

智能模拟方法的分析与研究

The Analysis and Research of the Intelligence Simulation

梁义芝¹ 赵晓哲² 王延章¹

(大连理工大学信息与决策技术研究所 大连116024)¹(海军大连舰艇学院科技部 大连116018)²

Abstract Based on the interpretation and analysis of the intelligence simulation, this paper gives out the mechanism, advantages, disadvantages, developing and application situations of all the intelligence simulation methods.

Keywords Intelligence, Intelligence simulation, Intelligence simulation methods

1956年诞生的人工智能经过了四十多年的风风雨雨、大起大落,现在,无论是智能模拟研究者还是关心智能模拟的其它行业的研究者都已经能够以一种科学和客观的态度来看待智能模拟。智能模拟既不可能使机器成为地球的主宰也不是一事无成,智能模拟的成果已经应用于我们生活的方方面面,更成为其它学科智能化研究的有力工具,为各门学科的研究注入了新的活力。

人具有智能,但个体之间的智能是有差别的,且具有明显的个性化,所以我们可以不强求我们的智能模拟系统各方面的能力都强。目前智能模拟有多种方法,每种方法适合于模拟人的不同的能力,从我们分析人对各种能力的占有情况看,这种局势的形成也有其必然性。当然,各种智能模拟方法的综合利用与互为补充是我们完善智能模拟系统的重要手段,也是智能模拟方法研究的主要内容之一。本文将对智能模拟及各种智能模拟方法进行分析与研究。

一、智能与智能模拟

什么是智能,这是对智进行模拟,使机器具有智能所首先应该弄清楚的问题。对智能有多种解释,例如:

Fogel 等人提出:“智能是一个人有目的地以某种很好的方式使用这个有用的信息的能力。”有用的信息就是知识。

Lenat 和 Feigenbaum 认为,智能是一种在巨大的解空间中迅速找到问题的解的能力。一个系统之所以能体现智能理解和智能行为,主要是它能够利用专业领域的概念、事实、表示、方法、模型以及领域的启发式

知识等。

辞海对智能的解释为:“智能是指认识客观事物并运用知识解决实际问题的能力,集中表现在反映客观事物深刻、正确、完全程度上和应用知识解决实际问题的速度和质量上,往往通过观察、记忆、想象、思考、判断等表现出来”。

从以上对智能的定义和解释不难总结出,智能应是泛指获取存贮知识并运用知识解决问题的能力。智能的两个主要内涵应是知识和能力,知识是智能行为的理论基础,能力是智能行为的行为基础,没有知识和能力就谈不上智能。

智能模拟目前有两个分支,一个是人工智能(也有人称作传统的人工智能方法),一个是计算智能(包括神经网络,模糊系统,演化计算),无论是人工智能还是计算智能都离不开知识与能力,只不过是显示表示与隐式表示的问题。

智能模拟需模拟智能体获取知识、存贮知识和运用知识解决问题的能力。

模拟智能体获取知识的能力即是模拟智能体的感知能力和学习能力。感知能力是指智能体通过视觉、听觉、触觉等感觉器官感知外部世界的能力,是智能体获取外部信息的基本途径。机器感知的研究主要包括机器视觉、机器听觉的研究,是对智能体感知能力的模拟。学习能力是智能体获取知识的另一重要途径,学习一般分为两种方式,一种是直接向书本学习,即学习前人的经验,一种是在实践中不断总结经验、汲取教训、获取知识及技能,实现自我完善。机器学习的研究即是对智能体学习能力的模拟。

梁义芝 副教授,博士生,主要研究领域为专家系统、决策支持系统;赵晓哲 教授,博士,主要研究领域为军事运筹学、兵种战术学;王延章 教授,博士生导师,主要研究领域为管理决策支持系统、经济系统分析、数学规划。

模拟智能体存贮知识的能力即是模拟智能体的记忆能力与知识组织能力。人的一生需要学习与获取海量的知识与信息,这些知识与信息在人脑中以何种形式存贮以实现快速知识定位,人脑记忆的遗忘和再组织(联想)特性如何实现等等,都是知识表示与知识管理需要研究与模拟的内容。

模拟智能体运用知识解决问题的能力即是模拟智能体的思维能力。思维是一个动态过程,是获取知识及运用知识解决问题的根本途径。思维有抽象思维(逻辑思维)、形象思维(直感思维)及灵感思维等方式。

逻辑思维是一种根据逻辑规则对信息进行处理、理性思维方式。其思维过程通常是逻辑推理(演绎)过程,推理是否成功取决于两个因素,一是推理的规则是否完备,二是已知的信息是否完善可靠。由于逻辑思维过程严密、可靠,可以用符号串表达出来,使得逻辑思维在擅长处理数据与符号的冯·诺伊曼计算机上实现成为可能。传统的人工智能方法,即物理符号系统假说把现实世界中的对象、活动与相互关系表示成符号间的互连结构,并在这种结构上应用符号处理过程以实现智能模拟。这种方法是目前模拟人的逻辑思维能力切实可行的方法并取得了许多实用性的成果。

形象思维是一种以客观现象为思维对象、以感性形象认识为思维材料、以意向思维为主要思维工具、以指导创造物化形象的实践为主要目的的思维活动。在思维过程中它有两次飞跃。首先是从感性形象认识到理性形象认识的飞跃,即把对事物的感觉组合起来,形成反映事物多方面属性的整体性认识,再在整体性认识的基础上形成具有一定概括性的感觉反映形式,然后经形象分析、形象比较、形象概括及组合形成对事物的理性形象认识;思维过程的第二次飞跃是从理性形象认识到实践的飞跃,即对理性形象认识进行联想、想象等加工,在大脑中形成新意向,然后回到实践中,接受实践的检验。这个过程不断循环,就构成了形象思维从低级到高级的运动发展。人工神经网络的反复训练与使用恰好模拟了形象思维的两次飞跃,神经网络的训练过程是网络结构与权值的不断调整过程,恰到好处地模拟了在感性形象认识的基础上形成对事物的理性认识的过程,而神经网络的使用则是理性认识接受实践检验的过程。神经网络的并行协同性(非线性)及能较好处理不完全信息的特性亦是形象思维具有的特征。

目前智能模拟已经在模拟智能体获取知识、存贮知识和运用知识解决问题这三个方面取得丰富的理论与实用成果,并在进一步发展与深化。

二、智能模拟实现方法分析与研究

智能模拟实现方法总体上可归纳为以下五种:基于符号处理的符号主义、以神经网络为代表的联结主义、以演化计算为代表的演化主义、以多agent系统为代表的行为主义以及综合利用上述方法互为补充的系统集成方法。

1. 基于符号处理的符号主义

这种方法模拟的是人类通过逻辑(抽象)思维解决问题时所体现出来的智能。逻辑推理在我们的日常生活中无处不在,是最能体现人类高级智能水平的一种智能表现形式。逻辑推理是一种根据逻辑规则对信息进行处理、理性思维方式。逻辑推理所使用的逻辑规则是人类经长期学习与实践而积累的对客观世界的规律性认识,可以定理或公理的形式存在,也可由个别人或个别群体独自占有而存在,根据逻辑规则对信息进行处理的过程即是逻辑推理过程。符号主义将这种推理过程看作是在一定的“主观控制”机制下的“特定符号信息”的加工过程,因此可制造出用于处理符号信息的“自动机”来模拟这一过程。

符号主义需解决的主要问题是知识(逻辑规则)的存贮和使用(推理)。目前人们进行智能模拟唯一可选的实体结构系统就是擅长科学计算的冯·诺伊曼计算机,如何在这种计算机存贮知识是必须解决的问题,人们设计了多种知识表示方法,如状态空间表示法、逻辑表示法、产生式表示法、语义网络表示法和框架表示法等。用以表达不同类型的知识。为了能有效地利用知识进行推理,又抽象出以启发式搜索为基础的问题求解方法,包括生成测试法、爬山法、手段目的分析法、约束满足法和最佳优先法等一套问题求解的基本方法。

Feigenbaum等人提出的利用问题论域的特殊知识来模拟专家进行科学推理方法的研究导致了一大批具有实用价值的专家系统的出现,标志着人工智能走向应用阶段的开始,并取得了巨大的经济和社会效益。

为了进一步实用化,即模拟人可利用模糊知识进行模糊推理来解决在现实生活中占有很大比例的不确定性推理问题,人们又开始了对模糊知识表示和模糊逻辑推理的研究,使人工智能向人类智能更靠近一步。

符号主义方法是所有智能模拟方法中对人通过逻辑推理解决问题时所表现出的智能进行模拟的最成功的方法,但它遇到的困难有:知识的组合爆炸问题,即当知识丰富到一定程度,知识的选择和利用的实时性问题;知识获取问题,即如何使逻辑推理系统获得推理用的逻辑规则(知识)。

2. 以神经网络为代表的联结主义

这种联结主义方法试图从模拟人脑的组织结构和

活动机理出发构造类似于人脑的“生理学模型”(神经网络)来模拟智能。尽管人类对大脑的组织结构和智能活动机理没有完全了解,但神经生理学和神经解剖学研究成果已经表明,人脑是由大约千亿个左右的神经细胞交织在一起构成的一个网状系统结构,这个系统对信息进行接受、加工和处理主要依赖于神经细胞的联结方式、整个系统的有序控制机制及神经细胞间的集群效应,人工神经网络将相当于人脑细胞的人工神经元组织成一个网络,知识以神经元及其连接权值以及网络结构的形式体现,是一个群体并行分布式网络系统,对信息的处理体现为一个动力学网络的运行过程,具有许多与人的形象思维相类似的特点,从一定意义上说可认为是对应着形象思维的一种智能模拟。

神经网络研究的中心问题是神经网络的学习问题,目前较流行的神经网络模型及其相应的学习算法有:感知机、Hopfield 模型、多层自适应线性单元、误差逆传播网络、Boltzmann 机、自组织特征映射模型、自适应谐振理论模型和域理论模型。由于人工神经网络具有通常的数字计算机难以比拟的优势,如自组织性、自适应性、联想能力、模糊推理能力和自学习能力等,使其在机器学习、智能控制、模式识别、自适应滤波、非线性系统辨识以及非线性系统组合优化等领域获得广泛应用并取得了显著的成就。

以神经网络为代表的联结主义方法虽然较好地解决了符号主义方法难以解决的问题,如模式识别、机器学习等,为智能模拟的研究带来了新的曙光,但也有它的局限性。首先,人工神经网络的研究受到脑科学研究成果的限制,人们对思维和记忆机制的认识还很肤浅,还有许多问题有待解决;其次,人工神经网络这门学科还没有建立起一个完整的、成熟的理论体系,使得迄今为止的人工神经网络的研究都带有浓厚的策略和经验色彩,在网络拓扑结构的确定、连接权参数设置及神经元函数的选取等方面都带有很大的经验成分,这些经验型的参数越多,网络模型适应的应用领域就越狭窄,所以我们说,基于符号的符号主义和以神经网络为代表的联结主义各有所长,不可相互替代,只能相互补充,共同发展。

3. 以演化计算为代表的演化主义

这种演化主义方法不是以模拟人脑已显现出来的某种智能行为或从模拟具智能的人脑的结构或智能机理出发,而是另辟蹊径,从模拟生物界自然选择、优胜劣汰的漫长的生物进化过程出发进行智能模拟。演化计算采用简单的编码技术来表示各种复杂的结构,其自然选择的策略为:物竞天择、优胜劣汰、适者生存。性能优异的个体有较高的生存概率,再通过杂交和基因突变等遗传操作就可能产生与环境更适应的后代。演

化算法的这种自组织、自适应特性使其能够根据环境的变化自动发现环境的特性和规律,而不必由人根据求解问题的特征描述出问题本身的精确(数字或逻辑)模型,因此演化计算适用于解决那些因为难以建立有效的形式化模型而用传统技术难以有效地处理、甚至无法处理的问题。

演化计算可用于结构化优化设计、复杂问题优化和复杂系统分析,并已在机器学习、过程控制、经济预测和工程优化等领域获得广泛应用。在应用上需进一步完善的是编码技术和程序表达技术的改进;复制、交换、突变等遗传操作的改进;适应值的表达和计算机的改进;寻求更有效的遗传算子,以防止近缘杂交、过早收敛等弊病;深入探讨演化计算的机理,不断完善其理论基础。虽然演化计算模拟了生物的演化过程,但目前演化算法中群体的规模远远小于生物演化系统,我们相信随着大规模并行计算机性能的不断提高,研制数量更接近自然物种的软件群体将是可能的。

4. 以多 agent 系统为代表的行为主义

智能模拟中的行为主义试图建造完全自主的运动机器人(自主体),它们能在现实世界中与人类共存,能被人类看作是有自己权力的智能实体。这种智能实体能对感知的输入做出实时的反应,其智能由其各组成部分及其与环境之间的相互作用的动态过程来决定。

多 agent 系统不是从建造带有感知和制动装置的物理实现系统出发,而是从软模拟上体现行为主义的思想。Agent 被看成是在某一环境中持续自主发挥作用、有生命周期的计算实体。它具有自主性,即能在没有人类或其它 agent 直接干预和指导的情况下持续运行,并能控制其内部状态和动作;它还具有社会性,agent 拥有其它 agent(可能是人类)的信息和知识,并能通过某种智能通讯语言与其它智能体进行交互、协作和合作;它还具有反应性,agent 能感知环境,并能对环境中发生的事件做出反应。Agent 还应具有人类才具有的特征,如信念、意愿、承诺、情感等,可以说 agent 系统综合考虑与模拟了人的各种智能行为与特征,包括个体智能行为和群体智能行为。

多 agent 系统是分布式人工智能的主要研究方向之一。多 agent 系统研究的是如何协调多个自治的 agent 结点的行为,这里不但有 agent 结点间知识的共享问题,还有对结点间的协调进行推理的问题,其研究主要分为 agent 认知模型,多 agent 规划,冲突消解,多 agent 协调与协作等几个方面,而多 agent 协调与协作是核心问题。

多 agent 系统的应用目前主要分为三类:分布位置评判,分布资源规划与分配、分布专家系统。已有应用于空中和城市交通管理、交互仿真环境研究等实用

成果。

多 agent 系统的设计与研究过程中有许多技术问题依赖于分布式计算机系统和并行处理技术的进步与发展,尤其需要一种高水平的程序设计语言,以便把每个 agent 封装在一个程序中,使 agent 能相互通信,同时还要能表示 agent 的意向状态,目前能实现这些功能的程序设计语言仅仅是理论上的探讨,人们期待着—类能描述 agent 心智状态的逻辑特征与过程特征的高抽象水平的程序设计语言产生。

5. 综合利用各智能模拟方法的系统集成方法

不同类型的智能问题需要不同机理的智能系统求解,智能模拟的不同机理使一种智能模拟方法在某些方面具有优势,在另一些方面又存在劣势,因此,人们一直希望能综合利用各种不同的智能模拟方法,创造出一种集各种智能模拟方法的优势于一身的集成智能模拟方法,虽然目前这种功能完备的集成模拟方法并没有出现,但几种智能模拟方法的结合使用已经有了实用性的成果。

(1)基于符号处理的符号主义方法模拟了人的抽象思维能力,其核心是知识的符号表示和对符号表示的知识处理,专家系统是其典型代表,以神经网络为代表的联结主义方法模拟了人的形象思维能力,神经网络是其典型代表。一方面人的思维常常是抽象思维和形象思维的结合,另一方面专家系统和神经网络各有弱点且优势互补,使得专家系统和神经网络的结合非常自然且富有成果。首先神经网络所具有的学习功能可在一定程度上解决专家系统建造中的瓶颈问题,即知识获取问题;其次专家系统的解释功能可以使神经网络的求解过程相对透明,弥补神经网络解释功能的不足,增加其可信度。专家系统与神经网络的进一步集成有相当的难度,尽管目前已有一些集成系统问世(如新加坡航空公司的航空设备故障诊断系统等),但规模都还比较小,求解的问题也单一。

(2)演化计算方法用于神经网络的设计在一定范围内解决了网络结构和参数的优化问题。设计神经网络包括网络拓扑结构的设计和连接权系数的确定。由于设计和训练神经网络需要在很大的空间内进行搜索,而且搜索空间内有很多的局部最优点,这使得用传统算法求解该问题非常困难,而演化算法适合大规模并行且能以较大的概率找到全局最优解,因此利用演化算法或将演化算法与其它算法如 BP、模拟退火算法

等结合起来设计和训练网络会取得较好的效果。演化算法也可用于神经网络的设计包括连接权的演化、网络结构的演化和学习规则的演化。不过目前的研究主要集中在小型网络的设计上。

(3)应用演化计算求解问题时,需根据具体问题设计编码方案、适应值函数及遗传算子,由于目前演化计算还没有形成统一、完整的理论体系,缺乏严密、科学的一般规律和方法,只能具体问题具体分析,这使得演化算法的设计在很大程度上依赖于人的经验,也就是说在设计编码方案、适应值函数和遗传算子时需要经验知识的指导,因此可将专家系统与演化计算结合起来设计一个方案和参数选择专家系统,用于帮助选择编码方案及控制参数并对算法的性能做出分析和评价,使演化过程减少盲目性,提高收敛速度。

总之,综合利用多种智能模拟方法,提高智能模拟水平,是智能模拟发展的一个趋势,虽然目前各种方法还很难有机地结合在一起,形成一个合理的系统,相信随着计算机技术的发展与进步,在人们的共同努力下,智能模拟水平会上一个新的台阶。

参考文献

- 1 张守刚,刘海波. 人工智能的认识论问题. 人民出版社, 1984
- 2 王永庆. 人工智能原理与方法. 西安交大出版社, 1998
- 3 陈世福,陈兆乾,等. 人工智能与知识工程. 南京大学出版社, 1997
- 4 刘增良,刘有才. 模糊逻辑与神经网络. 北京航空航天大学出版社, 1996
- 5 李孝安,等. 神经网络与神经计算机导论. 西北工业大学出版社, 1995
- 6 云庆夏,等. 遗传算法和遗传规划. 冶金工业出版社, 1997
- 7 潘正君,等. 演化计算. 清华大学出版社, 1998
- 8 郇全民. 人工智能中的达尔文主义. 自然辩证法研究, 1998 (7)
- 9 陈进才,郑守淇. 人工智能发展的新趋势. 西安公路大学学报, 1998(7)
- 10 张东摩,李洪兵. 人工智能研究动态与发展趋势. 计算机科学, 1998(2)
- 11 丑武胜,查建中. 智能及其机器实现. 计算机科学, 1997(4)
- 12 梁义芝,刘云飞. 基于 Multi-agent 技术的决策支持系统. 计算机科学, 1999(8)
- 13 Goodwin R. Formalizing properties of agents. TRCMU, CS-93-159, Carnegie Mellon University, Stanford, 1992