---------------代码所使用到的统计学方法以及对应参数的通俗易懂解释----------------------

1. 方差分析

if (measure == "amplitude") {

anova\_result <- ezANOVA(

data = data\_filtered,

dv = amplitude,

wid = sample\_name,

within = .(word\_class, position),

detailed = TRUE,

type = 3

)

} else {

anova\_result <- ezANOVA(

data = data\_filtered,

dv = latency,

wid = sample\_name,

within = .(word\_class, position),

detailed = TRUE,

type = 3

)

**概念：**其中 type = 3代表了Type III Sum of Squares（III型平方和），代表考虑了模型中所有其他变量的影响后，这个变量独自解释了多少变异。

**通俗解释：**即假知道设球队得分（总变异），求每个球员（变量）各自对应的贡献，同时确保每个球员的贡献会被独立的评价。

1. 球形假设和Mauchly检验（Sphericity Assumption and Mauchly's Test of Sphericity）

print(anova\_result$ANOVA)

print(anova\_result$`Mauchly's Test for Sphericity`)

a）Sphericity Assumption

**概念：**球形假设(Sphericity Assumption)是统计学中重复测量方差分析（Repeated Measures ANOVA）的一个重要前提条件。即要求不同水平（或时间点）的测量之间的方差和协方差是相似的。数据的“变异性”在不同条件下应该保持一致。

**通俗解释：**

1. 球队的整体战绩稳定（方差）
2. 每两次比赛的战绩稳定（两个变量之间的协方差）

b）Mauchly's Test of Sphericity

**概念：**检查数据是否满足球形假设。也就是算出来p-value

**参数：**

i）p-value

p-value 大于等于0.05， 好事

p-value小于0.05， 不好， 得要用Greenhouse-Geisser 或 Huynh-Feldt进行矫正p

ii）ges（generalized eta-squared）：

0.001-0.01 为小效应，

0.01-0.06 为中等效应，

>0.06 为大效应

1. 矫正数据（Greenhouse-Geisser 和Huynh-Feldt方法，这里我们用前者）

print(anova\_result$`Sphericity Corrections`)

1. Greenhouse-Geisser方法

**概念：**基于重复测量方差分析（Repeated Measures）的调整方法。当数据不满足球形假设（Sphericity Assumption）时（p-value小于0.05），它通过修正自由度来确保 ANOVA 的结果更可靠。

**通俗解释：**当两个球队的每个对位的球员能力差距大（协方差）和球队资源资金差异大（方差），那么我们可能就需要通过财政补贴或者裁判控场（调整自由度）来确保比赛的公平性/观赏性。

**参数：**

i）ε

* 如果 ε = 1，数据完全满足球形假设，无需校正。
* 如果 ε < 1，说明球形假设被违反，ε 越小，违反程度越严重。

ii）自由度（df）

比如自由度是 3，ε = 0.6，校正后的自由度就是 3 × 0.6 = 1.8。

1. Huynh-Feldt方法

差不多和GG同理

### Greenhouse-Geisser vs. Huynh-Feldt

* **Greenhouse-Geisser**：更保守，ε 估计偏小，适合样本量较小或数据严重违反球形假设的情况。
* **Huynh-Feldt**：稍微宽松，ε 估计偏大，适合数据违反球形假设不严重的情况。

那么这里显然GG更好 因为样本小且违反球形假设。

1. 两两比较（Pairwise Comparisons之Bonferroni校正）

if (measure == "amplitude") {

posthoc <- pairwise.t.test(

data\_filtered$amplitude,

interaction(data\_filtered$word\_class, data\_filtered$position),

paired = FALSE,

p.adjust.method = "bonferroni"

)

} else {

posthoc <- pairwise.t.test(

data\_filtered$latency,

interaction(data\_filtered$word\_class, data\_filtered$position),

paired = FALSE,

p.adjust.method = "bonferroni"

)

}

**概念：** 控制整体错误率的校正方法，用于两两比较。它通过调整每次比较的显著性水平（α），确保整体的错误率（通常设为 0.05）不会因为多次比较而膨胀。

**通俗解释：**一个菜鸡球队踢强队有可能会因为对手不了解自己的战术而取胜可这并不代表弱队更强（获胜是假阳性情况），但是我们反复让两队交手，爆冷的概率概率会逐渐下降，弱队的胜率也会因为对战的增加而显著下降。

**参数：**

通过自由量校正后的p-value，**p’**

假如说我们的数据是4\*4，那么总共十二种组合可能，基于这十二份可能性，总共能产生（16\*15）/2 = 120种可能，这就是我们的自由度。

α’ = p' ≈ 0.05 / 120 ≈ 0.000417

只要小于t’ 那么说明二者之间存在联系