如何“准确分析”事后多重比较（post hoc test）

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/statistics/235.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

基础准备

均值比较的假设检验是数据分析最重要的分析内容之一，根据参与比较的样本数量不同，使用的假设检验方法也不同，做个简要的总结：

一个总体均值与一个常数进行比较(Z检验和T检验);

两个总体均值之间的比较(Z检验和T检验);

三个及三个以上总体均值的比较(方差分析);

与Z检验和T检验不同，方差分析的结果只能检验出三个以上的总体均值是完全相同呢?还是不完全相同?注意是不完全相同，至于是哪个或哪些总体均值与其它总体均值不同则是不能获知的。因此方差分析结束以后还需要做事后多重检验，分析出到底是哪个或哪些总体均值与众不同。

今天我们要介绍的是进行事后多重检验的方法介绍。如果对方差分析还不太熟悉的朋友可以点击下面的链接回顾：

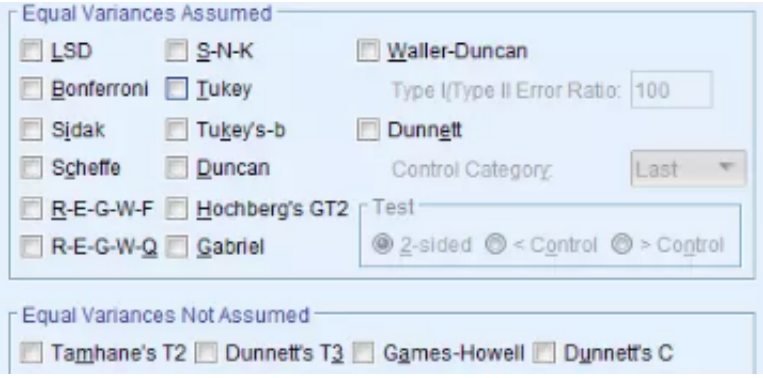
数据分析技术：方差分析原理;

数据分析理论：方差分析模型;

很多朋友会有疑问，为什么方差分析一定要进行事后多重比较呢?直接用独立样本T检验进行多次两两比较不是也可以吗?我们可以用一个例子说明这个原因：以方差分析为例，假如有5个样本，如果要进行多次均值的两两比较，那么两两比较的次数多达10次。设每次比较的显著性水平等于0.05，那么10次比较都不犯“弃真”错误的概率为(1-0.05)的十次方，也就是0.60左右，也就是说犯“弃真”错误的概率高达0.40，这远远大于原先设定的显著性水平0.05。不仅如此，随着比较组数的增多，犯“弃真”错误的概率也会越来越大。

SPSS的事后多重检验方法

应用SPSS进行方差分析时，给分析者提供了很多事后多重检验的方法，如下图所示。这些方法根据多个总体方差是否相等分成了两大类。



事后多重检验的方法很多，但并不是说它们如百花齐放般的衬托了统计学的欣欣向荣，而是说明到目前为止仍然没有统一的解决方法，因此才根据不同的目的和数据情况创造出了很多不同的方法。

两两比较的方法

LSD法：最小显著性差异法(Least Significance Difference)，是最简单的比较方法之一。它是t检验的一个简单变形，并未对检验水准做出任何校正，只是在标准误(注意不是标准差)的计算上充分考虑了所有总体水平的样本信息，估计出了一个更为稳健的标准误。因为单次比较的显著性水平a保持不变，所以LSD法是最灵敏的事后多重比较法。

Sidak法：Sidak校正在LSD法上的应用。通过Sidak校正降低每次两两比较的“ 弃真 ”错误概率，以使最终整个比较的“ 弃真 ”错误概率保持为显著性水平a。这也就是说每次比较的显著性水平a会随着比较次数的增多而减小。显然，Sidak法比LSD法的灵敏度低。每次进行Sidak比较的显著性水平为：

$$\alpha_{sidak} = 1 - \sqrt[k]{1-\alpha}$$

α表示事先设定的显著性水平；

α_{sidak}表示使用$Sidak$法进行单次比较的显著性水平；

k表示进行k次两两比较；

Bonferroni法：与Sidak法类似，它的每一次比较实际上是Bonferroni校正在LSD法上的应用。Bonferroni法修正后每次比较的显著性水平比Sidak法的更小，也就是说Bonferroni法比Sidak法的灵敏度更低。

$$\alpha_{Bonferroni} = \alpha/k$$

α表示事先设定的显著性水平；

k表示进行k次两两比较；

Scheffe法：Scheffe法的实质是对多个总体均值间的线性组合是否为0进行假设检验。多用在两组样本含量不同的情况。

Dunnett法：常用于多个试验组与一个对照组间的比较。因此在指定Dunnett法时，还应当指定对照组。

以上五种方法的排列顺序是按照灵敏度从高到低排列的，LSD法>Sidak法>Bonferroni法>Scheffe法>Dunnett法。

形成同质亚组的方法

SNK法：全称为Student-Newman-Keuls法。它实质上是根据预先指定的准则将各组均值分为多个亚组，利用Studentized Range分布来进行假设检验，并根据所要检验的均值个数调整总的“弃真”错误概率不超过设定的显著性水平a。

Tukey法：全称为Tukey' s Honestly Significant Difference法。应用这种方法要求各组样本含量相同。它也是利用Studentized Range分布来进行各组均数间的比较，与SNK法不同地是，它控制所有比较中最大的“弃真”错误概率不超过设定的显著性水平a。

Duncan法：其思路与SNK法相类似，只不过检验统计量服从的是Duncan' s Multiple Range分布。

以上8种是常用的事后多重检验方法(各水平样本的方差齐性)，剩下的六种方法并不常用，这里就不在介绍。除此之外，在各组样本方差不齐时，SPSS还提供了4种事后多重检验的方法，但从方法的接受程度和结果的稳健性讲，希望大家尽量不要在方差不齐时进行方差分析甚至两两比较，采用变量变换或者非参数检验往往更可靠。

更多 统计方法 请访问 https://www.iikx.com/news/statistics/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发