

入门项目1：测试心理学现象

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。

调查问题

1. 自变量是什么？因变量是什么？

本案例建构了以文字与油墨颜色的一致和非一致组合，来观察其对参与者认知墨色时间的认知实验。

概念解释：自变量是由实验者操纵、掌握的变量。

因变量是由于自变量变动而引起变动的量。

在本实验中：

自变量为文字数量、文字含义及文字油墨的颜色的组合方式。

因变量为参与者说出墨色名称的时间。（即认知速率）

2. a.此任务的适当假设集是什么？b.你需要以文字和数学符号方式对假设集中的零假设和对立假设加以说明，并对数学符号进行定义。c.你想执行什么类型的统计检验？为你的选择提供正当理由（比如，为何该实验满足你所选统计检验的前置条件）。

a.此问题的假设集是

在非一致文字条件下，参与者说出相同数量的文字墨色比在一致性条件下需要更久的时间。
（即读者对颜色的认知能力会受到不匹配的文字含义的影响。）

b：因本任务所知信息

假设在此试验中，

μ_1 表示在一致性文字条件下，参与者认知相同数量词汇列表的墨色时间的均值

μ_2 表示在非一致文字条件下，参与者认知相同数量词汇列表的墨色时间的均值

本次试验的零假设 H_0 为：

$$\mu_1 - \mu_2 = 0$$

表示无论文字及其油墨颜色如何变化，参与者认知相同数量文字的文字颜色的时间相同，即参与者对于文本颜色的认知不会受到文字含义的影响。

本次试验的对立假设 H_a 为：

$$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\mu_1 - \mu_2 > 0$$

$$\mu_1 - \mu_2 < 0$$

表示参与者认知文字墨色时，认知时间会受到非一致性的颜色和墨色影响

c. 本案例中：

1. 所有参与者对于文字和墨色的认知情况满足正态分布。
2. 10组任务抽样样本相对于整体为全人类的认知水平而言属于极小量的样本。
3. 实验时应排除参与者个体认知能力对于实验效果的影响。

因此我们需要通过小样本来进行假设检验并通过考察一致性与非一致性条件下认知水平差距的统计显著性(是否拒绝了零假设)，来根据中心值极限定理来推断整体样本的分布情况。因此本次试验中我将使用**相依样本T检验**的方法来进行统计显著性的衡量。

本次实验为Pre-Post实验，先让参与者进行一致性实验，后进行非一致性实验并测量结果。

3. 报告关于此数据集的一些描述性统计。包含至少一个集中趋势测量和至少一个变异测量。

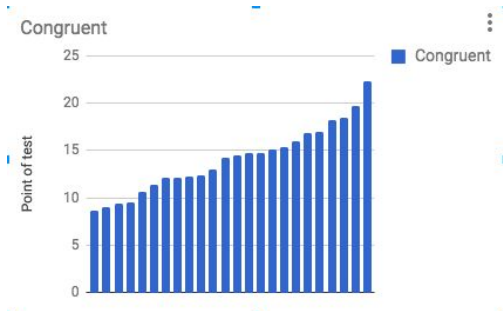
概念：

集中趋势测量包括均值、中值和众数。均值是来自区间或比例尺度的数据的算术平均数。中值反应了第50百分位的值。众数是在一个数据分布中最频繁出现的值。

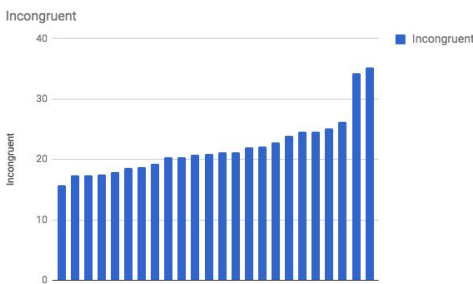
变异测量包括范围、四分位差、标准偏差和平均数标准误差。范围描述了数据极端值的跨度。四分位差是一个分布中包含第25和第75百分位间的数据。标准偏差描述了关于样本均值的数据的变异程度，而平均数标准误差帮助描述一些样本均值关于一个真实的总体均值的分布。

使用google表格将原始数据使用google sheet以数据用大小排序后如图（图1）所示，可知：

1	Congruent	Incongruent
2	8.63	15.687
3	8.987	17.394
4	9.401	17.425
5	9.564	17.51
6	10.639	17.96
7	11.344	18.644
8	12.079	18.741
9	12.13	19.278
10	12.238	20.33
11	12.369	20.429
12	12.944	20.762
13	14.233	20.878
14	14.48	21.157
15	14.669	21.214
16	14.692	22.058
17	15.073	22.158
18	15.298	22.803
19	16.004	23.894
20	16.791	24.524
21	16.929	24.572
22	18.2	25.139
23	18.495	26.282
24	19.71	34.288
25	22.328	35.255



(图2,排序后Congruent柱状图,google sheet)



(图3,排序后Incongruent柱状图,google sheet)

(图1,排序后的stroop , google sheet)

集中趋势：

Congruent: ($n = 24$)

均值：mean = 14.051125 \approx 14.05

中值：median = (12.369 + 12.944) / 2 = 12.6565

众数：因本案例中数值是呈现线性分布（图2），故在本案例中没有众数。

Incongruent: ($n = 24$)

均值：mean = 22.01591667 \approx 22.02

中值：median = (20.429 + 20.762) / 2 = 20.5955 \approx 20.60

众数：因本案例中数值是呈现线性分布（图3），故在本案例中没有众数。

变异测量量：

Congruent:

范围：8.63 ~ 22.328

四分位差：

因样本量 $n = 24$ 其4分位置分别为25%N与75%N，即第 6、18位数字

所以Congruent的四分位数分别为： $N_{c6} = 10.639$ $N_{c18} = 15.298$

样本数量： $N_c = 24$

样本总体平均数： $\bar{X}_c = 14.05$

Incongruent:

范围：15.687 ~ 35.255

四分位差：

因样本量 $N_i = 24$ 其4分位置分别为25%N与75%N，即第 6、18位数字

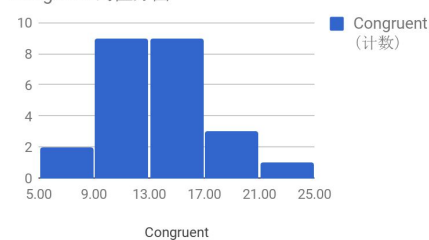
所以Congruent的四分位数分别为： $N_{i6} = 18.644$ $N_{i18} = 22.803$

样本数量： $N_i = 24$

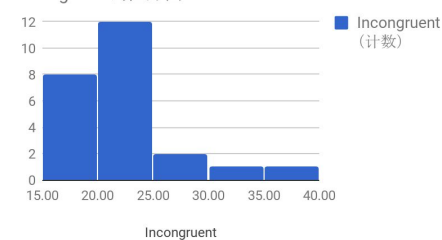
样本总体平均数： $\bar{X}_i = 22.02$

4. 提供显示样本数据分布的一个或两个可视化。用一两句话说明你从图中观察到的结果。

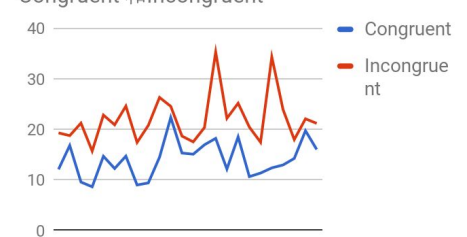
Congruent的直方图



Incongruent的直方图



Congruent 和 Incongruent



（图5, Congruent柱状图, google表格）（图6, Incongruent柱状图, google表格）（图7, 柱状图, google表格）

在样本数据分布的柱状图中可知。

- 1、一致性样本的分布基本呈现正态分布，并且大部分样本识别时间在9s-17s之间（图5）
- 2、非一致性样本分布呈现正偏态分布，且多数样本的识别时间在15s-25s之间（图6）
- 3、由（图7）可知，一致性条件下，stroop实验认知时间显著小于非一致性条件下认知时间

5. 现在，执行统计测试并报告你的结果。你的置信水平和关键统计值是多少？你是否成功拒绝零假设？对试验任务得出一个结论。结果是否与你的期望一致？

解答分为2个部分，

第一部分为自我测试统计值计算，第二部分为将自我测试的一个样本混合到总体样本中进行计算。

第一部分

通过使用<https://faculty.washington.edu/chudler/java/ready.html> 进行stroop测试

我进行了5次测试，结果为图6所示：

测试中可知：

$$n = 5 \quad df = 4$$

定义：

\overline{Mc} 为我的Congruent测试平均值

\overline{Mi} 为我的Incongruent测试平均值

通过google sheet计算可得

(图6，我的测试数据，google sheet)

$$\overline{Mc} = 13.7648 ; \overline{Mi} = 26.2538 ;$$

一致性实验与非一致性实验样本差值均值为：

$$\overline{Mc} - i = -12.49, \text{ 其对应的标准差 } S_{c-i} = 1.93$$

A	B	C	D
my test	Congurent	Incongruent	c-i
1st	13.74	23.297	-9.557
2nd	14.813	26.889	-12.076
3rd	13.789	26.652	-12.863
4th	12.782	27.652	-14.87
5th	13.7	26.779	-13.079
average	13.7648	26.2538	-12.489
STDEV	0.7193779952	1.698198074	1.93160102

在本实验中假设集

H_0 ：文字与墨色是否一致性搭配对参与者认知能力没有任何影响。

$$\mu_a - \mu_I = 0$$

对立假设 H_1 ：文字与墨色是否一致性搭配对参与者认知能力有一定影响。

$$\mu_a - \mu_I \neq 0$$

$$\mu_a - \mu_I > 0$$

$$\mu_a - \mu_I < 0$$

双尾检验中，当df=4时， $\alpha = 0.025$ ，对应的t值为：T = 2.776 即95%置信区间t值位于±2.776之间

$$\text{本人测试的标准误差为：} SEM_{c-i} = \frac{S_{c-i}}{\sqrt{n}} = \frac{1.93}{\sqrt{5}} \approx 0.86$$

$$\text{本人测试所对应的T值：} S_t = \frac{\overline{Ma} - \overline{Mb}}{SEM_{c-i}} = \frac{-12.489}{0.86} = -14.52 < T$$

查表可知我的测试结果 $P < 0.1\%$

结论：

在本人的测试中，成功拒绝了 H_0 假设，并证明非一致性条件下测试结果显著大于一致性条件下的测试结果。

第二部分

为了排除干扰，仅取本人第一次测试结果（C：13.74s In:23.297s）计入样本总体，得到图7。
由图7可知：

一致性测试样本均值 $\bar{M}_a = 14.04$

非一致性测试样本均值 $\bar{M}_b = 22.07$

样本量大小 $N = 26$ ，自由度 $df = 25$

在本测试结果中假设集为：

假设 μ_a 表示在一致性文字条件下，参与者认知相同数量词汇列表的墨色时间的均值

μ_b 表示在非一致文字条件下，参与者认知相同数量词汇列表的墨色时间的均值

本次试验的零假设 H_0 为：

$$\mu_a - \mu_b = 0$$

本次试验的对立假设 H_1 为：

$$\mu_a - \mu_b \neq 0$$

$$\mu_a - \mu_b > 0$$

$$\mu_a - \mu_b < 0$$

一致性样本标准误差 SEM_c ：

（图7，混合样本数据，google sheet）

	A	B	C
1	Congruent	Incongruent	D = a - b
2	12.079	19.278	-7.199
3	16.791	18.741	-1.95
4	9.564	21.214	-11.65
5	8.63	15.687	-7.057
6	14.669	22.803	-8.134
7	12.238	20.878	-8.64
8	14.692	24.572	-9.88
9	8.987	17.394	-8.407
10	9.401	20.762	-11.361
11	14.48	26.282	-11.802
12	22.328	24.524	-2.196
13	15.298	18.644	-3.346
14	15.073	17.51	-2.437
15	16.929	20.33	-3.401
16	18.2	35.255	-17.055
17	12.13	22.158	-10.028
18	18.495	25.139	-6.644
19	10.639	20.429	-9.79
20	11.344	17.425	-6.081
21	12.369	34.288	-21.919
22	12.944	23.894	-10.95
23	14.233	17.96	-3.727
24	19.71	22.058	-2.348
25	16.004	21.157	-5.153
26	13.74	23.297	-9.557
27	Ma	Mb	Ma-b
28	14.03868	22.06716	-8.02848
29	CSTDEV	IncSTDEV	
30	3.484971278	4.703039529	

$$\text{一致性样本标准差：} S_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_c)^2}{25}} = 3.48$$

$$\text{一致性样本标准误差为：} SEM_c = \frac{S_c}{\sqrt{n}} = \frac{3.48}{\sqrt{25}} \approx 0.7$$

故stroop实验的t值为：

$$T_{stroop} = \frac{\bar{M}_a - \bar{M}_b}{SEM_c} = \frac{\bar{M}_a - b}{SEM_c} = \frac{14.04 - 22.07}{0.7} = -8.03$$

查表可知，在双尾检验中， $df = 25$ 时 α 水平 < 0.05 ，所对应的t值为： $T_{0.05} = 3.078$

因此 $T_{stroop} > T_{0.001}$ ，

即在stroop实验中，混合样本所对应的概率 $P < \alpha$ 水平

出现 $\mu_a - \mu_b = 0$ 的可能性小于0.1%， H_0 假设不成立。

结论，文字与油墨颜色的非一致性搭配会导致参与者认知程度显著下降。

此结论与第一部分的结论相同，与本人期望一致。

附google sheet：[google sheet by yij](#)

