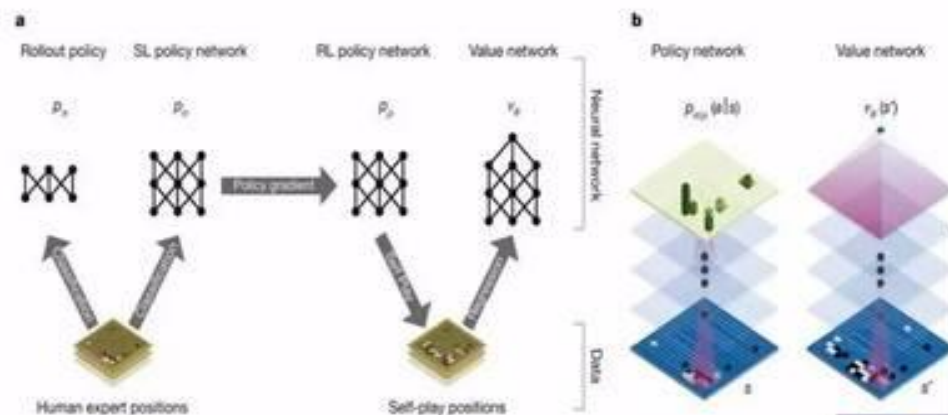
- 1997年5月，IBM公司研制的深蓝（Deep Blue）智能计算机在6局比赛中以2胜1负3平的结果，战胜Kasparov





- “IBM人机大战：超级电脑让人类智慧处于危险边缘？”中报道，2011年2月17日，鏖战三回合的人机大战硝烟散尽，IBM超级电脑沃森（Watson）完胜鸣金。
- 两名对手肯·詹宁斯和布拉德·鲁特尔，前者是曾连赢74场的答题王，创下连赢场数最多纪录；后者是获得奖金总额最高选手，总数达325万美元之多。

AlphaGo (2016)



2016年中：AlphaGo **4 : 1** 李世石九段

2016年底：Master 不败战绩横扫60局



- 2016年3月，人工智能围棋AlphaGo与韩国棋手李世石进行较量，最终人机大战总比分为1:4，李世石不敌AlphaGo。2017年5月，中国棋手柯洁九段（世界围棋等级分第一），与人工智能围棋AlphaGo进行了三番围棋大战，最终柯洁以0:3惨败于AlphaGo。
- 2017年10月19日，谷歌旗下人工智能公司DeepMind在《自然》(Nature)上发表论文称，最新版本的AlphaGo Zero完全抛弃了人类棋谱，实现了从零开始学习。

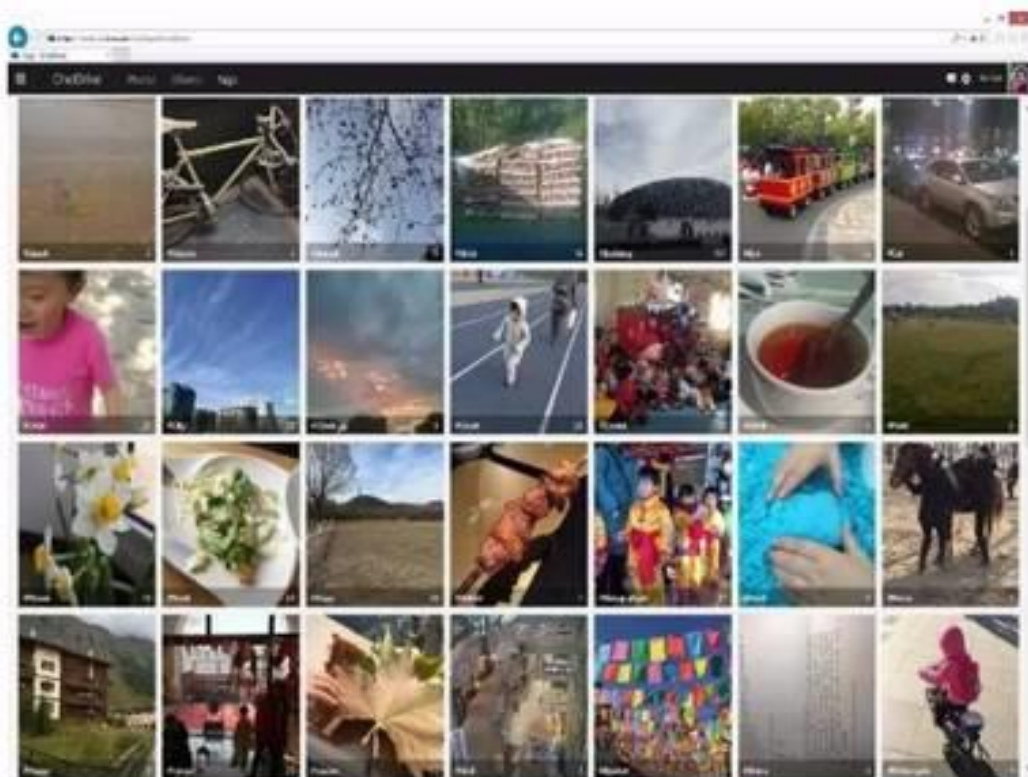
- CMU-Librutus (2017)

- 和4名人类顶尖高手
- 对战20天12万手
- 大获全胜



- 2017年初，卡内基梅隆大学人工智能系统 Libratus 在德州扑克的比赛中，大胜4位人类选手。
- 围棋是完全信息博弈，德州扑克是非完全信息博弈。在这两个领域中，机器都已经战胜了人类。

自然图像分类



2011年
74.8%

人类
~95%

深度学习
> 96%

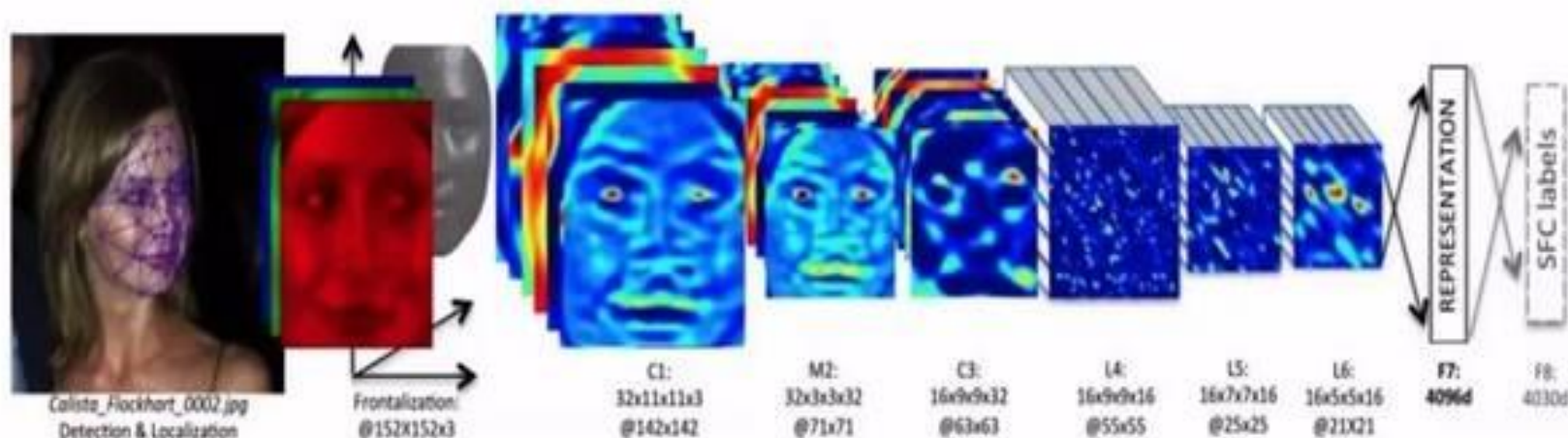
- 李飞飞在斯坦福做的自然图像分类项目。2011年，计算机对于图像的分类准确度只能达到75%左右。
- 之后，谷歌、微软、百度均在进步

人脸识别

2013年
96.33%

人类
99.10%

深度学习
>99.7%



语音识别



专业速记员错误率：5.9%

深度学习错误率 < 4%

3、弱人工智能和强人工智能

- 一种是希望借鉴人类的智能行为，研制出更好的工具以减轻人类智力劳动，一般称为“弱人工智能”，类似于“高级仿生学”。
- 另一种是希望研制出达到甚至超越人类智慧水平的人造物，具有心智和意识、能根据自己的意图开展行动，一般称为“强人工智能”，实则可谓“人造智能”。
- 人工智能技术现在所取得的进展和成功，是缘于“弱人工智能”而不是“强人工智能”的研究。
- 强人工智能“几乎没有进展”，甚至“几乎没有严肃的活动”。

人工智能的起源与发展

- 1950年，阿兰·图灵提出图灵测试，为智能提供一个满足可操作要求的定义。图灵测试用人类的表现来衡量假设的智能机器的表现，这无疑是评价智能行为的最好且唯一的标准。



图灵



人工智能的起源与发展

- 图灵称为“模仿游戏”的测试是这样进行的：将一个人与一台机器置于一间房间中，而与另外一个人分隔开来，并把后一个人称为询问者。询问者不能直接见到屋中任一方，也不能与他们说话，因此，他不知道到底哪一个实体是机器，只可以通过一个类似终端的文本设备与他们联系。
- 然后，让询问者仅根据通过这个仪器提问收到的答案辨别出哪个是计算机，哪个是人。如果询问者不能区别出机器和人，那么根据图灵的理论，就可以认为这个机器是智能的。

人工智能的起源与发展

- 如果机器具有智能，那么它的目标就是要使得提问者误认为它是人。因此，有时机器要故意伪装一下，例如：当提问者问“12324乘73981等于多少？”时，机器人应等几分钟回答一个有点错误的答案，这样才更显得像人在计算。当然，一台机器要通过图灵测试主要的是它具有的知识总量和具有大量的人的基本常识。

人工智能的起源与发展

- 1956年：达特茅斯（Dartmouth）会议中，第一次提出“人工智能”一词，标志着人工智能正式诞生。
- 1957年：罗森布拉特发明感知机算法
- 1969年：阿瑟·布莱森和何毓琦描述了反向传播作为一种多阶段动态系统优化方法，可用于多层人工神经网络，奠定了现今深度学习的基础

人工智能的起源与发展

- 90年代中期：统计学习登场，并迅速占据主流舞台，代表性技术是SVM以及核方法。
- 1997年：赛普·霍克赖特和于尔根·施密德胡伯提出长短期记忆人工神经网络概念，解决了传统神经网络中梯度弥散的问题。同年，IBM研发的“深蓝”（Deep Blue）成为第一个击败人类象棋冠军的电脑程序。

人工智能的起源与发展

- 2004年：第一届DARPA自动驾驶汽车挑战赛在莫哈韦沙漠举行。
- 2010年后：深度学习的广泛应用使语音识别的准确率大幅提升，像 Siri 和 Echo 等，可以实现不同语言间的交流，从语音中说一段话，随之将其翻译为另一种文字
- 2016 年 3 月，谷歌 DeepMind 研发的 AlphaGo 在围棋人机大战中击败韩国职业九段棋手李世石。

人工智能的起源与发展

- 2017年10月19日：

今日Nature: 人工智能从0到1, 无师自通完爆阿法狗100-0

Nature今天上线的这篇重磅论文，详细介绍了谷歌DeepMind团队最新的研究成果。**人工智能的一项重要目标，是在没有任何先验知识的前提下，通过完全的自学，在极具挑战的领域，达到超人的境地。**去年，阿法狗（AlphaGo）代表人工智能在围棋领域首次战胜了人类的世界冠军，但其棋艺的精进，是建立在计算机通过海量的历史棋谱学习参悟人类棋艺的基础之上，进而自我训练，实现超越。

这篇论文数据显示学习人类选手的下法虽然能在训练之初获得较好的棋力，但在训练后期所能达到的棋力却只能与原版的AlphaGo相近，而不学习人类下法的AlphaGo Zero最终却能表现得更好。这或许说明人类的下棋数据将算法导向了局部最优(local optima)，而实际更优或者最优的下法与人类的下法存在一些本质的不同，**人类实际‘误导’了AlphaGo。**有趣的是如果AlphaGo Zero放弃学习人类而使用完全随机的初始下法，训练过程也一直朝着收敛的方向进行，而没有产生难以收敛的现象。

人工智能的起源与发展

- 2019年3月27日：

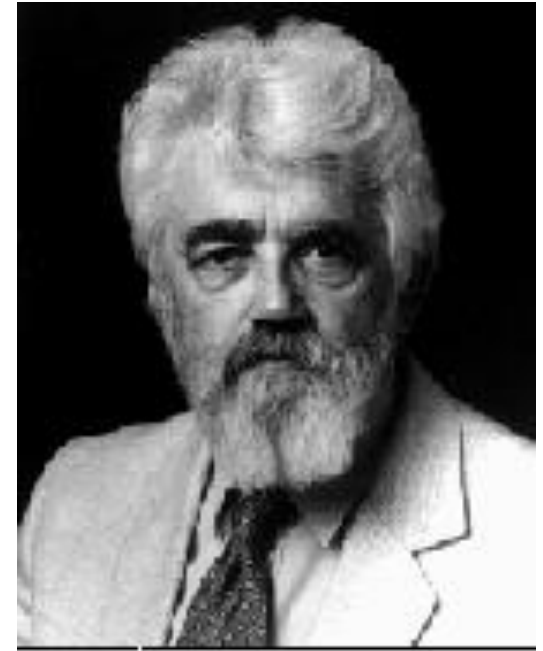
2019年3月27日 ——ACM宣布，深度学习的三位创造者Yoshua Bengio，Yann LeCun，以及Geoffrey Hinton获得了2019年的图灵奖。

今天，深度学习已经成为了人工智能技术领域最重要的技术之一。在最近数年中，计算机视觉、语音识别、自然语言处理和机器人取得的爆炸性进展都离不开深度学习。

三位科学家发明了深度学习的基本概念，在实验中发现了惊人的结果，也在工程领域做出了重要突破，帮助深度神经网络获得实际应用。

其他获图灵奖的人工智能学者

- Marvin Minsky（1969年）
- John McCarthy（1971年）
- Herbert Simon和Allen Newell（1975年）
- Edward Albert Feigenbaum和Raj Reddy（1994年）
- Leslie Valiant（2010年）
- Judea Pearl（2011年）
- Tim Berners-Lee（2016年）



John McCarthy

Leslie Valiant获得2010年图灵奖



- 出生于英国的理论计算机科学家、哈佛大学教授Leslie Valiant因为“对众多计算理论（包括PAC学习、枚举复杂性、代数计算和并行与分布式计算）所做的变革性的贡献”而获得最新一届计算机科学最高荣誉——图灵奖。

Valiant最大的贡献是1984年的论文A Theory of the Learnable，使诞生于50年代的机器学习领域第一次有了坚实的数学基础，从而扫除了学科发展的障碍，这对人工智能诸多领域包括加强学习、机器视觉、自然语言处理和手写识别等都产生了巨大影响。可以说，没有他的贡献，IBM也不可能造出Watson这样神奇的机器来。



人工智能专家
Judea Pearl获
2011年图灵奖

- 2012年3月16日消息，被誉为“计算领域诺贝尔奖”的图灵奖，2011年颁发给了UCLA的Judea Pearl教授（75岁），奖励他在人工智能领域的基础性贡献，他提出概率和因果性推理演算法，彻底改变了人工智能最初基于规则和逻辑的方向。

Judea Pearl毕业于以色列理工学院Technion，在那里获得电气工程学科的学士学位。1965年，他获得了Rutgers大学的物理学硕士学位，同年获得了布鲁克林理工学院的电气工程学的博士学位。

- Tim Berners-Lee作为万维网（World Wide Web）的发明人获得2016年的图灵奖。但他的贡献并不止于Web。在过去近三十年的工作里，他的贡献大体可分为三个阶段。第一阶段从1989年到1999年，他的主要精力在Web本身的发明和推广上，贡献是互联的文档。第二阶段是1999年到2009年，他主要在推广语义网，贡献是互联的知识。第三个阶段从2009年至今，主要致力于数据的开放、安全和隐私，贡献是互联的社会。Tim是美国科学院院士、英国皇家学会院士。

人工智能的起源与发展

- 中国

- 1978年 “智能模拟” 纳入国家计划。
- 1984年召开了智能计算机及其系统的全国学术讨论会。
- 1986年起把智能计算机系统、智能机器人和智能信息处理(含模式识别)等重大项目列入863计划。
- 1993年起，又把智能控制和智能自动化等项目列入973计划。
- 进入21世纪后，已有更多的人工智能与智能系统研究获得各种基金计划支持。
- 2017年7月，国务院颁发了《新一代人工智能发展规划》，将人工智能发展上升到国家战略高度。

人工智能的起源与发展

- 《新一代人工智能发展规划》
 - 1. 建立新一代人工智能基础理论体系
 - (1) 大数据智能理论；
 - (2) 跨媒体感知计算理论；
 - (3) 混合增强智能理论；
 - (4) 群体智能理论；
 - (5) 自主协同控制与优化决策理论；
 - (6) 高级机器学习理论；
 - (7) 类脑智能计算理论；
 - (8) 量子智能计算理论。

人工智能的起源与发展

- 《新一代人工智能发展规划》

- 2. 建立新一代人工智能关键共性技术体系

新一代人工智能关键共性技术的研发部署以算法为核心，以数据和硬件为基础，以提升感知识别、知识计算、认知推理、运动执行、人机交互能力为重点，形成开放兼容、稳定成熟的技术体系。包括如下8个方面：

- 1) 知识计算引擎与知识服务技术；
 - 2) 跨媒体分析推理技术；
 - 3) 群体智能关键技术；
 - 4) 混合增强智能新架构和新技术；
 - 5) 自主无人系统的智能技术；
 - 6) 虚拟现实智能建模技术；
 - 7) 智能计算芯片与系统；
 - 8) 自然语言处理技术。

人工智能的起源与发展

- 《新一代人工智能发展规划》

- 3. 统筹布局人工智能创新平台

建设布局人工智能创新平台，强化对人工智能研发应用的基础支撑。包括：

- 1) 人工智能开源软硬件基础平台；
 - 2) 群体智能服务平台；
 - 3) 混合增强智能支撑平台；
 - 4) 自主无人系统支撑平台；
 - 5) 人工智能基础数据与安全检测平台。

人工智能的起源与发展

- 1981年起，相继成立了
 - 中国人工智能学会(CAAI)、
 - 全国高校人工智能研究会、
 - 中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会(2010长沙)
 - 中国自动化学会模式识别与机器智能专业委员会、
 - 中国软件行业协会人工智能协会、
 - 中国智能机器人专业委员会、
 - 中国计算机视觉与智能控制专业委员会
 - 中国智能自动化专业委员会等学术团体。
- 1989年召开CJCAI
- IJCAI 2013: 2013年8月，北京国际会议中心

人工智能各学派的认知观

- AI能力是智能机器所执行的通常与人类智能有关的智能行为，如
 - 判断、推理、
 - 证明、识别、
 - 感知、理解、
 - 通信、设计、
 - 思考、规划、
 - 学习和问题求解等思维活动。
- AI的3个主流学派：
 - 符号主义学派（数理逻辑）
 - 联结主义学派（仿生学）
 - 行为主义学派（控制论）

人工智能各学派的认知观

- **符号主义** (Symbolicism) 学派：认为人工智能源于数理逻辑。该学派将数学严格公理化，从公理出发，由逻辑推理得到引理，定理，推论。人工智能的创始人之一，John McCarthy 是符号主义学派的拥护者。
- 符号主义学派的标志性应用包括：IBM 公司在1997年研发的国际象棋电脑“深蓝” (Deep Blue)，及其在2011年开发的认知系统“沃森” (Watson)。

人工智能各学派的认知观

- **符号主义** (Symbolicism) 学派：
 - 2011年，Watson作为使用自然语言回答问题的人工智能程序参加了美国真人答题电视节目，打败两位人类冠军，赢得了100万美元的奖金。真人答题比赛需要理解人类语言，分析人类语言细微的差别、讽刺的口吻、谜语等，不仅要求计算机有足够的速度、精确度和置信度，还能用人类的自然语言回答问题。
 - 目前，IBM正在进行新的转型，目标是提供以Watson为核心深入到各行各业的人工智能解决方案。如医疗行业中，普通医生在Watson系统输入病患的信息，短短十几秒后，它就可以生成一份长达70-100页的治疗报告，内容包括推荐治疗方案、遵循的指南和治疗思想、帮助寻找患者的临床医学证据、用药建议以及药物副作用提醒等。

人工智能各学派的认知观

- **符号主义** (Symbolicism) 学派：
 - 认知基元是符号，智能行为通过符号操作来实现，以Robinson提出的归结原理为基础，以LISP和Prolog语言为代表；
 - 着重问题求解中启发式搜索和推理过程，在逻辑思维的模拟方面取得成功，如自动定理证明和专家系统。
 - 人工智能源于数理逻辑。
 - 数理逻辑和计算机科学具有完全相同的宗旨。
 - 数理逻辑试图找出构成人类思维或计算的最基础的机制，例如推理中的代换、匹配、分离，计算中的运算、迭代、递归。
 - 计算机程序设计则是要把问题的求解归结于程序设计语言的几条基本语句，甚至归结于一些极其简单的机器操作指令。

人工智能各学派的认知观

- 数理逻辑的形式化方法又和计算机科学不谋而合。
- 计算机系统本身，它的硬件、软件都是一种形式系统，它们的结构都可以形式地描述。
- 程序设计语言更是不折不扣的形式语言系统。
- 要研究计算机、开发种种程序设计语言，没有形式化知识和形式化能力是难以取得出色的成果的。

人工智能各学派的认知观

- 人们必须用计算机懂得的形式语言告诉它怎么做或者做什么。
- 而计算机理解这些语言的过程，又正是按照人赋予它的形式化规程(编译程序， compiler)，将它们归约为自己的基本操作。

人工智能各学派的认知观

- 正是数理逻辑对**计算**的追根寻源，导致了第一个计算的数学模型**图灵机**（**Turing machines**）的诞生，它被公认为现代数字计算机的祖先；
- λ -演算系统为第一个人工智能语言LISP奠定了基础；
- 一阶谓词演算系统为计算机的知识表示及定理证明铺平了道路。逻辑程序设计语言Prolog以其为根本。

人工智能各学派的认知观

- Tell the system assertions
 - Facts :
 - Tell (KB, Bird(eagle))
 - Tell (KB, Penguin(Tweety))
 - Rules:
 - Tell (KB, $\forall x$ (Penguin(x) \Rightarrow Bird(x)))
 - Tell (KB, $\forall x$ (Penguin(x) $\Rightarrow \neg$ Fly(x)))
 - Tell (KB, $\forall x$ (Bird(x) \Rightarrow Fly(x)))
- Ask questions
 - Ask (KB, Bird(eagle))
 - Ask (KB, Fly(eagle))
 - Ask (KB, Fly(Tweety))



人工智能各学派的认知观

- Tell the system assertions
 - Facts :
 - Tell (KB, Bird(eagle))
 - Tell (KB, Penguin(Tweety))
 - Rules:
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Penguin}(x) \Rightarrow \text{Bird}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Penguin}(x) \Rightarrow \neg \text{Fly}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Bird}(x) \wedge \neg \text{Penguin}(x) \Rightarrow \text{Fly}(x))$)
- Ask questions
 - Ask (KB, Bird(eagle))
 - Ask (KB, Fly(eagle))
 - Ask (KB, Fly(Tweety))

人工智能各学派的认知观

- Tell the system assertions
 - Facts :
 - Tell (KB, Bird(eagle))
 - Tell (KB, Penguin(Tweety))
 - Tell (KB, Raven(abraxas))
 - Rules:
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Penguin}(x) \Rightarrow \text{Bird}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Penguin}(x) \Rightarrow \neg \text{Fly}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Bird}(x) \wedge \neg \text{Penguin}(x) \Rightarrow \text{Fly}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Raven}(x) \Rightarrow \text{Bird}(x))$)
- Ask questions
 - Ask (KB, Bird(eagle))
 - Ask (KB, Fly(eagle))
 - Ask (KB, Fly(Tweety))
 - Ask (KB, Fly(abraxas))?

人工智能各学派的认知观

- Tell the system assertions

- Facts :

- Tell (KB, Bird(eagle))
 - Tell (KB, Penguin(Tweety))
 - Tell (KB, Raven(abraxas))

- Rules:

- Tell (KB, $\forall x (\text{Penguin}(x) \Rightarrow \text{Bird}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Penguin}(x) \Rightarrow \neg \text{Fly}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Bird}(x) \wedge \neg \text{Penguin}(x) \Rightarrow \text{Fly}(x))$)
 - Tell (KB, $\forall x (\text{Raven}(x) \Rightarrow \text{Bird}(x))$)



- Ask questions

- Ask (KB, Bird(eagle))
 - Ask (KB, Fly(eagle))
 - Ask (KB, Fly(Tweety))
 - Ask (KB, Fly(abraxas))

Tell (KB, $\forall x (\text{Raven}(x) \Rightarrow \neg \text{Penguin}(x))$)

For the construction of a knowledge base with all 9,800 or so types of birds worldwide, it must therefore be specified for every type of bird (except for penguins) that it is not a member of penguins!

人工智能各学派的认知观

- **联结主义** (Connetionism) 学派：认为人工智能源于仿生学。该学派的主要理论基础为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法。如果说符号主义是从宏观上模拟人的思维过程的话，那么联结主义则试图从微观上解决人类的认知功能，以探索认知过程的微观结构。
- 人的思维基元是神经元。该学派是把智能理解为相互联结的神经元竞争与协作的结果，以人工神经网络为代表。近年来深度神经网络的发展与应用，掀起了联结主义学派的研究热潮，其代表性领域是计算机视觉。

人工智能各学派的认知观

- 20世纪60-70年代，联结主义，尤其是对以感知器（perceptron）为代表的脑模型的研究曾出现过热潮，由于受到当时的理论模型、生物原型和技术条件的限制，脑模型研究在20世纪70年代后期至80年代初期落入低潮。
- Hopfield在1982年和1984年发表两篇重要论文，提出用硬件模拟神经网络以后，联结主义才又重新抬头。
- 1986年，Rumelhart等人提出多层网络中的反向传播（BP）算法。

人工智能各学派的认知观

- **联结主义**（Connetionism）学派：
 - 斯坦福大学人工智能实验室李飞飞教授设立了计算机视觉比赛，建立了海量图像数据库Image Net，以期基于此提升人工智能计算机视觉的识别能力（Deng et al., 2009），实质性地推动了计算机视觉的发展。
 - 谷歌原科学家吴恩达用1.6万块电脑处理芯片构建了全球最大的电子模拟神经网络，并通过向该网络展示来自YouTube上随机选取的1000万段视频，考察其能够学到什么。研究表明，在无外界指令的自发条件下，该网络自主学会了识别猫脸（Le et al., 2012）。

人工智能各学派的认知观

- **行为主义**（Actionism）学派：来源于控制论及“感知-行为”型控制系统。该学派认为智能取决于感知和行动，人工智能可以像人类智能一样逐步进化，以及智能行为只能在现实世界中与周围环境交互作用而表现出来。
- 反馈是控制论的基石，没有反馈就没有智能。通过目标与实际行为之间的误差来消除此误差的控制策略。
- 控制论导致机器人研究。机器人是“感知-行为”模式，强调系统与环境的交互，从运行环境中获取信息，通过自己的动作对环境施加影响。行为主义学派的标志性应用包括：波士顿动力公司（Boston Dynamics）研发的仿生机器人，以及谷歌公司的机器狗。

人工智能的研究与应用领域

- AI领域包括自然语言处理、自动定理证明、智能数据检索系统、机器学习、模式识别、视觉系统、问题求解、人工智能方法和程序语言以及自动程序设计等。
- 在过去的60多年中，已经建立了一些具有人工智能的计算机系统。

人工智能的研究与应用领域

- 这里所要讨论的各种智能特性之间也是相互关联的，把它们分开来介绍只是为了便于指出现有的人工智能程序能够做些什么和还不能做什么。
- 大多数人工智能研究课题都涉及许多智能领域。
- 四个方面
 - 智能感知
 - 智能推理
 - 智能学习
 - 智能行动

1、智能感知

(1) 模式识别

- 模式识别研究主要集中在：
 - 研究生物体是**如何感知对象**的。
 - 在给定的任务下，如何用计算机来实现模式识别的理论和方法。
- 模式识别的方法有感知机、统计决策方法、基于基元关系的句法识别方法和人工神经网络。
- 计算机模式识别系统由三部分组成：
 - 数据采集
 - 数据处理
 - 分类决策或模型匹配

1、智能感知

- 模式识别研究工作

- 文字和二维图像的识别
- 解释和描述复杂的三维景物（积木世界）
- 活动目标的识别和分析，它是景物分析走向实用化研究的一个标志。

1、智能感知

- 神经网络方法已经成功地应用于
 - 手写字符的识别、
 - 汽车牌照的识别、
 - 指纹识别、
 - 语音识别等方面。
- 模式识别已经在
 - 天气预报、卫星航空图片解释、
 - 工业产品检测、字符识别、语音识别、指纹识别、
 - 医学图像分析等许多方面得到了成功的应用。

1、智能感知

(2) 自然语言处理

- 自然语言处理是用计算机对人类的书面和口头形式的自然语言信息进行处理加工的技术，它涉及
 - 语言学、
 - 数学和
 - 计算机科学等多学科知识领域。

1、智能感知

- 自然语言处理的主要任务在于建立各种自然语言处理系统，如：
 - 文字自动识别系统、
 - 语音自动识别系统、
 - 语音自动合成系统、
 - 电子词典、机器翻译系统、
 - 自然语言人机接口系统、
 - 自然语言辅助教学系统、
 - 自然语言信息检索系统、
 - 自动文摘系统、自动索引系统、
 - 自动校对系统等。

1、智能感知

- 自然语言特性：

- (1) 自然语言中充满歧义；
- (2) 自然语言的结构复杂多样；
- (3) 自然语言的语义表达千变万化，至今还没有一种简单而通用的途径来描述它；
- (4) 自然语言的结构和语义之间有着千丝万缕的、错综复杂的联系。

- 自然语言处理的两大主流研究：

- 面向机器翻译的自然语言处理；
- 面向人机接口的自然语言处理。

1、智能感知

- 20世纪90年代，在自然语言处理中，开始把大规模真实文本的处理作为今后的战略目标，形成了词汇主义，引入了语料库方法，包括统计方法、基于实例的方法以及通过语料加工使语料库转变为语言知识库的方法等。
- 判断计算机系统是否真正“理解”了自然语言的标准有：
 - 问答、释义
 - 文摘生成、翻译

1、智能感知

- 自然语言理解的研究大体上经历了三个时期：
 - 关键词匹配技术
 - 句法-语义分析方法
 - 走向实用化和工程开发
- 目前可以将任意输入的源语言的句子作为处理对象的机器翻译系统的实现方式大致可分为三类：
 - 直接方式
 - 转换方式
 - 中间语言方式

1、智能感知

- 近年来，又出现了一种全新的基于实例的方法。
- 这种方法的基础是大规模的双语对译语料库，同时需要开发最佳匹配检索技术和适当的调整机制。
- 随着语料库语言学的发展，基于实例的机器翻译方法将显示出它的优势。
- 电子词典是机器翻译系统的低级形式。
- 机器翻译系统性能及其译文质量的评价问题也是机器翻译领域的一个重要研究课题。

1、智能感知

- 2014年，一篇关于在机器翻译中使用神经网络的论文对外发布。作者包括蒙特利尔大学的Kyunghyun Cho、Yoshua Bengio等人。
- 两年后的2016年9月，Google宣布了一个颠覆性的进展。这就是神经机器翻译。两年来，神经网络超过了翻译界过去几十年的一切。神经翻译的单词错误减少了50%，词汇错误减少17%，语法错误减少19%。

1、智能感知

(3) 计算机视觉

- 计算机视觉旨在对描述景物的一幅或多幅图像的数据经计算机处理，以实现类似于人的视觉感知功能。
- 数字图像（光学图像）
- 距离图像（激光或超声测距）
- 数据融合（多种传感器）

1、智能感知

计算机视觉的基本方法是：

- (1) 获取灰度图像；
- (2) 从图像中提取边缘、周长、惯性矩等特征；
- (3) 从描述已知物体的特征库中选择特征匹配最好的相应结果。

1、智能感知

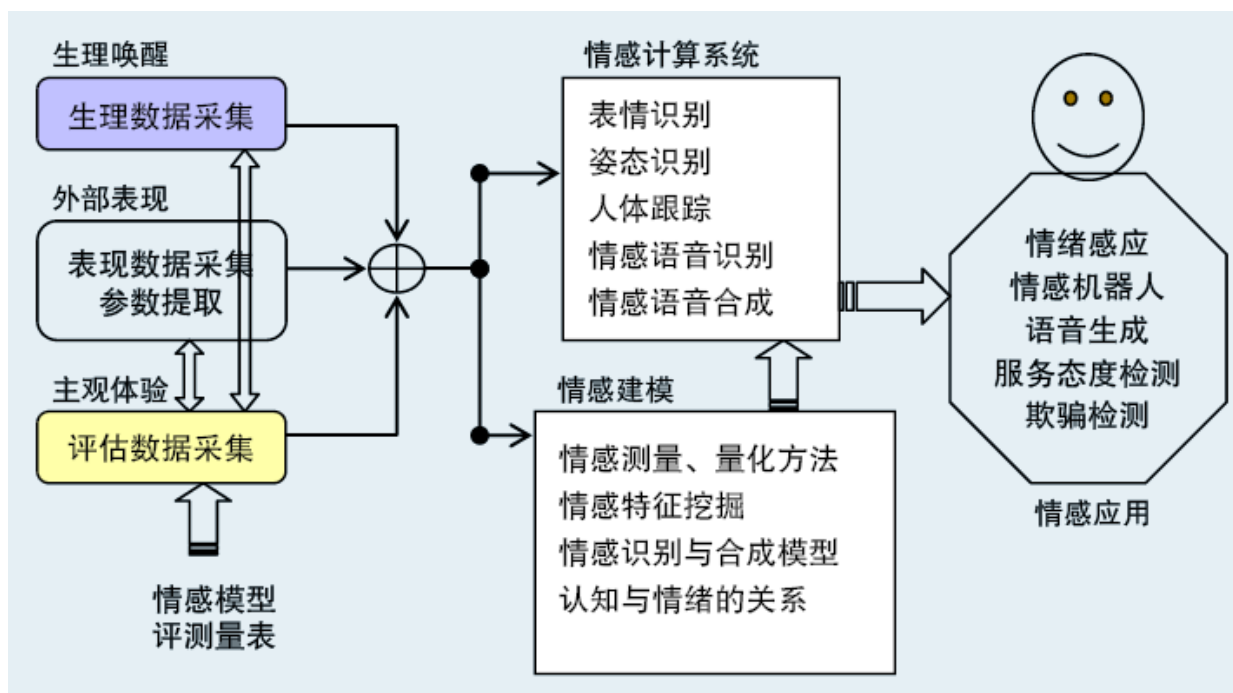
- 计算机视觉通常可分为低层视觉与高层视觉两类。
 - 低层视觉主要执行预处理功能，如边缘检测、运动目标检测、纹理分析，通过阴影获得形状、立体造型、曲面色彩等，其目的是使被观察的对象更突显出来。
 - 高层视觉则主要是理解所观察的形象。

1、智能感知

- 计算机视觉的应用：
 1. 条形码识别系统
 2. 指纹自动鉴定系统
 3. 文字识别系统
 4. 生物医学图像分析和遥感图片自动解释系统
 5. 无损探伤系统
- 计算机视觉还曾用于在海湾战争中使用过的战斧式巡航导弹的制导。

1、智能感知

(4) 情感计算



- “情感计算”的目标是赋予计算机感知、理解以及表达情感的能力。

1、智能感知

智能应用：情绪也能被识别， 2017-3-13

系统可识别5种基本情绪：
高兴、悲伤、害怕、愤怒
以及无感情。识别准确率为70%-80%，超过了人耳识别的平均水平。



- 麻省理工学院开发了一款可穿戴的应用程序，能根据人们谈话时所用的词汇及语气，识别话语背后的情绪，促进人们更好地交流。
- 使用时，只需将应用安装在健康追踪器上，就能自动收集身体和语音数据，实时分析“腔调”。通过使用人工智能，这款应用还能感知说话者的高兴与悲伤，并每隔5秒就会追踪情绪变化。

2、智能推理

(1) 概述

- 对推理的研究往往涉及到对逻辑的研究。逻辑是人脑思维的规律，从而也是推理的理论基础。机器推理或人工智能用到的逻辑，主要包括经典逻辑中的谓词逻辑和由它经某种扩充、发展而来的各种逻辑。
- Prolog

2、智能推理

(2) 搜索技术

- 搜索技术就是对推理进行引导和控制的技术。
- 智能活动的过程可看作或抽象为一个“问题求解”过程。
- 而所谓“问题求解”过程，实质上就是在显式的或隐式的问题空间中进行搜索的过程。
- 如，旅行商问题，定理证明

2、智能推理

- 搜索技术也是一种规划技术。
- “启发式”搜索算法
- 基于符号推演方式(传统的搜索技术)
- 神经网络技术用于问题求解(问题求解与搜索技术研究的新途径)
 - 如，用Hopfield网解决31个城市的旅行商问题

2、智能推理

(3) 问题求解

- 在下棋程序中应用的某些技术，如向前看几步，并把困难的问题分成一些比较容易的子问题，发展成为搜索和问题归约这样的人工智能基本技术。
- 十五子棋
- 国际象棋
- 进行各种数学公式运算

2、智能推理

(4) 定理证明

- 程序能够证明从事实得出的定理
- 1976年7月，K. Appel解决了长达124年之久的难题——四色定理。
- 吴文俊院士的“吴氏方法”



2、智能推理

(5) 专家系统和知识库

- 专家系统是一个基于专门的领域知识来求解特定问题的计算机程序系统。主要用它来模仿人类专家的思维活动，通过推理与判断来求解问题。
- 专家系统组成：
 - 知识库
 - 推理机

2、智能推理

- 专家系统中的知识往往具有不确定性或不精确性，它必须能够使用这些模糊的知识进行推理以得出结论。
- 专家系统可用于解释、预测、诊断、设计、规划、监督、排错、控制和教学等目的。

专家系统开发工具

- LISP语言
- Prolog
- 专家系统的运行与维护

2、智能推理

- 知识库技术包括知识的组织、管理、维护、优化等技术。
- 知识库与知识表示密切相关，知识表示是指知识在计算机中的表示方法和表示形式，它涉及到知识的逻辑结构和物理结构。
- 知识表示实际也隐含着知识的运用，知识表示和知识库是知识运用的基础，同时也与知识的获取密切相关。
- 知识是智能的基础和源泉。

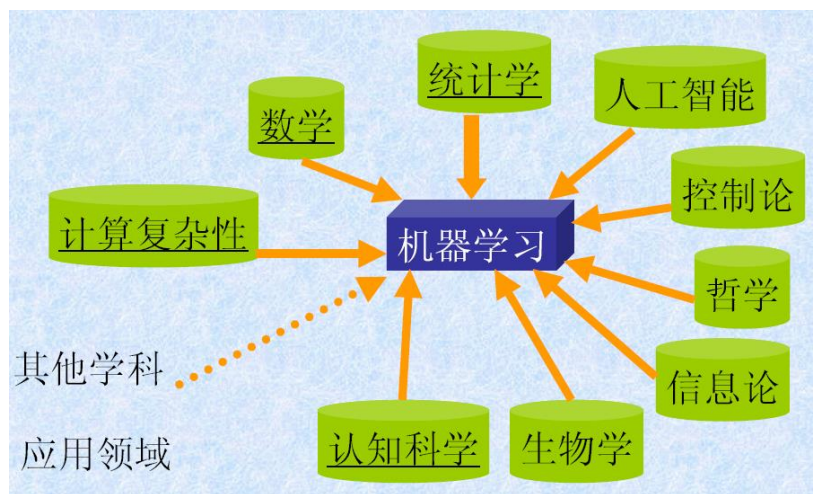
2、智能推理

(6) 系统与语言工具

- 开发新的方法也往往是人工智能研究的一个重要方面。
- 人工智能对计算机界的某些最大贡献已经以派生的形式表现出来。
- 计算机系统的一些概念，如分时系统、编目处理系统和交互调试系统等，已经在人工智能研究中得到发展。

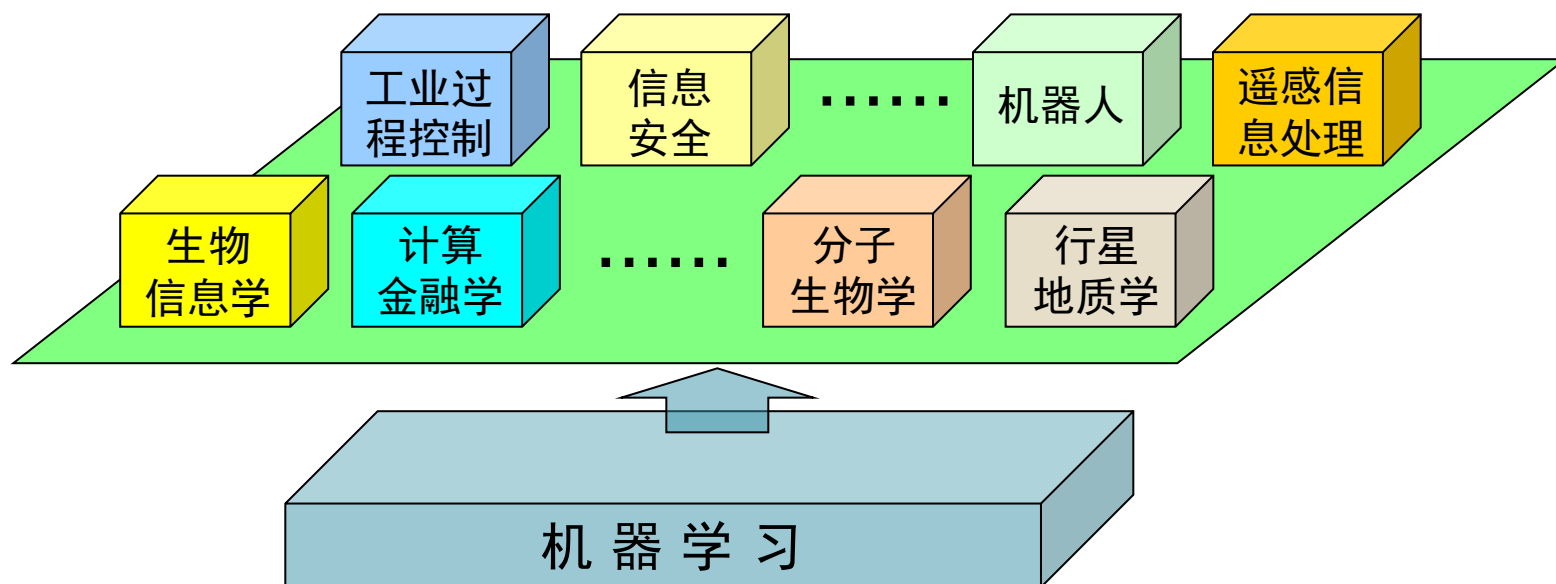
3、智能学习

- 利用经验改善系统自身的性能 [T.Mitchell, 97]
- 机器学习是使计算机具有智能的根本途径。



学习是一个有特定目的的知识获取过程，其内部表现为新知识结构的不断建立和修改，而外部表现为性能的改善。

3、智能学习



美国航空航天局JPL实验室的科学家在《Science》
(2001年9月) 上撰文指出：机器学习对科学研究的整个
过程正起到越来越大的支持作用，.....，该领域在今后的
若干年内将取得稳定而快速的发展。

4、智能行为

(1) 智能检索

- 智能信息检索系统面临的问题：
 - 理解以自然语言陈述的询问
 - 如何根据存储的事实演绎出答案
 - 理解询问和演绎答案所需要的知识都有可能超出该学科领域数据库所表示的知识范围
 - 怎样表示和应用常识



4、智能行为

(2) 智能调度与指挥

- 推销员旅行问题
- NP-hard
- 智能组合调度与指挥方法已被应用于汽车运输调度、列车的编组与指挥、空中交通管制以及军事指挥等系统。
- C4ISR (C3I 的基础上增加了侦察、信息管理和信息战)，强调战场情报的感知能力、信息综合处理能力以及系统之间的交互作用能力。

4、智能行为

(3) 智能控制

- 智能控制是驱动智能机器自主地实现其目标的过程。
- 智能控制研究领域：
 1. 智能机器人规划与控制
 2. 智能过程规划
 3. 智能过程控制
 4. 专家控制系统
 5. 语音控制
 6. 智能仪器

4、智能行为

(4) 智能机器人

机器人分为三代：

- 工业机器人
- 基于传感器信息来工作的机器人
- 智能机器人

智能机器人具备四种机能：

- 行动机能
- 感知机能
- 思维机能
- 人机交互机能

未来40年的人工智能问题

- “计算智能的巨大挑战”，Feigenbaum（1994年图灵奖）
- 第1个挑战是获取一个巨大的计算机可用的知识库；
- 第2个挑战是通过阅读文本降低知识工程工作量一个量级。
- 第3个挑战是从WWW提取大量知识，将知识工程的费用降低几个量级。

未来40年的人工智能问题

- “下一步干什么？12个信息技术研究目标”，Gray（1999年图灵奖）
- 12个信息技术研究目标如下：
 - 目标1.可伸缩性
 - 目标2.图灵测试
 - 目标3.言语到文本
 - 目标4.文本到言语
 - 目标5.像人一样看
 - 目标6.个人麦麦克斯（memex）存储器
 - 目标7.世界麦麦克斯（memex）存储器
 - 目标8.远程存在
 - 目标9.没有问题的系统
 - 目标10.安全系统
 - 目标11.永远运行
 - 目标12.自动化程序设计程序

未来40年的人工智能问题

“计算机的理解”，Lampson（1992年图灵奖）

- 第1个问题是灵境技术，汽车不撞人（不发生道路交通事故）。
- 第2个问题是根据规范自动写程序。

“AI中3个未解决的问题”，Reddy（1994年图灵奖）

- 从一本书中读一章并回答该章后面的问题。
- 远程修理。
- “按需百科全书”。

未来40年的人工智能问题

- “未来49年计算机科学中的问题和预测”
有关人类层次的人工智能问题：
 - (1) 人类层次AI和我们如何到达那里，
 - (2) 使AI达到使程序能够读书的水平，
 - (3) 定义可以与任何其他程序交互的程序，
 - (4) 给出程序满足合同的规范部分的形式化证明，
 - (5) 让用户充分的控制他的计算环境，
 - (6) 用程序设计语言的基本元素形成语言的抽象语义，
 - (7) 证明与Shannon通道能力理论的类似性。

人工智能鲁棒性和伦理

- 人工智能伦理的关键问题包括：

- (1) 关于安全性、保险性以及预防损害、减少风险的问题；
- (2) 关于人类道德责任方面的问题；
- (3) 人工智能引发了关于治理、监管、设计、开发、检查、监督、测试和认证的问题；
- (4) 有关民主决策的问题，主要是关于制度、政策以及价值观的决策，这些是解决上述所有问题的基础；
- (5) 对人工智能和“自主”系统的可解释性和透明度仍存在疑问。