周记（二）

19200210 孙禾嘉

本阶段进行的工作：选取了最优的模型结构，并尝试训练。

通过上一阶段的工作，我们实现了ANN模型进行初步筛选，选取最适合本研究目的的模型架构,我们称之为FSNet。

FSNet主要包括三部分(见图1): 编码网络、决策网络和解码网络。编码网络将实验流程和被试的反应数据进行编码，转化为时间序列向量，形成决策网络的输入；决策网络对输入信息进行决策，确定“异”或者“同”的决策结果；解码网络将输出反应时和反应选择。

图示

描述已自动生成

图1 模型结构示意图

作为模型的第一部分，编码网络部分是连接人类行为数据与网络行为的关键。由于FSNet的决策网络中的RNN神经网络的输入和输出必须基于时间序列形式的数据(Sherstinsky, 2020)，因此，需要对原始实验流程与被试反应数据进行编码，根据特定的时间点映射在时间轴上，转换为时间序列形式的数据。这个映射转换过程具体步骤如下：

以100ms作为一个最小时间单位，将原始实验的完整流程编码为长度为21的时间序列，即数组，其中0-1位为注视点阶段，共两个时间单位，合200ms；2-6位为刺激阶段，共五个时间单位，合500ms，7-21位为反应阶段，共15个时间单位，合1500ms。将原始实验中的六种刺激（文字的圆，方形和三角形；图形的圆，方形和三角形）编码为六个不同水平的激活值，给时间序列中刺激阶段赋予相应的激活值，即对数组的2-6位赋予两个刺激对应的激活值。根据被试的反应时间和反应结果，给时间序列中反应阶段赋予相应的激活值，即在数组中的7-21位赋予相应的值。为模拟真实人类认知活动的随机性，输入的刺激激活值被叠加一层噪声。

根据上述转化规则，对一个实验试次和被试反应的数据进行转化后的时间序列如图5，在这一试次中，呈现一对“不同”的刺激，被试接受刺激之后，被试经过400ms做出“不同”的反应。神经网络会进行一个相似的过程：神经网络输入两个“不同”的激活值，网络输入刺激之后，经过4个时间单位（合400ms）后，“不同”反应通道的值从0变为1，即红线在4个单位处引来一个拐点，使值上升到了1，而绿线值保持为0，红线代表对“不同”刺激的判断，而绿线代表对“相同”刺激的判断。

图片包含 图形用户界面

描述已自动生成

图2 从实验流程到编码后数据的对应情况。上方为人类被试完成一个实验试次时所经历的流程；下方为神经网络完成一个试次时的对应流程。

决策网络是FSNet的核心部分。本网络基于经典RNN结构的神经网络，包括一个循环层和一个全连接层。其输入为23\*8\*2的向量，该向量经由全连接层处理后输出23\*2的时间序列反应数据。时间序列反应数据将进一步在解码网络中被解码为反应时和选择。训练中，决策网络将根据人类被试数据对网络参数进行优化，使其能够模拟人类对异同判断的反应。决策网络输出时间序列反应数据本质上是一组反应曲线。一条代表对“相同”刺激的判断（图3中的蓝线），另一条代表对“不同”刺激的判断（图3中的黄线）。

解码网络将对上述的时间序列反应数据进行解码。本部分设定一个反应阈值，当曲线的值在某一点高于这个反应阈值时，模型就做出反应，并根据这一点的横坐标值得到反应时。如图3所示，蓝色曲线大约在13个时间单位（约为XXX秒）处达到0.8的阈值，可认为模型在13个时间单位处做出“相同”反应（蓝色曲线代表对相同的判断），根据第一部分中的数据转化规则解码反应时，可以得到模型最终的输出的反应时是600ms，判断为“相同”。

图表, 折线图, 直方图

描述已自动生成

图3 神经网络的输出曲线对

Sherstinsky, A. (2020). Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) Network. *Physica D: Nonlinear Phenomena, 404,* 132306.