

R-Syntax zu Kapitel 25:
Multitrait-Multimethod-Analysen (MTMM-Analysen)

Karin Schermelleh-Engel & Jana Gäde

10.06.2020

Inhalt

CTCM-Modell	2
CTC(M-1)-Modell	7

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

CTCM-Modell

```
# Kap. 25: MTMM-Analysen
# CTCM-Modell

# Vor erster Anwendung: R-Package lavaan zur Analyse von latenten
# Variablenmodellen installieren
# dazu einen naehgelegenen CRAN Mirror angeben
# Eine Liste der CRAN Mirrors: https://cran.r-project.org/mirrors.html
install.packages("lavaan", repos='https://cran.uni-muenster.de/')

# Vor jeder Anwendung muss das installierte Package lavaan zur Nutzung
# geladen werden
library(lavaan)

# Arbeitsverzeichnis auswaehlen
setwd("Dateipfad/zum/Arbeitsverzeichnis")

# Die Daten liegen als Kovarianzmatrix vor
# Die Matrix kann direkt eingelesen werden

library(lavaan)
#library(semTools)

lower <- '
1.00
.63 1.00
.58 .61 1.00
.82 .55 .50 1.00
.56 .79 .53 .65 1.00
.45 .52 .72 .60 .66 1.00
.44 .35 .25 .42 .37 .20 1.00
.28 .47 .28 .29 .44 .25 .60 1.00
.25 .38 .32 .26 .33 .29 .51 .69 1.00'

ctcm.cov <-
  getCov(lower, names = c("UN_M", "HA_M", "TV_M",
                          "UN_V", "HA_V", "TV_V",
                          "UN_L", "HA_L", "TV_L"))

##### CTCM-Modell #####

# Definition des CTCM-Modells
# Latente Varianzen werden auf eins fixiert
# Faktorladung der ersten Variable soll frei geschaezt werden
# Messmodelle der Traits

ctcm.model <- '
# Messmodelle der Traits
# UN=Unaufmerksamkeit, HA=Hyperaktivitaet, TV=Trotzverhalten
UN =~ NA*UN_M + UN_V + UN_L
HA =~ NA*HA_M + HA_V + HA_L
TV =~ NA*TV_M + TV_V + TV_L

# Messmodelle der Methoden
# Mu=Mutter, Va=Vater, Le=Lehrer
Mu =~ NA*UN_M + HA_M + TV_M
Va =~ NA*UN_V + HA_V + TV_V
Le =~ NA*UN_L + HA_L + TV_L

# Latente Varianzen der Traits auf 1 fixiert
UN ~~ 1*UN
HA ~~ 1*HA
TV ~~ 1*TV
```

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

```
# Latente Varianzen der Methoden auf 1 fixiert
Mu ~~ 1*Mu
Va ~~ 1*Va
Le ~~ 1*Le

# Keine Korrelationen zwischen Traits und Methoden
UN ~~ 0*Mu
UN ~~ 0*Va
UN ~~ 0*Le
HA ~~ 0*Mu
HA ~~ 0*Va
HA ~~ 0*Le
TV ~~ 0*Mu
TV ~~ 0*Va
TV ~~ 0*Le'

fit <- sem(ctcm.model,
           sample.cov = ctcov,
           sample.nobs = 600)
summary(fit, standardized = TRUE)
```

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

Ergebnisse des CTCM-Modells:

```

> lower <- '
+ 1.00
+ .63 1.00
+ .58 .61 1.00
+ .82 .55 .50 1.00
+ .56 .79 .53 .65 1.00
+ .45 .52 .72 .60 .66 1.00
+ .44 .35 .25 .42 .37 .20 1.00
+ .28 .47 .28 .29 .44 .25 .60 1.00
+ .25 .38 .32 .26 .33 .29 .51 .69 1.00'
>
> ctcov.cov <-
+ getCov(lower, names = c("UN_M", "HA_M", "TV_M",
+ "UN_V", "HA_V", "TV_V",
+ "UN_L", "HA_L", "TV_L"))
>
> ##### CTCM-Modell #####
> # Definition des CTCM-Modells
> # Latente Varianzen werden auf eins fixiert
> # Faktorladung der ersten Variable soll frei geschätzt werden
> # Messmodelle der Traits
>
> ctcov.model <- '
+ # Messmodelle der Traits
+ # UN=Unaufmerksamkeit, HA=Hyperaktivitaet, TV=Trotzverhalten
+ UN =~ NA*UN_M + UN_V + UN_L
+ HA =~ NA*HA_M + HA_V + HA_L
+ TV =~ NA*TV_M + TV_V + TV_L
+
+ # Messmodelle der Methoden
+ # Mu=Mutter, Va=Vater, Le=Lehrer
+ Mu =~ NA*UN_M + HA_M + TV_M
+ Va =~ NA*UN_V + HA_V + TV_V
+ Le =~ NA*UN_L + HA_L + TV_L
+
+ # Latente Varianzen der Traits auf 1 fixiert
+ UN ~~ 1*UN
+ HA ~~ 1*HA
+ TV ~~ 1*TV
+
+ # Latente Varianzen der Methoden auf 1 fixiert
+ Mu ~~ 1*Mu
+ Va ~~ 1*Va
+ Le ~~ 1*Le
+
+ # Keine Korrelationen zwischen Traits und Methoden
+ UN ~~ 0*Mu
+ UN ~~ 0*Va
+ UN ~~ 0*Le
+ HA ~~ 0*Mu
+ HA ~~ 0*Va
+ HA ~~ 0*Le
+ TV ~~ 0*Mu
+ TV ~~ 0*Va
+ TV ~~ 0*Le'
>
> fit <- sem(ctcov.model,
+ sample.cov = ctcov.cov,
+ sample.nobs = 600)

```

Warning message:

In lav_object_post_check(object) :

lavaan WARNING: some estimated covariances are negative
Das Problem tritt häufig bei CTCM-Modellen auf!

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

```
> summary(fit, standardized = TRUE)
```

```
lavaan (0.5-23.1097) converged normally after 57 iterations
```

```
Number of observations           600

Estimator                        ML
Minimum Function Test Statistic 33.030
Degrees of freedom              12
P-value (Chi-square)           0.001
```

```
Parameter Estimates:
```

```
Information                      Expected
Standard Errors                  Standard
```

```
#Estimate: unstandardisierte Parameterschätzungen
```

```
#Std.lv: nur die latenten Variablen wurden standardisiert
```

```
#Std.all: sowohl die latenten als auch die manifesten Variablen wurden standardisiert
```

```
Latent Variables:
```

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
UN =~						
UN_M	0.815	0.057	14.223	0.000	0.815	0.811
UN_V	0.722	0.054	13.479	0.000	0.722	0.723
UN_L	0.415	0.042	9.981	0.000	0.415	0.414
HA =~						
HA_M	0.816	0.075	10.826	0.000	0.816	0.807
HA_V	0.698	0.068	10.208	0.000	0.698	0.693
HA_L	0.397	0.051	7.822	0.000	0.397	0.402
TV =~						
TV_M	0.184	0.142	1.298	0.194	0.184	0.185
TV_V	0.339	0.140	2.425	0.015	0.339	0.338
TV_L	0.398	0.065	6.167	0.000	0.398	0.399
Mu =~						
UN_M	0.523	0.086	6.056	0.000	0.523	0.520
HA_M	0.521	0.102	5.111	0.000	0.521	0.516
TV_M	1.011	0.083	12.234	0.000	1.011	1.011
Va =~						
UN_V	0.594	0.063	9.443	0.000	0.594	0.595
HA_V	0.605	0.075	8.115	0.000	0.605	0.601
TV_V	0.848	0.070	12.133	0.000	0.848	0.846
Le =~						
UN_L	0.617	0.040	15.591	0.000	0.617	0.616
HA_L	0.789	0.038	20.866	0.000	0.789	0.799
TV_L	0.721	0.045	15.996	0.000	0.721	0.722

```
# Schätzproblem: Standardisierte Faktorladung > eins!
```

```
Covariances:
```

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
UN ~~						
Mu	0.000				0.000	0.000
Va	0.000				0.000	0.000
Le	0.000				0.000	0.000
HA ~~						
Mu	0.000				0.000	0.000
Va	0.000				0.000	0.000
Le	0.000				0.000	0.000
TV ~~						
Mu	0.000				0.000	0.000
Va	0.000				0.000	0.000
Le	0.000				0.000	0.000
UN ~~						
HA	0.568	0.070	8.069	0.000	0.568	0.568
TV	0.409	0.149	2.749	0.006	0.409	0.409

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

```

HA ~~
TV      0.677    0.111    6.101    0.000    0.677    0.677
Mu ~~
Va      0.762    0.053   14.382    0.000    0.762    0.762
Le      0.324    0.071    4.577    0.000    0.324    0.324
Va ~~
Le      0.288    0.074    3.916    0.000    0.288    0.288

Variances:
      Estimate Std.Err  z-value  P(>|z|)  Std.lv  Std.all
UN          1.000
HA          1.000
TV          1.000
Mu          1.000
Va          1.000
Le          1.000
.UN_M      0.072    0.025    2.884    0.004    0.072    0.071
.UN_V      0.124    0.021    5.980    0.000    0.124    0.124
.UN_L      0.452    0.033   13.684    0.000    0.452    0.450
.HA_M      0.084    0.030    2.815    0.005    0.084    0.082
.HA_V      0.160    0.021    7.522    0.000    0.160    0.158
.HA_L      0.195    0.033    5.887    0.000    0.195    0.200
.TV_M     -0.057    0.160   -0.357    0.721   -0.057   -0.057
.TV_V      0.170    0.035    4.922    0.000    0.170    0.169
.TV_L      0.318    0.046    6.983    0.000    0.318    0.319

```

Schätzprobleme: Eine Fehlervarianz ist negativ!

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

CTC(M-1)-Modell

```
##### CTC(M-1)-Modell #####

# Definition des CTCM(-1)-Modells
# Latente Varianzen werden auf eins fixiert
# Faktorladung der ersten Variable soll frei geschätzt werden
# Die Methode „Mutter“ wird als Referenzmethode auf null fixiert

ctcm1.model <- '
# Messmodelle der Traits
# UN=Unaufmerksamkeit, HA=Hyperaktivität, TV=Trotzverhalten
UN =~ NA*UN_M + UN_V + UN_L
HA =~ NA*HA_M + HA_V + HA_L
TV =~ NA*TV_M + TV_V + TV_L

# Messmodelle der Methoden
# Mu=Mutter, Va=Vater, Le=Lehrer
# ohne Methode Mutter
#Mu =~ NA*UN_M + HA_M + TV_M
Va =~ NA*UN_V + HA_V + TV_V
Le =~ NA*UN_L + HA_L + TV_L

# Latente Varianzen der Traits auf 1 fixiert
UN ~~ 1*UN
HA ~~ 1*HA
TV ~~ 1*TV

# Latente Varianzen der Methoden auf 1 fixiert
#Mu ~~ 1*Mu
Va ~~ 1*Va
Le ~~ 1*Le

# Keine Korrelationen zwischen Traits und Methoden
#UN ~~ 0*Mu
UN ~~ 0*Va
UN ~~ 0*Le
#HA ~~ 0*Mu
HA ~~ 0*Va
HA ~~ 0*Le
#TV ~~ 0*Mu
TV ~~ 0*Va
TV ~~ 0*Le'

fit <- sem(ctcm1.model,
           sample.cov = ctcov,
           sample.nobs = 600)

summary(fit, standardized = TRUE)
```

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

Ergebnisse des CTC(M-1)-Modells:

```

> lower <- '
+ 1.00
+ .63 1.00
+ .58 .61 1.00
+ .82 .55 .50 1.00
+ .56 .79 .53 .65 1.00
+ .45 .52 .72 .60 .66 1.00
+ .44 .35 .25 .42 .37 .20 1.00
+ .28 .47 .28 .29 .44 .25 .60 1.00
+ .25 .38 .32 .26 .33 .29 .51 .69 1.00'
>
> ctcov.cov <-
+   getCov(lower, names = c("UN_M", "HA_M", "TV_M",
+                           "UN_V", "HA_V", "TV_V",
+                           "UN_L", "HA_L", "TV_L"))
>
> ctcml.model <- '
+ # Messmodelle der Traits
+ # UN=Unaufmerksamkeit, HA=Hyperaktivitaet, TV=Trotzverhalten
+ UN =~ NA*UN_M + UN_V + UN_L
+ HA =~ NA*HA_M + HA_V + HA_L
+ TV =~ NA*TV_M + TV_V + TV_L
+
+ # Messmodelle der Methoden
+ # Mu=Mutter, Va=Vater, Le=Lehrer
+ # ohne Methode Mutter
+ #Mu =~ NA*UN_M + HA_M + TV_M
+ Va =~ NA*UN_V + HA_V + TV_V
+ Le =~ NA*UN_L + HA_L + TV_L
+
+ # Latente Varianzen der Traits auf 1 fixiert
+ UN ~~ 1*UN
+ HA ~~ 1*HA
+ TV ~~ 1*TV
+
+ # Latente Varianzen der Methoden auf 1 fixiert
+ #Mu ~~ 1*Mu
+ Va ~~ 1*Va
+ Le ~~ 1*Le
+
+ # Keine Korrelationen zwischen Traits und Methoden
+ # Keine Korrelationen mit der Methode Mutter
+ #UN ~~ 0*Mu
+ UN  ~~ 0*Va
+ UN  ~~ 0*Le
+ #HA ~~ 0*Mu
+ HA  ~~ 0*Va
+ HA  ~~ 0*Le
+ #TV ~~ 0*Mu
+ TV  ~~ 0*Va
+ TV  ~~ 0*Le'
>
> fit <- sem(ctcml.model,
+           sample.cov = ctcov.cov,
+           sample.nobs = 600)
> summary(fit, standardized = TRUE)

```

lavaan (0.5-23.1097) converged normally after 32 iterations

Number of observations	600
Estimator	ML
Minimum Function Test Statistic	53.358
Degrees of freedom	17
P-value (Chi-square)	0.000

Zu Kap. 25 – Multitrait-Multimethod-Analysen: R-Syntax

Parameter Estimates:

Information	Expected
Standard Errors	Standard

#Estimate: unstandardisierte Parameterschätzungen

#Std.lv: nur die latenten Variablen wurden standardisiert

#Std.all: sowohl die latenten als auch die manifesten Variablen wurden standardisiert

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
UN =~						
UN_M	0.976	0.031	31.095	0.000	0.976	0.977
UN_V	0.852	0.034	25.044	0.000	0.852	0.844
UN_L	0.441	0.035	12.523	0.000	0.441	0.444
HA =~						
HA_M	0.940	0.032	29.154	0.000	0.940	0.941
HA_V	0.838	0.034	24.703	0.000	0.838	0.838
HA_L	0.404	0.033	12.222	0.000	0.404	0.418
TV =~						
TV_M	0.927	0.034	27.284	0.000	0.927	0.928
TV_V	0.782	0.036	21.781	0.000	0.782	0.778
TV_L	0.350	0.036	9.838	0.000	0.350	0.351
Va =~						
UN_V	0.401	0.025	16.116	0.000	0.401	0.397
HA_V	0.404	0.026	15.492	0.000	0.404	0.404
TV_V	0.520	0.030	17.365	0.000	0.520	0.517
Le =~						
UN_L	0.575	0.036	15.810	0.000	0.575	0.579
HA_L	0.768	0.036	21.484	0.000	0.768	0.795
TV_L	0.696	0.038	18.250	0.000	0.696	0.698

Covariances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
UN ~~						
Va	0.000				0.000	0.000
Le	0.000				0.000	0.000
HA ~~						
Va	0.000				0.000	0.000
Le	0.000				0.000	0.000
TV ~~						
Va	0.000				0.000	0.000
Le	0.000				0.000	0.000
UN ~~						
HA	0.691	0.025	28.154	0.000	0.691	0.691
TV	0.629	0.029	22.042	0.000	0.629	0.629
HA ~~						
TV	0.704	0.025	28.009	0.000	0.704	0.704
Va ~~						
Le	0.089	0.052	1.718	0.086	0.089	0.089

Variances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)	Std.lv	Std.all
UN	1.000				1.000	1.000
HA	1.000				1.000	1.000
TV	1.000				1.000	1.000
Va	1.000				1.000	1.000
Le	1.000				1.000	1.000
.UN_M	0.046	0.021	2.207	0.027	0.046	0.046
.UN_V	0.131	0.019	6.958	0.000	0.131	0.129
.UN_L	0.461	0.033	14.052	0.000	0.461	0.468
.HA_M	0.115	0.021	5.489	0.000	0.115	0.115
.HA_V	0.135	0.019	7.223	0.000	0.135	0.135
.HA_L	0.181	0.035	5.214	0.000	0.181	0.194
.TV_M	0.139	0.028	5.020	0.000	0.139	0.140
.TV_V	0.129	0.025	5.216	0.000	0.129	0.127
.TV_L	0.388	0.035	10.940	0.000	0.388	0.390