

ช่วงเชื่อมั่นในการประมาณค่าความ เที่ยงในประชากร

สันทัด พรประเสริฐมานิต

Ken Kelley

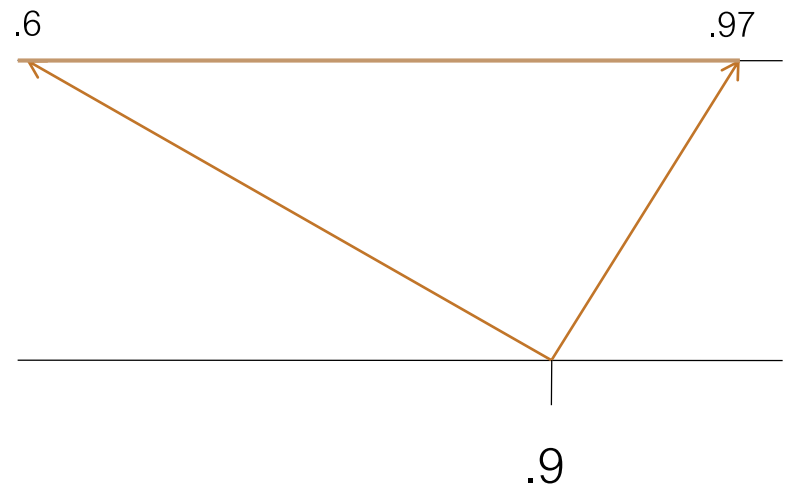
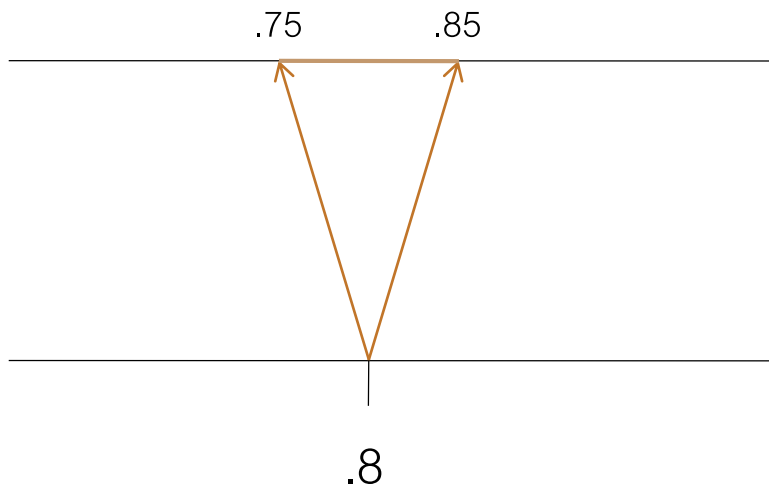
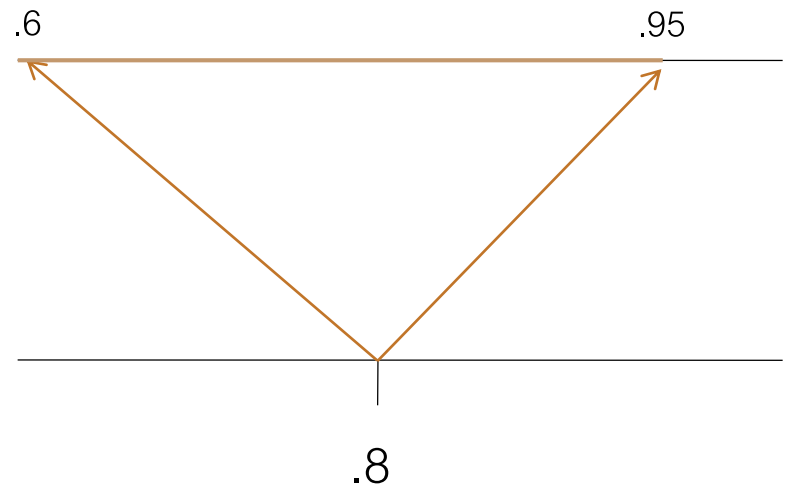
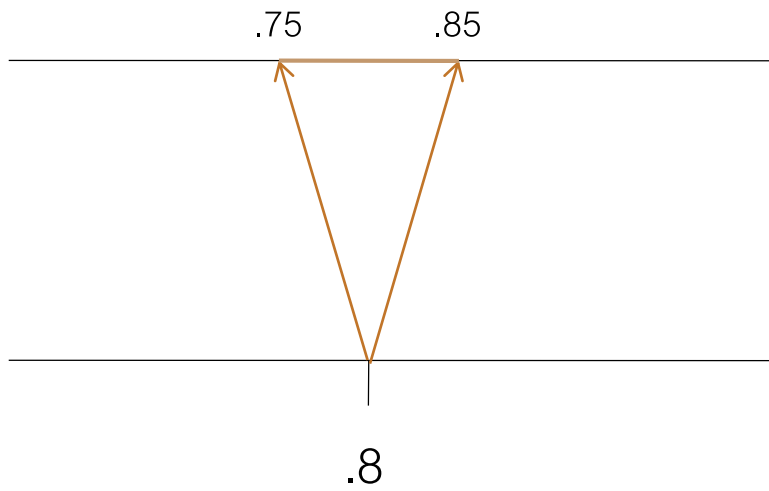
โครงร่างการนำเสนอ

- แนะนำ
- นิยามของความเที่ยง
- ประเภทของวิธีคำนวณความเที่ยง
- ช่วงเชื่อมั่น
- ใช้อะไรดี
- สรุป

แนะนำ

- คะแนนรวม (Composite scores)
- เครื่องมือวัดองค์ประกอบเดียว (Homogeneous measures)
- ความเที่ยง (Reliability) คือสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงส่วนด้วยความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1
- สิ่งที่นักวิจัยต้องการหา คือ ความเที่ยงในประชากร
- ดังนั้น การประมาณค่าแบบจุดไม่เพียงพอ จึงต้องมีการประมาณค่าแบบช่วง ด้วยช่วงเชื่อมั่น (Confidence interval)

แนะนำ



นิยามของความเที่ยง

- คะแนนรายข้อ (X_{ij}) เมื่อมีระดับการวัดแบบต่อเนื่อง

$$X_{ij} = T_{ij} + \epsilon_{ij}$$

- คะแนนรวม (Y_i)

$$\begin{aligned} Y_i &= \sum_{j=1}^J X_{ij} \\ &= \sum_{j=1}^J T_{ij} + \sum_{j=1}^J \epsilon_{ij} \\ &= T_i + \epsilon_i \end{aligned}$$

นิยามของความเที่ยง

- นิยามของความเที่ยง (ρ_Y)

$$\rho_Y = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_Y^2} = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_T^2 + \sigma_\epsilon^2}$$

- เทอมที่ 2 เท่ากับเทอมที่ 3 ได้เมื่อคะแนนจริง (T_i) และค่าความผิดพลาด (ϵ_i) เป็นอิสระจากกัน

ประเภทของความเที่ยง

- สัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient alpha; α)
- สัมประสิทธิ์โอเมก้า (Coefficient omega; ω)
- สัมประสิทธิ์โอเมก้าแบบลำดับชั้น (Hierarchical omega; ω_H)
- สัมประสิทธิ์โอเมก้าสำหรับข้อความจัดกลุ่ม (Categorical omega; ω_C)

สัมประสิทธิ์อัลฟา

- เป็นวิธีการหาความเที่ยงที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

$$\alpha = \left(\frac{J}{J-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^J \sigma_j^2}{\sigma_Y^2} \right)$$

	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
ข้อที่ 1	Red	Blue	Blue	Blue	Blue
ข้อที่ 2	Blue	Red	Blue	Blue	Blue
ข้อที่ 3	Blue	Blue	Red	Blue	Blue
ข้อที่ 4	Blue	Blue	Blue	Red	Blue
ข้อที่ 5	Blue	Blue	Blue	Blue	Red

$$\alpha = \left(\frac{J}{J-1} \right) \left(\frac{0}{0+0} \right)$$

สัมประสิทธิ์อัลฟา

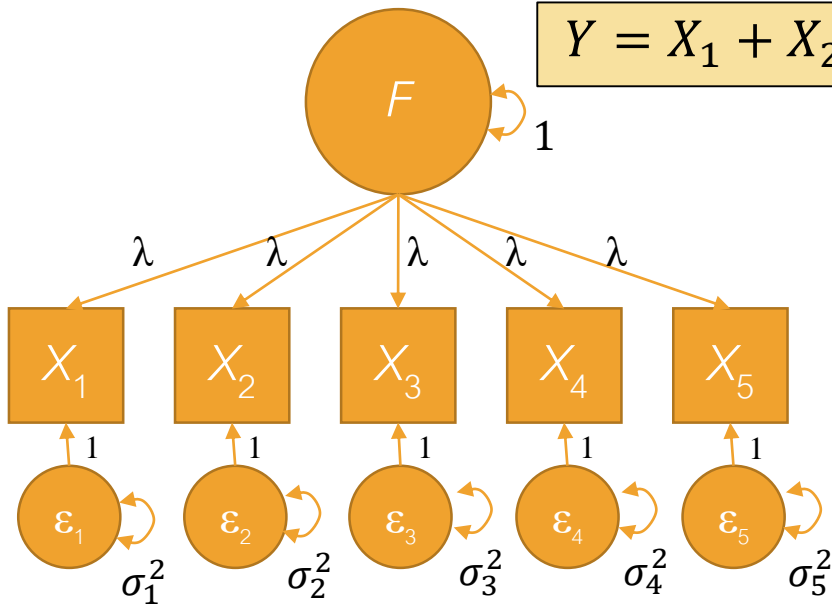
- ดังนั้นอัลฟาเป็นการหาความเที่ยงโดยการถ่วงเฉลี่ยความแปรปรวนร่วม (Covariance) จากความแปรปรวนทั้งหมด
- อัลฟาจะมีค่าเท่ากับความเที่ยงก็ต่อเมื่อข้อแต่ละข้อมีค่า Factor loadings เท่ากัน (Tau-equivalent)

	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
ข้อที่ 1	Red	Blue	Blue	Blue	Blue
ข้อที่ 2	Blue	Red	Blue	Blue	Blue
ข้อที่ 3	Blue	Blue	Red	Blue	Blue
ข้อที่ 4	Blue	Blue	Blue	Red	Blue
ข้อที่ 5	Blue	Blue	Blue	Blue	Red

$$\alpha = \left(\frac{J}{J-1} \right) \begin{pmatrix} 0 \\ 0 + 0 \end{pmatrix}$$

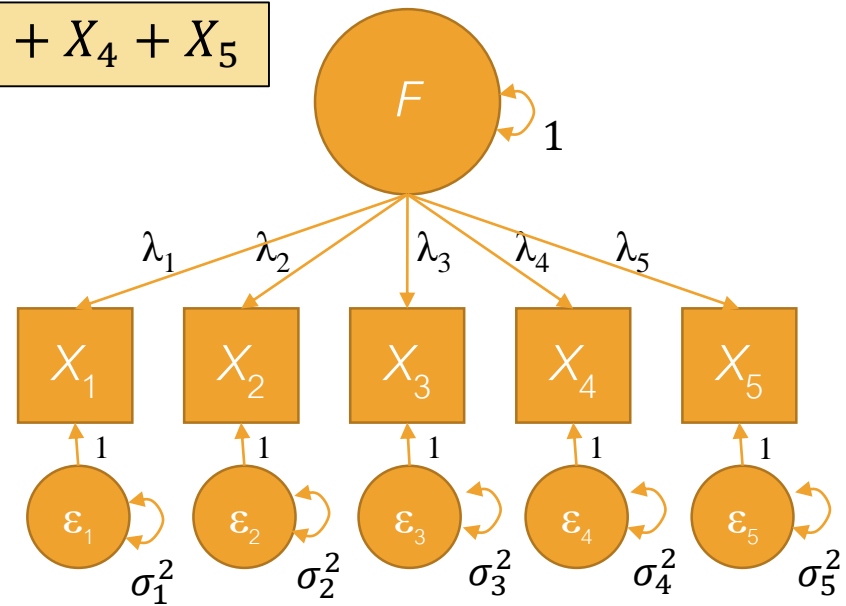
สัมประสิทธิ์ถดถอย

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$$



Tau Equivalent Model

$$\alpha = \rho_Y$$



Congeneric Model

$$\alpha < \rho_Y$$

สัมประสิทธิ์ไอเมก้า

- คำนวณความเที่ยง โดยที่ข้อแต่ละข้อไม่จำเป็นต้องมี Factor loadings เท่ากัน (Congeneric)
- การคำนวณต้องใช้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ

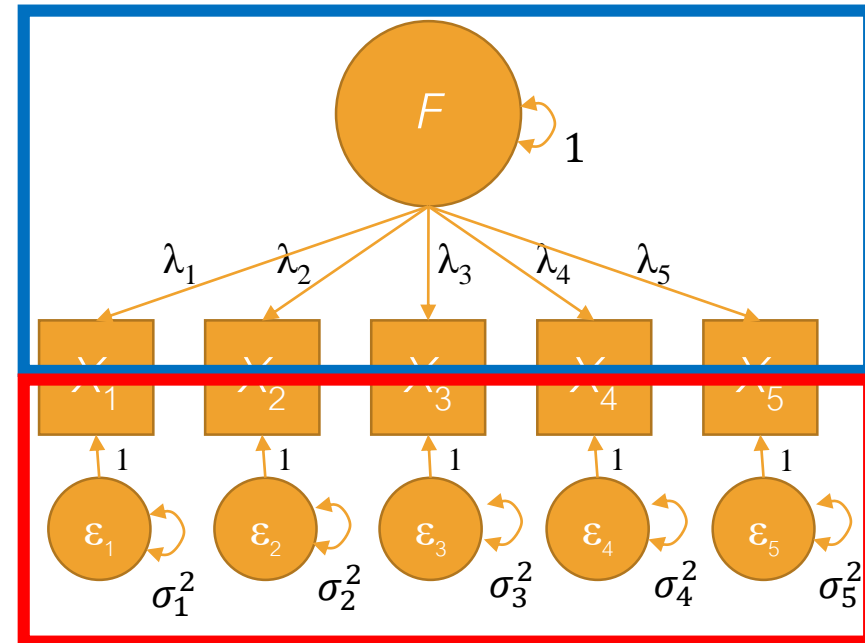
สัมประสิทธิ์ไอเมก้า

$$X_{ij} = T_{ij} + \varepsilon_{ij} = \lambda_j F_i + \varepsilon_{ij}$$

$$\omega = \frac{\text{Var}(T_i)}{\text{Var}(Y_i)} = \frac{\text{Var}(T_i)}{\text{Var}(T_i) + \text{Var}(\varepsilon_i)}$$

$$\begin{aligned}\text{Var}(T_i) &= \text{Var}(\lambda_1 F_i + \dots + \lambda_5 F_i) \\ &= \text{Var}((\lambda_1 + \dots + \lambda_5) F_i) \\ &= (\lambda_1 + \dots + \lambda_5)^2 \text{Var}(F_i) \\ &= (\lambda_1 + \dots + \lambda_5)^2\end{aligned}$$

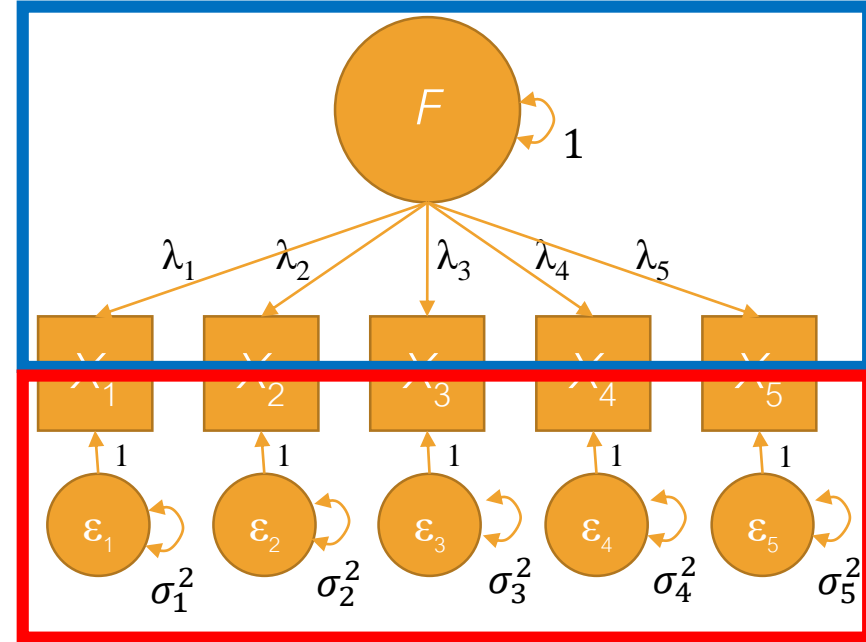
$$\begin{aligned}\text{Var}(\varepsilon_i) &= \text{Var}(\varepsilon_{i1} + \dots + \varepsilon_{i5}) \\ &= \text{Var}(\varepsilon_{i1}) + \dots + \text{Var}(\varepsilon_{i5}) \\ &= \sigma_1^2 + \dots + \sigma_5^2\end{aligned}$$



Congeneric Model

สัมประสิทธิ์โอเมก้า

$$\omega = \frac{(\sum_{j=1}^J \lambda_j)^2}{(\sum_{j=1}^J \lambda_j)^2 + \sum_{j=1}^J \sigma_j^2}$$



Congeneric Model

$$\omega = \rho_Y$$

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับชั้น

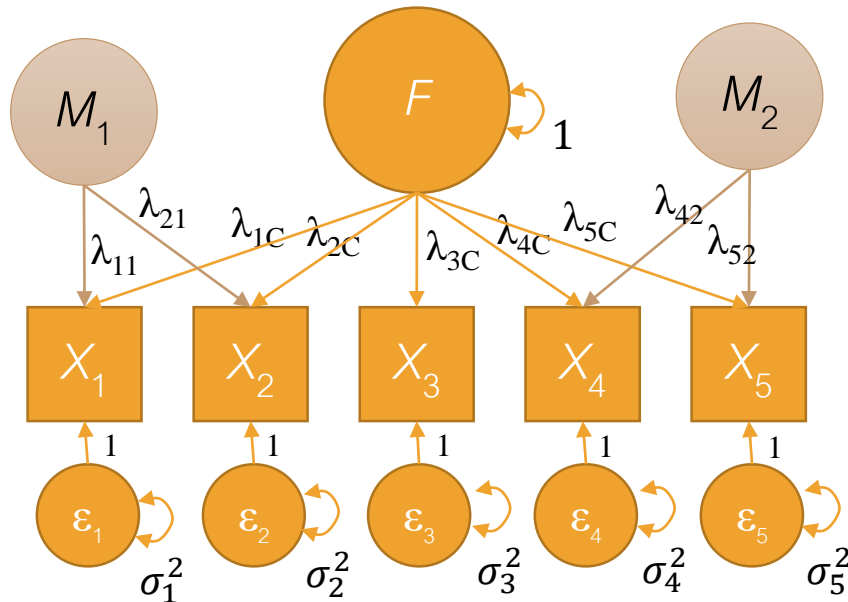
- เป็นไปไม่ได้ ที่ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามทั้งหมดจะถูกอธิบายด้วยองค์ประกอบเดียว
 - กล่าวคือ ถ้านำอิทธิพลขององค์ประกอบออกแล้ว ข้อคำถามจะเป็นอิสระจากกัน
 - เช่น ข้อคำถามใช้คำคล้ายกัน ข้อคำถามใช้สถานการณ์ประกอบแบบเดียวกัน ข้อคำถามต้องใช้ความรู้ภายนอกแบบเดียวกัน
 - เรียกว่าองค์ประกอบไม่สำคัญ (Minor factors)

$$X_{ij} = T_{cij} + T_{1ij} + \cdots + T_{Mij} + \varepsilon_{ij}$$

Common factor

Minor factors

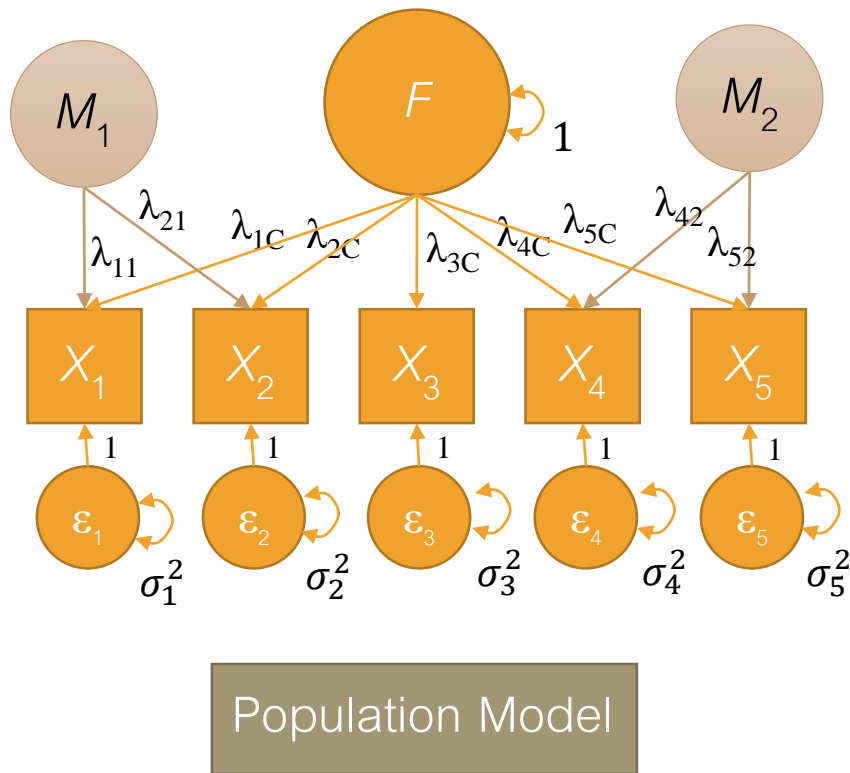
สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับชั้น



Population Model

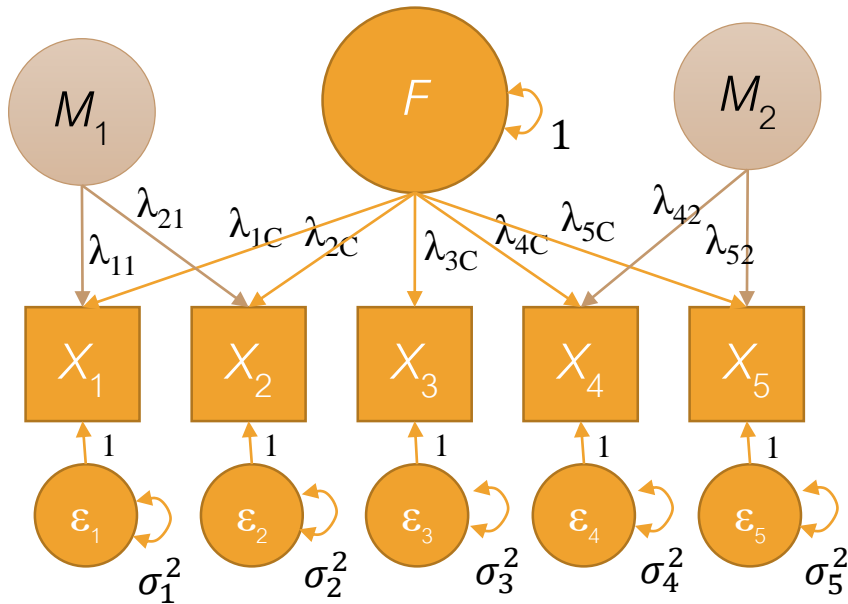
- ตัวอย่างเช่น ใน 5 ข้อ มีองค์ประกอบไม่สำคัญ 2 องค์ประกอบ
- ในทางปฏิบัติ นักวิจัยไม่สามารถรู้ได้ว่าองค์ประกอบไม่สำคัญมีจำนวนมากน้อยเพียงใด
- หากนักวิจัยรู้ บางครั้งอาจตัดทิ้งเนื่องจากไม่สำคัญ หรือโมเดลอาจไม่สามารถวิเคราะห์ได้หากใส่เข้าไป

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับขั้น

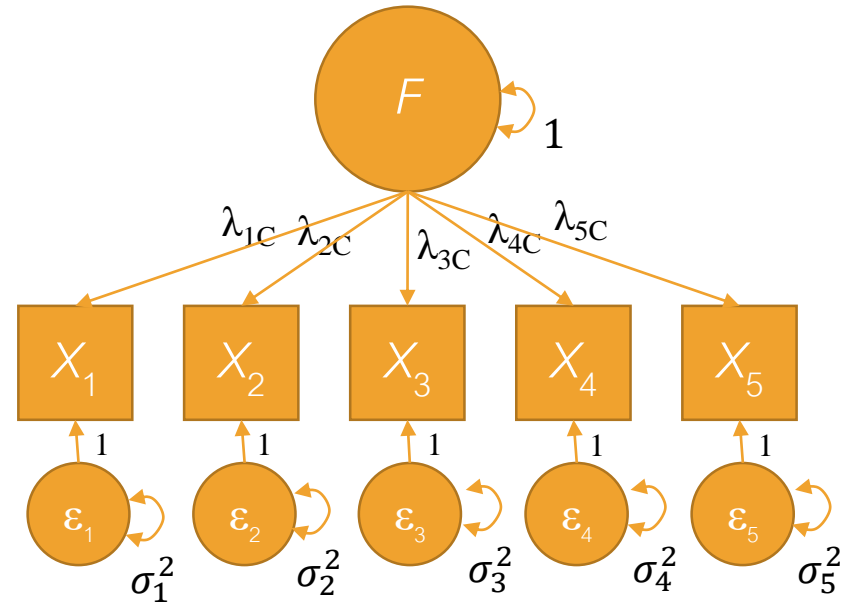


“All models are wrong to some degree, even in population, and that the best one can hope for is to identify parsimonious substantively meaningful model that fits observed data adequately well”
(p. 218, MacCallum & Austin, 2000)

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับขั้น



Population Model



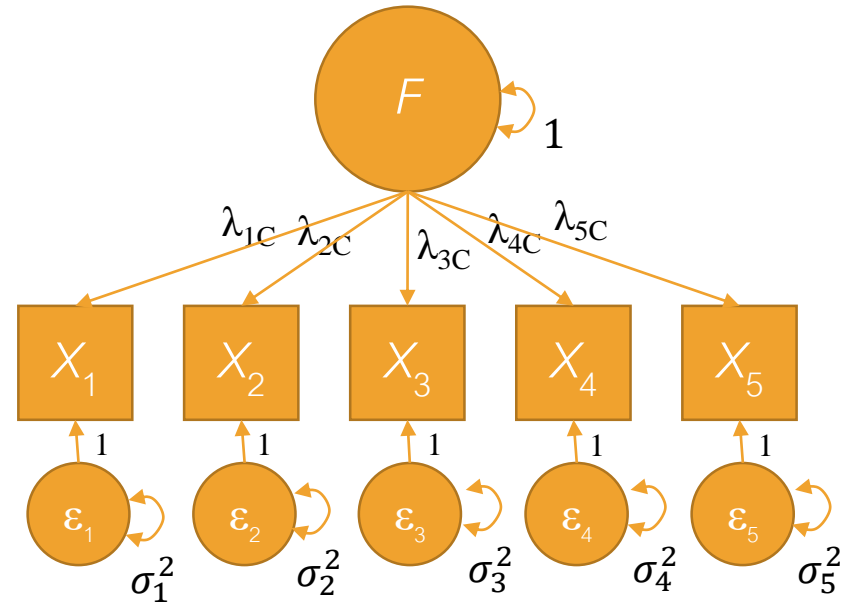
Analysis Model

Parsimonious Model with Acceptable Model Fit

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับชั้น

- โมเดลด้านขวา เป็นโมเดลที่ใกล้เคียงกับประชากร
- การใช้สัมประสิทธิ์ไอเมก้าจึงไม่เหมาะสมในที่นี้ เพราะมีองค์ประกอบที่ไม่สำคัญอยู่

$$X_{ij} = T_{cij} + \varepsilon_{ij}$$

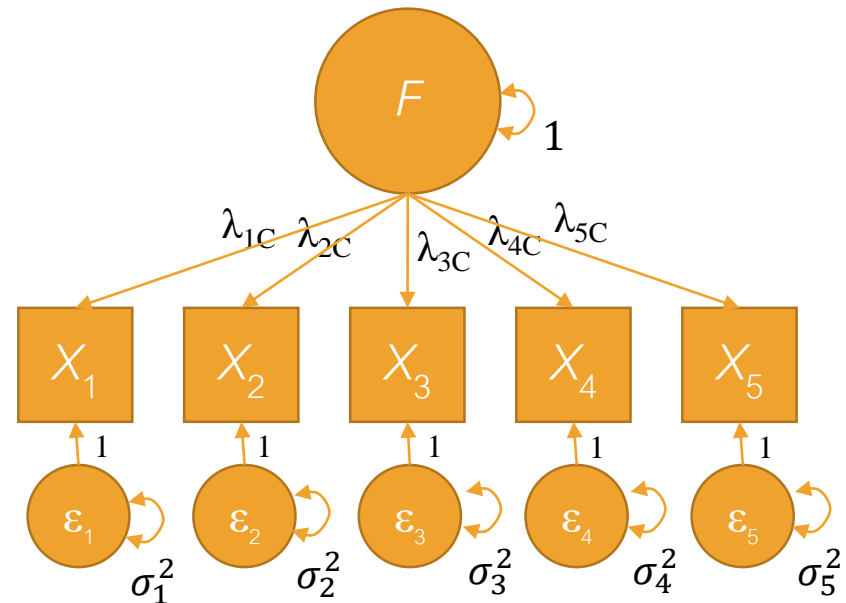


Analysis Model

Parsimonious Model with
Acceptable Model Fit

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับขั้น

- แต่นักวิจัยไม่สามารถหาองค์ประกอบที่ไม่สำคัญทั้งหมดได้ เพราะอาจเกิด Underidentified Model
- สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับขั้น จึงหาความแปรปรวนรวมจากเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของข้อคำถาม (Observed covariance matrix) โดยตรง

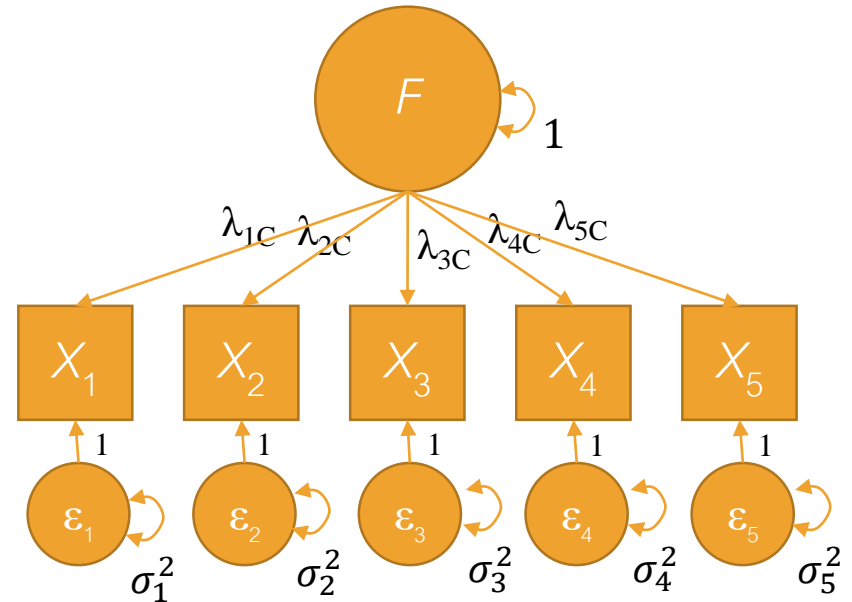


Analysis Model

Parsimonious Model with
Acceptable Model Fit

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับชั้น

$$\omega_H = \frac{(\sum_{j=1}^J \lambda_j)^2}{\sum_{j=1}^J \sum_{j'=1}^J \sigma_{jj'}} = \frac{(\sum_{j=1}^J \lambda_j)^2}{\sigma_Y^2}$$



ค่าสัมประสิทธิ์นี้ยังสะท้อนถึงความตรงตามเกณฑ์ (Criterion Validity) แสดงถึงระดับที่คะแนนรวมสะท้อนถึงคะแนนจริงที่ต้องการวัด

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าสำหรับข้อคำถามจัดกลุ่ม

- หากข้อคำถามเป็นแบบจัดกลุ่ม ผลรวมคะแนนจริงและคะแนนข้อผิดพลาด จะไม่เท่ากับคะแนนที่สังเกตได้

$$X_{ij} \neq T_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

- แต่ผลรวม จะถูกเชื่อมด้วย Probit Link

$$X_{ij}^* = T_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } -\infty < X_{ij}^* \leq t_{j1} \\ 1 & \text{if } t_{j1} < X_{ij}^* \leq t_{j2} \\ 2 & \text{if } t_{j2} < X_{ij}^* < \infty \end{cases}$$

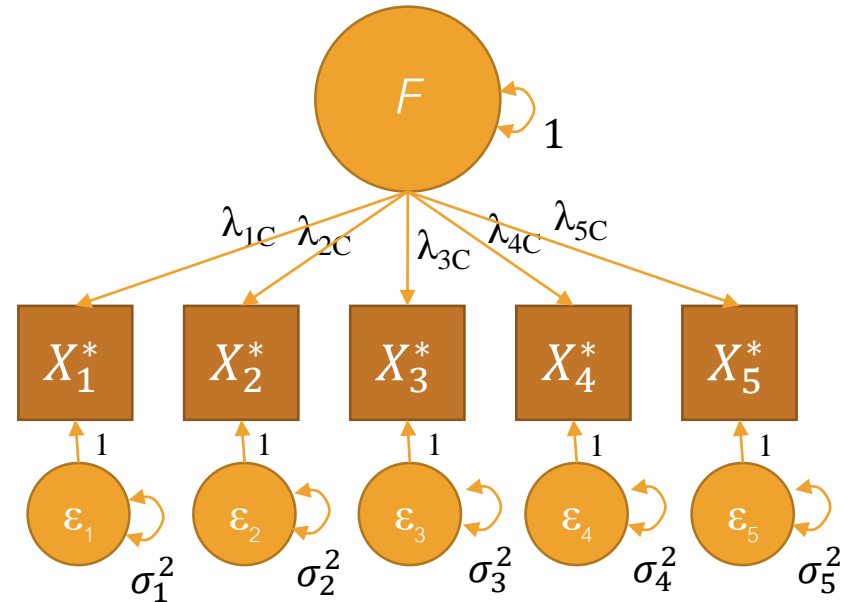
Delta parameterization

- $E(X_{ij}^*) = 0$
- $Var(X_{ij}^*) = 1$

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าสำหรับข้อคำถามจัดกลุ่ม

- แปลงสูตรจากสัมประสิทธิ์ไอเมก้าแบบลำดับชั้น

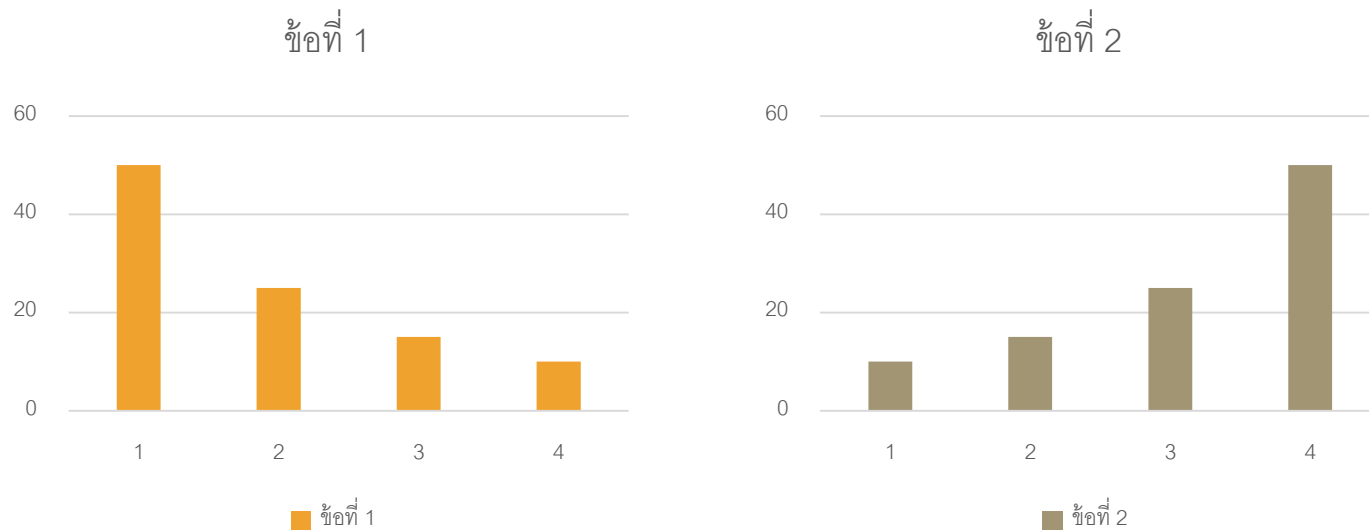
$$\omega_c = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{j'=1}^J S_{jj'} (\lambda_{jc} \lambda_{j'c})}{\sum_{j=1}^J \sum_{j'=1}^J S_{jj'} (\rho_{X_j^* X_{j'}^*})}$$



$$S_{jj'}(\rho) = \sum_{c=1}^{C-1} \sum_{c'=1}^{C-1} \Phi_2(t_{jc}, t_{j'c'}, \rho) - \left(\sum_{c=1}^{C-1} \Phi_1(t_{jc}) \right) \left(\sum_{c'=1}^{C-1} \Phi_1(t_{j'c'}) \right)$$

สัมประสิทธิ์ไอเมก้าสำหรับข้อคำถามจัดกลุ่ม

- หากประมาณความเที่ยงด้วย α , ω , และ ω_H ค่าเหล่านี้จะมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การกระจายของความถี่ไปคนละทิศทาง



Pearson Correlation (X_1, X_2) < Polychoric Correlation (X_1, X_2) $\rightarrow \omega_H < \omega_C$

วิธีการหาช่วงเชื่อมั่น

- วิธีของ Feldt
- วิธี Delta
- วิธีการแปลงค่า
- วิธี Profile-Likelihood
- วิธี Bootstrap

วิธีของ Feldt

- Feldt (1965) เป็นผู้เสนอช่วงเชื่อมั่นของสัมประสิทธิ์อัลฟาเป็นคนแรก
- หากข้อคำถามเป็นแบบคู่ขนาน (Factor loadings เท่ากัน Equal variances เท่ากัน) ค่า $1 - \alpha$ จะมีการกระจายเป็นรูป F
- ข้อคำถามแบบคู่ขนานแทบไม่มีในความเป็นจริง

วิธี Delta

- เป็นวิธีในการประมาณรูปแบบการกระจายของฟังก์ชันหนึ่งที่ได้จาก Parameter Estimates ในโมเดล
- ความเที่ยงสามารถประมาณค่าได้จากค่า Parameter Estimates ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ
- สามารถใช้ Phantom Variable ใน SEM packages ในการหารูปแบบการกระจายของฟังก์ชันที่ต้องการ
 - คำสั่ง AP ใน LISREL
 - Model Constraints โดยใช้คำสั่ง new ใน Mplus

วิธี Delta

- เช่น

MODEL CONSTRAINT:

NEW (OMEGA);

OMEGA = (I1 +I2 +I3 + I4 + I5)**2/

((I1 +I2 +I3 +I4 +I5)**2 + (ve1 +ve2 +ve3 +ve4 +ve5));

- การประมาณค่า Parameter สามารถใช้วิธีการประมาณค่าได้หลายแบบ
 - ML = การประมาณค่าด้วย Maximum Likelihood
 - MLR = Robust Maximum Likelihood นำเสนอโดย Satorra & Bentler (2001)
 - WLS = Weighted Least Square ซึ่งเรียกอีกอย่างว่า Asymptotic Distribution Free Method

วิธี Delta

- นักสถิติหลายคน ได้หาค่าหาสูตรผ่านวิธี Delta โดยมี เช่น
 - Van Zyl et al. (2000) หาช่วงเชื่อมั่นของ α ผ่าน ML
 - Raykov (2002) หาช่วงเชื่อมั่นของ ω ผ่าน ML
 - Maydeu-Olivares et al. (2007) หาช่วงเชื่อมั่นของ α ผ่าน WLS
- วิธี Delta ไม่สามารถใช้ในการหาช่วงเชื่อมั่นของ ω_H และ ω_C ได้
- ข้อเสียของวิธีนี้ คือ วิธีนี้จะให้ช่วงเชื่อมั่นแบบสมมาตร ซึ่งเป็นไปไม่ได้สำหรับความเที่ยง

วิธี Delta

- นักสถิติหลายคน ได้หาค่าหาสูตรผ่านวิธี Delta โดยมี เช่น
 - Van Zyl et al. (2000) หาช่วงเชื่อมั่นของ α ผ่าน ML
 - Raykov (2002) หาช่วงเชื่อมั่นของ ω ผ่าน ML
 - Maydeu-Olivares et al. (2007) หาช่วงเชื่อมั่นของ α ผ่าน WLS
- วิธี Delta ไม่สามารถใช้ในการหาช่วงเชื่อมั่นของ ω_H และ ω_C ได้
- ข้อเสียของวิธีนี้ คือ วิธีนี้จะให้ช่วงเชื่อมั่นแบบสมมาตร ซึ่งเป็นไปไม่ได้สำหรับความเที่ยง

เท่ากัน

$$\Pr \left[\hat{\rho} - z_{1-\frac{1-c}{2}} \sqrt{\text{Var}(\hat{\rho})} \leq \rho \leq \hat{\rho} + z_{1-\frac{1-c}{2}} \sqrt{\text{Var}(\hat{\rho})} \right] \approx C$$

วิธีการแปลงค่า

- เนื่องจากความเที่ยงที่เป็นไปได้มีค่า 0 ถึง 1
- สมมติว่าความเที่ยงในกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ .8 ด้านบนจะมีค่าที่เป็นไปได้อยู่ในช่วง .8 – 1.0 แต่ด้านล่างจะมีค่าที่เป็นไปได้ในช่วง 0 – .8
- จากตัวอย่างนี้ ช่วงเชื่อมั่นด้านสูงกว่า .8 ควรจะสั้นกว่าด้านต่ำกว่า .8
- ด้วยเหตุนี้ เป็นไปไม่ได้ที่ช่วงเชื่อมั่นจะสมมาตร
- วิธีการแปลงค่า คือ การแปลงค่าความเที่ยงไปอยู่ในสเกลอื่นที่ช่วงเชื่อมั่นสมมาตร แล้วแปลงกลับมาอยู่ในสเกลดั้งเดิมอีกครั้งหนึ่ง

วิธีการแปลงค่า

- วิธีของ Fisher (1950)

$$z' = \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 + \rho}{1 - \rho} \right)$$

$$\text{Var}(z') = \frac{1}{N - 3}$$

- วิธีของ Bonett (2002)

$$z'' = \log(1 - \rho)$$

$$\text{Var}(z'') = \frac{2J}{(J - 1)(N - 2)}$$

- วิธีของ Hakstian และ Whalen (1976)

$$z''' = (1 - \rho)^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Var}(z''') \rightarrow \text{ดูจากบทความวิจัย}$$

วิธีการแปลงค่า

- วิธีการสุดท้าย คือ วิธีการแปลงค่าแบบ Logistic (Browne, 1982)

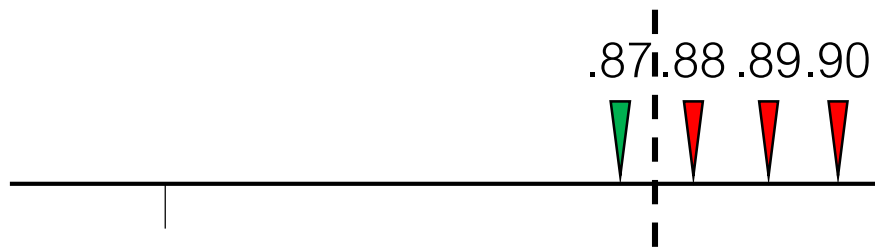
$$\kappa = \log\left(\frac{\rho}{1-\rho}\right)$$

$$\text{Var}(\kappa) = \frac{\text{Var}(\rho)}{\rho^2(1-\rho)^2}$$

- สังเกตว่า วิธีนี้ต้องการ $\text{Var}(\rho)$ ซึ่งสามารถหาได้จากวิธี Delta
- การแปลงค่านี้ เป็นวิธีการสร้างช่วงเชื่อมั่นโดยช่วงเชื่อมั่นนั้นไม่จำเป็นต้องสมมาตร
- กล่าวคือ นำค่าความเที่ยง และ SE ที่หาได้ มาใช้แทนค่าได้เลย

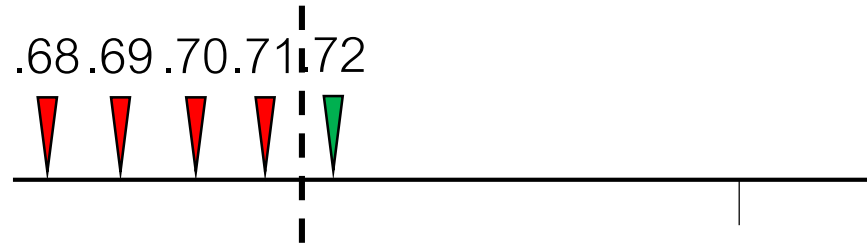
วิธี Profile-Likelihood

- วิธีการหาช่วงเชื่อมั่นอีกทางหนึ่ง คือ การใช้วิธีการเปลี่ยนค่าที่ทดสอบ
- เช่น การใช้การทดสอบแบบ Likelihood ratio test ทดสอบว่า $H_0: \rho = \rho_0$



จุดที่เปลี่ยนจาก significant เป็น nonsignificant
ค่านี้ใช้เป็นขอบบน

วิธี Profile-Likelihood



จุดที่เปลี่ยนจาก significant เป็น nonsignificant
ค่านี้ใช้เป็นขอบล่าง

- หากใช้ Wald test ช่วงเชื่อมั่นจะสมมาตร แต่ Likelihood ratio test ช่วงเชื่อมั่นจะไม่สมมาตร
- โปรแกรมที่สามารถใช้วิธีนี้ได้ คือ Mx, OpenMx ใน R
- ไม่สามารถใช้หาช่วงเชื่อมั่นของ ω_H และ ω_C ได้

วิธี Bootstrap

- การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง สามารถทำนายการกระจายในประชากรได้ดีที่สุด ดีกว่าสร้างข้อตกลงเบื้องต้นว่าการกระจายเป็นอย่างไ
- ประมวลผลการกระจายของความเที่ยง โดย
 - สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างเดิมแบบใส่กลับ (Resample) ให้ได้กลุ่มตัวอย่างเท่าเดิม
 - คำนวณค่าความเที่ยงที่ได้
 - ทำแบบนี้ซ้ำๆ กันหลายครั้ง เช่น 1000 ครั้ง เพื่อให้ได้ bootstrap sampling distribution ของความเที่ยง
 - นำข้อมูลจาก bootstrap sampling distribution ไปหาช่วงเชื่อมั่น

วิธี Bootstrap

- วิธีการหาช่วงเชื่อมั่น
 - Bootstrap standard error ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก Bootstrap sampling distribution เพื่อให้ได้ Standard error ของความเที่ยง แล้วไปแทนสูตรช่วงเชื่อมั่นแบบสมมาตร

$$\Pr \left[\hat{\rho} - z_{1-\frac{1-c}{2}} \sqrt{\text{Var}(\hat{\rho})} \leq \rho \leq \hat{\rho} + z_{1-\frac{1-c}{2}} \sqrt{\text{Var}(\hat{\rho})} \right] \approx C$$

- สามารถใช้ Logistic transformation ในการหาช่วงเชื่อมั่นได้

วิธี Bootstrap

- วิธีการหาช่วงเชื่อมั่น
 - Percentile bootstrap หาจุด Percentile ที่ $C/2$ และ $1 - C/2$ จาก bootstrap sampling distribution
 - Bias corrected and accelerated (BCa) bootstrap เป็นการหา Percentile bootstrap โดยปรับค่าจาก bias ในการประมาณค่าของความเที่ยง และความเบ้ของ bootstrap sampling distribution

ความเที่ยงแบบโดฮาช่วงเชื่อมั่นแบบใดได้บ้าง

	α	ω	ω_H	ω_C
Feldt's Method	✓	✓	✓	✓
Delta Method	✓	✓	✗	✗
Transformation Method (Fisher, Bonett, HW)	✓	✓	✓	✓
Profile-Likelihood Method	✓	✓	✗	✗
Bootstrap Method	✓	✓	✓	✓

ใช้อะไรดี - การประมาณค่าความเที่ยง

- α **อย่าใช้** เนื่องจากอยู่ในข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่า Factor loadings เท่ากัน ซึ่งแทบเป็นไปไม่ได้
- ω **อย่าใช้** เนื่องจากอยู่ในข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามทุกข้อถูกอธิบายด้วยองค์ประกอบหลัก ไม่มีองค์ประกอบไม่สำคัญเลย ซึ่งแทบเป็นไปไม่ได้
- ω_H **ควรใช้** แนะนำสำหรับข้อคำถามแบบ Continuous scale
- ω_C **ควรใช้** แนะนำสำหรับข้อคำถามแบบ Ordered categorical

ใช้อะไรดี - การประมาณค่าความเที่ยง

- ช่วงเชื่อมั่น แนะนำให้คำนวณเสมอ
- จากการศึกษาสถานการณ์จำลอง 3 ชั้น ในการประมาณค่าความเที่ยงในประชากร
 - การศึกษาที่ 1 เปรียบเทียบช่วงเชื่อมั่นของ α และ ω ในการประมาณค่าความเที่ยงใน Tau-equivalent model และ Congeneric model
 - การศึกษาที่ 2 เปรียบเทียบช่วงเชื่อมั่นของ ω และ ω_H ในการประมาณค่าความเที่ยงของโมเดลแบบ Perfect fit และ Close fit
 - การศึกษาที่ 3 เปรียบเทียบช่วงเชื่อมั่นของ ω_H และ ω_C ในการประมาณค่าความเที่ยงในข้อคำถามแบบจัดกลุ่ม

ใช้อะไรดี - การประมาณค่าความเที่ยง

- สังเกตความสามารถของช่วงเชื่อมั่นระดับ .95 ในการคลุมค่า Parameter ว่าใกล้เคียง 95% หรือไม่
- เปรียบเทียบในสถานการณ์ต่างๆ กัน เช่น
 - ระดับของความเที่ยง
 - จำนวนข้อคำถาม
 - จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 - การกระจายของคะแนนข้อคำถาม
 - จำนวนกลุ่มในข้อคำถาม
 - การกระจายของกลุ่มต่างๆ ในข้อคำถามแบบจัดกลุ่ม

ใช้อะไรดี - การประมาณค่าความเที่ยง

- α ไม่แนะนำให้หาช่วงเชื่อมั่นเลย หากจะใช้จริง แนะนำวิธี Bootstrap
- ω ใช้ได้เมื่อความเหมาะสมของโมเดลดีมาก (เช่น Chi-square ใกล้เคียงหรือน้อยกว่า df)
 - การกระจายของคะแนนแต่ละข้อเป็นโค้งปกติ ใช้ได้ทุกแบบ ยกเว้น WLS และวิธีของ Fisher
 - การกระจายไม่เป็นโค้งปกติ ใช้ได้เฉพาะวิธี Bootstrap และวิธี Delta โดยการใช้การประมาณค่าผ่าน MLR

ใช้อะไรดี - การประมาณค่าความเที่ยง

- ω_H แนะนำให้ใช้วิธี Bootstrap แบบใดก็ได้
- ω_C แนะนำให้ใช้วิธี BCa Bootstrap

สรุป

- เลิกใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาได้แล้ว
- ถึงแม้ว่าในปัจจุบัน สัมประสิทธิ์โอเมก้าจะถูกแนะนำ การคำนวณนี้ก็ยังคงตั้งอยู่ในข้อตกลงเบื้องต้นที่แทบจะเป็นไปไม่ได้
- แนะนำสัมประสิทธิ์โอเมก้าแบบลำดับขั้น สำหรับข้อคำถามที่มีคะแนนแบบต่อเนื่อง โดยช่วงเชื่อมั่นคำนวณผ่านวิธี Bootstrap
- แนะนำสัมประสิทธิ์โอเมก้าสำหรับข้อคำถามจัดกลุ่ม สำหรับข้อคำถามจัดกลุ่ม โดยช่วงเชื่อมั่นคำนวณผ่านวิธี BCa Bootstrap

ขอบคุณครับ

เชิญถามคำถาม หรือให้ข้อเสนอแนะ