

Stroop 任务评估

背景信息

在一个 Stroop（斯特鲁普）任务中，参与者得到了一系列文字，每个文字都用一种油墨颜色展示。参与者的任务是将文字的打印颜色大声说出来。这项任务有两个条件：一致文字条件，和不一致文字条件。在一致文字条件中，显示的文字是与它们的打印颜色匹配的颜色词，如“红色”、“蓝色”。在不一致文字条件中，显示的文字是与它们的打印颜色不匹配的颜色词，如“紫色”、“橙色”。在每个情况中，我们将计量说出同等大小的列表中的墨色名称的时间。每位参与者必须全部完成并记录每种条件下使用的时间。

问题 1：确认试验中的变量

该实验中的变量定义：

自变量：一致性文字条件

因变量：参与者说出同等大小的列表中墨色名称的所用时间

问题 2a：建立假设

A 条件：一致文字条件

B 条件：不一致文字条件

零假设：对于同一组参与者，在一致文字条件和不一致文字条件下，参与者所用时间的均值相等

$$H_0: \mu_A - \mu_B = 0$$

对立假设：对于同一组参与者，在一致文字条件和不一致文字条件下，参与者所用时间的均值不相等

$$H_A: \mu_A - \mu_B \neq 0$$

注： μ_A 表示在一致文字条件下所用时间的平均值， μ_B 表示在不一致文字条件下所用时间的平均值。

问题 2b：建立统计检验

在该实验中，我将通过 **配对样本 T 检验** 来对数据进行统计检验。
在该问题中，总体的均值分布为正态分布，且我们知道样本的数据，而不知道总体的数据，样本容量也较小。所以采用 T 检验，而我们问题针对的是相依样本，所以采用配对样本 T 检验。

问题 3：报告描述性统计分析

一致文字条件下：

$$\mu_A = 14.05, \quad M_A = 14.36$$

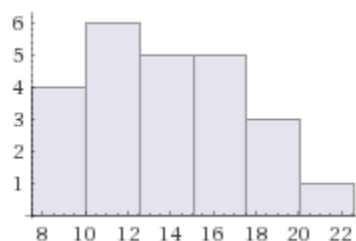
不一致性文字条件下：

$$\mu_B = 22.02, \quad M_B = 21.02$$

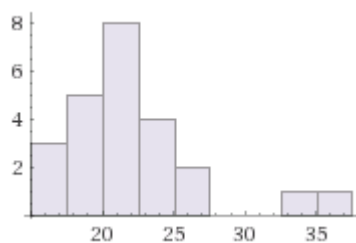
注：（ μ 表示均值， M 表示中位数）

在两种条件下样本数据都不存在众数，都是均匀分布。通过描述性统计可以看出 B 条件下的均值和中位数都要大于 A 条件下。因此可以估计在整体中 B 条件说出同等大小列表墨色名称的所用时间要大于 A 条件的所用时间

问题 4：绘制数据图



A 条件



B 条件

通过上面的直方图我们可以看出在 A 条件下大部分人所用的时间相差不大，中位数在 12-16 之间，每个时间段的人数也相差不多。而 B 条件下所用时间分布在 20-22.5 之间的最多，最快的人和最慢的人相差也较明显。

问题 5：执行统计检验并解读结果

首先我们通过数据可知：

$$n_A = 24, df_A = 23, \mu_A = 14.05, \sigma_A = 3.56, SS_A = 291.39$$

$$n_B = 24, df_B = 23, \mu_B = 22.02, \sigma_B = 4.80, SS_B = 529.27$$

注：n表示统计量，df 表示自由度，σ 表示标准差

通过计算可以求得合并方差：

$$S_p^2 = \frac{SS_A + SS_B}{df_A + df_B} = 17.84$$

然后计算校正的标准误差：

$$SE = \sqrt{\frac{S_p^2}{n_A} + \frac{S_p^2}{n_B}} = 1.22$$

然后计算 t 统计量和 P 值：

$$t_{\text{statistic}} = \frac{\mu_A - \mu_B}{SE} = -6.53, P < 0.05$$

查表得 $\alpha = 0.05$ 双尾检验 t 临界值：

$$t_{\text{critical}} = \pm 2.021$$

因为 $t_{\text{statistic}} < -2.021 < t_{\text{critical}}$ ，所以拒绝零假设。即 A 条件所在整体与 B 条件所在整体存在显著性差异。可以看出 A 条件下所用的时间明显少于 B 条件所用时间。

对于效应量，通过计算可得

$$r^2 = \frac{t_{\text{statistic}}^2}{t_{\text{statistic}}^2 + df} = \frac{t_{\text{statistic}}^2}{t_{\text{statistic}}^2 + df_A + df_B} = 0.48 = 48\%$$

因此可以得出两个条件下所用时间的差异有 48% 是由于条件不同导致的。