

机械工程智能化的发展思路与对策^{*}

朱剑英

(南京航空航天大学, 南京, 210016)

[摘要] 论述了认知科学与智能技术在 21 世纪后半叶将会成为中心科学技术, 智能化是信息科学技术和国民经济各部门的发展方向; 分析了智能计算机没有建成的原因; 给出了智能系统的定义、分类和特征. 在此基础上, 提出了我国机械工程智能化的发展思路 and 对策.

[关键词] 认知科学; 智能技术; 智能计算机; 智能系统; 机械工程

[中图分类号] TH11; TP18; [文献标识码] A; [文章编号] 1008-1925(2001)04-0001-06

1 认知科学与智能技术在 21 世纪后半叶将会成为中心科学技术

关于 21 世纪的经济特征问题, 20 年前许多社会学家、经济学家、未来学家就开始了研究. 美国社会学家托夫勒于 1980 年发表了一本影响较大的著作《第三次浪潮》. 在该书中他提出了“后工业经济”, 并把它描写成一种不同于工业经济的经济. 美国经济学家和未来学家奈斯比特 1982 年在《大趋势》一书中提到“信息经济”. 直到 1990 年联合国研究机构总结了以前的各种关于未来经济的说法, 提出“知识经济”的概念. 1996 年经合组织明确定义了“知识经济是以知识为基础的经济(knowledge based economy)”. 1997 年 2 月美国总统克林顿正式采用了“知识经济”的说法. 我国学术界前几年曾把“知识经济”问题当作“热点”来讨论. 许多学者认为, “知识经济”的说法不妥, 因为哪个时代的经济都要有知识, 没有知识的经济是不存在的. 为此, 现在我国学术界通常把 21 世纪的经济称为“新经济”. 其实, 1996 年 12 月 30 日的美国《商业周刊》就曾发表了一组文章, 提出并阐述了“新经济”概念. 尽管关于经济形态的提法各异, 但关于未来经济的本质特征的看法是相同的, 即“人类正在步入一个以智力资源的占有、配置, 知识的生产、分配、使用(消费)为最重要因素的经济时代”. 这就是说, 未来的经济就其本质而言是智力经济.

经济的需求及其发展趋向, 必然对科学技术产生巨大的影响. “新经济”对智力的需求, 必然带来各经济部门智能化的发展趋向及各科学技术部门对智能化的研究. 这种研究与应用, 是相互促进、相互影响、共同发展的.

每个时期都有该时期的中心科学技术. 科学家预测 21 世纪中叶以前, 信息科学技术是中心科学技术. 从 21 世纪 30 年代开始, 中心科学技术将逐渐转移到生物科学技术(包括生命科学技术). 而到本世纪中叶以后, 将有可能以认知科学技术为中心, 把信息科学技术、生命科学

^{*} 收稿日期: 2001-09-12

基金项目: 国家自然科学基金重大项目资助(59990470)

作者简介: 朱剑英, 1937-, 南京航空航天大学教授、博导, 国际生产工程学会(CIRP)中国理事, 国务院学位委员会学科评议组成员, 中国航空学会副理事长, 中国机械工程学会生产工程分会理事长, 主要从事人工智能、先进制造技术、智能机械人的研究.

技术和系统科学技术等高新科学技术结合起来,形成认知科学和智能技术群。随着认知科学的深入,人们将逐渐搞清人类智能的机制,在此基础上,智能技术才能得到充分的发展。机械模仿人的智能真正的实现了,人类社会的经济、文化、科学、技术就会产生更大的飞跃,人类文明必将达到一个新的阶段。

2 智能化是信息科学技术的发展方向

2.1 信息化、网络化的根本目的,是提升人类生活、推进人类社会

人类生活质量提高的方向,正由物质方面转向精神方面,即从衣食住行等物质方面转向教育、科技、体育、医疗、旅游、文化、艺术等精神方面。即使是衣食住行等物质方面,也愈来愈多地增加了精神因素。这就是说,信息科技的发展及其应用,要愈来愈多地考虑满足人们精神方面的需求,即愈来愈多地考虑智力方面的因素。此外,社会的发展是建立在人类群体活动的基础上的,群体的活动是在智力信息交流和协同的基础上发展的,所以推动人类社会的发展就必然地要使这种智力信息的交流和协同日益发展。

2.2 信息化、网络化的内容,本质上是智能化的

现代计算机的进一步发展,是要设计、制造智能计算机;现代通信设备的发展,是要建立智能化通信设备;现代因特网的发展,是要建立智能因特网;现代家用电器的发展,是要实现各种智能化的家用电器;甚至遥控做医疗手术、电子商务、网上教育、网上设计、虚拟企业……都要以智能化为其基本内容。当然,这些机器和设备的硬件、软件设计更是要智能化。可以毫不夸张地说,信息化、网络化的实质就是智能化。

2.3 实现信息化、网络化的工具是智能化的

我们可以看到现代化的信息技术中,愈来愈多地使用了自然语言识别与理解、图像识别与处理、计算机视觉、机器人规划、力觉传感与控制、知识的表示、获取与处理、推理与求解、专家系统、智能控制……等等人工智能技术。

人工智能技术的研究已有40年的历史,取得了许多卓有成效的成果。但是,由于理解人类认知与智能机制,可能是人类面临的最困难和最复杂的课题之一,近年来,人工智能的研究没有产生重大的突破,甚至出现了某种程度的停滞。但这并不是说人工智能技术没有希望。相反,随着信息技术在发展中更多地使用人工智能技术,不但信息技术本身更加充实和丰富,人工智能技术也将会有新的突破,而且还会促进认知科学更深入地发展。

3 国民经济各部门的智能化已露端倪

当前,国民经济各部门智能化趋向愈来愈明显。各部门智能化的产品不断涌现,如各种智能车辆、智能仪表、智能机器和智能机器人、智能材料……甚至智能大厦。一些生产和经营系统也大量地采用智能技术,如各种智能生产控制系统、智能物流系统、智能制造系统、虚拟企业、电子商务……等等。至于这些生产和经营的管理系统,就更快地实现了不同程度的智能化,如智能铁路运输管理系统、智能空中交通管制系统、智能财务结算系统、智能金融管理系统、智能物资管理系统、各种智能数据管理系统……等等。

4 智能计算机为什么没能建成

1980年日本东京大学教授元冈·达提出制造智能计算机的设想,震惊了全世界。此后,日

本提出 10 年内制造智能计算机的计划, 接着美国和欧洲也相继提出制造智能计算机的计划. 到上世纪末, 智能计算机仍然没能建成. 分析原因, 大体上有以下几个方面:

- 1) 目前认知科学的研究还不能提供关于智能的本质和机制的科学理论, 人脑和人类智能的秘密尚未解开. 在此条件下, 不可能搞清什么是机器智能、什么是智能机器.
- 2) 当前计算机工作的逻辑是二值逻辑, 但人类思维的逻辑不是二值逻辑. 从本质上来说, 不可能用二值逻辑的计算机来模拟非二值逻辑的人脑智能. 人类思维的智能逻辑尚未获知.
- 3) 关于人类智能行为的标准, 不同学者有不同的看法, 且此标准随着科学技术的提高而不断提高.
- 4) 人脑约由 10^{11} (1 000 亿) 个神经元组成, 神经元之间的联系多达 $10^{14} \sim 10^{15}$ (即百万亿 ~ 千万亿). 任何机器都难以做成如此巨大的系统. 完全意义上的智能计算机(即无论从实现的途径还是从实现的结果, 以及从实现的神经元的结构、功能及神经元之间的联系各方面来看, 都等同于人类智能的计算机) 是永远不可能实现的. 我们只能使机器智能不断接近人类智能和模拟人类智能, 而永远不能使机器智能等同于人类智能, 进而代替人类智能.

5 什么是智能系统

现代科学技术的飞速发展及现代经济、社会的巨大进步, 展现了许多开放的、智能化的、复杂的巨型系统, 也为系统科学的研究提出了如何使系统智能化的新问题.

具有(或部分具有)人类智能或能模拟(或部分模拟)人类智能的系统称为智能系统.

智能系统可以分成下列几种类型:

- 1) 人类本身的人体系统, 特别是人脑系统;
- 2) 人类以其智能直接参与活动的系统, 如金融系统、保险系统、体育系统等经济系统和社会系统;
- 3) 人与机器共同工作的人机系统;
- 4) 模拟或部分模拟人类智能的机器系统, 如智能计算机系统、智能机器人系统、智能制造系统、智能控制系统、智能语言理解系统、智能图象处理系统、智能专家系统等.

上述前两类智能系统是“人本系统”, 也就是人类本身的系统, 而后两类智能系统则是“人为系统”, 也就是人类改造自然为人类谋利益而创造的系统. “人本系统”是生命科学、认知科学及社会科学研究的对象, 而“人为系统”则是工程科学研究的对象. 当然, 要对“人本系统”进行模拟, 也要用到工程科学技术对“人为系统”的研究结果. 关于建立智能系统的问题, 不能从完全的智能化意义上来要求工程科学技术: 过高的要求往往脱离实际, 既不利于工程科学技术的应用, 也不利于工程科学技术的发展; 也不能从纯科学的角度来要求工程科学技术: 如果要求一个系统必须按人脑的工作方式来实现其智能化, 这就十分困难, 更何况人脑的工作机制至今尚不清楚. 我们只能要求工程科学技术能从结果上、功能上实现某些人类的智能, 而不管其实现的途径是否是人类智能的实现途径. 从这一基本观点出发, 我们可以认为, 具有下列特征之一的系统, 就应称为智能系统:

多信息感知与融合; 联想记忆; 知识表达、获取、存储和处理(主要是识别、推理与决策); 自治控制, 即自相似、自学习、自适应、自组织、自维护; 容错.

当然, 就智能的高级形态而言, 还有信念、意图、喜爱、厌恶、诚挚、承诺……等理性和情感的因素, 这在当前“人为”的智能系统中还难以达到.

6 机械工业在智能化中如何发展

6.1 要选择智能化的产品作为机械企业未来发展的新产品

机械企业的当务之急是进行产品结构调整. 传统的机械工业部门仅是生产资料的生产部门. 在面向市场, 特别是面向全球化经济的形势下, 这种观念应迅速转变, 即机械工业既提供生产资料又生产人民生活需要的各种产品. 诺基亚公司, 原来是生产胶鞋的制造厂, 现在随市场的需要而改变成生产手机的公司, 其产品在全世界的占有率已达到 $1/4$. 我国机械工业各企业在产品结构调整中选择产品时, 无论是生产资料还是消费品, 都要首先选择带有智能信息技术的机电一体化产品. 例如选择加工设备时, 就要选择带有智能信息技术的多轴数控加工机床. 又如在选择家用机器人产品时, 一个典型的例子就是选择机器人宠物. 目前, 机器人的应用主要还在工业制造方面, 家用机器人还未能产业化. 主要原因是, 作为家用机器人, 要求有较高的智能技术, 这方面至今未能过关(例如视觉和语言技术还停留在初级阶段). 但前两年, 一些机器人制造商发现, 以娱乐为主要用途的家用机器人有广阔的市场前景, 且这类机器人只要求有限的初步的智能技术, 于是就开发了机器人宠物. 1999年6月, 日本索尼公司宣布在日本和美国限量销售研制的娱乐机器人——机器狗“爱宝”. 首次投放5000台, 在日本的3000台20 min内卖光, 美国的2000台也在4 d内售完. 在当年的11月, 索尼公司打算再投放1万台, 结果接到了3.5万台定单, 2000年1月, 索尼公司宣布“爱宝”的生产不再限制数量.

6.2 机械企业的制造和管理要向智能化方向发展

在当今信息技术高速发展、经济全球化趋势不断加剧、我国即将加入WTO的形势下, 我国制造业正面临着难得的机遇和严峻的挑战. 市场的变化频繁和难以预测, 产品的生命周期日益缩短, 产品更新速度不断加快. 顾客对产品的需求趋向个性化、多样化, 生产自动化技术不断提高, 生产者的创新作用愈来愈重要, 信息化技术的应用愈来愈广泛……. 这些因素使制造业的生产模式和管理方式发生了根本改变: 企业生产从面向产品转变为面向客户、面向需求、面向服务; 企业的主要生产要素正从劳动力和资本转向知识; 企业的生产过程正从流水线式和自动线式、单品种固定式规模生产转向多品种、柔性、并行式、智能化的集约生产. 与此相应的企业管理模式, 也从低效率、多层次金字塔式、分级递阶管理转向能够充分发挥人的智力和创造性, 能够快速反应市场需求的、智能化分布式网络合作生产管理系统.

虽然近20年来, 国际上提出的先进制造系统多达数十种, 但有两点是共同的: 一是各个先进制造系统都是结合各自国家的国情和传统, 在原有基础上改进和发展的; 二是都是以信息化、网络化、智能化为其发展方向, 而且这“三化”都是逐步推进、持续发展的.

我国目前还没有建立适应我国国情的现代先进制造模式. 许多企业采用的还是传统的制造模式, 或是部分地采用了其他先进国家的制造模式. 其实, 就制造模式而言, 我们传统的模式中, 就有很好的例子. 50年代提出的“两参一改三结合”(两参: 工人参加管理, 干部参加劳动; 一改: 改革不合理的规章制度; 三结合: 领导、技术人员、工人三结合)的“鞍钢宪法”就是很好的管理模式. 日本人借鉴“鞍钢宪法”后提出了日本式的“准时生产制”(Just In Time, JIT).

未来的生产是智能化的集约生产, 企业的主要生产要素是知识, 企业的生产特征是智能制造, 企业的生产目的是为了满足不同顾客. 总之一句话, 企业要“以人为本”. 这就必然决定了: 企业的生产和管理要向智能化的方向发展.

6.3 用智能化技术充实、改进和提升企业的信息化与网络化

“十五计划”和十五届五中全会公报都指出:“大力推进国民经济和社会信息化,是覆盖现代化建设全局的战略举措。以信息化带动工业化,发挥后发优势,实现社会生产力的跨越式的发展。”在中央的号召下,全国各企业正掀起了一个企业信息化的高潮。

必须充分了解信息和信息技术,企业才能利用信息化来带动工业化,实现跨越式的发展。

信息是表征事物状态的信号、数据、指令、程序、消息和情报。本质上说,信息就是知识。信息技术是对信息进行采集、识别、转换、存储、传输、显示及其他各种处理的技术。知识的本质是智能,处理知识的技术就是智能技术。即信息技术就是智能技术。为便于实现智能化,我们把处理简单数据的技术称为信息技术,而把处理知识的技术称为智能技术。

用智能技术来充实、改进和提升企业信息化、网络化的具体措施和对策如下:

(1) 企业领导要树立“以人为本”的思想:企业要全心全意为顾客服务,企业生产要全心全意地依靠职工,充分发挥人的智力和创新精神,保证优质、快速、低耗、清洁、高效的生产。

(2) 把反映现代科技信息资源的信息资源的开发和利用,作为信息化建设的核心任务。

(3) 改革企业管理体系,营造良好的内外环境,建立结合我国国情的 MRP 或 ERP,促进网络供应链、网络物流、电子商务、动态联盟、虚拟企业等技术的广泛应用。

(4) 建立以智能化为方向的企业研究与开发机构,采用智能 CAD、网络合作设计、智能数据库等技术来设计和开发新产品,在此基础上逐步实现 CAD/CAPP/CAM 的智能集成。

(5) 建立人一机结合的现代智能制造系统。不管采用哪种先进制造模式,都要“以人为本”,即以人的智能为主,做到人的智能和机器智能相结合。制造系统的基础在车间,要建立车间级的智能生产规划和调度系统。

(6) 要建立开放式可重构智能系统。基础制造设备不可能随产品改变而完全更新,但设备的组成方案及加工、调度路线却是可能随产品的品种、批量、数量的改变而改变的。智能重构技术是关键技术。

6.4 关注和应用计算机科学和人工智能科学的最新成果

现代科技发展的一个特点是,从基础科学转化为技术的时间愈来愈短,从技术到工业的应用几乎是同时。信息技术的基础是计算机科学,智能技术的基础是人工智能科学。当前,分布式计算和人工智能相结合所形成的分布式人工智能(DAI, Distributed Artificial Intelligence)已成为研究的热点。分布式人工智能有两个研究领域,即分布式问题求解(DPS, Distributed Problem Solving)和多智能体系统(MAS, Multi-Agent System),前者考虑怎样将一个特殊问题的求解工作在多个合作的、知识共享的模块或结点之间划分,采用“由顶向下”的方案来求解问题;后者则主要研究一组自治的智能体(Agent)之间智能行为的协调,采用“由底向上”的方案来求解问题。由此可见分布式人工智能(DAI)的两种方法(DPS 和 MAS)都是对知识资源进行处理以完成给定的任务。所以这种智能技术很快在企业的产品设计、制造和生产管理中得到应用,特别是在各种智能软件系统的设计、开发中得到广泛的应用。企业采用了上述 DPS 和 MAS 技术后,企业的产品水平、制造质量、成本及管理水平都迅速地得到了提高,并在这些方面取得了自己的知识产权,因此大大增强了企业在全全球经济中的竞争力。

6.5 企业发展的关键在于培养人才

现代企业要在激烈的竞争中不断向前发展,关键中的关键是人才。现在最需要的是两类复合型人才:一类是掌握高科技关键技术,懂技术、懂经营、有创新的复合型高级专业人才(工程

师);另一类是有战略眼光和创新勇气,懂得科技、经营、管理的复合型高级管理人才(企业家)。企业要创造一切条件引进和留住这些人才,同时还要选择对象,重点培养。对以上这些人才,都要委以重任,让他们在实践中锻炼成长。我国当前的教育体制还不够完善,这种复合型的工程技术人员和管理人员往往还不能在大学现有的专业中培养出来,所以在现有的大学生走上岗位后,还需要企业培训。企业培训还有一个任务,就是要围绕产品和企业生产向全体职工普及现代科学技术,特别是当前工厂应用的信息技术和智能技术。

[参考文献]

- [1] 朱剑英.现代制造系统模式、建模方法及关键技术的新发展[J].机械工程学报,2000,36(8):1~9
- [2] 朱剑英.智能系统非经典数学方法[M].武汉:华中科技大学出版社,2001
- [3] Andrew Kusiak.智能制造系统[M].杨静宇,陆际联译.北京:清华大学出版社,1993
- [4] 史忠植.智能主体及其应用[M].北京:科学出版社,2000
- [5] 朱森第.我国装备制造业的现状与发展战略[J].机电工程技术,2001,30(2):10~12
- [6] 李国杰.我国信息领域应重视的几个问题[N].科学时报,2001-03-15
- [7] 欧阳传利.传统企业的网络化抉择[N].科学时报,2001-03-31

Developing Threads and Strategy for the Intelligentify of Mechanical Engineering

Zhu Jianying

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, 210016, PRC)

Abstract: It is discussed that the cognitive science and intelligent technology will become centric science & technology in the second half of the 21st century and the intelligentify is a developing trend for information science & technology and different branches of national economy. The reasons is analyzed why the intelligent computer has not been built and the definition, classification and characteristics of intelligent system are given. On the above bases, the developing threads and strategy for the intelligentify of mechanical engineering in our country is proposed.

Key words: Cognitive science, intelligent technology, intelligent computer, intelligent system, mechanical engineering

[责任编辑:严海琳]