กรอบแนวความคิดวิจัยแบบกำกับการดั่นกลางที่กำหนดได้เองเพื่อวิเคราะห์ด้วย PROCESS macro

Customized moderated mediation model with PROCESS macro

บรรยายที่โครงการ Research zone

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี พิริยะกุล

ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

PROCESS macro

PROPCESS macro เป็นซอฟท์แวร์ที่มุ่งวิเคราะห์ตัวแบบการคั่นกลาง (mediation model) ตัวแบบการกำกับ (moderation model) และตัวแบบผสมคือ moderated mediation model

ซอฟท์แวร์นี้สามารถดาวน์โหลดได้จาก

http://www.processmacro.org/index.html หรือ

จากโฮมเพจของ A.F. Hayes ผู้พัฒนาซอฟท์แวร์

ผลการดาวน์โหลดจะได้รับเอกสารแนะนำการติดตั้ง และเอกสารเรื่องการเขียนคำสั่ง

ซอฟท์แวร์แยกเป็น 3 กลุ่มคือ

PROCESS v4.0 for R,

PROCESS v4.0 for SAS

PROCESS v4.0 for SPSS

PROCESS

ซอฟท์แวร์ที่ต้องใช้มีดังนี้

1. process.spd เป็นตัวซอฟท์แวร์พร้อมไดอะล็อก ให้ติดตั้งใน SPSS โดยใช้เมนู utilities หรือ Extension หรือดับเบิ้ลคลิ้กที่ไอคอน process.spd ผลคือเกิดการเพิ่ม command item ชื่อ PROCESS v4.0 by Andrew F. Hayesใน Regression command ให้เรียกใช้ได้ทันที

2. process.sps เป็นชุดคำสั่งยาว 5,942 บรรทัด ให้สั่ง file>open>syntax spss.sps ใน syntax window แล้วสั่งรัน หรือดับเบิ้ลคลิ้กที่ไอคอน process.sps เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีในกรณีที่จะรันด้วย SPSS syntax

เหตุผลที่ต้องทำ Customized moderated mediation model

Customized model คือตัวแบบ mediation model, moderation model, moderated mediation model และ moderated moderation model ที่ไม่มีในแผ่นแบบที่จัดไว้ให้แผ่นแบบนี้ดาวน์โหลดได้จากเว็บไซท์

http://dm.darden.virginia.edu/ResearchMethods/Templates.pdf

ซึ่งมีให้ทั้งสิ้น 76 แผ่นแบบจากทั้งหมดจำนวน 94 แบบ ที่เหลืออีก 18 แบบปรากฏในหนังสือ Andrew F. Hayes (2013), Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis A Regression-Based Approach, Guilford Press, 494 pp.

เหตุผลที่ต้องทำ Customized moderated mediation model

ถ้าตัวแบบซับซ้อนมากหรือกำหนดความสัมพันธ์ที่ไม่ตรงกับแผ่นแบบใดอย่างสมบูรณ์ นักวิจัยสามารถเลือกวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 วิธีคือ

เหตุผลที่ต้องทำ Customized moderated mediation model

1. วิเคราะห์ข้อมูลด้วย SEM software วิธีนี้จะไม่มีการวิเคราะห์ conditional direct effect และ conditional indirect effect และอาจไม่มีการตรวจสอบนัยสำคัญของอิทธิพลตามเส้นทางอ้อมที่สนใจทั้งกรณี 2-path model, 3-path model และที่มากกว่า
2. กำหนดแผ่นแบบขึ้นใช้เอง

เหตุผลที่ต้องทำ Customized moderated mediation model

โดยปกติถ้าเป็นอิทธิพลทางอ้อม SEM software จะทดสอบอิทธิพลทางอ้อมรวม คือรวมอิทธิพลทางอ้อมของทุกเส้นแล้วทดสอบด้วยวิธี bootstrapping

ทางออกกรณีประสงค์จะทดสอบอิทธิพลทางอ้อมที่เฉพาะเจาะจงเส้นทางคือ

1) ทดสอบอิทธิพลทางอ้อมชนิด 2-path model ด้วย Sobel's Z-test หรือ Aroian's Z-test หรือ Goodman's Z-test ซึ่งมีบริการทดสอบออนไลน์ที่ http://quantpsy.org/sobel/sobel.htm

2) ทดสอบอิทธิพลทางอ้อมชนิด 3-path model ได้หลายวิธี เช่นวิธี multivariate delta standard error test (Taylor, MacKinnon and Tein, 2007)

3) ทดสอบอิทธิพลทางอ้อมมากกว่า 3-path ด้วย bootstrapping ของ Customized model

เหตุผลที่ต้องทำ Customized moderated mediation model

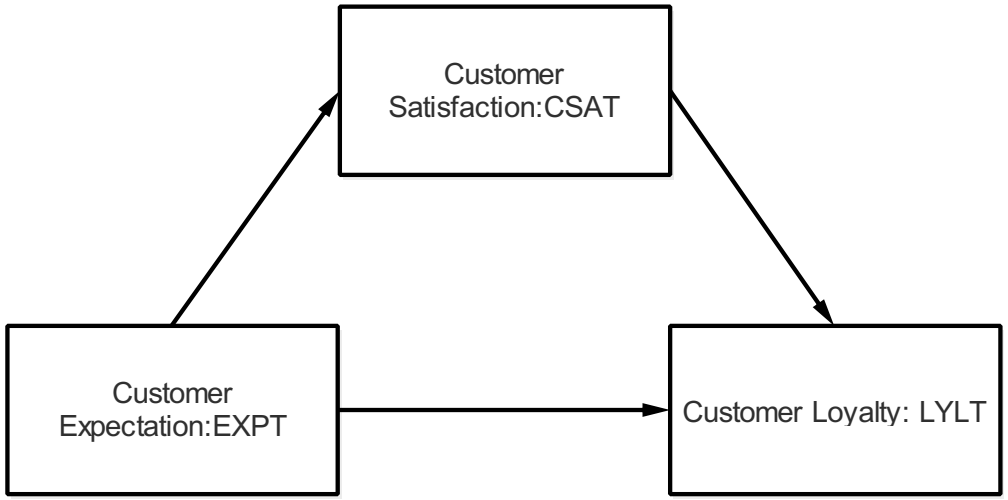
customized model คือการพัฒนาตัวแบบตามวรรณกรรมและผลจาก exploratory analysis ทำให้ได้ตัวแบบที่ไม่เป็นไปตาม PROCESS template

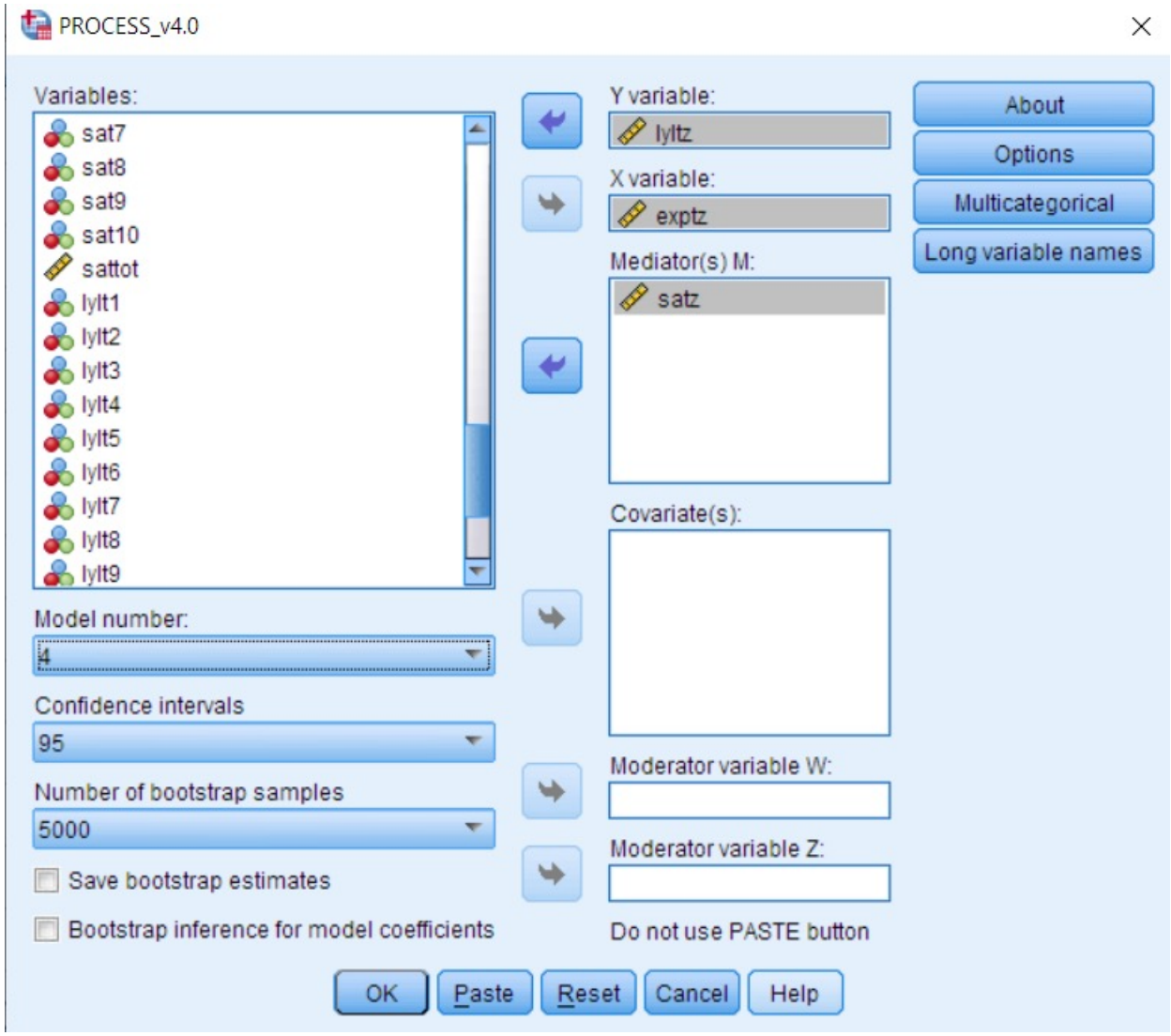
การวิเคราะห์ customized model จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ต้องติดตั้ง process.sps และ process.spd
2. ทำเงื่อนไขของ B Matrix, W Matrix, Z Matrix, WZ Matrix และ C Matrix ซึ่งเมทริกซ์ทั้ง 5 นี้นักวิจัยเลือกใช้ให้สอดคล้องกับกรอบ
3. เขียนคำสั่ง เช่น process y=loyalty/x=expect/m=sat/bmatrix=1,1,1.
4. สั่งรันผ่าน syntax window

ตัวอย่าง

ตัวแบบการคั่นกลางต่อไปนี้เป็น model template 4
สามารถสั่งรันผ่านไดอะล็อกดังต่อไปนี้

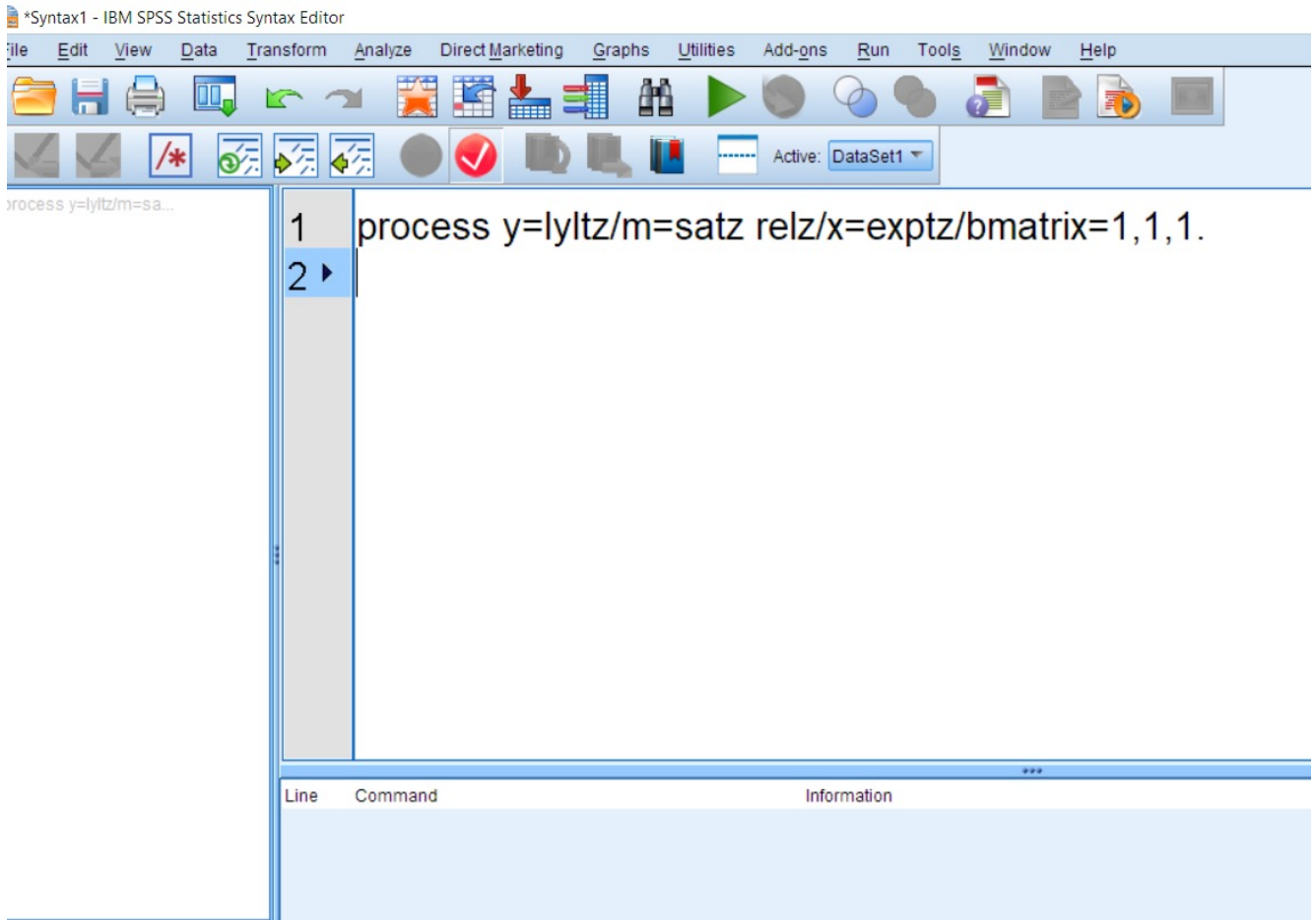




ตัวอย่าง

นักวิจัยสามารถรันด้วย syntax ต่อไปนี้และได้ผลตรงกันกับเมื่อรันผ่านไดอะล็อก

process y=lyltz/x=exptz/m=satz/bmatrix=1,1,1.



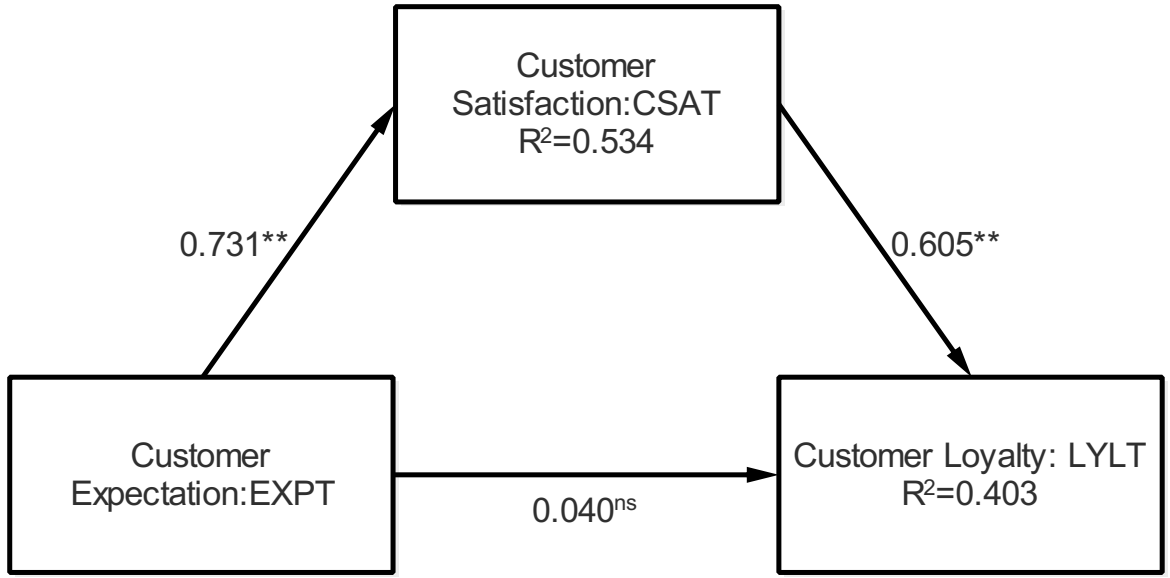
ตัวอย่าง

Total effect = 0.481**

direct effect = 0.040ns

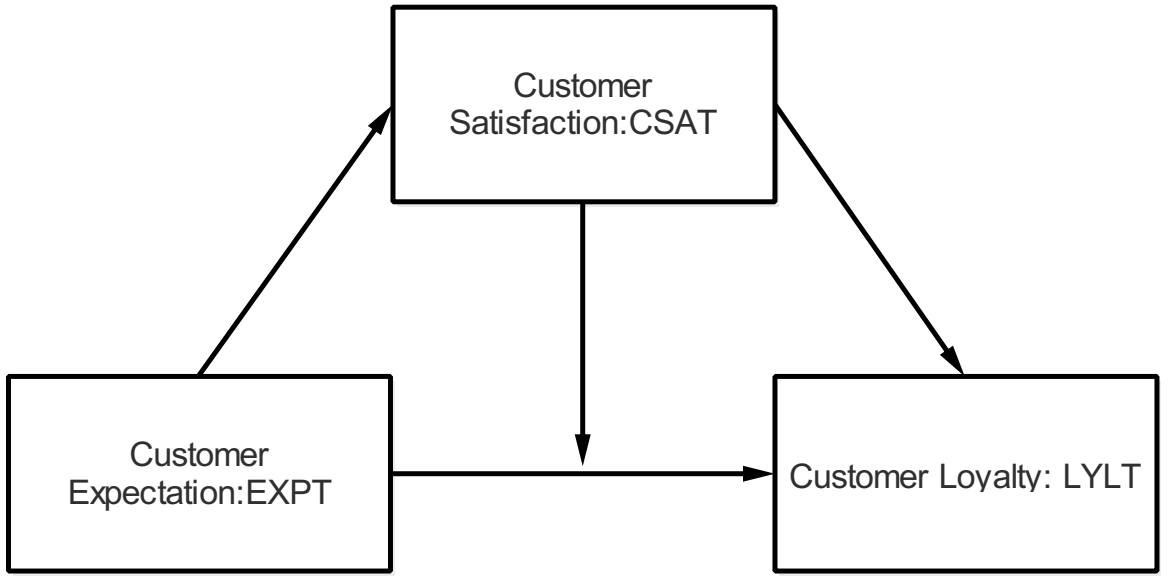
indirect effect = 0.442**

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า CSAT เป็นปัจจัยคั่นกลางแบบ full mediation กล่าวคืออิทธิพลทางตรงตามเส้นทาง EXPT→LYLT เป็นความสัมพันธ์หลอก (superfluous) เพราะหลังจากแทรกตัวแปรคั่นกลางคือ CSAT ลงในตัวแบบพบว่าอิทธิพลทางตรงลดลงจนใกล้ 0 และไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า CSAT คือปัจจัยที่เป็นกลไกหลักในการถ่ายทอดอิทธิพลของ EXPT สู่ LYLT ผู้ประกอบการจึงต้องดำเนินการอย่างเต็มที่เพื่อให้ลูกค้าพึงพอใจจึงจะมีผลให้ลูกค้าภักดีต่อองค์การ/ผลิตภัณฑ์



ตัวอย่าง

แต่ถ้าเป็นตัวแบบนี้ที่ CSAT ทำหน้าที่เป็นทั้ง mediator และ moderator จะไม่มีในกลุ่มตัวแบบ (ตัวแบบนี้มุ่งตอบคำถามวิจัยว่า CSAT เป็นปัจจัยหนึ่งของกลไกการถ่ายทอดอิทธิพลของความคาดหวังสู่ความภักดีของลูกค้าหรือไม่ และถ้าทำได้จะต้องมี CSAT ระดับใดจึงจะมีผลให้ EXPT มีอิทธิพลต่อ LYLT มาก) ทำให้ต้องกำหนด syntax เอง



B matrix, W Matrix และ Z Matrix, WZ Matrix, C Matrix

B Matrix ใช้กำหนดเส้นทางในตัวแบบการคั่นกลาง

W Matrix และ Z Matrix ใช้กำหนดเส้นทางของตัวแปรกำกับสองทางว่าจะให้กำกับเส้นทางจากตัวแปรใดไปหาตัวแปรใดบ้าง เรามีตัวแปรกำกับได้ 2 ตัวคือ W และ Z แต่ละตัวสามารถชี้ไปยังเส้นทางต่างๆได้หลายเส้นทาง

WZ Matrix ใช้กำหนดเส้นทางของตัวแปรกำกับสามทางว่าจะให้กำกับตัวแปรกำกับใดบ้าง

C Matrix ใช้กำหนดตัวแปรควบคุมว่าจะให้ควบคุมตัวแปรผลลัพธ์ใดบ้าง ควบคุม endogenous variable หรือ external endogenous variable หรือทั้งสองตัว

B matrix

B matrix คือเมทริกซ์ที่ใช้กำหนดตัวแบบการคั่นกลาง เงื่อนไขคือ

1. ตัวแบบมีตัวแปรสาเหตุตัวเดียวและมีตัวแปรผลลัพธ์ตัวเดียว
2. ต้องเป็น recursive model เท่านั้นคือไม่มีตัวแปรแฝงชี้กลับ (reciprocal model, non-recursive model)
3. ตัวแปรคั่นกลางแต่ละตัวทำหน้าที่รับผลและส่งผลกระทบต่อ ไม่รับลูกส่งลูกมาที่ตัวเอง
4. มีตัวแปรคั่นกลางได้ไม่เกิน 10 ตัว

B matrix

เมทริกซ์ B เป็นตารางจัตุรัส 2 ทาง

1. ด้านคอลัมน์คือตัวแปรส่ง ประกอบด้วย x, m_1, m_2,…, m_k
2. ด้านแถวเป็นตัวแปรรับ ประกอบด้วย m_1, m2,…, m_k, y
3. ใช้สัญลักษณ์บางอย่างเช่น รูปสี่เหลี่ยมทึบ กากบาตร หรืออื่นๆ ในที่นี้ใช้ดอกจัน วางในตำแหน่งที่เป็นเงื่อนไขคือไม่ส่งย้อนกลับและไม่ส่งไปที่ตัวเอง
4. ตำแหน่งอื่นนอกเหนือจากนี้ถ้าไม่มีการรับส่งให้ใช้เลข 0 ถ้ามีการส่ง-รับให้ใช้เลข 1

จากนั้นนำเฉพาะตัวเลขไม่นับสัญลักษณ์ดอกจันคือข้ามดอกจันมาเรียงตามแถวคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาคใช้เป็นข้อมูลของ bmatrix ในคำสั่ง process

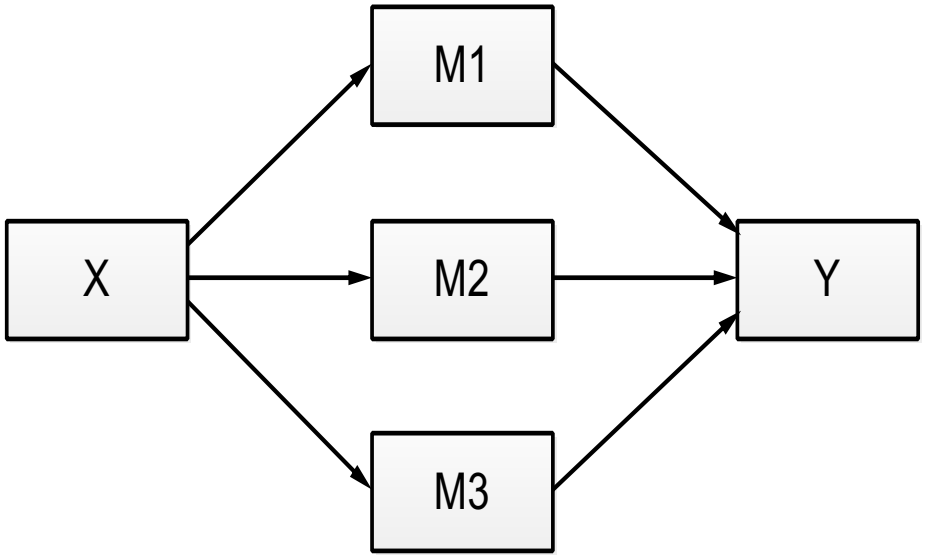
B matrix

จำนวน 0 และ 1 รวมกันเท่ากับ $\frac{(k+1)(k+2)}{2}$ โดยที่ k คือจำนวนตัวแปรคั่นกลาง ในตัวอย่างต่อไปนี้มีตัวแปรคั่นกลาง 3 ตัว นั่นคือ k =3 ดังนั้นจำนวน 0 และ 1 รวมกันเท่ากับ $\frac{(3+1)(3+2)}{2} = 10$ ตัว

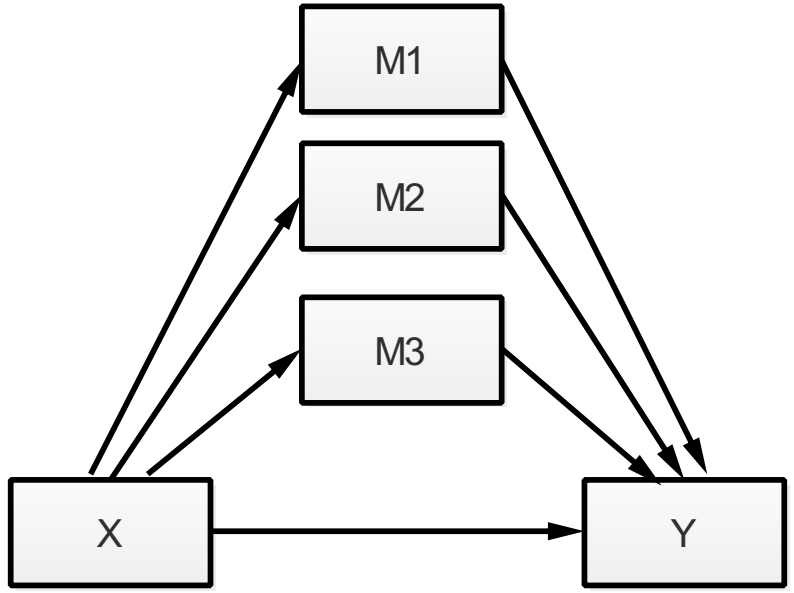
B matrix

ตัวอย่างตัวแบบการคั่นกลางขนาน

กำหนดให้ M1, M2, M3 เป็นตัวแปรคั่นกลางแบบขนานที่เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุสู่ปัจจัยผลลัพธ์ ตัวอย่างนี้ไม่มีในชุดของแผ่นแบบ แผ่นแบบที่คล้ายกันก็คือแผ่นแบบที่ 4 แต่แผ่นแบบที่ 4 มีทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อม แต่กรอบการวิจัยการคั่นกลางขนานในภาพนี้ไม่มีอิทธิพลทางตรง



Customized model



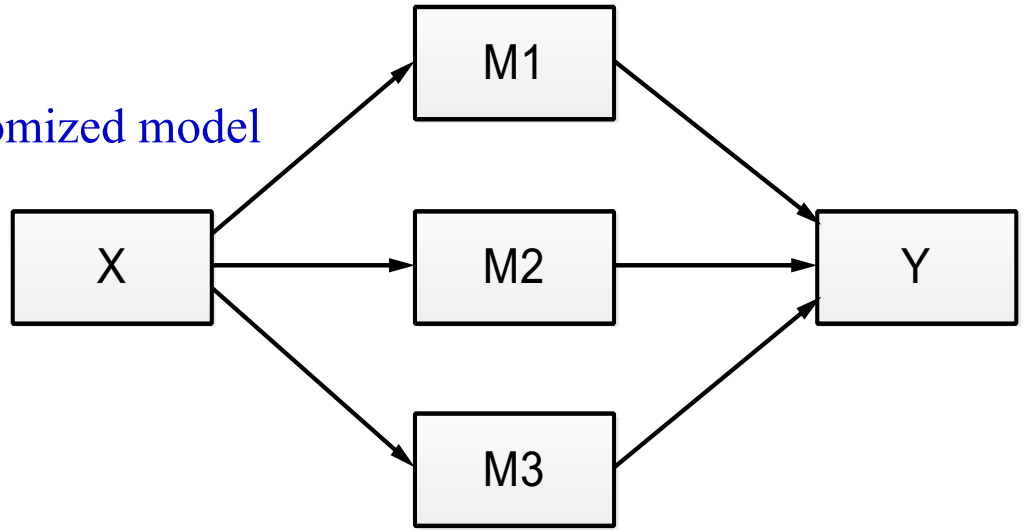
Template 4

การสร้างเมทริกซ์และการแปลงเมทริกซ์เป็นคำสั่ง

1. การสร้างค่าในตารางให้ทำในทีละคอลัมน์ เสร็จแล้วทำคอลัมน์ถัดไป จนครบทุกคอลัมน์
2. การเปลี่ยนค่าในตารางเป็นคำสั่งให้อ่านทีละแถว ถ้าพบ * ไม่ต้องอ่าน ให้ข้ามไปอ่านตัวถัดไปหรือแถวถัดไป

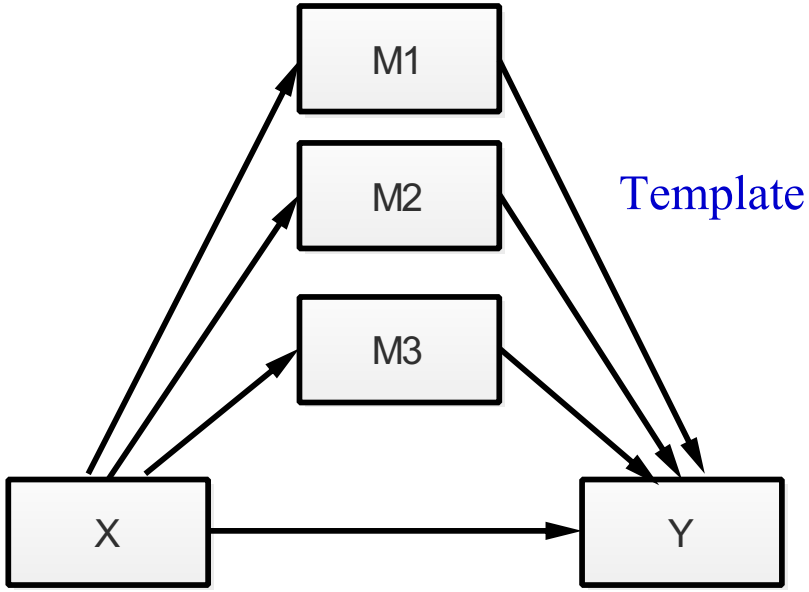
B matrix

Customized model



	X	M1	M2	M3
M1	1	*	*	*
M2	1	0	*	*
M3	1	0	0	*
Y	0	1	1	1

Template 4



	X	M1	M2	M3
M1	1	*	*	*
M2	1	0	*	*
M3	1	0	0	*
Y	1	1	1	1

B matrix

ในภาพของ customized model จะมีโซ่เส้นทาง (causal chain) 3 เส้นที่ต้องตรวจสอบนัยสำคัญคือ X →M1 →Y, X →M2 →Y และ X →M3 →Y

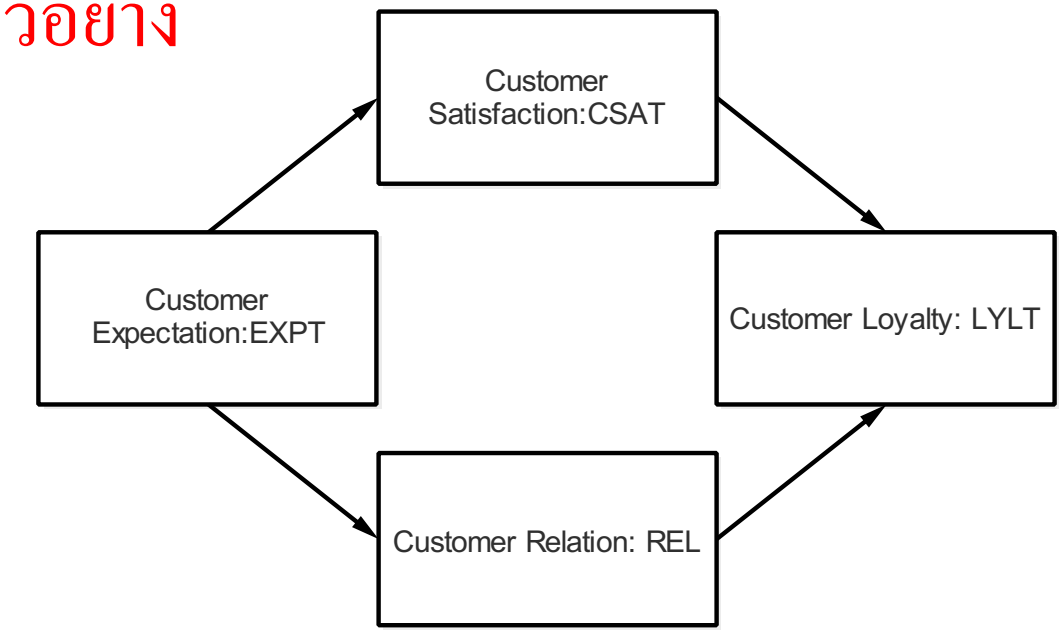
เลข 1 ในตำแหน่ง (1,1), (2,1), (3,1) แสดงว่า ตัวแปร X โยงไปหา M1, M2, M3

เลข 1 ในตำแหน่ง (4,2), (4,3), (4,4) แสดงว่า M1, M2, M3 โยงไปหา Y

เลข 0 ในตำแหน่งอื่นแสดงว่าไม่มีการเชื่อมโยง

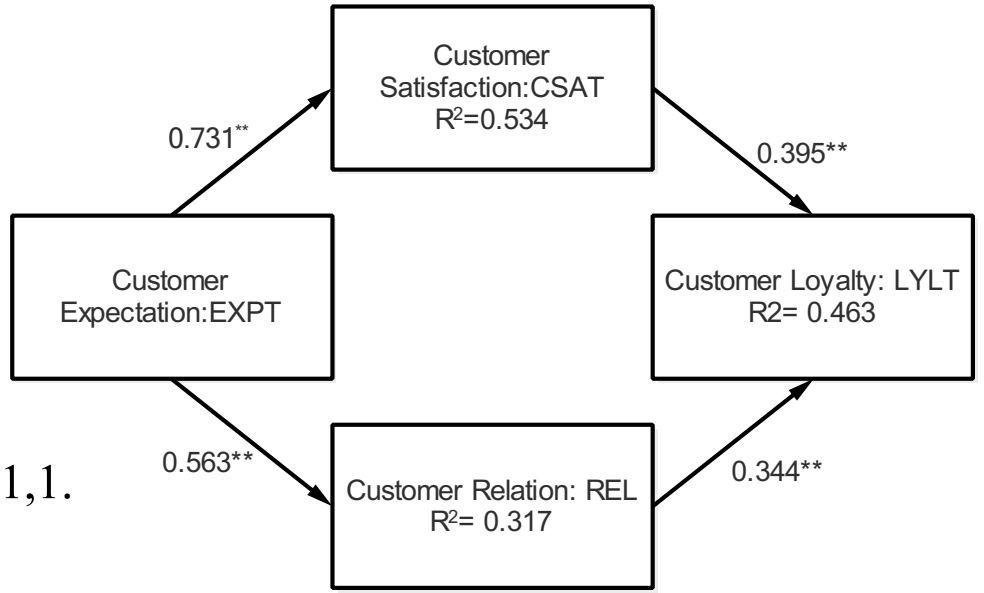
สัญลักษณ์ * ในตำแหน่ง (1,2),(1,3), (1,4), (2,3), (2,4), (3,4) แสดงว่าไม่มีการส่งผลย้อนกลับ และไม่ส่งผลสู่ตัวเอง

ตัวอย่าง



B =

	EXPT	CSAT	REL
CSAT	1	*	*
REL	1	0	*
LYLT	0	1	1



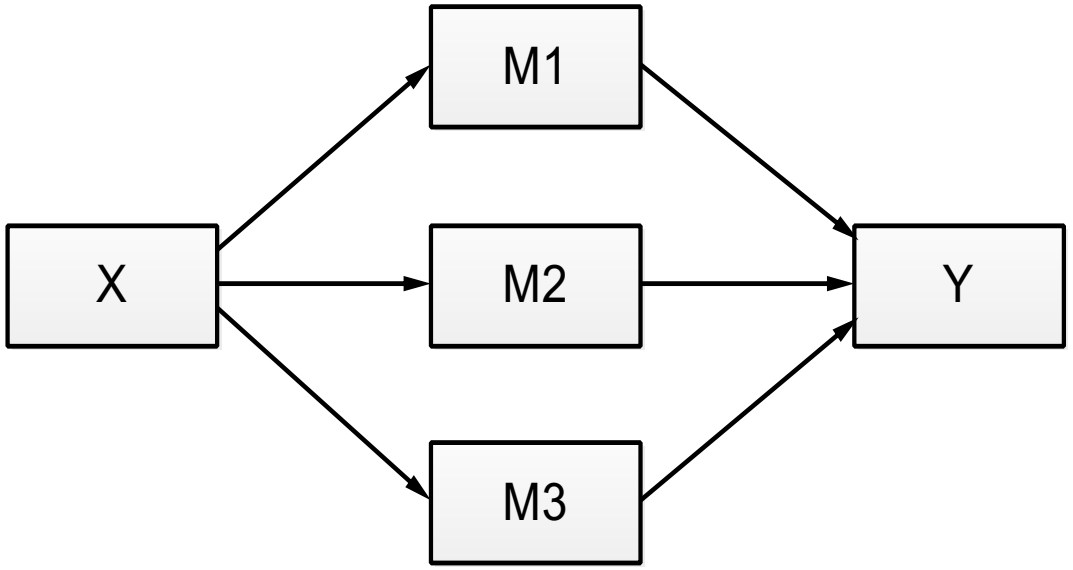
คำสั่งใน PROCESS คือ

Process y=LYLT/m=CSAT REL/x=EXPT/bmatrix=1,1,0,0,1,1.

B matrix

คำสั่งใน PROCESS คือ

Process y=y/m=m1 m2 m3/x=x/bmatrix=1,1,0,1,0,0,0,1,1,1.



B =

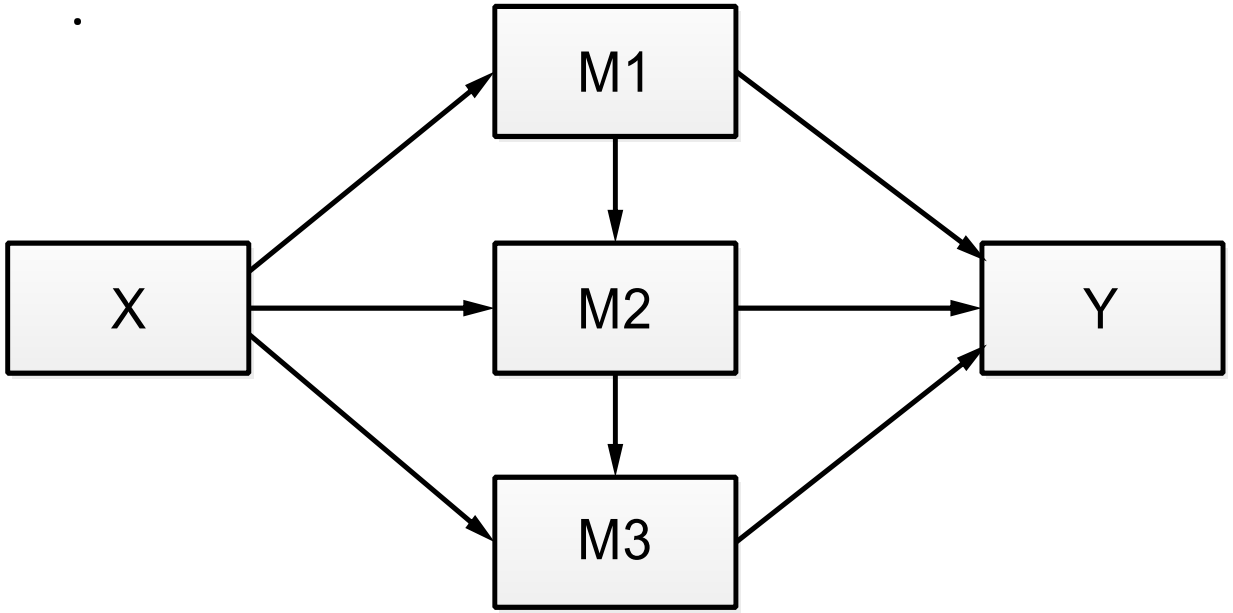
	X	M1	M2	M3
M1	1	*	*	*
M2	1	0	*	*
M3	1	0	0	*
Y	0	1	1	1

หมายเหตุ 1. ให้รันโปรแกรม PROCESS กับแผ่นแบบใดๆก่อนเพื่อให้ SPSS รู้จักมาโคร หรือ 2. ติดตั้ง process.sps ก่อนจากนั้นให้เขียนคำสั่งสำหรับตัวแบบกำหนดเองนี้ในหน้าต่าง syntax แล้วสั่งรัน

B matrix

กรอบการวิจัยต่อไปนี้ไม่มีในแผ่นแบบ ตัวแปรคั่นกลางเชื่อมโยงถึงกัน

.



B =

	X	M1	M2	M3
M1	1	*	*	*
M2	1	1	*	*
M3	1	0	1	*
Y	0	1	1	1

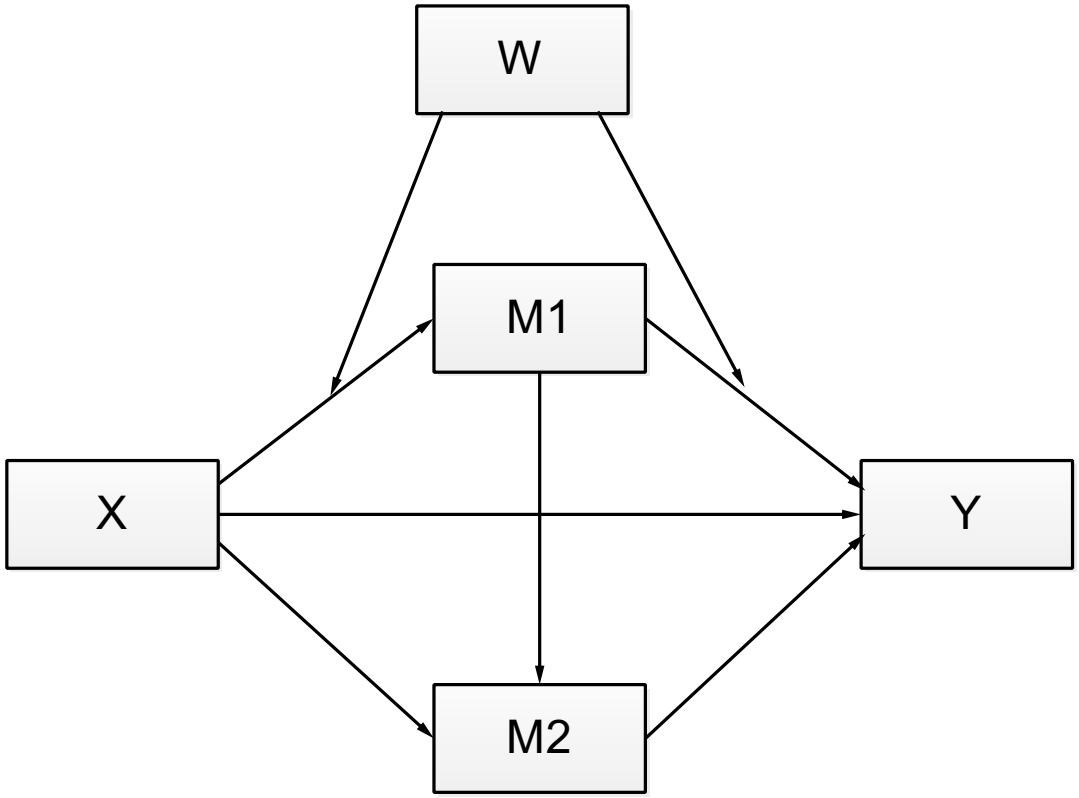
คำสั่งใน PROCESS คือ

Process y=y/m=m1 m2 m3/x=x/bmatrix=1,1,1,1,0,1,0,1,1,1.

W matrix และ Z matrix

W matrix และ Z matrix คือเมทริกซ์สำหรับกำหนดตัวแปรกำกับโดยที่
W คืออะเรย์สำหรับกำหนดตัวแปรกำกับตัวที่ 1 และ
Z คืออะเรย์สำหรับกำหนดตัวแปรกำกับตัวที่ 2
ขนาดของอะเรย์ W และ Z จะต้องเท่ากับขนาดของเมทริกซ์ B สมาชิกมีค่าเท่ากับ 0 และ 1 โดยที่ 1 หมายถึงมีลูกศรพุ่งไปยังลูกศร → ที่เป็นเส้นทางระหว่างตัวแปรต้นศร-ปลายศรนั้น

B matrix และ W matrix



B =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	1	1	*
Y	1	1	1

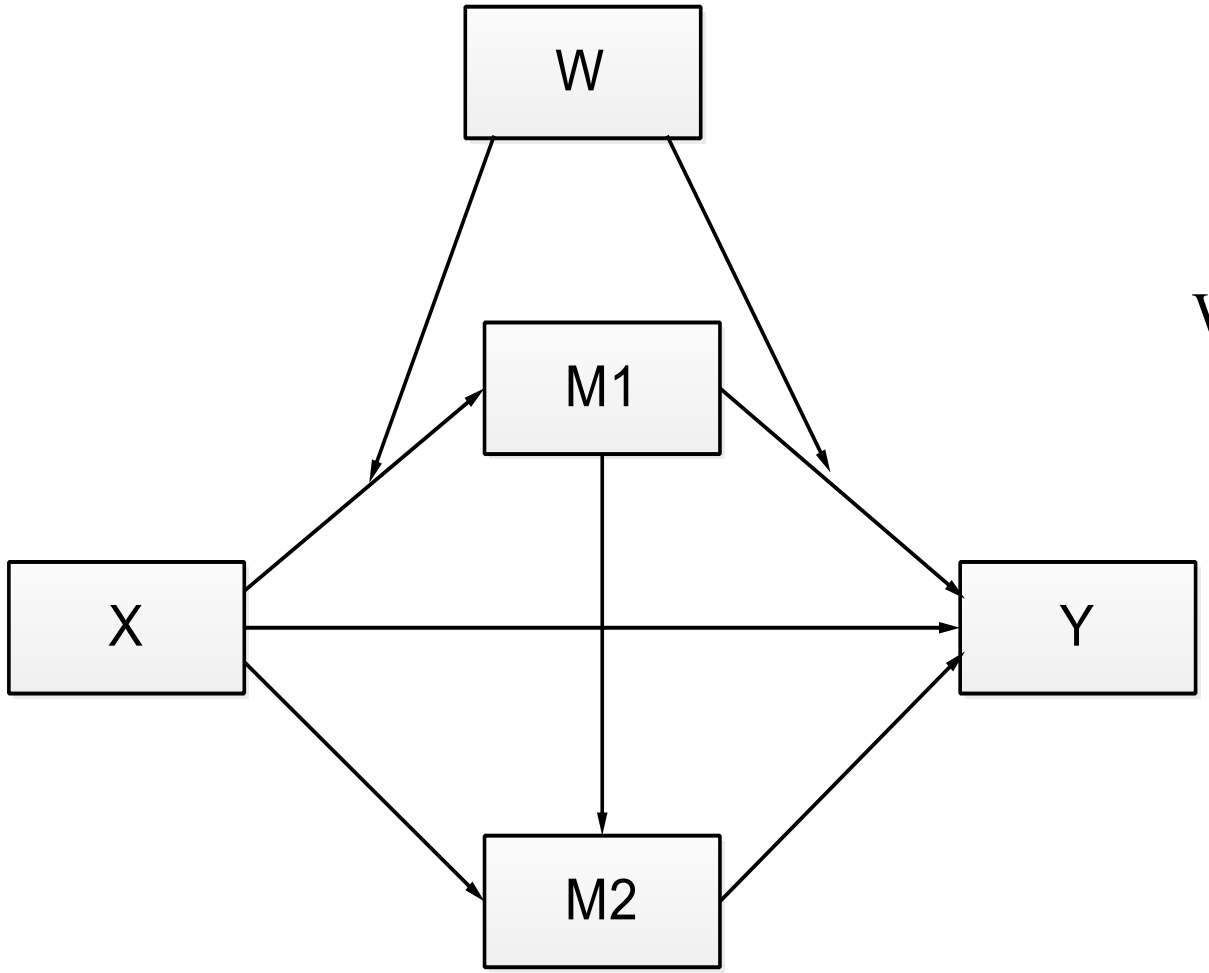
W =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	0	0	*
Y	0	1	0

คำสั่งคือ

Process y=y/m=m1 m2 m3/x=x/w=w/bmatrix=1,1,1,1,1,1/wmatrix=1,0,0,0,1,0.

คำอธิบาย W matrix

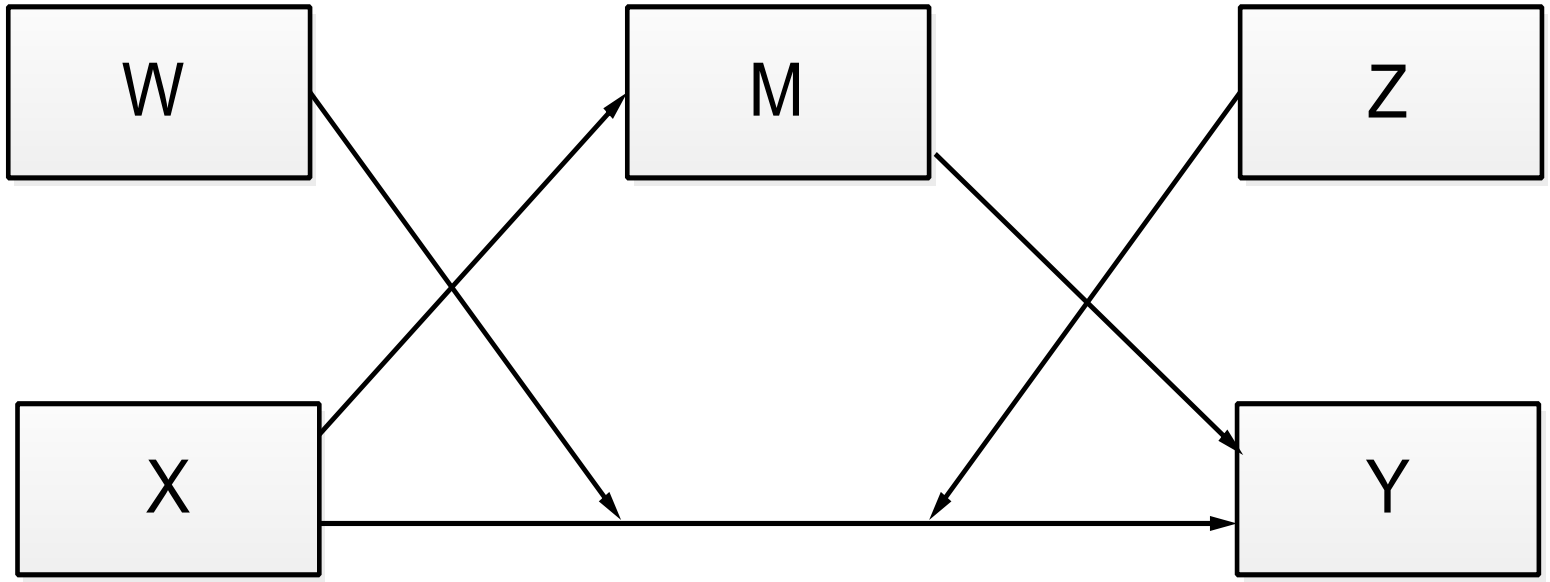


W =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	0	0	*
Y	0	1	0

ใน W matrix อ่านว่า เส้นทาง X⟶M1 และเส้นทาง M1⟶ Y ถูกกำกับ (ลูกศรยิงมาบนตัวลูกศรส้นทาง) ดังนั้น 2 แอดเดรสนี้มีค่าเท่ากับ 1 เส้นทางนอกนั้นไม่ถูกกำกับ จึงมีค่าเท่ากับ 0 ส่วนตำแหน่งอื่น (*) เป็นไปตามเงื่อนไขคือไม่ส่งผลสู่ตัวเองและไม่ส่งผลกลับ

B matrix, W matrix และ Z matrix



B =

	X	M
M	1	*
Y	1	1

W =

	X	M
M	0	*
Y	1	0

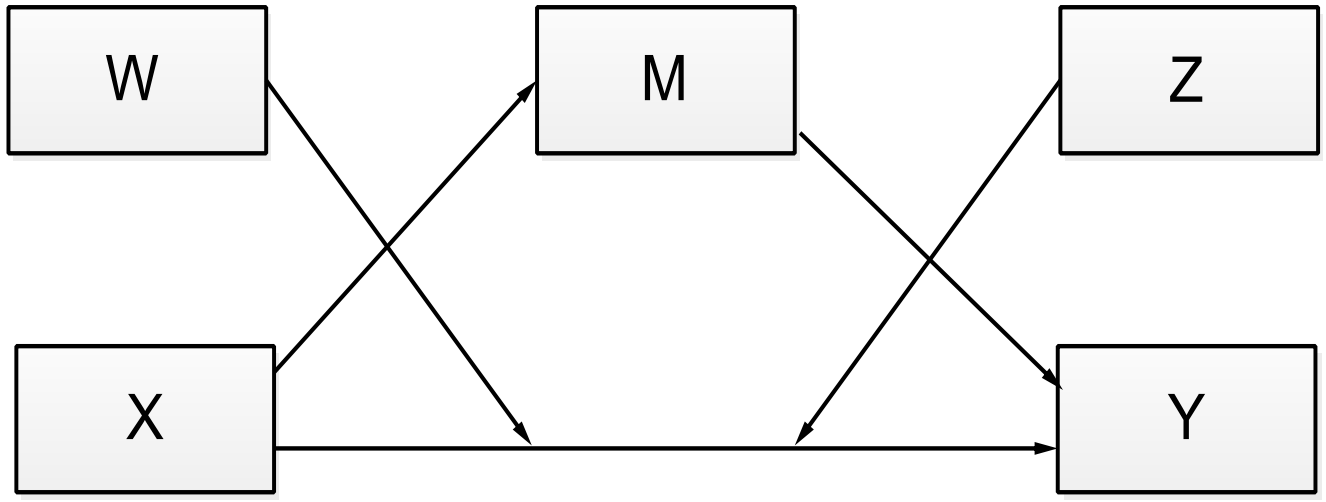
Z =

	X	M
M	0	*
Y	1	0

คำสั่งใน PROCESS คือ

Process y=y/m=m/x=x/w=w/z=z/bmatrix=1,1,1/wmatrix=0,1,0/zmatrix =0,1,0.

B matrix, W matrix และ Z matrix



B =

	X	M
M	1	*
Y	1	1

W =

	X	M
M	0	*
Y	1	0

Z =

	X	M
M	0	*
Y	1	0

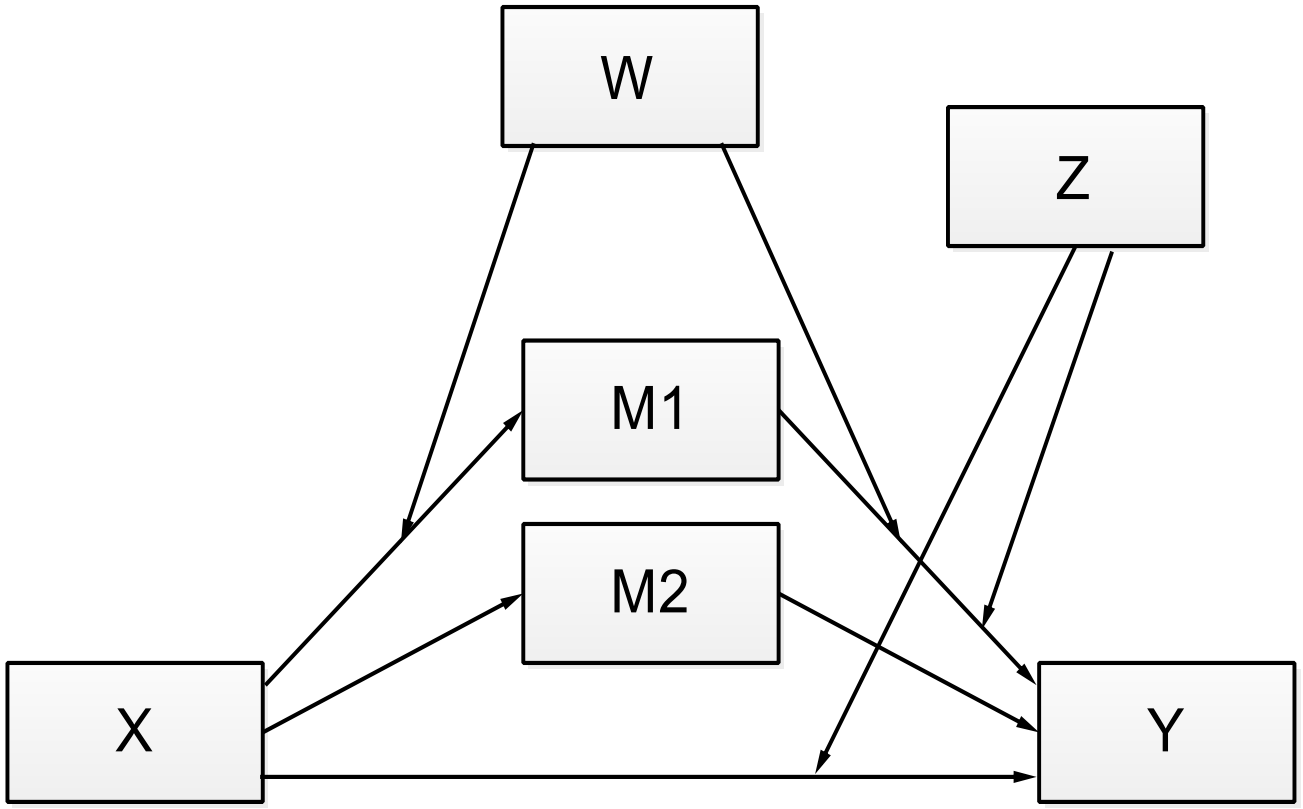
คำอธิบาย

B matrix เนื่องจาก X⟶M, X⟶Y, M⟶Y ดังนั้นค่าในแอดเดรดทั้ง 3 จึงเท่ากับ 1

W matrix เนื่องจาก W กำกับเส้นทาง X ⟶ Y เท่านั้น ค่าในแอดเดรดนี้จึงเท่ากับ 1

Z matrix เนื่องจาก Z กำกับเส้นทาง X ⟶ Y เท่านั้น ค่าในแอดเดรดนี้จึงเท่ากับ 1

B matrix, W matrix และ Z matrix



B=

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	1	0	*
Y	1	1	1

W =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	0	0	*
Y	0	1	0

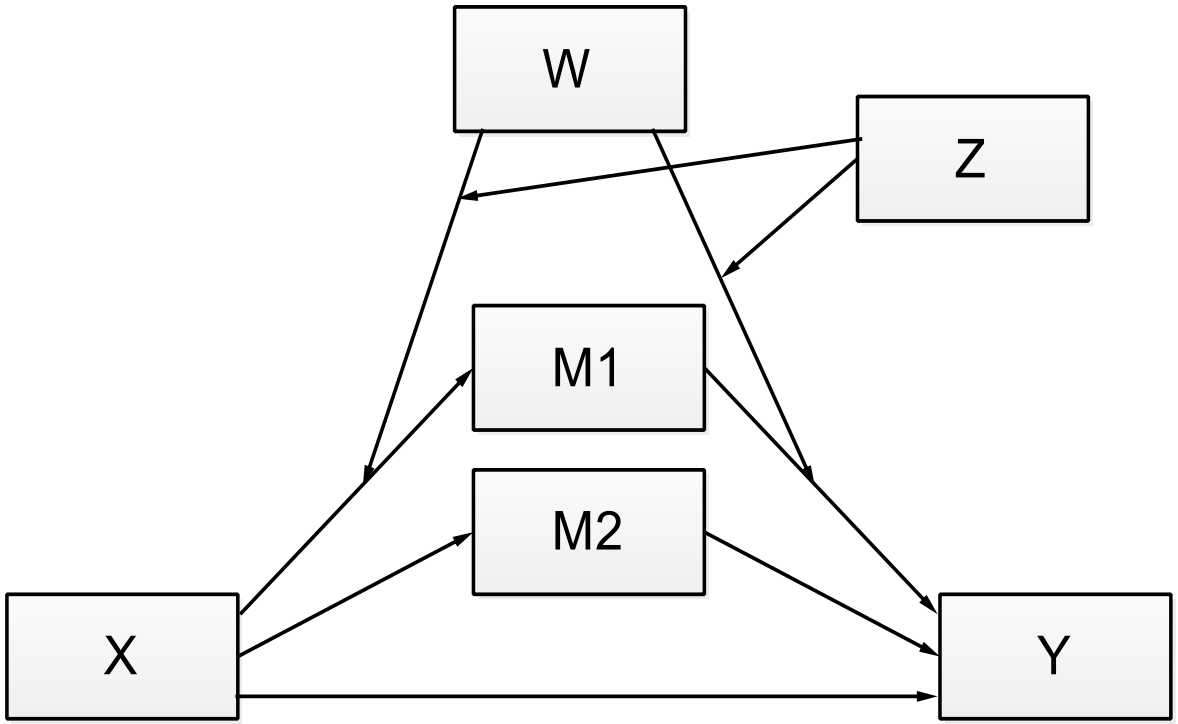
Z =

	X	M1	M2
M1	0	*	*
M2	0	0	*
Y	1	1	0

คำสั่งใน PROCESS คือ

Process y=y/m=m1 m2/x=x/w=w/z=z/bmatrix=1,1,0,1,1,1/wmatrix=1,0,0,0,1,0/zmatrix=0,0,0,1,1,0.

B matrix, W matrix, Z matrix และ WZ matrix



B =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	1	0	*
Y	1	1	1

W =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	0	0	*
Y	0	1	0

Z =

	X	M1	M2
M1	0	*	*
M2	0	0	*
Y	0	0	0

WZ =

	X	M1	M2
M1	1	*	*
M2	0	0	*
Y	0	1	0

คำสั่งใน PROCESS คือ

Process y=y/m=m1 m2/x=x/w=w/z=z/bmatrix=1,1,0,1,1,1/wmatrix=1,0,0,0,1,0 /zmatrix=0,0,0,0,0,0/wzmatrix=1,0,0,0,1,0.

กรณีมีตัวแปรควบคุม

ตัวแปรควบคุมคือตัวแปรที่

1. อยู่นอกความสนใจ มิใช่ตัวแปรอิสระที่มุ่งศึกษา

2. เป็นตัวแปรที่เกินขอบเขตการศึกษา (extraneous variable)

3.ไม่ใช่ตัวแปรหลักที่ถูกกำหนดไว้ในตัวแบบ

4. เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

กรณีมีตัวแปรควบคุม

เหตุที่ต้องถูกควบคุมเพราะ

1. ตัวแปรเหล่านี้อาจเข้ามาก่อกวนหรือป่วนกระบวนการวิจัยหรือกระทบต่อผลลัพธ์
2. ถ้าไม่ควบคุมจะทำให้สรุปผลการศึกษาผิดพลาด
3. ไม่อาจตอบคำถามวิจัยได้สมบูรณ์ เรียกว่าขาดความเที่ยงตรงภายใน (internal validity)
4. ไม่อาจสรุปแบบผลทั่วไป (generalization) ได้ เรียกว่าขาดความเที่ยงตรงภายนอก (external validity)
5. เป็นตัวแปรกวน (confounder) ตัวแปรเหล่านี้ไม่อยู่ในกลุ่มตัวแปรอิสระแต่ได้รับการพิจารณาไตร่ตรองจากนักวิจัยตามผลการทบทวนวรรณกรรมว่ามีอิทธิพล
6. การวิเคราะห์ให้นำเข้าสู่ตัวแบบเช่นเดียวกับตัวแปรอิสระคือถือเหมือนว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบตรงต่อตัวแปรตามหรือต่อตัวแปรคั่นกลาง ทำหน้าที่เช่นเดียวกับตัวแปรอิสระ

ถ้ามีนัยสำคัญก็ถือว่ามีส่วนควบคุม ถ้าไม่มีนัยสำคัญจะถอดทิ้งไปก็ได้หรือจะคงไว้ก็ได้เพื่อยืนยันว่าในบริบทของเราตัวแปรนี้ไม่มีส่วนควบคุม

ตัวอย่างกรณีมีตัวแปรควบคุม

การศึกษาว่ารายได้ส่งผลกระทบต่อความสุขในชีวิตคือ

$$\text{income} \rightarrow \text{happiness}$$ ซึ่งก็คือ $$\text{Happiness} = \beta_o + \beta_1 \text{Income} + u$$

แต่มีข้อแย้งว่า สุขภาพ สถานภาพการสมรส และอายุ ก็มีผลให้คนมีความสุขในชีวิตเหมือนกันและเกี่ยวข้องกับการมีรายได้ด้วย ดังนี้จะสรุปว่ารายได้มากทำให้มีความสุขในชีวิตมากได้อย่างไร

กรณีมีตัวแปรควบคุม

ทางออกคือให้ควบคุมตัวแปรสุขภาพ สถานภาพการสมรส และอายุ

1. ในทางทฤษฎีสถิติเรื่อง ANCOVA ให้หักค่าของตัวแปรสุขภาพ สถานภาพการสมรส และอายุ ออกจากตัวแปรตาม

2. ในทางทฤษฎีสถิติเรื่อง MRA ให้เพิ่มตัวแปรสุขภาพ สถานภาพการสมรส และอายุ ลงในตัวแบบเหมือนตัวแปรอิสระ เรียกว่า partial out

ตัวอย่างการถดถอยกรณีมีตัวแปรควบคุม

ลำดับการเกิดเป็นลูกคนที่เท่าไร →อาการดาวน์ซินโดรม

ตัวแปรควบคุมคืออายุของแม่ อายุพ่อ ถิ่นที่อยู่ การศึกษา การใช้ยาเสพย์ติดของพ่อ การมีสายเลือดเดียวกันของพ่อแม่

(**หมายเหตุ** ลักษณะและอาการดาวน์ซินโดรมคือ หน้าแบน หัวเล็ก หูเล็ก หูบิดผิดรูปร่าง ปากเล็ก ตาเรียว หางตาเฉียงขึ้น มีจุดสีขาวอยู่ที่ตาดำ คอสั้น แขนขาสั้น ตัวเตี้ยกว่าคนในวัยเดียวกัน นิ้วสั้น มือสั้น เท้าสั้น เส้นลายมือตัดเป็นเส้นเดียว ลิ้นจุกอยู่ที่ปาก ตัวอ่อนปวกเปียก กล้ามเนื้อหย่อน ขอต่อหลวม เชาวน์ปัญญาต่ำ--https://www.pobpad.com)

ตัวอย่างการถดถอยกรณีมีตัวแปรควบคุม

การสูบบุหรี่→ปัญหาสุขภาพ

ตัวแปรควบคุมหนึ่งคือ การดื่มสุรา เวลาพักผ่อน การควบคุมอารมณ์

การดื่มกาแฟ →การเพิ่มพูนความจำ

ตัวแปรควบคุมคือการดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน เช่น ชา โค้ก

ตัวอย่างการถดถอยกรณีมีตัวแปรควบคุม

การระบุตัวตน (organization identification) →ความผูกพันองค์การด้านความรัก (affective commitment)

ตัวแปรควบคุมคือระยะเวลาที่ทำงานอยู่ในองค์การ

การขัดขวางขององค์การ (organization obstruction)→การระบุตัวตน→ผลการปฏิบัติงาน

ตัวแปรควบคุมคือ เพศและอายุตัว

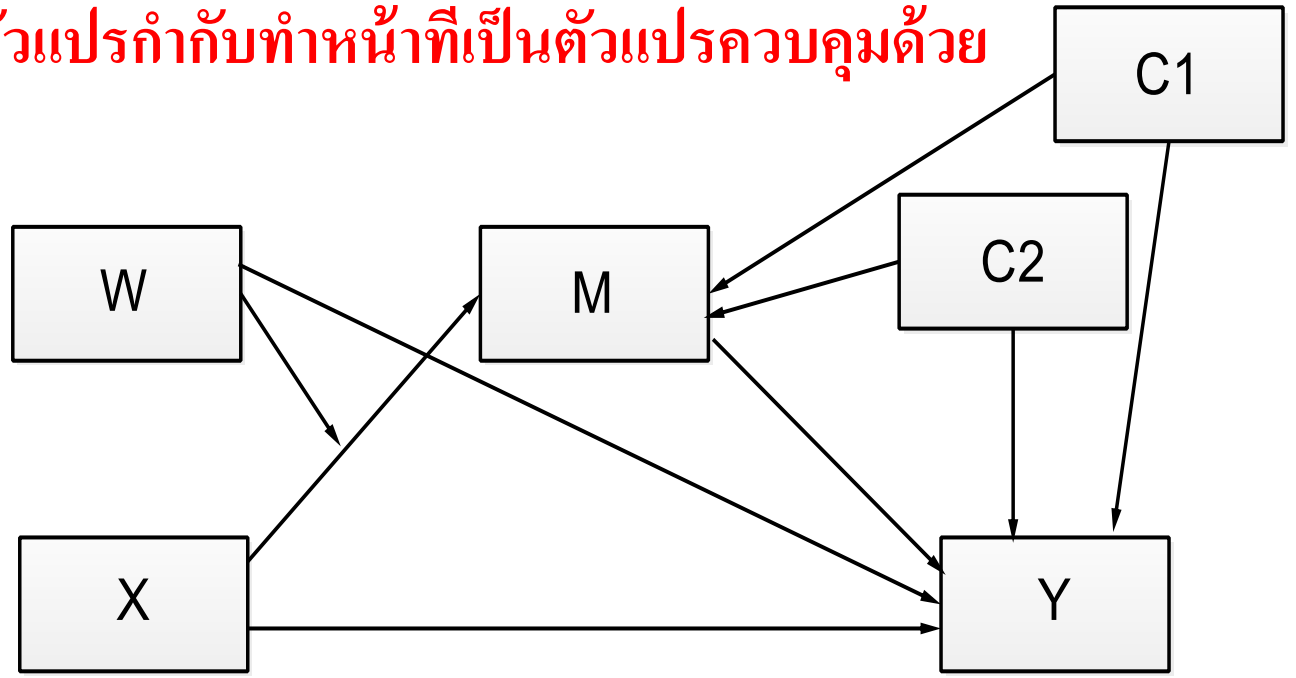
ความจำเป็นที่ต้องมีตัวแปรควบคุมและข้อควรระวัง

การมีตัวแปรควบคุมในตัวแบบหรือมีตัวแปรควบคุมในงานทดลองเป็นเรื่องจำเป็นต่อผลการศึกษาด้านความเที่ยงตรงภายในและความเที่ยงตรงภายนอก แต่การควบคุมตัวแปรต่างๆไว้มากมายหลายตัวจะมีผลให้การศึกษาตัวแบบและผลการทดลองถูกจำกัดขอบเขตให้แคบลง ผลการศึกษาจะขาดความทั่วไป ขาดความเที่ยงตรงภายนอก

ตัวแบบกรณีมีตัวแปรทำหน้าที่มากกว่า 1 หน้าที่

กรณีที่ตัวแปรใดๆทำหน้าที่มากกว่า 1 หน้าที่ เช่น เป็นตัวแปรสาเหตุหรือเป็นตัวแปรคั่นกลางแต่ก็ทำหน้าที่ตัวแปรควบคุมด้วย กรณีนี้ให้สร้างตัวแปรดังกล่าวไปทำหน้าที่อื่นด้วยคำสั่ง compute เพราะโปรแกรมไม่ยอมให้มีตัวแปรทำหน้าที่มากกว่า 1 หน้าที่ อนุญาตเพียงให้ทำหน้าที่เดิมซ้ำได้ เช่นตัวแปรกำกับสามารถกำกับได้หลายเส้นทาง หรือตัวแปรควบคุมเดิมสามารถควบคุมได้หลายตัวแปร เช่นควบคุมตัวแปรคั่นกลาง (ซึ่งเป็นตัวแปรตามของ X) ควบคุมตัวแปรตาม Y (ซึ่งเป็นตัวแปรตามของ M และ X)

ตัวแบบกรณีมีตัวแปรทำหน้าที่มากกว่า 1 หน้าที่
ตัวอย่างเมื่อตัวแปรกำกับทำหน้าที่เป็นตัวแปรควบคุมด้วย



B =

	X	M
M	1	*
Y	1	1

W =

	X	M
M	1	*
Y	0	0

C =

	C1	C2	W
M	1	1	0
Y	1	1	1

กรอบนี้มีสิ่งควรอธิบายเพิ่มคือ C1, C2 และ W ทำหน้าที่เป็นตัวแปรควบคุม ดังนั้น C matrix จึงมี W อยู่ด้วย โดย C1, C2, W ทำหน้าที่เป็นปัจจัยสาเหตุ M และ Y เป็นปัจจัยผล กำหนดให้ 1 หมายถึงส่งผลทางตรง 0 หมายถึงไม่ส่งผลทางตรง W matrix คือ moderation array แต่เนื่องจากมี W ปรากฏใน 2 ที่อันเป็นข้อห้าม จึงต้องสร้างตัวแปร W เพิ่มใหม่ชื่อว่า wcopy (หรือจะใช้ชื่อใดๆก็ได้เช่น d) โดยสั่งว่า compute wcopy=w. หรือสั่งว่า compute d=w.

ตัวแบบกรณีตัวแปรทำหน้าที่มากกว่า 1 หน้าที่

คำสั่งใน PROCESS คือ

1. คำสั่งที่นำ model 7 มาเติม c1, c2, wcopy และ cmatrix

Compute wcopy=w.

Process y=y/w=w/x=x/m=m/model=7/cov=c1 c2 wcopy/cmatrix=1,1,0,1,1,1.

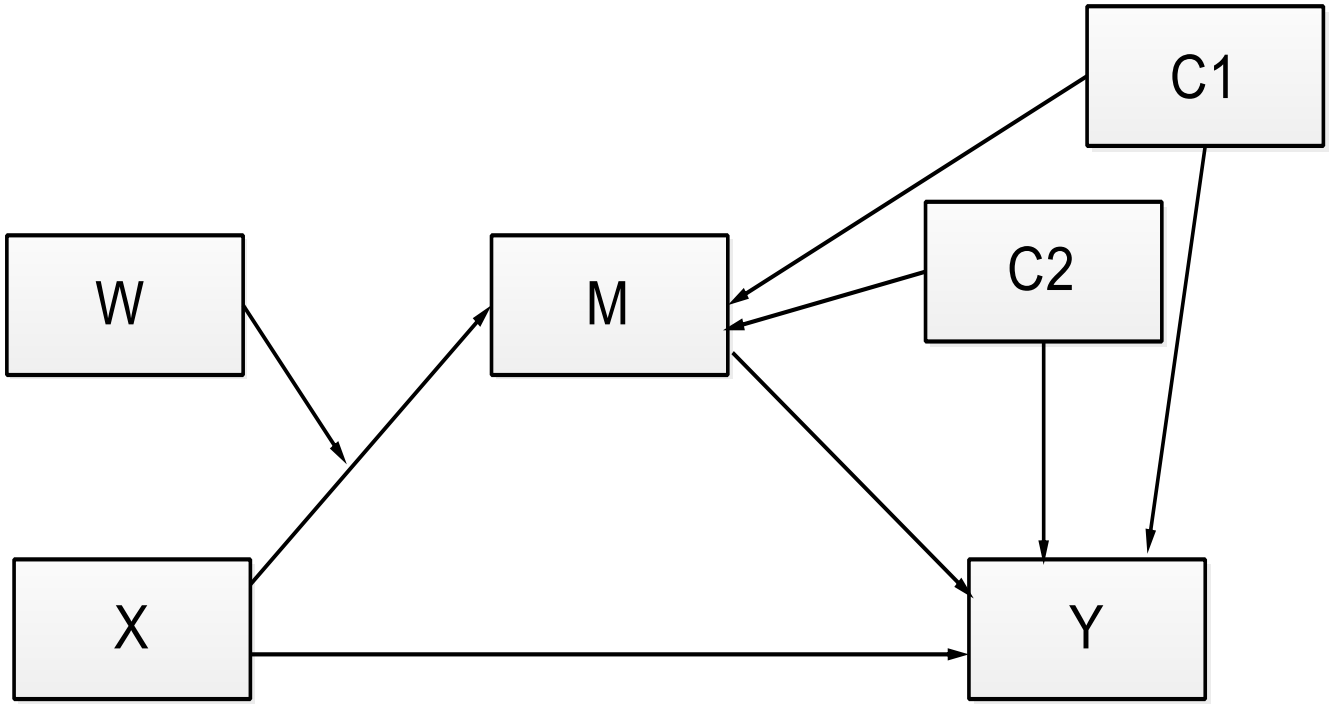
2. คำสั่งนี้สร้างเองทั้งหมดโดยเรียกใช้ทุกเมทริกซ์

Compute wcopy=w.

Process y=y/w=w/x=x/m=m/cov=c1 c2 wcopy/bmatrix=1,1,1/wmatrix=1,0,0

/cmatrix=1,1,0,1,1,1.

ตัวอย่างตัวแบบกรณีมีตัวแปรควบคุม



B =

	X	M
M	1	*
Y	1	1

W =

	X	M
M	1	*
Y	0	0

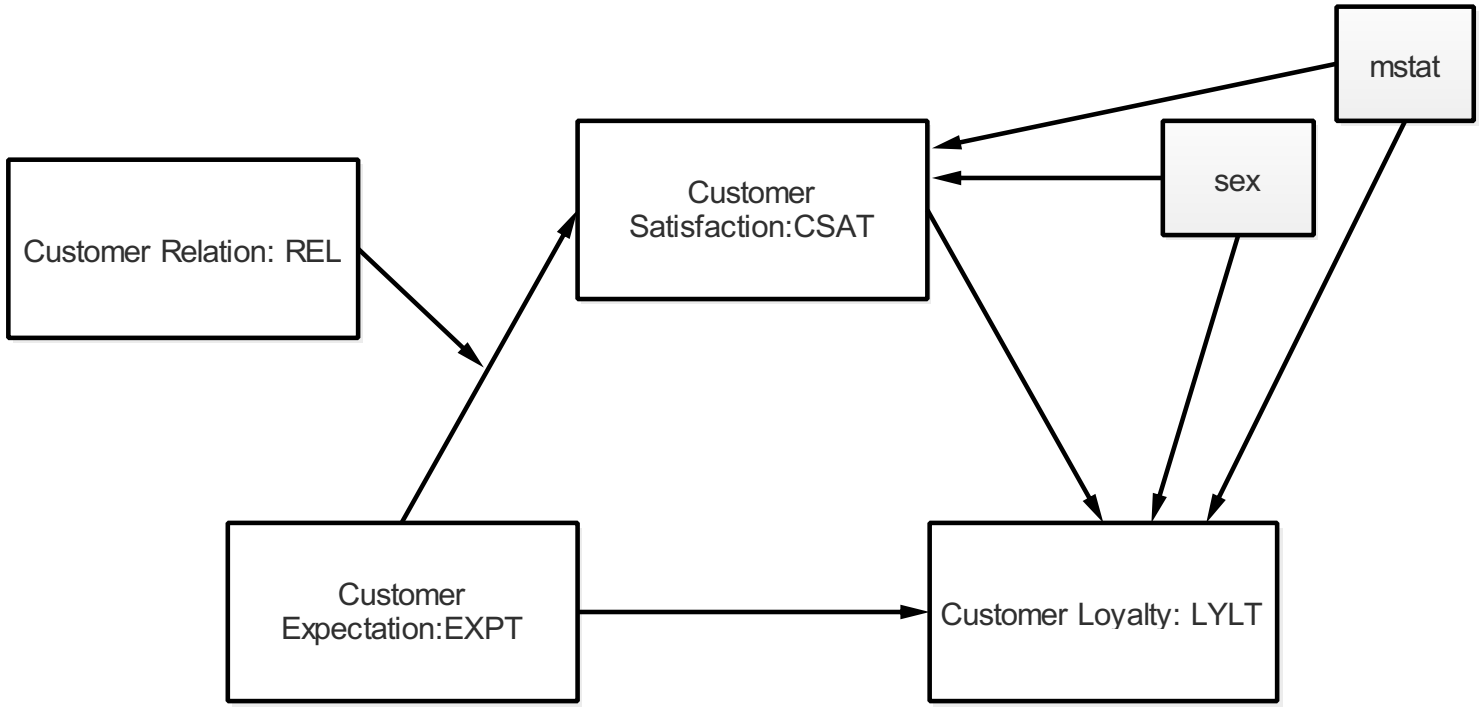
C =

	C1	C2
M	1	1
Y	1	1

Process y=y/x=x/w=w/m=m/model=7/cov=c1 c2/cmatrix=1,1,1,1.

หรือ Process y=y/x=x/w=w/m=m/cov=c1 c2/bmatrix=1,1,1/wmatrix=1,0,0/cmatrix=1,1,1,1.

ตัวอย่างตัวแบบกรณีมีตัวแปรควบคุม



B =

	EXPT	CSAT
CSAT	1	*
LYLT	1	1

W =

	EXPT	CSAT
CSAT	1	*
LYLT	0	0

C =

	Sex	Gender
CSAT	1	1
LYLT	1	1

คำสั่งใน PROCESS คือ

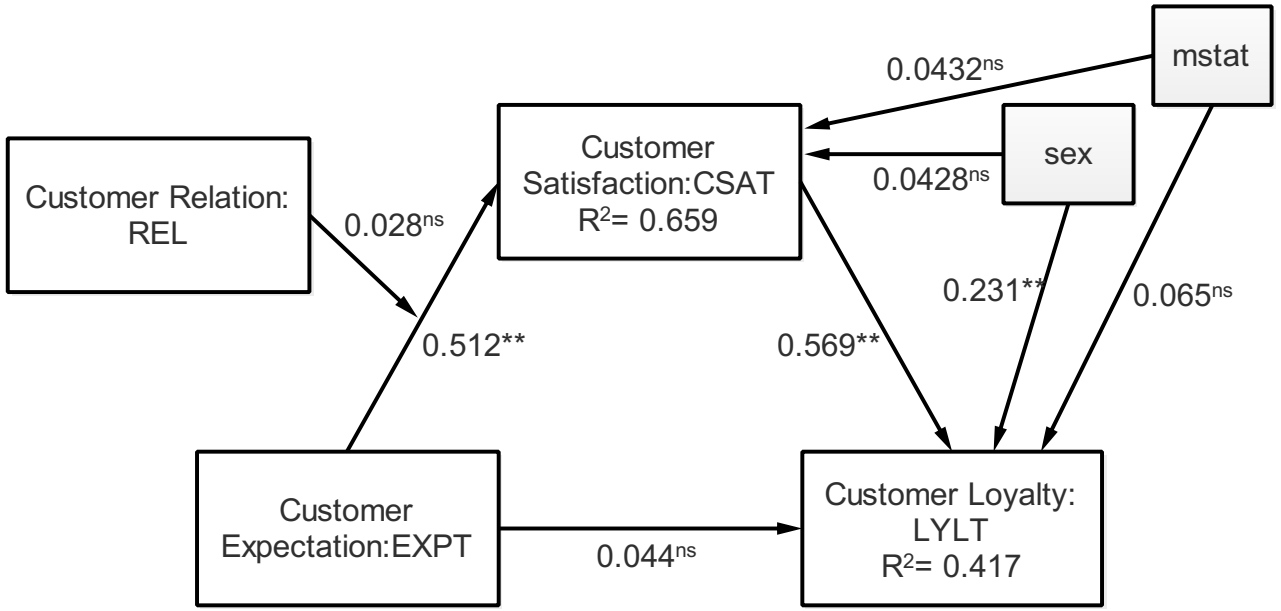
Process y=LYLT/x=EXPT/w=REL/m=CSAT/cov=sex mstat/bmatrix=1,1,1/wmatrix=1,0,0/cmatrix=1,1,1,1.

Total effect = 0.482**

Direct effect = 0.044ns

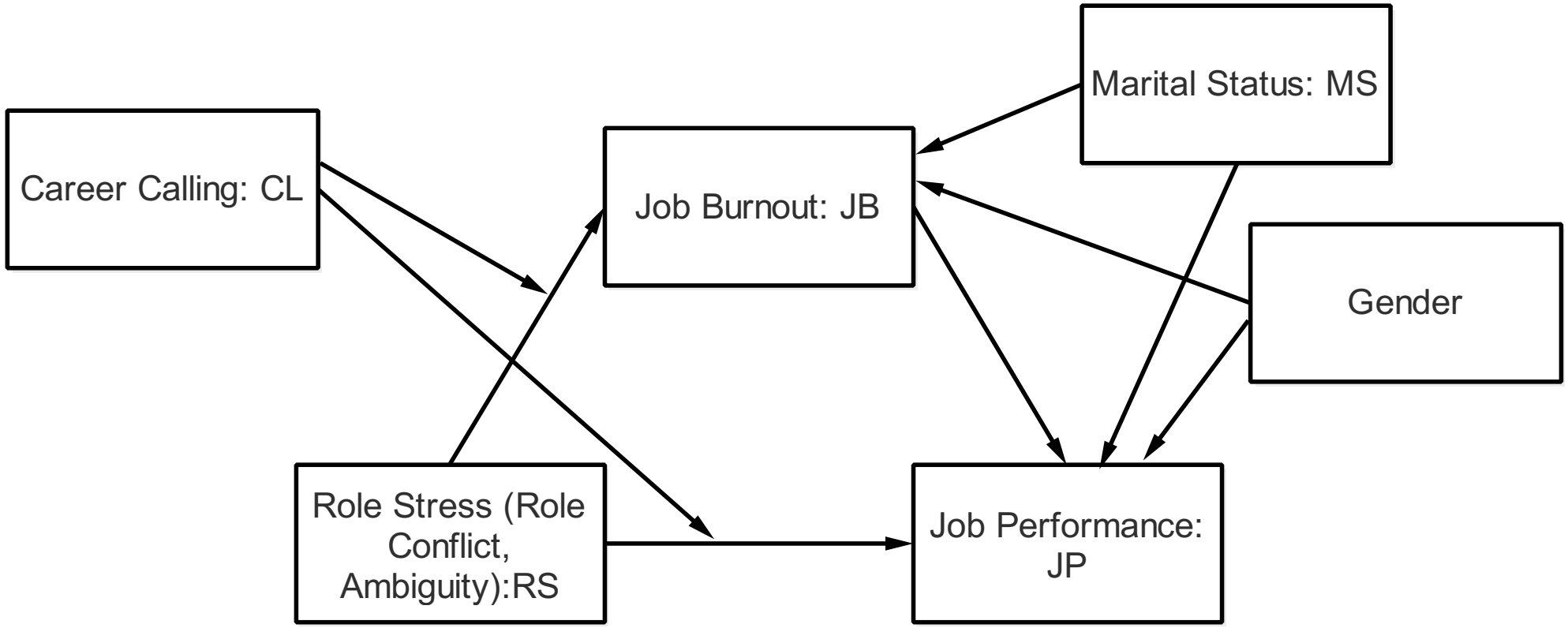
แสดงว่าอิทธิพลตามเส้นทางเดิมคือ EXPT→LYLT มีค่าสูงเกินจริงหรือเป็นความสัมพันธ์หลอก เพราะเมื่อเพิ่มตัวแปรคั่นกลางและตัวแปรกำกับแล้วพบว่าอิทธิพลตามเส้นทางดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญ CSAT จึงเป็นปัจจัยสำคัญของกลไกการถ่ายทอดอิทธิพล คือ EXPT ต้องผ่าน CSAT แล้วค่อยส่งผลกระทบต่อ LYLT อีกทอดหนึ่ง

เมื่อได้ควบคุมอิทธิพลของเพศและสถานภาพการสมรสของลูกค้าพร้อมกำกับเส้นทาง EXPT→CSAT ด้วยระดับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายพบว่า CSAT เป็นปัจจัยที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดอิทธิพลของ EXPT ไปยัง LYLT ได้ดี โดยที่ลูกค้าจะภักดีต่อองค์การ/ตรามากขึ้นถ้าองค์การสามารถสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้า (CSAT) ได้มากแต่ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของระดับความสัมพันธ์กับลูกค้า (REL) ซึ่งอาจเลือกกระทำในระดับสูงหรือไม่น้อยกว่าระดับปานกลาง ดังตารางอิทธิพลทางอ้อมอย่างมีเงื่อนไขต่อไปนี้ ทั้งนี้ให้พิจารณาต้นทุนการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าเสียก่อน ถ้าต้นทุนไม่สูงก็ปฏิบัติให้มาก ถ้าต้นทุนสูงก็ควรปฏิบัติพอประมาณ เพราะมีค่า effectใกล้เคียงกัน



REL	Effect	BootSE	BootLLCI	BootULCI
-0.920 (ต่ำ)	0.277	0.036	0.210	0.352
0.054 (ปานกลาง)	0.292	0.038	0.220	0.369
1.027 (สูง)	0.308	0.050	0.214	0.410

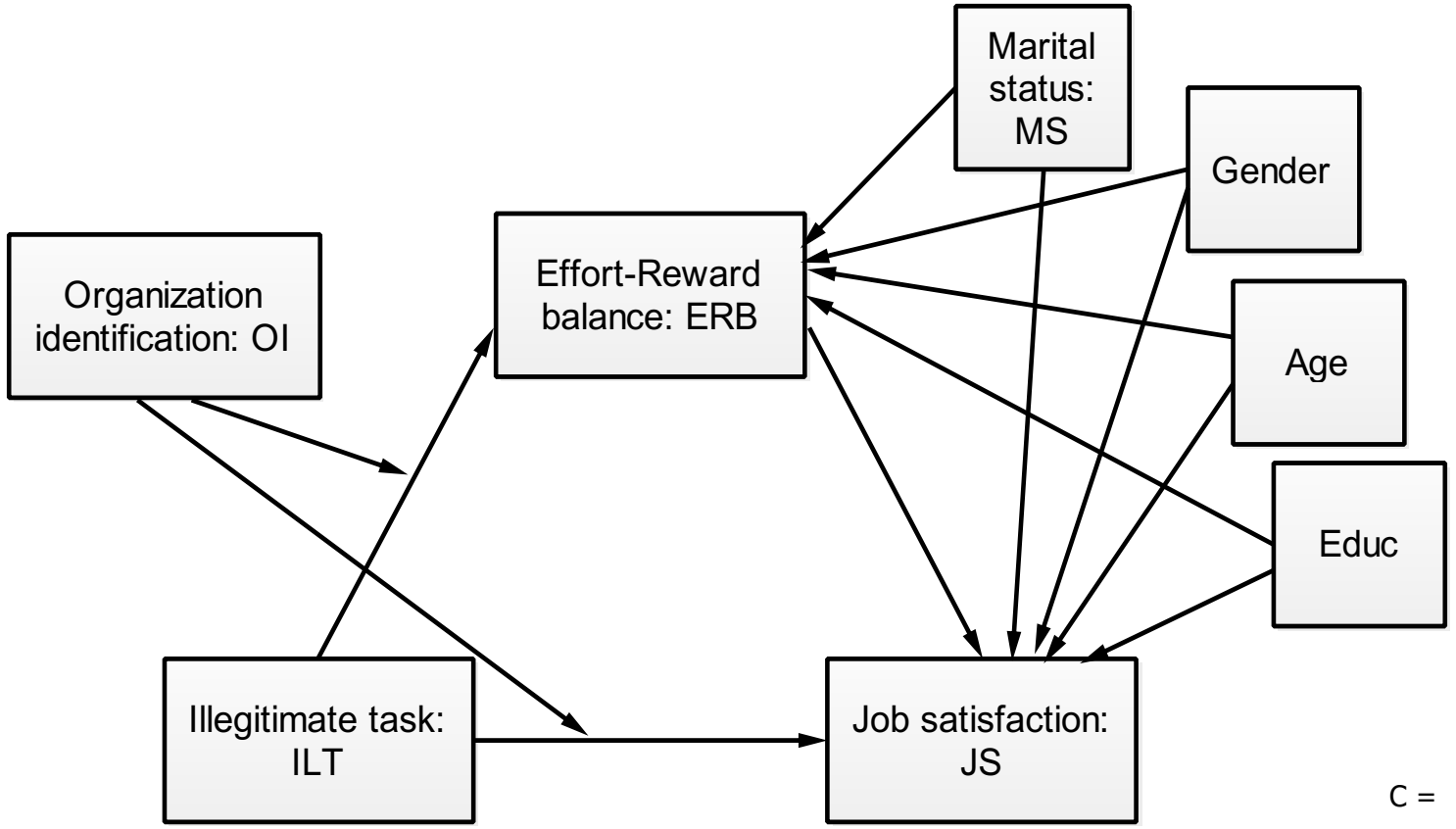
ตัวอย่างตัวแบบกรณีมีตัวแปรควบคุม



Process y=JP/x=RS/w=CL/m=JB/cov=MS Gender/bmatrix=1,1,1/wmatrix=1,1,0/cmatrix=1,1,1,1.

Wu, G., Hu, Z. and Zheng, J. (2019), Role Stress, Job Burnout and Job Performance in Construction Project Manager: The Moderation Role of Career Calling, International Journal of Environmental Research and Public Health.

ตัวอย่างตัวแบบกรณีมีตัวแปรควบคุม



B =

	X	M
M	1	*
Y	1	1

W =

	X	M
M	1	*
Y	1	0

C =

	C1	C2	C3	C4
M	1	1	1	1
Y	1	1	1	1

Process y=JS/w=OI/x=ILT/m=ERB/cov=MS gender Age Educ/bmatrix=1,1,1/wmatrix=1,1,0/cmatrix=1,1,1,1,1,1,1,1.

เอกสารอ้างอิง

Baron, R. M. and Kenny, D. A. (1986), The Moderator–Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations, Journal of Personality and Social Psychology, 51(6), 1173-1182.

Hayes, A. F. (2018). Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis A Regression-Based Approach, 2nd edition, Guilford press, New York, 692 pp.

Soleman, A. and Tiffanie, V. J. (2021), STATISTICAL MEDIATION ANALYSIS USING THE SOBEL TEST AND HAYES SPSS PROCESS MACRO, International Journal of Quantitative and Qualitative Research Methods, Vol.9, No.1, pp.42-61.

Taylor, A. B., MacKinnon, D. P. and Tein, J. Y. (2007).Tests of the Three-Path Mediated Effect, Organizational Research Methods, 11(2), 241-269.

Wu, G., Hu, Z. and Zheng, J. (2019), Role Stress, Job Burnout and Job Performance in Construction Project Manager: The Moderation Role of Career Calling, International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(13):2394.