

辩证逻辑与智能

沈卫国

(西北工业大学 信息智能与逻辑研究所, 陕西 西安 710072)

摘要:首先对存在争议的辩证逻辑及其与传统逻辑的关系问题进行了讨论. 对与人工智能的限度问题密切相关的歌德尔定理进行了分析, 澄清了其中的疑难. 对人脑中的信息过程、其与逻辑推理的关系、智能的本质等问题, 进行了讨论, 并提出了作者的见解.

关键词:辩证逻辑; 歌德尔定理; 智能; 信息;

中图分类号:TP18 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4785(2011)04-0295-08

Research on dialectical logic and intelligence

SHEN Weiguo

(The Research Institute of Information, Intelligence and Logic, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: The author first discussed controversial dialectical logic and its relationship with traditional logic, and then analyzed the Godel theorem, which is closely related to the limitation of artificial intelligence. Following that, work was done to clarify a puzzling problem concerning the Godel theorem. The information process of the human brain, its relationship with logical reasoning, and the essence of intelligence were discussed in detail. Finally, the author also proposed his own theories on the subject.

Keywords: dialectical logic; Godel theorem; intelligence; information

与人类智能活动密切相关的辩证逻辑, 长期以来, 由于与高度形式化的传统逻辑的表现不一致性, 导致相当多的逻辑学者对其并不认同, 争论长期存在着. 笔者经过仔细辨识, 得到辩证逻辑与传统形式逻辑在逻辑规则上并无本质的不同, 而区别只是由于主、客观事物的复杂性, 很多概念必须以复合命题的形式存在才能客观地反映这种复杂性, 于是, 考虑了这一因素, 很多看似矛盾的命题就不矛盾了. 因此, 辩证逻辑和传统形式逻辑完全可以在现有逻辑的框架下统一予以描述. 它们之间的区别仅仅是研究的出发点和侧重点的不同. 如此, 就彻底化解了长期存在的关于此问题的争执. 与此有关地, 笔者又分析了与智能基本问题密切相关的歌德尔定理问题. 长期以来, 围绕这一定理, 很多著名学者相继卷入了“机器是否可以比人强”的争论. 尽管争论的双方都是著名人物, 但仍然莫衷一是. 笔者在前期一系列工作的基础上, 相当彻底地分析了这一问题, 并给出了

相应的回答. 最后, 笔者用黑箱法及外特性法分析、还原了人脑中的信息过程, 智能的本质及其具体的实现过程, 智能与逻辑的关系问题; 推理、逻辑过程究竟在大脑中是如何实现的等一系列人们应该很感兴趣的问题. 而这些问题的被揭示, 可以预见, 将有助于未来人工智能的完善与提高.

1 辩证思维、辩证逻辑的本质、目的及与传统逻辑的异同

辩证法的精髓, 主要是对立统一、量变质变、否定之否定等内容. 它给人的正面印象是灵活、丰富及哲理性; 但负面的印象是不严格、模糊、歧义、自相矛盾等. 辩证法通常被认为是与机械观对立的, 而逻辑、特别是数理逻辑本质上就是研究推理人类思维活动的确定规律的, 它实际上离不开一系列的机械步骤及规则. 因此, 辩证与逻辑, 是一对含有对立意味的概念. 这也是一些学者明里暗里反对将辩证法引入逻辑研究的内在原因. 那么, 为什么还要有辩证逻辑? 逻辑是可辩证的吗? 或则, 辩证法是可以逻

辑化的吗?辩证法之所以会产生,是由于单一的概念、词汇、命题对于复杂的客观事物的信息量不够.相对于客观实际而言,这些命题实际并没有界定清楚,从而要想客观地反映现实世界,必须对单一概念、词汇、命题进行扩充、说明、界定,也就是要对单一命题施以限制条件或者给出其存在的条件,形成复合命题,而这些条件在只有单一命题时都是隐含的.特别地,一些单一的矛盾命题(如好、坏等),或虽不矛盾、但含义相反的命题(如有优点、有缺点等),在加进条件命题变成复合命题后,完全可以不再矛盾.此类命题,可以称之为辩证命题或复合辩证命题.辩证逻辑,显然就是研究这些命题的.因此,辩证法的任务,可以视之为是将某种原因(认识有限、精炼语言、语言习惯、看问题简单化)隐藏于单一命题,特别是相互矛盾的单一命题中的条件找出来,或者将原本并不矛盾的命题,在加进相关条件后,变成矛盾的.而辩证逻辑,也就应该是研究这些命题间的推理的.而传统逻辑,一般是研究单一命题的,也就是始终条件一致的命题.这里,相互矛盾的单一命题就是矛盾的,没有可能将其融和进一个不矛盾的复合命题中,正像在现实生活中经常做的那样.显然,这就会遗漏很多始终会涉及到的命题,它无论对语言元素集还是客观事物而言,都是不完备的.现举一些例子予以说明.

1) 由于事物的相对性,比如上、下、大、小、高、矮、胖、瘦等这些概念命题,在作为单一命题时是相互矛盾的(这里“小”可非严格地理解成“不大”,等等).但如果加上限制条件“相对于某人而言”或“以某人为基准”等命题,则这些复合命题不再矛盾.相反,如果二人同高,但加进条件“某一人站在凳子上”,则原本同高的二人就不同高了.这里的“高度”,已经不是指的“身体本身的高度”了.

2) 纸老虎、真老虎(非纸老虎).表现是矛盾命题.但如果以“得不到人民支持”为条件去定义纸老虎,然后又以“武器好”去定义真老虎,可以说帝国主义又是纸老虎,又是真老虎,它为了精炼语言,隐含掉了复合条件命题.辩证逻辑的命题应该是确定的,并不是一些学者认为的是“模糊”的.比如在此例中,“老虎”又是“真老虎”,又是“纸老虎”,既“真”又“纸”,都是实实在在的.而不是“也许真”、“也许纸”,不能确定是否“真”或者“纸”.因此,辩证逻辑本质上并不是模糊逻辑,只不过二者形式上有些相似罢了.

3) 平行线又可相交又不可相交.有辩证意味,此命题为矛盾命题.但在欧氏几何公理下,不可相交;而在非欧几何公理下,可以相交.这实际是一个对平行

线的定义问题.在欧氏几何中,不相交的是平行线;在非欧几何中,相交的是平行线.这里,“公理”即“条件”,不同的条件、公理、前提、原则,可得到不同甚至表面矛盾的命题(指隐含这些前提条件命题时).可见,命题如果太过简短(单一命题),则可能不能涵盖客观上与此命题有关的所有丰富内容.

辩证逻辑的任务,主要有两方面.

1) 假设在条件命题 a 下可以得到命题(结论) A ,而在条件命题 b 下可以得到命题(结论)非 A .传统逻辑的目的就是得到 A ,至于 a 是否参与推理或者仅是隐含的并不重要.如果在传统逻辑中推出了非 A ,那就意味着 A 是假命题;如果在某前提下同时推出了 A 和非 A ,则按排中律,由反证法说明推理的前提有问题.传统逻辑认为上述结论是当然的、惟一正确的,特别是 a 、 b 条件被隐含或不明显时.辩证逻辑下,事情不能到此为止,它的任务是找出往往是隐含的、不明显的、甚至是隐藏很深的(这也正是“辩证思想”往往非常高深、非常困难的原因)条件 a 、 b ,使原先是矛盾的命题 A 和非 A ,在加上限制条件的 a 和 b 后,不再是矛盾的.当然,如果 2 个条件之一非常明显任务就是找出另一个隐含的条件.由于加上限制条件 a 、 b 命题后,等于是(等价于)改变了 A 或非 A 的定义(或直接当作复合命题看),因此实质上它们不再是矛盾命题,或者说,它们此时只是表现矛盾的.此一辩证逻辑推理的目的,是在看似绝对的结论中,找出相对性.也就是原先看似绝对是对的东西,在什么条件下可以是错的,或反之.当然,这一切都与不同的前提条件密切关联.

2) 在传统逻辑中,如果一个系统最终得到了矛盾命题,说明此系统有问题,其前提必须被抛弃.这是排中律所要求的.但在考虑辩证复合命题后,辩证逻辑中完全可以主动地直接从一个矛盾命题出发,找出不同的适用条件,也就是上面的 a 和 b ,当然也可以是 a 或者 b .如此一来,原先在传统逻辑中相互矛盾的命题,变成了复合相对命题,也就是辩证命题.等价地,等于是相对传统逻辑情况改变了原矛盾命题的定义,于是,该命题在辩证逻辑中不再是矛盾命题了.只不过如果图省事,省略了其条件(隐含条件)时,会有貌似矛盾的提法出现.比如“帝国主义又是纸老虎,又是真老虎”,“某人又是好人,又是坏人”等.但这时立论成立(即命题实际不矛盾)的基础,是被隐含的条件、前提的存在.这种辩证逻辑的推理目的,是从原先看似错误或就是错误的东西中,找出在什么条件下,结论可以是或变成正确的.

总之,这种表现的“矛盾性”即辩证矛盾实际是康德的“二律背反”意义的“矛盾”.它由不同的前提

所产生.而辩证法、辩证思维及辩证逻辑的目的,无非是找出看似简单的命题(非此即彼)及其反映的事物间的复杂性.因此,所谓辩证逻辑也必然地研究并符合辩证法式语言的复合命题的逻辑.它的目的不是也不应是也不可能是使逻辑规则本身辩证化,搞出一套新的逻辑规则,用以推出辩证命题.辩证逻辑的本质及其基础,仍是传统逻辑,但用于处理、研究符合辩证法式的较复杂的、有时甚至是表观“矛盾”的辩证复合命题,以区别于传统的单一命题.复合命题早已就进入了传统逻辑的研究中,比如对“谓词”的研究,无论形式逻辑还是数理逻辑都在做,辩证逻辑所要处理的,是一类特殊的辩证复合命题,它是与辩证法、辩证思维有关的复合命题.可以举一个例子来说明这一问题:古希腊之后的2000余年间,人们在几何上采取的是欧氏几何观,认为它是绝对的.这显然符合传统逻辑.突然有一天,有人看出,如果条件、前提(也就是公理)不同,完全可以有看似与欧氏几何矛盾的非欧几何,这种矛盾只是表观的,这就是辩证思维,符合辩证逻辑.但一旦意识到这一点,无论欧氏几何还是非欧几何,其内部的推理规则都必须符合传统逻辑,只是前提(公理)本身不同罢了.以往可能有人对辩证逻辑有误解,认为它允许矛盾命题出现,是不可接受的,由上文分析可见,如果有此种顾虑,也是不必要的.换言之,所谓“辩证矛盾”,实际是个“假矛盾”,是命题、词汇过于简略,未能反映客观事物的全貌及复杂性所致.也就是说,如果逻辑中的真矛盾,其命题必假;而一个“假矛盾”,即实质上的“不矛盾”,其命题则为真.这一结论,无论传统逻辑还是辩证逻辑,都是应该遵守的.

本文提出的方案,既坚持了辩证性,又坚持了传统的排中律、矛盾律,而不必将其“弱化”.其本质是如果遇到表观矛盾,就找出其复合条件,变其为不矛盾,而不是一味在系统中“容纳矛盾”,这样会使系统过于复杂而无所适从.总之,应尽可能用最简单的方法去处理新事物.将新事物归结到传统,如果能够很好地解决问题,又何乐而不为呢?

顺便谈一下,辩证逻辑既是专门研究复合命题(条件性复合命题)的逻辑,就可以借用数学概念,用扩大“维数”来处理.如“否定之否定”,事物发展“螺旋上升”等辩证法中常常涉及的概念、命题,都可以在三维空间中得到描述(所谓螺旋线只能在三维空间存在).这为用数理逻辑的方法处理辩证逻辑问题打下了基础.

事实上,哪怕即使是很简单的空间的一个点,其位置都是一个类似的“辩证命题”.比如点的正负问题,就要依坐标原点(0点)的位置而定.也可以说是

要依不同的坐标系而定,同样需要“类辩证命题”的“相对此坐标系而言该点是正的;相对彼坐标系而言该点又是负的”.如果把坐标系固定(注意:这里“如果”就是条件,就有了复合命题的意味),则空间的一个点如果不去“辩证”地看,也是不可描述的.它必须在多维空间中得到描述,而单纯的一维坐标是描述不了空间中的一个点的.通常在一维空间中的点是不可能又正又负的(坐标系固定的前提下,当然仅此一点,也是“辩证”的了),但如果在二维、三维空间,一个点完全可以在A维中是正的,而在B维中是负的.可以简化地、泛泛地说“该点又正又负”这个在一维空间中是“矛盾命题”的说法,但其真正要说的是“该点的A坐标为正,B坐标为负”.这本质上是一个复合命题.总之,单一命题就如一维空间一样,不足以表现复杂的客观世界.辩证逻辑之于传统形式逻辑,就如实数系扩充到复数系,由线扩充到面及三维空间一般,都是对复杂的客观事物的描述的需要.那种认为逻辑只能描述简单命题的看法,与历史上反对将实数系扩充到复数空间想法如出一辙.

正如上面指出的,辩证逻辑同构于可以称之为“多维逻辑”的东西.这样就建立起了辩证逻辑与多维空间也就是数学中不可或缺的多维空间坐标之间的同构关系,换言之,就为辩证逻辑的数理逻辑化提出了一条极其自然的思路.在这个意义上,辩证逻辑就是多维逻辑.比如,就以通常的辩证命题“美帝既是纸老虎也是真老虎”为例,可以设A坐标表示“受人们拥护的程度”,正,为受拥护;负,为不受拥护.同时,用B坐标表示“武器的先进程度”,正,为先进;负,为落后.这2个坐标系中,为正的,都可视为是“真老虎”;为负的,也都可视为是“纸老虎”.于是,“美帝既是纸老虎也是真老虎”,可用上述坐标系中的一个点或一个区域表示.它在A坐标中是负的;而在B坐标中是正的.这个意义上,可以说该点“又正又负”,但绝对不是在同一个坐标(只能表示线上的点,而不能表示平面及三维空间中的点)中的又正又负,后者是矛盾命题,而前者当然不矛盾,它表示的是2个坐标中的情况,互相没有冲突.于是也可以说,这种所谓的“矛盾”是表观的,是一个“辩证矛盾”.既然可以用多维空间中的点或线(轨迹)或区域来表示辩证命题,复合命题,而前者为通常数学中最为平常的描述工具,那么,辩证逻辑的数理化、数学化,自然是不成问题的了.

最后,还应该“辩证地”看辩证逻辑本身.是不是可以有这样典型的辩证逻辑句式:从某种意义上看,辩证逻辑就是传统形式逻辑,其逻辑规则并无不同,

只不过它研究的是复合、复杂命题而已;但从另一角度,辩证逻辑又不同于传统逻辑,理由也不过是它所研究的对象,是有别于传统形式逻辑的简单命题的复合、复杂、多维命题。总之,绝对化地认为辩证逻辑就是、或完全不同于传统形式逻辑的看法,都不能不是片面的,也就不是在“辩证地”看待这一问题了。

2 歌德尔定理所引出的问题——兼谈机器与智能的关系问题

歌德尔定理是说,总有所给系统内不可证的命题存在。也就是说,总有系统外的真命题存在。同时,歌德尔曾经讲过(1931年),“所有数学形式系统的内在不完全性的根源在于,更高类型的形式化总将持续到超穷,因此,这里构造的不可判定命题在更高类型中将变成可判定的”。也就是说,按歌德尔的意见,任何真命题都可以由某一个系统证明之。换言之,任何(所有、全部)命题又都可证。如果存在“全体系统的系统”,则必产生矛盾。也就是说,按歌德尔定理,必有该全部系统的系统之外的真命题存在(在该系统内不可证,又必可证,矛盾)。于是,只能是没有“全体系统的系统”。这与当下公理集合论系统倒是是一致的(正则公理等)。此时可以有2种情况:1)全部系统存在,但不构成系统(指新的、总的);2)或不存在全部系统这个东西,或构不成全部系统。但前面已经有“全部命题”(且都可证)了,首先,命题总数可数否?不可数,怎么证?另外,一系统包含很多命题,因讨论的就是“命题系统”,命题无疑应该多于系统,但多的命题可有“全部”,而少的系统却反而没有“全部”?也就是系统又反而多于它所包含、研究、处理的命题?显然矛盾!如果说总有命题不可证(不是全部都可证),那么,就意味着对全部系统都不可证,或者全部系统的系统之外仍有真命题存在。而前已述及,全部系统要么不存在,要么不存在全部系统的系统。仍矛盾。总之,看出,以往未被注意到的是歌德尔定理的结论,一旦涉及所有论域,是内在矛盾的。也就是,以揭示系统不完备为己任的歌德尔定理本身,如果将其结论直接推广到“超穷”领域,也是不完备的!这是以往所没有想到的。此情况,只有在承认存在全部系统的系统和歌德尔定理的局限性、相对性的前提下才能得以解决。而由对与歌德尔定理密切相关的康托对角线法的分析可知,这一切都是可以实现的。见笔者前期论文及著作。歌德尔定理是严格地在传统公理集合论系统(如ZFC系统)中得到的。严格地,它证明也只证明在ZFC下,有不可证的真命题存在。对于这一结果,可以有2种看法,一种即传统上人们不自觉

地采取的:ZFC公理系统并未被发现有什么漏洞,因此是完备的,超穷数、超穷系统的存在不仅是它的推论,而且其一切结论、定理(自然包括歌德尔定理)也都在超穷范围内成立。前面已经看到,这种处理方式产生了出人意料的矛盾。另一种看法,就是歌德尔定理反映了也仅仅反映了ZFC系统自身的不完备性,在对其改进后,所有的系统内的真命题都将可证,起码不会再被证明存在不可证的真命题。这种可能性以往由于看不到其存在的可能性,而未被人们重视,甚至很少被人们提及。事实上,由于第1种看法由前文可见产生了矛盾,这实际可以看作是对第2种看法的一个证明,因为只有这2种可能。明确地说,就是终于可以认为有了一个ZFC系统不完备的证明。而在新系统中,所谓超穷数、超穷系统都不是必需的。事实上,歌德尔定理产生的原因,仍然是与康托对角线法有关的。那里,“可证”的命题数为所有命题(当然包括“自指”的“不可证”命题,甚至自相矛盾的命题)的一个真子集,而一个完备的系统,其中的命题应该都可证。所以,这样的系统是不完备的。它的原因,表面上是所给系统范围太窄,而实际上是所允许的命题范围太宽。以往的解决思路偏重于前者,上面已经分析了,这实际会导致矛盾。所以,用公理去限制“不可证”类命题的出现,也可以理解成虽然“缩小”了命题的范围,但却等于是使系统包括了所有可证命题,也就是扩大了可证命题的表达系统(参看笔者在系列文章、著作中对康托对角线法的分析)。而一旦歌德尔定理获得新的诠释及被赋予适用范围和相对化,由其产生的著名的“人比机器强否”及“心与算法哪个强”等智能领域的棘手问题将不复存在。

3 人脑中的信息活动——智能

严格地说,人脑中的信息活动不仅限于智能,比如,心脏的跳动、新陈代谢的生理活动等,都涉及信息活动。而其他生物的脑中,也不是没有智能活动,特别是高等生物。但是,人脑中的智能活动是无与伦比的,这种说法并非没有道理。

信息,笔者曾有研究,给出的定义是:事物间的因果性同构因素,或一般些,由于自然界的守恒律,在事物相互作用的过程中,可在事物间传递并保存、维持的事物状态的形态,此即信息。

由于人们对大脑的结构、生化、生理活动知之甚少,因此,只能采取黑箱研究方法,参考现代计算机的结构、工作原理,根据其外特性来“猜测”其内部应该或可能的信息活动过程、机制。比如,人对某事物的记忆的恢复、还有“灵感”等,都是突然间产生

的,没有慢慢地想起这回事,比如想起一个人的形象,先想到他的左眼,再想到他的右眼,然后又想起什么,根本不可能.这就是一种“外特性”.它说明了什么?尽管不知道这些信息过程在脑中的具体情况,但一定可以知道脑中这类活动必然涉及信息的整体的同时的调动、存取.这在计算机中由于结构、容量的限制,是很难实现的.而这一切是不是要有一个此类信息的“结点”或“编、解码器”(而且根据其庞大的信息量和瞬时性,一般应该是并行的,或者“阶梯”结构的?注:写完此段后,只是在最近才从一则报道中了解到,人脑中确有复杂的“层状结构”,这或许印证了笔者的猜测?)一类的结构和网络及其“网关”,类似服务器一类的功能.还有“联想”,比如忘了某人的姓名,现想起或查到他的姓,然后突然之间就想起他的名字了.这是部分到整体的联想.如果不同的事物有相同的部分结构,就可以通过这部分从一个事物“联想”到另一个事物.这在脑中,无非就是把2个、多个大部分不同的事物由其中相同、相似的那一小部分“纽带”联系起来罢了.此种功能,计算机网络的“搜索引擎”,是它的初级化的、也许是机械化的、虽然不是太成功、但已经是很不错的模拟.

还有另一类问题,比如光被说成“目遇之成色”,风为“耳遇之成声”.光不过是振动的电磁波,声也不过是振动的声波.它们本无色无声.所以,声、色,是自然界(除生物外的)中所没有的,自然界中只有波.也就是说,声、色,是人脑、生物脑中将相应的、外在的“波”符号化的东西,它实际也就是一种符号.那么,这一已经固定的对应关系,是大自然偶然选择的吗?可否将声波符号化为色,将电磁波符号化为声?不行,这大概涉及频率问题,二者的频率不同.这一点上,二者具有各自的本源性,也就是说,脑所选择的符号还是与其目标对象有必然的、惟一的对应关系的.但是,由存在红绿色盲、颜色颠倒这一现象看来,此种对应也不是绝对的,也是在一定范围可以变化的.总之,大脑不可能将外界的电磁波、声波的客观事物直接存储,因此只得以同构性的“符号”进行“代替”,而这种代替事物或形态,给它们起名,称之为“光”、“色”、“声”等.

人脑中的智力活动水平,离不开进化与遗传.现就此谈几点看法.

1)生物的进化,未必只是达尔文的被动的自然选择意义的进化.如果仅仅如此,似乎很难解释生物界如此复杂、多样、生动的现实.笔者认为,主动性的进化完全有可能.比如一只蝴蝶,看到大眼物(一般物大眼也大)本能地害怕,形象进入它的大脑后,作

为信息储存于它的大脑,在脑细胞中建立了一个同构的分子水平的结构,再将此一同构的结构传递给遗传细胞,这样,它的翅膀上长出了对称的眼形的花纹,以吓唬捕食者.

2)脑中的智能活动是分子水平的活动,不仅仅是细胞水平的.证明,比如本能(无论是人的,还是其他生物的)都要通过脑来实现,但遗传只能靠分子水平的DNA来实现,而本能是可以遗传的,如果本能只是涉及细胞、神经水平的信息,则不可能遗传.

3)参考计算机原理及结构,看看人脑中应该有些什么样的结构.人脑中应该有类似计算机中ROM(只读存储器)的结构,用于固定、存储遗传信息、本能等.还应该有RAM(随机存储器)的结构,用于创造、学习等.不涉及遗传,人小时候是空白的.RAM又可分为“可擦的”和“不可擦的”,反复记忆,将不可擦除,成为永久记忆,而不必要的,则随时“擦除”即忘却,以免脑中积存的垃圾信息过多.低等生物,后天学习能力差,很多能力、本能需要遗传,因此ROM结构应该较发达;而高等生物正相反,后天学习能力强,需要遗传的本能少,所以RAM类型的结构应该更发达.脑神经构成复杂拓扑结构的“互联网”,而且它应该可以拓展,由脑神经的新的突触的产生和连接,网络可以扩大.脑细胞中的类DNA物质或特殊的蛋白质(只是猜测,具体何物,有待揭示)负责存储、处理、接收、发送信息,作为存储媒介的载体.人脑中的信息通道,应该是并行的,串行通道满足不了大规模高速的信息传输.人脑中还应该类似解码器的结构.比如,人通过眼睛看到某物,通过眼中的感光细胞,形成并行通道传至大脑中的特定区域,由编码器转换成脑中同构的物质形态,存储起来.当人再一次“想起”它时,会立即由解码器将此物的信息调出并解码,恢复其原始形象(在所谓在“脑海”中或在“眼前”),人们就似乎又见到了此物.人脑还可以将互相关联的事物进行关联性存储,当形象、生育、行为等与一个具体的人像联系时(即同一个人的不同特性),大脑会将其“整合”在一起,以形成一个整体性的形象,当然,它们未必是被“放在”脑中的同一位置的,但作为类似计算机中的“数据结构”的信息结构的一部分,可以互相连接.没有理由假设脑中的信息结构是二进制的,它们应该是并行的、多状态的、网络化的.所以信息的存储、提取、传输、转换都是极快的,信息的容量也是超大的.因此,在脑中可以做到整体性地将庞大的信息结构一次性地、快速地进行提取、传输、存储、加工、比较、舍取、加减、修改、变形等.而这一切,都与入脑中的信息活动,也就是智能活动密切相关.比如比较、

联想、猜测(猜想与假设)、提炼、精简、丰富、创新、省略、类比、类推、推测、演绎、归纳等智能活动。这里以创新、发明这一最为典型的智能活动为例,来说明这一问题。

发明分有效发明和无效发明。无效发明是不符合实际情况的、不适用的、或根本制造不出来的等。一个有效的发明,其必要条件是,构成发明的2个或多个事物间要有同构的部分,无论是明显的,还是隐含的。比如,这里随便举一个想到的真实的发明例子:曾经有人感到在海滩上喝啤酒,玻璃杯麻烦,纸杯又被乱丢、不环保而发明了“冰杯”,酒喝完了,杯子也化了,既省事,又环保。那么,在发明人的脑中,这一智能活动具体是怎样实现的呢?这当然是“冰”和“杯子”的叠加过程,但又不是简单的叠加。它之所以最终可以实现,是由于杯子都要由材料构成,而且可以是不同的材料,而冰显然就是一种材料,或可以构成材料,虽然这一点可能是不明显的、隐含的,而这也正是一项好的发明的魅力所在。冰可以形成不同的形状,包括“杯形”。二者(2种完全不同的事物)在“由材料构成”和“作为材料”方面,是可以发生联系的,仅就“材料”这一概念而言,它们是同构的。于是,首先在发明人的脑中形成了新的“想法”,它体现了在脑中的新事物的产生,但它不是在脑中产生了新的物体、物质,而是新的物质形态、物质关系,也就是信息。然后,再由人们按照这一想法,去用冰代替原先的玻璃等材料,做成以往从没有过的“冰杯”。由此可见,物质离不开形态,新的形态,可以产生新的物质。当然,并不是随便什么东西的简单相加都可以成为有意义的发明。比如,用水与杯“相加”,就构不成什么;铅虽然可以作材料,但在这里,不是一个好的材料。所以同构性的“联想”过后,还要“猜测”,还要验证(是一种推理的智力活动)。这往往是因为客观事物是复杂的、多方面的,人的思维活动、智力活动在某一时间内一般是“反应”不过来的,因此需要一系列的、涉及不同侧面的智力活动,最终才能完成一项有意义的、成功的、也就是符合实际的发明或者发现。至此,不禁要问:宇宙间,不同形态的物质守恒吗?比如“飞机”,你永远也无法证明在很远的太空某处,会有或不会有其他太空人类制造的飞机存在,一模一样、甚至连一个铆钉都一样的飞机的存在。但在足够小的宇宙范围内,大自然当然会创造、产生新的物质(形成新的物质形态),其中有些还是通过人类来实现的。而且,即使人类本身,也是大自然的产物,也可以说就是大自然的创造物。所以说,在局部宇宙,物质就种类、形态而言,是不守恒的。它也不一定只有增加,某

些时候也可以减少。还说飞机,大自然(慎重些,局部宇宙)中原先没有,现在广义而言,已经成了大自然的一部分了。人的创造,首先是在脑中的创造(也许就是所谓“虚拟”的、主观的),通过脑的创造,再到真实的、客观世界中的创造。

4 智能与逻辑

智能问题,本质上是创造性问题,离不开“猜测”、“联想”,这实际就是智能的精髓及基础。而逻辑,比如三段论,只是机械的演绎过程,似乎谈不上什么“猜测”、“联想”,也就是智能。比如三段论是由“大前提”、“小前提”,演绎而得到“结论”。一个具体的实例:

- 1)所有的金属都导电(大前提);
- 2)铜是金属(小前提);
- 3、所以铜导电(结论)。

要想使上述“机械的”推理变成创造性思维(要有猜测),则第1或第2步(大前提或小前提)应是猜测,为创造性的。比如“铜可能是金属”等。

而“归纳”,是由特殊到普遍,比如:

- 1)铜导电;
- 2)铜是金属;
- 3)所以所有金属可能都导电。

第3步必为猜测也就是“创造”。所以,人们通常认为归纳是比演绎更难智能过程,必为创造性思维。而前面已经看到,演绎可以是,也可以不是。所以提炼、总结出公理,必为创造(要猜测)。当然,以上论点只是对从少数事例推断出普遍结论。如果事例本身是穷举了所有可能的,则也不是创造了。比如:

- 1)铜导电,铁导电,铝导电;
- 2)铜为金属,铁为金属,铝为金属;
- 3)结论:全部金属都导电。

这样的推论,谈不上猜测,所以不能算创造性思维过程。如果考虑到“穷举”在归纳性思维中的普遍性,也可以说,在本质上,归纳、演绎在创造性上,在思维推理的难度上,并没有什么大的区别。只不过归纳涉及多主体,前提很多,得到普遍结论;演绎,则是少主体,得到特殊的结论。其他方面,并没有本质区别。

有人也许会说,“哥德巴赫猜想”已经猜了,但证明难,怎么能说猜想是智能?实际上,证明过程中还是要不断地提出猜测,比如几何证明中的加辅助线等等。人的智能的本质是“猜测”(推测、假设),当然,这里指的是“靠谱的猜测”,或有一定根据的猜测。而此类猜测即可称之为“联想”,而不是用穷举法的“瞎蒙”,这是用计算机可以做到的。“猜测”(类

比、类推、推测)是对不同事物间的某一方面同构结构的反应.人脑是如何实现创新的?具体在脑中,就是大脑不同部位反映的不同客观事物间的脑神经网络的相同、相似结构(位置关系),也就是同构关系间的激发、复制.同构也符合笔者对信息的定义(见前文及笔者有关文章、著作).存储此类结构信息的脑神经突触的可生长性、多发性,以及在存储结构的细胞的指挥下的结构的可复制性,决定了智能的实现,也就是联想、猜想的实现.

当然,即是“猜测”,无论多么“靠谱”,也有猜错的时候,这也就是智能的风险,也就是人“犯错误”的原因所在.

5 香农信息熵(信息的度量)与信息 的同构定义的关系

三段论中的信息过程:

1)所有金属都导电(此为“泛指”,“混乱度”(不确定性)大).此信息(这里逻辑中的命题作为信息而存在)必须在信宿中预置,也就是作为“已知的”事实而存在.对“所有”金属而言,它是确定的;但对具体的,则不确定,不知是指的哪一种金属.同时显然,有多少种不同的金属,不确定性就有多少;

2)铜是金属(作为信源.为特指,混乱度小);

3)所以铜导电(作为信宿.特指,混乱度小了).

“铜是金属”与“铜导电”,在“所有金属都导电”的前提下,是同构的,它消除了不确定性.但香农的信息理论只是信息的特例,即关于信源,已有知识的范围(有限值)被置于信宿中.如果此值为无穷大,即根本无知,或无任何知识存于信宿,也会有信息,只不过此时的信息熵可被看成是无穷大而已.也就是说,无论是有限的还是无限的“不确定性”,信宿关于信源的可能状态范围的不确定性,要消除,只有通过信宿与信源的同构来实现.

香农通常的不确定性再大也是有限的,因此等于缩小了信息定义的范围.只有将其扩展到无穷才对.而此时,说“减小不确定性”将没有什么意义.因为它是从“无穷”减小到固定值的,“减小不确定性”只对有限值才有意义.

6 逻辑的现实基础及其在大脑中的 对应信息过程

逻辑的现实基础是,自然界中的二个事物有关联,或载体一样.如:粒子带电荷同时粒子运动,则电荷运动(电流).“电荷”与“运动”,二者都由“粒子”为中介相联系.而上述事实一旦被表述,就成为了逻辑.

人脑中的信息过程也一样.仍以三段论为例,见图1.

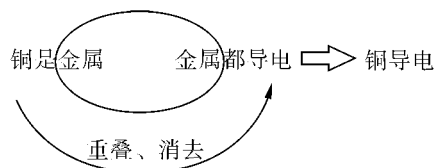


图1 大脑中的推理过程

Fig.1 Deduction in the cerebrum

大脑(远不止是人的)中进行的生理上的“条件反射”,即瞬时完成逻辑推论.比如,前面提到的小动物看到形似大动物的大眼的东西,本能害怕,然后逃跑的过程.见图2.

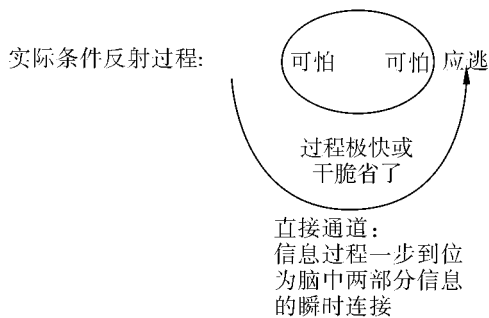
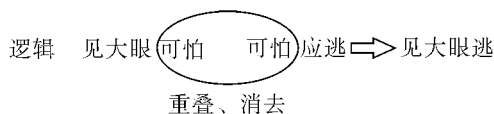


图2 大脑中的“条件反射”过程

Fig.2 Conditioned reflex in the cerebrum

大脑中的一切活动,包括做梦、幻想、回忆,甚至精神病人的“臆想”、幻听、幻视,都说明脑中神经网络间随时在“自动”地、有时甚至是很随意地连接、断裂甚至自动“推理”(简单的).

人脑中的一切信息活动的最基本的现实物质基础,或称为物理基础,还是原子、分子间的由吸引力而产生新事物的能力及逻辑推理的基础.比如2个不同的分子,由于吸引力而结合成一个新的分子(新事物).这与图1、图2所示系统结构同构.2个分子所共同拥有的是相互的“吸引力”.所以原本不同的事物,由于“共同所具有”的吸引力而结合,产生了一个新的事物.

下面再解释一下“同构”与“等价”的区别.这本是个数学概念,无须解释.但不妨用通俗的语言重新描述一下.同构可看成是不同事物间就某方面的部分要素相同,就此方面而言,二事物同构.如“人造心脏与心脏在心脏的功能方面同构,但二者不等价”,二者构成材料就不同.又如:带电粒子,与电粒子运动同构,只是二者不过所处参照系不同,运动状态不同.所有金属导电与铜金属导电同构,不同的仅

是金属的数量二者,但都是金属,都导电,这一点是相同的。

通过以上讨论,笔者认为,在基本的思维活动中(不仅仅是人的),数理逻辑与形式逻辑的三段论比起来,后者更基本。

顺便再谈一下,所谓人工智能,有2个意义。

1)用与人体(脑)一样的材料,人工“制成”大脑,这等于是制造生物、合成生物。事实上,在现代技术下,这已经不是不可想象的了。人类合成有机物,已经不是没有先例了。

2)用其他物质比如硅材料来复制大脑。

过去由于第1点还难以想象,所以通常所论人工智能就是指的第2点。就算用无机材料不可能制成与人脑一样的大脑,那么,用有机材料去“生成”这样的大脑,也已经不是没有可能的了。

7 结论与展望

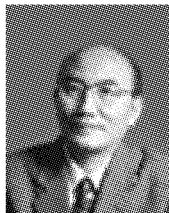
本文围绕与智能直接或间接有关的若干基本问题进行了讨论,这些问题的澄清或解决,将有助于对智能本质的理解,因此在理论与实践2个方面都具有现实意义。比如,以往人们为了解决辩证思维的形式化问题,不得不引入很多与传统逻辑相当不同的十分繁复的“规则”,而这些“规则”由于太复杂而且可能不同程度地必须“容纳”矛盾命题而得不到广泛的支持,同时在实际计算机化、程序化时,也是相当困难的,以至于几乎难有实际意义。而由本文结果,在计算机化、程序化的人工智能中引入辩证过程是完全可能的,以致“机器”将来可以根据需要输出很多辩证逻辑命题供人们参考与选择,甚至“指导”人们或自动机的行为。又如,在本文对大脑中的信息过程以及“条件反射”的实现过程的分析的基础上,完全可以将这些结果运用于自动机的设计中。比如,简化算法、加速机器人的反应速度(模拟人的条件

反射的建立与实现过程)、扩充机器人自学习的领域与范畴并加快其速度等。总之,细心的读者应该能够从本文的分析中得到相应的启发与借鉴,而这正是笔者所希望的。

参考文献:

- [1] 沈卫国,论熵、不可逆过程及数学中的无穷[M]. 福州:海风出版社,2009: 153-225.
- [2] 何华灿、马盈仓. 信息、智能与逻辑[M]. 西安:西北工业大学出版社,2008: 15-135.
- [3] 沈卫国. 论自然科学的若干基本问题[M]. 福州:海风出版社,1998: 1-23.
- [4] 沈卫国. 论序数及连续统的可数性与正则公理[J]. 天津职业院校联合学报,2011(5): 29-38.
- [5] 李宗荣. 理论信息学概论[M]. 北京:中国科学技术出版社,2010: 123-164.
- [6] 钟义信. 信息科学原理[M]. 3rd ed,北京:北京邮电大学出版社,2002: 1-56.
- [7] 李陶深. 人工智能[M]. 重庆:重庆大学出版社,2004: 34-57.
- [8] 王元元. 计算机科学中的逻辑学[M]. 北京:科学出版社,1989: 44-132.
- [9] 王行愚. 控制论基础[M]. 上海:华东化工学院出版社,1989: 22-74.
- [10] 赵国屏. 生物信息学[M]. 北京:科学出版社,2004: 13-136.

作者简介:



沈卫国,男,1950年生,研究员。曾获北京市公用局科技进步二等奖。主要研究方向为信息科学、自动控制、数学基础、科学基础理论及科学哲学等。出版专著3部,发表学术论文近30篇。