

PSP6075525 - Testing psicologico (matr. dispari)

Caso studio del 29-08-22

Istruzioni iniziali

- Si avvii una nuova sessione di R (o RStudio).
- Si crei un nuovo script di R e lo si salvi come `cognome_nome.R`.
- Si effettui il download del file di dati dell'esame `dati_esame.Rdata` disponibile presso la pagina moodle del corso e lo si carichi nell'ambiente di lavoro di R.
- Si crei un nuovo documento di testo (mediante LibreOffice Writer, Microsoft Word o software analogo) e lo si salvi come `cognome_nome.doc`. Il file dovrà contenere le risposte ai quesiti d'esame accompagnati dai comandi di R, dai risultati ottenuti e dai grafici prodotti. Le risposte dovranno essere inserite in ordine, rispettando il numero del quesito a cui si riferiscono. Alla fine, il file dovrà essere convertito in formato non modificabile (PDF: `cognome_nome.pdf`) ed inviato al docente utilizzando la procedura "Consegna documento" disponibile presso la pagina Moodle del corso. Nel caso di utilizzo di **R-markdown** per la compilazione dinamica di documenti di testo, sarà necessario inviare il file sorgente `.Rmd` unitamente al file PDF generato. Si ricorda di riportare chiaramente Nome, Cognome e Matricola all'interno dei file contenenti le soluzioni finali (`.pdf`, `.R`, `.Rmd`).
- La valutazione della prova sarà effettuata utilizzando primariamente il file `cognome_nome.pdf`: si raccomanda pertanto la chiarezza nella scrittura delle risposte e la correttezza nel riportare i comandi e gli output di R. Il file `cognome_nome.R` dovrà essere allegato al file `cognome_nome.pdf` solo per un controllo aggiuntivo (pertanto non verrà primariamente valutato).

Caso studio

Il caso studio si riferisce all'analisi della dimensionalità del test dCreek98 utilizzato, in alternativa al ben noto bh90210, per la quantificazione dell'abilità nell'individuare dissonanze sonore all'interno di una sequenza armonica consonante. Il test è unidimensionale ed è formato da undici item rilevati su una scala pseudo-continua nell'intervallo $[-3, 3]$ dove valori positivi e di magnitudine elevata indicano forte abilità nell'individuazione delle dissonanze armoniche. I dati si riferiscono ad uno studio sperimentale che ha coinvolto un gruppo di musicisti al terzo anno del Conservatorio di Musica "Franco Vittadini" di Pavia in due tempi differenti. L'obiettivo dell'analisi è quello di studiare la dimensionalità complessiva del test dCreek98 e di valutare se esso sia invariante nella misurazione della dissonanza cognitiva sonora nel tempo.

1. Si individuino il numero di unità statistiche e si commenti il tipo di dato a disposizione.

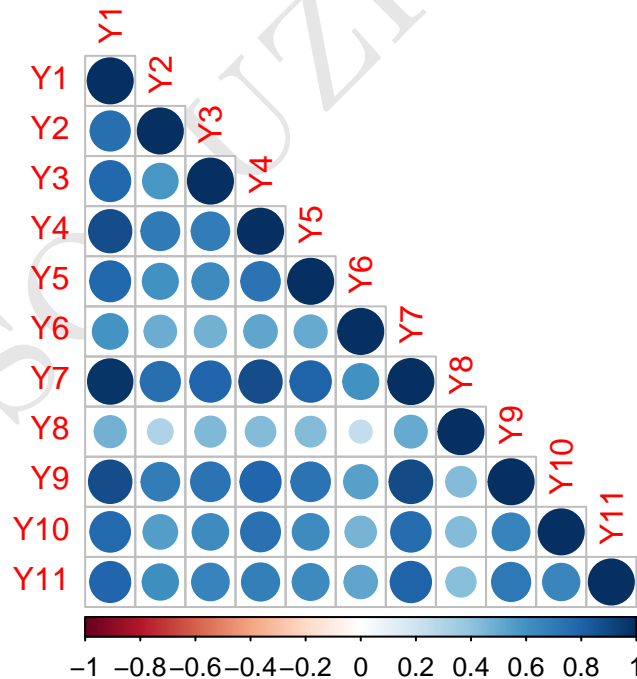
Il numero di unità statistiche è pari a $n = 560$ ripartiti equamente nei due tempi. I dati a disposizione consistono nelle risposte sulle undici scale pseudo-continue. Le variabili riferite agli item sono di tipo continuo.

2. Si rappresenti graficamente la struttura di correlazione delle variabili per entrambi i tempi separatamente.

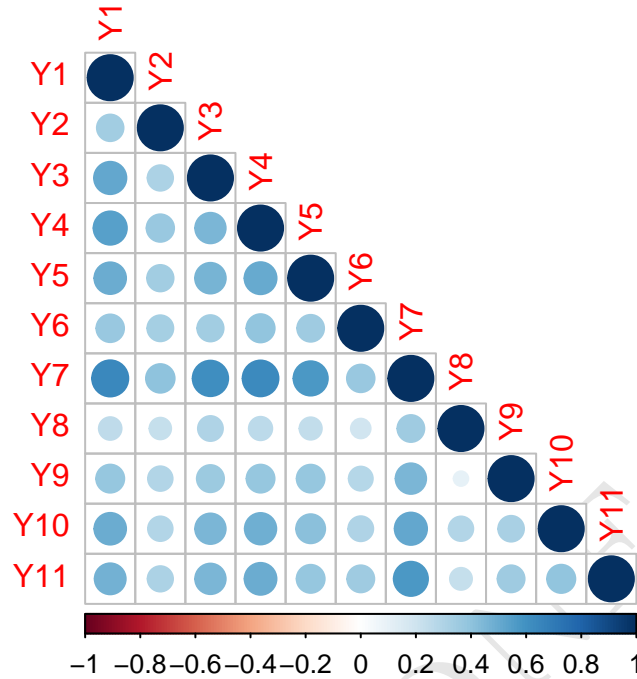
```
library(corrplot)

corrplot 0.92 loaded

cor_t1 = cor(datay[datay$time=="1",1:11])
corrplot(corr = cor_t1,type = "lower")
```



```
cor_t2 = cor(datay[datay$time=="2",1:11])
corrplot(corr = cor_t2,type = "lower")
```



Complessivamente i grafici evidenziano la presenza di solo cluster che raggruppa le $p = 11$ variabili osservate. Nel tempo $t = 2$, tuttavia, le correlazioni tra le variabili appaiono più attenuate non facendo così emergere con chiarezza (almeno a livello grafico) la presenza di un solo gruppo di aggregazione.

3. Si valuti la coerenza interna del test in entrambi i tempi mediante indice α di Cronbach¹ e si commenti il risultato ottenuto rispetto alla relazione tra varianza di errore σ_E^2 e varianza del punteggio vero σ_T^2 .

```
a_t1 = psych::alpha(x = cor_t1)$total[1]
a_t2 = psych::alpha(x = cor_t2)$total[1]
print(c(a_t1,a_t2))

$raw_alpha
[1] 0.9518175

$raw_alpha
[1] 0.8761807
```

L'indice α è calcolato sulla matrice di covarianza osservata tra le variabili che formano la scala (valuta la coerenza interna della scala sul criterio della covariazione tra variabili). Per entrambi i tempi di somministrazione, l'indice indica che l'attendibilità del test è molto buona. Ciò implica che lo strumento di quantificazione dCreek98 riesce a separare bene la varianza del misurando $\sigma_T^2 = \sigma_{y_{tot}}^2 \sqrt{\alpha}$ dalla varianza d'errore $\sigma_E^2 = \sigma_{y_{tot}}^2 \sqrt{1-\alpha}$ (dove $\sigma_{y_{tot}}^2$ è la varianza dei punteggi totali grezzi al test). In questo caso, si ha che $\sigma_{T_{t_1}}^2 = 84.8$ e $\sigma_{E_{t_1}}^2 = 19.079$, $\sigma_{T_{t_2}}^2 = 38.242$ e $\sigma_{E_{t_2}}^2 = 14.376$. Il test dunque riesce a ben separare segnale T da rumore E sebbene ciò risulti più attenuato nel tempo t_2 di somministrazione.

4. Si valuti mediante un opportuno indice descrittivo la *validità test-retest* per dCreek98 nei due tempi a disposizione. Si ricordi che un indice opportuno è quello che utilizza la correlazione tra i punteggi totali del test nei due tempi, ossia $r_{t_1|t_2} = \text{cor}(\mathbf{y}_{tot}^{(t_1)}, \mathbf{y}_{tot}^{(t_2)})$.

¹ L'indice può essere calcolato, ad esempio, mediante la funzione `alpha(x=...)` della libreria `psych`.

```
ytot_t1 = apply(datay[1:280,1:11],1,sum)
ytot_t2 = apply(datay[281:560,1:11],1,sum)
cor(ytot_t1,ytot_t2)

[1] 0.964318
```

Il test dCreek98 presenta una buona stabilità temporale secondo il criterio test-retest: i punteggi grezzi totali (stima del misurando latente) nei due tempi sono positivamente associati come evidenza l'indice di correlazione lineare di Pearson ($r_{t1|t2} = 0.964$).

5. Si definisca un modello fattoriale confermativo unidimensionale per gli item rilevati al tempo $t1$ e lo si adatti ai dati a disposizione mediante opportuno metodo di stima. Nell'adattare il modello ai dati si utilizzi il metodo di parametrizzazione UVI.

Il test ad una sola scala è composto da undici item. Il modello CFA è definito dall'equazione lineare

$$\Sigma_{y_{11 \times 11}} = \lambda_{11 \times 1} \lambda_{11 \times 1}^T + \Theta_{\delta_{11 \times 11}}$$

(nel caso UVI: $\phi = 1$) mentre l'adattamento ai dati $S_{y_{11 \times 11}}$ può essere fatto mediante stimatori alla massima verosimiglianza. Il modello necessita di 22 parametri da stimare (11 coefficienti fattoriali, 11 varianze d'errore) su un totale di $p(p+1)/2 = 66$ parametri totali.

```
data_subset = datay[datay$time=="1",]
model = "eta=~Y1+Y2+Y3+Y4+Y5+Y6+Y7+Y8+Y9+Y10+Y11"
fit_t1 = lavaan::cfa(model = model,data = data_subset,std.lv=TRUE)
```

6. Si interpreti il risultato del modello adattati al punto precedente anche mediante l'utilizzo di indici di adattamento complessivo. Si suggerisce l'utilizzo dei coefficienti standardizzati nell'interpretazione della soluzione fattoriale.

```
print(fit_t1)

lavaan 0.6-7 ended normally after 43 iterations

Estimator                      ML
Optimization method             NLMINB
Number of free parameters       22

Number of observations          280

Model Test User Model:

Test statistic                   59.749
Degrees of freedom               44
P-value (Chi-square)            0.057

res = lavaan::inspect(fit_t1,what="std.all")
Xout = cbind(res$lambda,diag(res$theta))
colnames(Xout)=c("lambda","diag(ThetaDelta)")
print(Xout)

      lambda diag(ThetaDelta)
Y1  0.9816216      0.03641911
Y2  0.7655250      0.41397151
```

Y3	0.8039571	0.35365295
Y4	0.8926207	0.20322828
Y5	0.8082042	0.34680601
Y6	0.6076800	0.63072508
Y7	0.9915595	0.01680984
Y8	0.4996440	0.75035584
Y9	0.9036578	0.18340261
Y10	0.7787391	0.39356535
Y11	0.8055550	0.35108117

```
fitMeasures(fit_t1, fit.measures = c("RMSEA", "CFI", "chisq", "df", "npar"))
```

rmsea	cfi	chisq	df	npar
0.036	0.995	59.749	44.000	22.000

Globalmente il modello adattato evidenzia buoni indici di adattamento. La struttura fattoriale della scala è ben formata dagli item a disposizione, con coefficienti fattoriali di magnitudine sufficientemente elevata e varianze d'errore contenute. Relativamente alla scala così formata, l'item Y8 presenta un coefficiente fattoriale più basso sebbene ancora ad un livello accettabile.

- Si definisca un modello fattoriale confermativo unidimensionale per gli item rilevati al tempo t2 e lo si adatti ai dati a disposizione mediante opportuno metodo di stima. Nell'adattare il modello ai dati si utilizzi il metodo di parametrizzazione UVI.

In questo caso il modello CFA da definire è lo stesso di quello definito al punto 5 sebbene la stima dei suoi parametri avviene su un campione di osservazioni raccolte ad un tempo differente.

```
data_subset = datay[datay$time=="2",]
fit_t2 = lavaan::cfa(model = model, data = data_subset, std.lv=TRUE)
```

- Si interpreti il risultato del modello adattati al punto precedente anche mediante l'utilizzo di indici di adattamento complessivo. Si suggerisce l'utilizzo dei coefficienti standardizzati nell'interpretazione della soluzione fattoriale.

```
print(fit_t2)
```

lavaan 0.6-7 ended normally after 22 iterations

Estimator	ML
Optimization method	NLMINB
Number of free parameters	22
Number of observations	280

Model Test User Model:

Test statistic	34.308
Degrees of freedom	44
P-value (Chi-square)	0.853

```
res = lavaan::inspect(fit_t2, what="std.all")
Xout = cbind(res$lambda, diag(res$theta))
colnames(Xout)=c("lambda", "diag(ThetaDelta)")
print(Xout)
```

```

      lambda diag(ThetaDelta)
Y1  0.7410001      0.4509188
Y2  0.4909175      0.7590000
Y3  0.6945837      0.5175534
Y4  0.7348840      0.4599456
Y5  0.6679962      0.5537811
Y6  0.4976025      0.7523917
Y7  0.8576177      0.2644918
Y8  0.3889581      0.8487116
Y9  0.5318857      0.7170976
Y10 0.6288150      0.6045917
Y11 0.6528354      0.5738060

fitMeasures(fit_t2,fit.measures = c("RMSEA","CFI","chisq","df","npar"))

rmsea    cfi  chisq    df    npar
0.000    1.000 34.308 44.000 22.000

```

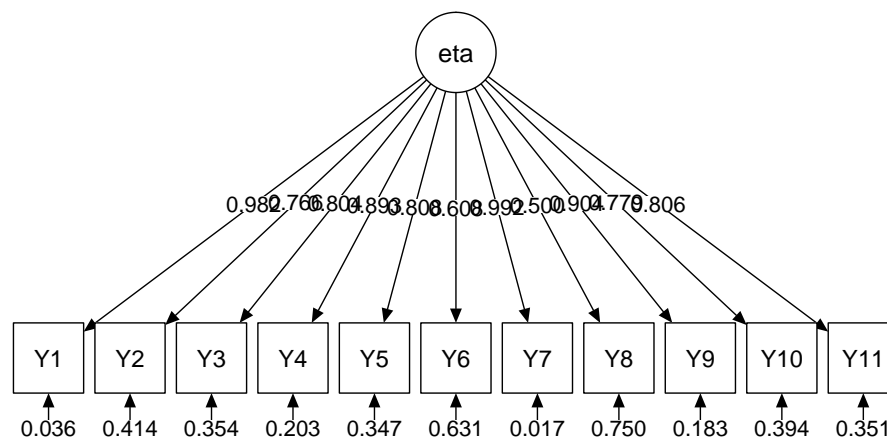
Anche in questo caso il modello è soddisfacente e la struttura fattoriale risulta ben formata dagli item a disposizione. In questo caso l'item Y8 presenta un coefficiente fattoriale ancora più basso rispetto al caso precedente. Gli indici di adattamento complessivi sono pari ai loro valori estremi e non sono di particolare rilevanza in questo caso (si noti come il test del χ^2 non consenta di rigettare l'ipotesi che il modello non sia idoneo rispetto ai dati).

9. Si rappresentino graficamente i modelli dattati ai punti precedenti.

```

semPlot::semPaths(object = fit_t1, whatLabels = "std.all",edge.label.cex = 0.95,
  edge.color = "black",sizeMan = 7,sizeLat=8,
  style = "lisrel",nDigits = 3,
  intercepts = FALSE,thresholds = FALSE)

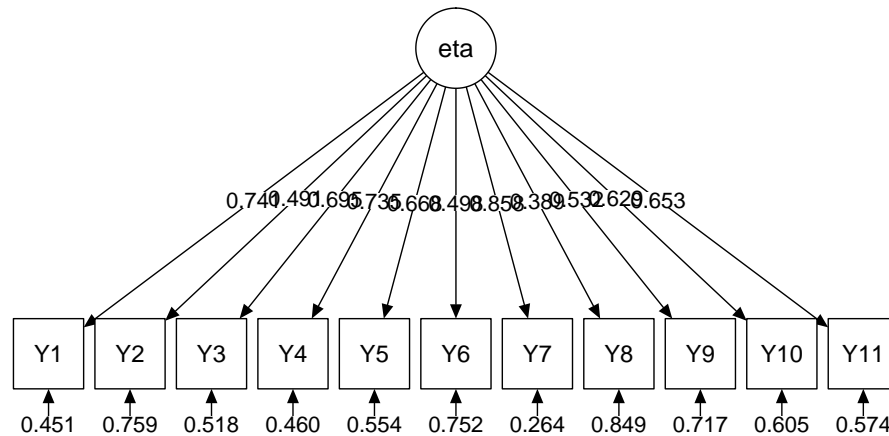
```



```

semPlot::semPaths(object = fit_t2, whatLabels = "std.all",edge.label.cex = 0.95,
  edge.color = "black",sizeMan = 7,sizeLat=8,
  style = "lisrel",nDigits = 3,
  intercepts = FALSE,thresholds = FALSE)

```



10. Si valuti il livello di invarianza nei tempi t_1 e t_2 che il modello unidimensionale per la scala dCreek98 può raggiungere.

```
mod1_fit = lavaan::cfa(model = model, data = datay, group = "time")
#summary(mod1_fit)
fitMeasures(mod1_fit, fit.measures = c("RMSEA", "CFI", "chisq", "df", "npar"))

      rmsea    cfi  chisq    df  npar
      0.016  0.999 94.057 88.000 66.000

mod2_fit = lavaan::cfa(model = model, data = datay, group = "time",
                       group.equal=c("loadings"))

lavaan::anova(mod1_fit, mod2_fit)

Chi-Squared Difference Test

      Df   AIC   BIC   Chisq Chisq diff Df diff Pr(>Chisq)
mod1_fit 88 12417 12702   94.057
mod2_fit 98 12495 12738  192.396      98.339      10 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Il modello unidimensionale dCreek98 non raggiunge il primo livello di invarianza configurale. Ciò indica che la struttura fattoriale complessiva del test non è la medesima nei due sottogruppi considerati.