

# 智能计算机、人工智能和心理学

陈永明

(中国科学院心理研究所)

## (一)

从使用真空管的第一代计算机发展到使用超大规模集成电路的第四代计算机，其运算速度、存储信息的容量和工作性能，明显地越来越提高了。但是，它的设计思想和工作方式基本上没有根本性的改变，都是根据电子计算机的开拓者、数学家约翰·冯·诺曼的思想设计的，采用二进位制和串行和加工方式。所以，人们把它们统称为“冯·诺曼机”。它们主要用来处理数据，进行数值计算。

第五代计算机则不同，它要处理的对象是知识而不是数据，或者说，它要进行非数值运算。虽然人们对第五代计算机的具体说法并不完全一致，但总起来看，它应该具有这样的功能：能够理解人类的自然语言（包括书面的和口头的）；能够看懂图片的意义；能够进行学习、积累知识；能够根据自身具有的知识进行推理、联想，解决向它提出的问题；在其他方面，也能够以只有人才有的智能方式行事。所以，第五代计算机也叫做处理知识的智能计算机。为了达到这种目标，它在硬件和软件方面，都必须有根本性的突破。

比如说，第五代计算机要在根本上改变上面提到的冯·诺曼体系结构。它要求有新的处理器、新的存储组织和新的平行体系结构等等。它对信息的加工将采取平行的方式，许多运算可以同时进行。例如，如果有这样一个题：

$$(1+2) \times (2+3) + (3+4) \times (4+5) = ?$$

如果采取串行加工的方式，则需七步才能完成，即：

$$1+2=3 \quad 2+3=5 \quad 3+4=7 \quad 4+5=9$$

$$3 \times 5 = 15 \quad 7 \times 9 = 63 \quad 15 + 63 = 78$$

采用平行加工方式，则三步即可完成计算：括号中的四个加法同时进行，两个乘法也同时进行，最后把两个乘积相加。在实际工作中，可能会有几百乃至几千个运算可以同时进行，而计算的对象可能不是数字的加减，而是符号的比较和推理。

从计算机发展的历史来看，差不多每过十年就会发生一次改革，出现新的一代计算机。所以，有人预言，处理知识的智能计算机即第五代计算机，也有可能在本世纪九十年代诞生出来。而智能计算机的出现，将意味着“第二个计算机时代”的到来。

## (二)

“人工智能”这个术语是在1956年提出来的。这一年的夏天，少数有志于要使机器执行智能行为的科学家，在美国达特默思学院开了一个会，商讨有关使机器具有智能这方面

工作的可行性。会议的文件里第一次使用了“人工智能”这个名字。这就是在人工智能历史上占有一定位置的“达特默思”会议。也正是在这一年，纽威尔(A·Newell)和西蒙(H·A·Simon)等人，研制出了证明数理逻辑定理的程序，这个程序模拟了人类的思维活动，表现出了人的智能。因此，人们把1956年看作为人工智能这个学科的诞生之年。由此可见，人工智能是一门非常年轻的学科。

人工智能是在计算机科学的基础上生长起来的。它的任务是编制计算机的智能程序。这种程序将使计算机“显示出那种我们能把它与人类行为中的智能——理解语言、学习、推理、解决问题等联系起来特征。”根据《人工智能手册》介绍，人工智能研究的范围包括：问题解决、逻辑推理、自然语言理解、自动程序设计、学习、专家系统或“知识工程”、机器人学和视觉等。

尽管人工智能如此年轻，但它已经作出了一些令人惊叹的成绩。比如说，专家系统的研制工作就是引人注目的一个方面。所谓专家系统，实际上是一个计算机程序，其中存储着大量的从专家那里取来的知识和推理规则，根据这些知识和规则，它能够在专家作业的水平上进行工作，解决向它提出的有关医学、化学、地质学和教育方面的问题。斯坦福大学费根鲍姆教授(E·A·Feigenbaum)等人编制的DENDRAL程序，是一个识别化合物分子结构的专家系统。它能够利用化学分析家的专门知识，根据化学分析所得到的质谱数据，推断出化合物分子结构的细节。它的作业水平达到化学专家的水平。另外一个有名的专家系统是MYCIN程序。这是一个医疗诊断的计算机程序，用来诊治血液感染病，给医生提供用抗生素来治疗的方案。医生把病人的病史和各项化验结果输入计算机，程序就能根据它自身具有的医学知识(约三百条产生式规则)，进行推理，作出诊断，开出药方。如果医生对此有疑问，不清楚它为什么会得出这种判断，或者为什么会提出用那种药物来治疗，那么，医生可以要求MYCIN回答它自己的思路。比如说，医生可以问它：“你为什么会得出这个结论的？”它就会向医生列举出得出这个结论时所经历的一步一步的推断过程。可以说，它们是相当成功的。我国自己亦已建成了一些医疗专家系统，有中医方面的，如关幼波诊治肝病的计算机程序；西医方面的，象清华大学已研制成了许多个诊治不同疾病的医疗系统。

自然语言理解也是人工智能中一个重要的研究领域，而且一直吸引着人们的兴趣。自然语言理解系统能够用自然语言(如英语或汉语)与人进行对话，回答某一方面的问题，领会人给予的指令，或者把一种语言的句子翻译成另一种语言等等。胡兹(W·A·Woods)编制的LUNAR系统，能够用英文与地质学家进行对话，就阿波罗11宇宙飞船从月球带回来的岩石和土壤成份的化学分析资料回答有关问题，帮助地质学家提取、比较和评定这些资料。巴洛(H·G·Barrow)等人编制的HAWKEYE系统，把图象识别和自然语言理解综合在一起，计算机能根据图象来回答人所提出的问题。例如，人可以用手指着图片中某个东西的图象，同时问：“what is this?”，或者，用手指点出地图的两处，同时问：

“what is the distance between here and here?”系统依靠图象识别和语言理解这两个部分的相互作用，可以回答这些问题。81年，国内也首次研制成了汉语语言理解系统。它以若干动物的常识作为与人进行对话的内容；具有一定的进行演绎推理和归纳推理的能力；在对语句进行分解和合成的基础上，实现了人——机之间用汉语(拼音字)进行交往的目的。

此外，在问题解决和机器人学等人工智能的其它方面，同样也取得了一定的成就。

上面列举了一些材料，其目的想要说明这样一个事实：人工智能要加以研究和解决的问

题，正是第五代计算机或智能计算机所需要具备和实现的东西。从前面对第五代计算机的描述来看，它所要达到和实现的功能——无论是理解自然语言或是识别图象的意义，无论是进行学习、积累知识，还是根据已有的知识作出推论，提出建议，解决问题等等——都是现代人工智能要加以研究的内容。所以，我们可以说，第五代计算机的核心是人工智能。第五代计算机这种智能系统，依靠它存储的大量知识，将能为人类的任何目的服务——从产品设计到医疗诊断，从企业管理到智能教育，从探矿到育种。它也将为任何人都能使用，不管是大学毕业生还是文盲，不论是老人或是儿童。但是，要达到这个目的，其关键乃是人工智能技术的不断发展和创新。事实上，人们也正是在考察了人工智能研究廿多年来的结果，受到了人工智能研究的各个领域中所取得成绩的鼓舞以后，才断定研制第五代计算机的时机已经成熟，并着手向第五代计算机进军的。

### (三)

人类之所以有智能行为，这是因为人的头脑里具有大量的知识。换句话说，人们所有的智能活动，包括理解、识别、解决问题，甚至于学习的能力，归根结蒂都要依靠知识。人们必须首先有了知识，才能理解别人的话；必须首先具备一定的知识，然后才能去解决那些复杂的问题（如数学问题等等），或者更多、更深地了解客观事物。所以，搞人工智能研究的人们认为，要使机器具有人的智能行为，它首先应该具备人具有的那些知识。而要使机器具备人的知识，成为有智能行为的机器，那就需要深刻了解人的知识的性质和结构、知识的形成和积累、知识的表征和利用等等。因此，在人工智能研究中形成了三大中心问题，即知识表征（**representation**）、知识利用（**utilization**）和知识获取（**acquisition**）问题。实际上，这些问题涉及到人的记忆的结构和过程，涉及到人的思维过程和它的规律，以及人的语言和学习过程等等。所以，人们认为：“创造智能机器的关键是了解知识的性质。要了解这个概念及其在人工智能方面的应用，不仅需要计算机科学家，而且还需要心理学家、神经生物学家和哲学家们的关心”。这个意见是符合实情的，也可以说是人工智能学科对心理学研究的期望。回过头来看一看，事实上，从人工智能诞生的这一天起，心理学就与人工智能有着密切的关系。并且，心理学在人工智能的发展中，起了一定的推动作用。当然，反过来亦是如此。

首先，心理学家参与了人工智能科学的奠基工作。前面提到，计算机科学家纽威尔和心理学家西蒙等人，在1956年研制成了一个证明数理逻辑定理的程序。这个程序的名称叫 **Logic Theory Machine**（简称LT）。LT成功地证明了怀特黑德（**A·N·Whitehead**）等人的数学名著《数学原理》第二章中的全部定理。LT没有使用系统的算法过程，因为这种算法过程虽然能保证课题得到解（如果课题有解的话），但它对每一步都要进行尝试和检验，所付出的时间代价太大。纽威尔和西蒙等人把它称之为英国博物馆算法，也是指这个意思而言的。LT采用了启发式的解题方法。启发式方法就是人的经验知识。它虽然并不绝对保证该课题得到解决，但往往能在合理的时间里求得课题的解决，所付出的代价要小得多。所以，他们把这种启发式方法叫做“发现的艺术”。比如说要证明“A蕴涵C”这样一个命题，LT就采用向前链锁法，去寻找一个“A蕴涵B”形式的公理或已证明了的命题，如果发现了这种形式的公理或已证明了的命题（后者可作公理使用），LT就采用分解法，生成一个新的子课题，即“B蕴涵C”。新的子课题替代了原来的课题，只要这个子课题得到证明，那么，“A蕴涵C”这个课题也就得到了证明。由于LT采用了启发式的解题方法，即使证

明《数学原理》中最简单的命题所需的时间,也要比英国博物馆算法的效率提高5倍至100倍。LT模拟了人的思维过程,表现出智能的特征,表明了启发式的解题程序的行为与人解题时的行为是十分类似的。所以,人们把LT程序的建立,看作是人工智能研究的真正开端。

西蒙教授的学生费根鲍姆(人工智能学科中专家系统这个研究领域的创始人),在六十年代曾经说过这样的话:如果在计算机科学方面设诺贝尔奖,赫伯特·西蒙应当是第一个获奖人。西蒙教授作为一个心理学家,他参与了人工智能科学的奠基工作,成为人工智能的创始人之一。

其次,从研究人工智能的方法或途径来看,也可以看到心理学与人工智能的密切关系。人工智能是一门综合性的学科,吸引着其他许多学科(包括控制论、生理学、心理学、逻辑学、和语言学等)的专家们的兴趣。但是,人们在研究人工智能时,往往强调的方面不同,研究的目标各有侧重,所以,他们在从事人工智能研究时,往往采用了不同的方法或途径。具体地说,人工智能研究中有三条不同的途径。一是仿生学途径。它力图建立生理学模型,直接模拟动物及人的感官、脑的结构和功能。二是心理学途径。主张这一途径的人认为“世界上最聪敏的是人”,要使机器具有人的智能,最好的办法是了解、研究人,然后模拟人的智能行为。他们应用实验心理学的方法,搜集和考察人在各种情境下解决各类问题时的言语报告和行为表现,进行分析研究,弄清楚人在解决各类问题时是怎样计划自己的行动的;采用什么样的步骤和策略;怎样进行推理等等。在总结出一些规律的基础上,提出心理学模型,然后用计算机进行模拟,达到使机器表现出智能行为的目的。前面所说的LT程序,就属于这一类。又如,纽威尔和西蒙研制的GPS(通用解题者)程序,也是首先请大学生当被试做了心理学实验后,才在计算机上模拟的。三是工程技术的创作途径。主张这种途径的人认为,只要创造出某种方法,能使计算机解决那些需要人的智能才能解决的任务,这就是模拟了智能。至于人在解决这些任务时是否真是这样的过程,那是无关紧要的。

当然,在这里不是要去评论哪条途径好或不好。但是,有一点可以指出,心理学途径不仅在人工智能的开创阶段起了奠基性的作用,而且,在国际人工智能研究中,现在仍然显得非常活跃,很有生气。

此外,我们可以看到,还有其他一些心理学家也直接或间接地从事着人工智能的研究,他们的工作受到了人工智能学界的重视。这里再举两个例子。(一)奎林(M·R·Quillian)的关于“语义记忆”的理论。奎林认为,人们说话或理解别人的话,都离不开人的记忆。他认为,在人的记忆中,是一些概念和概念之间的关系。这些概念及其关系,彼此间构成了一种错综复杂的网,这就是“语义网络”。在语义网络中,概念用节点来代表,节点之间的连线则表示概念之间的关系。这就形象地表征了语义记忆的结构和工作原理。语义网络是作为人的记忆的心理模型提出来的。但是,这个记忆的心理模型却为计算机模拟提供了基础。后来他建立的机器理解语言的系统TLC(The teachable language comprehender)就是以此模型为基础的。若干年来,人们对语义网络理论一直很感兴趣,几经修改和补充,现已成为研究计算机理解自然语言的重要途径之一。语义网络模型不但用于自然语言理解系统,而且也用于其他方面,如计算机辅助教学的系统。卡博莱(J·R·Carbonell)设计的著名的计算机辅助教学的程序SCHOLAR,也是以语义网络模型为基础的。卡博莱把南美的地理学知识以网络的形式存储在SCHOLAR系统中,在与学生对话过程中,使它能有效地利用记忆中的知识,回答有关地理学的问题,而且,在必要时,它也可以生成合适的问题,

引导学生去进行思考和掌握知识。语义网络实际上是一个关于知识的表征和有效地利用知识的心理学模型。(二)山克(R·C·Schank)和阿培森(R·P·Abelson)关于计算机理解故事的研究。山克是个计算机科学家,据说他原来不在耶鲁大学工作,是为了与心理学家阿培森合作才调到该校工作的。他们两人合作研制的SAM(Script Applier Mechanism)和PAM(Plan Applier Mechanism)程序,使用了程式(Script)和计划(Plan)、目的(Goal)这样一些观念。所谓程式是一套标准化了的事件序列,用来描述人类的某些定型的活动,如到餐馆吃饭或上医院看病。程式可以用来“预期”事件的发生和进行。例如,“餐馆程式”包括进入餐馆、看菜单、买饭、付账等等。假如说告诉某甲这样一句话:“张三出去吃午饭了,”——此句话是这类活动的省略描述——那么,某甲就会根据自己的知识,推断张三进了餐馆,买了饭菜,花掉了钱等等。程式实际上是企图表征人们用来进行推理的那种知识。山克和阿培森认为,人们在记忆中具有许许多多这样的程式,并用它们来理解和预期事件的发生及其前后关系。他们建立的SAM程序是基于程式的故事理解系统。它首先把故事的输入句与记忆中的一个或几个程式相匹配,然后根据程式的内容对故事中可能要发生或已经发生的情节作出预期,从而达到理解故事的目的。PAM程序则是理解以计划为基础的故事情节。他们认为,理解基于计划的故事情节,必须要了解故事中人物的目的,并用这些目的(或将导致该目的的那些子目的)来解释人物随后的行为。例如,当人需要使用某件工具时,他首先必须知道存放在什么地方,然后要接近它,把它拿到手等等。为了要对输入故事中的情节建立起目的和子目的,PAM可能要作许多推理。PAM程序能对故事的情节作出摘要,并回答有关人物的目的和行为的问题。山克和阿培森认为,人对故事内容的理解,就是利用已知的程式和推出的目的这两者的结合。他们的合作,形成了计算机理解自然语言这个领域中具有重大影响的一个学派。而心理学、语言学和计算机科学的相互渗透,是这个学派的重要特征。他们一贯追求的目标是要使知识表征的结构和层次尽可能地符合人的记忆的特征,以便建立更接近于人的心理学的语言理解模型。

总之,从上述几方面来看,心理学和人工智能之间确实有着密切的关系。人们说,在人工智能诞生的同时,出现了现代认知心理学,这两者好象是一对孪生兄妹。人工智能研究推动人们去更深入地了解人的各种心理过程,而认知心理学研究的成果对人工智能的研究起到了推动的作用。因此,可以这么说,心理学在这个方向上的研究,对第五代计算机即智能计算机,亦将产生积极的影响。

(下转第22页)

## 探幽寻宝 古璧生辉

——读《先秦心理思想研究》和《汉魏六朝心理思想研究》

谢霖

燕国材同志的《先秦心理思想研究》和《汉魏六朝心理思想研究》相继出版了。一

遍读完,我们为祖国古代心理思想遗产如此丰富而欣喜万分。(下转第34页)

## 参 考 文 献

1. 俞文剑: 管理心理学, 甘肃人民出版社, 1985年。
2. 俞文剑: 两种管理心理学理论比较。外国经济管理杂志, 1983年第3期。
3. 俞文剑: 企业班组群体社会心理气氛的概念及其应用。外国经济管理杂志, 1984年第6期。
4. Payne, R. & Pagh, D. S., Organizational structure and climate. In "Handbook of Industrial and Organizational Psychology, Ed, by Dunnette, M. D. R and McNally College Publishing Company, 1974.
5. Indiresan · J. Some Correlation of perception of Organizational Climates, Managerial Psychology, 1981, Vol. 2 ( 2 ), 33—42.
6. ЩОрохова. Е · В ·, О. И. Зотова; Социально—Психологический климат а Коллектива, Теория И методы Изучения Изд. Наука, 1979

(上接第63页)

## (四)

前面谈了心理学家的工作对智能技术发展的积极意义。作为本文的结尾,应该再提一下另一个问题:心理学对人的心理过程的研究,往往跟不上智能技术发展对它提出的需求。有些著名的人工智能专家感觉到心理学中关于各种智能行为的理论常常是比较空洞。他们认为,要想使计算机的各种行为具有智能,必须对人的各种智能行为有十分精确的了解,这样,才能向计算机作详细的说明和规定,但是,无论是心理学或是哲学,往往都拿不出这种精确的智能模式。比如说,识别熟人的面孔、类比推理和创造发明等这些重要的心理过程,仍然是个谜。人在许多行人中碰到一个熟人,一下子就认出来了。这种智能行为的机制究竟是怎样的?人们并不了解,所以也提不出一个精确的模型。现在,机器能根据线条、角和阴影识别一些简单的物体,但全然不能象人那样在许多人中认出一张熟悉的脸孔。如果心理学有一天能提出描述人的这类智能行为的精确模型,那么,计算机也就将有可能象人那样在许多行人中认出它熟悉的脸孔。这也从一个方面说明心理学研究是任重而道远。

## 参 考 文 献

- (1) E · A · 费根鲍姆等著, 1983, “人工智能对世界的挑战”。
- (2) A · Barr and E · A · Feigenbaum (Eds.), 1981, The Handbook of Artificial Intelligence.
- (3) E · A · Feigenbaum and J · Feldman (Eds.), 1963, Computers and Thought.
- (4) N · J · Nilson, 1974, Artificial Intelligence, Information processing 74.
- (5) D · C · Holden, 1976年, Trends in Artificial Intelligence, IEEE Transactions on Computers, Vol, C—25, No. 4, 1976, 4.