

FittsLaw 实验报告

计 85 张潇宇 2018013432

1. 实验目标

对 FittsLaw 进行验证，具体而言

- 通过方差分析检验 A, W 和触控设备对于点击时间的影响是否在统计上显著。
- 通过回归分析检验 Fitts' Law 中 ID 和 $\log(A/W+1)$ 的线性关系。

2. 被试基本信息

本实验共有 11 位被试参与，部分被试参与两项，部分被试参与一项。

是否修读人机交互课程	3 (在学习人机交互) : 8 (不在学习人机交互)
年龄	1 (25 岁-35 岁) : 7 (八字班) : 1 (九字班) : 2 (零字班)
性别	7 (女) : 4 (男)

3. 实验环境

设备条件:

电脑-鼠标: 联想拯救者 Y7000 (15.6 英寸)

手机: Iphone8 (5.7cm×10.4cm)

实验条件参数:

电脑-鼠标:

width:34cm , height:19.5cm,
distance(A):2cm/3cm/4cm , width(W):0.25cm/0.50cm/0.75cm,
repetition:19

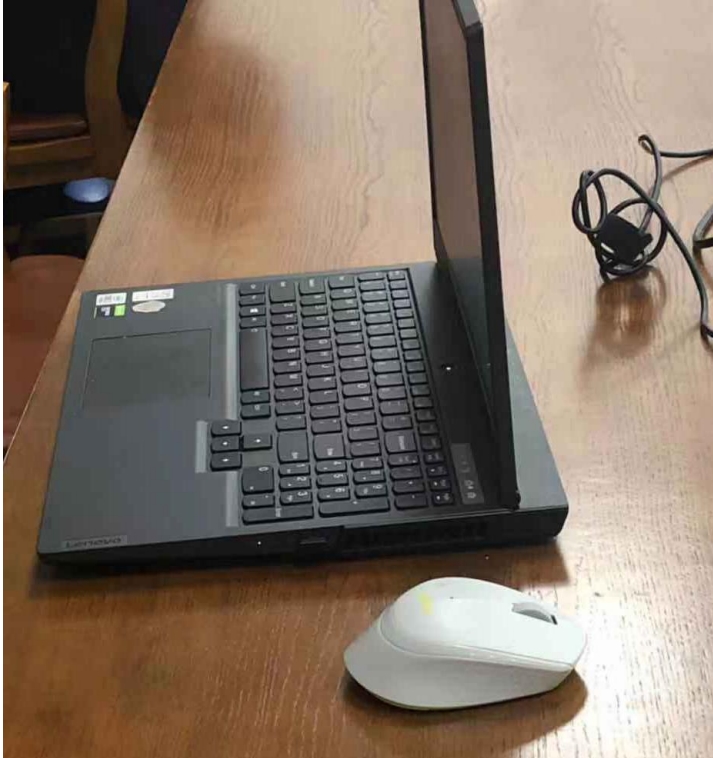
手机:

width:5.7cm , height:10.4cm,
distance(A):2cm/3cm/4cm , width(W):0.3cm/0.50cm/0.7cm,
repetition:19

实验环境:

光照良好、温暖的室内环境。

电脑放置于桌面，被试以坐姿完成实验。手机则依据被试个人习惯而定（手持/置于桌面），图中为其中一次环境。



4. 实验任务

被试按照主试的提醒以及实验平台上的导引完成点击任务。

连续进行两种设备的同学将在中间休息至少五分钟。

使用 python 对 csv 结果进行处理，使用 excel 数据分析功能完成统计工作。

5. 实验流程

1. 被试阅读实验平台上的介绍，并与主试交流。
2. 被试完成测试所用的点击任务，如有疑问与主试交流。
3. 被试在主试的监督下开始进行实验，如有异常情况（错误率极高）主试会给出提醒。个别情况下中断实验，进行检查（具体参考附注 1）。
4. 连续进行两种设备的同学在中间休息至少五分钟。
5. 处理收集到的数据。

6. 结果分析

原始与中间结果说明： <https://cloud.tsinghua.edu.cn/d/58b013628a90451498fd/>

数据分析流程：

1. 使用 python 对每个被试在每个 A-W 条件下的 19 个试次反应时取平均，去除 False 试次、反应时为 0 的首个零号试次。
2. 对每个硬件实验条件下的 8（被试）*3（A 种类）*3（种类）项在 Excel 中进行可重复的双因素方差分析，记录分别记录因素 A 与因素 W 的独立统计结果。
3. 对每个硬件实验条件，每个 A/W 条件下的 8（被试）项在 Excel 中求平均，并将得到的平均反应时与 $\log(A/W+1)$ 拟合。
4. 将每个硬件实验条件下的 8（被试）*3（A 种类）*3（种类）项在 Excel 中合成一列，

进行不同硬件实验条件的单因素方差分析。

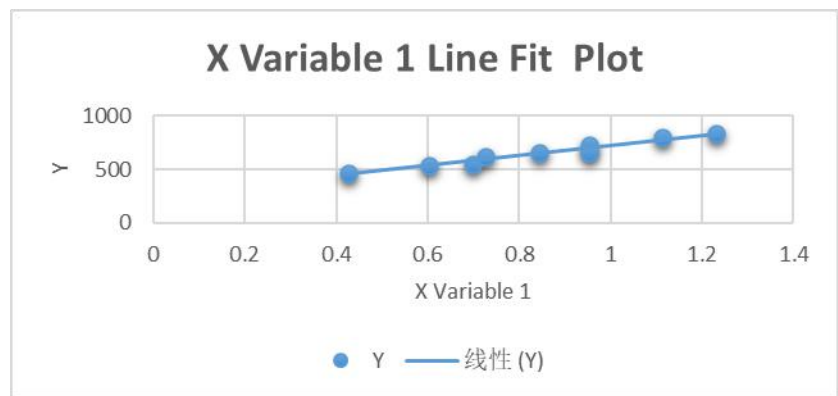
最终分析结果展示：

电脑-鼠标: A, W 对反应时间影响 (anova)

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
W	211999.6	2	105999.8	15.00612	4.68E-06	3.142809
A	317460.5	2	158730.3	22.47104	4.30E-08	3.142809

结论：在电脑-鼠标实验中，A 与 W 均对反应时间有较大影响。

电脑-鼠标: $\log(A/W+1)$ 与反应时间的线性拟合关系



	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	下
Intercept	254.9740476	34.46708428	7.39761001	0.000149727	173.4723443	336.475751	17
X Variable 1	470.2885591	39.50402871	11.90482527	6.70723E-06	376.8763748	563.7007434	37

回归统计

Multiple R	0.976182987
R Square	0.952933223
Adjusted R Square	0.946209398
标准误差	28.330557
观测值	9

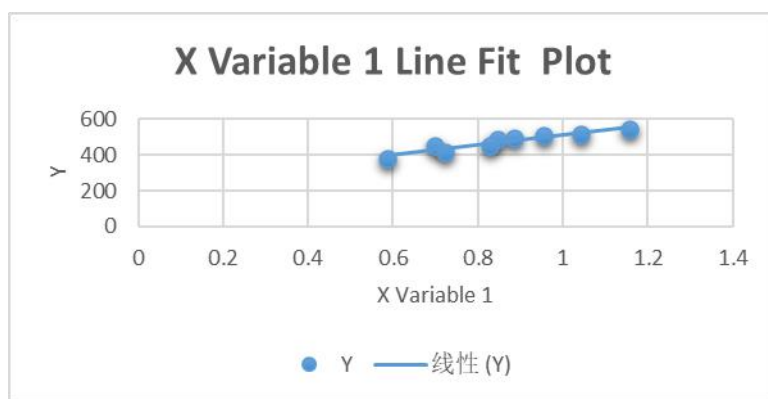
结论：在电脑-鼠标实验中, $\log(A/W+1)$ 与反应时间具有较为良好的线性关系，验证了FittsLaw，其中 $a=255, b=470$ 。

手机: A, W 对反应时间影响 (anova)

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
W	137608.6	2	68804.3	7.832457	0.000916	3.142809
A	38719.24	2	19359.62	2.203836	0.118818	3.142809

结论：在电脑-鼠标实验中，A 与 W 均对反应时间有影响，其中 W 的影响更加显著，A 的效果不够良好。总体上，A 与 W 的影响都不如在鼠标实验中显著。

电脑-鼠标: $\log(A/W+1)$ 与反应时间的线性拟合关系



	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	下
Intercept	229.9053	32.80032	7.00924	0.00021	152.3449	307.4658	
X Variable 1	280.6231	37.54775	7.473768	0.00014	191.8368	369.4095	

回归统计	
Multiple R	0.942675
R Square	0.888636
Adjusted R Square	0.872727
标准误差	18.81387
观测值	9

结论：在电脑-鼠标实验中, $\log(A/W+1)$ 与反应时间具有较为良好的线性关系，验证了FittsLaw，其中 $a=229, b=280$ 。然而线性拟合的效果不如鼠标实验。

不同设备对反应时间影响 (anova)

方差分析						
差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
组间	714099.5	1	714099.5	46.82808	2.14E-10	3.907782

结论：不同设备对反应时间存在显著影响。

7. 讨论

1. 总体而言鼠标结果优于手机，手机的宽度影响优于距离。这可能是因为手机整体而言较小，不同距离影响较小。并且人们日常使用中熟练度较高，手指多次点击后可能熟练度提高，或者肌肉“记住”了点击的动作，导致反应时间的区别度低。

2. 对比鼠标与手机组线性拟合的 a, b 参数发现， a 参数相近， b 参数手机大于鼠标。因此也佐证了手机区别度低的观点。

3. 在实验过程中发现，熟练程度与专注程度会对结果造成影响，如果想优化实验流程可以考虑：

(1) 每隔一段时间加入专注度测验，并且在某一段点击正确率不合格时强制重测一次。

(2) 在被试进行实验的过程中，切换条件时加入强制的中断休息。

附注 1.特殊说明

打断被试实验发生在测试初期的手机条件上，宽度设置为 0.25,0.50,0.75，发现正确率极低。于是打断了被试实验，去掉了手机保护膜，并且将宽度改设置为 0.3,0.5,0.7。