

认知基础

Cognitive Foundation

第九章

思维与决策

Thinking and Decision Making

史忠植

中国科学院计算技术研究所
<http://www.intsci.ac.cn/>

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

什么是思维

- 思维是人所特有的认识能力，它是人的意识掌握客观事物的高级形式。思维在社会实践的基础上，对感性材料进行分析和综合，通过概念、判断、推理的形式，造成合乎逻辑的理论体系，反映客观事物的本质属性和运动规律。
- 人脑对客观事物一般特性和规律间接的概括的反映称为思维。思维是以感觉知觉为基础、以已经具有的知识为中介的高级复杂的认知心理活动。是人所特有的认知过程。是大脑皮层高度发达的产物。

思维的特点

思维是大脑中信息（想像、概念、词规则及符号）的加工过程。图为卡斯帕罗夫与机器人深蓝博弈情景。



思维的间接性

间接性是思维不是直接反映客观事物的，而是借助事物的其它媒介来反映事物本身。

医生根据病人转移性右下腹痛的主诉、体查麦氏点压痛反跳痛等阳性体征、结合白细胞总数和中性粒细胞分类升高辅助资料诊断阑尾炎。

思维的概括性

概括性是思维反映的既不是个别事物，也不是事物的个别特征，而反映的一类事物的共同本质的特征。

以“人”的概念为例，其内涵是具有语言与思维能力、能创造工具进行劳动的高等动物，其外延则包含了各种各样、形形色色的人。

思维的分类

- (一) 按性质分 { 直觉动作思维
具体形象思维
抽象逻辑思维
- (二) 按媒介分 { 经验思维
理论思维
- (三) 按严密性分 { 直觉思维
分析思维

思维的分类

(四) 按方向分 { 发散思维
辅合思维

(五) 按新颖性分 { 常规思维
创造思维

(六) 按表达方式分 { 通讯思维
无声思维

思维科学

- 思维科学(noetic science)这一概念在中国近代最早是南叶青于1931年在一篇题为《科学与哲学》的文章中提出来的。他把自然、社会和思维三种现象放在同一层面上进行了严格的界定，然后指出，自然、科学和思维的根本区别就在于“自然现象是不经过人的行为就已经存在的，社会现象是要经过人的行为才能够存在的。思维现象是未经过人的行为，因而未外化成事实的观念作用和观念形态”。

思维科学

- 钱学森于20世纪80年代初提出创建思维科学，认为思维科学是处理意识与大脑、精神与物质、主观与客观的科学，推动思维科学研究是计算机技术革命的需要。他主张发展思维科学要同人工智能、智能计算机的工作结合起来，并将系统科学方法应用到思维科学的研究中，提出思维的系统观



思维科学

- 思维科学（noetic science），研究思维活动规律和形式的科学。要研究思维的自然属性和社会属性、思维的物质基础、语言及其对思维的作用、思维的历史发展及动物“思维”与机器“思维”等，还包括应用方面的研究。
- 思维科学的基础是思维学和社会思维学。思维学有三个组成部分：
 - 抽象（逻辑）思维学
 - 形象（直感）思维学
 - 灵感（顿悟）思维学

思维导图

- 思维导图又称脑图、心智地图、脑力激荡图、灵感触发图、概念地图、树状图、树枝图或思维地图，是一种图像式思维的工具以及一种利用图像式思考辅助工具。思维导图是使用一个中央关键词或想法引起形象化的构造和分类的想法；它用一个中央关键词或想法以辐射线形连接所有的代表字词、想法、任务或其它关联项目的图解方式。
- 思维导图运用图文并重的技巧，把各级主题的关系用相互隶属与相关的层级图表现出来，把主题关键词与图像、颜色等建立记忆链接。

思维导图



思维导图

- 思维导图由东尼•博赞（Tony Buzan）创建。2017世界思维导图锦标赛在中国举办。
- 2016年12月12日，在新加坡举办的2016世界思维导图锦标赛比赛中，中国大陆首位女性思维导图英国官方注册导师刘艳获得世界总冠军。



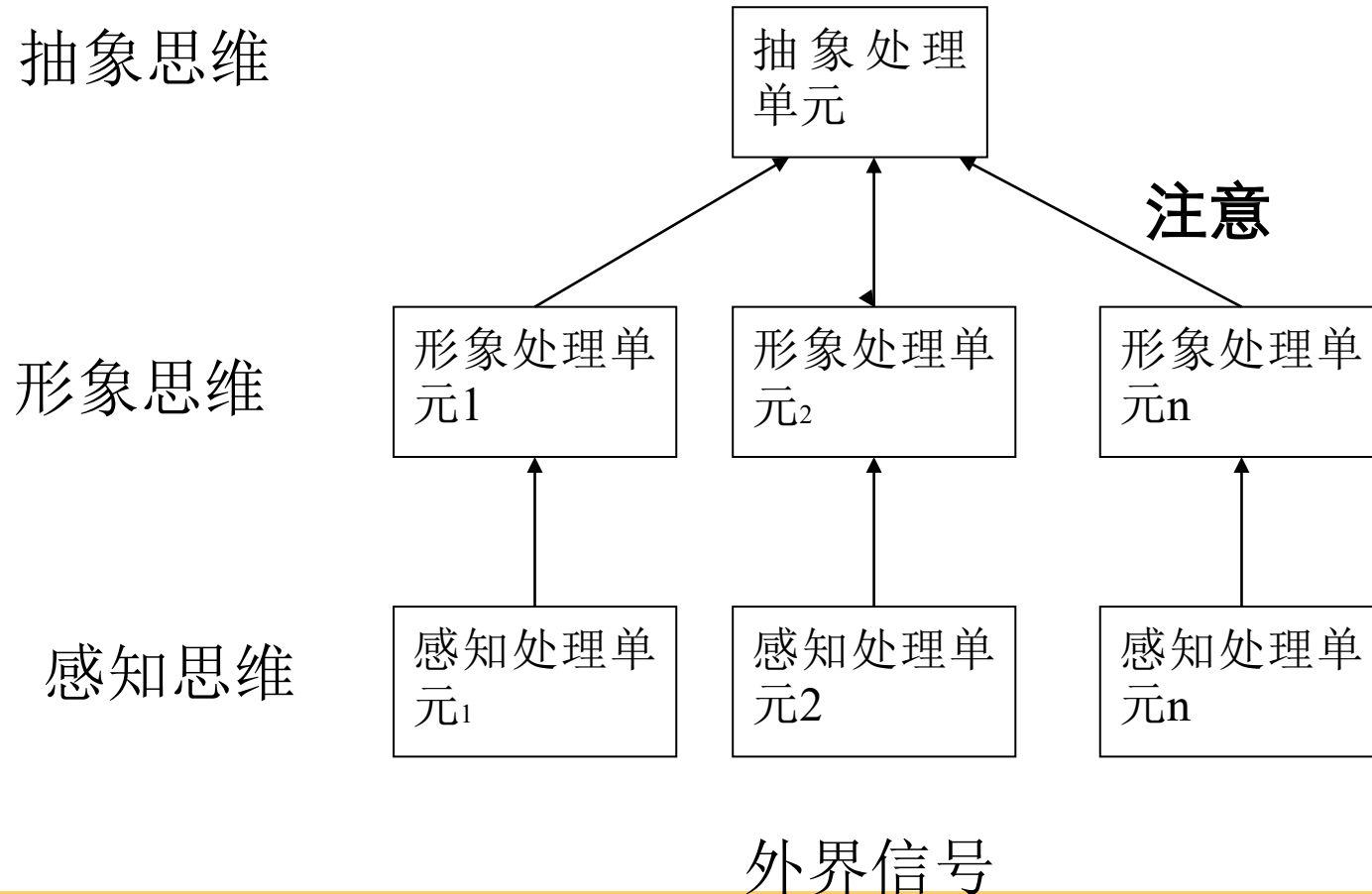
思维导图

- 华东师大刘濯源带领的思维可视化研究团队十五年的研究及实践，得出的结论是“思维导图”并不适合直接应用于学科教学，因为“思维导图”过于强调“图像记忆”和“自由发散联想”而非“理解性记忆”和“结构化思考”。更适合用于“头脑风暴”式的创意活动。
- MindMaster是一款国产跨平台思维导图软件，可同时在Windows、Mac和Linux系统上使用。软件提供了智能布局、多样性的幻灯片展示模式、精美的设计元素、预置的主题样式、手绘效果思维导图、甘特图视图等功能。

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

思维的层次模型



抽象思维

抽象思维的涵义

- 其原意是指思想、言辞、理性规律性。它与形象思维相对，是指人们借助于概念、判断、推理这些思维形式所进行的思考活动。
- 抽象思维也叫逻辑思维，“逻辑”一词源于希腊文 (logic)，是音译过来的。
- 抽象思维撇开事物的具体形象而取其本质，因此具有抽象性的特征。

抽象思维

逻辑思维的基本形式

- 逻辑思维的基本形式是概念、判断和推理。
- 概念、判断和推理这几个思维形式是互相联系的。
- 概念的形成往往要通过一定的判断和推理过程。判断是肯定或否定概念之间的联系关系，而判断的获得通常又需要通过推理。

抽象思维



概念

概念是人脑对事物的一般特征和本质属性的反映。

概念是在抽象概括的基础上形成的，因此，概念是反映事物的本质属性的，而不反映事物的非本质属性。

抽象思维

判断

- 判断是指人的大脑两半球凭借语言的作用，反映事物的情况或事物之间的关系的過程。
- 人在头脑中通过判断的过程所达到的结果，也叫做“判断”。可见“判断”一词具有两种涵义：一种是指人脑产生判断的思维过程，另一种是指人脑经过判断过程所产生的思想形式。
- 判断可以分为简单判断和复合判断、模态判断和非模态判断等。

抽象思维

推理

- 推理，实际上就是人脑凭借语言的作用，通过对某些判断的分析和综合，以引出新的判断的过程，推理是思维最基本的形式。
- 人在头脑中经过推理的过程所引出的新的判断叫做“结论”；
- 人在进行推理的过程中所根据已有的判断，称为“前提”。
- 推理可以分为归纳推理和演绎推理。归纳推理是从特殊事例到一般原理；演绎推理是从一般原理到特殊事例。

形象思维

- 形象思维是指以具体的形象或图像为思维内容的思维形态，它是人的一种本能思维，每个人从一出生就会无师自通地以形象思维方式考虑问题。
- 随着思维的成熟和后天的教育，人们的思维方式才逐渐由形象思维（具体）向抽象思维过渡，并最终由抽象思维取代形象思维的主要地位。
- 创造是形象思维与逻辑思维的互补。

想像思维

想像思维

- 从心理学角度概括地说，所谓想象是人脑对记忆中的表象进行加工和改造以后，组合成新形象的过程。
- 是人脑通过形象化的概括作用对脑内已有的记忆表象进行加工、改造或重组的思维活动。它是形象思维的具体化，是人脑借助表象进行加工操作的最主要形式。
- 想象具有形象组合性、时空跨越性和高度自由性的特点，是自觉进行的一种积极主动的心理现象。
- 想象力是创新思维的重要品质，它能使我们超越已有的知识和经验，使思维插上翅膀，达到新的境界。

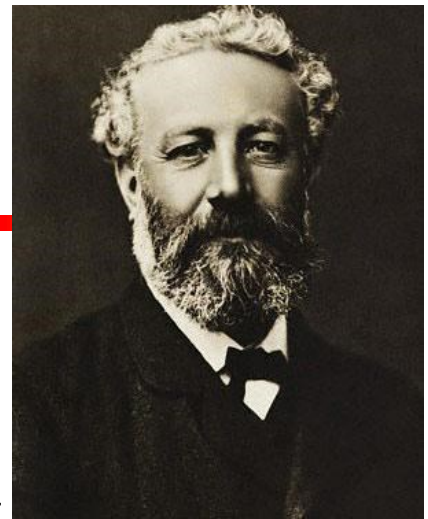
想像思维

创新思维的基础

- 创新活动的目的是为了造出新成果，新东西。而这种新成果，新东西的产生只有借助于想象思维的展开才有可能实现。



想像思维



凡尔纳的幻想

- 18世纪法国著名科幻作家儒勒 • 凡尔纳
(1828~1905)一生中运用憧憬性想象写出了104部科幻小说和探险小说，书中写的霓虹灯、直升飞机、导弹、雷达、电视台等，当时虽都不存在，但在20世纪都已实现。
- 更使人难以置信的是，凡尔纳曾预言：在美国的佛罗里达将建造火箭发射基地，发射飞向月球的火箭。一个世纪以后，美国果然在佛罗里达发射了第一艘载人宇宙飞船。
- 凡尔纳幻想的事物70%如今已成为现实。这足以证明，憧憬性想象的确是科学创造发明的前导。

联想思维

联想的涵义

- 所谓联想思维，就是根据当前感知到的事物、概念或现象，想到与之相关的事物、概念或想象的思维活动。
- 联想具有形象性和连续性两个特点：
 - 联想思维属形象思维范畴，因为它的思维过程要借助于一个个表象得以完成。
 - 联想思维一般是由某事或某物引起的其他思考，即从某一个事物的表象、动作或特征联想到其他事物的表象、动作或特征。

联想思维

联想思维的分类

可分为相关联想、相似联想、类比联想、对称联想和因果联想。

(1) 相关联想

- 相关联想是由给定事物联想到经常与之同时出现或在某个方面有内在联系的事物的思维活动。

相似联想

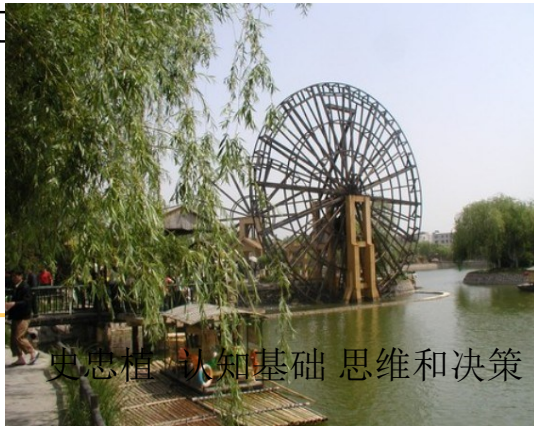
- 相似联想是从给定事物想到与之相似的事物(形状、功能、性质等方面)的思维活动。
- 相似联想能促使人们产生创造性的设想和成果。

例如，1903年，两位美国发明家莱特兄弟制造飞机成功。当时，飞机虽然上了天，可是还有一个难题没有解决，就是怎样使飞机在空中拐弯的时候能够保持机身平稳。当他们观察到一种老鹰飞行时，问题迎刃而解。他们仿照老鹰的羽翼制作了后缘能够弯折的机翼。现代飞机的机翼正是从莱特兄弟发明的这种机翼发展而来的。



类比联想

- 类比联想是指对一件事物的认识引起对和该事物在形态或性质上相似的另一事物的联想。由于这种联想是借助于对某一事物的认识,通过比较它与另一类事物的某些相似达到对另一事物的推测理解。
- 例如,古埃及人用不断地转动链条来运送水桶的方法灌溉田地。1783年,英国人埃文斯把这个方法运用到磨坊里去传送谷粒。他根据类比而完成了从运送液体(水)到传送固体(谷粒)的经验转移。
- 再如,目前市场上各种折叠式产品琳琅满目,但是直升机是不是也可以折叠呢?日本长野县的一家公司,在类比联想的启发下敢为天下先,开始生产一种折叠后可以放入汽车行李箱内。这种直升机只在美国销售,售价2.5万美元。



对称联想

- 对称联想是由给定事物联想到在空间、时间、形状、特性等方面与之对称的事物的思维活动。
- 对称联想也能促使人们产生创造性的设想和成果。
- 例如，牛顿发现天体运动的原因，据说是在花园里碰巧一个苹果从树上摔下来，他因此突然想到，使苹果落地和天体运动是因为同一种力(后来被称为万有引力)。

因果联想

- 因果联想是指由事物的某种原因而联想到它的结果，或指由一个事物的因果关系联想到另一事物的因果关系的联想。
- 人们由冰想到冷，由风想到凉，由火想到热，由科技进步想到经济发展。就是运用的因果联想。
- 如美国工程师斯波塞在做雷达起振实验时，发现口袋里的巧克力融化了，探究其原因，是雷达发射时的微波造成的，找到因果关系就联想到用微波加热食品，发明了“微波烤炉”。

直觉思维



直觉思维

- 爱因斯坦关于科学创造原理的思想可以简洁地表述成这样一个模式：经验——直觉——概念或假设——逻辑推理——理论。这其中的“直觉”，字面上的意思是直接的感觉，本源于第一感觉和第六感觉。
- 具体地说，直觉思维是一种未经逐步分析，而是凭借已有的知识与经验，便能对问题的答案作出迅速而合理的判断的一种思维方式。它是一种无意识的、非逻辑的思维活动。

直觉思维的特征

(1) 直接性

- 直觉思维不用逻辑推理，也不需分析综合，而多靠直接的领悟，就能对遇到的事物和接触的问题直接作出反应，并能在刹那间直抵事物的本质或得出结论，或提出解决问题的方法。这是直觉思维最根本的特征。
- 学者周义澄说：“直觉就是直接的觉察”。

(2) 快速性

- 直觉思维常常使人一遇到问题，很快就能萌发出答案，或想出对策。其过程非常短暂、速度非常快捷，通常是在一念之间完成的。

直觉思维的特征

(3) 跳跃性

- 直觉思维往往是从对问题思考的起点一下就奔到解决问题的终点，似乎完全没有中间过程，跳跃式地将思维完成。

(4) 理智性

- 医生们的“感觉”，即直觉，是同他们的丰富的经验、高深的医学理论和娴熟的技术分不开的。
- 所以，直觉思维过程体现出来的不是草率、浮躁和鲁莽行为，而是一种理智性思维的过程。

灵感思维



1. 灵感的含义

- 何谓灵感呢?杨振宁教授指出: “灵感是种顿悟。” 所以, 灵感思维也叫顿悟思维。
- 它是一种在不知不觉中产生的突发性的特殊思维形式。它既指突如其来的对事物规律的认识, 也指突然闪现的解决问题的创造性设想。
- 研究表明, 灵感的生理机制与大脑皮层兴奋和抑制的相互诱导有关, 当一个人处于创造的长期思考中, 大脑皮层便形成一个优势兴奋中心, 抑制着周围地区的神经活动。

灵感思维的特征

1. 突发性

- 逻辑思维是按一定规律有意识地寻出，想像思维是主动自觉地进行搜索，而灵感思维却往往是在出其不意的刹那间突然出现。
- 例如。爱因斯坦回忆说：“一天，我坐在伯尔尼专利局内的椅子上突然想到：假设一个人自由落下时，他决不会感到自身的重量。我吃了一惊，这个简单的想法给我打上了一个深深的烙印，这是我创立引力论的灵感。

2. 瞬时性

- 灵感的出现常常是蜻蜓点水式的一点，又像闪电似的一闪，极易稍纵即逝。
- 我国宋代诗人文学家苏轼的“作诗火急迫亡捕，情景一失永难慕”即是对灵感这一特征的生动写照。

灵感思维的特征

3. 飞跃性

- 灵感的出现所得的一些绝妙的想法和新奇的方案不是一种连续的、自然的进程，而是一种质的飞跃的过程。

4. 情绪性

- 很多灵感产生前后的人的状态表明，灵感产生前往往伴随着激烈的情绪，因为这有助于促成神经中枢的持久兴奋。灵感降临时，人的心情也是紧张和高度兴奋的，甚至陷入迷狂的境地。所以，灵感具有着情绪性的特征。

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

推 理

- 推理是依据已知的判断得到新判断的思维形式。
- 组成：推理由前提和结论两个部分组成。推理所依据的判断叫做前提；推理所得到的判断叫做结论。
- 有效性：一个推理形式是有效的，当且仅当，具有此推理形式的任一推理都不出现真前提和假结论。
- 一个推理要能够得出真实的结论，必须要具备两个基本条件：
 - 作为前提的判断要真实；
 - 推理过程要遵守推理的规则。

推 理



推理的分类

- 根据前提到结论的思维进程的不同，推理可分为：演绎推理、归纳推理、反绎推理。
- 根据前提和结论之间是否有蕴涵关系，推理可分为：必然性推理和或然性推理。
- 根据前提的数量不同，推理可分为：直接推理和间接推理。

演绎推理

- 演绎推理是从一般性原理原则出发，推论出对个别事物的认识，得出新结论的思维。
- 简而言之，演绎思维就是由一般推出个别的思维。运用这种思维，不但能使原有的知识进一步扩展和深化，而且还能使人们得到科学的预见。
- 演绎思维的大前提，通常是一个一般的原理，演绎推论的结论通常是关于特殊场合的知识。前者是已知的知识，后者是新推出的知识。

三段论

- 什么是三段论？

科学是不断发展的；（大前提）

智能科学是科学：（小前提）

所以，智能科学是不断发展的。（结论）

- 这就是一个三段论。前两个性质判断包含着一个共同项——“科学”，由这两个具有同项的判断推出一个新的性质判断：智能科学是不断发展的。

三段论

- 其中，结论中的主项叫做小项，用“S”表示，如上例中的“智能科学”；
- 结论中的谓项叫做大项，用“P”表示，如上例中的“不断发展的”；
- 两个前提中共有的项叫做中项，用“M”表示，如上例中的“科学”。
- 在三段论中，含有大项的前提叫大前提，如上例中的“科学是不断发展的”；含有小项的前提叫小前提，如上例中的“智能科学是科学”。

三段论的公理

- 三段论的公理是三段论推理的基本依据。三段论的公理是客观事物的最一般、最普遍的关系在人们思维中的反映，是在人类长期反复实践中被总结出来的，并不断被实践所证明的，具有不证自明性。
- 三段论的公理内容：对一类事物的全部有所断定（肯定或否定），则对该类事物的部分也就有所断定（肯定或否定）。三段论的公理用图表示如下：

三段论的公理

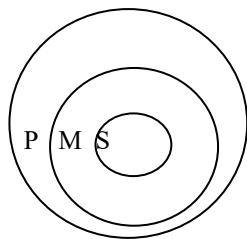


图1

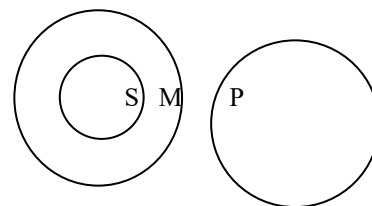


图2

- 在图1中，M类全部包含在P类中（所有M是P），S类是M类的一部分（所有S是M），可见，S类的全部必然包含在P类中的。
- 在图2中，M类全部与P类相排斥（所有M不是P），S类是M类的一部分（所有S是M），可见，S类的全部必然与P类相排斥。

三段论的格

- 三段论的格就是根据中项在三段论中的不同位置所构成的不同形式的三段论。在三段论的第一格中，中项是大前提的主项、小前提的谓项；在第二格中，中项是大、小前提的谓项；在第三格中，中项是大、小前提的主项；在第四格中，中项是大前提的谓项、小前提的主项。三段论的四个格可以分别表示如下：

第一格	第二格	第三格	第四格
M—P	P—M	M—P	P—M
<u>S—M</u>	<u>S—M</u>	<u>M—S</u>	<u>M—S</u>
S—P	S—P	S—P	S—P

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

归纳推理



- 人们对于客观事物的认识，一般多是从认识个别的事物开始的，即先认识一个个单独的对象，然后才能进一步把握其一般规律。
- 归纳思维方法就是从许多同类的个别性事物概括出一般性结论的思维方法。
- 常用的归纳思维方法有简单枚举法、科学归纳法和统计归纳法。

归纳推理

一、简单枚举法

简单枚举归纳法是以经验认识为主要根据，依据某种属性在部分同类对象中的不断重复而没有遇到反例，从而推出该类的所有对象都具有某种属性的归纳方法。

例如，人们早已知道，某些生物的生活是按时间的变化（昼夜交替或四季变更）来进行的，具有时间上的周期性规律，如鸡叫三遍天亮，青蛙冬眠春晓，大雁春来秋往，牵牛花破晓开放，等等。人们由此作出概括：凡生物的活动都受生物钟支配，具有时间上的周期性规律。

归纳推理

简单枚举归纳法的特点是：结论不是充分可靠的，因为简单枚举归纳法是根据某种属性在部分同类对象中不断反复，并且在考察中没有遇到反例从而推出结论的。在考察中没有遇到反例并不等于反例就不存在，很可能反例就存在于未被考察的同类事例中。一旦出现反例。结论就会被推翻。

例如，当初人们根据观察欧洲、非洲、亚洲、美洲的天鹅都是白的，就推出“所有天鹅都是白的”的全称命题，但后来在澳洲发现了黑色的天鹅，于是，原来的结论就被证明是错误的。

归纳推理

- 要提高简单枚举法结论的可靠性。必须注意以下两条要求：
- 第一，前提中被考察的事物的对象数量越多，范围越广，结论的可靠性程度就越大。如果掌握出现的事例越多，漏掉相反情况的可能性越小，推理的根据就越充分。
- 第二，注意收集可能出现的反面事例。简单枚举归纳法只要在前提中发现一个反面事例，结论便被推翻。因此，一定要注意考察有无反面事例。如果在一些最容易出现相反情况的场合，都没有遇到例外情况，那就说明某类事物对象遇到例外情形的可能性不大，因而结论的可靠性程度越大。

归纳推理

- 如果不注意以上两条，往往容易犯“以偏概全”或“轻率概括”的逻辑错误。
- 例如，某人仅仅从他所接触到的少数个体户是靠偷税漏税赚黑心钱发财的，就断定所有个体户都是靠偷税漏税赚黑心钱发财的；
- 某个老师偶尔“两次发现某个学生上课迟到，进而批评学生：你怎么总是迟到?等等。以上都是犯有“以偏概全”或“轻率概括”的逻辑错误。

科学归纳法

- 科学归纳法是通过观察或试验，经由分析研究一些事物之间的因果关系而总结出一般性的结论。
- 科学归纳法比以经验为主要根据的简单枚举法要可靠得多。
- 例如。人们早已观察到：燕子、雁等候鸟一年一度春来秋往，每年春暖花开之时，燕雁北飞，每年秋寒叶落之时，燕雁南归。人们自然地把候鸟的迁徙与春秋两季的气温剧变联系起来，应用简单枚举做出每年气温转暖候鸟北飞，每年气温转寒候鸟南归的一般性结论。

科学归纳法

科学归纳法(或求因果联系法)又具体体现为以下几种方法:

(1) 求同法

求同就是在不同中求相同。而求同法是指先考察某一现象发生的许多事例，如果在这许多事例中，只有一个情况是共同的，其余的情况都是各不相同，可以认为，这个共同的情况就是产生某一现象的原因。寻找一个共同条件的方法就叫求同法。

可以用这样一个公式来表示它：

- | | |
|-----------|--------|
| (1) A、B、C | a |
| (2) A、D、E | a |
| (3) A、F、G | a..... |

所以，A是a的原因（或结果）

科学归纳法

(2) 求异法

- 求异法是从两个场合的**差异**中来寻找**原因**的方法。
- 如果所研究的某种现象在甲场合里出现，在乙场合里不出现，而乙场合里只是没有甲场合所具有的某一个条件，那么，这一个条件就是所研究的现象的原因。

例如：

(1) A、B、C

a

(2) -、B、C

a不出现

所以，A是a的原因（或结果）

科学归纳法

(3) 共变法

- 当某一现象有某种变化时，另一现象也随之而发生一定的变化，那么，这两个现象之间就有因果关系，前一现象就是后一现象的原因。用观察两类现象发生相应变化的方法来判明现象间的因果关系，称为共变法。
- 例如，根据对早稻产量的调查，表明水稻产量与施肥有密切关系：缺少肥料，水稻产量降低；增加肥料，产量增多。在同等的条件下，每亩地施氮素肥料15斤、20斤或25斤，每增肥5斤肥料，其产量增加100斤。由此得出结论，氮素肥料是水稻增产的原因。

科学归纳法

(4) 剩余法

- 剩余法是指人们已经知道了某一个复合现象里某几部分的原因，那么这个现象的剩余部分是由一个尚未知道的原因产生的。
- 例如，从前有两位化学家已经从各种化合物里观察出氮重2.2990克，而空气里的氮则重2.3102克，于是，化学家就假定：空气里氮的多余重量，必定是一个同氮结合的未知元素的含量。后来，化学家通过多次实验，发现了一种新化学元素——氢。

统计归纳法

- 归纳法是从特殊事例到一般规律的方法。但如果特殊事例是大量随机事例，那么简单枚举归纳法和科学归纳法即将失去效用。为了求得大量随机事例的总体性，科学家发展了统计归纳法。这是通过从总体中随机取出的样本里所获得的信息来推断总体性质的一种方法。
- 例如，某公司生产的电子计算机5万台，从中随机抽取1千台组成样本进行检查，发现合格率为80%，于是就说该公司生产的全部电子计算机产品的合格率是80%。

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

朱迪亚·珀尔

Judea Pearl (1937 -):

- 1986年提出概率因果逻辑推理，概率推理+图论+认知+因果关系+知识工程+。。。。。
- 2003年 获Allen Newell奖
- 2011年 获得图灵奖，表彰这位逻辑学家在概率及因果推理方面的先驱性贡献，并将它应用到人工智能的挑战和变革中。

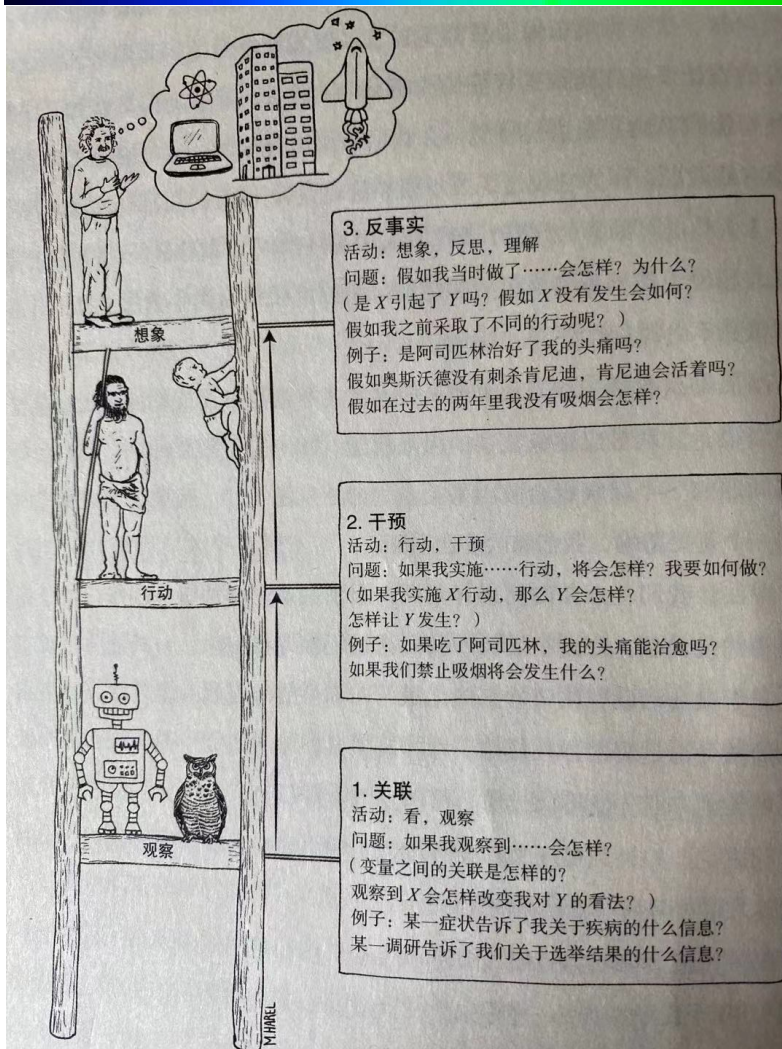


因果推理

- 朱迪亚 ● 珀尔 (Judea Pearl)：要建立真正的人工智能，少不了因果推理。
- 在20世纪80年代，他带头推动机器以概率的方式进行推理。但是现在，他却成为了该领域最尖锐的批评者之一。他在自己的新书《The Book of Why: The New Science of Cause and Effect》中指出，人工智能的发展已经受到阻碍，因为它不能完全理解智能的真正含义。



因果关系之梯



■ 关联

活动：看，观察

问题：如果我观察到…会怎样？

■ 干预

活动：行动，干预

问题：如果我实施…行动，会怎样？

■ 反事实

活动：想象，反思，理解

问题：假如我当时做了…会怎样？
为什么？

因果推理

因果推理的步骤：

1. 需要确定和清晰的定义该研究涉及的变量， 以及研究的目标。
2. 用因果图表示相关变量之间的因果关系。
3. 用Pearl提出的do-operation 的表达式来表示那些变化将改变潜在的果。
4. 将观测数据与因果模型联系起来。
5. 评估可识别性。
6. 估计得到的统计参数。
7. 大致解释结果， 说明先验因果知识， 相关的数据。

新的DUCG平台

张勤教授开发DUCG (Dynamic Uncertain Causality Graph) 平台，在医疗和核电站方面成功应用。



动态不确定因果图DUCG

动态不确定因果图DUCG Dynamic Uncertain Causality Graph 在智能辅助临床诊断 和分诊中的应用

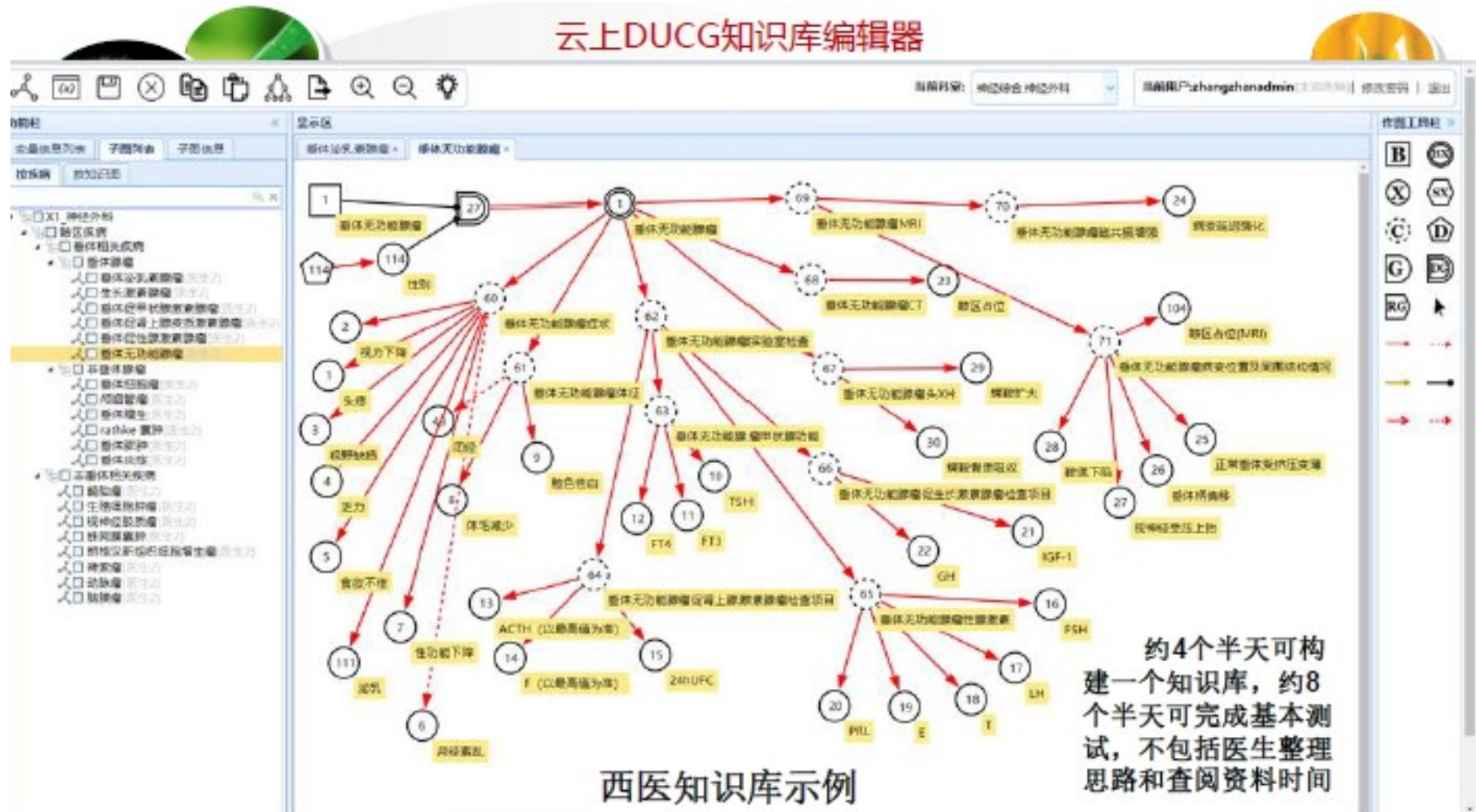
张勤

清华大学核研院、计算机系教授、博导
中国人工智能学会不确定性人工智能专委会主任
国际核能院（INEA）院士、全国政协常委、中国科协荣誉委员

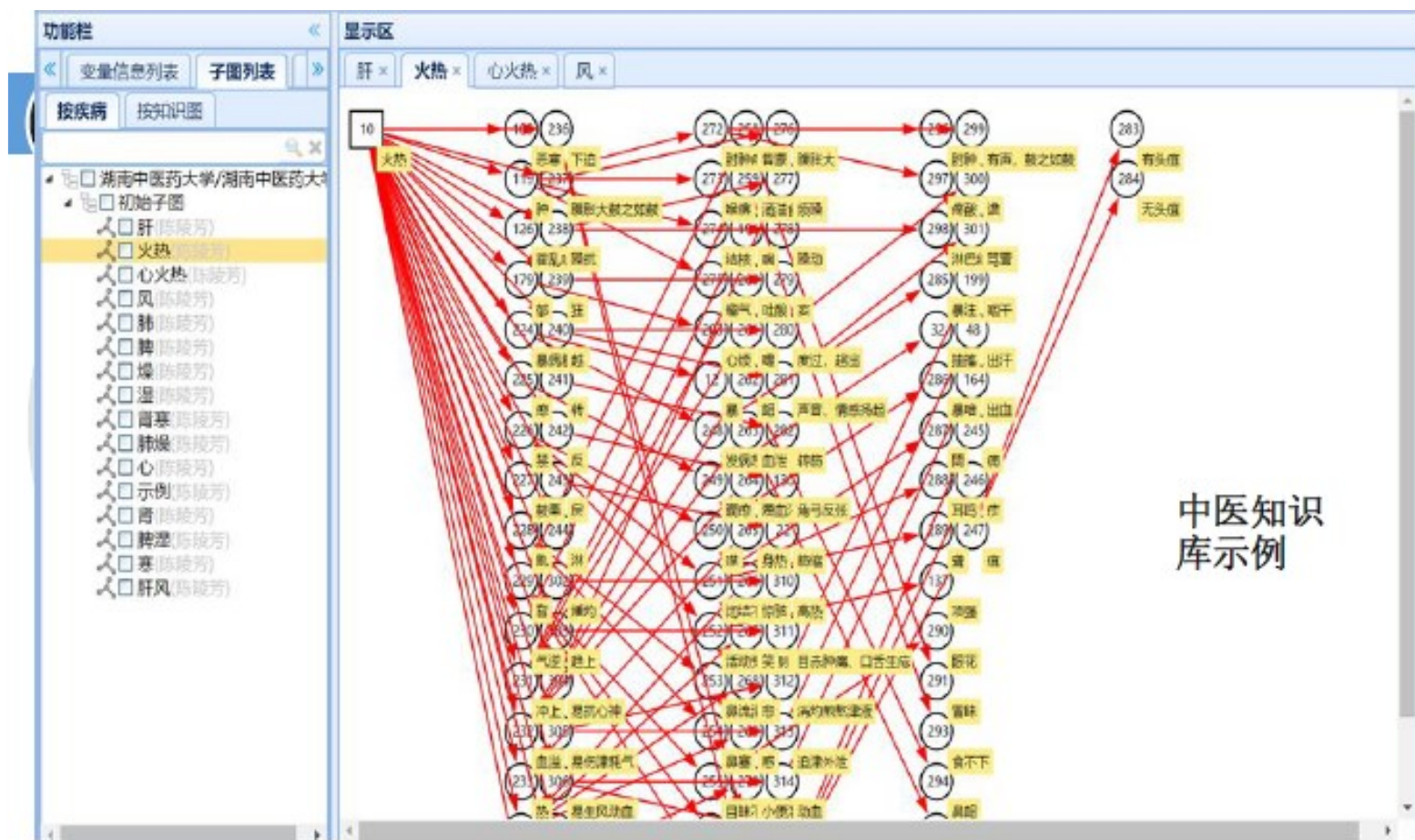
动态不确定因果图DUCG



动态不确定因果图DUCG



动态不确定因果图DUCG





系列交叉论坛

第
42
期

动态不确定因果图的基本原理和全科临床辅助诊断实践

2022年4月28日（周四）
19:30-21:00

报告人
张勤教授

主持人
戴琼海院士

腾讯会议
ID: 442-972-483
Password: 042873



扫码观看直播

张勤

全国政协常委；中国科协荣誉委员；国际核能院院士；中国人工智能学会会士、不确定性人工智能专委会主任、智慧医疗专委会顾问；中国知识产权研究会副理事长兼学术顾问委员会主任；国家核电重大专项战略咨询专家组组长；清华大学博士后校友会会长；清华大学核能与新能源技术研究院和计算机系双聘教授、博导。原中国科协党组副书记、副主席。

报告摘要

动态不确定因果图DUCG（Dynamic uncertainty Causality Graph）是一种全图形表达不确定因果知识并具有天然可解释性和泛化能力的新型人工智能理论模型和应用云平台。本报告将演示DUCG是如何构建的、如何指导基层医生动态精准收集病情信息（包括问诊查体和各种医学检查），诊断和解释疾病的。迄今，已完成43个主诉DUCG库的开发、第三方验证、实际应用，覆盖1000多种疾病、10000多个ICD-10疾病代码。43个主诉包括：头晕、头痛、鼻塞、鼻出血、咽喉肿痛、黄疸、吞咽困难、发绀、咳嗽咳痰、呼吸困难、颈腰背痛、咯血、淋巴结肿大、胸痛、心悸、呕血、关节痛、腹痛、恶心呕吐、四肢麻木、水肿、便血、便秘、皮疹、发热、贫血、肥胖、消瘦、小儿发热、腹泻、晕厥、腹胀、妇科相关疾病（四主诉）、下尿路症状（尿频、尿急、疼痛、排尿困难、多尿、血尿、漏尿）。每个主诉库含数十到上百种疾病。第三方验证结果每个主诉库的鉴别诊断准确率95%以上，其中每种疾病的鉴别诊断准确率不低于80%。已在青岛胶州和重庆忠县进行了21.4万例真实诊病。其中仅8例为DUCG诊断错误（已修正，未再发生错误）。与不使用DUCG相比，DUCG可大幅提高基层医生的诊病能力、规范诊病行为、减少不必要的检查、并且寓学于用。此外，本报告将介绍DUCG的基本原理，解释可信辅助智能医疗诊断应该满足的九个必要条件，解释为什么大数据深度学习模型不适合基层全科临床诊断、同时又可为DUCG提供影像和声音识别信息，与DUCG一起共同完成全科临床辅助诊断。DUCG同时也用于核电等大型复杂工业系统实时在线故障诊断、安全评价等。

鸣谢：中国人工智能学会和清华-福州数据技术研究院

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

问题解决

- 问题解决是一种非常复杂的活动，包括整个认知过程、情绪和意志活动，其中思维活动是关键性的。问题解决就是从初始状态开始，搜索问题空间（中间状态），最终达到目标状态。

问题解决的阶段

1. 问题表征
2. 选择算子
3. 应用算子
4. 评价当前状态

问题表征对问题解决的影响

推理问题的表征 (Schwartz, 1971)

残缺棋盘问题：适宜表征促进问题解决

问题解决的策略

一、算法式

1. 定义：把解决问题所有可能的算子都罗列出来，逐一尝试，直到问题解决。
 - 如开密码锁，3个锁眼，每个眼10个数，则 10^3
2. 优点：全面，可以得到解，并且可以得到最佳解；缺点：费时，对于复杂的问题人脑根本无法完成。

问题解决的策略

二、启发式

1. 定义：运用已有知识经验巧妙地解决问题，有选择性地搜索问题空间。
2. 优点：省时，经济，有效，人类解题的基本策略；缺点：不一定能够找到解，最佳解，通常找到满意的解。如解几何题，做辅助线问题。

重要的启发式策略

1. 手段-目的分析

- (1) 发现当前状态与（子）目标状态之间最重要的差异。
- (2) 优点：通用性强，属于局部优先（类似爬山法）；
- (3) 缺点：有时会遇到小山峰（障碍）；这种策略是新手的策略，并非专家的策略；两个问题空间之间“最重要的差别”有时很难发现。如河内塔问题，看到最后一层时才会发现“最关键的差别”。

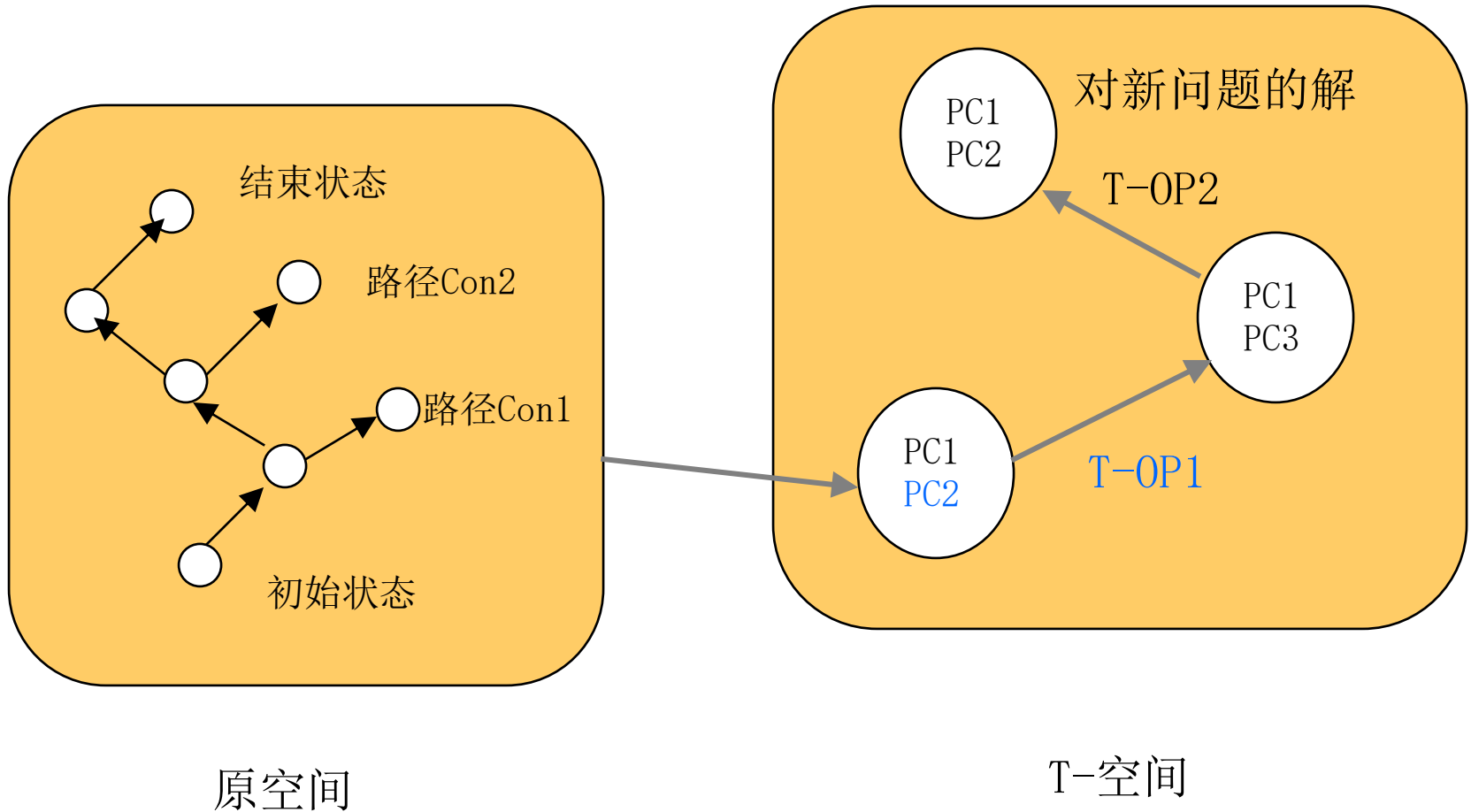
手段-目的分析

- 问题空间：
 - 1) 一组可能的问题组合状态集。
 - 2) 一个初始状态。
 - 3) 一个或多个目标状态。
 - 4) 一组变换规则集
 - 5) 差别函数
 - 6) 对可用规则编序的索引函数
 - 7) 一组全局路径限制
 - 8) 差别表

手段-目的分析

- S-MEA算法：
 - 1) 比较当前状态和目标状态，得出差别
 - 2) 选择合适的规则，以减少两个状态间的差别
 - 3) 尽可能应用转换规则，直至完成状态转换。否则保存当前状态，并将MEA算法递归地应用于其它子问题，直到该子问题确认不能满足该规划的前提条件为止。
 - 4) 当子问题求解后，恢复被保存的当前状态，再继续求解原来的问题

类比问题求解



重要的启发式策略

2、逆向搜索

就是从目标状态出发进行的搜索。如依状态变化规律能达到起始状态，也就是找到了一种解。通常是与正向搜索同时进行（双向搜索），充分利用已知条件、设立与已有思路相联系的目标，双向交替思维。

3、规划法

抓住问题的主要结构，设立一系列阶段性子目标，由易而难地解决问题。

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

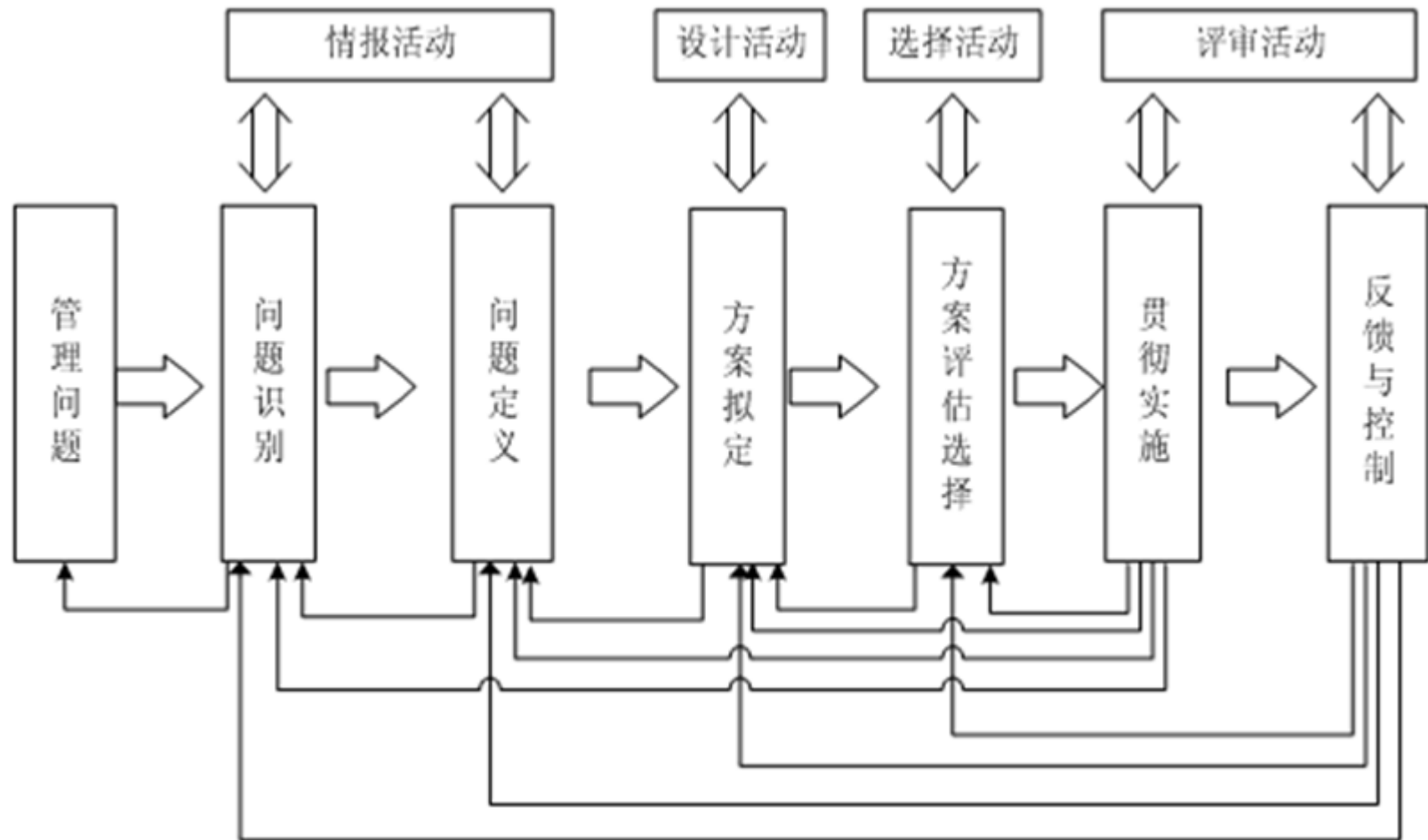
决策理论



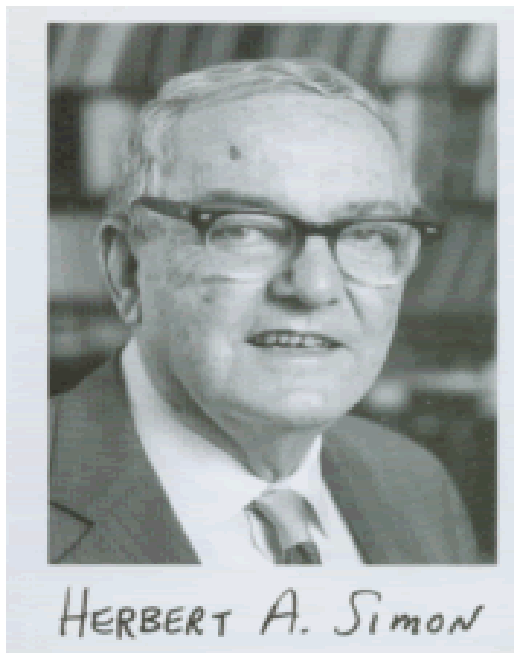
一般来说分为两类：

- **理性决策。**出发点是提供一套规则，以综合反映人们的优先观念和对不确定前景的信念，从而选择出满意的方案。
- **行为决策。**主要是研究决策中的心理和认知内容（这是一个已经获得两次）

决策过程

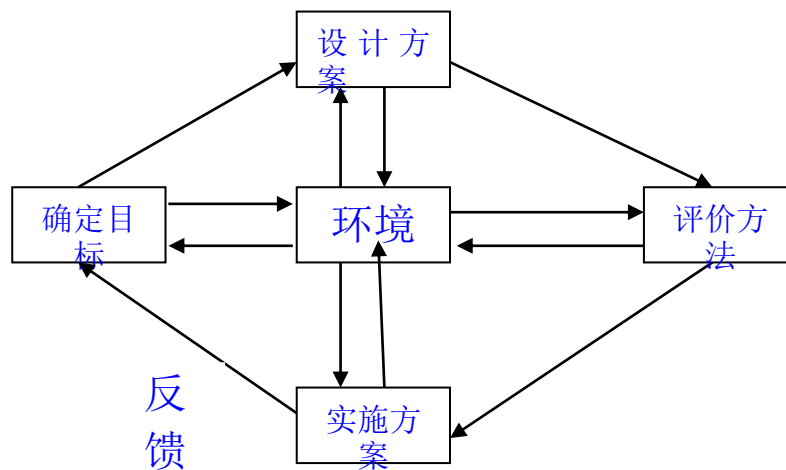


决策理论-令人满意



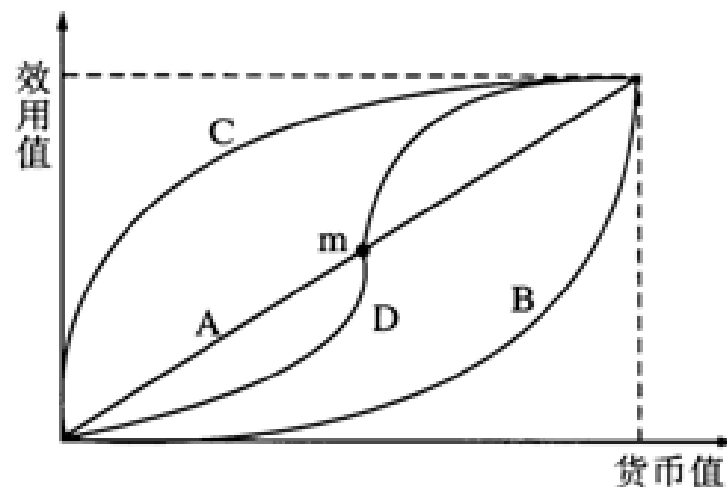
赫伯特·西蒙 (Herbert A. Simon) 由于“对经济组织内的决策程序所进行的开创性研究”而获得1978年诺贝尔经济学奖。

在决策标准上，用“令人满意”的准则代替“最优化”准则。



决策理论-效用论

效用论也叫**消费者行为**理论，消费者在收入预算约束下，追求效用最大化的结果导致他的需求曲线向右下方倾斜。决策效用理论主要考虑每个决策者的心理学成分，测出各个决策结果的效用值，并按效用期望值的大小来评价、选择方案。在进行决策时，应该求出各决策结果的效用值，而效用值可通过效用函数给出。



效用函数曲线

决策理论-逐步消元法

在20世纪70年代，特沃斯基（Amos Tversky）在西蒙（Herben Simon）有限理性思想的基础上提出逐步消元法：首先集中关注这些选项的某一方面（属性），并且在这个方面制定一个最低标准。对于那些不符合这一标准的选项，我们便可以排除它们了。在剩下的选项，我们继续选择第二个方面并制定其最低标准，以此再去掉一些选项。依此类推，通过从一系列的角度继续使用逐步消元法，直到最后只有一个选项剩下。

决策理论-贝叶斯定理

利用贝叶斯（Bayes）定理求得后验概率，据以进行决策的方法，称为贝叶斯决策方法。贝叶斯定理是关于随机事件 A 和 B 的条件概率和先验概率的概率判断。

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

其中： $P(A/B)$ 是在 B 发生的情况下 A 发生的可能性。

$P(A)$ 是 A 的先验概率

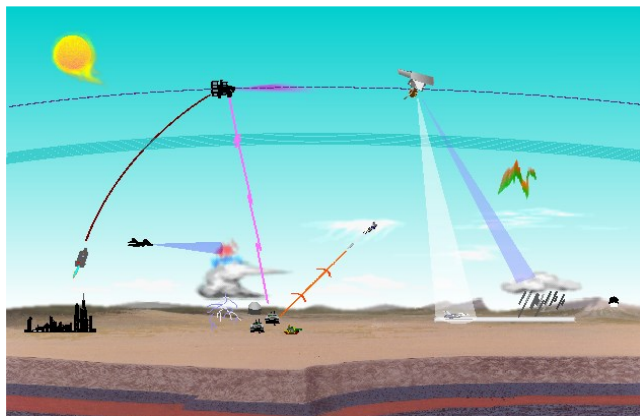
博弈论

- 博弈论 (game theory) 是由美国数学家冯 • 诺依曼 (Von. Neumann) 和经济学家摩根斯坦 (Morgenstern) 于1944年创立的带有方法论性质的学科，它被广泛应用于经济学、人工智能、生物学、火箭工程技术、军事及政治科学等。
- 1994年，博弈论专家即数学家纳什 (Nash)，他的故事被好莱坞拍成电影《美丽心灵》，该影片获得了2002年奥斯卡金像奖的四项大奖。经济学家海萨尼 (Harsanyi) 和泽尔滕 (Selten) 因在博弈论及其在经济学中的应用研究上作出巨大贡献而获得诺贝尔经济学奖。

内容提要

- 概述
- 思维的形态
- 演绎推理
- 归纳推理
- 因果推理
- 问题解决
- 决策理论
- 协同智能决策

協同決策



- 协同决策
- 自适应基础设施
- 多模态人机交互
- 新型资源管理

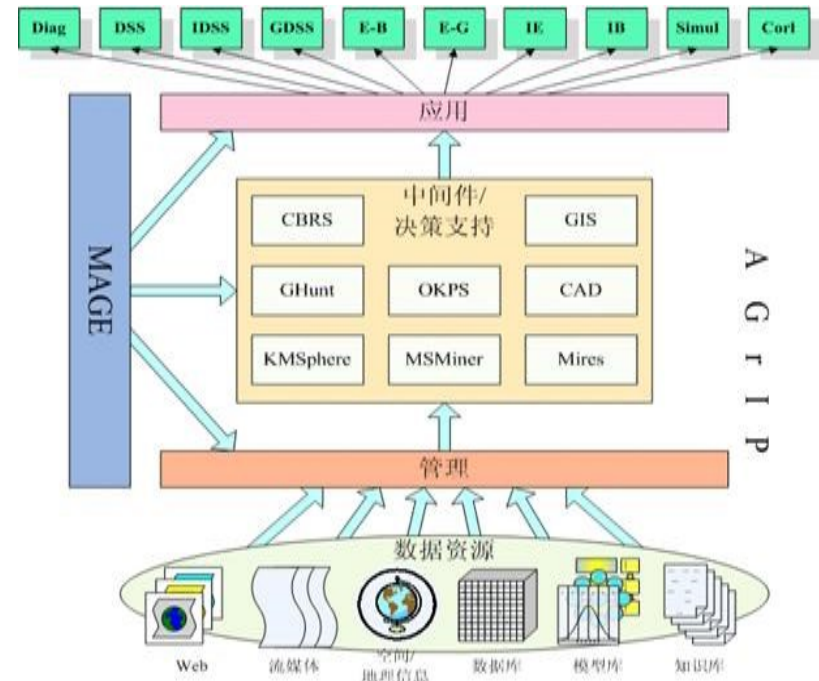
智能体环境

- 智能体（agent）在信息技术尤其是人工智能和计算机领域，可以看作是能够通过传感器感知其环境，并借助于执行器作用于该环境的任何事物。
- 多智能体系统（Multi-agent system, MAS）是指多个智能体之间相互协调，相互服务，共同完成一个任务。各智能体成员之间的活动是自治独立的，其自身的目标和行为不受其它智能体成员的限制，它们通过竞争和磋商等手段协商和解决相互之间的矛盾和冲突。MAS主要研究目的是通过多个Agent所组成的交互式团体来求解超出Agent个体能力的大规模复杂问题。

智能体网格智能平台

➤ 研制了智能体网格智能平台AGrIP，提供协同工作环境

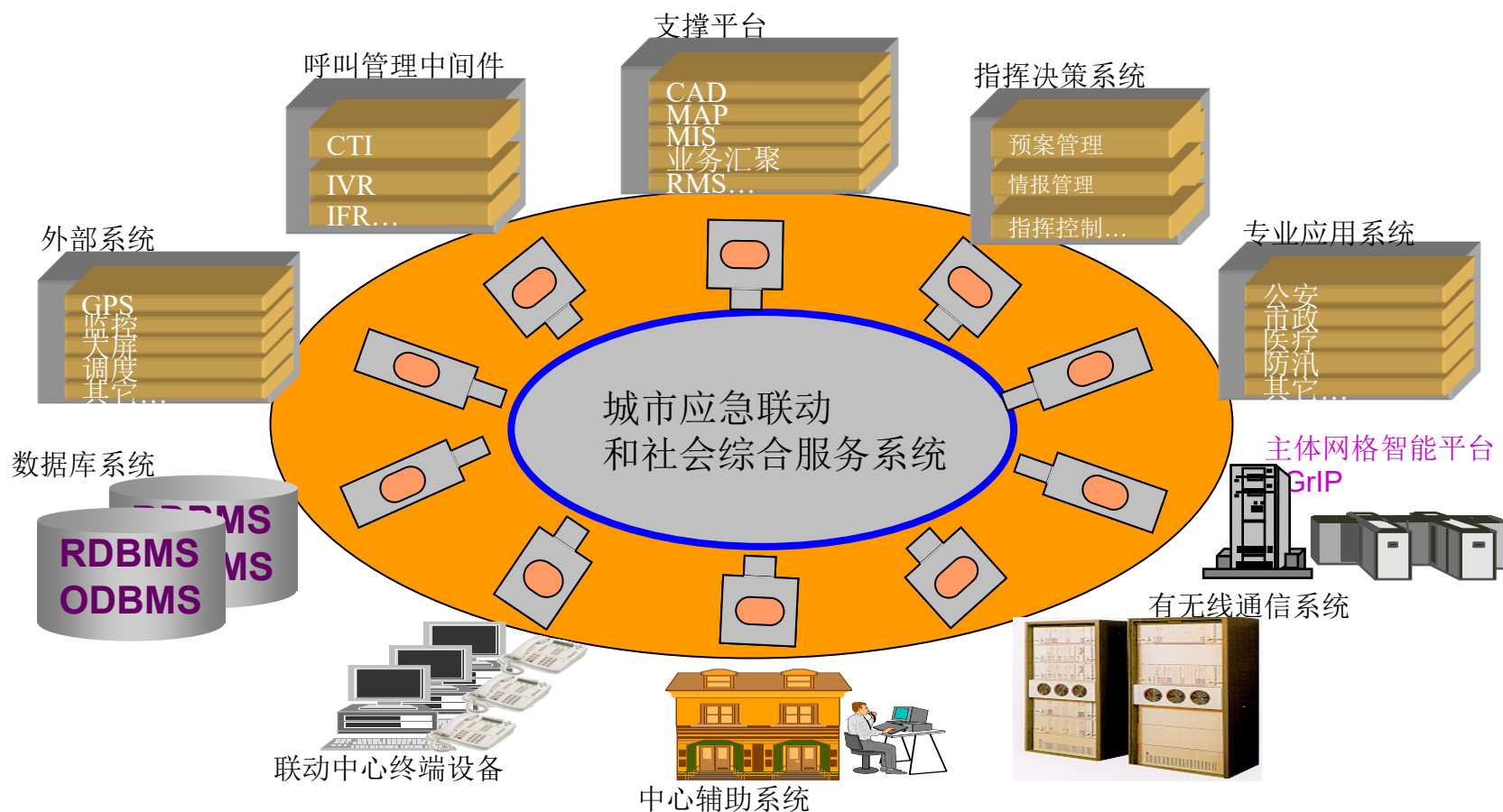
- 多组织群体协同
- 角色动态化
- 流程柔性化
- 表单多样化



Zhongzhi Shi, etc. Agent-based Grid Computing. Keynote Speech, International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering and Science, Wuxi, Dec. 16-20, 2002

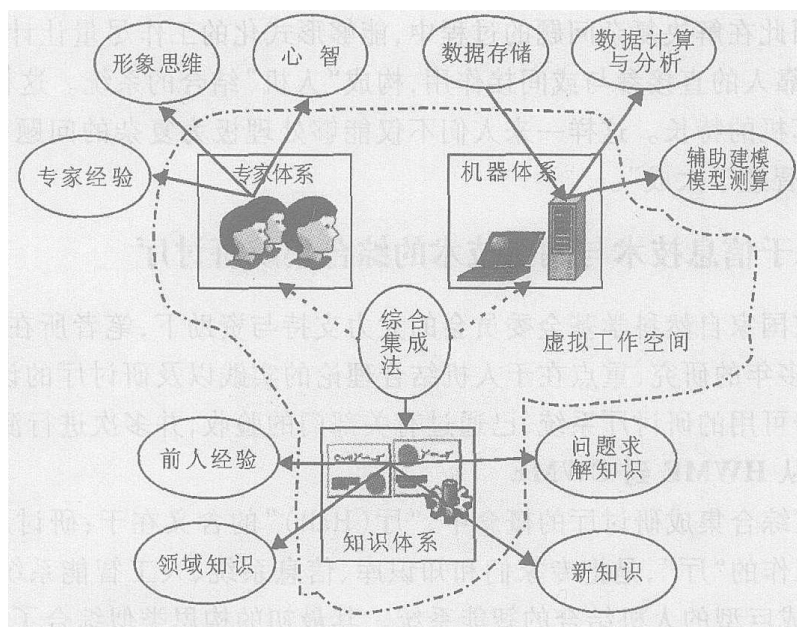
Zhongzhi Shi, etc Agent-based Grid Computing. Applied Mathematical Modeling, 30(2006): 629-640.

应急联动与社会综合服务系统GEIS



综合集成研讨厅

1990年，钱学森提出从定性到定量的综合集成法。1992年，拓广形成从定性到定量的综合集成研讨厅，以研究“开放的复杂巨系统”和解决复杂问题为目的的决策支持系统。它由专家体系、机器体系和知识体系三个部分构成。



思考题

- 9-1 试比较抽象思维和形象思维的不同点。
- 9-2 什么是演绎推理？举例说明演绎推理的重要性。
- 9-3 什么是归纳推理？举例说明归纳推理的重要性。
- 9-4 类比推理的基本原理是什么？
- 9-5 扼要阐述因果关系之梯的含义。
- 9-6 什么是常识性推理？如何实现常识性推理？
- 9-7 如何构建基于本体的知识库系统？
- 9-8 为什么说管理就是决策？一般决策过程包括哪些步骤？

Thank You

