



# 第5章 行为表现

---



# 第13讲 人体运动

---

行为表征主要是通过人体运动及其组合来实现的，可以这么说，有目的意图的运动，就是行为。

所以说运动是行为的基础，而就人体而言，各种运动的控制实现主要是通过中枢神经系统控制肌肉收缩来完成的。

一般将与运动控制关系最为密切的神经系统部分称为运动系统。当然，当涉及到行为，这样的运动神经活动还与动机、学习、记忆等脑的高级功能相关联。



# 1、人体运动控制

人体的运动可以分为三类，即反射运动、节律运动和随意运动。

反射运动不受意念控制，只要有特异刺激出现，就会自发出现。这种反射运动一般在很短时间就可以完成，涉及到的神经区域也较小，比如打喷嚏之类。

节律运动是指那种有规律的自觉运动，如呼吸、咀嚼、行走等，可以随意开始或终止，但一旦开始就会自动重复进行，而不再需要意识参与。

最后，最复杂的是随意运动。这是一种具有行为目的、可以按照意愿随时改变、反映主观意愿的运动。随意运动涉及的脑区比较广泛，需要的时间也较为长久。熟练的随意运动需要一段时间的学习训练，但一旦熟练掌握某种技能运动，往往就形成固定的程式，成为记忆“运动程序”，随时可以调用。



# 1、人体运动控制

所有的运动都是靠严密组织的肌肉系统来实施的。具体地说就是肌肉的收缩或舒张就产生了运动。而肌肉的收缩或舒张是受神经信号控制的，包括控制运动的位移、速度、加速度、力度等多种参数的信号。

当然，为了通过运动可以精确持续地完成控制复杂行为，感觉信息的不断反馈也是非常重要的，包括：

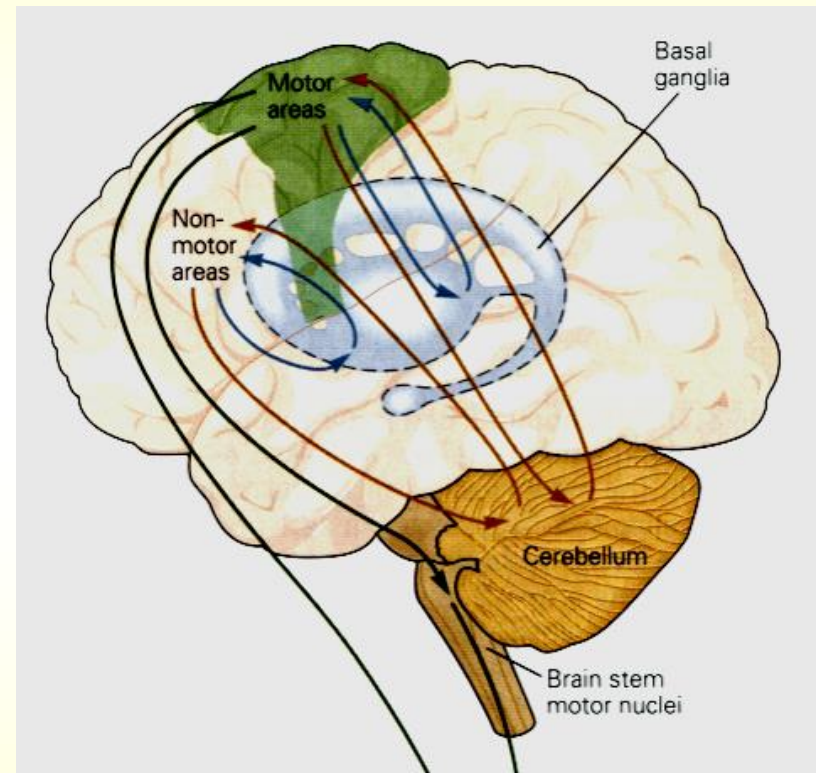
- (1) 视觉、听觉、皮肤触觉的定位信息；
- (2) 肌肉、关节和前庭器官本体的长度、张力、位置等感觉信息。



# 1、人体运动控制

在行为运动控制中，运动神经系统起着关键作用，大致来说，控制运动的主要神经系统如图所示。

就人体而言，运动神经系统是由三个水平的神经结构分级构成的，从低到高分别是脊髓、脑干的下行系统、以及大脑皮层的运动区。



人脑运动神经系统



# 1、人体运动控制

脊髓是位于最低水平的运动控制结构，其中的运动神经元支配骨骼肌，控制肌肉收缩来实现反射运动或随意运动。

运动控制第二个水平的神经结构是脑干下行系统，包括内侧和外侧两个部分。

内侧下行系统主要支配躯干中线的肌肉和肢体近侧肌肉，对整体运动进行控制，保持机体平衡、维持直立姿势、整合躯体和肢体运动（如朝向运动）、控制单个肢体的协调运动等。

外侧下行系统则与肢体远端肌肉的控制有关，涉及诸如手及手指的精细运动的控制。

通常，脑干下行系统接受感觉运动皮层的指令，因此在整个运动神经系统中，大脑皮层可以通过脑干下行系统来对脊髓进行间接控制。



## 2、运动神经系统

---

大脑皮层运动区是运动控制的最高水平中枢，大致构成包括有：

初级运动皮层、

外侧前运动皮层或前运动区、

以及辅助运动区三个部分组成。

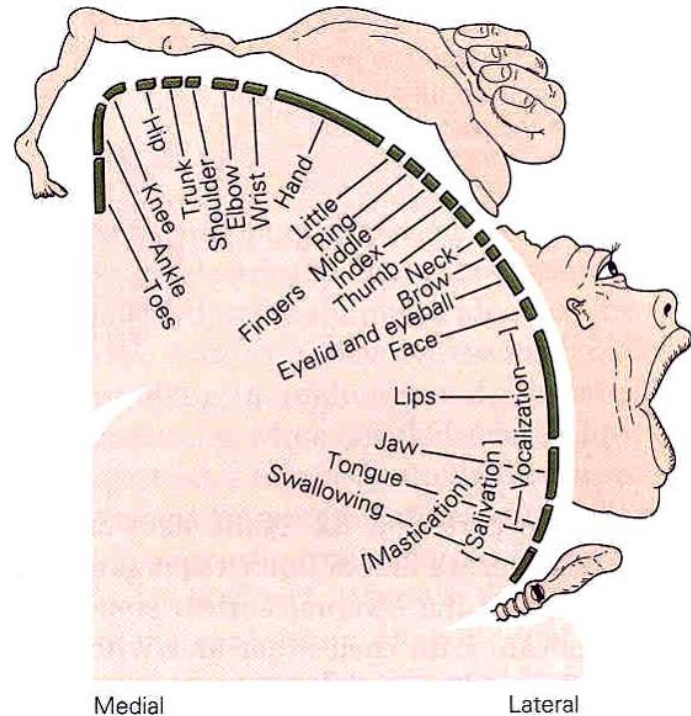
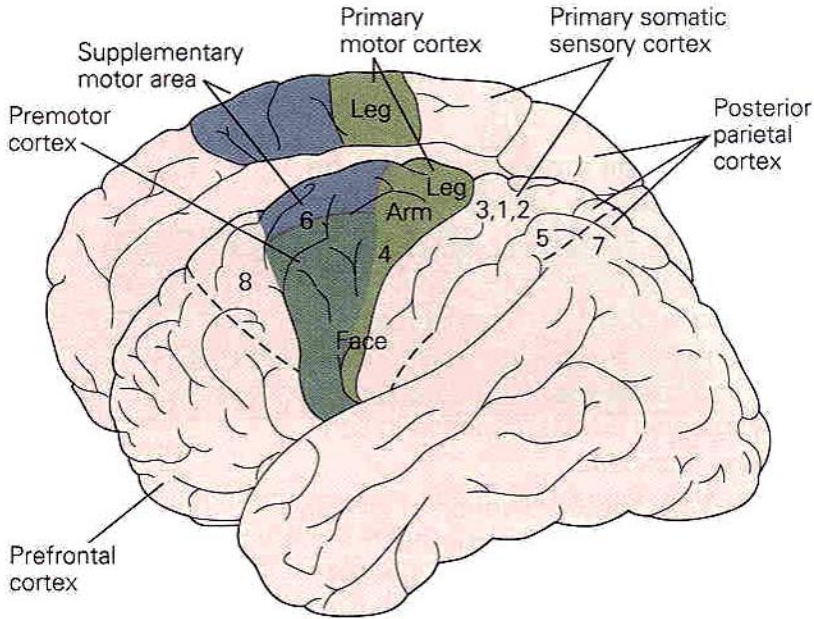
后两个部分均有神经纤维投射到初级运动皮层。而三个部分则均直接投射至脊髓或经脑干下行系统影响脊髓。





## 2、运动神经系统

Human



### 运动神经中枢涉及的脑区

### 运动躯体感觉侏儒图

值得注意的是，**运动皮层**中神经组织对应所控制躯体部分具有**拓扑相邻对应性**（躯体部分对应皮层划分情况参见侏儒图），比如控制手运动的大脑皮层初级运动区的**手区**与辅助运动区的**手区**及脑干控制**手**运动部分相关联。





## 2、运动神经系统

辅助运动区又可分为三个部分，即与高层次运动控制有关的前辅助运动区、与简单运动任务有关的新辅助运动区和辅助眼区。

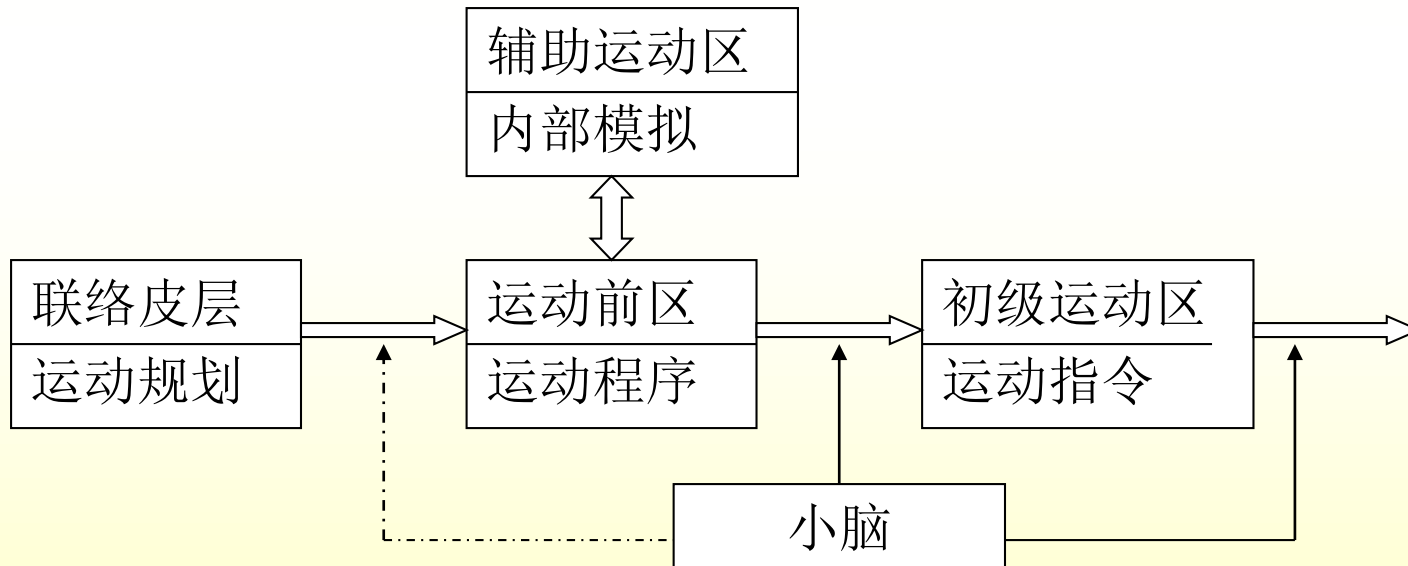
有关反映血流变化的实验表明，当被试不做任何动作，只是默想手指运动的次序时，只有辅助运动区的血流是增加的，可见辅助运动区对于开展脑机接口控制运动的重要性。

除了上述运动神经系统外，与运动控制调节相关的其他神经结构还包括小脑和神经基底节。小脑主要提高运动精度，而神经基底节则建立运动皮层与其他脑区的联系，比如额叶皮层。



## 2、运动神经系统

归纳起来，人类运动程序产生的过程大致如此：（1）根据运动动机愿望、获得的感觉信息以及人体自身状况，大脑联络皮层产生运动动作的粗略规划；（2）大脑皮层对粗略规划进行分析、处理与解释，形成更为详细的运动系列；（3）对运动系列的时空图式进行内部模拟；（4）最后，驱动运动系列的实施。





# 3、运动行为表征

---

其中第一步运动规划涉及到具身性认知机制。所谓具身性认知机制，主要是指近年来认知科学、心智哲学、神经科学、语言科学以及人工智能等不同领域共同认识到的人类认知活动的一种根本规律：认知是依赖于我们有机体的身体，依赖于我们不同的经验种类的，依赖于认知主体的语言、意向性行为和文化情境的。

这样一来，要构建一种有效的行为表征方法，就必须考虑到这种具身认知，并结合运动神经机制的发生规律，来实现机器人的行为展现。



# 3、运动行为表征

---

2004年，美国计算机学者罗森博格（Gregg Rosenberg）和安德森（Michael L. Anderson）提出了“**表征的指南理论**” The guidance theory of representation（GTR），将**表征**解释为**行动的指南**。“Representation can be accounted for in terms of the way they provide guidance for action.” 就是这样的一种尝试，值得推荐。



# 3、运动行为表征

依照这一理论，**表征**内容是从**表征媒介**的作用中**产生**的，这种作用是指表征媒介在**主体与其他事物**相关的**行动**中所起的指导作用。

严格讲，一个经验因素只有当它能够为一个主体采取与某些对象（**entities**）相关的行动提供指导作用，才有资格充当表征。

这里的**行动**既包括**运动神经过程**，也包括**推理等认知过程**（motor processes and cognitive processes）。

这种基于行动的意向性来理解表征最重要的一点是，对于正确理解为什么会采取一个针对某对象的行动，不需要回溯到心理意向性的说明。



# 3、运动行为表征

一个主体（subject）是任何使用表征的认知引擎（representation-consuming cognitive engine）。

成为一个表征使用者（representation consumer），必须能够以合乎理性的、目标导向的方式与世界交互作用，这至少意味着它从认知系统的范例那儿接受行动指导。按照安德森，一个认知主体称其为主体，是由于有适合环境、由环境选择，在个体的进化中有与环境的交互作用。





# 3、运动行为表征

表征一定是在特殊情境中的表征：一个情境 circumstance 是主体（subject）自身的境况。由主体的内部状态，包括主体的身体变化、历史记录、表征、期望、优先性、价值、行动的选择、与群体和谐的自我评价、如何行动的程序性知识、运动模式和主体当下所处的环境等因素构成。

当然，目前的机器人行为表征还不可能完全实现这样的理论构想，我们目前首先面临的是机器人的运动控制（比如机器人跳江南style就是如此），行为只有给予运动及其组合之上，才能够得以表征。因此，接下来我们介绍机器人的运动控制问题。