

科 学 普 及

仿 生 学 简 介

方 胜

(中国科学院生物物理研究所)

仿生学是一门新兴的学科,它研究并摹仿生物系统,为工程技术系统提供新的设计思想。

相传春秋战国时代(公元前450—500年),鲁班上山伐木途中,手指为茅草划破,从而受到启发,经反复实践,终于制成人类史上第一架带有锯齿的木工锯。这可算是最早的仿生学工作了。另据“韩非子”记载,鲁班用竹木做了一个木鸟,“成而飞之,三日不下”。文艺复兴时代,意大利人达·芬奇也试图摹仿鸟的飞翔动作,制造扑翼机。这些发明和尝试,在人类文明史上犹如点点星火,一闪而灭,始终未能形成一门独立的学科。其根本原因,正如恩格斯指出的:“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”

社会生产力发展到今天,既为仿生学的产生提出了要求,又为它发展提供了必要的条件。今天,人类创造的技术系统,特别是电子系统,虽然发展很快,但仍旧存在种种问题。例如,电子计算机的运算速度虽然可高达每秒上亿次,但仍旧“目不识丁”,其图形识别能力远不及出生几个月的婴儿。小小的螳螂能在0.05秒的瞬间一举捕获眼前掠过的昆虫,使上吨重的火炮跟踪系统为之兴叹!上亿只蝙蝠同住在一个岩洞内,都使用超声波来定位和通讯,而互不干扰,相安无事,也使通讯工程师们感到惊奇。这些事例说明生物尚有许多原理未被探索和利用,而这些原理的探索和发现,对于现代的技术系统是有参考和借鉴的地方的。另一方面,四十年代末,电子技术的发展,电子计算机的出现,控制论信息论的问世,从技术和理论上为仿生学的诞生作了必要的准备。

1960年仿生学正式命名,宣告诞生。在这短短的十五年中,得到人们的重视,并取得了一些初步成效。

摹拟鲎(一种节肢动物)眼的侧抑制原理制成的电子线路,已在彩色电视摄像机中得到应用,提高了图象的主观清晰度。国内也有若干单位从事这一原理在某些图形加工装置中的应用研究。

根据象鼻虫的视动反应制成的“自相关测速仪”,已在外国飞机上使用,用来测定飞机着陆时的速度。

受到鼻子嗅味的启发,根据化学键理论,利用嗅敏半导体制成的“电子鼻”,已在国内正式投产,并大量用于煤气检漏等工业生产中。

有经验的渔民都知道夏季暴风来临前,水母远离海岸,游向大海,并可听到十分低沉的“次声”。根据这一原理制成的“次声波风暴探测器”,可在十几小时前预告风暴的来临,并开始装备船舰。

按照森林害虫午毒蛾的性引诱激素,制成的类似物,已成为消灭这类害虫的有效农药。这类农药用量极少,对其他动物完全没有影响。也不会产生公害,公认为极有发展前途的“农药”。

记录鸟类惊叫时的“鸟语”,已在机场用来驱散飞鸟,以免发生飞行事故。利用某一频段的超声波,已用于仓库驱鼠,而其它人畜则“无动于衷”。也有用超声波驱蚊的,据说在野战和日常生活中都有其一定用途。

最初的心脏起搏器,都是按固定的频率发出刺激讯号,不能按患者的劳动强度变换刺激

频率。现在,带有反馈的“按需”起搏器已经制成。带有反馈的较灵活的假肢也在国内制成。

摹仿企鹅在雪地上行走方式而制成的极地越野车也已制成。用橡胶和硅树脂制成的人工海豚皮,可以减少湍流,包敷在鱼雷上可减少50%的湍流。

摹拟苍蝇复眼制成的“蝇眼”透镜,在制版工业和半导体工业中得到了应用。

在仿生学研究中,很大一部分工作尚在探索之中,或者已搞成实验室模型而尚未投入使用,或者已取得阶段性成果,而离最终解决问题尚有距离。

生物体内的酶,比之工业上使用的催化剂,不仅选择性强,能在常温、常压下工作,而且催化效率要高出一千万倍至十万亿倍。模仿生物酶的研究工作正在大力进行,特别是固氮酶的研究在农业上有极大意义。

模仿青蛙眼球和鸽子眼睛的电子模型也已制成,这种模型能提取图形中的某些特征。如:曲率、大小、方向、反差等。这类工作可属于图形识别(包括文字符号识别、航空照片军事目标检察、X光照片等等)的基础和探索性研究。

由于计算机输入的需要、声控军事指挥系统的需要,对于语言识别也提出了迫切需要。因此对于人耳以及发音器官进行了大量研究,也制成了一些特殊用途的语言识别模型和装置。

“机器人”^{*}是当前比较有吸引力的研究领域。仿生学可能在其中起一定的作用。美、日等国已制成若干型号的“机器人”,用于工厂装配线或特殊环境下工作(如高空、深海、放射线现场等环境下进行简单动作)。从仿生学的观点看来,现有的尚处于实验室的“机器人”已经具备以下能力:某些图形识别能力(判断若干种物体的形状,估计一定的大小和距离、分辨几种颜色等等);作出某种判断(比较、尝试等);以及与人进行简单的“交谈”的能力(用电传打字机或荧光屏显示、使用若干简单句型进行对话)。工业上使用的“机器人”,则需要比较灵活的机械手,以及机械腿,这方面仿生学也在作出

贡献。

国外在仿生学研究中,也有一部分工作属于荒诞无稽的。例如把整个猫或把猫头割下来,装入空对空火箭,由猫来驾驶火箭,飞向预定目标。也有人企图用鸽子来执行这一任务。这类工作,无非是超级大国为了称霸世界而又感到兵力不足,冥思苦索出来的“绝招”。但这些注定要失败的工作正反映出其政治上穷途末路,科学上的荒诞无稽。

仿生学的诞生到现在,不过短短十余年历史,却已得到世界上许多国家的重视。美苏两个超级大国为了称霸世界,竞相发展军事技术,在仿生学研究工作中也投入了不少人力物力。美国从60年起,先后召开四次全国性的学术讨论会,其中三次是由军事单位主持,在美空军顿特基地(在俄亥俄州的达顿城)召开的,另一次是在康奈尔大学召开的。

北约组织下属的一个机构(宇宙空间研究和发展顾问小组)也曾经召开过一次仿生学会议,由北约六国(美、英、法、比、西德、荷兰六国)参加,专门讨论了仿生学与宇宙空间研究的关系。

苏联的仿生学研究是在苏科学院控制论委员会领导下专设一个仿生学局,以协调全苏的仿生学研究工作。到目前为止,已召开四次全苏仿生学座谈会。同时,还举行过多次加盟共和国仿生学专业会议。

日、德、英、法等国也在不同程度上开展仿生学研究工作。

我国在文化大革命前已有专门单位从事仿生学研究,文化大革命促进了这方面工作的开展,科普工作得到重视,群众性的科研活动也有所开展,专业队伍得到加强,并在某些方面取得一定成果。

由于仿生学研究的历史较短,尚未成形,因此,关于它的意义、范围和发展趋势尚有许多不同看法。在美国的第一次仿生学会议上用“生

(下转封二)

^{*} 机器人——原名 Robot,或译成自动机械。本文暂用此名。

(上接封三)

物原型——新技术的钥匙”来概括仿生学。讲详细一点,就是研究生物系统的力学结构、能量转换和信息控制过程,将获得的知识用来改善现有的或创造崭新的机械、仪器、系统、建筑结构和工艺过程。但有人认为,生物体经过亿万年进化,发展最大的是它的神经系统,而神经系统对于有机体的作用不外是传递和加工信息,控制整个机体,仿生学应在这方面下工夫,因此,应当把“神经仿生学”作为仿生学的主流。实际上,仿生学从开始直到现在,在神经系统的研究和模拟上进行了大量的工作,积累了大量资料,从研究工作的数量以及人们对它的兴趣和期望来说,也是仿生学中的重点。此外,工程技术的发展,特别是现在电子技术系统的发展,对于信息提取、加工、存贮等方面提出许多迫切要求,客观上对于“神经仿生学”的发展提出了期望。但是许多问题的彻底解决,还有待长期的努力,例如图形识别、“人工智能”^{*}等问题就是这种情况。

从实用观点看来,医用仿生学以及“机器人”的研制可能在近期内取得明显的成绩和吸引人们很大的兴趣。

有人认为,仿生学研究一般分三个阶段:生物原型研究阶段;数学模型阶段和电子模型阶段。在第一阶段,主要任务是根据工程技术上的某一需要,观察、了解和研究生物系统,然后进入第二阶段,即把所得的结果加以简化、抽象,用数学语言来描述,最后,第三阶段的目的在于,根据数学模型制成电子模型。当然,这并不意味着过程的结束,还需要由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,不断修改数学模型和电子模型,以期对这一过程有更深入的了解。

关于仿生学的定义、研究范围、研究方法以及某些工作的哲学意义,在国内外都有不同的看法和争论。我们必须用辩证唯物主义,正确估价仿生学,批判形而上学,批判形形色色的资产阶级唯心主义,让无产阶级占领上层建筑各领域。

在毛主席无产阶级革命路线指引下,我国的仿生学研究工作,必将为我国的社会主义建设作出它应有的贡献。

[本文于1975年12月24日收到]

^{*} 人工智能——Artificial Intelligence, 本处暂用此名。

科技消息

用超高频电磁场清除田间杂草

据初步报道,出苗前用183焦耳/厘米²能量的超高频电磁场可把杂草和禾苗统统消灭。出苗后,超高频电磁场的能量不仅可以减少,而且宽叶杂草比禾本科植物对超高频电磁场更为敏感,对同一品种来说,植株比苗更敏感。实验中看到,不同的土壤和气候条件对超高频电磁能的有效用量可能会有影响。这可能是一种多快好省的除莠草方法,值得进一步研究。

发 光 水 母

有一种水母能发光。曾有人从45万只发光水母中提纯出发光蛋白125毫克。这种发光蛋白一遇到 Ca^{+2} 就发出蓝色光。从125毫克的发光蛋白中又提出了1毫克发光分子——氨基吡嗪环。每一个分子发出的光能达70千卡。发光分子怎么能贮存这样大的能量,还没有搞清楚。