

仿生学的研究与应用

生物学系 黄溢明

自然界的生物种类繁多，在亿万年的漫长进化过程中，形成了许多精巧、灵敏、快速、高效、可靠的结构和机能系统。譬如说，螳螂能在0.05秒的一瞬间，计算出飞掠眼前的小昆虫的速度、方向和距离，一举捕获。萤火虫直接把化学能变成光能，效率几乎达100%，而普通电灯的效率只有6%，萤光灯效率也不过25%左右；蝙蝠能在黑暗的夜晚，准确无误地避开障碍物和穿过茂密的树林。这些事实启发人们：生物界的某些结构和功能的原理，对于人类制造和改进工程技术系统有着重要的意义。

自古以来，自然界就是人类技术思想的重要源泉。相传在我国春秋战国时代，杰出的工匠鲁班，有一次在上山途中，手指被茅草划破，从而得到启发，制成人类历史上第一把木工锯。据《韩非子》记载，鲁班用竹木作鸟，“成而飞之，三日不下”。四百多年前，意大利人达·芬奇模仿鸟的飞翔动作，制成扑翼机。这些拟模生物的结构与功能的发明和尝试，可算是仿生学的萌芽，由于当时社会生产力的限制未能形成一门独立的科学。

恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”生产实践的需要推动了人们对自然界的研究，而对于自然规律的认识又反过来促进了生产的发展。人类在社会实践中，为了认识自然，改造自然，对科学技术不断提出新的要求。科学技术发展到今天，人类所制造的技术装置日益复杂和昂贵，体积庞大，操纵复杂，其可靠性和效率都不能满足工业、农业、医学、特别是宇宙航行和军事技术越来越高的要求，这就促使人们去寻找新的技术原理。同时，由于生物学和其他科学技术的深入发展，这就为利用生物的结构和功能原理，建造各种生物结构和功能模型创造了条件。因此，六十年代，在生物学、数学、工程技术学的边缘上形成了一门崭新的科学——仿生学。

仿生学就其原始定义来说，它是一门研究生物系统用来改进工程技术系统的科学。更确切地说，它是研究和探索生物系统的结构特性、能量转移、信息控制过程，用来改善现有的和创造新的建筑构型、工艺过程、自动装置等工程技术系统的一门综合性科学。目前许多国家中，都广泛地进行仿生学的研究，设有许多专门研

究机构,短短的十几年里,仿生学的发展非常迅速,并取得了很大的成果。由于各种生活环境中,生物的种类、构造和机能的不同,可以仿的东西很多,而现代工程技术发展很快,学科分支繁多,要求不一,需要仿的问题也很多。当前,仿生学的研究主要集中在以下几个方面。

一、感觉器官的模拟:主要是研究和模拟眼、耳、鼻、三种感觉器官,以便改善机器的输入装置、自动调节系统中的传感器、生理学和医学的器具。动物的感觉器官是极为精密的换能装置,模拟眼、耳、鼻的结构与功能原理,已制成“人造眼”、“电子耳”、“电子鼻”等。我国仿生学工作者根据鼻子嗅味原理和化学键理论,利用嗅敏半导体制成的“电子鼻”已投产使用。苍蝇虽然会给人带来祸害,但它的眼睛却给我们不少有益的启发,研究证明,苍蝇的变眼是由四千多个小单眼组成,模仿蝇眼的蜂窝型结构,研制成功一种新型照相机“蝇眼”,其镜头由1329块小透钻粘合而成,一次可以拍摄1329张照片,分辨率达4000条线/厘米,可用于复制电子计算机的特别细的显微线路。目前世界上有很多国家从事恢复听神经局部损坏的人的听力研究工作,仿生学提供了一种特殊的“人工耳”,这种装置是由植入脑中并与听神经相接的接取器及传送器组成,传送器固定在耳后,由具有八个频率的声音振荡器将声音传给传送器,后者再把信号发给变信号为脉冲的接收器,脉冲对听神经起作用,在脑中形成音响印象。

二、大脑的模拟:解剖生理学研究表明,人脑平均重量是1.5公斤,体积1500立方厘米,含有约150亿个神经细胞,并由这些神经细胞交织成十分复杂的神经网络,人们对神经细胞和神经网络进行大量的研究和模拟工作,目的是改善电子计算机和制造自组织机——“人工智能机”,即能完成我们认为是“智能”的那些工作,如学习机、翻译机、识别机等,目前人们已经模拟神经冲动沿轴突传播的过程,用半导体薄膜构成的线型电容器,具有类似神经纤维传导的功能,它传导电脉冲信号无衰减,波形不畸变,并可重复使用,速度比神经纤维快10000倍。已有一种电子识别机能通过显微镜迅速分辨癌变细胞和正常细胞。目前,在国外已制成多种型号的“机器人”,所谓“机器人”是一种其外表象人并能代替人进行部分工作的自动装置。这种自动装置,备有摄象机之类的部件以监视环境和工作对象,带有预先设计好的、能进行一定“分析与判断”和具有固定工作程序的电子计算机,装有执行某些动作的机械手(腿)。这种通常称“机器人”的自动装置用于工厂装配线和特殊环境(如真空、高压、高温、放射性现场等)进行简单的操作。我们应当承认“机器人”的作用和研制“机器人”工作的必要性,但是“机器人”或“电脑”永远不会完全具备人脑的机能,无论它们的功能如何高强,都是人所设计和制造并被人作为工具使用的。

三、动物的定位和导航:动物定位和导航的本领是十分高明的。关于昆虫、鸟类迁徙迥游的定位和定向本领早就引起人们的注意。研究动物定位和导航的知识,对于研制新的和改善现有的航空和航海仪器以及通讯技术大有用处。试验证明,蝙

蝠是用耳朵来看的。双目失明的蝙蝠仍能正常飞行,如果把瞎眼的蝙蝠双耳塞住,它飞行时就会到处碰壁。原来这种动物在喉内能产生超声波(每秒二万次以上的声波振动)通过口或鼻孔发射出来,被食物或障碍物反射回来的超声波信号,由具有较大耳廓的耳朵接受,并根据信号的性质判定目标及其距离,通常把蝙蝠这种探测目标的方式称做“回声定位”。借助这种装置,蝙蝠能迴避在天花板和地面之间拉上0.36毫米直径的细铁丝构成的障碍物。人们称蝙蝠为“活雷达”就是这个道理。后来有人发现,有些昆虫(如夜蛾)的鼓膜器是专门截听蝙蝠的超声“雷达”波的装置,有了它夜蛾能在30米左右预感蝙蝠的到来而溜之大吉。这样,我们可以模仿蝙蝠的声音驱虫,实验证明21千吓的“假蝙蝠声音”可以驱散棉田的象鼻虫蛾,使棉田免受其害。根据对蝙蝠超声定位器的研究,现已仿制成盲人用的“探路仪”,这种仪器是由发射超声波和把物体反射回来的声音转变成人容易辨别的信号两部分构成,外形似手电筒,盲人使用这种仪器可以在10米范围内发现障碍物。

有些动物如响尾蛇,在其头部眼下前方有漏斗形小窝,窝内有一块与神经相连的薄膜,这种薄膜象特殊的热敏元件那样对热物体起作用,这是一种热定位器。它能感觉 0.001°C 的温度变化。因此,即使黑夜里,响尾蛇也能迅速地捕食小动物。在军事上装有这种人工热定位器的导弹,名叫响尾蛇导弹,

人们往往把无目的地东碰西撞的行动说成“象无头苍蝇一样”,其实,如果把苍蝇的楫翅(形似哑铃状的平衡棒)切去,有头的苍蝇也象无头苍蝇那样东碰西撞,研究证明,双翅目昆虫飞行时,楫翅以每秒330次的频率振动着,这种振动产生陀螺效应,使飞行中的虫体保持稳定,根据双翅目昆虫这种导航原理,已制成了新型的振动陀螺仪,体积小,准确度高,早已在高速飞机和火箭上应用。有一种驱蚊器,就是使蚊虫楫翅陀螺效应失灵,不能定向飞行,而达到驱蚊的目的。

四、生物力学: 研究生物,特别是水生生物运动力学是仿生学中比较重视的一个分支。在江、河、湖、海里,鲸类、鱼类和头足类软体动物等终身生活在水里,它们特别适于水中运动,因而能达到很高的速度。研究表明,鲸类有很好的流线型体形,疏水的皮肤,强劲的推进器,因此其速度可高达60公里/小时。使巨型远洋货轮具有鲸类的形状,其航速提高了25%。

在所有的水生动物中,乌贼(墨鱼)游泳的本领也是名列前茅的。乌贼有两种运动方式:缓慢运动时,使用大的菱形鳍,它以波浪式周期性弯曲;快速冲刺时,则利用喷水运动,水从尾部入头部出,借助腹部肌肉强力收缩把水从头部喷咀喷射出去,这样的运动速度每秒可达15米。我国已模仿这种喷水器制造了水下喷水装置,造了一批喷水拖船,解决了浅水域的水上运输问题。

某些植物结构的雅致和牢靠,很早就吸引人们的注意。例如,羽茅草和禾种植物的长叶子,往往捲曲成筒形,以弯曲的表面增加其强度和稳定性来抵抗外力的作用,使叶面免于折断。模仿这些植物,设计了新颖别致的长达一千二百米的筒形叶桥。有一种古生物——带龙的牙齿很有趣,每一牙齿序列由相互重叠的三颗牙组

成,根据栉龙牙齿配置制造了“二重”和“三重”钻头,可使钻探速度提高1.5—2倍。

五、生物电控制:生物体有电,这是人所共知的事实,人体的神经、肌肉和腺体组织在活动时都会产生微弱的电流。生物产生的电,人们统称为生物电。利用生物电来操纵人造机械进行工作,是仿生学的一个重要分支。为什么生物电能控制机械进行工作呢?电生理研究表明,动物和人的活动都是由大脑发出的信号控制的。我们完成任何一个动作,都要靠肌肉的收缩,而后者是由大脑发出的电信号支配的。现已制成生物电控制的“人工手”,它可以完成六个基本动作,这种假手可以安装在人的断肢上。电生理学还证明,动物或人在清醒状态和麻醉情况下,从脑的特定区域引导出来的脑电波,在幅度和频率方面都有明显的差别,这就使人们有可能利用病人脑电波来控制麻醉机,自动给被手术者以麻醉药物,这种自动麻醉机已在临床上应用。有一种电子控制反搏器,就是利用心电信号控制心脏“按需”起搏器,在抢救和治疗冠心病方面已经发挥了良好的作用。

仿生学研究的范围是非常广泛的。上面列举的只是其中的一部分,还有像模拟生物体内的催化剂——酶的研究工作也受到国内外人们的重视,特别是能把空气中的氮气合成氨的固氮酶的化学模拟的研究对农业有极大的意义。关于生物力学方面的仿生学研究也有广阔的前景,例如“人造肌”,“生物电池”的研究也取得了令人鼓舞的进展。

大量事实表明,仿生学不仅对技术的发展有着重大的影响,而且对生物科学本身的发展也有巨大的推动作用。我国仿生学的研究工作是在1964年开始的,已有良好的基础。虽然,围绕仿生学的研究,国内外还存在着各种不同的看法。但是,我们相信在以英明领袖华主席为首的党中央领导下,仿生学在我国将得到重视和更加迅速的发展,它在社会主义革命和建设发挥更大的作用。