

# 补充材料

潘晚珂      温秀娟      金海洋

2023-05-15

## 目录

1 数据模拟	1
2 方差分析	4
3 宽数据格式转换为长数据格式展示	6
4 不收敛 MCMC 链演示	7

## 1 数据模拟

我们借助一个假想的心理学实验展示如何模拟虚拟数据。在模拟实验中，40 名抑郁症患者和 40 名健康对照组被试观看 30 张积极和 30 张中性图片，期间我们采集了他们的脑电数据。因变量是晚期正电位（late positive potentials, LPP）的波幅。简单来说，这是一个 2 (组别 `group`: 抑郁症组 `depression`、对照组 `control`)  $\times$  2 (图片类型 `type`: 积极 `positive`、中性 `neutral`) 的混合实验设计，其中组别为被试间因素，图片类型为被试内因素。该假想实验的数据是使用 DeBruine (2021) 的 `faux` 工具包生成，下面是模拟这个实验所预设的参数。

```
subj_n <- 80 # 总被试量：抑郁患者 30 人，健康对照组被试 30 人
trial_n <- 30 # 每张图片呈现的次数

# 固定效应
b0 <- 0.5 # 截距（所有条件的均值）
b1 <- 6.5 # 图片类型的固定效应（主效应）
b2 <- 0.1 # 组别的固定效应（主效应）
b3 <- 0.1 # 图片类型与组别的交互作用

# 随机效应
u0s <- 2 # 被试的随机截距
u1s <- 2 # 被试的随机斜率（图片类型）

# 误差项
sigma <- 2

# 生成假定实验的条件数据矩阵
df_simu <- add_random(subj = subj_n) %>%
  # 添加被试的组别信息（被试间）
  add_between("subj", group = c("depression", "control")) %>%
  # 添加图片类型的信息（被试内）
  add_within("subj", type = c("netural", "positive")) %>%
  # 每种图片呈现 30 次
  add_random(trial = trial_n) %>%
  # 图片类型的编码：中性 = -0.5；正性 = 0.5
  add_contrast("type", "anova", colnames = "type_code") %>%
  # 被试组别的编码：抑郁组 = -0.5；控制组 = 0.5
  add_contrast("group", "anova", colnames = "group_code") %>%
  # 添加基于被试的随机截距和斜率（图片类型）
  add_ranef("subj", u0s = u0s, u1s = u1s, .cors=0.5) %>%
  # 添加观察值的误差项
  add_ranef(sigma = sigma) %>%
  # 最后根据设置的固定效应和随机效应参数值，生成因变量。
```

```

mutate(LPP = (b0+u0s) +      # 截距
        (b1+u1s) * type_code + # 图片材料的斜率
        b2 * group_code +     # 组别的斜率
        b3 * type_code * group_code + # 交互作用
        sigma)               # 误差项

df_simu <- df_simu %>%
  select(subj, group, type, LPP) # 去除冗余的信息

# 保存生成的数据
save(df_simu, file = "simulated_data.rdata")

# 查看生成的数据
head(df_simu,10)

```

```

## # A tibble: 10 x 4
##   subj  group      type    LPP
##   <chr> <fct>    <fct>  <dbl>
## 1 subj01 depression netural -1.64
## 2 subj01 depression netural -4.00
## 3 subj01 depression netural -1.53
## 4 subj01 depression netural -3.22
## 5 subj01 depression netural -4.34
## 6 subj01 depression netural  1.49
## 7 subj01 depression netural -3.46
## 8 subj01 depression netural  2.93
## 9 subj01 depression netural -3.27
## 10 subj01 depression netural -1.44

```

## 2 方差分析

```
df_simu = df_simu |> mutate(
  组别 = factor(group, labels = c(" 抑郁组", " 控制组")),
  图片类型 = factor(type, labels = c(" 中性图片", " 积极图片"))
)

# Two-way mixed ANOVA test
df_simu |> bruceR::MANOVA(
  subID = "subj",
  between = " 组别",
  within = " 图片类型",
  dv = "LPP",
  digits = 2,
  # file = " 重复测量方差分析结果.doc"
)

##
##      * Data are aggregated to mean (across items/trials)
##      if there are >=2 observations per subject and cell.
##      You may use Linear Mixed Model to analyze the data,
##      e.g., with subjects and items as level-2 clusters.
##
## ===== ANOVA (Mixed Design) =====
##
## Descriptives:
##
##  "组别" "图片类型"  Mean    S.D.   n
##
##  抑郁组   中性图片 -2.71 (2.12) 40
##  抑郁组   积极图片  3.78 (2.56) 40
##  控制组   中性图片 -2.43 (1.97) 40
```

```
## 控制组 积极图片 4.07 (2.62) 40
```

```
##
```

```
## Total sample size: N = 80
```

```
##
```

```
## ANOVA Table:
```

```
## Dependent variable(s): LPP
```

```
## Between-subjects factor(s): 组别
```

```
## Within-subjects factor(s): 图片类型
```

```
## Covariate(s): -
```

```
##
```

	MS	MSE	df1	df2	F	p	$\eta^2_p$ [90% CI of $\eta^2_p$ ]	$\eta^2_G$
## 组别	3.19	9.18	1	78	0.35	.557	.00 [.00, .06]	.00
## 图片类型	1689.20	1.72	1	78	983.78	<.001 ***	.93 [.90, .94]	.67
## 组别 * 图片类型	0.00	1.72	1	78	0.00	.969	.00 [.00, .00]	.00

```
##
```

```
## MSE = mean square error (the residual variance of the linear model)
```

```
##  $\eta^2_p$  = partial eta-squared =  $SS / (SS + SSE) = F * df1 / (F * df1 + df2)$ 
```

```
##  $\eta^2_p$  = partial omega-squared =  $(F - 1) * df1 / (F * df1 + df2 + 1)$ 
```

```
##  $\eta^2_G$  = generalized eta-squared (see Olejnik & Algina, 2003)
```

```
## Cohen' s  $f^2 = \eta^2_p / (1 - \eta^2_p)$ 
```

```
##
```

```
## Levene' s Test for Homogeneity of Variance:
```

```
##
```

	Levene' s F	df1	df2	p
## DV: 中性图片	0.772	1	78	.382
## DV: 积极图片	0.027	1	78	.869

```
##
```

```
##
```

```
##
```

```
## Mauchly' s Test of Sphericity:
```

```
## The repeated measures have only two levels. The assumption of sphericity is always m
```

### 3 宽数据格式转换为长数据格式展示

该代码用于展示如何将宽数据格式转换为长数据格式

考虑到本文中模拟的数据本身就是长数据格式，为了演示如何转化宽数据为长数据，我们将另行生成一份虚拟数据。- 该示例数据中只包含“图片类型”一个组内变量。- 并且，每一列为被试在某一图片类型下的 LPP 指标

```
# 创建参与者编号和实验数据
n_subj = 5
subj <- paste0("P", 1:n_subj)
data <- data.frame(subj = subj, neutral = rnorm(n_subj), positive = rnorm(n_subj))

# 查看前几行数据
head(data)
```

```
##   subj      neutral    positive
## 1   P1 -1.15929528 -0.74501198
## 2   P2  0.97036839  0.40638220
## 3   P3 -0.00530121  0.08162398
## 4   P4  0.07567274  1.30410217
## 5   P5 -1.73654756 -1.90608374
```

现在我们需要将宽数据转换为长数据，以便更容易地进行分析。我们可以使用 `tidyr` 包中的 `pivot_longer` 函数来实现。下面是代码示例：

```
library(tidyr)
# 将数据从宽格式转换为长格式
long_data <- pivot_longer(data, cols = c("neutral", "positive"), names_to = "type", values_to = "LPP")

# 查看前几行数据
head(long_data, 10)

## # A tibble: 10 x 3
```

```
##      subj  type      LPP
##      <chr> <chr>      <dbl>
##  1 P1    neutral -1.16
##  2 P1    positive -0.745
##  3 P2    neutral  0.970
##  4 P2    positive  0.406
##  5 P3    neutral -0.00530
##  6 P3    positive  0.0816
##  7 P4    neutral  0.0757
##  8 P4    positive  1.30
##  9 P5    neutral -1.74
## 10 P5    positive -1.91
```

现在我们已经将宽数据转换为长数据了，每行代表一个参与者在某一图片类型下的 LPP 表现。

## 4 不收敛 MCMC 链演示

```
# 模拟生成 4 条不收敛的 MCMC 链，每条链包含 4000 个样本
n_chains <- 4
chain_length <- 4000

# 生成三种链，一种收敛的链 good_chains，两种不收敛的链 bad_chains0 和 bad_chains1
good_chains <- rbeta(n = chain_length*n_chains, shape1 = 2, shape2 = 5)
good_chains <- matrix(good_chains, nrow = n_chains)
bad_chains <- matrix(rnorm(chain_length*n_chains, mean = sort(good_chains), sd = 0.05),

chains <- array(0, dim = c(chain_length, n_chains, 1))
chains[, , 1] = bad_chains
dimnames(chains) <- list(
  Iteration = NULL,
  Chain = paste0("chain:", 1:n_chains),
```

```
Parameter = c("bad_chains")
)

# 绘制轨迹图
mcmc_trace(chains)
```

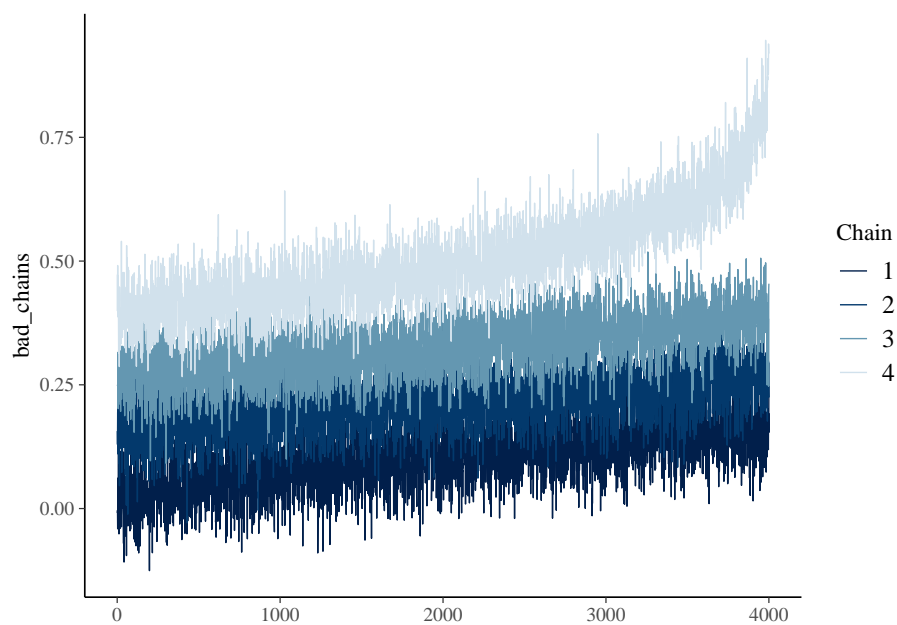


图 S 1: 不收敛 MCMC 链演示图

```
# 计算 rhat
rhat( extract_variable_matrix(chains, "bad_chains") ) # 2.73128

## [1] 2.727866
```