ANOVA & spol.

JAN ŠEREK & STANDA JEŽEK

PSY252 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT II

Program dnešní přednášky

jednofaktorová (one-way) ANOVA

faktoriální (two…-way) ANOVA

ANCOVA (ANOVA s kovariáty)

MANOVA (ANOVA s více závislými)

ANOVA (analysis of variance)

Liší se 2 skupiny v průměru nějaké proměnné? → **t-test**

Liší se 3 (a více) skupiny v průměru nějaké proměnné? → **ANOVA**

- „Liší se děti z úplných rodin, neúplných rodin a náhradní péče ve své partnerské spokojenosti?“
- „Liší se průměrná tepová frekvence participantů, kteří byli vystavení podnětu A, podnětu B a žádnému podnětu (kontrolní skupina)?“

ANOVA (analysis of variance)

Liší se 2 skupiny v průměru nějaké proměnné?
→ **t-test**

Liší se 3 (a více) skupiny v průměru nějaké proměnné? → **ANOVA**

- „Liší se děti z úplných rodin, neúplných rodin a náhradní péče ve své partnerské spokojenosti?“
- „Liší se průměrná tepová frekvence participantů, kteří byli vystavení podnětu A, podnětu B a žádnému podnětu (kontrolní skupina)?“

1 nezávislá kategorická → 1 závislá intervalová

ANOVA (analysis of variance)

Liší se 2 skupiny v průměru nějaké proměnné? → **t-test**

Liší se 3 (a více) skupiny v průměru nějaké proměnné? → **ANOVA**

- Liší se děti z úplných rodin, neúplných rodin a … partnerské spokojenosti?“
- … ová frekvence participantů, … odnětu A, podnětu B a … podnětu (kontrolní skupina)?“

v jazyku ANOVY se tato nezávislá kategorická proměnná nazývá **faktor**, který má určité **úrovně**

1 nezávislá kategorická → 1 závislá intervalová

ANOVA

ANOVU v zásadě provádíme ve 2 krocích:

KROK 1: **Existuje mezi skupinami nějaká odlišnost?**

- spočítáme statistiku F a testujeme, zda překračuje kritickou hodnotu

Pokud NE → konec

Pokud ANO → **KROK 2**: **Mezi jakými skupinami konkrétně tato odlišnost existuje?**

- máme o tom hypotézy → plánované kontrasty
- nemáme o tom hypotézy → post-hoc testy

ANOVA jako regrese

Hodnota závislé proměnné člověka *i*

$$Y_i = \mu + \varepsilon_i$$

Nevysvětlená individuální variabilita

Celkový průměr

ANOVA jako regrese

Hodnota závislé proměnné člověka *i*

$$Y_i = \mu + \varepsilon_i$$

Nevysvětlená individuální variabilita

Celkový průměr

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *j*

ANOVA jako regrese

Hodnota závislé proměnné člověka *i*

$$Y_i = \mu + \varepsilon_i$$

Nevysvětlená individuální variabilita

Celkový průměr

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Podstata ANOVY

Jak dobře je závislá proměnná vysvětlena modelem, který předpokládá odlišnost skupin ($\alpha \neq 0$)? Nepostačí nám stejně dobře model, který předpokládá, že se skupiny neliší?

ANOVA jako regrese

Souvisí socioekonomický status rodiny s tím, jak často dítě používá internet?

Nezávislá kategorická proměnná (*faktor*): **socioekonomický status**

3 hodnoty (*úrovně*): nízký, střední, vysoký

Závislá intervalová proměnná: **frekvence používání internetu**

Liší se děti z rodin s nízkým, středním a vysokým SES v tom, jak často používají internet?

ANOVA jako regrese

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \varepsilon_i$

ANOVA jako regrese

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \varepsilon_i$

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \mathbf{b[ses]} + \varepsilon_i$

ANOVA jako regrese

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \varepsilon_i$

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \mathbf{b[ses]} + \varepsilon_i$

Každá kategorická proměnná o *k* hodnotách (úrovních) může být vyjádřena souborem *k-1* binárních dummy proměnných.

3 typy SES→ 2 binární proměnné **vys** a **str**

- **vys** = 1 & **str** = 0 → vysoký SES
- **vys** = 0 & **str** = 1 → střední SES
- **vys** = 0 & **str** = 0 → nízký SES

ANOVA jako regrese

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \varepsilon_i$

$[\text{inter}]_i = [\text{průměrný inter}] + \mathbf{b[ses]} + \varepsilon_i$

$[\text{inter}]_i = \mathbf{b_0} + \mathbf{b_1[vys]} + \mathbf{b_2[str]} + \varepsilon_i$

Každá kategorická proměnná o *k* hodnotách (úrovních) může být vyjádřena souborem *k-1* binárních dummy proměnných.

3 typy SES→ 2 binární proměnné **vys** a **str**

- **vys** = 1 & **str** = 0 → vysoký SES
- **vys** = 0 & **str** = 1 → střední SES
- **vys** = 0 & **str** = 0 → nízký SES

ANOVA jak

[int

$[inter]_i = \ldots + \mathbf{b[ses]} + \varepsilon_i$

Průměrná frekvence dětí z rodin s nízkým SES

O kolik se liší průměrná frekvence dětí z rodin s vysokým SES

O kolik se liší průměrná frekvence dětí z rodin se středním SES

$[inter]_i = \mathbf{b_0} + \mathbf{b_1[vys]} + \mathbf{b_2[str]} + \varepsilon_i$

Každá kategorická proměnná o *k* hodnotách (úrovních) může být vyjádřena souborem *k-1* binárních dummy proměnných.

3 typy SES→ 2 binární proměnné **vys** a **str**

vys = 1 & **str** = 0 → vysoký SES

vys = 0 & **str** = 1 → střední SES

vys = 0 & **str** = 0 → nízký SES

O kolik se liší

O kolik se liší

Jestliže $\mathbf{b_1} = 0$ a $\mathbf{b_2} = 0$, znamená to, že SES nemá žádný vliv a všechny skupiny mají stejnou průměrnou frekvenci.

Potom by nám postačil základní model predikující frekvenci pouze z celkové průměrné frekvence a nevysvětlitelné individuální variability.

Vysvětlí nám model předpokládající nenulové $\mathbf{b_1}$ a/nebo $\mathbf{b_2}$ něco navíc?

ANOVA – statistika F

Model sum of squares

SS_M – kolik variability závislé proměnné dokáže vysvětlit model, který předpokládá odlišnost skupin (tj. že záleží na členství ve skupině)

$\mathbf{SS_M = \sum_j}$ **velikost skupiny *j* * (průměr skupiny *j* – celkový průměr)^2**

Mean squares: $\mathbf{MS_M = SS_M / df_M}$

$\mathbf{df_M}$ **= (počet skupin – 1)**

Residual sum of squares

SS_R – kolik variability závislé proměnné zůstává nevysvětleno tímto modelem

$\mathbf{SS_R = \sum_{ij}}$ **(hodnota člověka *i* ze skupiny *j* – průměr skupiny *j*)^2**

Mean squares: $\mathbf{MS_R = SS_R / df_R}$

$\mathbf{df_R}$ **= (celkový počet lidí – počet skupin)**

Pozn.: Total sum of squares: $SS_T = SS_M + SS_R$ = celkový rozptyl * (celkový počet lidí – 1)

ANOVA – statistika F

$F = MS_M / MS_R$

poměr toho, co model vysvětlit dokáže, ku tomu, co vysvětlit nedokáže

Čím vyšší F, tím více záleží na rozdělení lidí do jednotlivých skupin, **tj. tím více se skupiny od sebe liší v závislé proměnné**

F je výběrová statistika, která má *Fisherovo* rozložení, definované dvojicí stupňů volnosti (df_M, df_R)

Můžeme určit kritickou hodnotu (na určité hladině významnosti) a testovat, zda ji hodnota F v našem výzkumu překračuje, **tj. testovat statistickou významnost nalezených rozdílů mezi skupinami**

ANOVA – předpoklady

nezávislost pozorování (→ ANOVA pro opakovaná měření)

normalita rozložení (v rámci každé skupiny)
- narušení nevadí, pokud jsou skupiny stejně velké + mají velikost alespoň okolo 30
- neparametrická alternativa – Kruskal-Wallisův test

homogenita rozptylů (skupiny mají stejné rozptyly)
- Levenův test – chceme, aby byl nesignifikantní
- $s^2_{max} / s^2_{min} < 3$
- narušení by nemělo vadit, pokud jsou skupiny stejně velké
- při narušení lze použít **Welchovo F**

ANOVA – SPSS

Analyze → Compare Means → One-Way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	SS_M	df_M	MS_M		
Within Groups	SS_R	df_R	MS_R		
Total	SS_T	$df_M + df_R$			

ANOVA

Máme hypotézy o konkrétních rozdílech mezi skupinami.

H1: Děti z rodin s nízkým SES používají internet méně často než ostatní děti.

H2: Děti z rodin se středním SES používají internet méně často než děti z rodin s vysokým SES.

ANOVA – plánované kontrasty

Umožňují porovnat jednotlivé skupiny v jednom kroku bez nutnosti korigovat hladinu významnosti (bez snížení síly testu)

Jen když máme dopředu hypotézy

Kontrastů lze provést tolik, kolik je **počet skupin – 1**

Každý kontrast srovnává **2 průměry**

- průměr skupiny nebo průměr více skupin dohromady
- např. **NÍZ** vs. **STŘ+VYS** nebo **STŘ** vs. **VYS**

ortogonální (nezávislé) **kontrasty**

- skupina použitá v jednom srovnání není použitá v dalším

neortogonální kontrasty

ANOVA – plánované kontrasty

Zkoumáme, zda daný kontrast (rozdíl mezi dvěma průměry) signifikantně přispívá k variabilitě vysvětlené modelem (SS_M)

Abychom to zjistili, jakoby překódujeme hodnoty dummy proměnných, aby odhadnuté parametry (b_1, b_2 atd.) odrážely požadované kontrasty

$[\text{inter}]_i = \mathbf{b_0} + \mathbf{b_1[vys]} + \mathbf{b_2[str]} + \varepsilon_i$

$$[\text{inter}]_i = \mathbf{b_0} + \mathbf{b_1[kontrast1]} + \mathbf{b_2[kontrast2]} + \varepsilon_i$$

Kategorie	Kontrast 1 NÍZ vs. STŘ+VYS	Kontrast 2 STŘ vs. VYS
Vysoký SES	1/2	-1
Střední SES	1/2	1
Nízký SES	-1	0

ANOVA – plánované kontrasty

Zkoumáme, zda daný kontrast (rozdíl mezi dvěma p… …ikantně přispívá k variabilitě vysvětlené modelem (SS_M)

Abychom to zjistili, jakoby překódujeme hodnoty d… …ných, aby odhadnuté parametry (b_1, b_2 atd.) odrážely požado… …y

Součet pro každý kontrast musí být 0

$[\text{inter}]_i = \mathbf{b_0}$ … $\mathbf{]} + \varepsilon_i$

$[\text{inter}]_i =$ … $\mathbf{trast1]} + \mathbf{b_2[kontrast2]}$ … ε_i

Srovnávané skupiny musí mít odlišná znaménka

Skupina, kterou nechceme zahrnout → 0

Kategorie	Kontrast 1 NÍZ vs. STŘ+VYS	Kontrast 2 STŘ vs. VY…
Vysc…	1/2	-1
Střec…	1/2	1
Nízk…	-1	0

Skupiny brané dohromady musí mít stejné číslo

ANOVA – post-hoc testy

Používáme, pokud nemáme dopředu jasné hypotézy

Srovnávají vše se vším – každou skupinu s každou (ale neumí slučovat skupiny jako kontrasty)

Mají v sobě mechanismy zohledňující zvýšené riziko chyby I. typu

Z principu jsou oboustranné

Je jich mnoho – liší se v několika parametrech:

- konzervativní (ch. II. typu!) / liberální (ch. I. typu!)
- ne/vhodné pro rozdílně velké skupiny
- ne/vhodné pro rozdílné skupinové rozptyly

ANOVA – post-hoc testy

Doporučení podle A. Fielda:

- stejně velké skupiny a skupinové rozptyly (ideální situace): **REGWQ** nebo **Tukey**
- pokud si chceme být jistí, že P chyby I. typu nepřekročí zvolenou hladinu: **Bonferroni**
- pokud jsou velikosti skupin trochu/hodně rozdílné: **Gabriel**/**Hochberg GT2**
- pokud pochybujeme o shodnosti skupinových rozptylů: **Games-Howell**

ANOVA – reportování

$F(df_M, df_R) = \ldots, p = \ldots, \eta^2$ nebo $\omega^2 = \ldots$

Vždy tabulovat **deskriptivy pro každou skupinu** – alespoň velikost, průměr, směrodatnou odch.

Vždy dopočítat **velikost účinku** (interpretujeme jako R^2 v lineární regresi)

$\boldsymbol{\eta^2} = SS_M / SS_T$

$\boldsymbol{\omega^2} = [SS_M - (df_M)MS_R] / [SS_T + MS_R]$ (jako Adj. R^2)

df_M a df_R musejí být uváděny v tomto pořadí

U kontrastů uvádíme: $t(df) = \ldots, p = \ldots$, d nebo $r = \ldots$

r = odmocnina$[t^2 / (t^2 + df)]$

„V modelu je pouze jeden faktor. Člověk je však ve skutečnosti obvykle členem více typů skupin najednou, což může mít vliv!“

„Provedeme více ANOV pro různé faktory (skupiny).“

„Tím se však vrátí známý problém s nárůstem rizika chyby I. typu. Navíc přijdeme o možnost posoudit vliv všech faktorů najednou v jednom modelu.“

„Můžeme přidat přímo do modelu další nezávislé kategorické proměnné – a spočítat tzv. **faktoriální ANOVU**.“

Faktoriální ANOVA

ANOVA s více kategorickými nezávislými (faktory)

uplatnění v **experimentálních** designech, kde pracujeme s několika druhy experimentální manipulace nebo kde chceme zohlednit kromě experimentální manipulace i další proměnné (např. pohlaví)

uplatnění v **neexperimentálních** designech, kde chceme posoudit vliv více kategorických prediktorů najednou

Typy faktorů

Fixed factors

- všechny úrovně faktoru, o které nám jde, jsou v našem výzkumu zahrnuty
- *„Liší se užívání internetu mezi třemi typy SES?“*
- *„Liší se užívání internetu podle pohlaví?“*

Random factors

- úrovně faktoru, zahrnuté v našem výzkumu, představují pouze náhodný vzorek z větší populace
- *„Liší se užívání internetu mezi zeměmi?“*
- *„Liší se užívání internetu podle školy, kterou adolescent navštěvuje?“*

One-way ANOVA

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Faktoriální ANOVA

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + \gamma_{j \times k} + \varepsilon_{ijk}$$

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *j*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *k*
MAIN EFFECT

One-way ANOVA

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Faktoriální ANOVA

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + \gamma_{j \times k} + \varepsilon_{ijk}$$

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *j*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *k*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem kombinace skupin *j* a *k*

One-way ANOVA

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Faktoriální ANOVA

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + \gamma_{j \times k} + \varepsilon_{ijk}$$

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *j*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *k*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem kombinace skupin *j* a *k*

Interakce

One-way ANOVA

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Faktoriální ANOVA

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + \gamma_{j \times k} + \varepsilon_{ijk}$$

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *j*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *k*
MAIN EFFECT

Vliv toho, že je člověk členem kombinace skupin *j* a *k*

Interakce

Moderace

Interakce (moderace)

V různých úrovních jednoho faktoru se rozdíly mezi úrovněmi druhého faktoru liší (rozdíl rozdílů).

S měnící se úrovní jedné nezávislé se mění vliv druhé nezávislé na závislou proměnnou

Nezávislá proměnná nemusí mít žádný hlavní efekt (main effect) na závislou proměnnou, ale může ji ovlivňovat tím, že ovlivňuje vliv druhé nezávislé

Při interpretaci interakcí je obvykle velmi užitečné znázornění formou grafu.

Interakce (moderace)

dva faktory (případ faktoriální ANOVY)

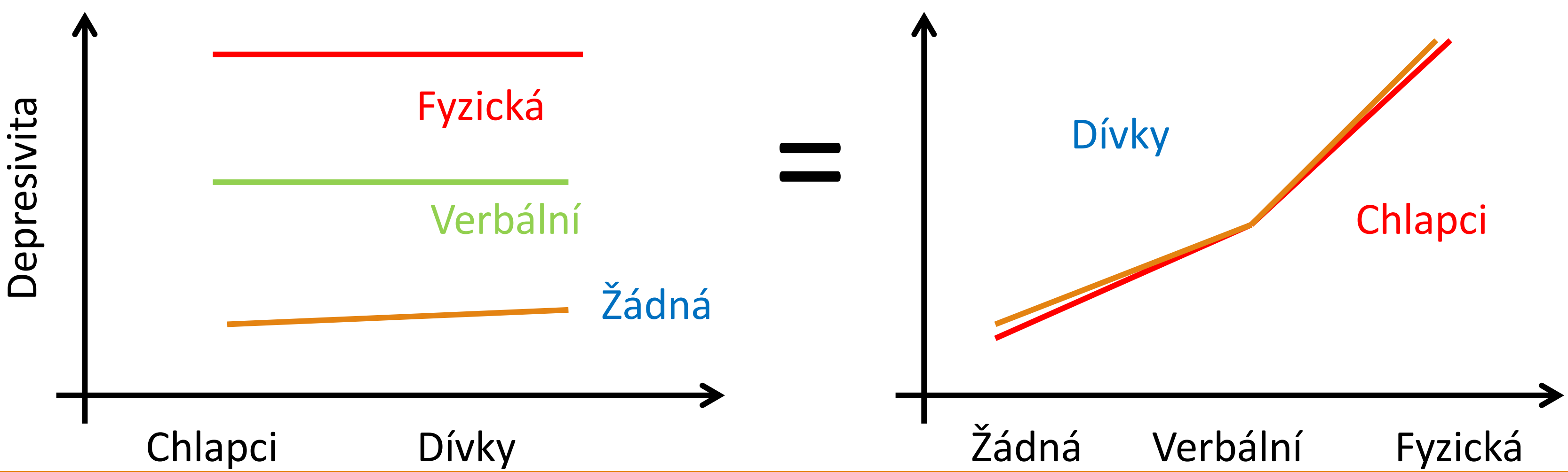
- Zážitek s různými typy školní šikany má jiný vliv na depresivitu u dívek a u chlapců.

Interakce (moderace)

dva faktory (případ faktoriální ANOVY)

- Zážitek s různými typy školní šikany má jiný vliv na depresivitu u dívek a u chlapců.

<u>žádná interakce</u>

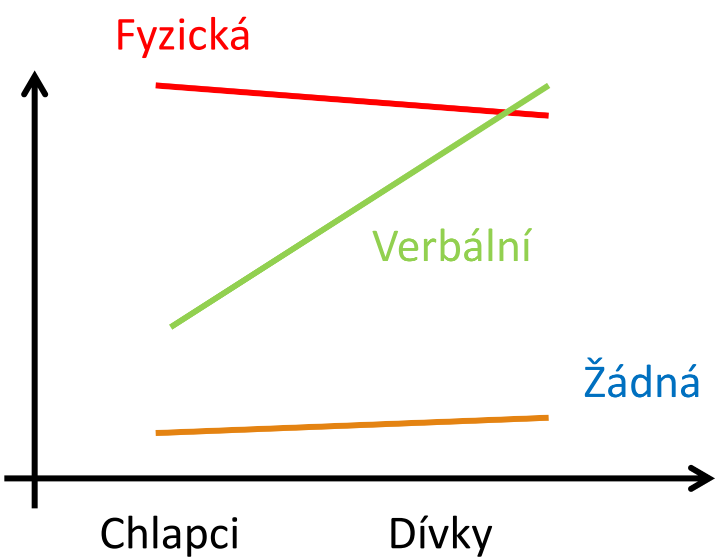


Interakce (moderace)

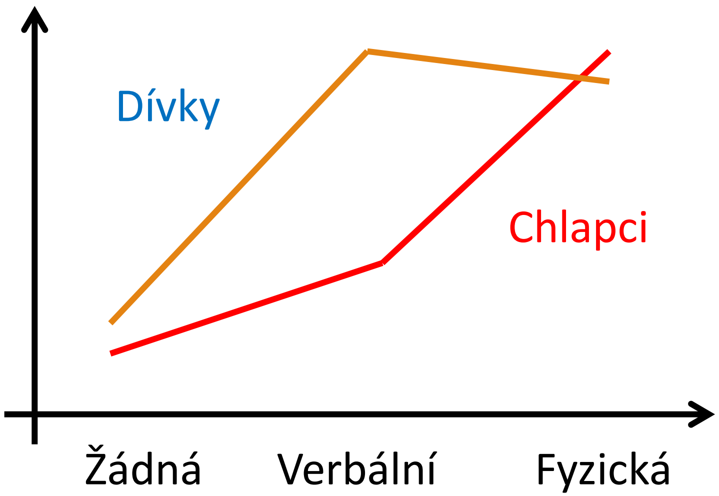
dva faktory (případ faktoriální ANOVY)

- Zážitek s různými typy školní šikany má jiný vliv na depresivitu u dívek a u chlapců.

interakce



=



Interakce (moderace)

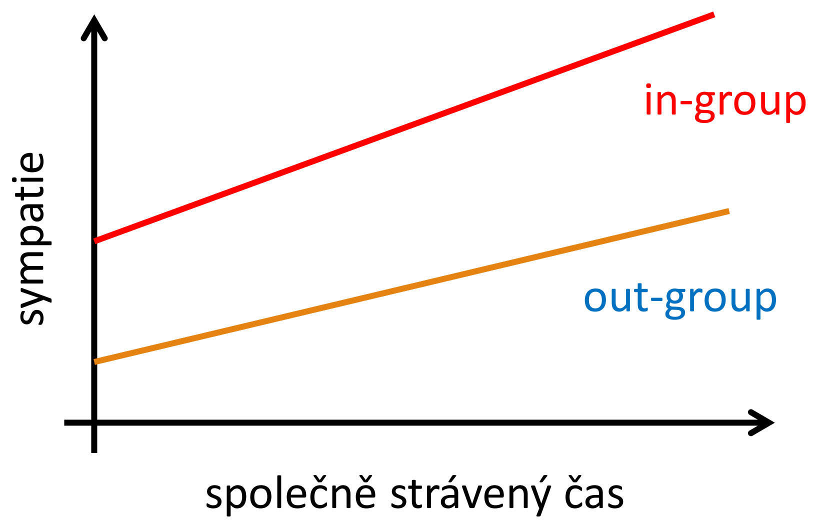
kategorická a intervalová proměnná

- Společně strávený čas posiluje naše sympatie pouze k členům in-group, nikoli out-group.

Interakce (moderace)

kategorická a intervalová proměnná

- Společně strávený čas posiluje naše sympatie pouze k členům in-group, nikoli out-group.

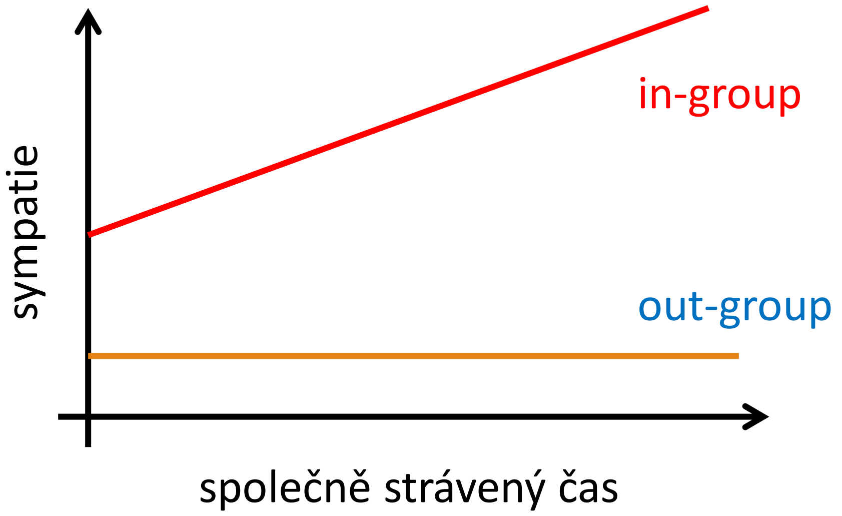


žádná interakce

Interakce (moderace)

kategorická a intervalová proměnná

- Společně strávený čas posiluje naše sympatie pouze k členům in-group, nikoli out-group.



<u>interakce</u>

Interakce (moderace)

dva faktory (případ faktoriální ANOVY)

- Zážitek s různými typy školní šikany má jiný vliv na depresivitu u dívek a u chlapců.

kategorická a intervalová proměnná

- Společně strávený čas posiluje naše sympatie pouze k členům in-group, nikoli out-group.

dvě intervalové proměnné

- S rostoucím příjmem se oslabuje vztah mezi spokojeností v práci a celkovou životní spokojeností.

Faktoriální ANOVA

SES: Souvisí SES s frekvencí používání internetu?

pohlaví: Souvisí pohlaví s frekvencí používání inetu?

interakce: Má SES jinou souvislost s používáním internetu u chlapců než u dívek?

	Nízký SES	Střední SES	Vysoký SES
Chlapci			
Dívky			

Faktoriální ANOVA - předpoklady

Vše, co v případě one-way ANOVY

Pro každou kombinaci faktorů by měl být zastoupený dostatečný počet případů.

Lze posoudit na základě jednoduché kontingenční tabulky.

Počet případů	Nízký SES	Střední SES	Vysoký SES
Kluci	**26**	**202**	**114**
Holky	**32**	**205**	**130**

Faktoriální ANOVA v SPSS

Analyze → Generalized Linear Model→ Univariate…

celková vysvětlená variabilita (SS_M) je rozsekána zvlášť pro jednotlivé faktory

Source	Type X Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	SS_M	df_M	MS_M		
Intercept					
Faktor1	$SS_{Faktor1}$	$df_{Faktor1}$	$MS_{Faktor1}$		
Faktor2	$SS_{Faktor2}$	$df_{Faktor2}$	$MS_{Faktor2}$		
Faktor1*Faktor2	$SS_{Interakce\ F1*F2}$	$df_{Int.\ F1*F2}$	$MS_{Int.\ F1*F2}$		
Error	SS_R	df_R	MS_R		
Total					
Corrected Total	SS_T	df_M+df_R			

Každý faktor a interakce má vlastní statistiku F, proto lze posoudit, zda je signifikantním prediktorem závislé proměnné

Faktoriální ANOVA – reportování

Uvádíme zvlášť, jaký efekt měl každý faktor (main effect) nebo interakce faktorů:

$F(df_{Faktor}, df_R)$ = …, p = …, parciální η^2 …

parciální $\eta^2 = SS_{Faktor} / (SS_{Faktor} + SS_R)$

*parciální ω^2 = $$\omega_p^2 = \frac{df_{\text{effect}} \times (MS_{\text{effect}} - MS_{\text{error}})}{df_{\text{effect}} \times MS_{\text{effect}} + (N - df_{\text{effect}}) \times MS_{\text{error}}}$$

$$\hat{\omega}_p^2 = (F-1)/(F + (df_{Error} + 1)/df_{Effect}))$$

$$\hat{\varepsilon}_p^2 = (F-1)/(F + (df_{Error}/df_{Effect})$$

+ případné kontrasty a post-hoc testy jako u ANOVY

*http://daniellakens.blogspot.cz/2015/06/why-you-should-use-omega-squared.html

V některých situacích má smysl předpokládat, že je závislá proměnná ovlivňována nejen faktory, ale i intervalovými nezávislými proměnnými. Potřebujeme tedy model, který bude **kombinovat kategorické a intervalové nezávislé proměnné**.

Proč zavádět intervalové nezávislé do ANOVY:

snížíme množství nevysvětlené variability v modelu

kontrolujeme, zda není vliv faktorů zkreslen nějakou související intervalovou proměnnou

→ přesnější posouzení vlivu faktorů

Příklad: Používání internetu může souviset s věkem člověka. Pokud budeme tuto proměnnou kontrolovat, získáme představu o vlivu SES na frekvenci používání internetu, který je „očištěný“ od možného vlivu věku.

ANCOVA (analysis of covariance)

ANOVA s jednou či více nezávislými intervalovými proměnnými (tzv. kovariáty)

zavádět jen kovariáty, pro které existují **dobré důvody** (nenacpat tam vše, co jsme měřili)

dobře zvolené kovariáty → zvýšení síly testu

- kovariát odebere část nevysvětlené variability (SS_R) závislé proměnné, čímž se lépe projeví případný vliv faktorů

špatně zvolené kovariáty → snížení síly testu

- za každý přidaný kovariát ztrácíme jeden stupeň volnosti

uplatnění v **experimentálních designech**, kde chceme ***statisticky kontrolovat*** nežádoucí rozdíly mezi skupinami

uplatnění v **neexperimentálních designech**, kde chceme statisticky kontrolovat intervalové prediktory a posoudit tak nezkreslený vliv kategorických prediktorů

One-way ANOVA

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

ANCOVA

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta X_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Vliv toho, že je člověk členem skupiny *j*

Vliv intervalové proměnné x, tj. kovariátu

ANCOVA - předpoklady

Předpoklady ANOVY + předpoklady lineární regrese

Kovariát a faktor musí být nezávislé

- pokud nejsou, je obtížné interpretovat výsledky

Kovariát musí mít ve všech skupinách stejně silný vliv na závislou proměnnou (stejný regr. koef.)

- lze testovat zavedením interakce mezi faktorem a kovariátem do modelu (chceme, aby vyšla nesignifikantní)

ANCOVA v SPSS

Analyze → Generalized Linear Model→ Univariate…

celková vysvětlená variabilita (SS_M) je rozsekána zvlášť pro kovariát(y) a faktor(y)

Source	Type X Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	SS_M	df_M	MS_M		
Intercept					
Kovariát1	$SS_{Kovariát1}$	$df_{Kovariát1}$	$MS_{Kovariát1}$		
Faktor1	$SS_{Faktor1}$	$df_{Faktor1}$	$MS_{Faktor1}$		
Error	SS_R	df_R	MS_R		
Total					
Corrected Total	SS_T	df_M+df_R			

můžeme si nechat zobrazit tzv. „**marginal means**“ (= jaké by byly skupinové průměry, kdyby se úroveň kovariátu nelišila napříč skupinami)

ANCOVA – reportování

Uvádíme, jaký efekt měl každý kovariát:

$F(df_{Kovariát}, df_R)$ = …, p = …, r = …

pro jednotlivé kovariáty vždy $df_{Kovariát} = 1$

r = odmocnina$[t^2 / (t^2 + df)]$

A uvádíme, jaký efekt měl každý faktor:

$F(df_{Faktor}, df_R)$ = …, p = …, parciální η^2 = …

parciální $\eta^2 = SS_{Faktor} / (SS_{Faktor} + SS_R)$ lépe ω_p^2

+ případné kontrasty a post-hoc testy jako u ANOVY

MANOVA (multivariační ANOVA)

ANOVA s více **závislými** intervalovými proměnnými

posuzujeme vliv nezávislých proměnných na lineární kombinaci závislých proměnných

pracujeme s multivariační obdobou F

bereme v úvahu nejen (ne)vysvětlený rozptyl, ale i (ne)vysvětlenou kovarianci mezi závislými proměnnými

výhody oproti sérii více ANOV

- kontrolujeme nárůst rizika chyby I. typu
- lze odhalit vztah ke <u>kombinaci</u> závislých proměnných

nevýhody

- obtížná interpretace výsledků
- málokdy přinese nové informace oproti ANOVĚ
- vyžaduje splnění dalších předpokladů, které nelze jednoduše otestovat v SPSS (multivariační normalita)

Úkol na seminář

Data Long 2

Zajímá nás, zda a do jaké míry ovlivňuje u žáků na základní škole (kohorta=6) jejich očekávání svého nejvyššího dosaženého vzdělání (NP = ocek_vzd) vztah k otci (ZP=warm_o).

- One-way anovou otestujte, zda se liší ti, kdo očekávají, že nedosáhnou na maturitu od těch, kdo ji očekávají získat a od těch, kdo plánují získat VŠ titul.
- Faktoriální anovou rozšiřte model i o to, zda jsou rodiče sezdáni, či rozvedeni (stav_r99, 1 a 2).
- Vnímaná vřelost otce souvisí s prožíváním agresivních pocitů (neg3), což bychom chtěli v modelu kontrolovat – rozšiřte jej na ANCOVu.