

智能机器人的现状及发展

Intelligent Robots

张 钹

(清华大学计算机系,教授)

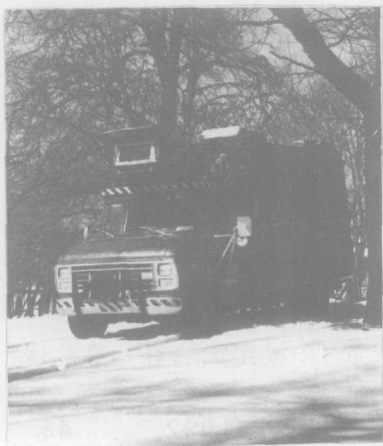
一、智能机器人的现状

从第一代工业机器人问世以来,直至今日形成可观的产业,前后不过20多年的时间。工业机器人的顺利发展,使许多人对第二代具有感知能力的机器人和第三代具有智能的机器人寄予很大的希望,并对它们的发展和应用给予过份乐观的估计。可惜,由於技术上的种种困难,至今除了具有简单感觉功能(如视觉、力觉、触觉)的所谓第二代机器人之外,人们并未见到智能机器人的出现,更不用说实际应用了。这不能不引起各有关领域专家们的关注。

什么是智能机器人?每个人可能都有自己的一定标准。可是目前要为智能机器人下个确切的定义,仍然是很难的。英国机器人专家迈克尔·布雷迪(Michael Brady)曾给智能机器人学(Intelligent Robotics)下过这样的定义:“从感知到行为的智能连系”。这虽然并不完全是智能机器人的定义,我们倒可以借助这个定义来了解什么是智能机器人。根据这个定义我们大体上可以认为,一部智能机器人应该具备三方面的能力:感知环境的能力,即感知(Sensing);执行某种任务而对环境施加影响的能力,即行动(Acting);最后是把感知与行动连系起来的思考能力,即思考(Thinking)。用这三种能力来衡量当前智能机器人技术的发展水平,它的现状如何,该如何进行评价?本文将通过介绍当今正在研制中的几个典型机器人来说明这个问题。

我们提供九张照片,其中5张是属于移动机器人的,其余属于手臂或手

爪。前者包括美国卡梅基—梅隆大学的实验性自主导航车(Navlab)(见文中插图,其余图见彩页)和法国LAAS(自动化与系统分析)实验室的室内自主式实验车,这两种车辆都是智能移动式机器人(Intelligent Mobile Robot)的实验室原型,其目的是要在室外或室内环境下实现自主导航;还有三种不同类型的爬行机器人,能在崎岖不平的地面或垂直的壁面上爬行(又称爬壁机器人),它们分别是日本东京工业大学日本高级机器人技术计划(Advanced Robot Technology Program)正在研制中的机器人。后者包括由两部多关节机械手组成的自动装配单元,正在法国LAAS实验室研制中,以及具有力觉反馈的遥控机械手和多指手爪。这些正在研制中的自动机械,从功能上看,至多只能认为是人体中的一小部分,脚、手臂、手掌等。为什么称之为机器人?它们的智能又表现在何处?当然用机器人(Robot)这个称呼命名这些机器也许不很确切,但是它们的确有许多地方与一般的机器不同。主要表现在,它们都能感知周围的环境,如Navlab,虽然它的外形与一般的卡车没有多大差别,可是由於车上装有黑白或彩色摄象机,有激光测距仪,有超声传感器阵列,通过这些传感器,使它能识别道路,识别路标,躲避障碍,即具有感知周围环境的能力。又如由两只多关节机械手组成的装配单元,这两只手臂虽然只是两台工业机器人,但由於其上装有力(力矩)传感器、触觉传感器,装配单元的顶部和两侧装有摄象机,通过这些力觉、触觉及视觉,它也能感知环境,测量到力或力矩的变化,识别待装配零部件的形状、位置等,因此它与工业机器人不同。另一方面,这些机器的动作都是比较复杂而且灵巧的。如四指手爪,尽管它至多只相当于人的手,但由於它的运动自由度很多,工作时需要互相配合和协调,在抓取不同的物体时,需要有不同的策略,如抓取软的或易碎的物体与硬的物体有不同的要求,为此其上也



需装有传感器。最后这8类机器中,虽然目前并不是所有的都具有“思考”的能力,不过其中Navlab和自动装配单元已初步具有这种能力。当Navlab在野外条件工作时,由於环境的复杂和多变,就要求它具有自动决策和判断的能力。在自动装配单元中,人们正在考虑通过计算机来实现装配序列的自动生成、装配任务的自动分配等。不可否认,这些工作都是试图给予机器以‘思考’能力的。

综上所述,目前正在研制中的机器人的智能水平虽不高,只能说是智能机器人的初级阶段,因此也有人称它们为高级机器人(Advanced Robot)。尽管如此,但它们的研制工作中都涉及或者进一步将要涉及智能机器人学中的三个基本问题,即感知、动作和思考,即机器智能化中的共性问题。因此按布雷迪的定义,这些研究项目都可称之为智能机器人研究计划,或者说,这些所谓‘智能机器人’是整个智能机器人研制中的一个环节、一个组成部分。

机器智能化(或智能机器人)研究中当前的核心问题,可以归纳为两大方面。

一是提高机器的自主性(Autonomous)。这是就机器与人的关系而言,即希望机器进一步独立于人,具有更为友善的人—机界面。从长远来看,希望操作人员只要给出要完成的任务,而机器能自动形成完成该任务的步骤,并自动完成它。

二是提高机器的适应性(Adaptive),提高机器适应环境变化的能力,即就机器与环境的关系而言,希望加强它们之间的交互关系。

提高机器的自主性和适应性,需要多种多样的技术,主要有人工智能、传感器、控制和计算机等方面的技术。这些技术有的目前比较成熟可以借用,有的还不成熟需要探讨。特别是人工智能技术目前还不成熟,传感器及其处理技术还不完善,所以智能机器人的研究工作还有一段长而困难的道路。

下面我们将就几个关键问题,谈谈智能机器人今后可能的发展道路,从中可以看出,只要我们把握技术发展的方向,正确地利用当前已有的技术成就,在智能机器人的研制中仍然可以取得好成就。

二、今后的发展道路

智能机器人的发展道路尽管困难,但从以下的介绍中可以看到,如果把握好发展的策略,采取有效的技术措施,智能机器人仍然具有广阔的发展前景。

1. 面向任务(Task-specific)

依靠当前的技术想发展‘通用’的智能机器

人,一般认为短期内难以实现。什么样的目标是当前可能实现的?这不能不考虑到当前人工智能发展的现状。由於目前人工智能还不能提供实现智能机器的完整理论和方法,即提供一种与领域无关的一般理论。而目前已有的人工智能技术,如知识表示、控制策略、推理机制等,大多数要依赖领域知识。因此当我们把机器要完成的任务加以限定,即发展面向任务(Task-specific)的特种机器人,那么已有的人工智能技术就能发挥作用,使开发这种类型的智能机器人成为可能。“面向任务”是当前克服智能机器人研制工作中技术难关的重要手段。

2. 传感技术(Sensing Technology)

一部智能水平高的机器一定是信息密集的系统,智能依赖于信息,因此信息获取的手段——传感技术则成为智能技术中的关键。传感技术的发展有两条基本路线。一是在现有传感器的基础上发展更好、更先进的处理方法及其实现手段(硬件)。如尽管我们有了摄象机,但图象信息的处理仍有大量问题需要解决,我们希望从改进处理方法中取得质量更好、更符合需要的信息。二是寻找新型传感器,这些传感器的工作原理可以多种多样,其工作原理也不一定要同人类的感知器官一致。如超声传感器在识别障碍中,由於信息处理简单、速度快,在一些场合下可以弥补摄象机的不足,因此在感知环境方面也有它的一席之地,尽管它的原理同人类的视觉并不相同。

随着传感技术的进步,无疑智能机器人的水平也将随着提高。

3. 集成技术(Integration Technology)

目前任何一种传感器与人类相应的感知器官相比,其功能有着相当大的差距。换句话讲,目前任何单一的传感技术都不能建立完善感知系统,以提供“智能”所需的信息。当前解决的办法是靠集成(Integration)技术,彩色摄象机对识别以颜色为特征的对象固然有效,但在获取深度信息方面就不那么好,这方面的缺陷可以由激光测距来弥补。同样,到了夜间就需要微光夜视仪了。由这些传感器组成的整体,就有可能提供质量高、为智能机器所需要的信息。这种技术又称信息融合(Fusion)技术。

信息融合的思想可以推广到其它方面,如不同处理方法的集成,不同技术手段的集成等等。

4. 交互技术(Interaction Technology)

建造完全自主、具备高度智能的机器人,即使是面向特定任务的,从技术上来讲既无必要,也极困难。不管多么有智能的机器,都需要人一机交

(下转第24页)

发展目标:

1. 逐步建立一批国家开放实验室,适当集中全国的核技术科研人员,探索新的概念、新的方法(或开拓传统方法的新应用)和扩大应用面。力争在一些项目上能跟踪国际水平,个别领域还能有突破性进展,达到国际领先水平。

2. 对已有相当基础或有条件形成的核技术产业,要有重点地加以扶植。可优先考虑小型加速器(包括辐照用和生产医用核素用加速器)、放射性药物和应用核仪器等。

3. 积极发展国家重点支持的能源、材料、生命科学、环境科学中所采用的核技术。在与这些学科的交叉点上寻找新的生长点,并由此产生新的边缘学科和新技术。

为实现上述战略目标,建议采取以下措施:

1. 大力加强、扶植核技术基础和应用基础理论的研究与探索。

2. 大力加强核技术和其他有关学科的互相渗透和交叉。对于交叉、边缘学科,在研究体制上宜采取联合研究模式。

3. 要大力扶植基础和核技术新兴产业的形成。

4. 合理布点,建立若干个核技术研究中心,并重点武装其中的几个国家实验室,使之成为全国核技术发展的研究基地。

5. 大力加强人才交流和培养。

6. 对发展核技术的重要性和必要性要组织力量进行深入广泛的社会调查和宣传,消除“恐核”心理。

核技术需使用一些耗资大的专用设备,如加速器、反应堆等,因而需要较多的初始投资。如果一开始不给予较多的投入,特别是进口一些关键性的材料和元器件,就难以提高核技术的水平。因此会出现一时的“投入大于产出”的现象。而一旦渡过了这个阶段,形成了相应的高技术产业,就会产生越来越高的效益。这已经为美国等科技先进国家的经验所证实。

核技术是核科学中一个发展迅速的学科领域。新的技术和方法在不断地出现,并且从方法的出现到投入实际应用的时间越来越短。我们建议基金会不仅在面上项目中要加强对核技术的支持,在“基金项目指南”中单列一个专题,同时要迅速及时地选准方向,组织几个重大项目,以期取得突破性进展,使核技术的基础研究与应用水平再上一个台阶。

为此,我们建议基金委员会今后三五年内优先支持如下一些核技术研究前沿领域:

1. 核分析技术,特别是微束、超微量、超精细、高精度和极表面分析技术。

2. 同步辐射的应用。

3. 辐射(光子、电子)加工。

4. 功能显象,代谢显象和免疫导向放射性药物。

5. 离子注入材料改性。

6. 核成象技术,特别是工业CT。

7. 小型低能加速器新原理和关键技术。

8. 核测井。

9. 核技术在农业上的各项新应用。

(责任编辑 刘先曙)

(上接第43页)

互,不同的只在於交互的方式。一部最初级的自动化机器,就需要有人—机通讯,机器随时显示自己的运行状态,操作人员通过命令随时改变机器的运行状态。这是最基本的人—机交互方式,工业机器人与操作人员的交互方式属于这一种。更高级交互方式是人—机协调(Coordination)和合作,如人机相互配合共同完成一项任务。再高级就是人—机集成了,即人与机器形成整个自动化系统。

一般容易把人—机交互与机器智能对立起来,以为越有智能的机器则越不需人—机交互(或干预),这是一种误解。其实机器的智能化并不排斥人—机交互,只是把它提到更高、更友善的水平。

此外,还应当看到,人—机交互技术本身也存在智能化的问题,也就是说,需要采用人工智能技术建立新型的人—机交互方式,如适应用户的交互方式(User-Adapted Interaction)。

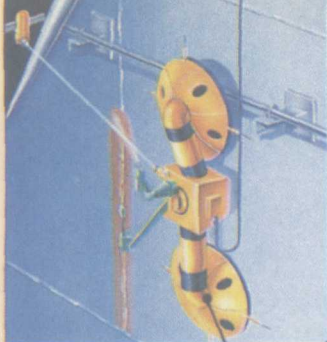
(责任编辑 宋义荣)

(上接第55页)

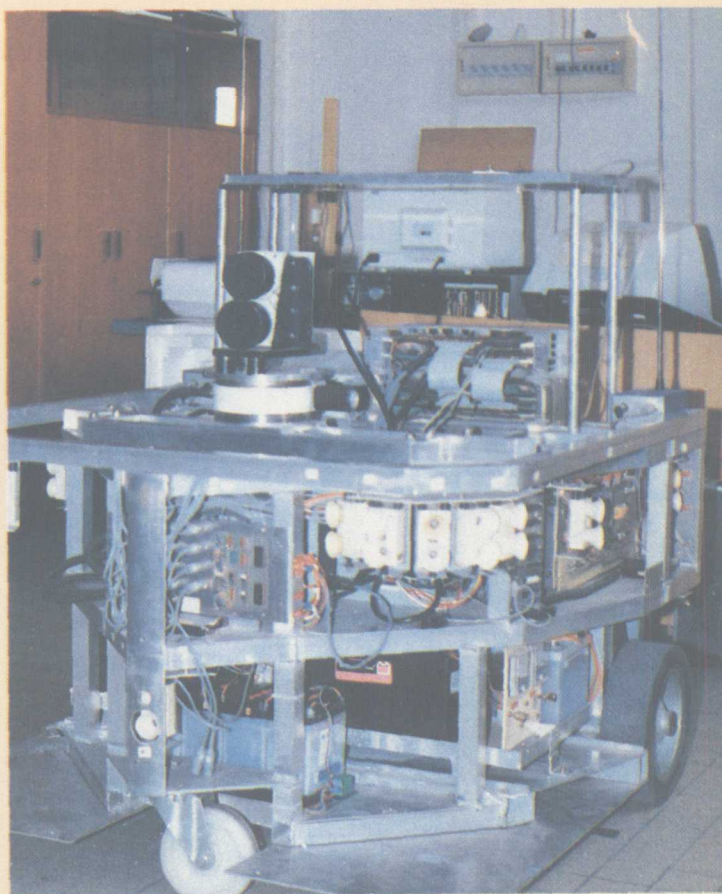
作物育种服务。“利用”的含义就是为育种家提供优良的种质作为育种的原始材料,以便育种工作者尽快培育出农作物优良品种为农业生产服务,当然不排除对引进优良品种的直接利用。“创新”是指根据育种需要,通过异源基因导入等手段创造具有某种优异性状的新种质,它们一般没有直接利用价值,但在抗性 or 品质等方面符合育种工作的迫切需要,是人为创造的优异种质。这是一项难度较大的带探索性的工作,由没有育种任务的遗传资源工作者承担是适宜的。另一方面,育种家在培育出新的优良品种时,也是对遗传资源库的反馈。我国有得天独厚的、丰富多采的作物遗传资源,有比较完善的国家种质库及其它研究条件,只要我们顾全大局、同心协力、努力攀登,我国的作物遗传资源工作一定会取得更大的成就,做出更大的贡献。

(责任编辑 蔡今)

智能机器人



4 日本高级机器人计划中的爬壁机器人

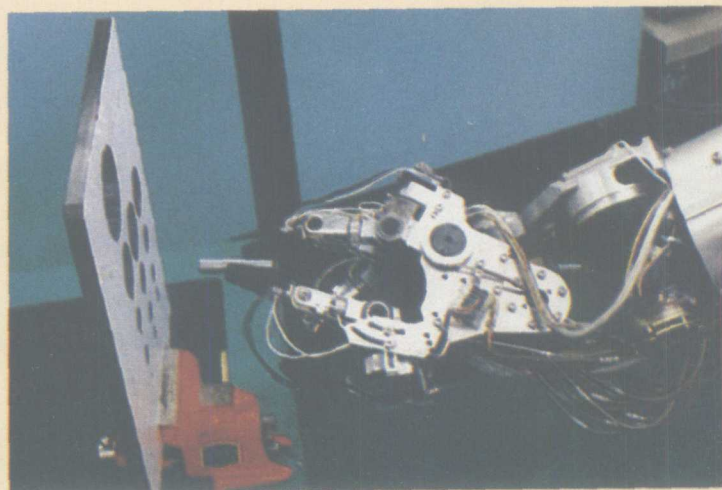


5 法国LAAS实验室的室内自主式实验车

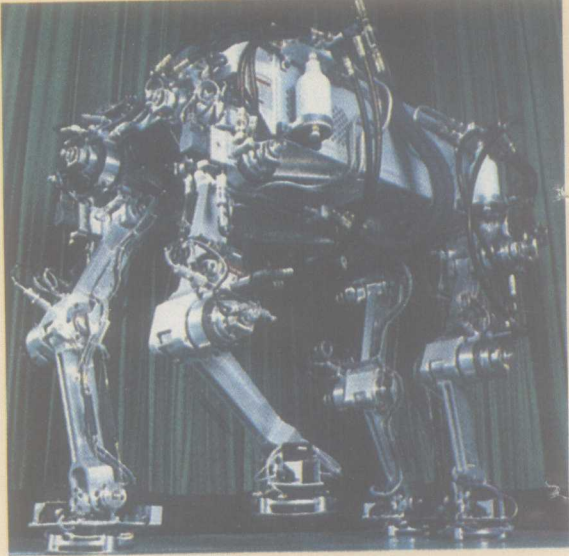
6 日本高级机器人计划中深海作业的三指爪



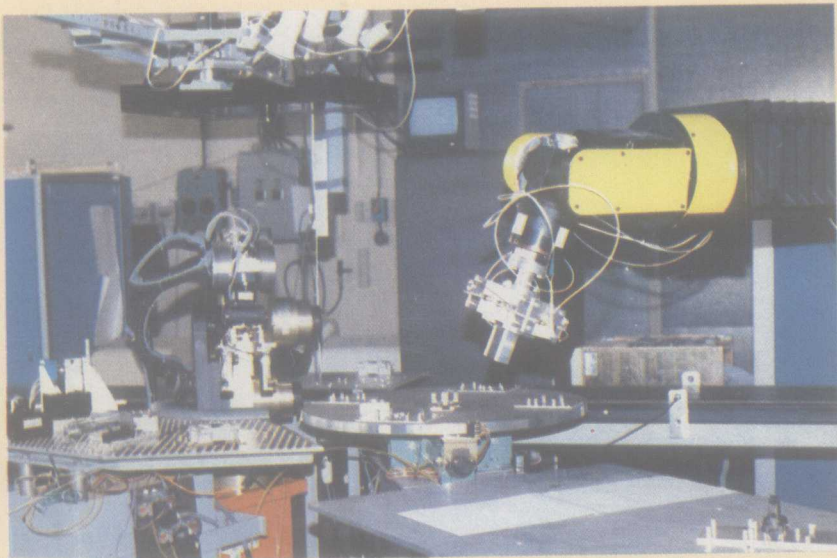
7 日本高级机器人计划的多指爪



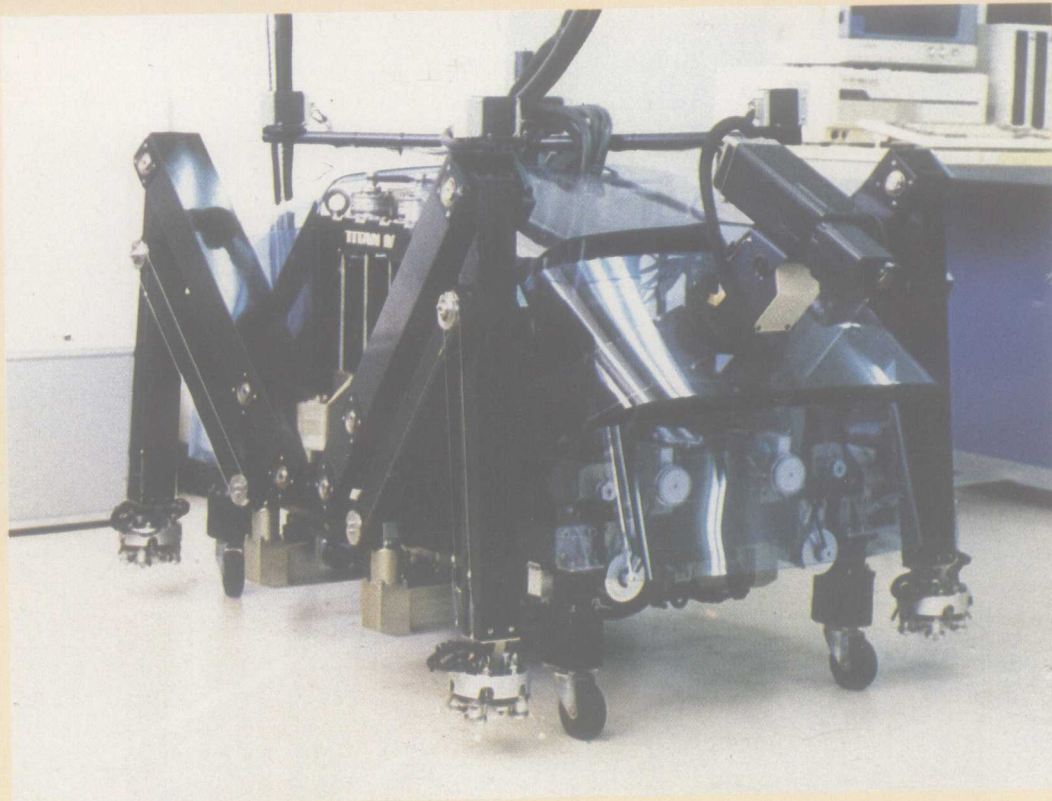
智能机器人



1 日本高级机器人计划
中的地面足行机器人



2 法国LAAS实验室
的自动装配单元



3 日本东京工业大
学的足行机器人