

## 1. 水平细胞的作用是什么？

水平细胞（Horizontal cells）是视网膜中的一种中间神经元，位于**光感受器（视杆和视锥细胞）**与**双极细胞**之间，主要功能包括：

- 侧抑制（lateral inhibition）**：通过与多个光感受器细胞连接，调节其对光的响应，增强视网膜的对比度和边缘检测能力。
- 信号整合与调节**：水平细胞能够在一定范围内整合光感受器的输入，调节信号传递到双极细胞的强度。
- 形成视觉感受野**：帮助形成中心-周围型感受野，提升空间分辨率。

## 2. 大、小锥体细胞的功能区别是什么？

锥体细胞是大脑皮层中主要的**兴奋性输出神经元**，根据其体积大小和功能可分为：

项目	大锥体细胞（Betz细胞）	小锥体细胞
分布区域	主要在 <b>运动皮层第5层</b>	广泛存在于皮层各层
功能	负责长距离投射， 如传导信号到 <b>脊髓运动神经元</b> ， 控制肌肉运动	主要参与皮层内的 <b>局部信息处理</b> 与 <b>短距离连接</b>
投射方式	向皮层下结构（如脊髓、脑干） 发送轴突	多为皮层内或皮层间连接

因此，它们的主要区别在于**投射范围与功能定位不同**。

## 3. 为什么大部分生物神经元之间不直接相连？

大多数生物神经元之间通过**突触（化学突触）**而不是直接物理连接，有以下几个原因：

- 信息处理灵活性高**：
  - 突触可以增强、减弱、延迟或阻断信号，实现复杂的信息整合与调节。
- 支持学习与可塑性**：
  - 突触强度（权重）可以通过**突触可塑性机制（如LTP/LTD）**调整，是学习和记忆的基础。

### 3. 防止信号过载和串扰：

- 化学突触通过神经递质传递，降低了电信号无差别传播的风险。

### 4. 支持单向传播与调控：

- 化学突触天然具有方向性，有助于维持信息流的有序性。

相比之下，\*\*电突触（gap junction）\*\*虽然存在，但通常用于快速同步的小型神经网络（如脑干、网膜等），数量和功能远不如化学突触丰富。

## 4. 生物神经元传导方向基本是单向的，如何实现在生物神经网络中信号的双向传递？

虽然单个神经元的轴突—突触—树突是单向传导，但神经网络整体可以通过以下方式实现双向通信：

- **互返连接（reciprocal connections）：**

- 例如皮层到丘脑的投射与丘脑到皮层的反馈是**双向的成对结构**，各有独立神经元形成两个路径。

- **环路结构（recurrent loops）：**

- 大脑皮层、海马等区域含有大量回馈环路，允许信息反复流动。

- **多级神经元中继：**

- 一个区域向另一区域发送信号，后者再通过其他神经元反向传递回来。

因此，即使个体神经元是单向传导，整体网络可以通过**结构对称性与路径分工**实现**功能上的双向通信**。

## 5. 生物神经元“全-无”信号传递方式有什么作用？为什么没有采用类似数学单调函数的输出信号？

### 全-or-无（All-or-None）原则的作用：

- **抗干扰能力强：**只有超过阈值的刺激才会触发动作电位，避免微弱干扰引发错误信号。
- **信号恒定性：**动作电位的幅度固定，不会随刺激强度变化，便于长距离稳定传导。
- **便于编码：**信息主要通过**放电频率、模式、时间间隔**编码（频率编码、时间编码），不依赖信号强弱。

### 为什么不是连续单调函数输出（如sigmoid、ReLU）？

- **生理上不可行：**神经元膜电位的变化是**电化学反应过程**，存在天然的阈值和饱和机制。

- **效率高**：全-or-无方式可极大简化能耗与信号判定逻辑，比持续输出更节能。
- **生物神经网络主要靠脉冲序列\*\***（spike trains）传递信息，不依赖连续值输出。

在人工神经网络中使用激活函数（如sigmoid、ReLU）是工程上的抽象简化，而不是对生物神经真实工作的直接模拟。