



第5章 行为表现



第14讲 行为控制

在智能科学技术领域，**行为控制**主要是指智能机器人的**运动控制**问题，大约包括智能机器人**导航、路径规划、智能行为规划与执行**等内容。当然运动与视觉协调密切相关，因此运动控制常常与**主动视觉**与**目标跟踪**相互配合，需要考虑选择性注意计算模型的有机融合问题，这也是行为控制的一个难点。



1、导航行为控制

人类眼球运动可以通过断续性扫视、平稳性跟踪以及辐射运动等形式来保持对视觉目标的主动跟踪。

对于机器人而言，这里需要解决二个問題，一是注意选择問題，即如何选择跟踪的目标，二是保持目标的跟踪問題。这些都是主动视觉研究的问题，在根据外界环境变化来不断调整自己行为的控制，起着重要作用。



1、导航行为控制

具备一定的视觉能力，机器人自动导航需要解决的问题分解开来有这样三点：

- (1) 现在何处？
- (2) 要往何处去？
- (3) 如何去？

相当于说给定出发点、目的地以及路径，

因此,机器人自动导航问题主要是一个路径规划问题。



机器自动导航



1、导航行为控制

目前解决这样一个问题的主要环节大致有：地图构建、定位、路径规划，以及躲避障碍等方面。

(1) 地图构建：明确机器人活动范围的整体路线及其各种坐标参考标志物；

(2) 定位：通过一定的检测手段来获取机器人在空间中的位置、方向以及环境信息，并通过据此建立动态环境模型；

(3) 路径规划：寻找最优或极优无障路径，引导机器人安全移动到达目的地；

(4) 躲避障碍：给出灵活躲避障碍的策略，特别是非固定障碍的躲避策略。



1、导航行为控制

机器人**自动导航**是机器行为控制中的核心技术之一，也是移动机器人的**基础技术**。尽管已有大量研究工作，却依然是一项具有**挑战**性的研究课题，特别是对于**开放环境**，更是如此。

可以用于机器人自动导航的传感器主要包括：磁场导航仪、惯性检测仪、激光测距仪、视觉摄像机、磁场罗盘仪、光电编码器、超声测距仪、红外测距仪、里程计等等。



1、导航行为控制

目前主要采用的方法包括：

(1) 基于**预先保存**的地图进行导航，主要采用**路径跟踪**与**避障技术**来完成导航任务；

(2) 通过**动态创建**的地图进行导航，需要利用各种**传感器**来获取环境与距离信息，动态建立即时环境的几何模型或拓扑地图，然后引导机器人导航任务的完成；

(3) **无地图试探性导航**，利用对环境信息的**实时**检测技术来获取各种对周遍环境物体的**识别**，并作为自动导航的路标**依据**。



1、导航行为控制

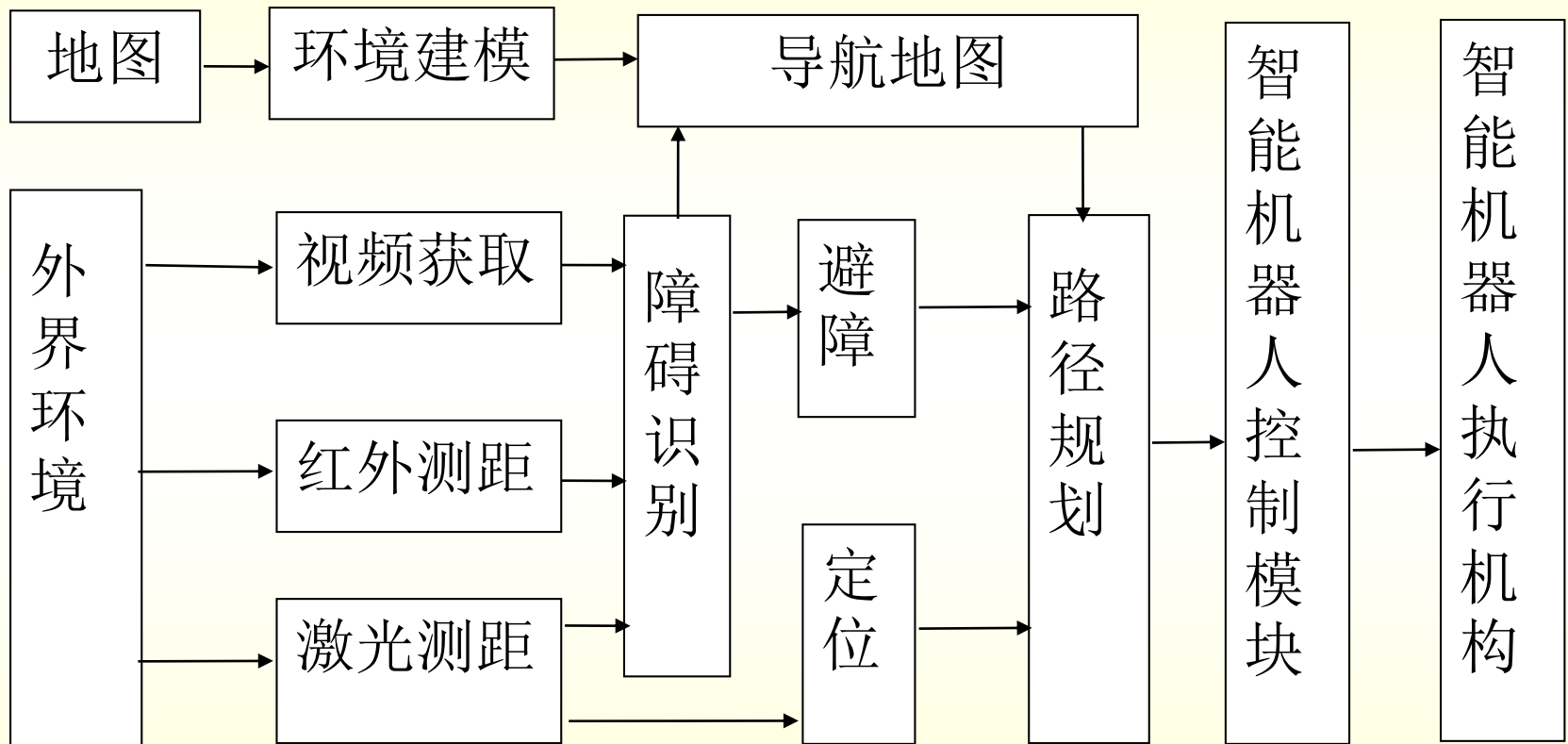
视觉导航系统主要通过视觉传感器（又包括双目立体视觉、单目普通视觉、红外成像视觉等）对障碍和路标进行探测、识别与分析，来进行路径选择，完成导航任务，因此其中的路标检测、障碍规避以及路径跟踪就成为主要的组成部分。

而非视觉导航系统则是通过其他探测手段来进行导航，比如激光、超声、磁场等。

目前更多的导航系统是两种技术的混合，兼顾视觉与非视觉各自的优点。



1、导航行为控制



智能机器人自主导航系统的结构框架



1、导航行为控制

除了按照使用的技术加以区分外，也可以按照适应的范围来划分智能机器人自动导航系统，分为：

封闭导航（在已知封闭的环境中，比较**容易**实现）与
开放导航（在未知开放的环境中，存在诸多**挑战**）。

但不管采用哪种策略，智能机器人自主导航系统均采用如上图所示的结构设计框架，从中可见机器导航系统的一般组成原理。

End 1



2、研制仿人机器

最早开发的仿人机器人是日本早稻田大学加藤一郎研究室开发的WABOT-1型机器人（1973年），后来该研究室又开发了能够演奏钢琴的WABOT-2型仿人机器人（1984年）。



WABOT-2型仿人机器人



2、研制仿人机器

仿人机器人研究的新突破则是**1996**年由日本本田技研公司经**10**年精心打造的**P2**仿人机器人（身高**180cm**、体重**210kg**），也是世界上首台能用双足稳步行进的仿人机器人，并在**1997**年进一步研制除了改进版**P3**（身高**160cm**，重**130kg**）。



P2仿人机器人



2、研制仿人机器

到了2000年，日本本田公司又开发的ASIMO仿人机器人（身高120cm，重43kg），可遥控、双足、能运动。右图给出的就是这新型的仿人机器人。仿人机器人的自由行走，甚至跑步，是一个难题，在这方面有所突破是有重要意义的。





2、研制仿人机器

仿人机器人:

首先,涉及到是机器人的运动学,给出机器人运动的系统描述理论与方法,包括三维空间中物体转动的描述方法、角速度矢量、旋转矩阵的微分与角速度矢量之间的关系。

然后,再给出根据机器人关节角度来求出手足等连杆的位置与姿态的有关方法,以及反过来根据手足连杆位置与姿态来求出机器人相应关节角度,如此等等。



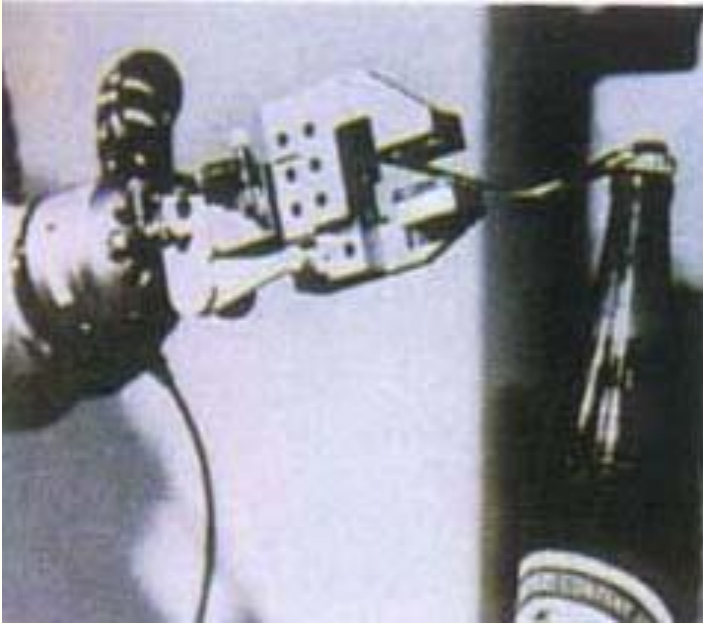
2、研制仿人机器

对于仿人机器人运动而言重要的一个概念是**ZMP**（**zero-moment-point**，力矩分量为零的位点，俗称**重心点**），这是一个判断机器人**是否摔倒**、**其足底是否与地面接触**的指标（重心点是否超越支撑足面）。

基于**ZMP**概念，就可以研究**双足步行模式**的**生成**和行走的**控制**方法。此外，对于仿人机器人而言，还必须给出**各种全身运动**的控制实现方法，从而使得仿人机器人基本上能够实现类人方式的各种行为动作。只有这样，才能够将其应用到机器歌舞的表演之中。



2、研制仿人机器



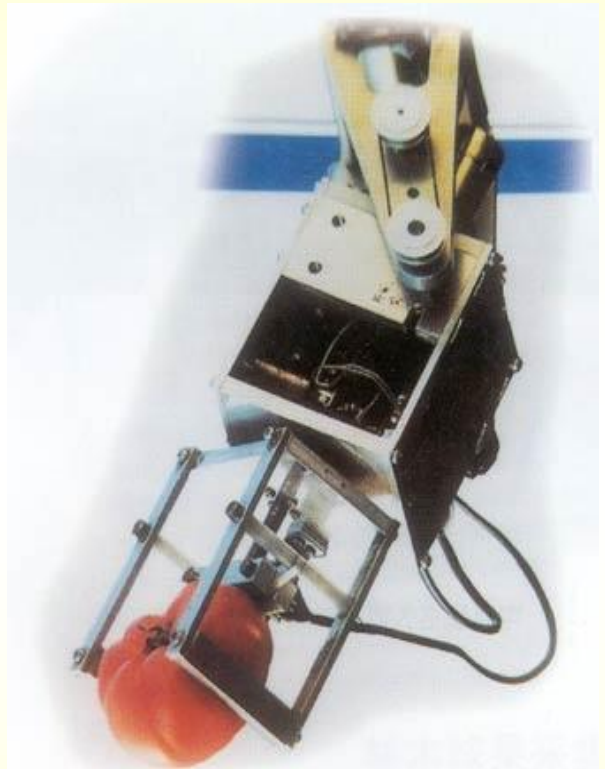
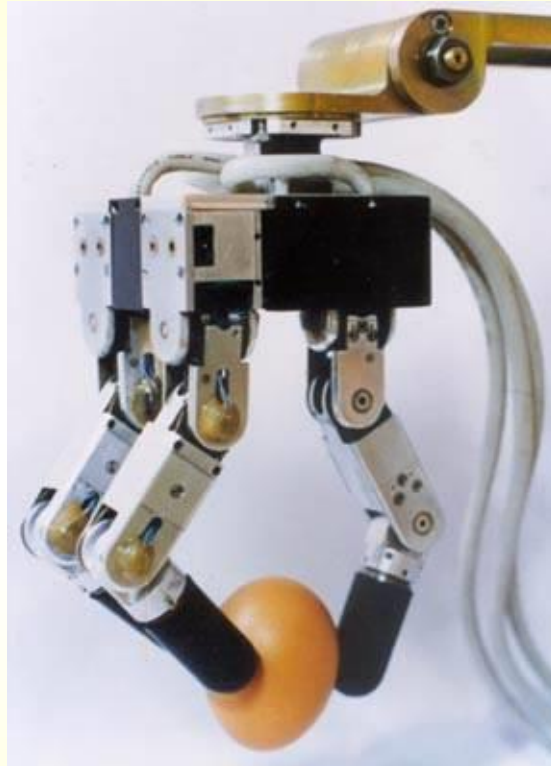
开启酒瓶



倒饮料



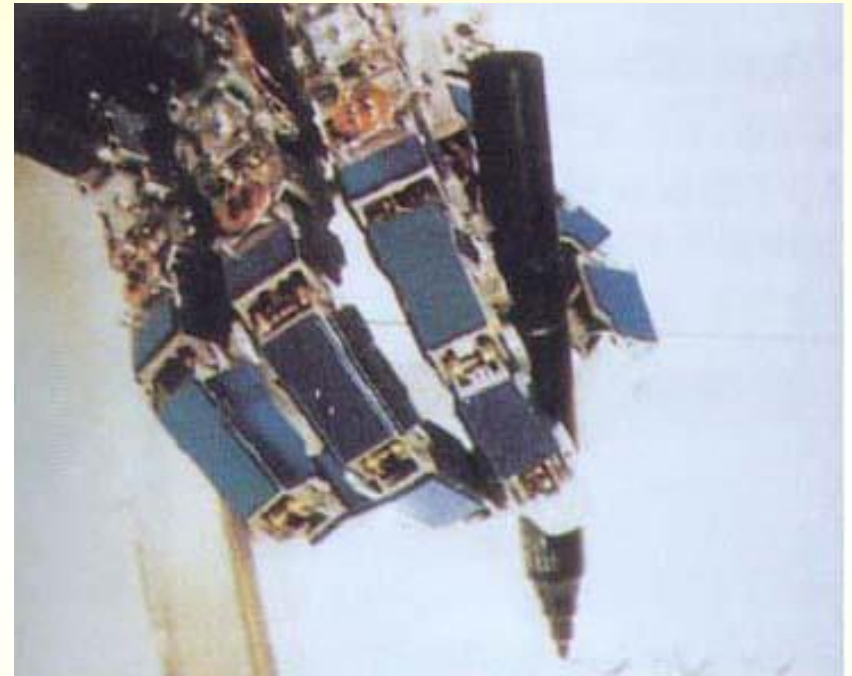
2、研制仿人机器



各种抓握机器手



2、研制仿人机器



控制机器手书写

End 2



3、仿人行为控制

除了基础性的机器人导航之外，更一般的机器**运动控制**包括更多的内容，主要原则就是要在了解智能机器人运动规律（属于智能机器人运动学研究的内容）的基础上，利用**行为规划算法**与**行为执行程序**，来实施具体的行为动作，比如行走、抓取、坐卧等。



抓取机器人手



3、仿人行为控制

另外，我们也采用NAO机器人通过行为生成器来生成各种需要的行为。行为生成器由神经网络群控制，同时利用其他方面软件的补充功能。

例如，NAO机器人的运动类型有几百种（直走、转弯、举手、点头，等等），利用NAO机器人厂家(法国Aldebaran)编写的特殊软件Choregraphe控制。

另一方面，复杂运动（如抓）通过进化的神经网络模块进行，因为预编程的过程无法处理这些动作。对象识别完全由进化模块分解为一系列简单运动指令。事件识别也是如此（例如识别一个人什么时候抬腿迈步、举手投足、抛球，等等）。



3、仿人行为控制

作为更加复杂的社会行为，假设小狗要向一个陌生人讨球，然后把球给老师。这个问题的难点在于小狗讨球时不同的人可能有不同的反应。学习物理行为时使用的内部模拟方法这里变得更加复杂，因为学习系统需要模拟人的行为，非常复杂，具有不确定性，因此除了模拟还要有推理。这方面已经进行一些原型试验，我们已经采用或然推理在虚拟世界中教授虚拟agent进行学习。但在物理机器人方面,仍然需要大量研究和试验。



3、仿人行为控制

许多证据表明，人类通过模拟和推理模仿别人，一些研究工作通常采用这个办法。这方面已经进行一些原型试验，我们可以采用或然推理在虚拟世界中教授虚拟agent进行学习。但在物理机器人方面，仍然需要大量研究和试验。

此时，**样本**在模仿中至关重要，利用人的**反馈**作为**适应性函数**，即使学习简单的行为也需要大量强化试验。其中关键在于**适应性估计**，不加试验而猜测一个过程来完成老师定义的某个行为的适应性。



3、仿人行为控制

因此为了产生更加合理的行为模仿，机器人系统需要实现一种内部模拟世界的功能，涉及人类内省反思能力。内部模拟世界中执行一个过程时，产生一个行为描述(“behavior description”，BD),可以用某种知识表示格式表示。将过程产生的BD与老师让学生模仿的样本行为相比较，然后通过计算相似性来不断改进行为，直至产生与样本行为足够相似的行为为止。



3、仿人行为控制

当然，理想情况下应该让机器人学习一些基本社会行为，利用模仿与强化，组合感觉运动学习的神经网络组件和进化与推理学习的符号组件。

此时传授学习就显得非常重要，推理出有意义的结果需要知识库。

系统通过观察人的反应产生人的反应知识，包括上述学习行为和在学习情境之外自发观察的人类行为。



3、仿人行为控制

下面的列表给出了一些机器人应该学会的最基本社会行为，这样可以增加机器人的社交能力。

行为	行为描述
身份认知	机器人从中学会在当事与非当事人的身份转换。
讨回物品	当A把物体扔给B时，机器人会走向B并将物体要回。
冻结身份	在身份转换时，机器人必须静止不动（“冻结”）直到身份确定。
引导他人	机器人引导他人开展活动。
寻找物品	寻找被他人占有的物品，尝试去向他们索要该物品。

机器人应该学会的基本社会行为



3、仿人行为控制

总之，不管是[自动导航](#)，还是其他[行为控制](#)，都是智能机器人系统开发的基本课题。如果按照人类行为的标准，目前的研究还非常初步，这是一项[任重道远](#)的研究工作。

目前的主要研究趋势主要关注[仿人机器人](#)的行为表现，因此下一小节，我们结合仿人机器人的介绍，专门介绍在机器歌舞方面的研究状况。

