**科学问题：**

基于V1、V4神经元的AlexNet模型能否完成图像重构？

**研究目标：**

利用V1、V4神经元数据通过该现有模型进行图像重构，达到人视觉观察50%的相似度（SSIM参数达到0.9以上），找出影响图像重构结果的重要因素（如：细胞数量、数据质量、刺激大小。。。）。如未达到预定目标则根据研究结果提出未完成重构的主要原因。

**对我们已有的图像重构方面问题的分析**

1. 现在对**感受野内区域**的图像重构还不成功，如果该区域重构成功也可以视为图像重构成功。
   1. 模型不能代表神经元（拟合优度不好）
   2. 神经元数目少
2. 重构出图像的**空间大小问题**，不同于fMRI数据能够看到整个大脑的信号，基于V1和V4的细胞数据有限，感受野局限于图片中心的很小区域（V1：~1度；V4~4度），而图片较大（V1实验：5度；V4实验：8度）。我们能得到的可能仅仅是原图片的一部分，不可能得到整个图片的重构。《是否一定要重构出整个图像？如果从神经元模型的反应进行重构是否有意义？》
3. 数据收集的时候图片是动态缩放的，最后重构出来的是否是个不同大小叠加的图？进行检验是否需要用该叠图和重构图进行对比？
4. ？（对现有的重构结果进行分析，提出重构效果不好的可能原因）

**研究方法：**

利用实验室现有的V1，V4数据，对现有的基于AlexNet的模型进行改进，提高图像重构的效果。

整个实验和模型可以改进的优先级：

1. 尝试**改进拟合模型**，包括调参、尝试数据增强的方法，尝试使用其他方法去构建神经编码模型。
2. 尝试改进图像重构的**生成算法**，因为由GAN与像素迭代方法的对比得知生成算法的影响较大。
3. 通过提升数据质量来提高模型**拟合优度**，从而达到图像重构优度的提高。数据质量提升方法包括调整刺激图片大小、刺激呈现方式、trial数、细胞数量等。
4. 尝试对**人工刺激**进行图像重构，观察结果与自然图片的差异。

**预计结果：**

* 如果重构效果不佳，可能是由于自然图片刺激比较复杂，基于V1、V4神经元可能重构出来的效果并不能很好的表达刺激上的所有特征，可以尝试单独是否抽取某些维度下的重构?（如只重构颜色维度，或者去掉颜色维度），尝试基于简单的人工刺激进行探究，分析原因。
* 重构成功，SSIM参数和心理物理实验均通过测试。此时可以尝试进行“消融实验“，研究哪些因素在图像重构中占据主导地位。

**研究意义：**

* 证明模型的可行性：如果图像重构结果理想，那么说明这个模型能够实现从刺激信号解码原始刺激的方式，证明V1/V4的神经元识别的信息足够解码神经元的刺激。如果图像重构的结果不理想，那么意味着可能图像重构任务需要更高皮层的信息指导才能完成。
* 可用于数据评估：图像重构作为一种可视化解码方法，能直观地反映神经信号数据的质量、模型拟合效果，辅助研究视觉的相关机制并且指导提高实验数据。
* 提供了图像重构的一种新的方法：（要考虑优缺点是什么，新方法的意义是什么）这项研究提供了一种研究神经元编码机制的方式，优点是仅需要V1/V4神经元数据即可解码出肉眼可见相似的原始刺激。缺点是精度和还原度有待提高，缺少更高皮层的信息可能缺少某些维度的信息
* 为我们研究大脑视觉系统提供帮助：（哪方面的帮助？）
  + 解析视觉特征：重构方法可以揭示大脑对于不同视觉特征（如形状、颜色、纹理等）的敏感度，有助于理解视觉系统如何分析和整合这些特征以形成对物体和场景的完整表征。
  + 梦的解析：通过对大脑活动的监测和分析，基于刺激反应重构刺激图像的方法可以用于解析梦境。在睡眠过程中，科学家可以记录梦者的大脑活动，然后使用图像重构技术尝试还原梦中的视觉经历。这有助于更深入地理解梦境的生成机制以及梦与记忆、情感、认知功能之间的关系。
  + 脑机接口：脑机接口（BMI）是一种直接连接大脑与外部设备的技术，可以实现思维控制的目的。基于刺激反应重构刺激图像的方法可以帮助科学家更精确地解码大脑神经活动，从而提高脑机接口的性能。例如，对视觉信号的解码可以用于实现视觉恢复或辅助盲人进行导航；对运动信号的解码可以帮助肢体残疾人士控制义肢或外骨骼设备。
  + 评估视觉障碍：对于视觉障碍的研究，基于神经反应的图像重构可以揭示不同类型视觉障碍的病因和机制，有助于开发针对性的诊断和治疗方法。
* 人工智能与视觉科学的交叉：通过研究大脑视觉系统的编码和解码机制，可以为发展更高效、更符合人类视觉系统特性的人工智能视觉模型提供借鉴。这将有助于推动计算机视觉和神经科学的发展

信息压缩： 大脑通过视觉机制对自然图片的处理本质上是一种信息的压缩，通过研究图像重构可以深入了解这个信息压缩的过程并且实现信息压缩的逆向工程，对信息传输具有重要意义，为信息压缩在工业生产提供启发。