

中介作用算法

目录

SPSSAU 数据格式..... 2  
计算公式..... 2  
    1. 基本说明..... 2  
    2. 中介类型..... 2  
    3. Bootstrap 抽样次数..... 3  
    4. Bootstrap 类型..... 3  
    5. 其它..... 4  
参考文献..... 4

中介作用研究 X 对于 Y 的影响时，是否会经过 M 的中介桥梁作用。在 SPSSAU 中支持：

- ✓ 支持 Bootstrap 抽样法；
- ✓ 支持平行中介和链式中介共两种类型。

该界面展示了 SPSSAU 中介作用分析的配置选项。顶部有一个蓝色的“开始分析”按钮。右侧包含三个配置项：一个“bootstrap 抽样次数”下拉菜单（带有帮助图标），一个“bootstrap 类型”下拉菜单（带有帮助图标），以及一个“中介类型”下拉菜单（带有帮助图标）。下方是四个主要的输入区域，分别用于指定“因变量 Y”、“自变量 X”、“中介变量 M”和“控制变量 [可选]”。

SPSSAU 进行中介作用时，涉及下述参数：

- ✓ Bootstrap 抽样次数：默认系统自动判断，可选为 50/500/1000/2000/5000 次；
- ✓ Bootstrap 类型：默认为百分位 bootstrap 法，可选为偏差校正 bootstrap 法；
- ✓ 中介类型：默认为平行中介，可选为链式中介。

## SPSSAU 数据格式

X1	X2	X3	M1	M2	Y	Control variable1	Control variable2
4.286533	0.641209	2.257253	2.645885	4.416673	2.600042	4	4
1.118891	0.039511	3.360818	2.127818	0.121802	3.700117	4	2
2.459639	2.713553	4.784619	3.79945	4.24081	0.10164	2	1
0.204235	3.473637	0.969191	3.764334	0.247862	0.002933	5	4
2.292323	2.051698	3.052857	0.665528	2.097327	4.082294	1	5
0.557778	3.775522	4.597034	3.426798	0.855393	1.984522	2	3
3.180877	2.357406	0.972191	0.139515	0.627182	1.124185	2	2
1.315106	4.675937	3.198333	4.403706	1.499364	0.788571	2	4
1.955841	4.875938	2.455664	4.874134	1.837909	4.415244	4	3
3.50537	3.930821	3.894989	4.234149	1.875707	0.123013	5	3

比如上图中共 3 个 X，2 个 M 和 1 个 Y，以及带控制变量（当然也可没有控制变量）。

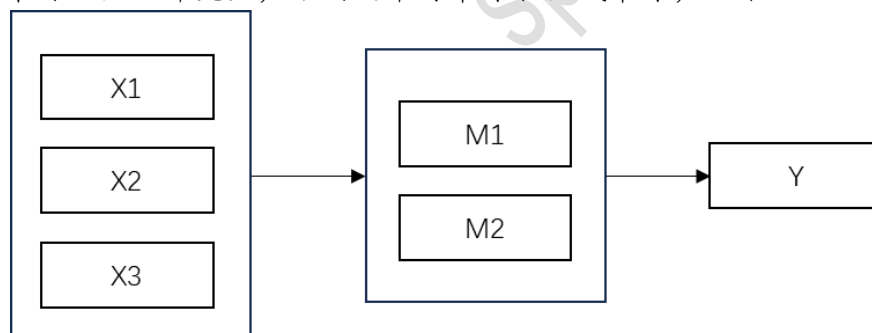
## 计算公式

## 1. 基本说明

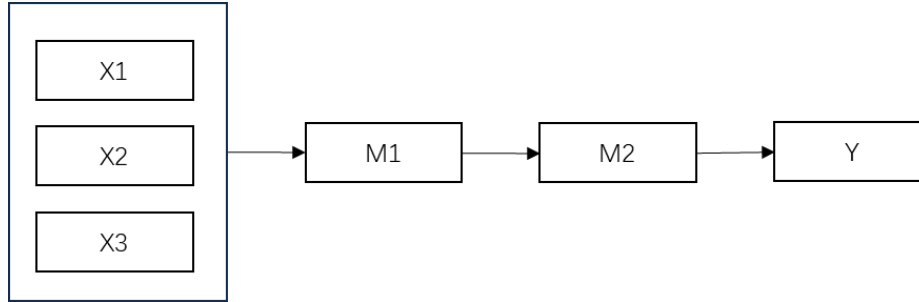
中介作用分析时，通常有两种方式，第 1 种是 baron & kenny 法，其使用分层回归方法（SPSSAU 进阶方法里面）进行验证；第 2 种是使用 bootstrap 法验证，本文档是指 bootstrap 法。SPSSAU 中可同时多个 X 及多个 M 的情况进行中介作用分析，与此同时，也支持放入控制变量进入模型中，中介作用的数学原理为线性回归加上 bootstrap 法，下面会具体说明。

## 2. 中介类型

中介作用包括两种类型，分别是平行中介和链式中介，如下述：



上图平行中介，共有 2 个中介变量 M（当然 1 个也可以），多数情况下均为平行中介。下图为链式中介，X-» M1-» M2-» Y。



上图为平行中介，共有 2 个中介变量 M（当然 1 个也可以），多数情况下均为平行中介。下图为链式中介，X-» M1-» M2-» Y。

### 3. Bootstrap 抽样次数

SPSSAU 会自动判断抽样次数，其标准为：当样本量小于等于 500 时，bootstrap 次数为 5000 次，如果样本量介于 500~2000(含)，bootstrap 次数为 1000 次，如果样本量大于 2000，bootstrap 次数是 50。

当然研究者也可自行设置 bootstrap 次数，分别是 50/500/1000/2000/5000 次。

### 4. Bootstrap 类型

Bootstrap 抽样共有两种类型，分别是百分位 bootstrap 法和偏差校正 bootstrap 法，百分位 bootstrap 法时：

#### ✓ Step1: 生成 Bootstrap 样本

从原样本  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  中进行均匀放回抽样，生成一个新的 Bootstrap 样本  $X^* = \{x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*\}$ 。

#### ✓ Step2: 计算估计值

基于 Bootstrap 样本  $X^*$ ，计算中介效应的估计值，记为  $\widehat{ab}^*$ 。

#### ✓ Step3: 重复抽样

重复步骤 1 和步骤 2，共进行  $B$  次抽样（通常设定  $B = 1000$ ），得到  $B$  个中介效应估计值： $\widehat{ab}_1^*, \widehat{ab}_2^*, \dots, \widehat{ab}_B^*$

#### ✓ Step4: 计算置信区间

将这  $B$  个中介效应估计值按数值大小排序，记为  $\widehat{ab}^{*(1)}, \widehat{ab}^{*(2)}, \dots, \widehat{ab}^{*(B)}$ 。然后计算第 2.5 百分位数和第 97.5 百分位数，以估计 95% 的中介效应置信区间：

$$CI_{95\%} = (\widehat{ab}^{*(0.025B)}, \widehat{ab}^{*(0.975B)})$$

偏差校正 bootstrap 法时：

#### ✓ Step1-3: 生成 Bootstrap 样本并且计算效应值

从原样本  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  中进行均匀放回抽样，生成  $B$  个 Bootstrap 样本  $X_1^*, X_2^*, \dots, X_B^*$ 。对于每个 Bootstrap 样本  $X_b^*$ ，计算中介效应的估计值  $\widehat{ab}_b^*$ 。将这  $B$  个中介效应估计值按数值大小排序，得到序列  $C = \{\widehat{ab}^{*(1)}, \widehat{ab}^{*(2)}, \dots, \widehat{ab}^{*(B)}\}$ 。

偏差校正 bootstrap 法时，其前 3 步与百分位 bootstrap 法完全一致。

#### ✓ Step4: 计算 $\Phi(z_0)$

根据原样本数据求取中介效应的估计值 $\widehat{ab}^0$ 值, 求 $\widehat{ab}^0$ 在序列C中的百分比排位, 即得到 $\widehat{ab}^0 < \widehat{ab}^*$ 的概率 $\Phi(z_0)$ ;

✓ **Step5: 计算 $z_0$ 和置信区间**

标准正态累积分布函数中,根据 $\Phi(z_0)$ 求解对应的 $z_0$ 值; 并且求 $2z_0 - Z_{\alpha/2}$  (SPSSAU 中 $\alpha$ 为 0.5) 在标准正态累积分布函数中对应的概率 $\Phi(2z_0 - Z_{\alpha/2})$ , 使用 $\Phi(2z_0 - Z_{\alpha/2})$ 在序列C中的百分位值作为置信区间的下限; 求 $2z_0 + Z_{\alpha/2}$ 在标准正态累积分布函数中对应的概率 $\Phi(2z_0 + Z_{\alpha/2})$ , 使用 $\Phi(2z_0 + Z_{\alpha/2})$ 在序列C中的百分位值作为置信区间的上限, 最终构建出  $1 - \alpha$  的中介作用置信区间。

## 5. 其它

如果需要使用 baron & kenny 法进行中介作用验证, 也或者使用 *sobel* 检验, 可使用 SPSSAU 进阶方法-» 分层回归方法。

## 参考文献

- 【1】 The SPSSAU project (2024). SPSSAU. (Version 24.0) [Online Application Software]. Retrieved from <https://www.spssau.com>.
- 【2】 Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
- 【3】 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. *心理科学进展*, 2014, 22(005):731-745.
- 【4】 方杰, 张敏强, 李晓鹏. 中介效应的三类区间估计方法[J]. *心理科学进展*, 2011, 19(05):765-774.
- 【5】 周俊, 马世澎. SPSSAU 科研数据分析方法与应用. 第 1 版[M]. 电子工业出版社, 2024.