

油气工业 AI 技术的应用与发展方向^{*}

成绥民¹ 成 珍¹ 李淑白²

(1. 西安石油大学 2. 中国石油勘探开发研究院)

成绥民等. 油气工业 AI 技术的应用与发展方向. 天然气工业, 2004; 24(7): 115~117

摘 要 概要介绍了人工智能(AI)技术的应用和发展; AI 与传统问题求解、AI 与人类知识之区别以及 AI 技术应用分类, 并在此基础上, 提出了 AI 技术解决油气勘探开发工程中非均质、多样性、变异性、不精确性、不确定性的复杂系统难题的应用实现方法以及应用领域分类, 介绍了 AI 应用技术的新方法并指出了发展方向。

主题词 人工智能 应用 石油 天然气工业 勘探开发 复杂系统 专家系统 神经网络 模式识别

人工智能(Artificial Intelligence, 简称 AI)诞生于 1956 年, 是指由机器(计算机)实现人类智能的科学技术。它是计算机出现后的第二次技术革命, 谁能首先掌握 AI, 谁就能在 21 世纪的竞争中处于领先地位。1981 年, 由斯伦贝谢研究所推出了世界上第一个石油工业 AI 系统——石油测井解释专家系统(ES)^[2]。20 世纪 80 年代中后期和 90 年代初, 我国石油工业推出了测井曲线解释^[2]、油气资源评价^[3]、钻井事故诊断处理^[4]、有杆泵抽油井故障诊断^[4]、试井分析^[5]和油气储集层保护^[6]等 ES。但是, 目前国外多数是商品型或产品型, 并且许多是协同式大中型 ES, 而我国油气工业 AI 大多只是研究型或演示型, 现场型较少, 商品和产品型几乎没有。

因此, 为了我国油气工业快速实现数字化、智能化, 有必要总结国内外 AI 应用之众长。

AI 是解决复杂系统难题的一把钥匙

AI 的最终目标就是构造一些用来求解难题的程序^[8]。由于油气藏地质现象、油气工程状态、条件随空间、时间的非均质性、多样性、变异性和复杂性, 因而存在着大量不精确性、不确定性。对这些难题往往运用自然科学和技术科学的传统理论、方法比如数学、物理学、化学、油气地质学、油气藏工程学和系统科学等, 并不能很好的解决, 甚至无法求解。表 1 中示出 AI 解决难题与传统科学求解领域问题的理论、方法之区别。

表 1 AI 与传统科学解决对象领域的变化

问题	传统领域问题	复杂系统难题
特征	数值处理对象 利用数学中的一些结构 重复的、定型的 边界条件明确	知识处理对象(比如符号处理) 组合爆炸 一次性的、非定型的 边界条件不明确
推理方法	理论的 控制驱动型的、算法的 数据库处理	经验的 事件驱动型的、要求驱动的 知识库处理
方法论	系统科学	AI、知识工程

^{*} 本成果受国家 863 项目“油气开发智能信息综合集成系统”(863-306-04-10-1)课题资助。

作者简介: 成绥民, 1935 年生, 1964 年研究生毕业于原北京石油学院, 现为西安石油大学教授、HERIOT-WATT 大学名誉教授; 长期从事油气藏工程、油藏管理和人工智能应用的教学及科研工作; 曾多次获省部级科技进步奖, 发表论文 60 多篇。
地址: (710065) 陕西省西安市电子二路 18 号。电话: (029) 83791061, 87750663。E-mail: smcheng@pub. xaoonline.com

传统领域问题普遍是将被公式化的情况作为数学模型,因此问题求解基本上是数值处理,且问题求解的关键是利用数据参数间存在的数学关系。问题一般是重复和定型的,边界条件比较明确。解决问题的基本模式是以系统科学的方法论为基础,依据数学理论,事先把问题的求解过程设置为算法,然后根据输入数据,在控制驱动方式下反复进行处理。这种方法已经比较成熟、公认,若用于解决复杂系统难题上,不易出现新的突破。

复杂系统难题较多的是被形式化的情况作为符号模型,因此问题求解的过程中重点是符号处理,关键是克服“组合爆炸”。问题通常是一次性和非定型的,并且很难有明确的边界条件。解决问题的基本模式是以 AI 和知识工程(Knowledge Engineering 简称 KE)的方法论为基础,把一些零散的知识和专家们的经验蓄积于知识库中,进行组合,然后,对来自外部的请求要求,在事先驱动或要求驱动方式下灵活使用知识库来进行处理。除了 AI 和传统主流技术的理论、方法尤其是对象有很大区别外,AI 知识与人类专家知识也有很大不同^[8](表 2)。KE 的方法论尚未完全确立,况且难题所产生的要求是无止境的。但是,随着 KE 方法论的不断完善以及广义 AI 的开拓,尚未解决的难题今后将会成为模型化的对象。

表 2 AI 与人类专家知识的比较

人类专家知识	AI 知识(专门)
感觉经验	符号输入
常识性	技术性
适应性	需被告知
广阔性	专门性
创造性	难以创造
期限性	永久性
难文件化	易文件化
难传播	易传播
难预期	一致
成本高	成本低

AI 技术在油气工业中应用领域分类

1. AI 技术应用领域分类^[2]

AI 广泛应用于科学、工程、管理和军事等众多领域,从应用问题的性质来看包括识别、解释、诊断、

预测、选择/调试、教育/培训、决策、监控、规划、维修、控制、设计和调度等方面任务,详见表 3 所示。表 3 里前 8 种领域任务属于分析型,它们都是通过一系列推理完成任务的,其工作性质属于逻辑推理,其输出结果通常是一些结论。而表 3 中的后 5 类的领域任务是属于设计型,它们都是通过一系列操作完成任务的。当然也有分析和设计的综合型 AI、ES

表 3 AI、ES 应用领域分类

识别	针对物体形状、图件形态等特征进行模式识别
解释	系统识别、分析并推出结果
诊断	由观测情况通过模式识别或推断规则分析,诊断工(病)况或故障
预测	针对输入给定的过去和现在情况,推断、预测可能产生的结果
选择/调试	针对几种方式或方法的适应性和程度进行取舍选择
培训/教育	检查、指导教学/培训的行为;本表各种系统都可对工作人员进行技术培训
决策	针对多层次选择优化,综合评价最佳目标或决策方案
监控	将被监测对象的工作观察到的结果与标准期望值进行比较
规划	根据给定目标为完成某一任务拟定一个行动计划
维修控制	执行某种规则,以实现某种故障解决的办法完成实时控制某一系统的整体行为
设计	设计、构造一个满足一定约束条件的模型,常用生成、修改规划的过程、方法和模拟方法实现所需方案
调度	根据规划方案实施中各个项目的优先级,并利用策略指导日程中各个项目的调度

的应用系统。这十几种应用领域类型并非完全独立,它们相互关联,形成由低级到高级的层次结构,如图 1 所示。

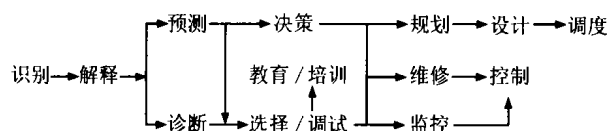


图 1 AI、ES 应用领域任务类型的层次结构

2. 油气工业 AI 技术应用领域分类

AI 技术在油气工业应用的专业领域已比较广泛,经常看到热门应用领域是地质、开发、油气藏工程、油气田开采和油气加工等。表 4 中列出了各领域应用分类简况。

表4 油气工业 AI、ES 应用领域分类

专 业	分 支 领 域
地 质	盆地评价、沉积相分析、油气资源评价、勘探目标评价等
地球物理	测井解释、地震资料处理等
地球化学	岩石分析、气相色谱分析等
钻井完井	钻井过程控制、事故诊断、完井设计、地层伤害评价等
开 发	油气田开发方案评价、三次采油方法选择、油气藏管理等
油气藏工程	试井解释、油气藏模拟、动态分析、水驱监测等
开 采	采油气系统、开采过程控制与设计、酸化、压裂、防砂、堵水、机械采油诊断、仪器与故障诊断、监视、提捞作业等
集 输	管道检测、安全管理、油气机械设计等
油气加工	油气化学、炼制、油气加工等
其 他	财会、人事管理、科技管理、教学培训管理等

AI 应用前沿技术与发展方向^[9~12]

AI 技术几十年得到长足发展,当然还有许多问题尚未解决,仍处于成长期。但是已成熟部分的 AI 技术,尤其是创新的前沿 AI 技术,若能快速、正确的引入油气工业各个领域,我国的油气工业不仅可以早日实现信息化、数字化、智能化的领先集团地位,而且会产生极大的社会效益和经济效益。AI 应用前沿技术以下有 6 个发展方向。

1. 引入新的 AI 知识获取、表示、更新和推理工具以及大型知识库

(1) 自学习 AI 系统。它既可以自动获取知识的同时,还可以不断优化更新知识库。

(2) 深层知识 ES。它既有专家经验表层知识,又有深层次专业知识的融合提高。

(3) 面向对象的 AI 设计语言: Smalltalk、C⁺⁺ 等。

(4) 不同类型知识表示语言: 产生式 OPS5, 专用语言 OPS、OPS83, 框架理论知识 SRL、UNITS, 多知识组合语言 LOOPS, 面向过程语言 WTERLISP—D 等。

(5) ES 外壳: KAS、S. I、M. I、EMYCIN、EXPERT 等。

(6) 组合式构造工具 AGE 以及 ES 工具 EST 等。

(7) 环境开发工具: 天马(中科院)、GURU、

AGE、ART、KEE、Knowledge Crefit 和 Prokappa 等。

2. AI 融合主流新技术: 多媒体、并行与分布处理和网络技术

(1) 多媒体 ES。引入多媒体, 改善人机交互方式, 使 AI 更拟用户人性化。

(2) 大型协同分布式 ES。多学科、多专家会诊、协同解难题。

(3) 事务管理 ES: 如 CAD、CAI、财务处理、信息管理、决策支持等。

3. 广义 AI 新技术: 专家系统、神经网络、模糊数学和遗传算法等

4. AI 辅助下的常规应用技术

5. 广义 AI 相互综合的应用新技术

6. AI 应用系统的功能集成、技术集成和智能集成

由于篇幅所限, 后四部分笔者将另文论述。

参 考 文 献

- 1 傅京孙等. 人工智能及其应用. 北京: 清华大学出版社, 1987
- 2 黄可鸣. 专家系统导论. 南京: 东南大学出版社, 1988
- 3 张奎凤等. 专家系统及在石油工业中的应用. 西安: 西北工业大学出版社, 1994
- 4 刘一江. 油田开采专家系统. 北京: 石油工业出版社, 2001
- 5 成绥民等. 试井分析专家系统. 西南石油学院学报, 1992; 14(1)
- 6 李琪. 人工智能与油气储集层保护. 北京: 石油工业出版社, 1998
- 7 (美)E 丽奇著, 李卫华等译. 人工智能引论. 广州: 广东科技出版社, 1986
- 8 陈世福等. 知识工程语言与应用. 南京: 南京大学出版社, 1989
- 9 吴泉源等. 人工智能与专家系统. 长沙: 国防科技大学出版社, 1995
- 10 陈启浩. 模糊值及其在模糊推理中的应用. 北京: 北京师范大学出版社, 2000
- 11 成珍. 油藏模拟的重要进展——并行计算机技术的应用. 世界石油工业, 1999; 6(7)
- 12 Arpat B G *et al.* Characterise submarine channel reservoirs; A neural-network-based approach. JPT, 2002; 54(8): 46~61

(修改回稿日期 2004-03-15 编辑 居维清)