



Radoslav Škapa

Modelování pomocí strukturálních rovnic:
úspěšný nástroj pro pochopení chování zákazníků?

Modelování pomocí strukturálních rovnic: úspěšný nástroj pro pochopení chování zákazníků?

Obsah přednášky

- Představení strukturního modelování (*structural equation modeling – SEM*)
 - Pěšinková analýza
 - Latentní proměnné a konfirmační faktorová analýza
- Způsob použití SEM při empirickém výzkumu
- Zhodnocení SEM

SEM – základní charakteristika

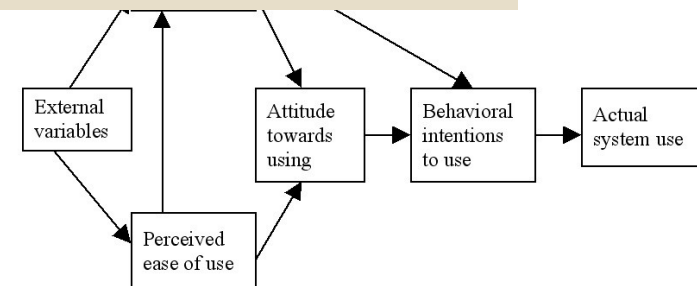
- Relativně mladá technika vícerozměrné statistiky

- Umě
teo

- Vícenásobná regrese (*Multiple regression*)
- Analýza hlavních komponent (*Principal Component Analysis*)
- Faktorová analýza (*Factor Analysis*)
- Shluková analýza (*Cluster Analysis*)
- Diskriminační analýza (*Discriminant Analysis*)
- Korespondenční analýza (*Correspondence analysis*)
- Kanonická korelace (*Canonical Correlation Analysis*)
- Vícerozměrné škálování (*Multidimensional Scaling*)
- Klasifikační stromy (*Classification Trees*)
- Pěšinková analýzy (*Path analysis*)
- Strukturní modelování (*Structrual equation modeling*)
- Preferenční analýza (*Conjoint analysis*)

- Od
dat
mo

- SEM má několik podob



SEM – historie a oblasti aplikace

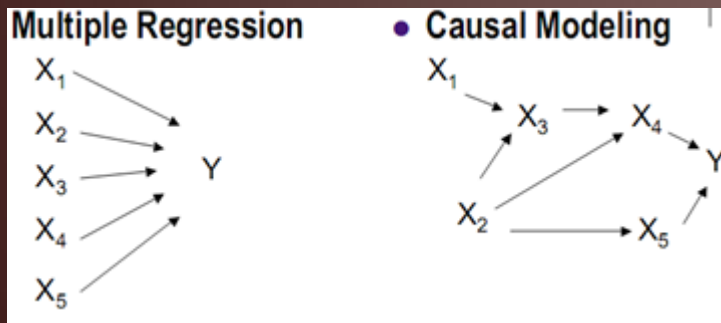
- Původ v psychologickém výzkumu (psychometrie)
- Od 60. let 20. století v marketingu, strategickém managementu, výzkumu organizací, manažerských informačních systémů či v provozním managementu (Shah a Goldstein, 2006)
- Příklady:
 - implementace Balanced-Scorecard v podniku (Saghaei a Ghasemi, 2009)
 - logistický controlling (Wallenburg a Weber, 2005)
- Počet aplikací v posledních letech roste (např. v oblasti provozního managementu kvadraticky) (Shah a Goldstein, 2006)

Podoby SEM

- *Regresní modely*
- *Pěšinková analýza (Path analysis)*
- *Konfirmační faktorová analýza (Confirmatory factor analysis)*
- *Modelování pomocí strukturálních rovnic (Structural equation modeling)*
- *Latent change models (Latent growth curve models)*

Pěšinková analýza I

- Autor - Biolog Sewall Wright, 1918
- Větší zájem až v 60. letech 20. století
- Posuzuje přímé ale i **nepřímé** efekty proměnných na jiné proměnné podle teoretického modelu (grafu).
Podobnost s vícenásobnou regresí – výpočet odlišný (maximální věrohodnost – maximum likelihood, iterativní postup))
- Označována jako „kauzální“ modelování



Zdroj: <http://www.psy.jhu.edu/~ashelton/courses/SEM09/SEMIntro.pdf>

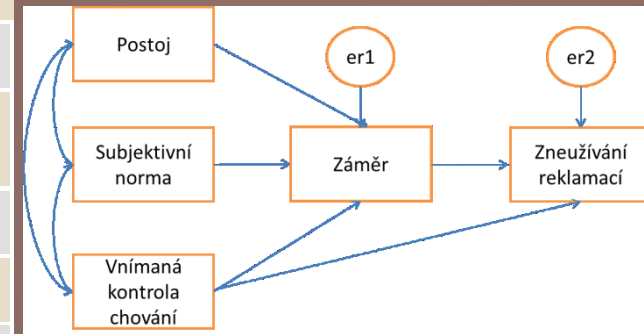
Pěšinková analýza II

- Vazby mezi proměnnými: žádná, jedna jednosměrná, dvě jednosměrné opačného směru (zpětná vazba) (Hair a kol., 2010)
- Proměnné měřeny alespoň na úrovni intervalových proměnných (*Likertovy škály akceptovány*).
- Pěšinková analýza – přímo pozorované (měřené) proměnné
- Předpokládá se 100% reliabilita měření proměnných

Prosím, vyberte nejvhodnější odpověď podle následující stupnice hodnocení:

-3 = *Zcela nesouhlasím*; -2 = *V podstatě nesouhlasím*; -1 = *Částečně nesouhlasím*; 0 = *Ani souhlas ani nesouhlas*; 1 = *Částečně souhlasím*; 2 = *V podstatě souhlasím*; 3 = *Zcela souhlasím*.

Pokusil jste se uplatnit reklamaci, i když jste věděl, že je neoprávněná?	Nikdy	-3	-2	-1	0	1	2	3	Mnohokrát
Nebudu-li dále potřebovat výrobek, který stále vypadá jako nový, pokusím se jej vrátit obchodníkovi jako reklamaci.	Zcela nesouhlasím	-3	-2	-1	0	1	2	3	Zcela souhlasím
Mám právo vrátit a reklamovat funkční výrobek, ač jsem jej používal.	Zcela nesouhlasím	-3	-2	-1	0	1	2	3	Zcela souhlasím
Pokud by mí přátelé pokazili výrobek, nesnažili by se získat za něj zpět peníze pod záminkou reklamace.	Zcela nesouhlasím	-3	-2	-1	0	1	2	3	Zcela souhlasím
Vrátit používaný, ale již nepotřebný výrobek zpět obchodníkovi pod záminkou reklamace, je obtížné.	Zcela nesouhlasím	-3	-2	-1	0	1	2	3	Zcela souhlasím



Konfirmační faktorová analýza I

Latentní proměnná

- Konstrukt či faktor, který není přímo pozorovatelný, popř. měřitelný a který je „zodpovědný“ za korelaci mezi

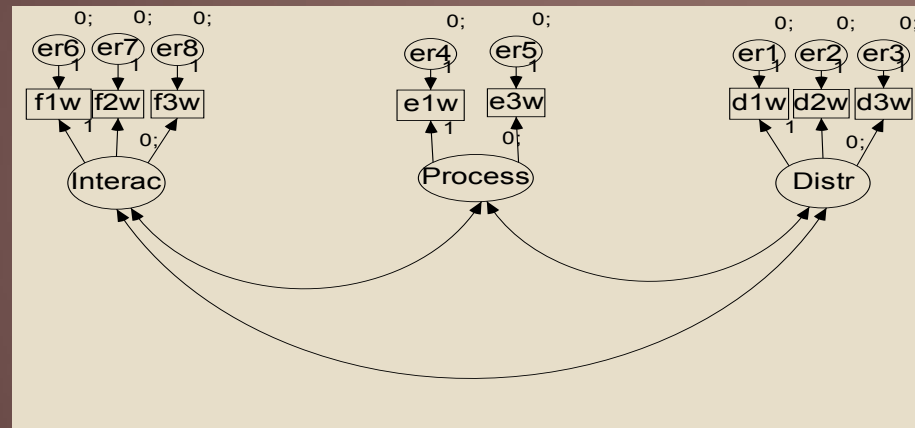
Proměnná	Formulace otázky
Distribuční spravedlnost	Náhrada (finanční a nefinanční), kterou člověk získá reklamací, je: (nízká – vysoká)
	Kompenzace za reklamovaný produkt, kterou člověk získá od obchodníka, je: (neférová – férová)
	Reklamací člověk nezíská takovou náhradu, jakou by si zasloužil. (souhlasím – nesouhlasím)
Vnímaná kontrola chování	Zabalit zpět reklamovaný výrobek a doručit jej obchodníkovi není složité. (nesouhlasím – souhlasím)
	Složité postupy reklamací mě odrazuje. (souhlasím – nesouhlasím)
	Nutnost odvozu výrobku zpět obchodníkovi mě od reklamace odrazuje. (souhlasím – nesouhlasím)

- Měření pomocí dvou a více pozorovaných proměnných

Konfirmační faktorová analýza II

Konfirmační faktorová analýza:

- Nejedná se o (explorativní) faktorovou analýzu.
- Deduktivní přístup na rozdíl od (explorativní) faktorové analýzy
- Posoudí platnost předpokládané struktury vztahů mezi proměnnými.

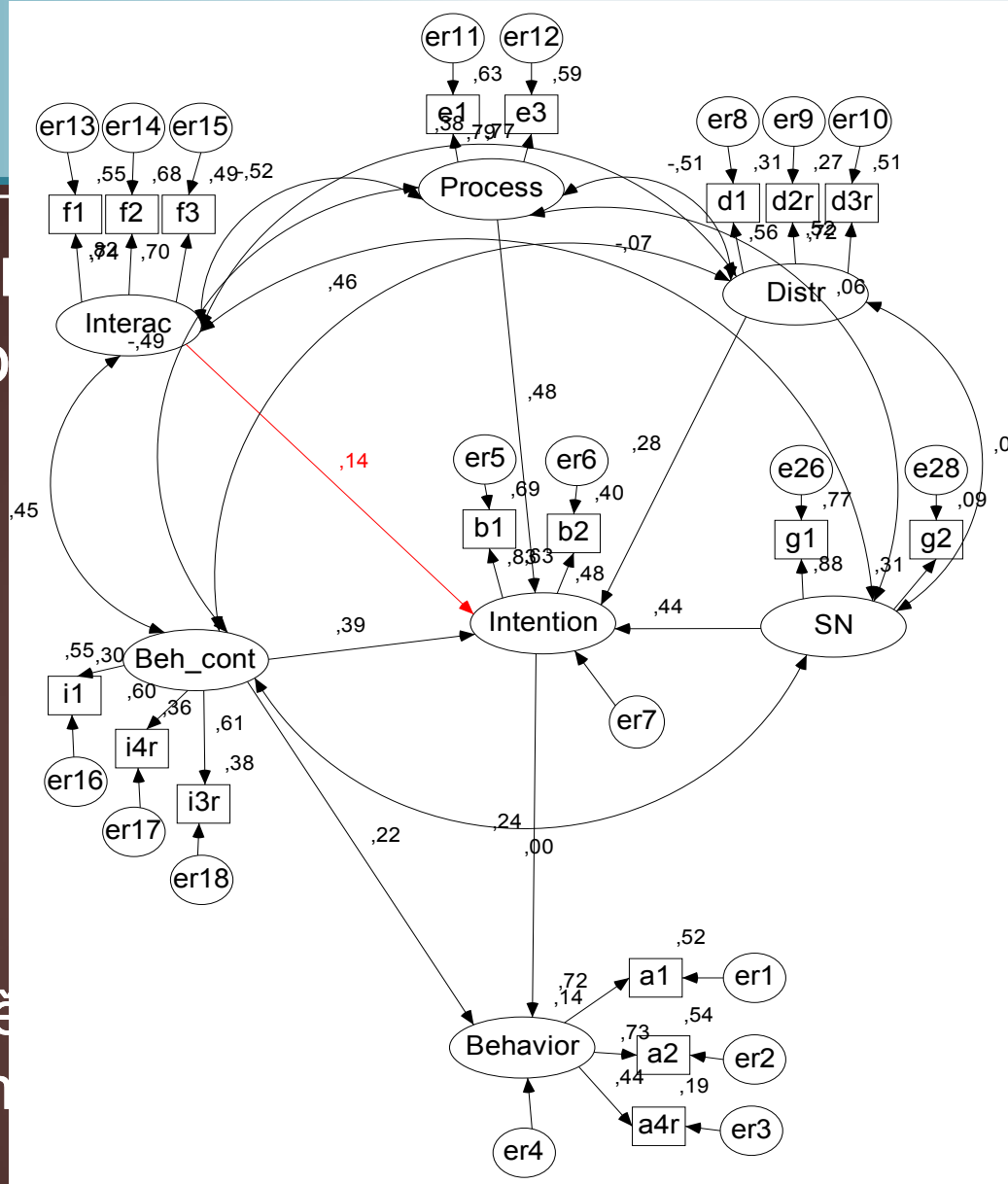


SEM

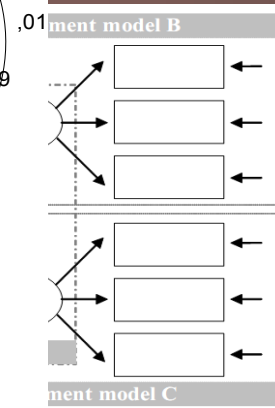
Modelování
přechodově

Výhoda:

Možnost
Zohlednění
vztahy mezi
(Hair a kol.,



Možuje
analýzu



Chittigall a kol., 2003

činných –
y přesněji.

Způsoby využití SEM

- 1. Konfirmační mód** - test hypotetického modelu na empirických datech
- 2. Testování platnosti dvou alternativních teorií** na jedněch datech
- 3. Vývoj teorie (explorativní mód)** - na jednom vzorku dat se hledá model, který nejlépe z odpovídá datům. Následně je třeba prověřit model na nové sadě dat (opět konfirmační využití SEM). (Raykov & Marcolides, 2006; Hair a kol., 2010)

Nevýhody a rizika SEM

- Neumí testovat směr vazeb mezi proměnnými (Stoelting, 2002).
- Ekvivalence modelů - více různých modelů na stejných datech (Hancock, Mueller, 2006)
- Ex post modifikace modelu mohou popřít smysluplnost metody (výsledky přizpůsobeny datům) (Hair a kol. 2010)
- Náročná technika, pro kterou existuje málo „vodítek“ a standardů pro použití a pro interpretaci výsledků (Shah a Goldstein, 2006).

Nevýhody a rizika SEM

Technické aspekty:

- Velké výzkumné vzorky (Wallenburg, Weber, 2005)
- Podmínka vícerozměrné normality dat (Wallenburg, Weber, 2005) + transformace promenných
- Obtížná identifikace odlehlých hodnot
- Náročné prokazování validity modelu
 - Validity konstruktů + validita strukturního modelu
 - Zjevná (face) validita, konvergenční, diskriminační, nomologická validita
- Specializovaný software
 - AMOS, EQS, Mplus, SAS PROC CALIS, SEPATH, RAMONA

Výhody SEM - shrnutí

SEM v porovnání s jinými statistickými technikami (např. regresními modely):

- Zohlednění chyby měření jak u závislých tak i nezávislých proměnných
- Použití latentních proměnných
- Odlišení chyb měření a chyb spojených se specifikací modelu (přesnost modelu)
- Možnost modelovat zprostředkující proměnné
- Závislá proměnné může být současně vysvětlující proměnou
- Pro komplexní modely, u kterých je třeba testovat všechny předpokládané vazby současně, je SEM jediná technika.

Zhodnocení SEM

Úspěšnost v recenzním řízení v renomovaném marketingovém časopisu (Babin, Hair a Boles, 2009):

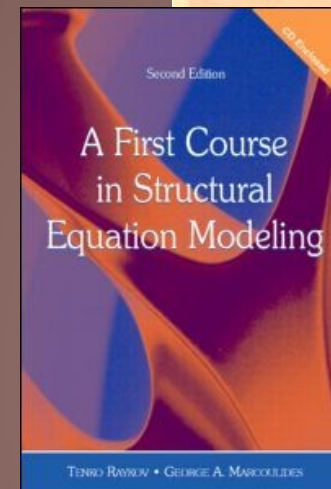
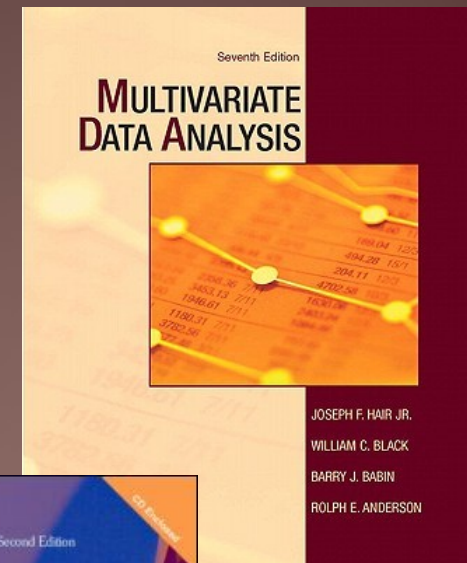
- 48 % zaslaných článků využívalo SEM
- Statisticky prokázali, že články se SEM jsou hodnoceny lépe (byť ne o mnoho)

Doporučená literatura

Hair, J., Anderson, R., Babin, B.
Multivariate data analysis
New Jersey: Upper Saddle River:
Prentice Hall, 2010.

Raykov, T., Marcolides, A. G.
**A First Course in Structural
Equation Modeling**
London: Lawrence Erlbaum
Associates, 2006.

Diskuzní skupiny na internetu...



Hlavní použité zdroje

- BABIN, B., Hair, J., Boles, J. S. Publishing Research in Marketing Journals Using Structural Equations Modeling. *Journal of Marketing*, 2009, roč. 16, č. 3. s. 279-285.
- GOLOB., T. F. Structural equation modeling for travel behavior research. *Transportation Research Part B*, 2003, roč. 37, s. 1-25.
- HAIR, J., Anderson, R., Babin, B. *Multivariate data analysis*. New Jersey: Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. ISBN 0138132631.
- HANCOCK, Gregory R., Mueller, R. O. (eds.). *Structural Equation Modeling: A Second Course*. Greenwich: Information Age Publishing, 2006. ISBN 1593110154.
- NACHTIGALL, C., Kröhne, U., Funke, F., Steyer, R. (Why) Should We Use SEM? Pros and Cons of Structural Equation Modeling. *MPR-Online* [online]. 2003 [cit. 2010-01-02]. Dostupný na WWW: < http://www.dgps.de/fachgruppen/methoden/mpr-online/issue20/art1/mpr127_11.pdf >.
- RAYKOV, T., Marcolides, A. G. *A First Course in Structural Equation Modeling*, 2. vyd. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. ISBN 10: 0805855882.
- SAGHAEI, A., Ghasemi, R. Using Structural Equation Modeling in Causal Relationship Design for Balanced-Scorecards Strategic Map. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2009, no. 49. s. 1032-1038.
- SHAH, R., Goldstein, S. M. Use of structural equation modeling in operations management research: Looking back and forward. *Journal of Operations Management*, 2006, roč. 24, č. 2. s. 148-169.
- SCHUMACKER, R., Lomax R. *A beginner's guide to structural equation modeling*. 2. vyd. New Jersey: Mahwah, 2004. ISBN 1841698911.
- STOELTING, R. *Structural Equation Modeling/Path Analysis*. [online]. 2002 [cit. 2011-03-15]. Dostupný na WWW: < <http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/path/SEMwebpage.htm> >.
- WALLENBURG, C. M., Weber, J. Structural Equation Modelling as a Basis for Theory Development within Logistics and Supply Chain Management Research. In Kotzab, H., Seuring, S., Muller, M., Reiner, G. (eds.). *Research Methodologies in Supply Chain Management*. Heidelberg: Physica, 2005, s. 171-186.

Děkuji za pozornost