

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：文字的意义与颜色是否一致

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总体均值， μ_B 表示在不一致文字条件下所用时间的总体均值。

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，数据来源于同一受试者两次，并且只知道样本的数据，而不知道总体的数据，只能用样本标准差来推断总体标准差，样本容量也较小。同时我们假设样本的总体大概是正态分布的，样本数据可以用来估计总体方差，因此采用 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：

$$\bar{x}_A = 14.05, M_A = 14.36, \sigma_A = 3.56$$

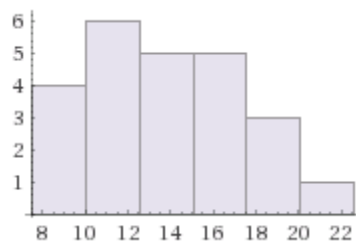
不一致性文字条件下：

$$\bar{x}_B = 22.02, M_B = 21.02, \sigma_B = 4.80$$

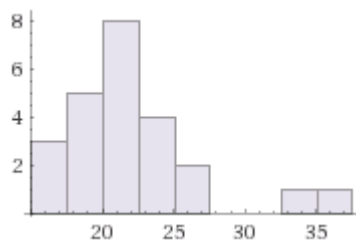
注：（ \bar{x} 表示均值， M 表示中位数， σ 表示标准差）

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。通过标准差来看，B 条件下数据的离散程度也更大，A 条件下数据要相对于更集中，每个人所用的时间相差不多。

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多，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：

$$\mu_A = 14.05, \sigma_A = 3.56$$

$$\mu_B = 22.02, \sigma_B = 4.80$$

$$n = 24, df = 23, S_D = 4.86$$

注： n 表示统计量， df 表示自由度， S_D 表示差异的标准偏差

计算求得差异点估计值 M_D ：

$$M_D = \mu_A - \mu_B = -7.97$$

然后计算差异的标准误差：

$$SE = S_D / \sqrt{n} = 0.99$$

然后计算 t 统计量：

$$t_{\text{statistic}} = \frac{\mu_A - \mu_B}{SE} = -8.05$$

查表得 $\alpha = 0.05$ 双尾检验 t 临界值：

$$t_{\text{critical}} = \pm 2.069$$

因为 $t_{\text{statistic}} < -2.069 = t_{\text{critical}}$ ，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。可以得出 A 条件下所用的时间显著少于 B 条件所用时间。

对于效应量，通过计算可得

$$r^2 = \frac{t_{\text{statistic}}^2}{t_{\text{statistic}}^2 + df} = 0.74 = 74\%$$

因此可以得出两个条件下所用时间的差异有 74%是由于条件不同导致的。

$\alpha = 0.05$ 的置信区间：

$$CI: M_D \pm t_{\text{critical}} * SE = (-10.02, -5.92)$$

可以得出结论，与 B 条件相比，A 条件下所用的时间要少大约 5-10 秒。