

Moderated Mediation Modeling for Multigroup Analysis (MGA), Common Method Bias (CMB) Assessment, and Robustness Testing Using SmartPLS 4

รองศาสตราจารย์ ดร. มন্ত্রী พิริยะกุล

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บรรยายที่ศูนย์จัดการความรู้และถ่ายทอดผลงานวิจัย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันที่ 25-26 พฤศจิกายน 2568

การนำเสนอ

การนำเสนอต่อไปนี้จะดำเนินการดังนี้

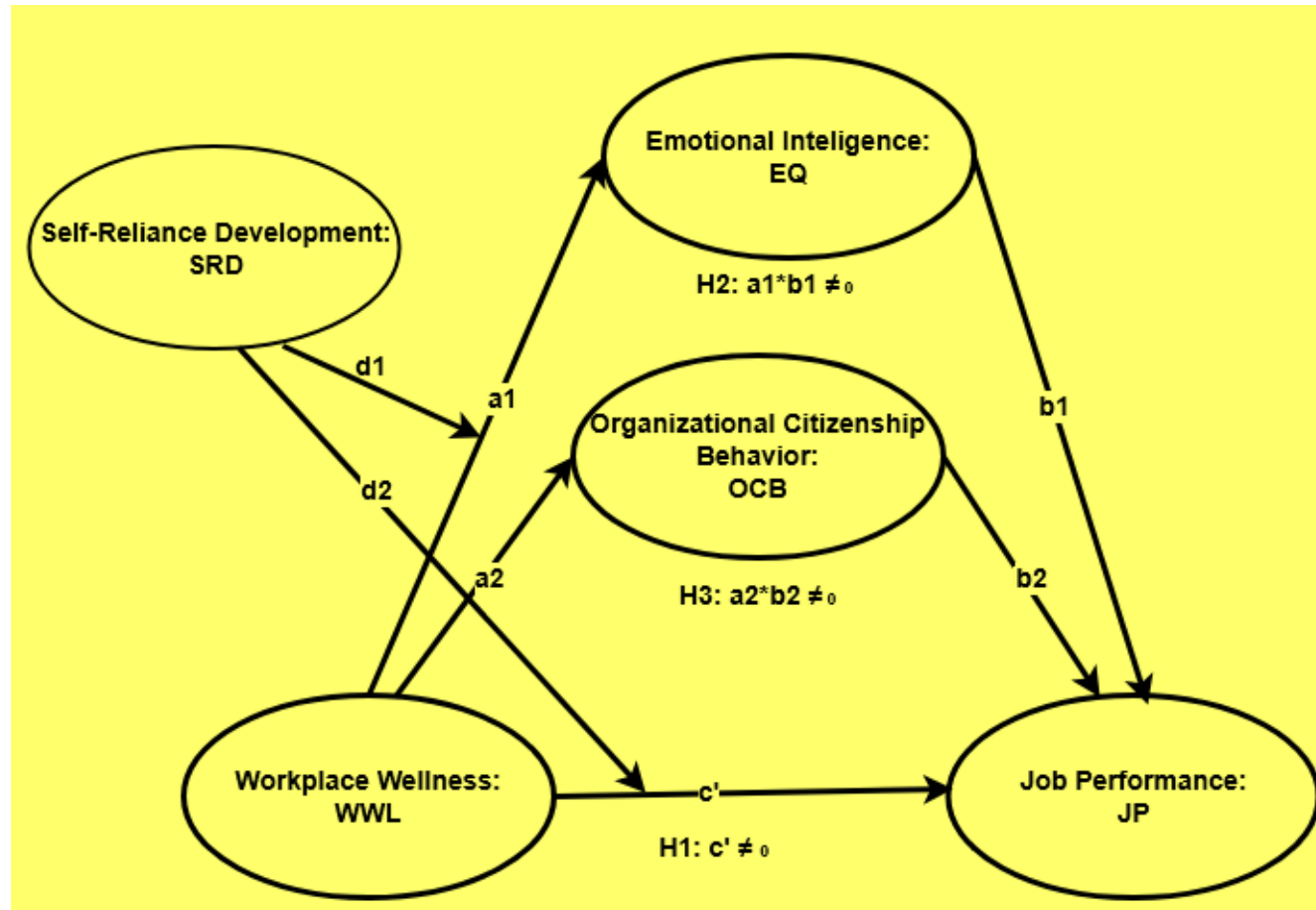
1. การใช้โปรแกรม smart pls 4, การวิเคราะห์ MGA, moderated mediation model โดยจะเริ่มจากการแนะนำการจัดการข้อมูลและการเริ่มใช้ โปรแกรม
2. การตรวจสอบ construct validity (content validity, convergent validity, discriminant validity) และการตรวจสอบความเที่ยง (reliability)
3. การตรวจสอบ Aggregation bias คือความผิดพลาดของการวิจัยที่เกิดจากการใช้องค์การหรือพื้นที่เป็นหน่วยวิเคราะห์แต่กลับใช้ข้อมูลของผู้ให้ข้อมูลแทนหน่วยวิเคราะห์เหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ตัวแบบโดยไม่ตรวจสอบเสียก่อนว่าทำเช่นนั้นได้หรือไม่ หรือว่าต้องใช้วิธี multi-Level Analysis (MLA)
4. การตรวจสอบ Endogeneity (คือที่มาของการใช้ Gaussian Copula ใน Smart PLS 4)
5. การตรวจสอบ CMB และ
6. การตรวจสอบ robustness test (หรือ Sensitivity analysis)
7. Panel data analysis งานวิจัยทางการเงินนิยมใช้องค์การเป็นหน่วยวิเคราะห์แต่ละหน่วยบันทึกข้อมูลของตัวแปรเรียงลำดับหลายปี ถ้าทำผิดจะเกิดปัญหา Aggregation bias และ Endogeneity

Multigroup Analysis

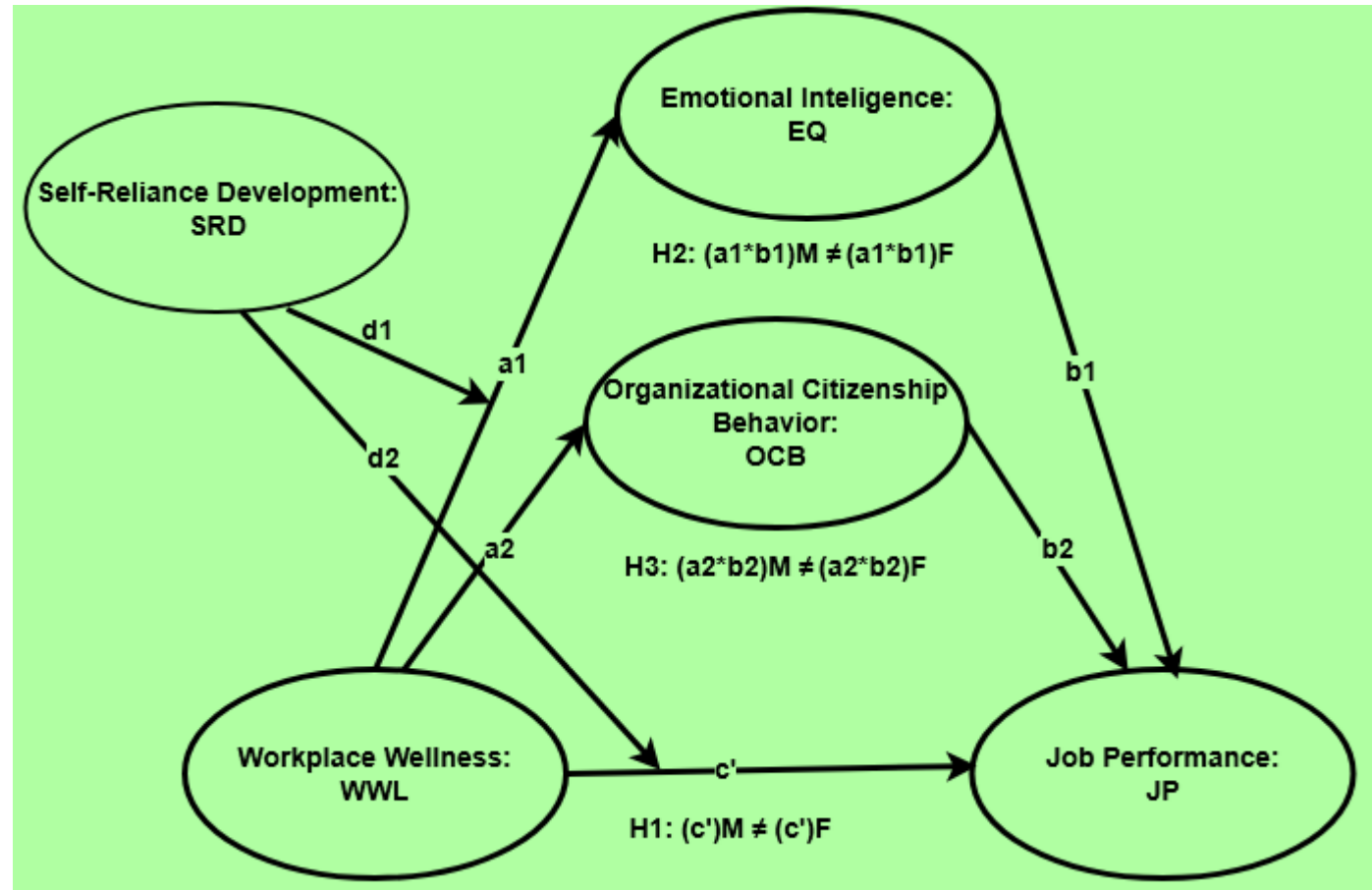
การวิเคราะห์แบบหลายกลุ่ม (Multigroup Analysis, MGA) คือการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ นั้นเหมือนหรือต่างกันอย่างไรในกลุ่มที่แตกต่างกัน เช่น เพศ, อายุ, เชื้อชาติ, หรือระดับการศึกษา หรือ ชนิดอุตสาหกรรม, อายุกิจการ, จำนวนพนักงาน (กรณีองค์กร)

การวาดภาพกรอบการวิจัยให้วาดตามปกติแต่ให้มีคำอธิบายได้ภาพว่าเป็นการเปรียบเทียบระหว่างกรอบตามระดับค่าของตัวแปรกลุ่มที่สนใจ

Moderated Mediation Model



วิธีเสนอกกรอบแนวความคิดของ Moderated Mediation Model with MGA



การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ตามเพศของพนักงาน (พนักงานชาย vs. พนักงานหญิง)

Moderated Mediation Model with MGA

เป้าหมายของ Moderated Mediation Model with MGA คือ

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลทางตรง $IV \rightarrow DV$ ตามตัวแปรกลุ่มที่ใช้เปรียบเทียบ (ในตัวอย่างคือเพศ)
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลทางตรง $IV \rightarrow DV$ ตามเงื่อนไขของตัวแปรกำกับระหว่างกลุ่มในตัวแปรกลุ่มที่ใช้เปรียบเทียบ
3. เพื่อวิเคราะห์ว่าตัวแปรคั่นกลางมีบทบาทเชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุไปยังปัจจัยผลลัพธ์แตกต่างกันตามตัวแปรกลุ่มที่ใช้เปรียบเทียบ
4. เพื่อวิเคราะห์ว่าตัวแปรคั่นกลางมีบทบาทเชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุไปยังปัจจัยผลลัพธ์ตามเงื่อนไขของตัวแปรกำกับเปรียบเทียบระหว่างระดับของตัวแปรกลุ่มที่ใช้เปรียบเทียบ

การวิเคราะห์ห้บทบาทการค้นกลางกรณีไม่มีการกำกับ

1. การวิเคราะห์ห้บทบาทการค้นกลางกรณีไม่มีการกำกับจะเสนอ ดังนี้

1) ผลคูณของสัมประสิทธิ์ของ a-path และ b-path หรือ สัมประสิทธิ์อื่นในโซ่เส้นทาง (path chain) ถ้าโซ่นั้นมีตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัวแปร

2) ผลการตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยปกติจะดูจากช่วงเชื่อมั่นว่ากลุ่ม 0 หรือไม่ (ช่วงเชื่อมั่นเกิดจาก bootstrapping) ทั้งนี้เพราะ sampling distribution ของผลคูณระหว่าง beta ยุ่งยาก ทำให้สูตร t-test หรือ test แบบอื่นมีความซับซ้อน

3) เปรียบเทียบระหว่างอิทธิพลทางอ้อม (contrast) เพื่อสรุปผลว่าตัวแปรค้นกลางใดมีพลังเชื่อมโยงสูงต่ำกว่ากันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้เพื่อการเลือกใช้ของผู้ใช้ผลงานวิจัย

การวิเคราะห์ห้บทบาทการคั่นกลางกรณีไม่มีการกำกับแต่มี MGA

2. การวิเคราะห์ห้บทบาทการคั่นกลางกรณีไม่มีการกำกับแต่มี MGA จะเสนอดังนี้

1) ผลคูณของสัมประสิทธิ์ของ a-path และ b-path หรือ สัมประสิทธิ์อื่นในโซ่เส้นทาง (path chain) ถ้าโซ่นั้นมีตัวแปรมากกว่า 2 ตัวแปรเปรียบเทียบระหว่างค่าของตัวแปรกลุ่ม

2) ผลการตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างค่าของตัวแปรกลุ่ม

โดยปกติจะดูการตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติจากช่วงเชื่อมั่นว่าคลุม 0 หรือไม่ ช่วงเชื่อมั่นเกิดจาก bootstrapping ทั้งนี้เพราะ sampling distribution ของผลคูณระหว่าง beta ยุ่งยาก ทำให้ test statistics เป็นสูตรที่ซับซ้อน

3) เปรียบเทียบระหว่างอิทธิพลทางอ้อม (contrast) เพื่อสรุปผลเปรียบเทียบระหว่างค่าของตัวแปรกลุ่มว่าตัวแปรคั่นกลางใดมีพลังเชื่อมโยงสูงต่ำกว่ากันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้เพื่อการเลือกใช้ของผู้ใช้ผลงานวิจัย

การวิเคราะห์บทบาทการคั่นกลางกรณีมีการกำกับ

3. การวิเคราะห์บทบาทการคั่นกลางกรณีมีการกำกับ

ดูเส้นทาง $WWL \rightarrow EQ \rightarrow JP$ กำกับเส้นทางด้วย SRD

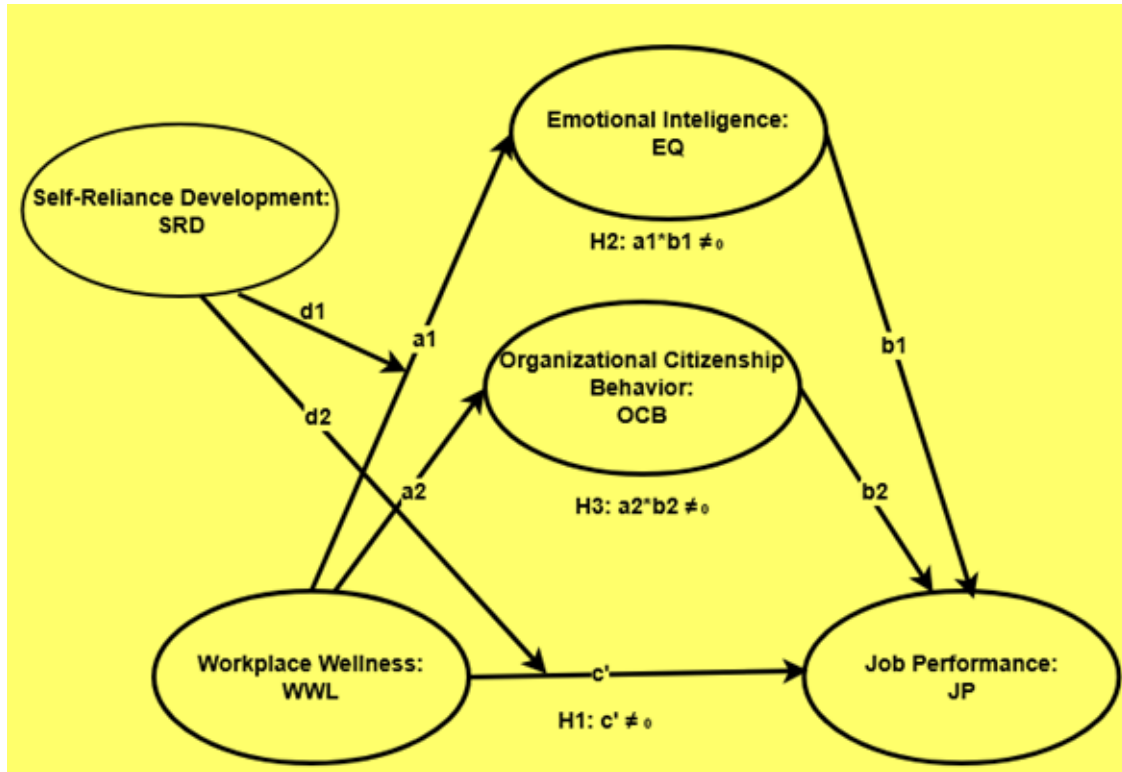
1) หาผลคูณของสัมประสิทธิ์ของ a-path ที่กำกับด้วย SRD และ b-path จะได้ Conditional Indirect Effect (CIE) เท่ากับ $(a1+d1*SRD)b1$ แล้วแปรค่า SRD ไป 3 ค่าคือ mean-SD, mean, mean+SD จะได้ CIE 3 ค่า

2) ตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติของ CIE ทั้ง 3 ค่า โดยปกติจะดูจากช่วงเชื่อมั่นว่าคลุม 0 หรือไม่ ช่วงเชื่อมั่นเกิดจาก bootstrapping

3) เปรียบเทียบระหว่าง CIE เพื่อสรุปผลว่าตัวแปรคั่นกลางใดมีพลังเชื่อมโยงสูงกว่ากันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้เพื่อการเลือกใช้ของผู้ใช้ผลงานวิจัย

4) ถ้า d1 ไม่มีนัยสำคัญค่าของ CIE จะมีค่าพอ ๆ กันและกราฟของ simple slope analysis จะขนานกัน

การใช้ประโยชน์เรามักจะให้สนใจกราฟที่มีความชันสูงกว่า



การวิเคราะห์บทบาทการคั่นกลางกรณีมีการกำกับและ MGA

4. การวิเคราะห์บทบาทการคั่นกลางกรณีมีการกำกับ

ดูเส้นทาง $WWL \rightarrow EQ \rightarrow JP$ กำกับเส้นทางด้วย SRD เปรียบเทียบตามกลุ่ม

1) หาผลคูณของสัมประสิทธิ์ของ a-path ที่กำกับด้วย SRD และ b-path

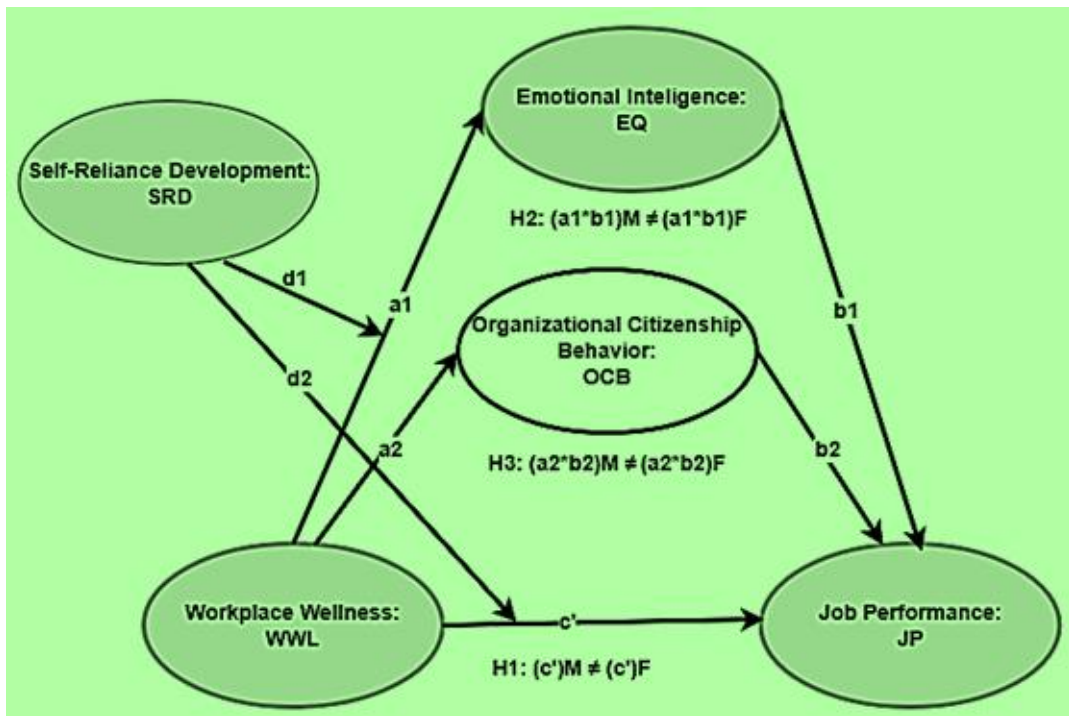
ได้ $CIE = (a1 + d1 * SRD) * b1$ แล้วแปรค่า SRD ไป 3 ค่าคือ mean-SD, mean, mean+SD จะได้ CIE 3 ค่า เปรียบเทียบตามกลุ่ม

2) ตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติของ CIE ทั้ง 3 ค่า โดยปกติจะดูจากช่วงเชื่อมั่นว่าคลุม 0 หรือไม่ ช่วงเชื่อมั่นเกิดจาก bootstrapping เปรียบเทียบตามกลุ่ม

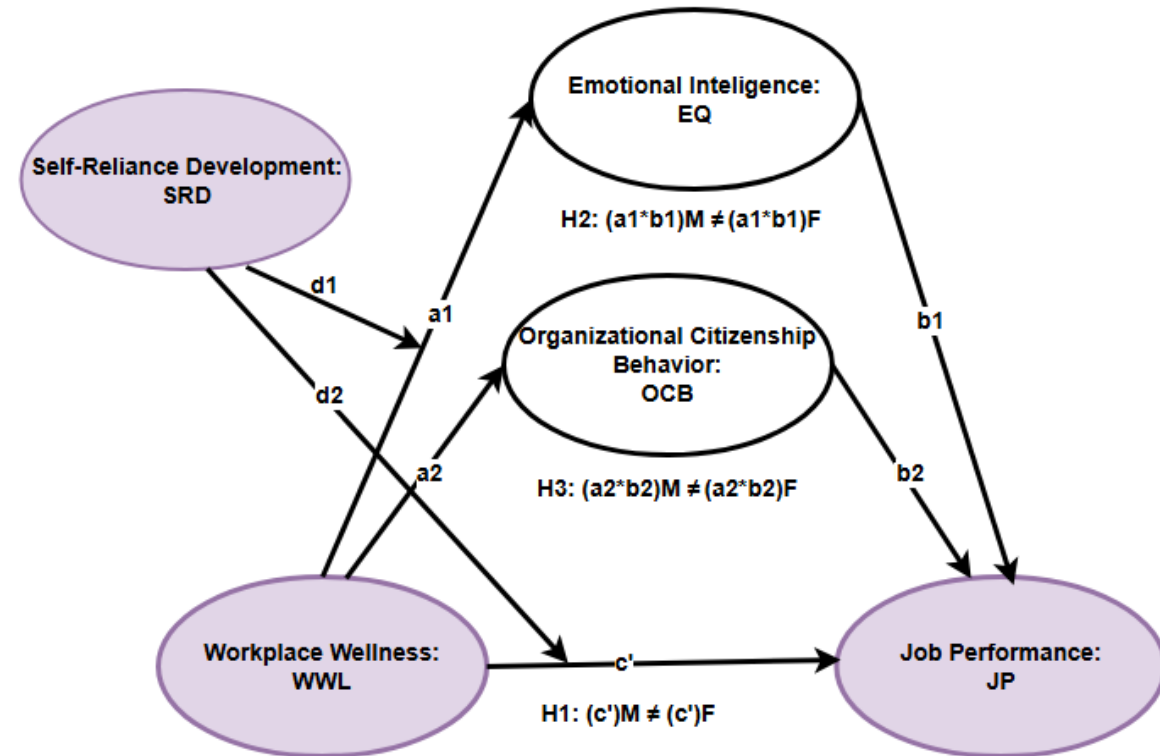
3) เปรียบเทียบระหว่าง CIE เพื่อสรุปผลว่าตัวแปรคั่นกลางใดมีพลังเชื่อมโยงสูงกว่ากันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้เพื่อการเลือกใช้ของผู้ใช้ผลงานวิจัย เปรียบเทียบตามกลุ่ม

4) ถ้า d1 ไม่มีนัยสำคัญค่าของ CIE จะมีค่าพอ ๆ กันและกราฟของ simple slope analysis จะขนานกัน

การแปลผลและใช้ประโยชน์ให้สนใจกราฟที่มีความชันมากกว่า



การวิเคราะห์ห่อทธิพลทางตรงกรณีมีการกำกับและ MGA



5. การวิเคราะห์ห่อทธิพลทางตรงกรณีมีการกำกับ

ดูเส้นทาง $WWL \rightarrow JP$ กำกับเส้นทางด้วย SRD เปรียบเทียบตามกลุ่ม

1) หากค่าสัมประสิทธิ์ของ c -path ที่กำกับด้วย SRD ได้

$CDE = (c' + d2 * SRD)$ แล้วแปรค่า SRD ไป 3 ค่าคือ $mean - SD$, $mean$, $mean + SD$ จะได้ CDE 3 ค่า เปรียบเทียบตามกลุ่ม

2) ตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติของ CDE ทั้ง 3 ค่า โดยปกติจะดูจากช่วงเชื่อมั่นว่าคลุม 0 หรือไม่ ช่วงเชื่อมั่นเกิดจาก bootstrapping เปรียบเทียบตามกลุ่ม

3) เปรียบเทียบระหว่าง CDE เพื่อสรุปผลว่าตัวแปรต้นกลางใดมีพลังเชื่อมโยงสูงต่ำกว่ากันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้เพื่อการเลือกใช้ของผู้ใช้ผลงานวิจัย เปรียบเทียบตามกลุ่ม

4) ถ้า $d2$ ไม่มีนัยสำคัญค่าของ CDE จะมีค่าพอ ๆ กันและกราฟของ simple slope analysis จะขนานกัน

วิธีใช้ Smart PLS4

เปิดใช้ Smart PLS4

1. เปิดโปรแกรม สร้าง Workspace เป็นโฟลเดอร์รอไว้ เช่น วช-2568
2. กด New Workspace คลิก วช-2568 จะแสดงหน้าต่างแรก
3. คลิกเมนู New Project > ตั้งชื่อโปรเจกใหม่ในไดอะล็อก เช่น วช-2568 > กด Create
4. คลิกที่ลูกศรลงหน้าชื่อ Workspace วช-2568 จะแสดง Import Data file Create Model
คลิกที่ Import Data file เพื่อนำเข้าข้อมูล (ตัวอย่างในที่นี้คือไฟล์ชื่อ example-dataset2 กับ ocb-cp-cb-newname2 บนเดสก์ท็อป) > ดับเบิลคลิกที่ชื่อไฟล์ (จะแสดงโครงสร้างไฟล์) > กด Import (จะแสดง Indicators และสถิติของตัวชี้วัดให้เลือกแสดงผล สถิติพรรณนา สหสัมพันธ์ ข้อมูลดิบ)
5. กดเมนู Back > คลิก Create Model จะเปิด 2 หน้าต่าง หน้าต่างเล็กแสดงที่อยู่ของตัวชี้วัด หน้าต่างใหญ่ใช้วาดรูปและแสดงผล

วิธีใช้ Smart PLS4

The screenshot displays the SmartPLS 4 software interface. At the top, there are navigation tabs for 'SmartPLS', 'Files', and 'Themes'. Below these are six circular icons representing different project types: 'New project', 'PLS-SEM', 'CB-SEM', 'GSCA', 'PROCESS', and 'REGRESSION'. The main workspace area shows a file explorer on the left with a folder named 'ocb' containing several PLS project files. The right pane displays the 'Workspace' settings, including the current path 'C:\Users\User\Desktop\วิช-2568' and a 'Theme' dropdown set to 'Light (color-blind)'. Below this, there are instructions on how to create a new workspace and a list of sample projects categorized by method: Multiple Methods, GSCA, Path analysis and PROCESS, and Regression and NCA. Each project has a radio button for selection.

SmartPLS 4

SmartPLS Files Themes

New project PLS-SEM CB-SEM GSCA PROCESS REGRESSION

Workspace C:\Users\User\Desktop\วิช-2568 Theme Light (color-blind)

ocb

PLS ocb

ocb-cp-cb_newname-2 [165]

ocb - PERM - 2025-11-13

ocb - PLS - 2025-11-13

วิช-2568 (2)

Archive (0)

Workspace

Your projects are securely stored in a [local folder](#) (workspace). You can create and manage multiple workspaces, making it easy to switch between them as needed.

You can find more detailed guidance in the [user documentation](#) and the [FAQ section](#).

New Workspace Recent workspaces

Sample projects

Start quickly with our sample projects, each ready for one-click installation. For detailed information about every project, [visit our website](#).

Multiple Methods

- American customer satisfaction index (ACSI)
- European customer satisfaction index (ECSI)
- Employee retention
- Organizational identification
- Technology acceptance model (TAM)
- Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT)

GSCA

- Organizational Identification Model Variations
- Job Satisfaction

Path analysis and PROCESS

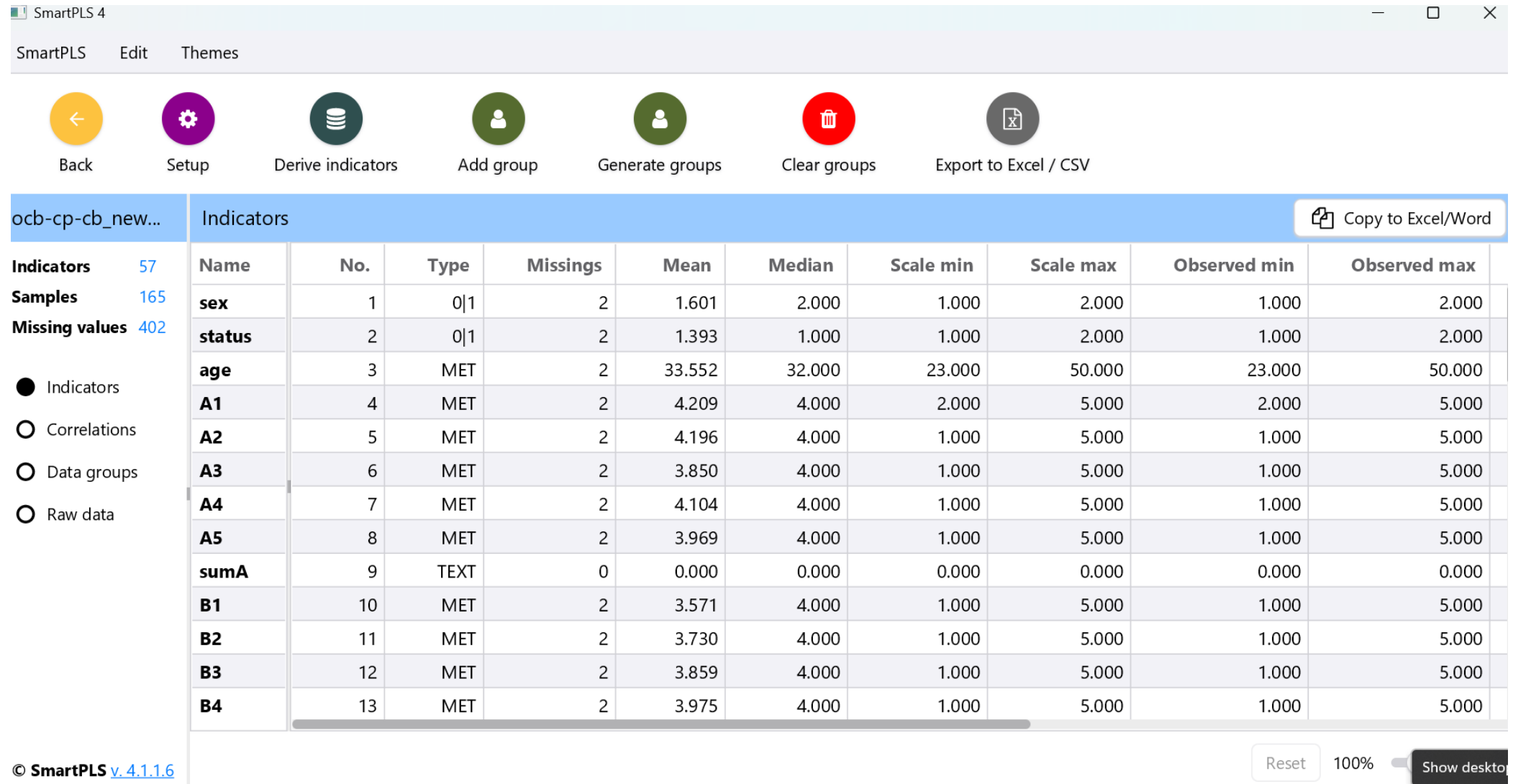
- Path analysis and PROCESS

Regression and NCA

- Regression model
- Regression with Corrupt (Simulated Data)

วิธีใช้ Smart PLS4

Double click  data icon



SmartPLS 4

SmartPLS Edit Themes

Back Setup Derive indicators Add group Generate groups Clear groups Export to Excel / CSV

ocb-cp-cb_new... Indicators Copy to Excel/Word

Name	No.	Type	Missings	Mean	Median	Scale min	Scale max	Observed min	Observed max
sex	1	0 1	2	1.601	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000
status	2	0 1	2	1.393	1.000	1.000	2.000	1.000	2.000
age	3	MET	2	33.552	32.000	23.000	50.000	23.000	50.000
A1	4	MET	2	4.209	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000
A2	5	MET	2	4.196	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
A3	6	MET	2	3.850	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
A4	7	MET	2	4.104	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
A5	8	MET	2	3.969	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
sumA	9	TEXT	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B1	10	MET	2	3.571	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
B2	11	MET	2	3.730	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
B3	12	MET	2	3.859	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000
B4	13	MET	2	3.975	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000

Indicators 57
Samples 165
Missing values 402

- Indicators
- Correlations
- Data groups
- Raw data

© SmartPLS v.4.1.1.6

Reset 100% Show desktop

เตรียมทำ Multigroup analysis (MGA) ให้ทำดังนี้

คลิก Add group แล้วตอบ ไดอะล็อกเพื่อเลือกตัวแปรกลุ่มสำหรับทำ MGA ให้ apply ทีละกลุ่ม เช่น sex ดังภาพ

The screenshot shows the SmartPLS software interface. At the top, there is a navigation bar with icons for Back, Setup, Derive indicators, Add group, Generate groups, Clear groups, and Export to Excel / CSV. Below this, the main workspace is titled 'Data groups' and contains a table with columns for Name and เพศ. A dialog box titled 'Configure data group' is open in the center, allowing the user to define a data group. The dialog has a 'Group name' field containing 'เพศ'. Below this, there is a table for defining conditions:

Indicator	Operator	Value	Value
sex	is equal to	2	Please choose

There is an 'Add term' button below the table. At the bottom of the dialog are 'Close' and 'Apply' buttons. The background interface shows a list of indicators: Indicators (57), Samples (165), and Missing values (402). On the left, there are radio buttons for 'Indicators', 'Correlations', 'Data groups' (selected), and 'Raw data'. At the bottom left, the version '© SmartPLS v.4.1.1.6' is displayed. At the bottom right, there is a 'Reset' button and a zoom slider set to 100%.

เตรียมทำ Multigroup analysis (MGA)

Generate group ใช้เลือกตัวแปรกลุ่มในไฟล์ Add group ใช้สร้างกรุปใหม่แบบกำหนดเอง

เตรียมทำ Multigroup analysis (MGA)

SmartPLS 4

SmartPLS Edit Themes

Back Setup Derive indicators Add group Generate groups Clear groups Export to Excel / CSV

ocb-cp-cb_new... Data groups Copy to Excel/Word

Indicators 57
Samples 165
Missing values 402

Indicators
 Correlations
 Data groups
 Raw data

Name	Cases	sex			
เพศ	65	1	Delete	Edit	Export
เพศ#2	98	2	Delete	Edit	Export

© SmartPLS v. 4.1.1.6 Reset 100%

SEM analysis

จากนั้นคลิก back แล้วเลือก PLS-SEM

เปิดหน้าต่างวาดรูปให้วาดรูปกรอบ

1. คลิก calculate เลือก Bootstrapping MGA หรือ Permutation MGA แล้วตั้งจำนวน จะได้ผล MGA เลือก แสดงผลแยกตามกลุ่มได้ตามชื่อกรุป เช่น เพศ กับ เพศ#2 ถ้าจะดูนัยสำคัญของผลต่างระหว่างกรุปให้คลิกเมนู compare

2. การรัน SEM อาจเป็น causation, mediation analysis, moderation analysis, moderated mediation analysis, quadratic form ให้คลิก Calculation แล้ว 1) เลือก pls algorithm และ เพื่อประมาณค่าตัวแบบ ซึ่งจะแสดงทุกอย่างและ Simple slope analysis 2) เลือก Bootstrapping เพื่อทำการตรวจสอบนัยสำคัญ

การทำ SEM analysis

ตัวแบบ SEM อาจเป็น causation, mediation analysis, moderation analysis, moderated mediation analysis, quadratic form ให้ทำดังนี้

ในการสั่งคำนวณให้เลือก pls algorithm เพื่อประมาณค่าตัวแบบ ซึ่งจะแสดงทุกอย่างและเลือก Bootstrapping เพื่อตรวจสอบนัยสำคัญ

Multigroup analysis (MGA)

คลิก back จะไปเลือกโมเดล

The screenshot displays the SmartPLS 4 software interface. At the top, there are navigation tabs for 'SmartPLS', 'Files', and 'Themes'. Below these are six circular icons representing different analysis methods: 'New project', 'PLS-SEM', 'CB-SEM', 'GSCA', 'PROCESS', and 'REGRESSION'. The main workspace area is titled 'Workspace' and shows the current path as 'C:\Users\User\Desktop\วช-2568'. The workspace contains a folder named 'ocb' with several sub-items, including 'ocb - PERM - 2025-11-13' and 'ocb - PLS - 2025-11-13'. Below the workspace, there are buttons for 'New Workspace' and 'Recent workspaces'. The 'Sample projects' section lists various projects under different method categories: 'Multiple Methods' (including American customer satisfaction index (ACSI), European customer satisfaction index (ECSI), Employee retention, Organizational identification, Technology acceptance model (TAM), and Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT)), 'GSCA' (including Organizational Identification Model Variations and Job Satisfaction), 'Path analysis and PROCESS' (including Path analysis and PROCESS), and 'Regression and NCA' (including Regression model and Regression with Corrupt (Simulated Data)).

Multigroup analysis (MGA)

The screenshot shows the SmartPLS 4 software interface. The main window title is 'SmartPLS 4'. The menu bar includes 'SmartPLS', 'Edit', 'Calculate', and 'Themes'. Below the menu bar is a toolbar with icons for 'Back', 'Save', 'Conv...', 'Ca...', and others. The main workspace is divided into a left sidebar, a central canvas, and a right sidebar. The left sidebar contains a list of variables with their measurement models (MET or O|1). The central canvas is currently empty. The right sidebar contains a 'Tools' button and a 'Canvas' section with various drawing and coloring tools. A 'Standard algorithms' menu is open, listing various analysis methods. The 'Permutation multigroup analysis (MGA)' option is highlighted in blue. The bottom status bar shows '© SmartPLS v.4.1.1.6' and a zoom level of '100%'.

Variable	Measurement Model
0 sex	O 1
1 status	O 1
2 age	MET
3 A1	MET
4 A2	MET
5 A3	MET
6 A4	MET
7 A5	MET
9 B1	MET
10 B2	MET
11 B3	MET
12 B4	MET
13 B5	MET
15 C1	MET
16 C2	MET

Standard algorithms

- PLS-SEM algorithm
- Bootstrapping
- Confirmatory tetrad analyses (CTA)
- Importance-performance map analysis (IPMA)
- PLSpredict / CVPAT
- Finite mixture (FIMIX) segmentation
- Prediction-oriented segmentation (POS)
- Model comparison
- Bootstrap multigroup analysis (MGA)
- Permutation multigroup analysis (MGA)**
- Principal component analysis (PCA)

Consistent algorithms

- Consistent PLS-SEM algorithm
- Consistent PLS-SEM bootstrapping
- Consistent Bootstrap multigroup analysis (MGA)
- Consistent Permutation multigroup analysis (MGA)

Multigroup analysis (MGA)

คลิก **Generate group** จะเป็นการเลือกตัวแปรกลุ่มใน dataset หรือคลิก **Add group** จะเป็นการกำหนดกลุ่มเอง เพื่อทำ **multigroup analysis**
เลือก **PLS-SEM** เพื่อวิเคราะห์ SEM
วาดรูปที่หน้าต่างใหญ่ เสร็จแล้วคลิกที่ **calculation** เลือก **pls algorithm** และ **bootstrapping**
MGA จะแยกวิเคราะห์ตัวแบบ นำเสนอตัวแบบ และเปรียบเทียบค่าสถิติต่าง ๆ ตามกลุ่มที่ปรากฏรหัสในตัวแปรกลุ่ม

SEM analysis

The screenshot displays the SmartPLS 4 software interface. At the top, there is a menu bar with 'SmartPLS', 'Edit', 'Calculate', and 'Themes'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Back', 'Save', 'Conv...', 'Calc...', 'Select', 'Latent variabl', 'Connec', 'Quadratic effec', 'Gaussian copul', 'Commen', and 'Delete'. The main workspace is titled 'ocb-cp-cb_newname-2' and 'PLS-SEM: ocb-MGA'. On the left, a list of variables is shown:

Index	Variable	Measurement
0	sex	0 1
1	status	0 1
2	age	MET
3	A1	MET
4	A2	MET
5	A3	MET
6	A4	MET
7	A5	MET
9	B1	MET
10	B2	MET
11	B3	MET
12	B4	MET
13	B5	MET
15	C1	MET
16	C2	MET

On the right side, there is a 'Tools' panel with 'Canvas' and 'Coloring' options. At the bottom, the status bar shows '© SmartPLS v. 4.1.1.6' and a zoom level of '100%'.

SEM analysis

The screenshot displays the SmartPLS 4 software interface. The main window title is 'SmartPLS 4'. The menu bar includes 'SmartPLS', 'Edit', 'Calculate', and 'Themes'. Below the menu bar is a toolbar with icons for 'Back', 'Save', 'Conv...', 'Calc...', 'Quadratic effec', 'Gaussian copul', 'Commen', and 'Delete'. A central panel shows a list of variables with their corresponding measurement models:

Variable	Measurement Model
0 sex	0 1
1 status	0 1
2 age	MET
3 A1	MET
4 A2	MET
5 A3	MET
6 A4	MET
7 A5	MET
9 B1	MET
10 B2	MET
11 B3	MET
12 B4	MET
13 B5	MET
15 C1	MET
16 C2	MET

A 'Tools' button is visible in the top right of the central panel. A dropdown menu titled 'Standard algorithms' is open, listing various analysis options:

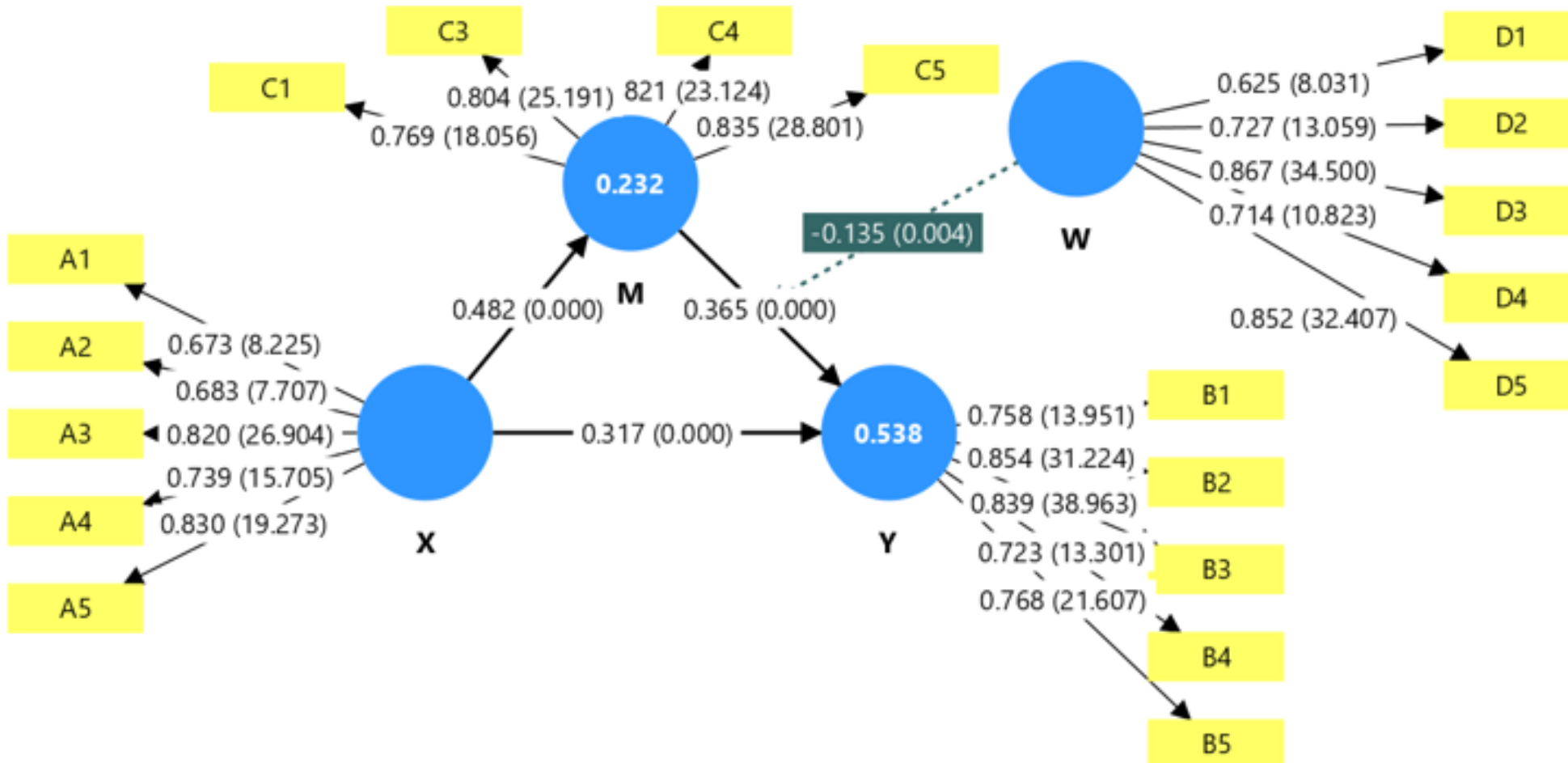
- PLS-SEM algorithm (highlighted)
- Bootstrapping
- Confirmatory tetrad analyses (CTA)
- Importance-performance map analysis (IPMA)
- PLSpredict / CVPAT
- Finite mixture (FIMIX) segmentation
- Prediction-oriented segmentation (POS)
- Model comparison
- Bootstrap multigroup analysis (MGA)
- Permutation multigroup analysis (MGA)
- Principal component analysis (PCA)

Below the 'Standard algorithms' section, the 'Consistent algorithms' section is visible:

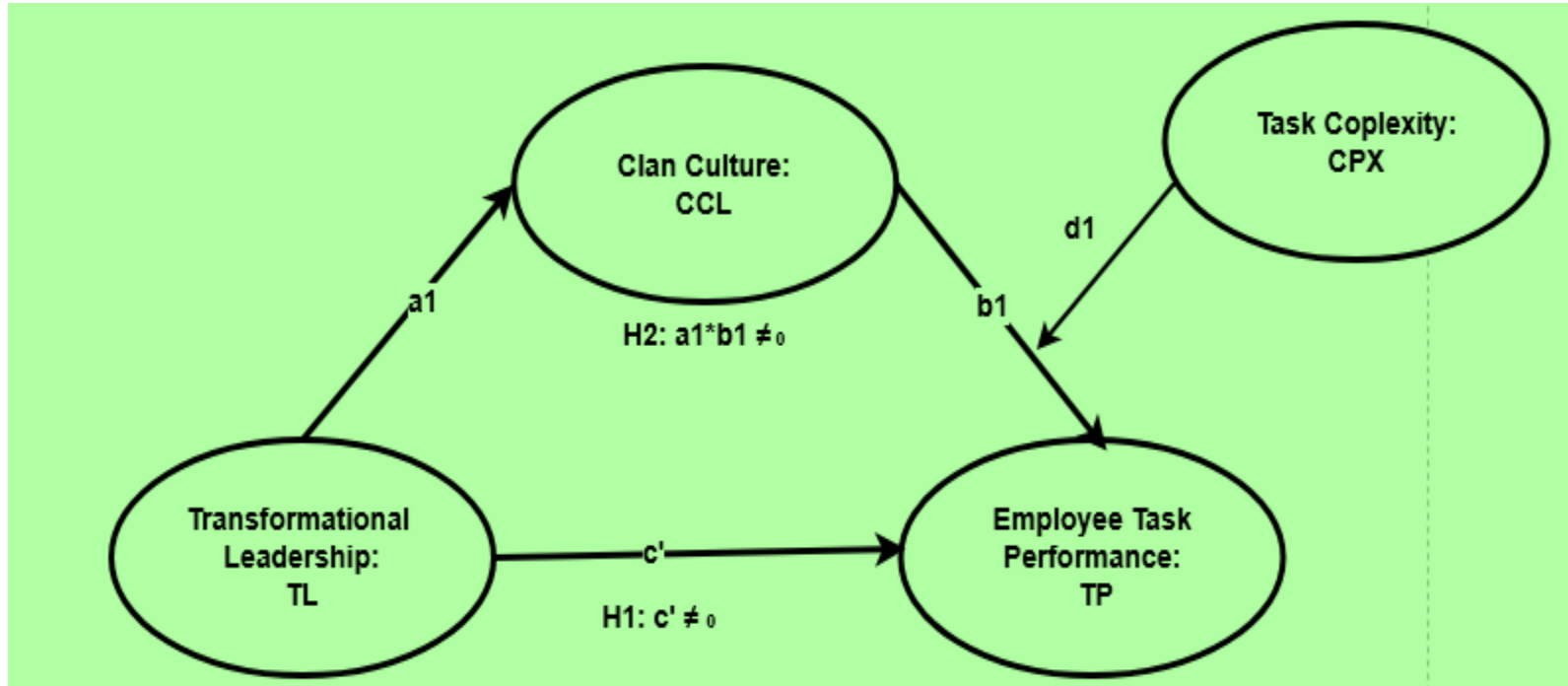
- Consistent PLS-SEM algorithm
- Consistent PLS-SEM bootstrapping
- Consistent Bootstrap multigroup analysis (MGA)
- Consistent Permutation multigroup analysis (MGA)

The bottom of the interface shows the version '© SmartPLS v.4.1.1.6' and a zoom slider set to 100%.

ตัวอย่าง moderated mediation model จากไฟล์ ocb



ปฏิบัติการ 1



สมมติฐาน: ความสัมพันธ์ระหว่าง clan culture กับ task performance จะอ่อนแอลงเมื่องานมีความซับซ้อนสูง (ต้องพึ่งพาความช่วยเหลือระหว่างกันเอง) (H: $d1 < 0$)

ตัวชี้วัด

1. Transformational Leadership (TL) (Bass & Avolio, 1997) - Multifactor Leadership Questionnaire (MLQ)

1. ผู้นำของฉันสร้างแรงบันดาลใจให้ฉันมองเห็นอนาคตที่ดีขึ้นขององค์กร
2. ผู้นำของฉันกระตุ้นให้ฉันคิดนอกกรอบและมองปัญหาในมุมใหม่
3. ผู้นำของฉันให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพของแต่ละคน
4. ผู้นำของฉันเป็นแบบอย่างที่ดีที่ฉันปฏิบัติตาม
5. ผู้นำส่งเสริมให้ฉันพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้น

ตัวชี้วัด

Clan Culture (CCL) (Cameron & Quinn, 2011) - Organizational Culture Assessment Instrument (OCAI)

1. องค์กรของเรามีบรรยากาศเหมือนครอบครัวที่อบอุ่น
2. พนักงานในองค์กรมีความผูกพันและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
3. องค์กรของเราเน้นการทำงานเป็นทีมและการมีส่วนร่วม
4. ผู้นำในองค์กรให้ความสำคัญกับการพัฒนาและเอาใจใส่พนักงาน
5. ความสำเร็จขององค์กรวัดจากความพึงพอใจและการพัฒนาของพนักงาน

ตัวชี้วัด

3. Task Complexity (CPX) (Morgeson & Humphrey, 2006) - Work Design Questionnaire

1. งานของนั้นต้องใช้ทักษะและความรู้เฉพาะทางในระดับสูง
2. งานของนั้นมีความซับซ้อนและยากต่อการเข้าใจ
3. งานของนั้นต้องการการวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อน
4. งานของนั้นต้องการความเชี่ยวชาญหลายด้านมาประสานกัน
5. งานของนั้นมีความหลากหลายและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ตัวชี้วัด

4. Employee Task Performance (TP) (Williams & Anderson, 1991)

1. ฉันทปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอย่างครบถ้วน
2. ฉันทบรรลุเป้าหมายการทำงานที่กำหนดไว้
3. ฉันทรักษามาตรฐานคุณภาพของงานที่คาดหวัง
4. ฉันทใช้ทรัพยากร (เช่น เวลา, งบประมาณ, วัสดุ) อย่างคุ้มค่าในการทำงาน
5. ฉันทดำเนินงานหลักของตำแหน่งได้อย่างดีเยี่ยม

การกำหนดกรอบแนวความคิด

ใน SEM กรอบทางทฤษฎี (theoretical framework, TF) กับกรอบแนวความคิด (conceptual framework, CF) อาจเป็นสิ่งเดียวกัน

TF คือการเชื่อมโยงของแนวคิดและทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและพิสูจน์มาแล้ว ใช้เป็นกรอบอ้างอิงในการอธิบาย ปรับใช้หรือทำนายปรากฏการณ์บางอย่าง เป็นรากฐานทางทฤษฎีที่แข็งแกร่ง

CF มักจะมีความยืดหยุ่นมากกว่าเพราะมีตัวแปรที่นักวิจัยสร้างขึ้นเองจากผลการสังเคราะห์ความคิด ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติและตัวแปรตามทฤษฎีอื่นเป็นผลการทบทวนวรรณกรรมปะปนกันเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยนั้น โดยจะโยงตัวแปรตามความรู้จากการทบทวนวรรณกรรมผ่าน literature work และ/หรือ in-depth interview

การกำหนดกรอบแนวความคิด

ตัวแปรแฝงหนึ่ง ๆ มีเรื่องราวหลายด้าน (dimension, sub-domain, sus-sub-domain) ซึ่งความรู้ของตัวแปรระดับ domain มักเป็นที่รู้จักกันทั่วไปอยู่แล้วเพราะมีผู้เขียนเป็นตำรากันไปแล้วทั้งมีงานวิจัยศึกษามุมกว้างกันเป็นจำนวนมาก

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่และใช้งานได้จริงและวัดได้เจาะลึกเราจึงเลือกใช้ sub-construct หรือ sub-sub-construct เป็นตัวแปรในกรอบ เรียกกรอบใหม่นี้ว่ากรอบการวิจัย (research framework, RF)

การประเมินคุณภาพเครื่องมือ

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงการประเมินคุณภาพเครื่องมือ (measurement assessment) ซึ่งปะปนกันระหว่าง

1. สิ่งที่ต้องทำก่อนแจกแบบสำรวจ (ex ante) คือความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และอคติวิธีการเดียวกัน (common method bias) ซึ่งกระทำ/พิจารณา/ทบทวน/ไตร่ตรองในระหว่างการพัฒนามาตรวัดหรือก่อนที่จะได้รับมาตรวัดฉบับจริง
2. สิ่งที่ต้องกระทำหลังจากได้รับแบบสำรวจตอบกลับ (post ante) คือความตรงเชิงเหมือน (convergent validity) ความตรงเชิงจำแนก (discriminant validity) ความเที่ยง (reliability) และการทดสอบความแกร่ง (robustness test)

Construct validity

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

Construct validity ประกอบด้วย ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความตรงเชิงเหมือน (convergent validity) และความตรงเชิงจำแนก (discriminant validity)

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นการประเมินว่าเครื่องมือวัด (เช่น แบบสอบถาม) นั้นครอบคลุมเนื้อหาสาระหรือองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างครบถ้วนและเหมาะสมหรือไม่ หรือข้อคำถามเหล่านี้เป็นตัวแทนที่ดีของแนวคิดที่เรา กำลังศึกษาอยู่จริงหรือเปล่า?

กิจกรรมหลักของการดำเนินการด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามีดังต่อไปนี้

1. การกำหนดแนวคิดหลักและมิติย่อย (defining constructs and dimensions)

1) การนิยามเชิงแนวคิด (conceptual definition) ของตัวแปรแฝง (construct/latent variable/trait) ที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมขอบเขตและลักษณะเฉพาะของแนวคิดนั้นอย่างละเอียด

2) การระบุมิติย่อย (dimension identification) ให้แตกตัวแปรแฝงออกเป็นมิติย่อย (dimensions หรือ Sub-domain หรือ sub-sub-domain) ที่ชัดเจนและเป็นอิสระต่อกัน พร้อมนิยามเชิงแนวคิดสำหรับแต่ละมิติย่อยเพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือวัดจะครอบคลุมมิติย่อยนั้น

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

2. การสร้างและคัดเลือกข้อคำถามเบื้องต้น (initial item generation and selection)

1) การสร้างคลังข้อคำถาม (item pool generation) คือสร้างข้อคำถามจำนวนมากที่สอดคล้องกับนิยามและ/หรือมิติย่อยที่กำหนดไว้ โดยอาจปรับปรุงจากเครื่องมือวัดที่มีอยู่แล้ว (adapt) หรือนำเครื่องมือที่มีอยู่และเผยแพร่แล้ว (adopt) มาใช้โดยตรง หรือสร้างใหม่โดยอิงจากแนวคิดและทฤษฎี หรือได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก หรือเดลิฟกับกลุ่มเป้าหมาย

2) การตรวจสอบเบื้องต้น (preliminary review) ของภาษาและความเหมาะสมของข้อคำถาม เพื่อความชัดเจน กระชับ ไม่กำกวม และสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

3. การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ (expert content validation)

1) การคัดเลือกคณะผู้เชี่ยวชาญ (expert panel selection) คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญสูงในเนื้อหาหรือประเด็นที่วิจัยในจำนวนที่เหมาะสม (เช่น 3-10 คน มักนิยมเลขคี่) เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่มีมุมมองหลากหลายและน่าเชื่อถือ

2) การเตรียมเอกสารสำหรับผู้เชี่ยวชาญ (preparation of expert materials) จัดเตรียมเอกสารที่จำเป็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เช่น วัตถุประสงค์การวิจัย นิยามเชิงแนวคิดของตัวแปรแฝงและมิติย่อยทั้งหมด (ถ้าใช้ทั้งโดเมน) แสดงข้อคำถามเบื้องต้นและคำแนะนำหรือแบบฟอร์มการประเมิน (เช่น เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้อง พื้นที่สำหรับข้อเสนอแนะ)

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

กระบวนการประเมิน (expert review process) ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินข้อคำถามแต่ละข้อโดยพิจารณา

- 1) ความสอดคล้อง/ความตรง (relevance/congruence) คือตรงตามนิยามหรือมิตีย่อยที่กำหนดหรือไม่ (ใช้สำหรับการคำนวณ IOC, CVR)
- 2) ความครอบคลุม (representativeness/coverage) ชุดข้อคำถามทั้งหมดครอบคลุมเนื้อหาหรือทุกมิตีย่อยของตัวแปรแฝงอย่างครบถ้วนหรือไม่ มีส่วนใดขาดหายหรือซ้ำซ้อนกันมากเกินไปหรือไม่
- 3) ความชัดเจนของภาษา (clarity) ข้อคำถามใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่กำกวม ไม่มีการชี้นำ
- 4) ความเหมาะสมกับบริบท (appropriateness) ข้อคำถามเหมาะสมกับบริบท วัฒนธรรม และกลุ่มเป้าหมายหรือไม่
- 5) ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพ (qualitative feedback) ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ หรือเสนอการปรับแก้ข้อคำถามในทุกๆ ด้าน
- 6) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและการปรับปรุง (qualitative analysis & revision) นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาประกอบการพิจารณาอย่างละเอียด เพื่อปรับแก้ภาษา เพิ่ม/ลด/ปรับเปลี่ยนข้อคำถามให้มีความชัดเจน ครอบคลุม และสอดคล้องกับแนวคิดที่ต้องการวัดมากที่สุด

Item-Objective Congruence (IOC)

$$IOC_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n} \quad ; j = 1, 2, \dots, n \text{ (n = จำนวนผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือ); } i \text{ คือข้อถามที่ } i$$

X_{ij} = คะแนนจากการประเมินข้อถามที่ i ของผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือคนที่ j โดยที่ $X_{ij} = -1, 0, +1$

เกณฑ์ตัดสินใจคือ $IOC_{ij} \geq 0.50$

content validity ratio (CVR)

รูปแบบคำถามของ CNV จะเป็น multiple choice

ข้อถามนี้มีความจำเป็นต่อการวัดตัวแปร ... (ชื่อตัวแปรแฝง) หรือไม่? ตัวเลือก (เลือกได้ 1 ข้อเท่านั้น)

- จำเป็น (essential)
- มีประโยชน์แต่ไม่จำเป็น (useful but not essential)
- ไม่จำเป็น (not necessary)

แล้วนำเฉพาะคำตอบว่าจำเป็นไปใช้ การวัด CNV และ IOC ต้องทำตั้งแต่ขั้นออกแบบสอบถาม ทำก่อนการสำรวจจริง แต่การสร้าง marker variable เพื่อใช้วิเคราะห์ CMB จะทำในขั้นสำรวจจริง

Content Validity Ratio (CVR)

Content Validity Ratio--CVR (Lawshe, 1975) เป็นดัชนีที่วัดว่าข้อถามแต่ละข้อนั้นมีความจำเป็นต่อถามหรือไม่ โดยมากใช้ในการวัดความถนัดและในงานพัฒนามาตรวัด (scale development)

วิธีตัดสินใจคือมุ่งวัดว่ามีผู้เชี่ยวชาญเกินกว่าครึ่งหนึ่งเห็นว่าข้อคำถามนั้นจำเป็นมากแค่ไหน คำนวณโดยใช้สูตร

$$CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ N_e คือจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้คะแนน "จำเป็น" และ N คือจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ค่า CVR อยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 โดยที่

- 1) ค่าที่เป็นบวกแสดงว่า มีผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ (เกินครึ่ง) เห็นว่าข้อถามข้อนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมี
- 2) ค่าที่เป็นลบแสดงว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นว่าเป็น และ
- 3) ค่า 0 หมายถึงพอดีครึ่ง ๆ

ค่า CVR ก็คือร้อยละ เกณฑ์ตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เชี่ยวชาญ ถ้ากำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญ 15 คนขึ้นไปค่า CVR สามารถต่ำกว่า 0.5 ได้ ถ้าจำนวนผู้เชี่ยวชาญน้อยเกณฑ์คือ CVR ต้องมาก เช่นผู้เชี่ยวชาญ 10 คน

ค่า $CVR > 0.60$

2. ความตรงเชิงเหมือน (convergent validity)

ความตรงเชิงเหมือนหรือความตรงเชิงคู่เข้า (convergent validity) คือหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่ามาตรวัดของเรา มีความสัมพันธ์เชิงบวกที่แข็งแกร่งต่อกัน (คือคู่เข้า) สามารถประเมินได้ 2 วิธี

1. ข้อคำถามอื่น ๆ ภายในมาตรวัดเดียวกัน เมื่อมาตรวัดนั้นประกอบด้วยหลายข้อคำถามที่มุ่งวัดตัวแปรเดียวกัน เกณฑ์ตัดสินใจคือ item loading มีค่าสูงไม่ต่ำกว่า 0.707 และมีนัยสำคัญ และ $AVE \geq 0.50$

2. มาตรวัดอื่น ๆ ที่ได้รับการยอมรับว่าวัดตัวแปรเดียวกัน คือ multi-trait multi-method (MTMM) โดยมี หลักการคือวิธีการวัดที่ต่างกันควรจะให้ผลที่คล้ายกัน

ถ้าวัด Trait เดียวกันด้วยมาตรวัดคนละแบบให้คำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนน F-score จากแต่ละแบบ แล้วตัดสินใจด้วยเกณฑ์ตัดสินใจนี้คือ มาตรวัดต่างแบบมีความตรงเชิงเหมือนถ้าพบว่า $r \geq 0.50$ (Bagozzi & Yi, 1991) หรือ $r \geq 0.60$ (Hair et al., 2019) หรือ $r \geq 0.70$ (Fornell & Larcker, 1981)

คำว่า multi-trait แปลว่ามีหลายตัวแปรแฝง (latent variable, construct, trait) ให้นึกถึงตัวแปรในภาพกรอบ แนวความคิด แต่ในขั้นใช้งานเราดูเฉพาะตัวแปรแฝงตัวเดียวแต่วัดด้วยมาตรวัดหลายแบบ ผลลัพธ์คือความตรงเชิงเหมือน แต่ถ้าวัดพร้อมกันทุกตัวแปรแฝงในกรอบแนวความคิดและแต่ละตัวแปรแฝงวัดด้วยมาตรวัดหลายแบบ ผลลัพธ์จะเป็นการวัดได้ทั้งความตรงเชิงเหมือนและความตรงเชิงจำแนกในเวลาเดียวกัน

multi-trait multi-method (MTMM)

mono-trait hetero-method **ลักษณะ** hetero-trait hetero-method **ลักษณะ**

	Trait A			Trait B		
	m1	m2	m3	m1	m2	m3
Am1	1.00					
Am2	0.65	1.00				
Am3	0.62	0.68	1.00			
Bm1	0.25	0.20	0.18	1.00		
Bm2	0.22	0.28	0.24	0.70	1.00	
Bm3	0.20	0.23	0.26	0.68	0.72	1.00

Multi-trait multi-method (MTMM) (Campbell and Fiske, 1959)

ใน MultiTrait-MultiMethod (MTMM) คำว่า Trait คือสิ่งที่ต้องการวัดเช่น ความซึมเศร้า ทักษะสติ ความมั่นใจ Multitrait คือวัดหลายเรื่องไปพร้อม ๆ กัน เรื่องเหล่านั้นมักจะเกี่ยวข้องกัน เช่นวัดความฉลาด ความจำ ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อพิสูจน์ว่าแบบวัดมีความแม่นยำ วัดได้ตรงเรื่อง ไม่ใช่วัดไปวัดเรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องนั้น เป้าหมายคือการตรวจสอบ discriminant validity

Multi-trait multi-method (MTMM)

Multi-Method หมายถึงวิธีการที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 วิธีในการเก็บข้อมูลหรือวัดค่าข้อมูลของ **Construct/trait** นั้นๆ ตัวอย่างกรณีที่วัดตัวแปรแฝงตัวเดียวแต่สามารถอาจวัดด้วยมาตรวัดแบบต่าง ๆ กันคือ **Self-administered questionnaire/self-report questionnaire** (แบบสอบถามตอบด้วยตนเอง/แบบสอบถามรายงานตนเอง) เช่น แบบสอบถามแบบ **Likert scale**

Observer rating (การให้คะแนนโดยผู้สังเกต) เช่น บุคคลภายนอกให้คะแนนพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงาน

Physiological measure (การวัดทางสรีรวิทยา) เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ การนำไฟฟ้าของผิวหนัง

Behavioral Task (งาน/พฤติกรรมที่สังเกตได้) เช่น จำนวนครั้งที่อาสาสมัครช่วยเหลือผู้อื่น การซื้อข้า
ทำทาง ภาษากาย

Archival Data (ข้อมูลจากเอกสาร/บันทึก) เช่น จำนวนวันลาป่วยจากบันทึกบริษัท

Multi-trait multi-method (MTMM)

ดังนั้น MTMM จึงเป็นระเบียบที่แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง F-score ของ method ภายใน Trait (สมมุติว่ามี 2 trait (เช่น A, B) และในแต่ละ trait มี 3 method (เช่น m1, m2, m3) ก็จะได้ระเบียบขนาด 6 x 6 ของ Am1, Am2, Am3, Bm1, Bm2, Bm3 ซึ่งแสดงสหสัมพันธ์ระหว่างกัน สหสัมพันธ์ระหว่าง method ควรมีค่าสูงแต่ สหสัมพันธ์ระหว่าง trait ควรมีค่าต่ำ ตาราง MTMM จึงใช้แสดงผลทั้ง convergent validity และ discriminant validity ไปในเวลาเดียวกัน

3. ความตรงเชิงจำแนก (discriminant validity)

ความตรงเชิงจำแนก (Discriminant validity) คือหลักฐานที่แสดงว่ามาตรวัดของตัวแปรแฝงหนึ่ง ไม่มีความสัมพันธ์กันมากเกินไปกับมาตรวัดของตัวแปรแฝงอื่นๆ ที่ควรจะแตกต่างกัน หรืออีกนัยหนึ่งคือ ความสามารถของเครื่องมือวัดในการแสดงให้เห็นว่ามันวัดแนวคิดที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน และแยกแยะออกจากแนวคิดอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง (Campbell & Fiske, 1959)

เกณฑ์การตัดสินใจของความตรงเชิงจำแนก

วิธีที่ 1: Fornell-Larcker Criterion (1981)

$\sqrt{AVE} \geq \text{Corr}(X,Y)$ โดยที่ X และ Y คือ F-score ของตัวแปรแฝง \sqrt{AVE} คือรากที่สองของ average item reliability (คือ average item correlation) ของตัวแปรแฝง

วิธีที่ 2 Heterotrait-Monotrait ratio

$HTMT \leq 0.85$ (เข้มงวด) หรือ $HTMT \leq 0.90$ (ผ่อนปรน) ถ้ามากกว่านี้ให้ไปตรวจสอบที่ตาราง cross loading แล้วตามหาตัวชี้วัดที่ก่อให้เกิดปัญหา

วิธีที่ 3 Cross loading

คือการที่ตัวชี้วัดของตัวแปรแฝงหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับ F-score ของตัวแปรแฝงของมันเองสูงกว่ามีสหสัมพันธ์กับ F-score ของตัวแปรแฝงอื่น

ถ้าตัวชี้วัดของตัวแปรแฝงหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับ F-score ของตัวแปรแฝงอื่นสูงกว่าสหสัมพันธ์กับ F-score ของตัวแปรแฝงของตนเองแปลว่ามีปัญหา discriminant validity ให้พิจารณาตัดตัวชี้วัดนั้นทิ้ง (ตรวจสอบก่อนว่าเป็นตัวชี้วัดสำคัญหรือไม่)

Heterotrait-Monotrait ratio

$$\underbrace{\text{HTMT}_{ij} = \frac{1}{K_i K_j} \sum_{g=1}^{K_i} \sum_{h=1}^{K_j} r_{ig,jh}}_{\substack{\text{average} \\ \text{heterotrait-} \\ \text{heteromethod}}} \div \underbrace{\left(\frac{2}{K_i (K_i - 1)} \cdot \sum_{g=1}^{K_i-1} \sum_{h=g+1}^{K_i} r_{ig,ih} \cdot \frac{2}{K_j (K_j - 1)} \cdot \sum_{g=1}^{K_j-1} \sum_{h=g+1}^{K_j} r_{jg,jh} \right)^{\frac{1}{2}}}_{\substack{\text{geometric mean of the average monotrait-heteromethod} \\ \text{correlation of construct } \xi_i \text{ and the average} \\ \text{monotrait-heteromethod correlation of construct } \xi_j}}$$

$$\text{HTMT2}_{ij} = \frac{\overbrace{\sqrt{\prod_{g=1}^{K_i} \prod_{h=1}^{K_j} r_{ig,jh}}}^{\substack{\text{geometric mean of indicator} \\ \text{correlations between } \xi_i \text{ and } \xi_j}}}{\sqrt{\underbrace{\frac{K_i^2 - K_i}{2} \sqrt{\prod_{g=1}^{K_i-1} \prod_{h=g+1}^{K_i} r_{ig,ih}}}_{\substack{\text{geometric mean of indicator} \\ \text{correlations within } \xi_i}} \cdot \underbrace{\frac{K_j^2 - K_j}{2} \sqrt{\prod_{g=1}^{K_j-1} \prod_{h=g+1}^{K_j} r_{jg,jh}}}_{\substack{\text{geometric mean of indicator} \\ \text{correlations within } \xi_j}}}}$$

ความเที่ยง (reliability)

ความเที่ยง (reliability) คือ ระดับที่เครื่องมือวัดสามารถให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้อง (consistent) หรือคงที่ (stable) เมื่อทำการวัดซ้ำๆ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ไม่ว่าจะวัดด้วยเครื่องมือเดียวกัน วัดโดยคนเดียวกัน วัดโดยคนต่างกัน หรือวัดในเวลาที่แตกต่างกัน

ถ้าเครื่องมือมีความน่าเชื่อถือสูง หมายความว่าหากเราใช้เครื่องมือนี้วัดสิ่งเดิมซ้ำๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก (คือคงที่) หรือมีความคลาดเคลื่อน (measurement error) ต่ำ

หลักพิจารณาคือ

1. ความสอดคล้อง (consistency) คือข้อถามทั้งหมดนั้นวัดเรื่องเดียวกัน เช่นวัดความซึมเศร้าก็วัด ความหดหู่ ท้อแท้ เศร้า หงุดหงิดง่าย คือวัดไปในเรื่องทำนองนี้ให้สอดคล้องเป็นเรื่องราวเดียวไปจนครบ ถ้าวัดความวิตกกังวล ความเครียด ความเหงา ความเหนื่อยล้าทางอารมณ์ ก็วัดเรื่องพวกนั้นไปจนจบ สังเกตว่า 5 ปัจจัยนี้ใกล้เคียงกัน แต่ไม่ใช่เรื่องเดียวกัน วัดเรื่องของตัวเองไปจนจบเรียกว่าความสอดคล้องภายใน เป็น multitrait

2. ความคงที่ (stability) ผลลัพธ์ของมาตรวัดเดิมไม่ควรเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา หรือผู้ทำหน้าที่วัด (rater) หรือผู้ตอบ (respondent)

3. ความแม่นยำ (precision) เครื่องมือวัดสามารถวัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ความเที่ยง (reliability)

ความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ใช้วัดว่าตัวชี้วัดที่ใช้วัด Construct เดียวกันมีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด อธิบายได้ดังนี้

แนวคิดคือ ใน Classical Test Theory ถือว่า Observed Score = True Score + Error ย่อเป็น $X = T + e$ ถ้า item คือ X's วัด construct เดียวกัน item เหล่านั้นควรวัด true score เดียวกัน (ก็คือสอดคล้องกัน) ซึ่งถ้าวัดได้สอดคล้องกันก็แสดงว่า error ต่ำ ผลลัพธ์คือมีความเที่ยงสูง

มาตรวัดที่มีความสอดคล้องภายในสูงคือมาตรวัดที่ทำให้ผู้ตอบที่มีระดับบุคลิกภาพ (ความพึงพอใจ ทัศนคติ การเห็นความสำคัญ การใช้ประโยชน์ ความชอบ การปฏิบัติ) สูงจะให้คะแนนสูงทุกข้ออย่างสอดคล้องกัน และผู้ตอบที่มีระดับบุคลิกภาพต่ำจะให้คะแนนต่ำทุกข้ออย่างสอดคล้องกัน

สรุปว่าถ้ามาตรวัดมีความสอดคล้องภายในสูงแสดงว่ามาตรวัดนั้นวัดสิ่งเดียวกันได้ มีความสอดคล้องภายในสูงแปลว่ามีความเที่ยงสูง

วิธีวัดความสอดคล้องภายใน

$$1. \text{Cronbach's alpha} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_i^n s_i^2}{s_Y^2} \right)$$

โดยที่ $\sum_i^n s_i^2$ คือยอดรวมความผันแปรรายข้อ s_Y^2 คือความผันแปรของคะแนนรวมทั้งหมด $\frac{k}{k-1}$

คือ Spearman-Brown correction factor

1) ถ้าคะแนนรายข้อในหมวดเดียวกันสอดคล้องกัน เช่นมีคะแนนสูงเหมือนกัน (เช่น ลูกค้าที่รักดีจะตอบ
มาตรวัดความรักดีสูงทุกข้อ)หรือต่ำเหมือนกัน (เช่น ลูกค้าที่ไม่รักดีรักดีจะตอบมาตรวัดความรักดีต่ำทุกข้อ)

ถ้าคะแนนรายข้อในหมวดเดียวกันสอดคล้องกัน เช่นมีคะแนนสูงเหมือนกัน ผลคือความผันแปรจะต่ำ ต่ำกว่า

ความผันแปรของยอดรวมความผันแปรรายข้อ ผลคือ $s_Y^2 > \sum_i^n s_i^2$ มีผลให้ $\left(1 - \frac{\sum_i^n s_i^2}{s_Y^2} \right)$ มีค่าสูง

2) ถ้าคะแนนรายข้อในหมวดเดียวกันไม่สอดคล้องกัน เช่นมีคะแนนสูงบ้างต่ำบ้างปน ๆ กัน ความผันแปร

ร่วมระหว่างคะแนนรายข้อจะต่ำทำให้ $s_Y^2 < \sum_i^n s_i^2$ มีผลให้ $\left(1 - \frac{\sum_i^n s_i^2}{s_Y^2} \right)$ มีค่าต่ำ (ติดลบได้ ค่าติดลบ

แสดงว่าไม่สอดคล้องกันกันอย่างยิ่ง ความเที่ยงต่ำอย่างยิ่ง)

วิธีวัดความสอดคล้องภายใน

2. Split-Half Reliability แบ่งชุดข้อคำถามออกเป็นสองส่วน (เช่น ข้อคู่-ข้อคี่) แล้วนำคะแนนที่ได้จากสองส่วนมาหาหาคะแนน หรือหาค่า F-score แล้วหาค่าสหสัมพันธ์ จะได้ r_{half} แล้วหาค่าความเที่ยงด้วยสูตร Spearman-Brown Prophecy Formula คือ

$$\text{Spearman-Brown Reliability} = \frac{n \cdot r}{1 + (n-1)r}$$

ถ้าทำเป็น 2 ครั้งจะได้ $n = 2$ และพบว่า

$$\text{Reliability} = \frac{2r_{\text{half}}}{1 + r_{\text{half}}}$$

วิธีนี้ไม่นิยมเท่า Cronbach's Alpha เพราะผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับวิธีการแบ่งครึ่ง

3. Correlation based reliability ใช้วิธีของ Spearman-Brown Prophecy Formula โดยถือว่าแบ่งข้อถาม k ข้อ

เป็น k กลุ่ม แล้วหาค่าสหสัมพันธ์ของข้อถามที่ละคู่รวม $\frac{k(k-1)}{2}$ คู่ แล้วหาค่าเฉลี่ยได้ \bar{r} สูตรความเที่ยงคือ

$$\text{Reliability} = \frac{k\bar{r}}{1 + (k-1)\bar{r}}$$

วิธีวัดความสอดคล้องภายใน

3. Composite Reliability (CR) นิยมใช้ใน Structural Equation Modeling (SEM) CR เป็นค่าที่คล้ายคลึงกับ Cronbach's Alpha แต่จะดีกว่าเมื่อใช้ใน SEM เพราะ CR จะคำนึงถึง Factor Loading ของแต่ละ Item ด้วย (ซึ่ง Cronbach's Alpha จะถือว่าทุก Item มีน้ำหนักเท่ากัน)

$$\rho_c = \frac{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)^2}{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)^2 + \sum_{i=1}^k (1 - \lambda_i^2)} \quad (\text{Jöreskog, 1971})$$

กรณีตัวแปรแฝงมีตัวชี้วัด k ตัว แต่ถ้า $k = 1$ จะพบว่า

$$\rho_c = \lambda_i^2 \text{ เรียกว่า item reliability}$$

$$\rho_a = (\hat{W}' \hat{W})^2 * \frac{\hat{w}' (S - \text{diag}(S)) \hat{w}}{\hat{w}' (\hat{w} \hat{w}' - \text{diag}(\hat{w} \hat{w}')) \hat{w}} \quad (\text{Dijkstra \& Henseler, 2015})$$

โดยที่ $w = \text{estimated weight}$,

$S = \text{correlation matrix}$ ของตัวชี้วัดในตัวแปรแฝงนั้น

พิสูจน์สูตร CR

จาก $X = T + e$ เมื่อ X เป็นค่าสังเกต T เป็นค่าจริง e เป็น measurement error T และ e อิสระ

ต่อกัน และนิยามของความเที่ยงคือ $\text{Reliability} = \frac{V(T)}{V(X)}$

ใน SEM ซึ่งตัวแปรแฝงวัดด้วยตัวชี้วัดหลายตัว คือเป็น Composite measure

$$X = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_k$$

และโดยที่สมการการวัดคือ $Y_i = \lambda_i T + e_i$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} 1. X &= Y_1 + Y_2 + \dots + Y_k = (\lambda_1 T + e_1) + (\lambda_2 T + e_2) \dots + (\lambda_k T + e_k) \\ &= (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)T + (e_1 + e_2 + \dots + e_k) \\ V(X) &= (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)^2 V(T) + [V(e_1) + V(e_2) + \dots + V(e_k)] \\ V(X) &= (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)^2 V(T) + [(1 - \lambda_1^2) + (1 - \lambda_2^2) + \dots + (1 - \lambda_k^2)] \\ &= \sum_1^k \lambda_i^2 + \sum_1^k (1 - \lambda_i^2) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

2. Model assumption คือ Y_1, Y_2, \dots, Y_k ต่างก็เป็น standardized variable และเป็น perfect measures ของ T จะแตกต่างกันเฉพาะที่น้ำหนักคือ $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ จึงใช้ T แทน Y_i ดังนั้น

$$T = \lambda_1 T + \lambda_2 T + \dots + \lambda_k T$$

$$T = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)T \text{ (เป็นจริงเมื่อ } \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k = 1)$$

$$V(T) = V(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)T = (\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \dots + \lambda_k^2) = (\sum_1^k \lambda_i)^2 \quad \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น Reliability} &= \frac{V(T)}{V(X)} = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)^2}{(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)^2 V(T) + [(1 - \lambda_1^2) + (1 - \lambda_2^2) + \dots + (1 - \lambda_k^2)]} \\ &= \frac{(\sum_1^k \lambda_i)^2}{\sum_1^k \lambda_i^2 + \sum_1^k (1 - \lambda_i^2)} \end{aligned}$$

ความเที่ยง (reliability)

1. ความสอดคล้อง (consistency) คือมาตรวัดที่ทำให้ผู้ตอบที่มีระดับความพึงพอใจสูง ทัศนคติดี การเห็นความสำคัญมาก การใช้ประโยชน์เสมอ ความชอบมาก การปฏิบัติบ่อยครั้ง หรืออื่น ๆ สูงจะให้คะแนนสูงทุกข้อ และผู้ตอบที่มีระดับความพึงพอใจต่ำ ทัศนคติไม่ดี การไม่ค่อยเห็นความสำคัญมาก การไม่ค่อยใช้ประโยชน์ ความชอบย การปฏิบัติน้อยครั้ง หรืออื่น ๆ ต่ำ จะให้คะแนนต่ำทุกข้อ

2. ความคงที่ (Stability) หมายถึงมาตรวัด/เครื่องมือวัดที่นำไปวัดแล้วผลลัพธ์ไม่ควรเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือผู้ทำหน้าที่วัด

1) Test-Retest Reliability ผลการวัดซ้ำหลังจากผ่านมาระยะเวลาหนึ่งควรได้ผลใกล้เคียง

2) Inter-Rater Reliability การวัดด้วยผู้วัดคนละคนผลการวัดควรได้ผลใกล้เคียง

3. ความแม่นยำ (Precision) คือเครื่องมือวัดสามารถวัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

การทดสอบความแกร่ง (Robustness test)

Robustness Test (Sensitivity Analysis) คือการทดสอบความแข็งแกร่งของผลการวิจัย โดยทดสอบว่าผลลัพธ์ยังคงเหมือนเดิม หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงสมมติฐาน วิธีการวิเคราะห์ หรือข้อมูล

การทดสอบความแข็งแกร่งมุ่งตรวจสอบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลคงทน (robust) คือไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก (sensitive) หากมีการเปลี่ยนแปลงสมมติฐาน โครงสร้างโมเดล รูปแบบข้อมูล หรือวิธีการวิเคราะห์ เช่นจำนวนรอบ bootstrapping มีผลช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือ (Credibility) และความแข็งแกร่ง (Robustness) ของข้อสรุปการวิจัย

วิธีตรวจสอบความแกร่ง

การตรวจสอบความแกร่งของ SEM model มีหลายวิธี ให้ดูผลต่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และนัยสำคัญ (ไม่มีนัยสำคัญแปลว่าไม่ต่างกัน แสดงว่าแกร่ง) เราเน้นนัยสำคัญมากกว่าขนาดผลต่างของสัมประสิทธิ์

1. เปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ (alternative methods) เช่น PLS-SEM เป็น CB-SEM, PLS-SEM เป็น PROCESS macro, PLS-SEM เป็น MRA, Bootstrapping เป็น Permutation
2. ลบ outlier ที่เกี่ยวกับคง outlier เอาไว้ หรือเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เมื่อแก้ปัญหา outlier ต่างวิธี (เช่น trimming, Winzorizing)
3. split sample / subsample analysis อาจทำเป็น
 - 1) cross validation คือแบ่งขนาดตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มเท่ากันแล้วเปรียบเทียบกัน หรือแบ่งเป็น 2 กลุ่มไม่จำเป็นต้องเท่ากันแบบ training set (70-80%) กับ test set (20-30%) แล้วเปรียบเทียบกัน หรือแบ่งขนาดตัวอย่างเป็นหลายส่วน เช่น 5 ส่วน (5-fold) แต่ละส่วนแยกเป็น training set (70-80%) กับ test set (20-30%) แล้วเปรียบเทียบกัน ถ้าเสี่ยงส่วนใหญ่ (เกินครึ่ง) บอกว่าผลต่างไม่มีนัยสำคัญหรือค่าเฉลี่ยผลต่างต่ำกว่า 0.10 ให้สรุปว่าแกร่ง
 - 2) Temporal Split แบ่งตามเวลาเก่า-ใหม่

วิธีตรวจสอบความแกร่ง

4. **Multi-Group Analysis (MGA)** แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะทางประชากร เช่น เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ หรืออายุกิจการ จำนวนพนักงาน กรณีหน่วยวิเคราะห์เป็นองค์การ

การเปรียบเทียบอาจเปรียบเทียบตามตัวแปรกลุ่มที่กำหนดนี้ หรือระหว่างวิธีวิเคราะห์คือ bootstrapping กับ permutation

5. **Alternative Model Specifications** เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแบบระหว่างเมื่อไม่มีตัวแปรควบคุม กับเมื่อมีตัวแปรควบคุม เมื่อมีกับไม่มีตัวแปรคั่นกลาง เมื่อเปลี่ยน/เพิ่ม/ลดตัวแปรคั่นกลาง

6. ความเปลี่ยนแปลงลด/ไม่ลดตัวชี้วัด (เราสามารถคงตัวชี้วัดที่มีค่า loading ต่ำกว่า 0.707 แต่ไม่ต่ำกว่า 0.50 เอาไว้ได้ แต่ถ้าเคร่งครัดก็ทิ้งตัวชี้วัดเหล่านั้นไป) แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์

7. **Bootstrapping Stability** เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง bootstrapping 5,000 รอบกับ 10,000 รอบ 15,000 รอบ 20,000 รอบ

วิธีตรวจสอบความแกร่ง

8. ยืนยันว่าโมเดลไม่มีปัญหา endogeneity รีวิวเวอร์บางคนอาจถามเรื่องนี้ การตรวจสอบ endogeneity (คือตัวแปรตามขาดความตาม คือข้อตกลงว่า $E(Xe) = 0$ ไม่เป็นจริง) ให้อาศัยผลการทดสอบ Gaussian copula (GC) ซึ่งเป็นเมนูหนึ่งของ Smart PLS4

ใน GC สมมุติฐานคือ H_0 : no endogeneity vs H_1 : มี Endogeneity ถ้ามีนัยสำคัญคือพบว่ามีปัญหา endogeneity เรามีแนวทางแก้ปัญหาดังนี้

1) เพิ่ม Reverse Causation แต่ต้องพิจารณาตรรกะ ทบทวนวรรณกรรม หรือทำ in-depth interview ก่อนว่ามีเหตุผลรองรับ Reverse Causation หรือไม่ ถ้ามีอาจต้องปรับโมเดลเป็น non-recursive model หรือ

2) เพิ่ม Controlled Variables ต้องทบทวนวรรณกรรมว่ามีตัวแปรอะไรที่อาจส่งผลกระทบต่อปัจจัยผลลัพธ์แต่ถูกละเลย แล้วเพิ่มเข้าไปตัวแบบ ถ้าเพิ่มแล้ว GC กลายเป็นไม่ sig แสดงว่าแก้ปัญหาคือได้ และ path coefficient ที่ได้จะน่าเชื่อถือมากขึ้น

9. ตรวจสอบความแตกต่างของ Q^2 ระหว่างตัวแบบใน data split ในข้อ 3. ข้างต้น

วิธีตรวจสอบความแกร่ง

ปัญหา Endogeneity เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น

1. การไม่นำตัวแปรสำคัญเข้าสู่ตัวแบบ (Omitted Variable Bias) แม้ว่าจะไม่นำตัวแปรสำคัญเข้าสู่ตัวแบบก็เป็นตัวแปรอิสระนอกตัวแบบแต่ก็ยังส่งผลกระทบท่อตัวแปรตามอยู่ ซึ่งวัดได้จากค่าส่วนเหลือ (residual, e)
2. ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามต่างมีอิทธิพลต่อกัน เรียกว่า simultaneity หรือ Reverse Causality เช่น

Job Satisfaction \longleftrightarrow Job Performance

3. ความคลาดเคลื่อนจากการวัดตัวแปรอิสระ (Measurement Error) สมมติว่าเรามีโมเดล $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$ และ X ถูกวัดอย่างคลาดเคลื่อนเป็น $X^* = X + u$ (โดย u คือ Measurement Error) หาก u มีความสัมพันธ์กับ ϵ ก็ จะเกิด Endogeneity ได้

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

1. Aggregation Bias

aggregation bias คือปัญหาที่เกิดจากการนำข้อมูลจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแทนองค์การอาจเป็นระดับพนักงานมารวมเป็นข้อมูลชุดเดียวกันแล้วใช้วิเคราะห์ตัวแบบตามปกติ ซึ่งเป็นสถานการณ์ของ Multilevel model แต่วิเคราะห์ด้วยข้อมูลระดับบุคคล

สถานการณ์ก็คือนักวิจัยใช้องค์การเป็นหน่วยวิเคราะห์ เช่น โรงเรียน พื้นที่ปลายทาง สถานประกอบการ โดยลุ่มตัวอย่างองค์การ (ต่อไปจะเรียกว่ากลุ่ม) มาจำนวนหนึ่ง แล้วลุ่มหรือเจาะจงเลือกผู้รู้เรื่องราวขององค์การเป็นผู้ให้ข้อมูลตามแบบสอบถามที่กำหนด (ต่อไปจะเรียกว่า case) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ตัวแบบหรือกรอบแนวความคิด เป็นการทำการวิจัยผิดพลาดในชั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เรียกว่า aggregation bias

- หมายเหตุ**
1. จำนวนองค์การที่เหมาะสมคือไม่ต่ำกว่า 50 องค์การ ถ้าเป็นไปได้ไม่ควรต่ำกว่า 200 องค์การ
 2. จำนวนผู้ให้ข้อมูลแทนองค์การขั้นต่ำคือแห่งละ 5 คน จำนวนที่เหมาะสมคือ 20-30 คน

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

1. Aggregation Bias

ข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเพราะผู้ให้ข้อมูล (case) ในแต่ละกลุ่มอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เช่น บริษัทเดียวกัน ทีมเดียวกัน วัฒนธรรมองค์กรเดียวกัน ค่านิยมร่วมเดียวกัน วิสัยทัศน์ของผู้นำเดียวกัน ฯลฯ ผู้ให้ข้อมูลของกลุ่มเดียวกันจึงมีปัจจัยร่วมกันที่ทำให้มีความคิด ทักษะคติ ความมุ่งมั่น ฯลฯ ร่วมกัน case จึงไม่อิสระต่อกัน (นึกถึง excel sheet ที่แถวคือผู้ให้ข้อมูล คอลัมน์คือตัวแปร) ดังนั้นตัวแปรต่างๆ ของผู้ให้ข้อมูลในกลุ่มเดียวกันจะมี SD ต่ำ ซึ่งถ้าเรามองในทุกกลุ่มรวมกันก็คือ mean square within group (MSW) จะมีค่าต่ำด้วย

$$MSW = \frac{1}{n-k} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_j)^2$$

เมื่อ n คือขนาดตัวอย่างทุกกลุ่มรวมกัน n_j คือขนาดตัวอย่างในกลุ่ม

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

1. Aggregation Bias

ผลที่ตามมาคือ $t = \frac{\hat{\beta}_i}{se_{\hat{\beta}}}$ สำหรับ MRA/SEM มีค่าสูง ทำให้สมมติฐานวิจัยมีนัยสำคัญเสมอทั้ง ๆ ที่อาจไม่มีนัยสำคัญ (เรื่องนี้ตรงข้ามกับปัญหา multicollinearity ที่ $se_{\hat{\beta}}$ จะมีค่าสูงทำให้ t สำหรับ MRA/SEM มีค่าต่ำ และสมมติฐานการวิจัยจะไม่มีนัยสำคัญทั้ง ๆ ที่อาจมีนัยสำคัญ) ผลที่ตามมาคือการแปลผลและสรุปผลการวิจัยผิด (ecological fallacy)

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

1. Aggregation Bias

วิธีแก้ปัญหา

1. ให้วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Multilevel analysis (MLM) หรือ
2. แปลงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย กล่าวคือในแต่ละกลุ่ม (เรียกว่า level 2 หรือ panel) ให้คำนวณหาค่าเฉลี่ยของทุกตัวชี้วัดในทางแถว เช่นบริษัท ก ให้ตอบแบบสอบถาม 3 คน ก็ให้เอาข้อมูลของทุกคนมาเฉลี่ยเรียงตามตัวแปรคราวนี้ 1 กลุ่มจะมีเพียง 1 case ที่มีข้อมูลตัวชี้วัดเป็นค่าเฉลี่ย แล้วนำข้อมูลใหม่นี้ไปวิเคราะห์ตัวแบบ การทำแบบนี้ไม่ใช่ composite score และ aggregate score แต่วิเคราะห์ตัวแบบ 1-1-1 ได้

ตรงจุดนี้จึงเห็นเหตุผลว่า 1) เหตุที่ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มไว้ว่าไม่ต่ำกว่า 200 และต่ำที่สุดต้องไม่ต่ำกว่า 50 กลุ่มเพราะจำนวนกลุ่มจะกลายเป็นจำนวน case ที่ $n \geq 200$ และต่ำที่สุดคือไม่น้อยกว่า 50) เหตุที่ต้องกำหนดจำนวน case ไว้ว่าไม่ต่ำกว่า 20-30 หน่วยหรือในกรณีที่เข้าถึงหน่วยสำรวจได้ยากก็ควรใช้ไม่น้อยกว่า 5 หน่วย เพราะเราต้องการความผันแปรระหว่างหน่วย ไม่ควรใช้ 1 หน่วยเพราะจะเกิดปัญหา CMB เว้นแต่เป็นบุคคลสำคัญขององค์การที่รู้ทุกเรื่องในแบบสอบถาม

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

1. Aggregation Bias

วิธีตรวจสอบ Aggregation bias

1. จาก dataset เดิม รัน one-way ANOVA เพื่อทดสอบ

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ vs $H_1: \mu_i$ not all equal

ตัวทดสอบคือ $F = \frac{MSB}{MSW}$, $df = k-1, n-k+1$

ถ้าไม่มีนัยสำคัญคือยอมรับ $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ แสดงว่ากลุ่มต่าง ๆ (เช่นองค์กร) มีค่าเฉลี่ยไม่ต่างกัน จึงสามารถนำข้อมูลมาองรวมเป็นข้อมูลชุดเดียวกันได้และรัน SEM/MRA ได้ตามปกติ

ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่ากลุ่มต่าง ๆ (เช่นองค์กร) มีค่าเฉลี่ยต่างกัน หมายความว่าบุคคลที่อยู่ในกลุ่มหนึ่งจะมีค่าของตัวแปรคล้ายกันมากกว่าเมื่อเทียบกับบุคคลที่อยู่ในกลุ่มอื่น เรียกว่า clustering ห้ามนำข้อมูลระดับ 1 (บุคคล) มาองรวมกันเพื่อรัน SEM/MRA

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

1. Aggregation Bias

2. คำนวณค่า intraclass correlation $ICC(1) = \frac{\hat{\sigma}_b^2}{\hat{\sigma}_b^2 + \hat{\sigma}_w^2}$

$$\text{โดยที่ } \hat{\sigma}_w^2 = MSW \text{ และ } \hat{\sigma}_b^2 = \frac{MSB - MSW}{n_j}$$

ถ้าขนาดกลุ่ม n_j ต่างกันให้คำนวณค่า pooled n_j เรียกว่า n_0 มาใช้แทน n_j โดยที่

$$n_0 = \frac{n - \sum_{j=1}^k \frac{n_j^2}{n}}{k-1}$$

ถ้า $ICC(1) \ll 0.20$ แสดงว่าไม่มีปัญหา clustering สามารถใช้ level 1 dataset วิเคราะห์ตัวแบบได้

หมายเหตุ ให้ทำการทดสอบข้างต้นนี้กับทุกตัวแปร ถ้าเป็นตัวแปรแฝงให้หาค่า F-score แล้วแปลงเป็น Z-score

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

1. Aggregation Bias

สรุปการวิเคราะห์ SEM/MRA ในสถานการณ์ MLM

1. รันเพื่อตรวจสอบ validity และ reliability โดยใช้ dataset เดิม (ระดับบุคคล)
2. ประมาณค่าตัวแบบ SEM จากทางเลือกต่อไปนี้
 - 1) ทำตาม Multilevel modeling ถ้ามีจำนวนกลุ่มมากพอคือไม่น้อยกว่า 30-50 กลุ่ม
 - 2) ถ้าไม่มี clustering อาจเลือกวิเคราะห์โดย (1) ใช้ข้อมูลระดับ 1 รันตัวแบบ หรือ (2) ใช้ group mean dataset ก็ได้
 - 3) ถ้ามี clustering คือข้อมูลใน panel เดียวกันเกาะกันเหนียวแน่นกว่ากับกลุ่มอื่นอาจเลือกวิเคราะห์โดยใช้ group mean dataset รันตัวแบบเมื่อไม่อาจทำ Multilevel modeling ได้เนื่องจากจำนวนกลุ่มน้อยกว่า 10 กลุ่ม

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

2. Endogeneity

Endogeneity คืออะไร? Endogeneity คือปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อ Error Term (หรือ Residual) กับตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาต่อไปนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมีค่าสูงเกินจริงหรือต่ำเกินจริง (over-estimated/under-estimated)
2. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย inconsistent แม้เพิ่มขนาดตัวอย่างก็ยังคงไม่ดีขึ้น
3. การสรุปเชิงสาเหตุผิดพลาด
 - 1) ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเป็นสาเหตุของกันและกันและกันไม่ใช่สาเหตุตามสมมุติฐาน
 - 2) omitted variable bias ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์คลาดเคลื่อนเพราะมีอิทธิพลของตัวแปรที่ไม่ระบุปะปนเข้าไปในข้อมูลของตัวแปรอิสระ
 - 3) ถ้าไม่ควบคุมปัญหา endogeneity ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยจะสูงหรือต่ำเกินจริง

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

2. Endogeneity

ปัญหา Endogeneity เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น:

1. ไม่ได้รวมตัวแปรสำคัญ (omitted variable bias: OVB) ไว้ในตัวแบบ เช่น "ความชอบในสุขภาพโดยส่วนตัว (W)" (ตัวแปรที่ถูกละทิ้ง) มีความสัมพันธ์กับ "การออกกำลังกาย (Y)" (คนที่ชอบสุขภาพก็มักจะออกกำลังกาย) "ความชอบในสุขภาพโดยส่วนตัว" (ตัวแปรที่ถูกละทิ้ง) ก็มีความสัมพันธ์กับ "สุขภาพ (X)" (คนชอบสุขภาพก็มีสุขภาพดีกว่า)

ตัวแปรนี้สามารถสัมพันธ์กับทั้ง X และ Y ถ้าสัมพันธ์กับ Y เมื่อไม่ถูกนำเข้าสู่ตัวแบบ ตัวแบบจะอธิบาย Y ได้น้อยลง คือ R² ต่ำ ถ้าสัมพันธ์กับ X จะไม่มีผลต่อ R² แต่ความพร่องคุณภาพของตัวแบบจะถูกมองไปว่า X ไม่ดี ไม่สำคัญ คือ X ถูกกล่าวโทษทั้ง ๆ ที่ ตัวแปรที่ควรถูกกล่าวโทษควรเป็นตัวแปรที่ไม่ได้นำเข้ามาในตัวแบบ

2. มีความสัมพันธ์แบบสองทางระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (simultaneity/Reverse Causality)

3. ความคลาดเคลื่อนจากการวัดตัวแปรอิสระ (measurement error) ประกอบด้วยความคลาดเคลื่อนสุ่ม เช่น อารมณ์ ความเหนื่อยล้า ความเบื่อหน่าย ความเข้าใจผิดชั่วคราว สุขภาพที่ไม่ดีในขณะตอบแบบสอบถาม คำถามกำกวม บางข้อ การวางเรียงคำถาม รูปแบบของคำถามที่อาจเข้าใจผิด ความคลาดเคลื่อนในการวัดแบบเป็นระบบ เช่น ผู้ตอบมีแนวโน้มที่จะตอบคำถามในสิ่งที่สังคมยอมรับหรือพึงปรารถนา ผู้ตอบมีแนวโน้มที่จะตอบว่าเห็นด้วยหรือใช่เสมอ คำถามที่นำไปสู่คำตอบที่ต้องการ แบบสอบถามที่ยาวและซับซ้อนเกินไป และความคลาดเคลื่อนจากการซัง ตวง วัด

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

2. Endogeneity

การทดสอบ Endogeneity ด้วย Control Function Approach (CFA)

CFA คือ ส่วนเหลือจากสมการ $X = f(Z) + e$ โดยที่ Z คือตัวแปรเครื่องมือ (instrumental variable) เป็นตัวแปรอิสระอื่นที่สัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ X ทำหน้าที่เชื่อมโยง X กับ Y ในลักษณะที่จะดึง exogeneity และ endogeneity ออกมาจาก X

แนวความคิดเรื่องนี้คือเราสงสัยว่าตัวแปรอิสระ X นั้นอาจสัมพันธ์กับ residual เรียก X ว่า เป็น endogeneity เราจึงค้นหาตัวแปรเครื่องมือ Z ขึ้นมา ตัวแปรนี้จะช่วยแยกส่วนที่สัมพันธ์กับ X เป็นส่วนของ exogenous และ endogenous (ส่วนที่สัมพันธ์กับ e) ถ้าพบว่าส่วน endogenous มีนัยสำคัญก็ให้หาทางแก้ไข

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

2. Endogeneity

ตัวอย่างตัวแปรเครื่องมือ

พิจารณาตัวแบบต่อไปนี้

$$\text{revisit intention} = f(\text{destination image, experience economy, tourist satisfaction}) + e$$

Instrumental variable ของ destination image อาจเป็น ข่าวสารเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของพื้นที่ปลายทาง

Instrumental variable ของ experience economy อาจเป็น การได้รับคุ้มครองส่วนบุคคลเข้าเรียนการทำอาหารคู่กับเซฟ การได้รับบัตรส่วนลดค่าวีซ่าหรือตั๋วเครื่องบิน

Instrumental variable ของ tourist satisfaction อาจเป็นการได้รู้จักและคบหากับคนในพื้นที่

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

2. Endogeneity

วิธีตรวจสอบและแก้ปัญหา Endogeneity ด้วย Control Function Approach (CFA)

1. ให้ Z เป็นตัวแปรเครื่องมือ รันสมการ $X = a_0 + a_1Z + e_x$ ได้ $\hat{X} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1Z$

ค่าของ \hat{X} คือ exogenous part ของ X และส่วนเหลือ (เรียกว่า control function) คือ $e_x = X - \hat{X}$ คือ endogeneity part ของ X สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระหนึ่ง ๆ จะมีทั้ง exogenous part และ endogenous part แล้วแต่ว่าส่วนใดมาก ส่วนใดน้อย

2. รันสมการ $Y = a_0 + a_1X + a_2e_x + v$

1) ถ้า a_2 มีนัยสำคัญแสดงว่า X มี endogeneity จริง

ให้แก้ปัญหา endogeneity โดยใช้ e_x เป็นตัวแปรควบคุม สมการที่ใช้แก้ปัญหา endogeneity คือ

$$Y = a_0 + a_1X + a_2e_x + v \text{ (เทอม } a_2e_x \text{ คือตัวแปรควบคุม)}$$

2) ถ้า a_2 ไม่มีนัยสำคัญแสดงว่า X ไม่มี endogeneity ให้วิเคราะห์ตัวแบบเดิม $Y = a_0 + a_1X + e$ ตามเดิม

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

2. Endogeneity

วิธีตรวจสอบและแก้ปัญหา Endogeneity ด้วย Control Function Approach (CFA) แก้ปัญหาด้วยวิธี Two-Stage Least Square (2SLS)

1. ให้ Z เป็นตัวแปรเครื่องมือ รันสมการ $X = a_0 + a_1 Z + e_x$ ได้ $\hat{X} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 Z$

ค่าของ \hat{X} คือ exogenous part ของ X และส่วนเหลือ (เรียกว่า control function) คือ $e_x = X - \hat{X}$ คือ endogeneity part ของ X (สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระหนึ่ง ๆ จะมีทั้ง exogenous part และ endogenous part แล้วแต่ว่าส่วนใดมากกว่าส่วนใดน้อย)

2. รันสมการ $Y = a_0 + a_1 X + a_2 e_x + v$

1) ถ้า a_2 มีนัยสำคัญแสดงว่า X มี endogeneity จริง ให้แก้ปัญหา endogeneity โดยใช้ \hat{X} เป็นตัวแปรอิสระ สมการที่ใช้แก้ปัญหา endogeneity คือ

$$Y = a_0 + a_1 \hat{X} + v$$

2) ถ้า a_2 ไม่มีนัยสำคัญแสดงว่า X ไม่มี endogeneity ให้วิเคราะห์ตัวแบบเดิม $Y = a_0 + a_1 X + e$ ตามเดิม

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

Gausin Copula

โปรแกรม Smart PLS4 จะมีเมนู Gaussian Copula ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหา Endogeneity การแปลงข้อมูลและการรัน CFA (control function approach) ที่อธิบายในที่นี่จะเป็นสิ่งที่ Smart PLS4 ทำในฉากหลังของ Gaussian Copula นักวิจัยแค่ระบุชื่อตัวแปรเครื่องมือซึ่งต้องเตรียมเพื่อเอาไว้

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

2. Endogeneity

สัญญาณเตือนว่าอาจมีปัญหา Endogeneity

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นทางมีขนาดใหญ่ผิดปกติ (เช่น สูงกว่า 0.80) หรือเล็กผิดปกติ (เช่น น้อยกว่า 0.1)
2. ค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นทางมีทิศทางผิดจากทฤษฎี
3. R^2 ในสมการที่สงสัยว่ามี Endogenous Construct สูงมากผิดปกติ (เช่น มากกว่า 0.80, 0.90)
4. ค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นทางเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำ robustness test
5. มีความสัมพันธ์ระหว่าง Latent Variable Scores ของตัวแปรสาเหตุและส่วนเหลือ
6. มีปัญหา Multicollinearity เหตุการณ์นี้ไม่ใช่ Endogeneity โดยตรงแต่มีความเกี่ยวเนื่องเพราะ Endogeneity อาจถูกบดบังโดย Multicollinearity

เมนู Gaussian copula (GC) และ Quadratic effect (QE) ใน Smart PLS4

ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นฉากหลังที่ใช้สร้างข้อมูลเพื่อรัน Gaussian Copula

ขั้นตอนการสร้างค่าข้อมูลของ GC

ขั้นตอนที่ 1: รัน PLS-SEM ได้ outer weights

ขั้นตอนที่ 2: คำนวณ Factor scores ของ antecedent

ขั้นตอนที่ 3: แปลงค่า Factor scores ของ antecedent เป็น Rank (คือเรียงลำดับค่าจากค่าน้อยไปมาก)

ขั้นตอนที่ 4: ทหารด้วย $(n+1)$ จะได้ Fractional rank

ขั้นตอนที่ 5: แปลงค่าเป็น Z-score ด้วย $NORMSINV()$ (เรียกว่า copula term)

ขั้นตอนที่ 6: ใส่ copula term เข้าโมเดลเป็น IV เพิ่ม

ขั้นตอนที่ 7: รัน PLS-SEM ใหม่

ขั้นตอนที่ 8: ดู sig ของ copula term

ขั้นตอนที่ 9: ตีความว่า มี/ไม่มี endogeneity

เมนู Quadratic effect (QE) ใน Smart PLS4

ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นฉากหลังที่ใช้สร้างข้อมูลเพื่อรัน Quadratic Effect

ขั้นตอนการสร้างค่าข้อมูลของ QE

ขั้นตอนที่ 1: รัน PLS-SEM ได้ outer weights

ขั้นตอนที่ 2: คำนวณ Factor scores ของ antecedent

ขั้นตอนที่ 3: ยกกำลังสอง F-score ได้ QE term

ขั้นตอนที่ 4: ใส่ QE term เข้าโมเดลเป็น IV เพิ่ม

ขั้นตอนที่ 5: รัน PLS-SEM ใหม่

ขั้นตอนที่ 6: ดู sig ของ QE term

ขั้นตอนที่ 7: ตีความ ถ้า QE ไม่มีนัยสำคัญแสดงว่าเส้นทางนั้นเป็น linear ให้แปลผลตามปกติ ถ้า QE มีนัยสำคัญแสดงว่าเส้นทางนั้นเป็น curvilinear ให้แปลผลว่าถ้าตัวแปรสาเหตุขยับค่าเพียงเล็กน้อยตัวแปรตามจะมีค่าเพิ่ม/ลดอย่างมาก

ตัวแบบ SEM นักวิจัยต้องให้ความสนใจและต้องกำหนดสมมติฐานให้ตรงกรอบ

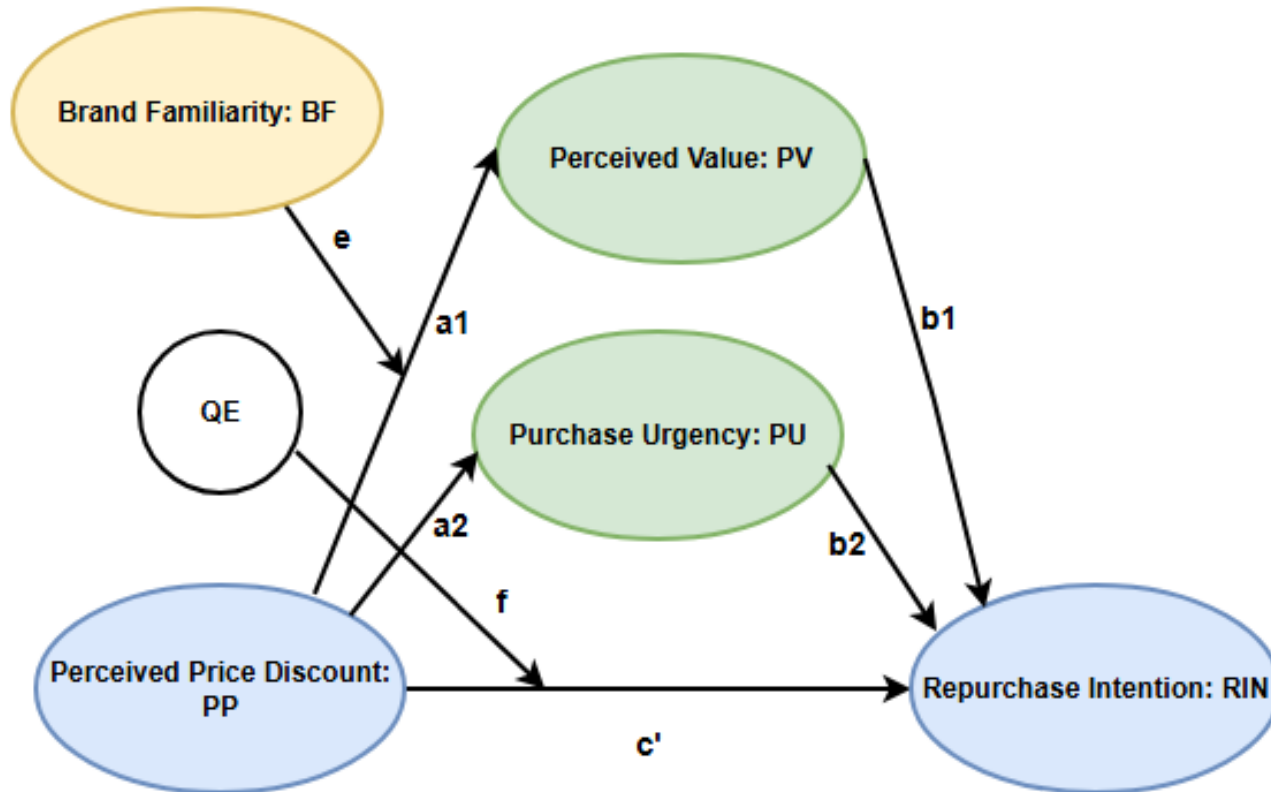
1. Causation model มีเป้าหมายเพื่อยืนยันว่าทฤษฎีเบื้องหลังเส้นทางในกรอบแนวความคิดยังคงเป็นจริงในบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป สมมติฐานคือทดสอบทุกเส้นทาง
2. Mediation model มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรคั่นกลาง M ที่เราคาดคั้นมาหรือสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ใช้งานจริงมานั้นทำหน้าที่เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุกับปัจจัยผลลัพธ์คือ $X \rightarrow M \rightarrow Y$ ได้จริงหรือไม่ ดีเพียงใด สนับสนุนหรือขัดขวางความสัมพันธ์ สมมติฐานคือทดสอบผลคูณของ a-path กับ b-path คือ ab ว่ามีนัยสำคัญหรือไม่ ไม่ต้องทดสอบนัยสำคัญของ a และ b
3. Moderation model มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรกำกับ W ที่เราคาดคั้นมาหรือสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ใช้งานจริงมานั้นทำหน้าที่กำกับความสัมพันธ์ $X \rightarrow Y$ ได้จริงหรือไม่ กำกับได้ดีเมื่อไร เมื่อ W มีค่าน้อยหรือมีค่าปานกลางหรือมีค่าสูง (เรียกว่า pick-a-point) สมมติฐานจะกำหนดที่ conditional effect คือ $(a+dW)$ ว่ามีนัยสำคัญเมื่อ W มีค่าเท่าไร

ตัวแบบ SEM นักวิจัยต้องให้ความสนใจและต้องกำหนดสมมติฐานให้ตรงกรอบ

4. Moderated mediation model มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรกำกับ W ที่เราซัดคั้นมาหรือสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ใช้งานจริงมานั้นทำหน้าที่กำกับความสัมพันธ์ตามเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งหรือหลายเส้นทางของตัวแบบการคั่นกลางหรือตัวแบบการคั่นกลางพหุได้จริงหรือไม่ กำกับได้ดีเมื่อไร และมีผลให้อธิทธิพลทางอ้อมอย่างมีเงื่อนไข (conditional indirect effect, CIE) ที่บางเส้นทางในโซ่เส้นทาง Path chain) นั้นถูกกำกับ เช่น $(a+d*W)*b$ มีค่าเท่าไร มีนัยสำคัญหรือไม่เมื่อ W มีค่าน้อย หรือมีค่าปานกลางหรือมีค่าสูง (เรียกว่า pick-a-point) สมมติฐานจะกำหนดที่ conditional indirect effect คือ $(a+d*W)*b$

5. Quadratic effect model คือตัวแบบ mediation หรือ moderated mediation ที่นักวิจัยกำหนดให้ตัวแปรต้นทางตัวใดตัวหนึ่งหรือหลายตัวสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับตัวแปรปลายทางเชิงเส้นตรงหรือว่าเชิงเส้นโค้ง ถ้าเป็นเชิงเส้นโค้งก็ให้สรุปว่าถ้าปัจจัยสาเหตุ (X) มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ตัวแปรปลายทาง (Y) จะมีค่าเป็น $Y = bX + c'X^2$ สมมติฐานกำหนดเหมือน mediation model หรือ moderated mediation model

ตัวแบบ moderated parallel mediation model with QE



จากภาพจะมีสมมุติฐานกำหนดตามโซ่เส้นทางดังนี้

1. $PP \rightarrow PV \rightarrow RIN$ กำกับ $PP \rightarrow PV$ ด้วย BF อิทธิพลทางอ้อมอย่างมีเงื่อนไขคือ $CIE = (a1 + e*BF)*b1$ สมมุติฐานคือ

H1: $(a1 + e*BF)*b1$ เมื่อ $BF = -1 SD$ (ตัวแปร Z-score จะมี $SD=1$)

H2: $(a1 + e*BF)*b1$ เมื่อ $BF = 0 SD$ (ตัวแปร Z-score ค่าเฉลี่ย=0)

H3: $(a1 + e*BF)*b1$ เมื่อ $BF = +1 SD$

2. $PP \rightarrow PU \rightarrow RIN$ อิทธิพลทางอ้อมคือ $a2b2$ สมมุติฐานคือ

H4: $a2b2 \neq 0$

3. $PP \rightarrow RIN$ สมการกำลัง 2 คือ $RIN = c'*PP + f*QE$

QE คือ PP^2 สมมุติฐานคือ

H5: $c' \neq 0$

H6: $f \neq 0$

ถ้า H6 มีนัยสำคัญแสดงว่าเส้นทาง $PP \rightarrow RIN$ เป็นเส้นโค้ง ถ้าไม่มีนัยสำคัญแสดงว่าเป็นเส้นตรง ให้ไปโฟกัสที่ c'

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

3. Panel Data Analysis

Panel Data Analysis (หรือ Longitudinal analysis หรือ Repeated measure) คือการวิเคราะห์ตัวแบบผสมระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลากับข้อมูลภาคตัดขวาง คือวิเคราะห์ตัวแบบที่ใช้หน่วยวิเคราะห์เป็นองค์การแล้วบันทึกข้อมูลภาคตัดขวางของแต่ละองค์การเรียงตามหน่วยเวลา (longitudinal analysis มักตามกลุ่มคนเดิมไปหลาย ๆ ปี) เป็นงานที่ต้องวิเคราะห์ให้เห็นทั้งอิทธิพลของตัวแปรภายในองค์การเรียงตามเวลา (panel data) หรือระหว่างหน่วยสำรวจเดิมขององค์การเรียงตามครั้งที่สำรวจ (longitudinal data) เรียกว่า within group effect กับวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรระหว่างองค์การ เรียกว่า between group effect

ในงาน SEM/Path model ที่ข้อมูลเป็นค่าต่อเนื่อง เช่น งานด้านการเงิน หรือข้อมูลสำรวจที่ตามสอบถามผู้ให้ข้อมูลคนเดิมต่อเนื่องกันหลายหน่วยเวลาแนะนำให้วิเคราะห์ด้วยวิธี Mundlak model ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างข้อมูล panel ในแต่ละบริษัทเก็บข้อมูล 2 คน/เวลา คือเพศ (เป็น time invariant) loyalty 2 ข้อเป็นตัวแปรตาม ความพึงพอใจ 2 ข้อ (ST1,ST2) ความไว้วางใจ 2 ข้อ (TR1, TR2)

Firm	Time	Gender(W)	LY1	LY2	LY3	ST1	ST2	TR1	TR2
1	1	1	4	5	3	6	4	5	7
1	2	1	5	6	4	7	5	6	6
2	1	0	3	4	2	5	3	4	6
2	2	0	4	5	3	6	4	5	5
3	1	1	6	7	5	7	7	6	8
3	2	1	7	6	6	8	6	7	7

- การจัดการข้อมูล 1.ตัวแปร loyalty, satisfaction, trust เป็น multi-item variable ให้สร้างค่ารวมคือค่าเฉลี่ยของ item score เรียกว่า composite score จะได้คอลัมน์ comptLY, comptST, comptTR
2. จากแต่ละคอลัมน์ทั้ง 3 นี้ให้หาค่าเฉลี่ยเฉพาะบริษัทจาก composite score ได้ aggregate score คือ aggreST, aggreTR (ตัวแปรตามและตัวแปร time invariant ไม่ต้องสร้าง aggregate score)
3. นำ aggregate score ไปลบค่าของ composite score ได้ mean centered variable คือ STcenter, TRcenter
4. เรียก aggregate score และ mean centered score ตัวแปรตาม และตัวแปร time invariant ไปใช้

Firm	Time	Gender(W)	LY1	LY2	LY3	ST1	ST2	TR1	TR2	comptLY	comptST	comptTR	aggreST	aggreTR	STcenter	TRcenter
1	1	1	4	5	3	6	4	5	7	4	5	6	5.5	6	-0.5	0
1	2	1	5	6	4	7	5	6	6	5	6	6	5.5	6	0.5	0
2	1	0	3	4	2	5	3	4	6	3	4	5	4.5	5	-0.5	0
2	2	0	4	5	3	6	4	5	5	4	5	5	4.5	5	0.5	0
3	1	1	6	7	5	7	7	6	8	6	7	7	7	7	0	0
3	2	1	7	6	6	8	6	7	7	6.33	7	7	7	7	0	0

ตัวอย่างการจัดการข้อมูลกรณีมีทั้ง single-item variable และ multi-item variable

1. ตัวแปร satisfaction เป็น multi-item variable ให้สร้างค่ารวมคือค่าเฉลี่ยของ item score คือ composite score จะได้ คอลัมน์ comptST ตัวแปร single item variable ไม่ต้องหา composite score
2. หากค่าเฉลี่ยเฉพาะบริษัทได้ aggregate score คือ aggreST, aggreROA, aggreLV, aggreCF ยกเว้นตัวแปรตาม (คือ repurchase, RP) และเพศ ซึ่งเป็น time invariant var ไม่ปรับข้อมูล ใช้ข้อมูลดิบ
3. นำ aggregate score ไปลบค่าของ composite score ได้ mean centered คือ STcenter, ROAcenter, LVcenter, CFcenter
4. เรียก aggregate score และ mean centered score ตัวแปรตาม และตัวแปร time invariant ไปใช้

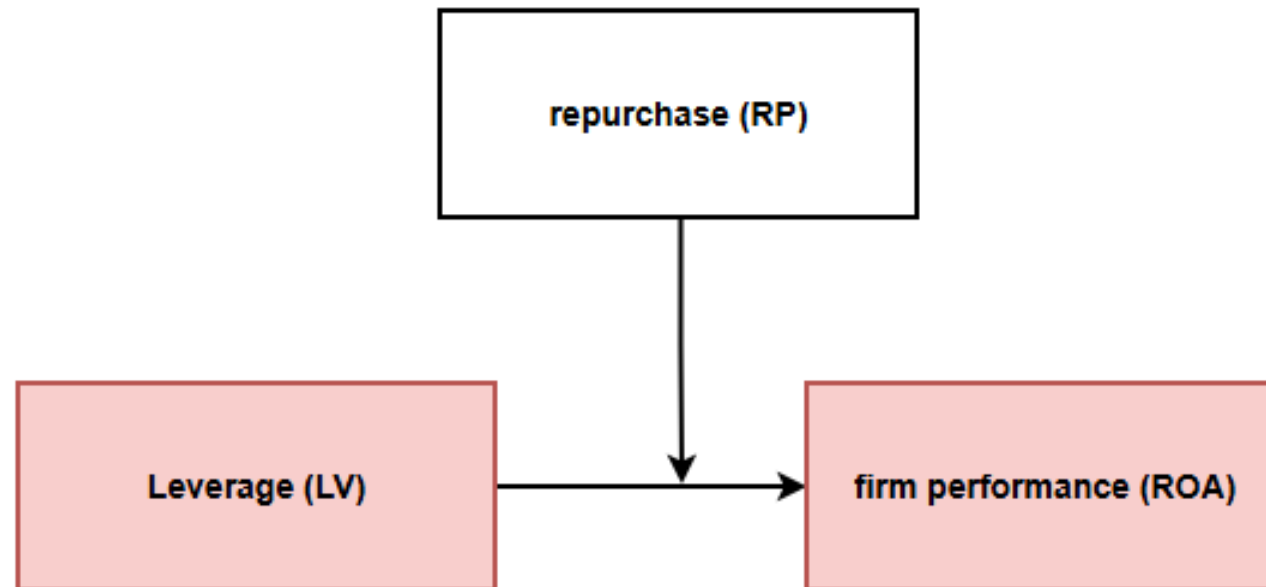
Firm	Time	Gender(W)	ST1	ST2	RP	ROA	LV	CF	comptST	aggreST	aggreROA	aggreLV	aggreCF	STcenter	ROAcenter	LVcenter	CFcenter
1	1	1	6	4	15	0.08	0.45	500	5	5.50	0.075	0.475	490	-0.50	0.005	-0.025	10
1	2	1	7	5	18	0.07	0.5	480	6	5.50	0.075	0.475	490	0.50	-0.005	0.025	-10
2	1	0	5	3	20	0.09	0.48	520	4	4.50	0.070	0.540	410	-0.50	0.020	-0.060	110
2	2	0	6	4	10	0.05	0.6	300	5	4.50	0.070	0.540	410	0.50	-0.020	0.060	-110
3	1	1	7	7	12	0.06	0.55	350	7	7.00	0.065	0.535	365	0.00	-0.005	0.015	-15
3	2	1	8	6	8	0.07	0.52	380	7	7.00	0.065	0.535	365	0.00	0.005	-0.015	15

Mundlak equation สำหรับ moderation model ใช้กับ Panel data

$$ROA_{it} = c1 \cdot LV_{centerit} + c2 \cdot REP_{centerit} + c3 \cdot (LV_{centerit} \times REP_{centerit}) + \gamma 1 \cdot aggreLV_i + \gamma 2 \cdot aggreREP_i + \epsilon_{it}$$

หรือเพิ่มตัวแปรควบคุม W

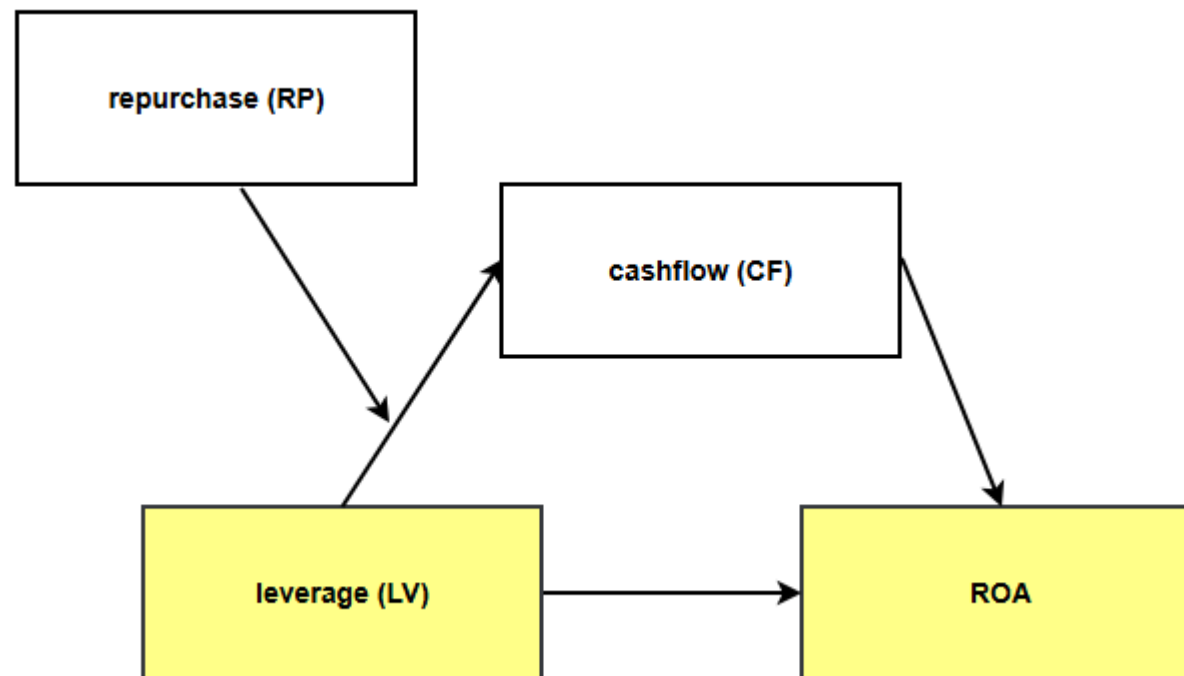
$$ROA_{it} = c1 \cdot LV_{centerit} + c2 \cdot REP_{centerit} + c3 \cdot (LV_{centerit} \times REP_{centerit}) + \gamma 1 \cdot aggreLV_i + \gamma 2 \cdot aggreREP_i + \delta 1 \cdot W_i + \epsilon_{it}$$



Mundlak equation สำหรับ moderation mediation model ใช้กับ Panel data

$$CF_{centerit} = a_1 \cdot LV_{centerit} + a_2 \cdot RP_{centerit} + a_3 \cdot (LV_{centerit} \times RP_{centerit}) + \gamma_1 \cdot aggreLV_i + \gamma_2 \cdot aggreRP_i + \epsilon_{1it}$$

$$ROA_{it} = b_1 \cdot CF_{centerit} + c' \cdot LV_{centerit} + \gamma_3 \cdot aggreCF_i + \gamma_4 \cdot aggreLV_i + \epsilon_{2it}$$



ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

3. Panel Data Analysis

หลักการการทำงานของ Mundlak model (Mundlak (1978))

1. ให้หาค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปร (สมมติว่ามี 3 ตัวแปร) ในองค์การ/panel เดียวกันเป็น Aggregate score ค่านี้ให้เฉลี่ยทีละกลุ่ม/องค์การได้ aggregate score คือ $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_k$
ถ้าตัวแปร single-item variable เช่น รายได้ อายุ ราคา จำนวนการซื้อ ROA ROE ให้หา aggregate value ได้เลย
ถ้าเป็น multi-item variable วัดด้วย Likert scale หรือ Semantic differential scale ต้องทำเป็น composite score คือ item mean เสียก่อนแล้วค่อยหาค่า Aggregate value เช่น
$$LY = \frac{LY_{i1} + LY_{i2} + LY_{i3} + LY_{i4} + LY_{i5}}{5} = \text{ค่าเฉลี่ย (item mean) ของ Loyalty 5 ข้อของบริษัทที่ } i$$
2. นำค่าเฉลี่ยไปหักออกจาก X_{it} ; $i = 1, 2, \dots, k$ ได้ $x_{it} = (X_{it} - \bar{X}_i)$; $i = 1, 2, \dots, k$; $t = 1, 2, \dots, m_i$ เรียกว่า mean-centered variable
 - 1) ไม่ต้องแปลงค่าตัวแปรตาม (Y)
 - 2) ไม่ต้องแปลงค่าตัวแปร time invariant คือ W เช่น เพศ เชื้อชาติ การศึกษา ปีเกิด ชนิดอุตสาหกรรม ปีก่อตั้ง
3. ตัวแบบต่อไปนี้มีทั้งตัวแปรอิสระแบบ mean center (คู่อักษรตัวพิมพ์เล็ก) ตัวแปรค่าเฉลี่ย (ตัวแปรอักษรพิมพ์ใหญ่มีเครื่องหมายบาร์) และตัวแปร time invariant (ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ ไม่มีการแปลงค่า)
4. ตัวแปรระดับองค์การและระดับบุคคลก็จัดการแบบเดียวกัน

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

3. Panel Analysis

4. ตัวแบบคือ $Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \alpha_1 \bar{X}_{1t} + \alpha_2 \bar{X}_{2t} + \dots + \alpha_k \bar{X}_{kt} + \gamma_1 W_{1t} + \gamma_2 W_{2t} + \varepsilon_{it}$

- 1) ใน SEM กำหนดให้มีจำนวนสมการมากเท่าจำนวนตัวแปรตาม (คือตัวแปรที่โดนถูกรายถึง) หลักการเดียวกันคือตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระที่เป็น time invariant (คือ W_1, W_2 ข้างต้น) ไม่ต้องแปลงค่า
- 2) การวัด construct ให้วัดไว้มากเท่าจำนวนตัวแปรอิสระในสมการ แต่ละ construct จะมีตัวชี้วัดตัวเดียว
- 3) ตั้ง calculate ตามปกติ สปส. ของ x_1, x_2, \dots, x_k คืออิทธิพลของหน่วยภายในกลุ่ม สปส. ของ $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_k$ คืออิทธิพลระหว่างกลุ่ม

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

3. Panel Analysis สูตร Mundlak Model

1. ใช้กับ panel data analysis
2. ถ้าตัวแปรเป็น time varying variable
 - 1) เมื่อตัวแปรเป็น single-item variable ให้หา aggregate score แล้ว demean
 - 2) เมื่อตัวแปรเป็น multi-item variable ให้สร้าง composite score ก่อนแล้วหา aggregate score และ demean variable
3. ตัวแปร time invariant และตัวแปรตาม (Y) ไม่แปลงค่า เว้นแต่เป็น multi-item variable ให้หา composite score ก่อน
4. เรียกทั้ง mean-centered variable, aggregate score, Y และ time invariant variable มาทั้งหมด ตัวแบบจะเป็นแบบนี้

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \alpha_1 \bar{X}_{1t} + \alpha_2 \bar{X}_{2t} + \dots + \alpha_k \bar{X}_{kt} + \gamma_1 W_{1t} + \gamma_2 W_{2t} + \varepsilon_{it}$$

การบริหารข้อมูล

1. ใน MLM เราสุ่มตัวอย่างองค์การ แต่ละองค์การสุ่มตัวอย่างตัวแทนมาจำนวนหนึ่ง ข้อมูลของตัวแปรบางส่วนเป็น multi-item variable บางส่วนหนึ่งอาจเป็น single-item variable บางส่วนอาจเป็น time invariant ข้อมูลอาจมีระดับพหุ. และระดับองค์การ บริหารข้อมูลอย่างไร

2. ใน Panel data analysis เราสุ่มตัวอย่างองค์การ แต่ละองค์การสุ่มตัวอย่างเวลาจำนวนหนึ่ง ตัวแปรเป็นข้อมูลบางส่วนเป็น multi-item variable บางส่วนเป็นข้อมูล single-item variable บางส่วนเป็น time invariant ข้อมูลอาจมีระดับพหุ. และระดับองค์การ บริหารข้อมูลอย่างไร

กรณีหนึ่งคือการติดตามกลุ่มคน/สัตว์/วัตถุต่อเนื่องกันหลายหน่วยเวลา อาจเรียกว่า wave กรณีนี้คือ longitudinal analysis

3. ใน MLmed คือ 1-1-1, 1-2-1, 2-2-1 เราสุ่มตัวอย่างองค์การ แต่ละองค์การสุ่มตัวแทนมาจำนวนหนึ่ง ตัวแปรส่วนหนึ่งคือ multi-item variable ส่วนหนึ่งเป็นข้อมูล single-item variable บางส่วนเป็น time invariant ข้อมูลอาจมีทั้งระดับ พหุ และระดับองค์การ บริหารข้อมูลอย่างไร

ตัวอย่างข้อมูลและการบริหารข้อมูลใน multi-level method (MLM)

Level 1 (ระดับพนักงาน)

1) Multi-item variables

Job Satisfaction (SAT1, SAT2, SAT3, SAT4)

Organizational Commitment (OC1, OC2, OC3, OC4, OC5)

Work Engagement (WE1, WE2, WE3)

2) Single-item time-invariant (ระดับพนักงาน)

Age, Gender, Education, Tenure, Income

Level 2 (Organization-level)

1) Single-item time-invariant (ระดับองค์กร)

Company Size, Industry Type, Company Age, Market Share, Region

ตัวอย่างข้อมูลและการบริหารข้อมูลใน multi-level method (MLM)

Level 1 multi-item variable

Step 1 สร้าง Composite Scores

Step 2 สร้าง Aggregate Score

Step 3 แปลงข้อมูลด้วย Group-Mean Centering

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

3. Panel Analysis

1. การรันตัวแบบ panel data analysis ตาม Mundlak model ด้วย smart PLS4 ให้สร้างรูป construct มากเท่าจำนวนตัวแปรของสมการในตัวแบบ โดยลากค่า mean-centered variable, mean variable และ Non-transform variable ไปวางใน construct แล้วรันตามปกติ ส่วนตัวชี้วัดเดิมให้ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ เครื่องมือคือความตรงและความเที่ยง

2. เนื่องจาก Multilevel modeling กับ Panel data analysis มีโครงสร้างข้อมูลเหมือนกัน การวิเคราะห์ Multilevel modeling จึงสามารถนำเอา Mundlak model ไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่บ้างถึง

สรุป Multilevel Analysis vs Panel Data Analysis

1. Multilevel modeling และ Panel data analysis กรณีข้อมูลระดับบุคคล (numeric หรือ Likert scale/semantic differential scale ที่ติดตามมาหลายปี) มีโครงสร้างไฟล์ข้อมูลเดียวกันจึงสามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือเดียวกัน แนะนำให้ใช้ Mundlak model

2. ใน Multilevel modeling 1) ถ้าผลทดสอบ clustering ไม่ sig ให้ใช้ข้อมูลระดับบุคคลวิเคราะห์ด้วยแบบ SEM/MRA ได้เลย
2) ถ้าผล clustering test มีนัยสำคัญให้ใช้วิธีวิเคราะห์ของ Multilevel modeling หรือนำค่าเฉลี่ยระดับบุคคลในองค์การมาใช้วิเคราะห์ 3) แต่ถ้ามีจำนวนกลุ่มน้อยไม่ถึง 30 ห้ามใช้วิธี Multilevel modeling

3. ให้วิเคราะห์ด้วยข้อมูลระดับบุคคลโดยใช้ค่าเฉลี่ยระดับบุคคลในองค์การมาวิเคราะห์ได้ถ้าจำนวนกลุ่มไม่ต่ำกว่า 50

4. สามารถใช้ Mundrak model กับ Multilevel analysis ได้ถ้าจัดการให้มี mean centered variable กับ aggregate variable ได้

5. การวิเคราะห์ Multilevel modeling โดยใช้เฉพาะข้อมูลระดับบุคคลเท่านั้นจะทำให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อนเพราะข้อมูลของบุคคลในองค์การเดียวกันไม่เป็นอิสระต่อกัน สาเหตุหนึ่งที่นักวิจัยวิเคราะห์ Multilevel modeling ด้วยข้อมูลบุคคลเพราะไม่รู้จักวิธี
นี้มากพอ

Multilevel Analysis vs Panel Data Analysis

เมื่อวัด Construct ใด ๆ ค่าที่เราได้จากการวัดคือ Observed Score

$$\text{Observed Score} = \text{True Score} + \text{Random Error}$$

แต่ True Score มีส่วนหนึ่งมาจากวิธีวัดและจัดเก็บข้อมูลกับความคลาดเคลื่อน ดังนั้น

$$\text{Observed Score} = T_{\text{substantive}} + T_{\text{method}} + E_{\text{random}} \text{ และ}$$

$$\text{Variance (Observed)} = \text{Variance (Substantive)} + \text{Variance (Method)} + \text{Variance (Random Error)}$$

ความผันแปรที่มาจากเนื้อหา (Substantive/trait Variance) เกิดจากตัวแปรแฝงที่แท้จริงที่เราต้องการจะวัดซึ่งเป็นเป้าหมายของการวิจัย ตัวอย่างเช่น หากจะวัด Customer Satisfaction (CS) ความผันแปรที่มาจาก Substantive Variance คือ ความแตกต่างกันในระดับความพึงพอใจที่แท้จริงระหว่างลูกค้าแต่ละคน แต่ละคนมีความพึงพอใจจริง ๆ อยู่ ถ้าเขาเป็นคนใจดีก็จะให้คะแนนมากเกินไป ถ้าเป็นคนเคร่งครัดก็จะให้คะแนนน้อย

Multilevel Analysis vs Panel Data Analysis

Substantive Variance คือความผันแปรที่เกิดจากความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างหน่วยวิเคราะห์เรียกว่า **Between-unit variance**

ใน MRA พบว่า

ความผันแปรรวม (SST) = ความผันแปรอธิบายได้ด้วย X (SSR) + ความผันแปรอธิบายไม่ได้ (SSE)

Substantive Variance = SSR + (บางส่วนของ SSE ที่เราไม่รู้ว่าเท่าไร)

ใน Multilevel modeling กรณี Cross-sectional [หมายถึง Multilevel model ที่มีโครงสร้างซ้อนกันหลายระดับ (nested) แต่ไม่มีมิติเวลา (เก็บข้อมูลครั้งเดียว) อีกกรณีคือ Multilevel model ที่มีมิติเวลา (repeated measures) Observations (Level 1) nested within Persons (Level 2)] พบว่า

Total variance = Between-group (substantive) + Within-group (individual)

ใน Longitudinal analysis พบว่า

Total variance = Between-person (substantive) + Within-person (temporal)

ใน Panel data analysis พบว่า

Total variance = Between cross sectional variance + Within time series variance
= substantive variance + temporal variance

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Panel Data Analysis ด้วย Mundlak model

Y = firm performance (ใช้ค่าเดิม)

x_1 = ROA (deviation) คือ $ROA - \overline{ROA}$ เฉพาะองค์กร/บริษัท

x_2 = Cash Flow (deviation) คือ $Cash\ Flow - \overline{Cash\ Flow}$ เฉพาะองค์กร/บริษัท

\bar{X}_1 = ROA (mean) คือค่าเฉลี่ยของ ROA เฉพาะองค์กร/บริษัท

\bar{X}_2 = Cash Flow (mean) คือค่าเฉลี่ยของ Cash flow เฉพาะองค์กร/บริษัท

Time invariant variables คือ

W_1 = firm size (number of employees) (ใช้ค่าเดิม)

W_2 = year founded (ใช้ค่าเดิม)

$Y = f(x_1, x_2, \bar{X}_1, \bar{X}_2, w_1, W_2) + e$

หมายเหตุ คำว่าเฉพาะองค์กรคือให้คำนวณที่ละองค์กร ไม่ใช่ค่าเฉลี่ยเดียวทั้งคอลัมน์

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Panel Data Analysis ด้วย Mundlak model รันด้วย SPSS Mixed

Regression Results - Mundlak Decomposition Model

=====

Dependent Variable: Firm Performance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistic	P> t
WITHIN-FIRM EFFECTS (Short-run/Temporal)				
ROA (deviation)	0.850	0.120	7.08	0.000
Cash Flow (deviation)	0.025	0.008	3.13	0.002
BETWEEN-FIRM EFFECTS (Long-run/Structural)				
ROA (mean)	1.450	0.180	8.06	0.000
Cash Flow (mean)	0.055	0.012	4.58	0.000
FIRM CHARACTERISTICS (Time-Invariant)				
Firm Size (employees)	0.008	0.002	4.00	0.000
Year Founded	-0.120	0.035	-3.43	0.001
Constant	245.600	70.250	3.50	0.001

Model Statistics

Observations	5,000
Number of firms	500
Time periods	10
R-squared	0.783
Adjusted R-squared	0.782
F-statistic	304.52 (p < 0.001)

Notes: *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05
 Standard errors clustered at firm level (500 clusters)
 All continuous variables are mean centered within firms for within effects

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Panel Data Analysis ด้วย Mundlak model รันด้วย SPSS Mixed

Mundlak Model ใน SPSS (MIXED Procedure)

1. สร้างตัวแปร "ค่าเฉลี่ยกลุ่ม" (Group Mean) ของตัวแปร X ที่แปรผันตามเวลา ด้วยคำสั่ง AGGREGATE ใน SPSS (เช่น จาก X เป็น X_mean)
2. รัน Analyze > Mixed Models > Linear...
3. ตั้งค่าโมเดล:
 - 1) ใส่ Y เป็นตัวแปรตาม
 - 2) ส่วน Fixed Effects ใส่ X (ตัวแปรต้นเดิม) และ X_mean (ตัวแปรค่าเฉลี่ยกลุ่ม)
 - 3) ส่วน Random Effects ใส่ ID (รหัสบุคคล/กลุ่ม) เป็น Subject variable และเลือก Intercept
4. ตีความ: ดูว่า X_mean มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้ามี แสดงว่ามีหลักฐานสนับสนุน Mundlak Effect

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Panel Data Analysis ด้วย Mundlak model

Within firm effect

1. เมื่อบริษัทปรับปรุง ROA ให้สูงกว่าค่าเฉลี่ยของตัวเอง 1 เปอร์เซ็นต์ ผลการดำเนินงานจะเพิ่มขึ้น 0.850 หน่วยในระยะสั้น (การปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานในระยะสั้นมีผลจริง แต่เป็นผลเพียงชั่วคราว หากบริษัทไม่สามารถรักษาระดับการปรับปรุงนี้ไว้ได้ ผลประกอบการก็จะกลับมาที่ระดับเดิม)
2. เมื่อบริษัทมี Cash Flow เพิ่มขึ้น 1 ล้านบาทเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของตัวเอง ผลการดำเนินงานในระยะสั้นจะเพิ่มขึ้น 0.025 หน่วย เป็นการเพิ่มขึ้นชั่วคราว

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Panel Data Analysis ด้วย Mundlak model

Between firm effect

1. บริษัทที่มี ROA เฉลี่ยสูงกว่าอีกบริษัท 1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลการดำเนินงานสูงกว่า 1.450 หน่วย (การเป็นบริษัทที่มี ROA สูงอย่างต่อเนื่องสะท้อนถึงความได้เปรียบเชิงโครงสร้างที่แท้จริง ไม่ใช่แค่โชคชั่วครว แต่เป็นผลจากความสามารถพื้นฐานที่สูงกว่าคู่แข่ง ซึ่งยากที่จะลอกเลียนแบบ)

Between (1.450) > Within (0.850) หมายความว่า การเป็นบริษัทที่มี ROA สูง (1.450) มีผลมากกว่าการปรับปรุง ROA ชั่วคราว (0.850) ถึง 71%

2. บริษัทที่มี Cash Flow เฉลี่ยสูงกว่า 1 ล้านดอลลาร์ จะมีผลการดำเนินงานสูงกว่า 0.055 หน่วย (บริษัทที่สามารถสร้างกระแสเงินสดได้อย่างสม่ำเสมอมีความแข็งแกร่งทางการเงินและความยืดหยุ่นเชิงกลยุทธ์สูงกว่า การมีเงินสดในมือไม่ใช่แค่ตัวเลขในงบการเงิน แต่คืออาวุธสำหรับการจับโอกาสและรับมือกับวิกฤต)

Between (0.055) > Within (0.025) หมายความว่า การเป็นบริษัทที่สร้างเงินสดได้ดี (0.055) มีผลดีมากกว่ากระแสเงินสดพิเศษครั้งเดียว (0.025) ถึง 120%

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Panel Data Analysis ด้วย Mundlak model

โครงสร้างองค์การ (ตัวแปร time invariant)

1. บริษัทที่มีพนักงานมากกว่า 1 คน จะมีผลการดำเนินงานสูงกว่า 0.008 หน่วย (ขนาดมีความสำคัญ แต่ไม่ใช่ว่าใหญ่กว่าจะดีกว่าเสมอไป จุดสำคัญคือการหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมและโมเดลธุรกิจของตน บริษัทต้องได้ประโยชน์จากขนาด (economies of scale) โดยไม่ต้องแบกรับภาระ diseconomies of scale
2. บริษัทที่มีอายุมากกว่า 1 ปี จะมีผลการดำเนินงานสูงกว่า 0.120 หน่วย (อายุและประสบการณ์เป็นสินทรัพย์ที่มองไม่เห็นแต่มีค่ามาก บริษัทที่อยู่รอดมานานพิสูจน์แล้วว่าสามารถปรับตัวผ่านวิกฤตต่างๆ ได้ และได้สะสมความรู้ เครื่องมือ และชื่อเสียงที่คู่แข่งใหม่ต้องใช้เวลานาน แต่อายุเพียงอย่างเดียวไม่พอ ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วย)

ปัญหาที่นักวิจัย SEM/Path-model/MRA ทำผิดหรือไม่คำนึงถึง

4. Longitudinal mediation analysis

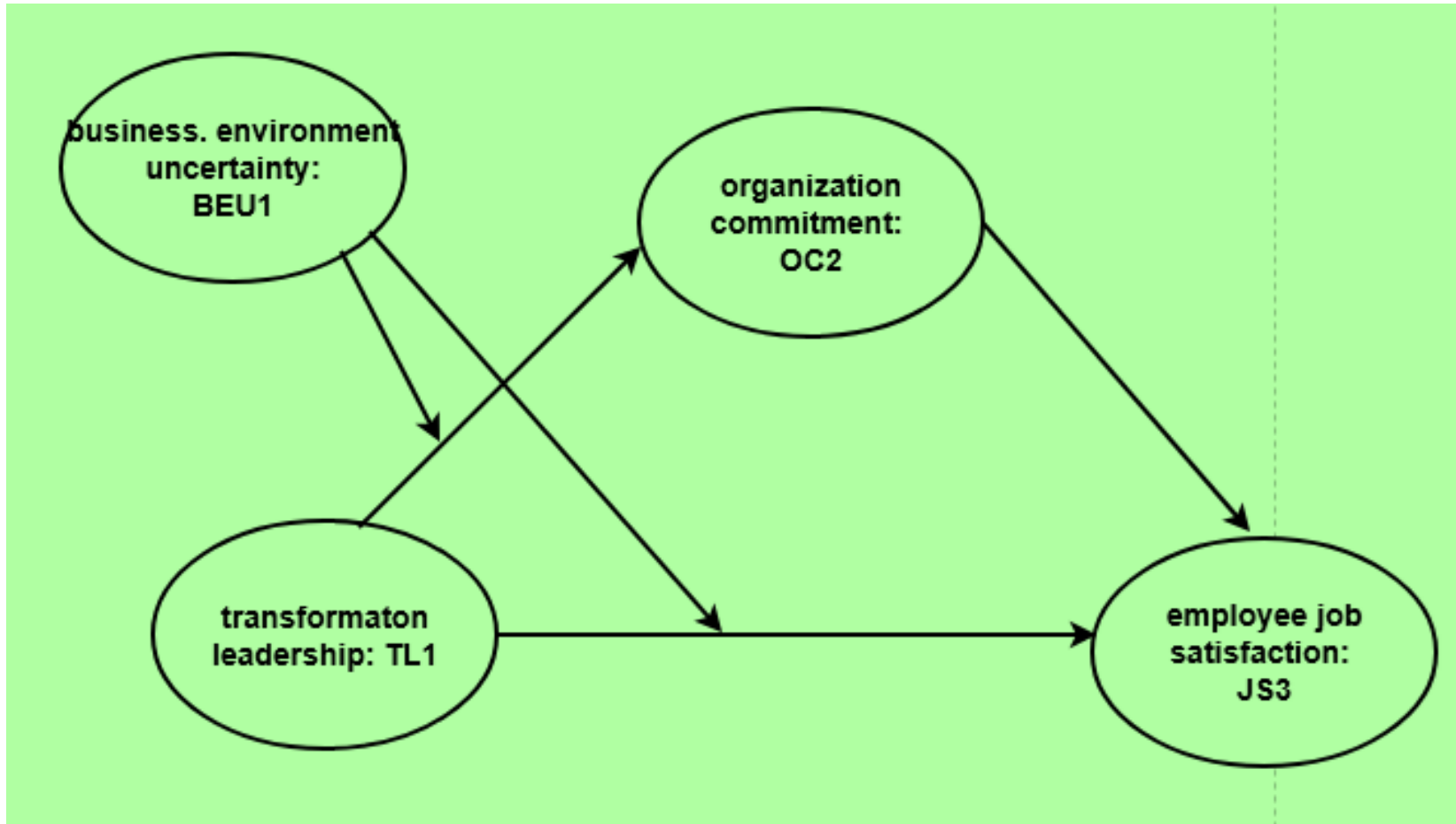
ในกรณีที่เราติดตามคนกลุ่มเดิม (cohort) ไปหลายหน่วยเวลา เช่น ให้ตอบแบบสอบถามชุดเดิมปีละครั้ง รวม 3 ปี (เรียกว่า wave) วิเคราะห์เราจะให้ตัวแปร X ในเวฟที่ 1 เป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปร M ในเวฟที่ 2 เป็นตัวแปรคนกลาง ตัวแปร Y ในเวฟที่ 3 เป็นตัวแปรตาม การระบุตัวแปรในต่างเวฟเพราะต้องการเห็นผลกระทบของเวลาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นตัวแบบที่เป็นตัวแปรแฝงจากแบบสอบถามที่แจกให้คนชุดเดิมตอบในเวลาห่างกัน 1 ปี จำนวนผู้ตอบย่อมหาไปในระหว่างทางจำนวนหนึ่ง สิ่งที่ต้องห้ามคืออย่าใช้ข้อมูลเฉพาะเวฟใดเวฟหนึ่ง (เคยเห็นมีบางคนใช้ข้อมูลเวฟที่ 3) มาใช้วิเคราะห์

โดยทั่วไปจะใช้ตัวแปรกำกับ W เป็นตัวแปรในเวฟที่ 1 ตัวแปรควบคุมมักจะใช้ตัวแปรตาม Y ในเวฟที่ 1 เพื่อจะได้ทราบผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดขึ้นกว่าเวฟแรก (baseline)

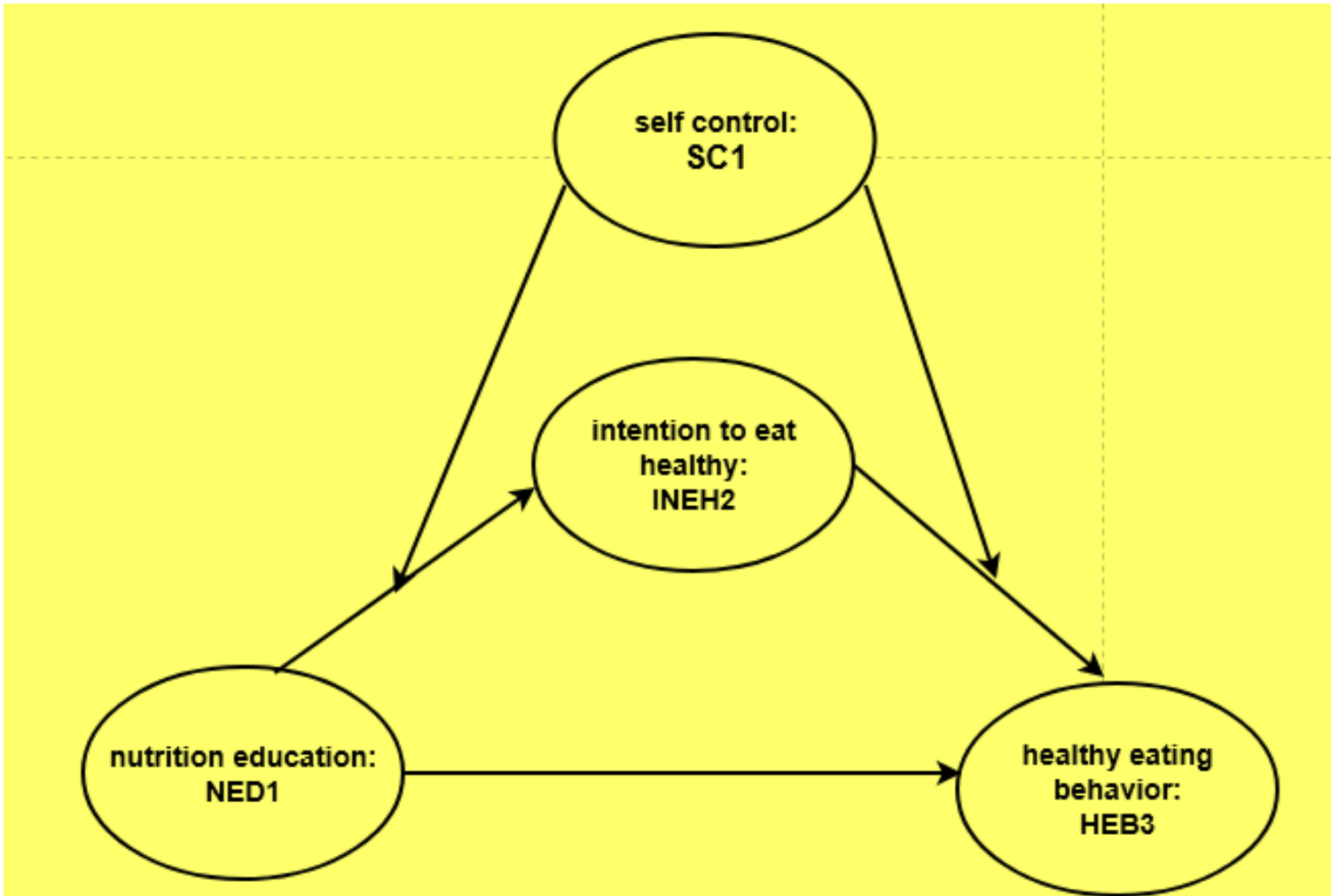
ตัวแปรควบคุมคือตัวแปรที่เป็นค่าปนเปื้อนที่เราต้องการหักอิทธิพลของมันออกจากตัวแปรอื่นทุกตัวในตัวแบบ

ตัวอย่าง longitudinal moderated mediation model



BEU1 คือ BEU ในเวฟที่ 1
TL1 คือ TL ในเวฟที่ 1
OC2 คือ OC ในเวฟที่ 2
JS3 คือ JS ในเวฟที่ 3
ตัวแปรควบคุมคือ อายุของพนักงาน (Employee Age), การศึกษา (years in school) ในเวฟที่ 1 และ JS1

ตัวอย่าง longitudinal moderated mediation model



NED1 คือ NED ในเวฟที่ 1
SC1 คือ SC ในเวฟที่ 1
INEH2 คือ INEH ในเวฟที่ 2
HEB3 คือ HEB ในเวฟที่ 3
ตัวแปรควบคุมคือ เพศ (Gender1),
รายได้ (Income Level1), HEB1

Common Method Bias (CMB)

Common Method Bias (CMB) คืออคติที่เกิดจากการความผันแปร (variance) ในตัวแปรที่วัดได้ ส่วนใหญ่ มาจากวิธีการวัดเดียวกัน ทำให้ความสัมพันธ์ปรากฏสูงเกินจริง

หรือคือความเอนเอียงที่เกิดขึ้นเมื่อตัวแปรอิสระและตัวแปรตามถูกวัดจากแหล่งเดียวกัน (เช่น แบบสอบถาม ชุดเดียว ผู้ประเมินคนเดียวกัน ในเวลาเดียวกัน) ซึ่งอาจทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสูงเกินจริงได้

การตรวจพบว่างานวิจัยมีปัญหา CMB ไม่ได้หมายความว่างานวิจัยเสียหาย การพยายามซ่อนหรือแก้ไขด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้องต่างหากที่ทำให้งานวิจัยเสียความน่าเชื่อถือ ถ้าตรวจพบปัญหา CMB ให้รายงานตามตรง

CMB เป็น Ex ante คือเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นออกแบบมาตรวัด แต่เราใช้ข้อมูลจากการสำรวจจริงมาตรวจสอบ จึงเป็นสิ่งที่แก้ไขไม่ได้ ควรตรวจสอบโดยวิธีต่าง ๆ หลายวิธีเพื่อว่าจะแสดงผลการตรวจสอบที่ยืนยันว่าไม่มีปัญหานี้

สาเหตุของ CMB

1. ข้อมูลสำหรับตัวแปรมาจากผู้ตอบแบบสอบถามคนเดียวกัน หรือแบบประเมินใช้คน ๆ เดียวเป็นผู้ประเมินผู้อื่น (common rater)
2. ผลเชิงบริบทของข้อคำถาม (Context effects) ข้อคำถามที่อยู่ติดกันหรืออยู่ในกลุ่มเดียวกันอาจมีอิทธิพลต่อการตอบ
3. การใช้มาตรวัดที่คล้ายกัน (Scale properties) เช่น Likert scale 5 ระดับ สำหรับทุกตัวแปร
4. การอคติในการตอบ (Response Biases)
 - 1) ผู้ตอบพยายามตอบในสิ่งที่สังคมยอมรับ (Social Desirability Bias)
 - 2) ผู้ตอบพยายามตอบให้สอดคล้องกับความเชื่อส่วนตัว (Consistency Bias/Implicit Theories) หรือตอบให้ดูเหมือนว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน
 - 3) ผู้ตอบมักจะให้คะแนนสูงเป็นพิเศษหรือปล่อยคะแนน (Leniency Bias) หรือต่ำเป็นพิเศษหรือกดคะแนน (rigorousness)
 - 4) ผู้ตอบมีแนวโน้มที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความต่างๆ ไม่ว่าจะเนื้อหาอะไรคือ yea/nay saying (Acquiescence Bias)
 - 5) อารมณ์ในขณะตอบแบบสอบถาม (Mood State)
 - 6) ข้อคำถามคลุมเครือ ผู้ตอบตีความไม่เหมือนกัน (Item Ambiguity)

สาเหตุของ CMB

5. โครงสร้างของแบบสอบถาม (Questionnaire Structure/Design)

- 1) ความยาวของแบบสอบถาม (Questionnaire Length) แบบสอบถามที่ยาวเกินไปทำให้ผู้ตอบเหนื่อยล้า เบื่อหน่าย และตอบไปโดยไม่ใส่ใจ
- 2) ลำดับของข้อคำถาม (Order Effect) ลำดับที่แตกต่างกันของกลุ่มข้อคำถามทั้งหมด หรือแม้แต่ภายในกลุ่มตัวแปรการวัด ก็สามารถส่งผลต่อการตอบได้
- 3) การใช้คำพูด (Linguistic Cues/Framing) การใช้คำพูดหรือการตั้งคำถามที่ชี้นำ สอดคล้องกัน หรือใช้คำศัพท์ที่คล้ายกันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

สาเหตุของ CMB

6. สภาพแวดล้อมในการเก็บข้อมูล (Administration Conditions)

1) ความเป็นส่วนตัว (Confidentiality/Anonymity Concerns) หากผู้ตอบไม่มั่นใจในความเป็นส่วนตัวอาจทำให้เกิดการตอบเชิง Social Desirability หรือตอบแบบระมัดระวัง แม้กระทั่งกลัวที่จะตอบตามความจริง

2) ผู้ดูแลการเก็บข้อมูล (Administrator/Interviewer Effects) ลักษณะท่าทาง การชี้นำ หรือการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ดูแลการเก็บข้อมูล (เช่น ผู้สัมภาษณ์) อาจมีอิทธิพลต่อการตอบของผู้ตอบได้

สาเหตุของ CMB

7. ลักษณะที่แตกต่างกันของผู้ตอบ (Respondent Characteristics/Cognitive Factors)

1) ความสามารถในการเข้าใจข้อคำถาม (Cognitive Ability/Literacy) ผู้ตอบที่มีความเข้าใจในภาษาหรือเนื้อหาของแบบสอบถามที่แตกต่างกันอาจตีความข้อคำถามไม่เหมือนกัน

2) ความต้องการในการนำเสนอตนเอง (Self-Presentation Needs) ผู้ตอบอาจมีแนวโน้มที่จะนำเสนอภาพลักษณ์ของตนเองในแง่ดี หรือพยายามหลีกเลี่ยงภาพลักษณ์ที่ไม่ดี

3) การประเมินตนเอง (Self-Report Nature) โดยธรรมชาติแล้วการเก็บข้อมูลแบบประเมินตนเอง (Self-report) มักจะมีความเสี่ยงต่อ CMB

วิธีตรวจสอบ CMB

1. Harman's Single Factor Test (Harman's One-Factor Test)

เป็นวิธีการตรวจสอบ CMB ที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด มักใช้เป็น การตรวจสอบเบื้องต้น เท่านั้น ไม่ใช่การแก้ไขปัญหา วิธีการคือรวมข้อคำถามทั้งหมด (ทุก Items) ที่ใช้ในการวัดทุกตัวแปรเข้าด้วยกันทำการวิเคราะห์ Exploratory Factor Analysis (EFA) โดยไม่หมุนแกน (Unrotated) จากผลลัพธ์ ให้พิจารณาว่ามี ปัจจัยเดียว (Single Factor) ที่สามารถอธิบายความแปรปรวน (Total Variance Explained--TVE) ได้มากกว่า 50% หรือไม่ หรือมีปัจจัยหลายปัจจัย แต่ ปัจจัยแรก (First Factor) อธิบายความผันแปรได้เป็นส่วนใหญ่ (เช่น เกิน 50%) และมีค่าไอเก้นสูงกว่า

วิธีนี้ทำง่าย รวดเร็วไม่ต้องใช้ซอฟต์แวร์สถิติขั้นสูง แต่ไม่น่าเชื่อถือ เป็นวิธีที่ไม่ค่อยเข้มงวดและมีแนวโน้มที่จะละเลย CMB ได้ง่าย (under-detect) และไม่ได้ประเมินผลกระทบของ CMB ที่แท้จริง ปัจจุบันมีการวิจารณ์ว่าวิธีนี้ไม่ค่อยมีพลัง (Less Sensitive) และอาจบอกได้แค่เพียงว่า CMB ไม่ร้ายแรงถึงขั้นทำให้ผลวิจัยผิดเพี้ยน เท่านั้น

การแปลผลให้ดูจาก Total Variance Explained-

- 1) ถ้า Total Variance Explained ต่ำกว่า 50% แสดงว่า CMB ไม่น่าจะเป็นปัญหาที่ร้ายแรง
- 2) ถ้า Total Variance Explained มากกว่า 50% แสดงว่า CMB ร้ายแรง

วิธีตรวจสอบ CBM

2. Common Latent Factor

1) สร้างปัจจัยแฝงร่วม (Common Latent Factor, CLF) ขึ้นมาใหม่หนึ่งตัวในโมเดลเดิม ตั้งชื่อว่า CLF (เพื่อสื่อถึงวิธีตรวจสอบ หรือตั้งชื่ออื่น) ประกอบไปด้วยตัวชี้วัดทุกตัวจากทุก LVs ในตัวแบบ โดยที่ CLF เป็น reflective construct คือโยงไปที่ข้อคำถาม

2) ให้ตัวชี้วัดทุกตัว (แนะนำให้ทำตัวชี้วัดเป็น first order construct ที่มี 1 ตัวชี้วัดคือตัวมันเองจะได้ใช้ smart pls ได้) ถูกชี้ด้วย CLF แบบ reflective

3) รันตัวแบบแล้วสรุปผลว่าไม่มีปัญหา CMB ถ้าพบว่า

(1) CLF loading < 0.30

(2) สัมประสิทธิ์เส้นทางไม่เปลี่ยนแปลงมาก (sign, size < 0.1 , significant เหมือนเดิม)

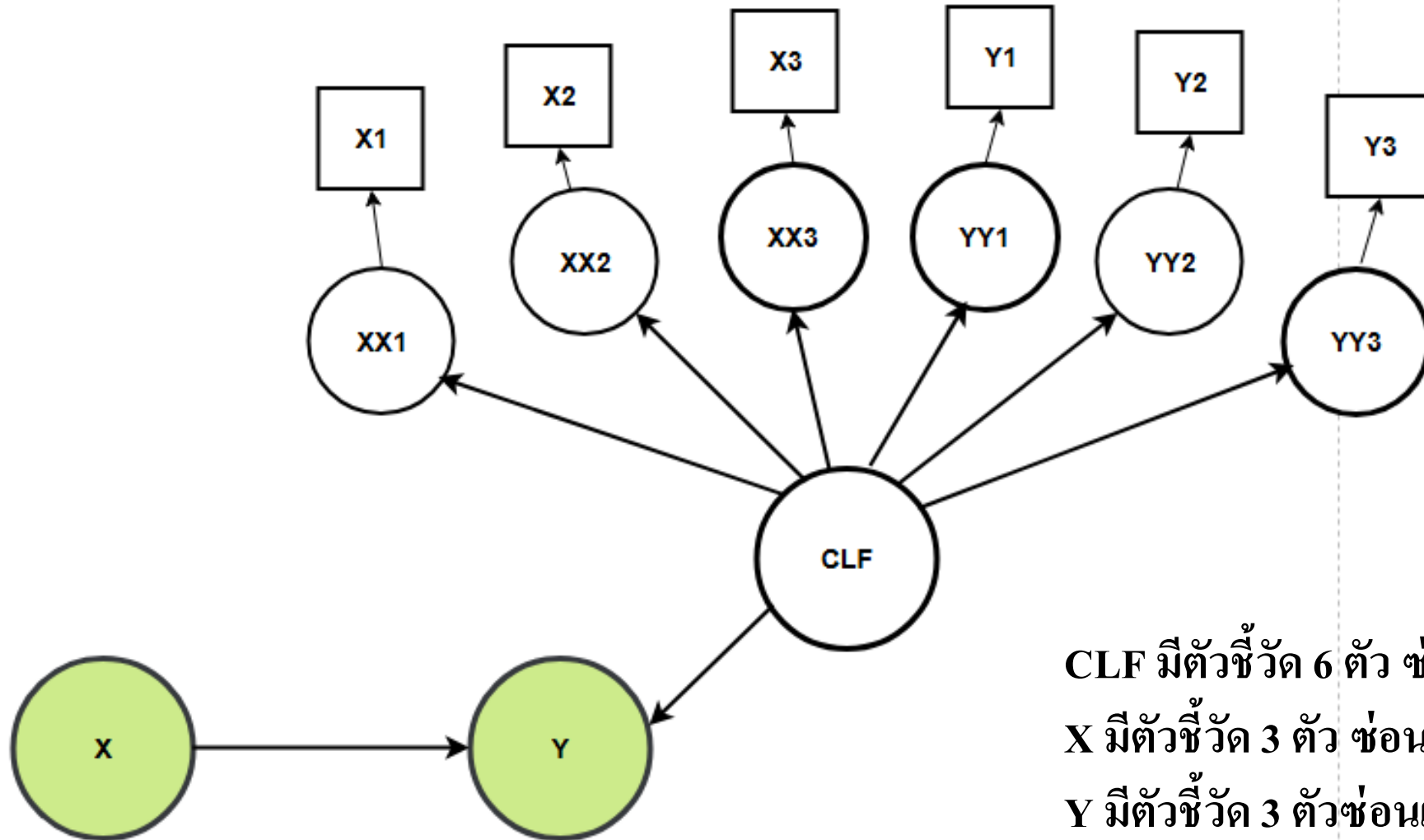
(3) R-sq ไม่เปลี่ยนแปลงมาก (< 0.1)

วิธีตรวจสอบ CBM แบบ Common Latent Factor (CLF)

สมมุติมีตัวแปรแฝง 2 ตัวคือ $X \rightarrow Y$ มีตัวชี้วัด 3 ตัวคือ X_1, X_2, X_3 กับ Y_1, Y_2, Y_3 ดังนี้

1. สร้างตัวแปรแฝง CLF มีตัวชี้วัด 6 ตัวที่เป็น reflective model ให้ซ่อนตัวชี้วัดเพื่อมิให้มีเส้นโยงเกาะเกาะในรูปแบบในขั้นที่ 2.
2. สร้างตัวแปรแฝงใหม่ 6 ตัวเท่ากับตัวชี้วัด ตั้งชื่อใดก็ได้ที่สื่อความหมาย แนะนำให้ใช้ชื่อย่อคล้ายกันกับตัวชี้วัดคือ $XX_1, XX_2, XX_3, YY_1, YY_2, YY_3$ ให้ตัวแปรแฝงนี้มีตัวชี้วัดคนละ 1 ตัวคือ $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3$ (เทคนิคนี้แก้ปัญหาที่ SEM ไม่ยอมให้ตัวชี้วัดลอยอยู่เฉย ๆ ธรรมดาแล้วตัวชี้วัดต้องมีแม่คือ LV อยู่)

วิธีตรวจสอบ CBM วิธีตรวจสอบ CBM แบบ Common Latent Factor (CLF)



วิธีตรวจสอบ CBM

3. Partial out General Factor (Tehseen, Ramayah and Tejiran, 2017) เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดของ General Factor หรือ Common Latent Factor ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น วิธีการคือ

1) ทำการวิเคราะห์ EFA โดยใช้ข้อคำถามทั้งหมดของทุก LV (ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ) ปัจจัยแรกที่สอดคล้องกับค่าไอเกนสูงสุดเรียกว่า General Factor เป็นปัจจัยที่อธิบายความแปรปรวนได้มากที่สุด

2) นำ F-score ของ General Factor ใช้เป็นตัวแปรควบคุมเพิ่มเข้าไปในตัวแบบ

3) ถ้าค่า R2 ไม่เพิ่มเติมชัดเจนแสดงว่าไม่มีปัญหา CMB

วิธีนี้มีข้อดีคือทำง่ายเข้าใจง่าย แนวคิดและขั้นตอนค่อนข้างตรงไปตรงมา แต่ไม่แม่นยำ เพราะ F-Score ที่ได้จาก EFA อาจไม่ใช่ตัวแทนของปัจจัยแฝงวิธี (method factor)

วิธีตรวจสอบ CBM แบบ Unmeasured Latent Method Factor (ULMF)

4. Unmeasured Latent Method Factor (ULMF) มีความยืดหยุ่นและได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพมากกว่า CLF ในการแยกแยะความผันแปรที่มาจากวิธีการ (Method Variance) ออกจากความแปรปรวนที่มาจากเนื้อหา (Substantive Variance) วิธีการคือ

- 1) วัดกรอบแนวความคิดมีตัวชี้วัดเป็น reflective model ตามปกติ
- 2) สร้างปัจจัยแฝงวิธี (Unmeasured Latent Method Factor) ขึ้นมาหนึ่งตัวเรียกว่า ULMF ประกอบไปด้วยตัวชี้วัดทั้งหมดจากทุก LV และโยงแบบ reflective
- 3) กำหนดให้ตัวชี้วัดแต่ละตัวเชื่อมโยง 2 ทางคือ
 - (1) โยง LV ไปยังตัวชี้วัดแบบ reflective
 - (2) โยง ULMF ไปยังตัวชี้วัด (แสดงว่าทุกตัวชี้วัดในข้อ 3 ถูกโยงถูกสรมาจากทั้ง LV และ ULMF)

เกณฑ์การตัดสินใจ ถ้าสัมประสิทธิ์จากตัวแบบเดิมกับตัวแบบที่มี ULMB ต่างกันน้อยกว่า 0.2 แสดงว่าไม่มีปัญหา CMB (ดู R2 และ sig ประกอบได้ แต่โฟกัสที่ผลต่างของเบต้า)

หมายเหตุ ปัจจัยแฝงวิธี (method factor) หมายถึง LV ที่ถูกสร้างมาใหม่ เช่น CLF, ULMF หรือ second order construct จาก repeated indicator technique

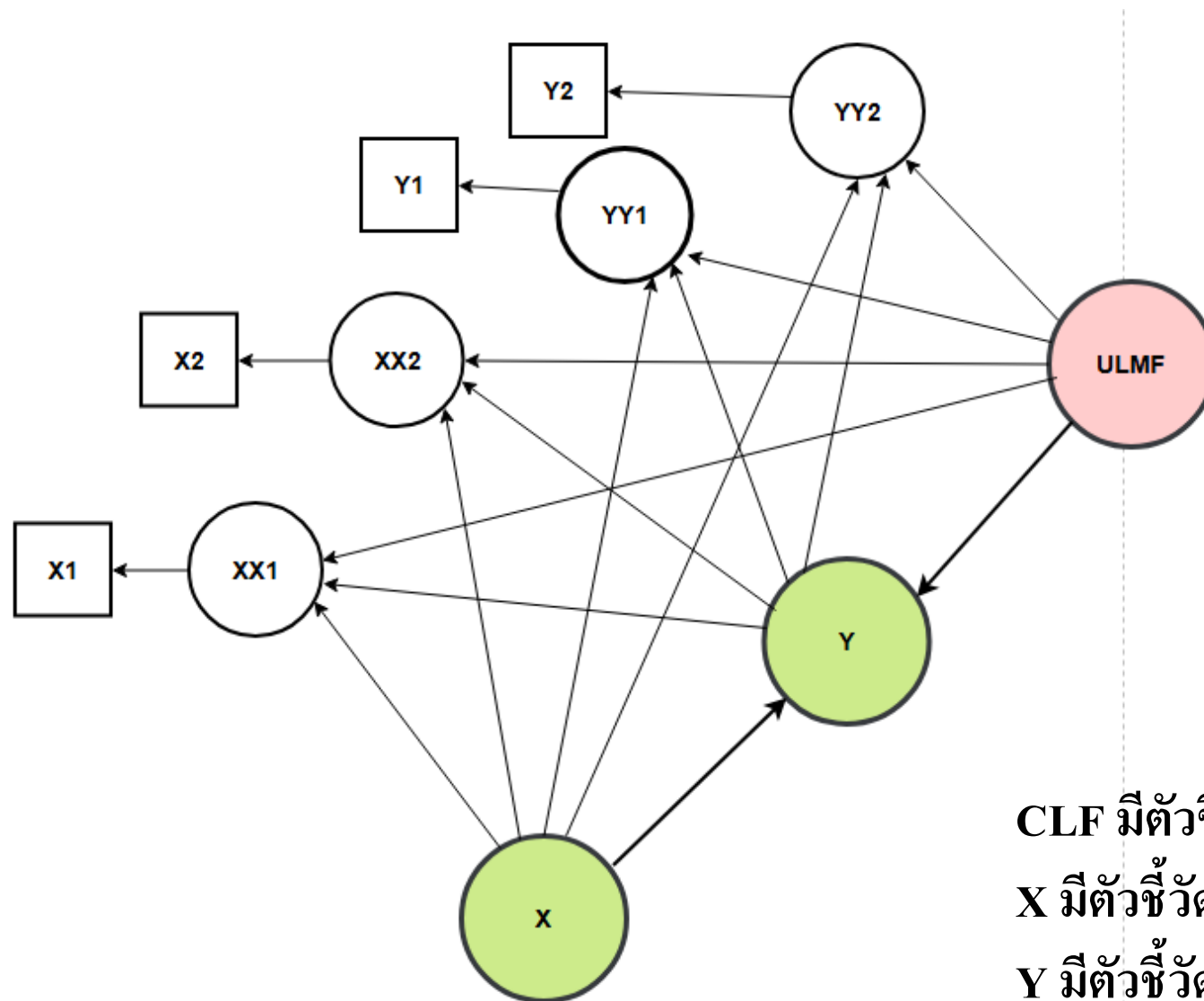
วิธีตรวจสอบ CBM แบบ Unmeasured Latent Method Factor (ULMF)

สมมุติตัวแบบมีตัวแปรแฝง 2 ตัวคือ $X \rightarrow Y$ แต่ละตัวแปรแฝงมีตัวชี้วัด 2 ตัวคือ X_1, X_2 และ Y_1, Y_2

1. สร้างตัวแปรแฝง ULMF มีตัวชี้วัด 4 ตัวที่เป็น reflective model ให้ซ่อนตัวชี้วัดเพื่อมิให้มีเส้นโยงเกาะเกาะในรูปในขั้นที่ 2.
2. สร้างตัวแปรแฝงใหม่ 4 ตัวเท่ากับตัวชี้วัด ตั้งชื่อใดก็ได้ที่สื่อความหมาย แนะนำให้ใช้ชื่อคล้ายกันกับตัวชี้วัดคือ XX_1, XX_2, YY_1, YY_2 ให้ตัวแปรแฝงใหม่มีตัวชี้วัดคนละ 1 ตัวคือ X_1, X_2, Y_1, Y_2 (เทคนิคนี้แก้ปัญหาที่ SEM ไม่ยอมให้ตัวชี้วัดลอยอยู่ หรือชี้ต่อไปหาตัวแปรแฝงอื่นอีก)
3. โยงลูกศรจากตัวแปรแฝง X, Y และ ULMF ไปยังตัวแปรแฝงที่สร้างใหม่คือ XX_1, XX_2, YY_1, YY_2

วิธี ULMF จะเป็นแบบในรูป ตัวแปรแฝง X, Y และ ULMF จะพากันชี้ไปที่ตัวชี้วัด X_1, X_2, Y_1, Y_2 แต่ smart pls ไม่ยอมให้ตัวชี้วัดลอยอยู่เฉย ๆ เราจึงสร้างมันขึ้นมาให้เป็นตัวแปรแฝงที่มี 1 ตัวชี้วัด ในรูปคือ XX_1, XX_2, YY_1, YY_2

วิธีตรวจสอบ CBM แบบ Unmeasured Latent Method Factor (ULMF)



CLF มีตัวชี้วัด 4 ตัว ซ่อนเอาไว้
X มีตัวชี้วัด 2 ตัว ซ่อนเอาไว้
Y มีตัวชี้วัด 2 ตัว ซ่อนเอาไว้

เอกสารอ้างอิง

- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1991). Multitrait-multimethod matrices in consumer research. *Journal of Consumer Research*, 17(4), 426-439. <https://doi.org/10.1086/208568>
- Bass, B. M., & Avolio, B. J. (1997). *Full range leadership development: Manual for the Multifactor Leadership Questionnaire*. Mind Garden.
- Cameron, K. S., & Quinn, R. E. (2011). *Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework* (3rd ed.). Jossey-Bass.
- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81-105. <https://doi.org/10.1037/h0046016>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/002224378101800104>

เอกสารอ้างอิง

Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>

Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>

Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2024). HTMT2 – an improved criterion for assessing discriminant validity in structural equation modeling. *Industrial Management & Data Systems*, 124(12), 3175-3197. <https://doi.org/10.1108/IMDS-02-2024-0127>

Kock, N. (2022). Testing and controlling for endogeneity in PLS-SEM with stochastic instrumental variables. *Data Analysis Perspectives Journal*, 3(3), 1–6. <https://doi.org/10.51726/dapj.2022.03.03.01>

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>

Morgeson, F. P., & Humphrey, S. E. (2006). The Work Design Questionnaire (WDQ): Developing and validating a comprehensive measure for assessing job design and the nature of work. *Journal of Applied Psychology*, 91(6), 1321-1339. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.91.6.1321>

เอกสารอ้างอิง

Mundlak, Y. (1978). On the pooling of time series and cross section data. *Econometrica*, 46(1), 69-85. <https://doi.org/10.2307/1913646>

Tehseen, S., Ramayah, T., & Sajilan, S. (2017). Testing and controlling for common method variance: A review of available methods. *Journal of Management Sciences*, 4(2), 142-168. <https://doi.org/10.20547/jms.2014.1704202>

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903.

Williams, L. J., & Anderson, S. E. (1991). Job satisfaction and organizational commitment as predictors of organizational citizenship and in-role behaviors. *Journal of Management*, 17(3), 601-617. <https://doi.org/10.1177/014920639101700305>

วิธีอ้างอิงเอกสาร

มนตรี พิริยะกุล (2569). Moderated Mediation Modeling for Multigroup Analysis (MGA), Common Method Bias (CMB) Assessment, and Robustness Testing Using SmartPLS 4 [PowerPoint slides]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง <http://www.research.ru.ac.th/ArticleMr/indexView/68>