

PSY117/454

Statistická analýza dat v psychologii II

Seminář 7 - 8

Analýza rozptylu

Srovnávání více než dvou průměrů

Omezení t -testu

t -test umožňuje srovnání pouze dvou průměrů

- Více skupin (j) \gg mnoho porovnání: $j(j-1)/2$

Více srovnání způsobuje strmý růst pravděpodobnosti chyby I. typu

- např. při $\alpha=0,05$ a 20 testech $p=0,64$ (1 nebo více chyb)
 - aplikace binomického rozložení
- Platí to pro jakýkoli statistický test (zejm. korelace)

Je *nevhodné* provádět velké množství testů na jedněch datech (cca > 5)

- Zneužití se označuje jako rybaření v datech – capitalizing on chance
- Lze kompenzovat korekcí hladiny α (Bonferroniho korekce), avšak za cenu značného snížení síly testu ($1-\beta$).
 - Místo α testujeme na hladině $\alpha'=\alpha/N$, kde N je počet prováděných testů.

Řešení = Analýza rozptylu (ANOVA)

Testuje na více skupinách jen jednu hypotézu:

- Je někde mezi skupinovými průměry někde rozdíl?
 - Je rozdíl v životní spokojenosti adolescentů žijících s oběma rodiči (1), pouze matkou (2) a matkou a nevlastním otcem(3)?
 - $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$
- Je-li odpověď „**ano**“ ($p < \alpha$), pak se můžeme podívat na jednotlivé rozdíly detailněji (**post-hoc testy**)
- Je-li odpověď „**ne**“ ($p > \alpha$), pak bychom neměli (rybaření)

1. terminologická vložka - ANOVA

- ANOVA = ANalysis Of Variance = analýza rozptylu
 - i přes svůj název jde o srovnávání **průměrů**
 - ANOVA zjišťuje vztah mezi **kategoriální nezávislou** a **intervalovou závislou**.
 - kategoriální nezávislá = **faktor** (factor, „-way“)
 - hodnoty kategoriální nez. = **úrovně** (level, treatment)
 - Zjištěný rozdíl = efekt, účinek (effect)
-

Princip ANOVY – F -test

- Čím jsou si průměry podobnější, tím je rozptyl mezi skupinami nižší (MS_{between} se blíží 0)
- Čím nižší je rozptyl uvnitř skupin (MS_{within} se blíží 0), tím průkaznější se průměry mezi skupinami zdají být.

- Důležitý je **poměr těchto dvou odhadů rozptylu**:
$$F = \frac{MS_{\text{betwe}}}{MS_{\text{withi}}}$$

- Čím vyšší je F -poměr, tím průkaznější jsou rozdíly mezi průměry (rozsah je 0 až ∞)
 - F -poměr má jako výběrová statistika F -rozložení
-

Princip ANOVY – dělení rozptylu.

- Dělení variability (rozptylu) podle zdrojů **jako u lineární regrese**

$$X_{ij} = \mu + \alpha_j + e_{ij}$$

$$Y_i = a + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_{j-1} X_{i,j-1} + e_i$$

- X_{ij} = skóre jedince (i -tý jedinec v j -té skupině)
- μ = průměr populace
- α = vliv příslušnosti ke skupině (vliv úrovně faktoru)
- e_{ij} = chyba (vše, s čím nepočítáme, individuální prom.)

$$X_{ij} - m = (m - m_j) + (X_{ij} - m_j)$$

odchylka od celkového průměru = odchylka od skupinového průměru +
odchylka skupinového průměru od celkového průměru

- ... odchylky umocněné na druhou = cesta k rozptylu

$$SS_{\text{Total}} = SS_{\text{Between (A, Model)}} + SS_{\text{Within (Error, R)}}$$

$$MS_{\text{Total}}; MS_{\text{Error}}; MS_A$$

Velikost účinku (efektu)

- Podobně jako u regrese chceme vědět, jaká část rozptylu závislé je vysvětlená nezávislou
 - Ekvivalentem R^2 je u anovy η^2 (eta)
 - $\eta^2 = SS_{\text{Between}} / SS_{\text{Total}}$
 - Poněkud přesnější je $\omega^2 = (SS_M - df_M MS_R) / (SS_T + MS_R)$
 - Pro konkrétní rozdíl průměrů $d_{\text{Coh}} = m_1 - m_2 / \sqrt{MS_{\text{Within}}}$

 - Velikost účinku je vždy třeba uvádět
-

Předpoklady použití ANOVY

- normální rozložení uvnitř skupin
 - při $n_j > 30$ a $n_1 = n_2 = \dots = n_j$ je ANOVA robustní
- stejné rozptyly uvnitř skupin:
homoskedascita
 - do $s_{\max}/s_{\min} < 3$ je ANOVA robustní, zvláště při $n_1 = n_2 = \dots = n_j$
- nezávislost všech pozorování
 - při opakovaných měřeních je třeba použít ANOVU pro opakovaná měření

viz Hendl 343

Dnešní program

- One-way ANOVA
 - kontrasty a post-hoc testy **ONEWAY**
 - Faktoriální (two-way, three-way...) ANOVA
 - interakce **UNIANOVA**
 - Analýza kovariance – ANCOVA
 - kontrola intervenující proměnné
 - ANOVA s více závislými - MANOVA
-

Životní spokojenost a rodina

- Domníváme se, že kompletní rodina je základ životní spokojenosti.
 - $H_1: M_{\text{komplet}} > M_{\text{nekomplet}}$
 - Zajímá nás, zda se liší chybění otce a jeho nahrazení nevlastním otcem
 - $H_2: M_{\text{bez otce}} \neq M_{\text{nevlastní otec}}$
-

Kontrasty

- I když můžeme srovnat všechny průměry se všemi ostatními, platíme za to velkou ztrátou síly
 - Řešením jsou předem plánovaná srovnání –
KONTRASTY
 - Lze srovnat kterékoli 2 skupiny nebo skupiny skupin
 - např. 1. skupinu se průměrem všech ostatních, kontrolní skupinu se každou ze zbývajících skupin zvlášť
 - Realizuje se zvláštním kódováním
 - při platnosti nulové hypotézy je součet vážených průměrů 0
 - H_1 : 1. vs (2. a 3.) -2 1 1
 - H_2 : 2. vs 3. 0 -1 1
-

Post-hoc testy (simultánní porovnávání)

- ❑ Po (a pouze po) prokázání „nějakých“ rozdílů mezi průměry obvykle chceme vědět, mezi kterými skupinami konkrétně rozdíly jsou: **post-hoc testy**
- ❑ Srovnáváme každou skupinu s každou způsobem, který nezpůsobí nárůst α .
- ❑ Je-li důležité udržet α pod kontrolou, je správnou volbou **Scheffeho** test nebo **Tukeyho** HSD – volba pro *rybaření*
- ❑ Máte-li stejně velké skupiny (balanced design) - **REGWQ**
- ❑ Pokud to α kritická a máte-li pár *kvazi*-hypotéz na mysli, pak je volbou **Student-Neuman-Keuls (S-N-K)**
- ❑ Extrémně „dajný“ a nepříliš vhodný pro více než 3 skupiny je **LSD** a proto se nedoporučuje.
- ❑ Při nesplnění homoscedascity – **Games-Howell**

Faktoriální ANOVA

- více faktorů ... možnost **interakce** mezi nimi
- **fixed** vs. **random** faktory

Liší se výkonová motivace podle věku a pohlaví?

- INT: Jsou případné genderové rozdíly shodné v obou kohortách?

Liší se výkonová motivace mezi školami a podle pohlaví?

- INT: Liší se genderové rozdíly škola od školy?
-

Analýza kovariance

Velká variabilita závislé může zastírat rozdíly.

Dokážeme-li část její variability vysvětlit nějakým prediktorem, můžeme hledat rozdíly pouze ve zbývající části rozptylu závislé.

- statistická kontrola – jako parciální korelace a regrese
 - Proměnnou, jejíž vliv chceme kontrolovat, vkládáme jako **kovariát**
-

MANOVA

- Máme-li více závislých
 - Opatrně.
-

Shrnutí

- ❑ ANOVA je pro situace s intervalovou závislou a více kategorickými nezávislými – porovnávání mnoha průměrů
 - ❑ Faktory mohou být **fixní** nebo **náhodné**
 - ❑ ANOVA je podobná regresi – pro interpretaci je dobré si vyžádat „**parametry**“, tj. regresní váhy
 - ❑ Lze testovat konkrétní hypotézy – **kontrasty**
 - ❑ Lze testovat všechny možné rozdíly průměrů – **post hoc**
 - ❑ Lze uvažovat o kombinovaném vlivu faktorů – **interakce**
 - ❑ Lze kontrolovat vliv intervenujících proměnných – **kovariáty - ANCOVA**
 - ❑ Lze mít i více závislých najednou – **MANOVA** - opatrně
-

