

认知科学中的系统观

魏屹东 王早霞

(山西大学,山西 太原 030006)

内容提要:认知科学是一门新兴学科。它是语言学、认知心理学、人工智能、脑科学等相互渗透交叉的产物。系统方法在认知科学中起着十分重要的作用。本文试图挖掘和梳理认知科学中的系统观。

关键词:认知科学 系统观

认知科学是以心智为研究对象的。心智是个巨系统,它由许多子系统组成。子系统蕴含着巨系统的信息,通过研究分析子系统,在某种程度上可以把握巨系统。部分与整体是相互联系、相互交叉的关系,心智的某一部分发生变化,会引起整个心智发生变化,也即各个部分以不同方式表现着同一个整体。就像各门科学都是科学整体的一部分,每一部分都凝聚着整个科学发展的信息。正是由于科学之间的相通性和全息性,导致了科学的全息效应。任何一门科学的进展都会引起连锁式反应,科学之波传播到所有科学领域。这表明,各门科学实际上从属于同一个科学整体,它们只是从不同方面、不同层次来研究同一个整体。因此,它们只是看起来不同,而实际上却有着共同之处。认知科学是各门科学——语言学、认知心理学、人工智能、脑科学等学科交叉的物产。因而通过揭示这些科学中的系统观,可以从不同侧面反映出认知科学中的系统观。

那么,何为系统观呢?系统观就是把研究对象看作一个系统,关注其构成要素之间的相互关系,相互作用,了解其整体和部分,结构和功能,以及层次和层次之间的关系,从整体把握该系统与其周围环

境的相互关系,并运用数学工具和电子计算机等手段,确立一些原则和方法。这些原则和方法主要有:整体性,即从整体出发,对系统的各个要素、层次、结构和功能及其相互关系进行综合考察,把它们看作一个统一的有机体;模型化,即对系统的各要素、各层次结构和功能、系统和环境等等的相互关系加以定量化和形式化,用数学方法,物理形式或图像来表明系统的结构和功能,以便掌握系统各部分、各层次的功能及其相互关系,了解并确定系统存在的价值、功能特性及其相互关系;最优化,即从系统整体出发,用数学方法来分析一定条件下的系统的特性,在动态中调节或控制系统,使系统整体功能达到最佳的目标等等。

一、语言系统观

乔姆斯基的语言哲学是一个有机联系的发展过程,它不仅是一个历时性的整体,也是一个共时性的整体。它在《句法结构》中提出三个句法模型:有限状态模型、短语结构规则和转换模型,乔姆斯基通过举例来说明三个句法模型的内在关系。他说:“这可以设想为一台机器,机器里面包含有一系列有限数的状态,而机器可以表现出这些状态中的任何一个

收稿日期:2002-08-09

作者简介:魏屹东,山西大学哲学系教授。

状态,这就产生了一个信号,比如说,一个英语单词,一个状态是开始态,另一个是结尾态”。^①首先从开始态到结尾态,经过一些成分(状态,词)的组合,就形成句子。其次,通过第二种模型,就可以推导出句子。然后,经过第三种模型,就能把深层结构的句子转换成表层结构的句子。深层结构是语言的语义部分,表层结构是语音部分,深层结构和表层结构共同构成语法理论这个整体,深层结构决定语言的转换部分即表层结构。可见,这三种模型之间是相互联系、相互作用的,它们共同构成一个完整的语法理论。乔姆斯基提出这三种句法结构的目的在于寻找一个句法分析达到简明的公式化的说明途径,他在《句法结构》一书的末尾指出:“语法最好独立于语义学而成为自成系统的研究,成为一个公式系统”。^②他的体系一向为计算机研究者与形式语言学家所重视,他的《句法结构》被认为是第一个语法的数学模型。有的科学家认为,“形式语言大致于1956年问世。那时乔姆斯基给出一种语法的数学模型,该语法与当时他所研究的自然语言有关”。他们认为,“时至今日,在不了解语言及自动机理论的技术和结果的情况下,就不能对计算机科学进行严肃的研究”。^③这就说明了乔姆斯基语言理论的深远影响。

乔姆斯基在力求语法形式化的过程中提出了决定程序和评价程度,使语法的形成问题越来越趋向于以人的内在能力来解决。他还认为,语言能力是天赋的,而不是通过刺激反应培养出来的,也就是说人脑中先天地存在着一套极为复杂的普遍语法规则。从逻辑意义上讲,普遍语法规则是一个组合性系统,它由许多包括一些规则的子系统组成,每个子系统都有少量参数差异,各子系统按一定方式相互影响。正如他在《语言与责任》中所说的:“普遍语法是一些可能的语法的类的原则系统,特别是说明特殊语法是如何组织起来的,这些部分的不同规则是如何构成的,它们如何相互作用等。”^④

乔姆斯基认为,研究语言能力比研究行为更为重要,因而语言学家所要做的就是根据语言运用的一些经验材料去探索说话者与听话者在语言行为中的一个潜在的规则系统,从规则系统去了解语言。乔姆斯基的语言学符合皮亚杰所说的结构主义的三个基本原则,即整体性、转换性和自调性。他的深层

结构和表层结构等理论与社会学中的结构主义相类似。可见,乔姆斯基的语言学具有结构主义的特征,而且乔姆斯基克服了以前的结构主义语言学把语法、语义和语音三者分割开来的缺点,力求从他的体系出发把三者结合起来,并在深层结构理论中着重研究语义。

总而言之,乔姆斯基在由浅入深地探索人的语言能力生成的过程中,始终立足于用系统的观点来认识和解决问题。从他的思想中我们可以看出,语言就是一种结构,语法是含有一系列子系统的组合性系统,而且他还提出一些程序、模型如语言习得装置等,都充分渗透着系统观。

二、认知系统观

认知心理学是从人的行为去推论心智用什么程序来造成行为的。皮亚杰认为,人类智力活动都包含有一定的认知结构,“认识的获得必须用一个结构主义和建构主义紧密地连结起来的理论来说明,也就是说,每一个结构都是心理发生的结果,而心理发生就是从一较初级的结构转化为一个较复杂的结构”。^⑤结构即事物整体与部分、部分与部分之间相对稳定的结合形式,人的认识是一种结构,没有结构的认识,就不成其为认识。

皮亚杰创造的临床描述法就是从整体的观点出发来研究儿童的思维发展,不仅观察儿童认识什么,也探讨他们如何认识,这样就能完整地揭示儿童智力的发展过程。

皮亚杰认为,“传统的认识只顾及到高级水平的认识,换言之,只顾及到认识的某些最后结果”^⑥,而看不到认识本身就是建构过程,或者说看不到认识发展的过程是一个内在结构连续的组织 and 再组织的过程。皮亚杰运用数学概念和符号逻辑工具,对实验材料做了结构性分析,并提出相应的结构模型。他用“运演”这一术语来说明儿童的活动类型。“运演”之间的协调组成结构的整体,包括群、格和群集等,群集是在群和格的基础上形成的。群和格是数学上的排列、组合结构,群集是一个分类系统。皮亚杰认为,“运演”是一种认识活动,它能协调各种活动成为一个整体运演系统,又渗透在整个思维活动当中。正是基于以上理论,皮亚杰把人的认识过程或思维发展分为四个阶段:一是感觉动作阶段;二是前

运演阶段;三是具体运演阶段;四是形式运演阶段。这四个阶段之间既有差异,又相互联系,每个阶段都是许多因素的一个新融合、新结构。从这几个阶段的划分中可以看出,在皮亚杰的认识论中,运演思维结构是认识活动或智力活动的主要结构。他认为,运演结构不仅是一种生物结构,更重要的是一种逻辑结构。

由上述分析可知,皮亚杰在研究人的认知发展过程中,首先把人当作一个整体来考察,然后又分为四个发展阶段,并且采用定量、定性的研究方法,进一步考察每个层次和结构的发展,既注重整体,又注重部分及部分之间、整体与部分之间的关系。同时,皮亚杰还强调认识的建构是通过主客体相互作用的,他说:“认识既不是起因于一个有自我意识的主体,也不是起因于业已形成的(从主体的角度来看)、会把自己烙印在主体之上的客体;认识起因于主客体之间的相互作用,这种作用发生在主体与客体之间的中途,因而同时既包含着主体又包含着客体……”,^⑦“认识既不能看作是主体内部结构中预先决定了的,——它们起因于有效地和不断地建构;也不能看作是在客体的预先存在着的特性中预先决定了的,因为客体只是通过这些内部结构的中介作用才被认识的”。^⑧由此可见,皮亚杰不仅认为人及人的认识是一个系统,而且是开放的系统,充分注意到了系统内部与外部的相互作用问题。总之,皮亚杰是充分利用系统观去观察人的行为,推测并描述心智的程序。

三、智能系统观

人工智能(AI)把人的认识过程看作是信息加工过程。人其实就是一个信息加工系统或者叫做物理符号系统。一个完整的物理符号系统必须具备输入、输出、存储、复制及建立符号结构和条件转移的功能。由于人类具备这些功能,因而能够进行信息加工,才会表现出智能,比如观察、认识外界事物、接受智力测验等等。而计算机也具备以上功能,因而它也是一个物理符号系统,所以也能表现出智能,从而能模拟人的活动。总的来说,“人工智能”就是一种以先进的计算机和它们的程序保障为基础的高效能系统。这种系统能处理各种信息,能在很短的时间内解决以“指数”表示的复杂问题。“人工智能”能

从根本上加强和填补人们在各种条件下,特别是在极端异常的条件下解决问题的能力。

其实,人工智能就是要致力于用计算机程序语言描述人类智能,从而通过计算机来加以实现。人工智能能够给一个物理符号系统即计算机施加一个模拟人类智能的程序,然后给这个系统一定任务,它就会产生行为。西蒙认为,根据信息加工理论,人类思维本质上就是信息加工过程,而计算机也是信息加工系统,所以,计算机能模拟人的思维。机器能模拟人类思维,其基础在于运用信息加工语言作为程序语言。无论是有生命的人或人工的计算机信息加工系统都是操作符号和符号结构的过程,而信息加工语言以符号结构而不是数字作为变量,所以,用这种语言可以直接表示思维过程。这样,只用信息加工语言把思维过程编写成程序,让计算机去执行,也就实现了机器思维。1956年纽厄尔和西蒙成功地编写出历史上第一个模拟人解决问题的计算机程序——“逻辑理论家”(Logic Theorist, 简称LT)。它模拟人证明符号逻辑定理的思维活动,证明了数学大师罗素的名著《数学原理》中的52条数学定理。在此基础上纽厄尔和西蒙还编制了能解答10种不同问题的“通用问题求解程序”(General Problem Solving),简称GPS,被IBM公司引进作为研究AI的工具。此外,哈肯和阿佩尔编制出一种很复杂的程序,让三台IBM360大型电脑去自动寻找各种可能的情况,并逐一判断,耗时1200个机时,做完了200亿个逻辑判断,证明了困扰数学界长达100余年之久的难题——“四色定理”。这些成就在学术界引起巨大反响。

综上所述,人工智能就是要建立智力模型,探究脑模型与脑原型之间的相互关系,也就是研究从技术上设计出来的模型与脑的真实情况的关系。人工智能的研究,首先是把脑原型和脑模型都当作一个完整的系统,然后下设了许多子系统,规定了一套完备的规则或程序语言等等。很明显,人工智能的研究是运用了系统的方法。

四、大脑系统观

大脑与思维的关系问题引起人们越来越大的兴趣,人们越来越意识到人的思维与大脑有着密切的关系。美国著名神经生理学家、诺贝尔奖金获得者

斯佩里就认为,主观的意识和思维是脑过程的一个组成部分,它们的形成取决于神经回路及其相关的生理运动,是脑的高层次活动的结果。法国的神经生理学家尚格也在他的著作《神经元的人》中提出,行为、思维和情绪等来源于大脑中产生的物理和化学现象,是相应神经元组合的结果。但是,过去脑科学取得的成果并不显著,原因之一就是由于采用的研究方法不当造成的。过去研究脑,主要是研究脑的各个区域的功能,然后再试图去搞清楚它们是怎样合在一起进行工作的。但大脑实在是太复杂了,整个人脑大约有 10^{11} 个神经元,约 10^{14} 个突触,有好几百个结构不同、可能处在不同层次的部分组织,因而过去研究大脑的方法是很难揭示出脑是如何工作的。

科学家们通过割裂脑的研究发现,大脑由两侧半球组成,每侧半球的皮层都有感觉区,运动区和联合区,都有相同的皮层下结构。因此,中枢神经系统实际上是由两套机构,左右各一,分别管理和控制着半边身体的感觉和运动等功能。两侧大脑半球有着广泛的神经纤维联系,保持着极为密切的信息交换,从而使人的一切日常活动都是如此和谐。由此可见,大脑本身就是一个巨系统,在这个巨系统下,除了有左右半球两个子系统外,还有中脑、桥脑、延髓……功能模块、细胞、亚细胞等子系统,大脑这个巨系统和这些子系统以及子系统之间有着多种多样的组合形式和联系方式。基于以上研究,神经科学家、认知科学家、计算机科学家和数学家们运用系统的方法,通过模仿人脑的解剖结构而设计出一种计算机,称作神经计算机。它是通过并行分布处理和自组织方式,由大量基本处理单元相互连接而成的系统。在此基础上,又设计了神经回路模型、光学神经计算机。从信息输入脑模型后脑模型处理的结果来推测脑原型的工作原理。

正是由于认识到大脑是一个能动的、多层次结构的系统,大脑的信息加工是在这种多层次、多回路的电信号和化学信号共同构成的信息整合过程中发生的,所以对脑的研究必须整合到整个大脑的动力学原型中去探究,否则就会只见树木,不见森林。

结 束 语

系统观就是以系统为观察、思考和研究对象,从整体出发来观察、研究系统整体和组成系统整体的各要素的相互关系,从本质上说明其结构、功能、行为,动态地把握系统整体。由于系统的方法有着很大的优越性,因而很多科学家都采纳了系统方法进行研究,由于篇幅所限,这里就不做一一讨论了,而仅仅对语言学,认知心理学、人工智能和脑科学中体现出的系统观做了探究。由前面的论述可以发现,认知发展是语言发展的基础,而语言发展又促进了人工智能的发展,人工智能的发展又使信息加工的观点贯穿在心理学的各个领域,脑科学的发展更是促进了以上各门科学的发展。可见,语言学、认知心理学、人工智能和脑科学确实是相互联系、相互作用的,它们共同从属于科学整体这个系统,而认知科学就是作为各门科学交叉的一个产物而兴起的。因此,对以上这些学科系统观的研究,在某种程度上也即对认知科学系统观的揭示。综观各门科学运用系统的方法都取得了令人瞩目的成果,相信系统方法在各门学科中必将会有更大的发展空间。

注 释:

- ①② 乔姆斯基:《句法结构》,中国社会科学出版社出版,1979年版,第15,108页。
- ③ 霍普克洛夫特、厄尔曼合著:《形式语言及自动机的关系》原序,科学出版社1979年版,第3页。
- ④ 乔姆斯基:《语言与责任》,中国社会科学出版社1979年版,第15,17,21,16,180页。
- ⑤⑥⑦⑧ 皮亚杰:《发生认识论原理》,商务印书馆1981年版,第15,17,21,16页。

(责任编辑:陈玉光)