

การวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง พหุระดับ ด้วยโปรแกรม Mplus

ANALYSIS AND PRESENTATION OF MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION MODELING USING MPLUS PROGRAM

โกศล จิตวิรัตน์¹ ดร.นรพล จินันท์เดช²
ดร.ปิยะฉัตร จารุธีรศานต์³ อุไรวรรณ แยมเนียม⁴

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดสำคัญและทางเลือกปฏิบัติสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus โดยก่อนส่งวิเคราะห์ข้อมูล สามารถเตรียมคำสั่งเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 วิธีคือ 1) การใช้ Language Generator คือ การกดเมนูคำสั่งในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคำสั่งในการวิเคราะห์ข้อมูลในหน้าต่าง Syntax และ 2) การเขียนคำสั่งด้วยตนเองโดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax นอกจากนั้นยังได้นำเสนอหลักการและวิธีใช้คำสั่ง Fix, Free, และ With สำหรับการปรับโมเดล ตลอดจนเทคนิคในการตรวจสอบและพิจารณา Mplus Output เพื่อค้นหาดัชนีความสอดคล้องของโมเดล รวมทั้งคำอธิบายเกี่ยวกับดัชนีต่างๆ ตลอดจนการนำเสนอตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วย

ในประเทศไทย วิจัยวิทยาการวิจัยจะพัฒนามากทางด้านการศึกษา แต่ทางด้านการบริหารจัดการหรือด้านอื่นๆ กลับพบว่า ยังมีช่องว่างสูง สังเกตได้จากปริมาณจำนวนวิทยานิพนธ์ที่เพิ่มขึ้น แต่วิจัยวิทยาการวิจัยยังเหมือนเดิม ยังคงใช้เทคนิคการวิจัยแบบเดิมๆ เพียงไม่กี่เทคนิคเท่านั้น และเทคนิคการวิจัยที่พบ ส่วนใหญ่ยังมีแนวโน้มข้อตกลงเบื้องต้นขัดกับสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติของข้อมูล ในขณะที่เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ เป็นเทคนิคการวิจัยใหม่ล่าสุด และตอบสนองต่อทิศทางการวิจัยในอนาคตได้เป็นอย่างดี ซึ่งในคู่มือการใช้โปรแกรม Mplus ได้มีโมเดลไว้ให้ศึกษาเพื่อการวิจัยมากกว่า 150 โมเดล ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการเริ่มต้นนำวิจัยวิทยาการวิจัยใหม่ๆ มาพัฒนา โดยนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาทั้งระดับปริญญาโทและปริญญาเอก สามารถที่จะก่อให้เกิดคุณค่าและส่งมอบไว้ให้คนรุ่นหลังได้ศึกษาต่อยอด นำมาซึ่งการยกระดับปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาประเทศโดยรวมและต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: พลวัต โมเดลสมการโครงสร้าง โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ Mplus

¹ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาบริหารธุรกิจ (เน้นการวิจัย) โครงการปรัชญาดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

² อาจารย์ที่ปรึกษาประจำสาขาวิชาบริหารธุรกิจ โครงการปรัชญาดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประธานสาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ โครงการปรัชญาดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อาจารย์ที่ปรึกษา

⁴ รองศาสตราจารย์ คณะบริหารธุรกิจ โครงการปรัชญาดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อาจารย์ที่ปรึกษา

Abstract

This article aims to present the important concepts and option approaches for analyzing the multi-level structural equation model with Mplus program. Before analyzing data with Mplus program, it can be operated into 2 ways: First, by means of the Language Generator, it's a menu command in the program. Details in terms of command for data analysis will show in the Syntax window; and Second, by means of writing a command directly into the Syntax window. Also, it will show principles and using the commands of "Fix", "Free", and "With" for upgrading the model as well as techniques for detecting the Mplus Output and for searching the t index of the model. Again, it can explain the variety of various indexes and present the tables of analyzed results of preliminary data.

In Thailand, most of research methodologies are more developed in the field of education, but in the field of managerial administration or other fields have a higher gap. All of these aspects are seen in the number of dissertations have much more increasingly but the old research methodologies were employed (using old previous techniques). Also, those research techniques, most of them still have the trend of basic assumption that is conflict with real nature of data. On the contrary, the technique of multi-level structural equation model is a new research technique which responds to the direction of future research as well. This program has lots of models, more than 150 options, for implement. It is strongly appropriate to use this program for starting new research studies. Graduate students in Master Degree or Doctoral Degree can create the research values and sending them to the future people for continuous studies. Also, this program will help to increase the basic factors level for developing country as a whole and in the future.

Keywords: dynamic SEM, multilevel multilevel SEM Mplus

บทนำ

ในทศวรรษนี้เทคนิควิธีวิทยาการวิจัยได้พัฒนาเป็นอย่างมาก เพื่อตอบสนองต่อการนำผลการวิจัยไปใช้ เทคนิคโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Models) เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นไปได้มากที่สุด เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในการตอบใจปัญหาวิจัยที่มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันอย่างหลากหลายและสลับซับซ้อน นับได้ว่าเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดในปัจจุบัน ที่สามารถพัฒนาได้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต(Dynamic) โดยโปรแกรมที่ดีที่สุดที่สามารถวิเคราะห์เทคนิคโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับได้ คือโปรแกรม Mplus สำหรับประเทศไทยตามหลักฐานที่ปรากฏ พบว่ามีการเริ่มต้นนำมาใช้โดยประมาณตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา โดยคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งโมเดลเริ่มต้นที่นำมาใช้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Mplus ได้แก่ โมเดล

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพหุระดับ (Multilevel CFA: MCFA) โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Models: SEM) และโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Models: MSEM)

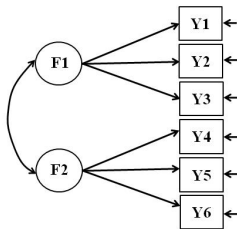
จากการศึกษา ยังไม่พบหลักฐานรายการการวิจัยหรือ วิทยานิพนธ์ หรือดุษฎีนิพนธ์ ที่ปรากฏหลักฐานว่ามีกรนำโปรแกรม Mplus มาใช้วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับในระดับสูงอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นทั้งโมเดลเดียวหรือการวิเคราะห์โมเดลในระดับเดียว (Single Model) และโมเดลพหุระดับ (Multilevel Model) ทั้งๆ ที่ศักยภาพจริงๆ ของโปรแกรม Mplus ในปัจจุบันมีศักยภาพสูงสุดในการวิเคราะห์สถิติขั้นสูง โดยสามารถ

โดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax เท่านั้น เพราะวิธีการใช้ Language Generator ผู้เขียนได้นำเสนอแล้วในวารสารสมาคมนักวิจัย ในความอุปถัมภ์ของสภาวิจัยแห่งชาติ บทความเรื่องศักยภาพของโปรแกรม Mplus กับการวิเคราะห์สถิติขั้นสูงในงานวิจัยวารสารปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 โดยวิธีปฏิบัติในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยวิธีการเขียนคำสั่งด้วยตนเองโดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax มีวิธีการเตรียมข้อมูลเหมือนกับวิธีการ Language Generator คือไฟล์ที่จัดเตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีนามสกุล .dat สามารถเปิดดูได้ด้วยโปรแกรม Mplus โดยการใช้เมนู Open>เลือกประเภทไฟล์เป็น All les>โปรแกรมแสดงไฟล์นามสกุล.dat> Click ที่ไฟล์ .dat> Open

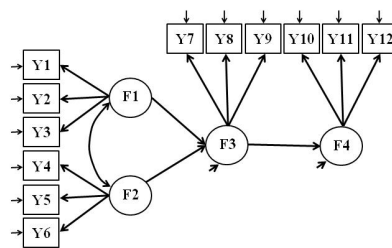
โดยไฟล์นามสกุล .dat ที่จัดเตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วบางครั้งในการเรียกใช้อาจจะเจอปัญหาไม่ปรากฏเป็นไฟล์นามสกุล .dat ให้เห็น แต่อาจจะปรากฏเป็นสัญลักษณ์รูปภาพตามเวอร์ชันของโปรแกรมแทน เช่น เป็นสัญลักษณ์ภาพสามเหลี่ยม

ตาราง 1

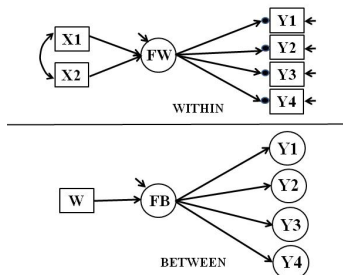
แสดงตัวอย่างภาพโมเดลในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Mplus



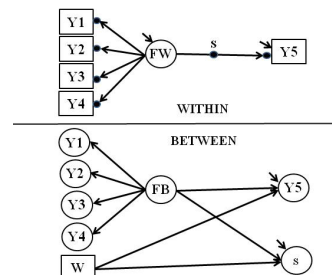
CFA กรณี CFA with Continuous Factor Indicators



SEM กรณี SEM with Continuous Factor Indicators



MCFA กรณี Two-level CFA With Continuous Factor Indicators and covariates



MSEM กรณี Two-level SEM with Continuous Factor Indicators and a Random Slope for a Factor

อยู่บนแผ่นซีดี หรือสัญลักษณ์รูปเท้า เป็นต้น ภาพโมเดลในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Mplus

ภาพตัวอย่างเทคนิคโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Models) กรณีโมเดลเดียวหรือการวิเคราะห์โมเดลในระดับเดียว (Single Model) ที่นำเสนอตั้งตาราง 1 โมเดล CFA (Confirmatory Factor Analysis) และ SEM (Structural Equation Models) เป็นโมเดลที่สามารถวิเคราะห์กันโดยทั่วไปไม่ว่าจะใช้โปรแกรม Mplus, LISREL, AMOS, EQS หรือ PLS เป็นต้น ส่วนโมเดลพหุระดับ (Multilevel Model) กรณีโมเดล MCFA (Multilevel Confirmatory Factor Analysis) และ MSEM (Multilevel Structural Equation Models) เป็นโมเดลที่สามารถวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Mplus เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับ โดยในระดับที่ 1 เป็นระดับจุลภาค (Micro Level) และระดับที่ 2 เป็นระดับมหภาค (Macro Level)

หลักการเขียนคำสั่งด้วยตนเองโดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax เพื่อเตรียมชุดคำสั่งก่อนทำการวิเคราะห์ ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

(1) การพิมพ์ชื่อชุดคำสั่งต้องขึ้นบรรทัดใหม่พิมพ์ด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ขีดซ้าย ปิดด้วยเครื่องหมาย Colon (:) ชื่อชุดคำสั่งเมื่อพิมพ์เสร็จแล้วโปรแกรมจะแสดงให้เห็นเป็นอักษรสีน้ำเงิน

(2) รายละเอียดในแต่ละชุดคำสั่ง สามารถพิมพ์ได้ด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่ ปิดด้วยเครื่องหมาย Semicolon (;)

(3) ในการเขียนคำสั่ง IS หรือ ARE สามารถเขียนแทนได้ด้วยเครื่องหมายเท่ากับ (=) ยกเว้นชุดคำสั่ง DEFINE และ MODEL

(4) สามารถใช้เครื่องหมาย Hyphen (-) คั่นกลางชื่อตัวแปรที่เหมือนกันได้ เช่น x1-x6

ชุดคำสั่ง (Command) ในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus มีทั้งหมดจำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย TITLE, DATA, VARIABLE, DEFINE, ANALYSIS, MODEL, OUTPUT, SAVEDATA, PLOT, MONTECARLO โดยหลักการเขียนคำสั่งโดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax เป็นการนำชุดคำสั่งมาเขียนและเรียบเรียงเป็นบรรทัด ตามลำดับลงในหน้าต่าง Syntax เพื่อเป็นการเตรียมรายละเอียดในแต่ละชุดคำสั่ง (Command) ให้เสร็จก่อนการสั่งวิเคราะห์ข้อมูล (Run) ด้วยโปรแกรม Mplus อันประกอบด้วยชุดคำสั่ง TITLE, DATA, VARIABLE, ANALYSIS, MODEL และ OUTPUT ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ชุดคำสั่ง TITLE: เป็นคำสั่งสำหรับระบุชื่อเรื่องในการวิเคราะห์

ส่วนที่ 2 ชุดคำสั่ง DATA: เป็นคำสั่งสำหรับระบุแหล่งที่เก็บข้อมูล (Directory) คือไฟล์ข้อมูลที่แปลงเป็นภาษา ASCII ไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วนามสกุล .dat เก็บไว้ที่ใดให้นำมาระบุไว้ในชุดคำสั่งนี้

ส่วนที่ 3 ชุดคำสั่ง VARIABLE: เป็นคำสั่งระบุชื่อและชนิดตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

NAMES ARE คือชื่อตัวแปรทั้งหมดที่มีในไฟล์ .dat (ต้องมี)

USEVARIABLES ARE คือชื่อตัวแปรที่จะใช้วิเคราะห์ทั้งหมด (ต้องมี)

GROUPING คือตัวแปรที่ใช้แบ่งกลุ่มในการวิเคราะห์ Multiple group

CLUSTER คือตัวแปรที่ใช้แบ่งระดับในการวิเคราะห์ Multilevel

WITHIN คือตัวแปรสังเกตได้ระดับจุลภาคที่นำมาวิเคราะห์ Multilevel (การวิเคราะห์ Multilevel ต้องมี)

BETWEEN คือตัวแปรสังเกตได้ระดับมหภาคที่นำมาวิเคราะห์ Multilevel (การวิเคราะห์ Multilevel ต้องมี)

CATEGORICAL คือชื่อตัวแปรจัดประเภทหรือตัวแปร Dummy Variable (ถ้ามี)

CENTERING คือชื่อตัวแปรที่เป็น GRAND-MEAN (xm); (ถ้ามี)

หมายเหตุ: การระบุตัวแปรในการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Multilevel Model) ตัวแปรใดที่อยู่ทั้ง 2 ระดับ ไม่ต้องนำมาระบุในส่วนของ WITHIN และหรือ BETWEEN

ส่วนที่ 4 ชุดคำสั่ง ANALYSIS: เป็นคำสั่งระบุประเภทการวิเคราะห์ (TYPE) และวิธีการประมาณค่า (ESTIMATOR) ซึ่งสามารถเลือกระบุได้ตามความเหมาะสมจากวิธีเหล่านี้ ได้แก่ ML, MLM, MLMV, MLR, MLF, MUML, WLS, WLSM, WLLSMV, GLS และ ULS โดยทั่วไปกรณีการวิเคราะห์โมเดลเดี่ยวหรือการวิเคราะห์โมเดลในระดับเดียว (Single Model) เบื้องต้นจะใช้วิธีการประมาณค่า (ESIMATOR) ด้วยวิธี MLR ส่วนกรณีการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Multilevel Model) อาจจะระบุประเภทการวิเคราะห์ (TYPE) เป็น TWOLEVEL และระบุวิธีการประมาณค่าด้วยวิธี MLR เป็นต้น

ส่วนที่ 5 ชุดคำสั่ง MODEL: เป็นคำสั่งบรรยายลักษณะในการระบุโมเดล โดยแนวคิด (Concept) สำคัญในการระบุรายละเอียด คือหลักการแปลงภาพโมเดลให้เป็นสัญลักษณ์หรือการแปลงสัญลักษณ์ให้เป็นภาพโมเดลด้วยภาษา Mplus นั่นเอง โดยสามารถใช้คำสั่งหลัก ได้ดังนี้ (1) Factor เป็นภาพโมเดลที่เขียน

แทนด้วยเส้นที่มีหัวลูกศร คือลูกศรจะชี้จากตัวแปรแฝง (Latent Variables) ไปยังตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variables) หรือตัวแปรเชิงประจักษ์ (Manifest Variables) โดยใช้คำสั่ง BY (Measure by) ในการระบุโมเดล โดยชื่อตัวแปรที่อยู่ข้างหน้าคำสั่ง BY เป็นองค์ประกอบส่วนตัวแปรที่อยู่ข้างหลัง BY คือตัวแปรที่เป็นดัชนีหนึ่งขององค์ประกอบนั้นๆ (2) Regression ใช้คำสั่ง ON ในการระบุโมเดล โดยตัวแปรที่อยู่ข้างหน้าคำสั่ง ON คือตัวแปรตาม ซึ่งจะอยู่ในตำแหน่งหัวลูกศร ส่วนตัวแปรอิสระจะอยู่หลังคำสั่ง ON จะอยู่ในตำแหน่งท้ายลูกศร (3) Correlation เป็นภาพโมเดลที่เขียนแทนด้วยเส้นโค้งที่มีหัวลูกศรเชื่อมระหว่างตัวแปร ใช้คำสั่ง WITH ในการระบุโมเดล โดยระบุตำแหน่งตัวแปรไว้ด้านหน้าและหลังคำสั่ง WITH

นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์อื่นๆ ในการระบุโมเดลเพิ่มเติม เช่น สัญลักษณ์ | ใช้แทนระบุความชันในสมการถดถอยแต่ละกลุ่มในระดับที่ 1 (จุดลึดำกลางลูกศร) โดยการเขียนตัวอักษร s ไว้ข้างหน้าสัญลักษณ์ | และตามด้วยการระบุโมเดลปกติ หรือบางกรณีการระบุโมเดลอาจต้องใช้สัญลักษณ์หรือลักษณะเฉพาะของแต่ละโมเดล เช่น อาจใช้สัญลักษณ์ @ แทนการ Fixes a Parameter และใช้สัญลักษณ์ * แทนการ Free a Parameter หรือบางกรณีการวิเคราะห์ Multi-level Multiple Group อาจมีการระบุโมเดลเพิ่มเติมในส่วนของ MODEL g2: %WITHIN% เป็นต้น

ตาราง 2

ตัวอย่างการเขียนคำสั่งโดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax

CFA กรณี CFA with Continuous Factor Indicators	SEM กรณี SEM with Continuous Factor Indicators
TITLE: CFA with continuous factor indicators; DATA: FILE IS D:\cfa.dat; VARIABLE: NAMES ARE g y1 y2 y3 y4 y5 y6; USEVARIABLES = y1-y6; ANALYSIS: ESTIMATOR IS MLR; MODEL: f1 BY y1-y3; f2 BY y4-y6; OUTPUT: SAMPSTAT MODINDICES(0) RESIDUAL STANDARDIZED TECH1;	TITLE: SEM with continuous factor indicators; DATA: FILE IS D:\sem.dat; VARIABLE: NAMES ARE g y1-y12; USEVARIABLES = y1-y12; ANALYSIS: ESTIMATOR IS MLR; MODEL: f1 BY y1-y3; f2 BY y4-y6; f3 BY y7-y9; f4 BY y10-y12; f4 ON f3; f3 ON f1 f2; OUTPUT: SAMPSTAT MODINDICES(0) RESIDUAL STANDARDIZED TECH1;

ส่วนที่ 6 ชุดคำสั่ง OUTPUT: คำสั่งระบุผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการ โดยทั่วไปเบื้องต้นจะระบุขอผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมดังนี้ SAMPSTAT MODINDICES(0) RESIDUAL STANDARDIZED TECH1

อนึ่งรายละเอียดแต่ละชุดคำสั่ง (Command) ยังมีทางเลือก (Option) อื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากคู่มือ Mplus User's Guide ซึ่งสามารถดาวน์โหลด (Download) ได้ฟรีทางอินเทอร์เน็ต

โดยสรุปขั้นตอนการเขียนคำสั่งโดยตรงลงในหน้าต่าง Syntax สามารถทำได้โดยการเริ่มต้นเปิดโปรแกรม Mplus> เมนู File>New>โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Syntax ซึ่งเป็นหน้าต่างที่ยังไม่มีข้อมูลใดๆ มาให้ชื่อ Mptext> เขียนรายละเอียดเพื่อเตรียมชุดคำสั่ง (Command) ตามที่กล่าวข้างต้น เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนสั่งวิเคราะห์ข้อมูล (Run) ต้องทำการบันทึกข้อมูล (Save) ก่อนทุกครั้ง หากไม่บันทึกโปรแกรมก็จะเตือนให้บันทึกก่อนการวิเคราะห์ทุกครั้ง ซึ่งแสดงรายละเอียดตัวอย่างการเขียน Syntax กรณีการวิเคราะห์โมเดลเดียว หรือการวิเคราะห์โมเดลในระดับเดียว (Single Model) กรณีโมเดล CFA และ SEM รวมทั้งตัวอย่างการเขียน Syntax กรณีวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Multilevel Model) โมเดล MCFA และ MSEM ดังตาราง 2

MCFA กรณี Two-level CFA With Continuous Factor Indicators and covariates	MSEM กรณี Two-level SEM with Continuous Factor Indicators and a Random Slope for a Factor
<p>TITLE: MCFA with continuous factor;</p> <p>DATA: FILE IS D:\mcfa.dat;</p> <p>VARIABLE: NAMES ARE cluster g w x1 x2 y1-y4; USEVARIABLES = cluster w x1 x2 y1-y4; CLUSTER = cluster; BETWEEN = w; WITHIN = x1 x2;</p> <p>ANALYSIS: TYPE = TWOLEVEL; ESTIMATOR = MLR;</p> <p>MODEL: %WITHIN% fw BY y1-y4; fw ON x1 x2; %BETWEEN% fb BY y1-y4; y1-y4@0; fb ON w;</p> <p>OUTPUT: SAMPSTAT MODINDICES (0) RESIDUAL STANDARDIZED TECH1;</p>	<p>TITLE: MSEM with continuous factor;</p> <p>DATA: FILE IS D:\msem.dat;</p> <p>VARIABLE: NAMES ARE cluster g w y1 y2 y3 y4 y5; USEVARIABLES = cluster w y1-y5; CLUSTER = cluster; BETWEEN = w;</p> <p>ANALYSIS: TYPE = TWOLEVEL RANDOM; ESTIMATOR = MLR;</p> <p>MODEL: %WITHIN% fw BY y1-y4; s y5 ON fw; %BETWEEN% fb BY y1-y4; y1-y4 @ 0; y5 s ON fb w;</p> <p>OUTPUT: SAMPSTAT MODINDICES (0) RESIDUAL STANDARDIZED TECH1;</p>

การเกิด Warning จากการสั่งวิเคราะห์ข้อมูล (Run)

การเกิด Warning ในกรณีสั่งวิเคราะห์ข้อมูล (Run) ครั้งแรกโดยส่วนใหญ่จะเกิดจากปัญหาข้อจำกัดของโปรแกรมกรณีใช้โปรแกรม Mplus Version Demo หรือการไม่ใส่เครื่องหมาย Semicolon (;) ปิดท้ายคำสั่ง หรือการพิมพ์ตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งผิดโดยเฉพาะในบรรทัดของ VARIABLE: และ OUTPUT: โปรแกรมก็จะ Warning แจ้งเตือนให้ทราบ หรือกรณีไม่พบข้อมูลในคำสั่ง DATA: หรืออาจเกิดจากไฟล์นามสกุล .dat ที่จัดเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้ไม่ใช่ไฟล์เดียวกันกับที่คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลอยู่ เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมอาจจะแสดงรายละเอียดการเกิด Warning ให้ทราบ เช่น

(1) Warning ข้อจำกัดของโปรแกรม Mplus Version Demo

Mplus VERSION 6 DEMO has the following limitations:
 Maximum number of dependent variables: 6
 Maximum number of independent variables: 2
 Maximum number of between variables: 2

ในกรณีนี้โปรแกรมแจ้งเตือนให้ทราบว่า ข้อจำกัดของโปรแกรม Mplus Version Demo สามารถ

วิเคราะห์ตัวแปรตามได้สูงสุด 6 ตัวแปร ตัวแปรอิสระได้ไม่เกิน 2 ตัวแปร และตัวแปรระดับ BETWEEN ไม่เกิน 2 ตัวแปร

(2) Warning การพิมพ์ตัวอักษรผิด

```
*** ERROR in OUTPUT command
Unrecognized OUTPUT option:
MODINDICES
```

ในกรณีนี้โปรแกรมแจ้งเตือนให้ทราบคำว่า MODINDICES ในชุดคำสั่ง OUTPUT: เขียนไม่ถูกต้อง

(3) Warning การไม่ปิดคำสั่งด้วยเครื่องหมาย Semicolon (;)

```
*** WARNING in DATA command
Statement not terminated by a semicolon:
FILE IS d:\sem.dat
1 WARNING(S) FOUND IN THE INPUT INSTRUCTIONS
```

ในกรณีนี้โปรแกรมแจ้งเตือนให้ทราบว่าในชุดคำสั่ง DATA: FILE IS d:\sem.dat ไม่ได้พิมพ์เครื่องหมาย Semicolon (;) ปิดไว้

อนึ่ง กรณีที่ Warning เกิดขึ้นตามที่โปรแกรมแจ้งเตือนให้ทำการแก้ไขให้ถูกต้องแล้วสั่งวิเคราะห์ (Run) ใหม่ทุกครั้ง

การพิจารณาผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล

ปัญหาความยุ่งยากของนักวิจัยที่เริ่มต้นใช้โปรแกรม Mplus ในการวิเคราะห์สถิติขั้นสูงในงานวิจัยโดยทั่วไป มักประสบปัญหาเช่นเดียวกับการวิเคราะห์สถิติขั้นสูงในงานวิจัยด้วยโปรแกรมอื่นๆ ซึ่งปัญหาที่มักจะประสบในการพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทั่วไป ด้วยโปรแกรม Mplus มีอยู่ 3 ประการด้วยกัน ดังนี้

(1) ไม่ทราบว่าคุณค่าดัชนีที่จะนำมาใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลมีดัชนีอะไรบ้าง

(2) เนื่องจากปกติโปรแกรมจะแสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ให้เป็นปริมาณมาก จึงทำให้เสียเวลาในการค้นหาว่าคุณค่าดัชนีที่ต้องการใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล อยู่ในส่วนใดของ Mplus Output

(3) ไม่ทราบว่าความเหมาะสมของคุณค่าดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลมีค่าเป็นอย่างไรบ้าง

เพื่อลดช่องว่างดังกล่าวข้างต้นของนักวิจัยในการให้ได้มาซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและรวดเร็ว ผู้เขียนได้นำเสนอวิธีการเพื่อตรวจสอบคำตอบ โดยสามารถตรวจสอบตำแหน่งของคุณค่าดัชนีความสอดคล้องที่ต้องการว่าอยู่ในตำแหน่งหรือส่วนของ Mplus Output บ้าง และมีดัชนีอะไรบ้างที่จะต้องตรวจสอบ รวมทั้งค่าดัชนีที่เหมาะสมควรมีค่าเป็นอย่างไรบ้าง สามารถพิจารณาได้จากตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3

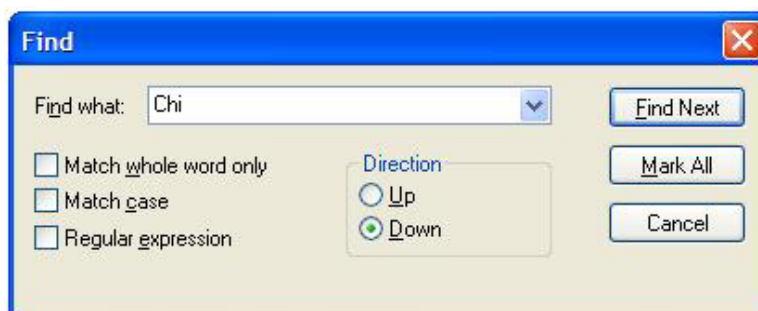
แสดงวิธีการพิจารณา Mplus Output และการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดล

การพิจารณา Mplus Output	ดัชนีและคำอธิบายความสอดคล้องของโมเดล
Chi-Square Test of Model Fit	ค่า Chi-Square เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล
Value	Chi-Square (χ^2) = ควรต้องพิจารณาดัชนีอื่นประกอบ เนื่องจากความลำเอียงที่เกิดจากขนาดกลุ่มตัวอย่าง
Value/Degrees of Freedom	χ^2/df = ควรมีค่าไม่เกิน 2
P-Value	P-Value = มีค่ามากกว่า 0.01 หรือ มากกว่า 0.05
RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA)
Estimate	RMSEA = ควรมีค่าน้อยกว่า 0.07 0.000-0.050 = โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก 0.051-0.080 = โมเดลค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี 0.081-0.100 = โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เล็กน้อย มากกว่า 0.100 = โมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
SRMR	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือในรูปคะแนน

(Standardized Root Mean Square Residual)	มาตรฐาน (SRMR)
Value	SRMR = ควรมีค่าน้อยกว่า 0.08
CFI/TLI	ดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ/ดัชนี Tucker-Lewis
CFI (Comparative Fit Index)	CFI = ควรมีค่ามากกว่า 0.95
TLI (Tucker-Lewis Index)	TLI = ควรมีค่ามากกว่า 0.95
STDYX Standardization	เป็นส่วนแสดงค่าตัวเลขที่นำไปเขียนกำกับเส้นในภาพโมเดล
Estimate	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน
R-SQUARE	ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงหรือสัมประสิทธิ์การทำนาย
Estimate	R ² ค่าต้องมีนัยสำคัญด้วย
MODEL RESULTS	ผลของโมเดล
Residual Variances	เป็นตัวเลขที่นำไปใช้ปรับโมเดล กรณีต้องการใช้คำสั่ง @ หรือ *
MODEL MODIFICATION INDICES	ดัชนีปรับโมเดล
WITH Statements	กรณีต้องการใช้คำสั่ง With ปรับโมเดล

จากตาราง 3 วิธีการตรวจหาตำแหน่งของข้อมูลหรือตำแหน่งดัชนีความสอดคล้องของโมเดลใน Mplus Output หากต้องการไปยังจุดหรือตำแหน่งของข้อมูลหรือตำแหน่งดัชนีความสอดคล้องที่ต้องการใน Mplus Output โปรแกรม Mplus ได้ออกแบบมาอำนวยความสะดวกในเรื่องความยุ่งยากของการตรวจหาตำแหน่งที่ต้องการใน Output โดยสามารถใช้วิธี

CTRL+F >โปรแกรมแสดงหน้าต่าง Find>ในช่อง Find what: พิมพ์ตัวอักษรประมาณ 1-5 ตัวอักษรแรก>Find Next โปรแกรมก็จะไปยังตำแหน่งที่ต้องการและ Mark ตำแหน่งนั้นให้เห็น เช่น ต้องการไปที่ Model Result ให้ CTRL+F> พิมพ์คำว่า Model Re>Find Next หรือต้องการไปที่ R-Square ให้ CTRL+F>พิมพ์คำว่า R->Find Next เป็นต้น



ภาพ 1 หน้าต่าง Find เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ต้องการใน Mplus Output

ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่สำคัญจากตาราง 3 ใช้วิธีค้นหาตำแหน่งที่ต้องการของผลการวิเคราะห์ด้วยหน้าต่าง Find ผลการวิเคราะห์ Mplus Output แสดงรายละเอียดตัวอย่างตามลำดับดังนี้

(1) Chi-Square Test of Model Fit

TESTS OF MODEL FIT	
Chi-Square Test of Model Fit	
Value	10.488
Degrees of Freedom	16
P-Value	0.8399

(2) RMSEA และ SRMR

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)			
Estimate	0.000		
90 Percent C.I.	0.000	0.024	
Probability RMSEA <= .05	0.999		
SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)			
Value	0.017		

(3) CFI/TLI

CFI/TLI	
CFI	1.000
TLI	1.012

(4) STDYX Standardization

STDYX Standardization		Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
F3	BY				
	Y7	0.776	0.027	29.025	0.000
	Y8	0.729	0.029	25.520	0.000
	Y9	0.716	0.029	24.624	0.000
F4	BY				
	Y10	0.647	0.043	15.052	0.000
	Y11	0.624	0.043	14.488	0.000
	Y12	0.520	0.046	11.389	0.000
F3	ON				
F4	ON	0.519	0.051	10.201	0.000
F3	ON				
	Y5	0.150	0.049	3.095	0.002
	Y4	0.269	0.049	5.523	0.000
Y4	WITH				
	F4	0.206	0.054	3.788	0.000
Y5	WITH				
	F4	0.182	0.055	3.324	0.001
Intercepts					
	Y7	0.011	0.042	0.275	0.783
	Y8	0.024	0.042	0.566	0.572
	Y9	0.035	0.042	0.837	0.403
	Y10	-0.006	0.044	-0.129	0.897
	Y11	0.032	0.044	0.723	0.470
	Y12	0.025	0.044	0.567	0.571
Variances					
	F4	1.000	0.000	999.000	999.000
Residual Variances					
	Y7	0.398	0.041	9.586	0.000
	Y8	0.469	0.042	11.249	0.000
	Y9	0.487	0.042	11.680	0.000
	Y10	0.582	0.056	10.458	0.000
	Y11	0.611	0.054	11.384	0.000
	Y12	0.729	0.048	15.325	0.000
	F3	0.515	0.053	9.698	0.000

(5) R-SQUARE

R-SQUARE		Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
Observed	Variable				
	Y7	0.602	0.041	14.512	0.000
	Y8	0.531	0.042	12.760	0.000
	Y9	0.513	0.042	12.312	0.000
	Y10	0.418	0.056	7.526	0.000
	Y11	0.389	0.054	7.244	0.000
	Y12	0.271	0.048	5.695	0.000

(6) MODEL RESULTS

MODEL RESULTS

Two-Tailed

		Estimate	S.E.	Est./S.E.	P-Value
F3	BY				
	Y7	1.000	0.000	999.000	999.000
	Y8	0.869	0.061	14.251	0.000
	Y9	0.849	0.060	14.084	0.000
F4	BY				
	Y10	1.000	0.000	999.000	999.000
	Y11	0.823	0.094	8.770	0.000
	Y12	0.680	0.089	7.650	0.000
F3	ON				
	F4	0.659	0.091	7.210	0.000
F3	ON				
	Y5	0.139	0.045	3.065	0.002
	Y4	0.222	0.041	5.366	0.000
Y4	WITH				
	F4	0.273	0.076	3.585	0.000
Y5	WITH				
	F4	0.215	0.068	3.174	0.002
Intercepts					
	Y7	0.017	0.063	0.275	0.783
	Y8	0.033	0.059	0.566	0.571
	Y9	0.049	0.059	0.838	0.402
	Y10	-0.008	0.063	-0.129	0.897
	Y11	0.039	0.054	0.723	0.469
	Y12	0.031	0.054	0.567	0.571
Variances					
	F4	0.862	0.140	6.166	0.000
Residual Variances					
	Y7	0.920	0.093	9.942	0.000
	Y8	0.926	0.081	11.402	0.000
	Y9	0.951	0.081	11.734	0.000
	Y10	1.198	0.119	10.102	0.000
	Y11	0.917	0.085	10.780	0.000
	Y12	1.072	0.084	12.812	0.000
	F3	0.717	0.101	7.112	0.000

(7) MODEL MODIFICATION INDICES

MODEL MODIFICATION INDICES					
		M.I.	E.P.C.	Std E.P.C.	StdYX E.P.C.
BY Statements					
F3	BY Y10	0.528	0.081	0.095	0.066
F3	BY Y11	3.310	-0.166	-0.196	-0.160
F3	BY Y12	1.306	0.090	0.107	0.088
F4	BY Y7	0.132	0.041	0.038	0.025
F4	BY Y8	0.672	-0.085	-0.079	-0.056
F4	BY Y9	0.199	0.046	0.043	0.030
WITH Statements					
Y8	WITH Y7	0.032	-0.017	-0.017	-0.018
Y9	WITH Y7	0.025	-0.015	-0.015	-0.016
Y9	WITH Y8	0.109	0.026	0.026	0.028
Y10	WITH Y7	0.138	0.025	0.025	0.024
Y10	WITH Y8	0.214	-0.029	-0.029	-0.028
Y10	WITH Y9	0.032	-0.011	-0.011	-0.011
Y11	WITH Y7	0.096	-0.018	-0.018	-0.019
Y11	WITH Y8	0.007	0.004	0.004	0.005
Y11	WITH Y9	1.039	-0.055	-0.055	-0.059
Y11	WITH Y10	2.062	0.163	0.163	0.155
Y12	WITH Y7	0.165	0.023	0.023	0.024
Y12	WITH Y8	0.322	-0.031	-0.031	-0.031
Y12	WITH Y9	4.015	0.110	0.110	0.109
Y12	WITH Y10	3.354	-0.165	-0.165	-0.146
Y12	WITH Y11	0.204	0.033	0.033	0.034

คำสั่งในการปรับโมเดล

การปรับโมเดลทำได้โดยการตรวจสอบค่า Chi-Square และ degree of freedom รวมทั้งค่าสถิติเบื้องต้นในส่วนของ Chi-Square Test of Model Fit ก่อนว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้วหรือยัง ถ้ายังไม่สอดคล้องให้ทำการพิจารณาว่าจะเพิ่ม

หรือลดค่า Chi-Square หรือ degree of freedom เพื่อความเป็นไปได้ของความสอดคล้องของโมเดลมากที่สุด และพิจารณาเลือกคำสั่งเพื่อตัดสินใจในการปรับโมเดล ซึ่งคำสั่งในการปรับโมเดลมีทั้งหมดจำนวน 3 คำสั่ง ดังนี้

Fix a Parameter ใช้สัญลักษณ์ @	=	จะทำให้ df เพิ่มขึ้น Chi-Square เพิ่ม/ลด
Free a Parameter ใช้สัญลักษณ์ *	=	จะทำให้ df ลดลง Chi-Square เพิ่ม/ลด
Correlation เขียนแทนด้วย with	=	จะทำให้ df ลดลง Chi-Square ลดลง

อาทิเช่น การตรวจสอบ Mplus Output เบื้องต้นปรากฏดังนี้

TESTS OF MODEL FIT	
Chi-Square Test of Model Fit	
Value	100.287
Degrees of Freedom	18
P-Value	0.0000

จากการตรวจสอบผลการวิเคราะห์เบื้องต้นดังกล่าว แสดงว่าโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากค่า P-Value ยังมีค่าน้อยกว่า 0.01 และ Chi-Square/Degrees of Freedom มีค่าเท่ากับ 5.57 ซึ่งยังมีค่ามากกว่า 2 ในกรณีนี้ต้องพิจารณาและตัดสินใจเบื้องต้นว่าจะเพิ่มหรือลด Chi-Square และหรือ Degree of Freedom

การปรับโมเดลโดยใช้คำสั่ง Fix หรือ Free

การพิจารณา Mplus Output เพื่อนำค่าสถิติหรือตัวแปรมาทำการปรับโมเดล กรณีต้องการใช้คำสั่ง Fix และ Free ให้พิจารณาผลการวิเคราะห์จากในส่วน

ของ MODEL RESULTS ในส่วนของ Residual Variances แล้วให้นำค่า Residual Variance มาทำการปรับโมเดลประกอบกับตัวแปร โดยให้ปรับโมเดลจากตัวแปรที่มีค่าสูงสุดก่อน แต่ถ้ากรณีมีค่า Residual Variances ติดลบ (-) ให้ปรับโมเดลด้วยตัวแปรที่ติดลบนั่นก่อน โดยนำค่าตัวเลขที่กำหนดขึ้นพร้อมตัวแปรในการปรับโมเดลไปเขียนต่อท้ายในบรรทัดสุดท้ายในชุดคำสั่ง MODEL: และปิดด้วยเครื่องหมาย Semicolon (;) ในหน้าต่าง Syntax อาทิเช่น ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างในส่วนของ MODEL RESULTS จาก Mplus Output ซึ่งแสดงรายละเอียดดังนี้

MODEL RESULTS				
	Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
Residual Variances				
y1	0.920	0.093	9.942	0.000
y2	0.926	0.081	11.402	0.000
y3	0.951	0.081	11.734	0.000
Y4	1.198	0.119	10.102	0.000
Y5	0.917	0.085	10.780	0.000
Y6	1.072	0.084	12.812	0.000
Y7	-0.717	0.101	7.112	0.000

ในกรณีนี้หากได้พิจารณาและตัดสินใจเบื้องต้นแล้วว่าจะเพิ่ม Degree of Freedom (df) ฉะนั้นคำสั่งในการปรับโมเดลที่เลือกใช้คือ Fix a Parameter ซึ่งโดยปกติ

Residual Variances มีค่า Estimate จะไม่ติดลบ (-) แต่ในกรณีนี้มีค่าติดลบ ฉะนั้นให้พิจารณาค่าตัวเลขเพื่อปรับโมเดลด้วยตัวแปรที่ติดลบนั่นก่อน

ในกรณีที่มีตัวแปร Residual Variances ค่า Estimate มีค่าติดลบให้พิจารณากำหนดค่า Variance เป็นตัวเลขใดก็ได้ให้ใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุดเพื่อนำไปปรับโมเดล เช่น ในกรณีนี้ตัวแปร y7 มีค่า Residual Variances ติดลบ คือมีค่าเท่ากับ -0.717 ดังนั้นให้กำหนดค่า Variance ให้มีค่าใกล้เคียงกับ 1 มากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 0.01 ดังนั้นให้นำตัวแปรและค่าตัวเลขที่กำหนดขึ้นไปปรับโมเดล โดยเขียนรายละเอียดในหน้าต่าง Syntax ดังนี้ y7 @ 0.01;

ส่วนการปรับโมเดลปกติกรณีใช้คำสั่ง Fix a Parameter หรือ Free a Parameter ให้นำค่าตัวเลข Residual Variances จากในส่วนของ Estimate ของแต่ละตัวแปรไปเขียนปรับโมเดลได้เลย อาทิเช่น ตามตัวอย่างนี้ หากต้องการปรับโมเดลด้วย y4 เนื่องจาก Residual Variances มีค่า Estimate สูงสุด โดยใช้คำสั่ง Fix a Parameter สามารถเขียนคำสั่งเพื่อปรับ

โมเดลได้ดังนี้ y4 @ 1.198; หรือต้องการใช้คำสั่ง Free a Parameter สามารถเขียนคำสั่งเพื่อปรับโมเดลได้ดังนี้ y3*1.198 เป็นต้น

การปรับโมเดลโดยใช้คำสั่ง Correlation

การพิจารณา Mplus Output เพื่อปรับโมเดลกรณีใช้คำสั่ง Correlation ซึ่งเขียนแทนด้วย with รายละเอียดที่จะนำมาปรับโมเดลในส่วนนี้ให้พิจารณาจาก Model Modification Indices ในส่วนของ WITH Statements โดยให้พิจารณาจากค่า MI ที่มีค่ามากที่สุดก่อน แล้วสามารถคัดลอก (Copy) ข้อความข้างหน้าตัวเลข MI นั้นมาวางต่อในบรรทัดสุดท้ายส่วนของชุดคำสั่ง MODEL: ในหน้าต่าง Syntax ได้เลยโดยไม่ต้องเอาตัวเลขมาใส่ เช่น ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างในส่วนของ Model Modification Indices จาก Mplus Output ซึ่งแสดงรายละเอียดดังนี้

MODEL MODIFICATION INDICES					
M.I.	E.P.C.	Std E.P.C.	StdYX	E.P.C.	
WITH Statements					
Y8	WITH Y7	0.032	-0.017	-0.017	-0.018
Y9	WITH Y7	0.025	-0.015	-0.015	-0.016
Y9	WITH Y8	0.109	0.026	0.026	0.028
Y10	WITH Y7	0.138	0.025	0.025	0.024
Y11	WITH Y9	1.039	-0.055	-0.055	-0.059
Y11	WITH Y10	2.062	0.163	0.163	0.155
Y12	WITH Y9	4.015	0.110	0.110	0.109
Y12	WITH Y10	3.354	-0.165	-0.165	-0.146
Y12	WITH Y11	0.204	0.033	0.033	0.034

จากรายละเอียดในส่วนของ MODEL MODIFICATION INDICES ในส่วนของ WITH Statements ค่า MI สูงสุดมีค่าเท่ากับ 4.015 ฉะนั้นตัวแปรที่ใช้ในการปรับโมเดลคือ y12 with y9; เป็นต้น การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เขียน

นำเสนอตัวอย่างตารางเบื้องต้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อสามารถประยุกต์ใช้ในการเขียนรายงานการวิจัยจำนวน 2 ตาราง คือในส่วนของ การวิเคราะห์โมเดลในระดับเดียว (CFA) แสดงดังตาราง 4 และการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (MCFA) แสดงดัง ตาราง 5

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน	R ²	ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล	
F1			Chi-Square (χ^2) =	
y1			df =	P-Value =
y2			$\chi^2/df =$	

y3			RMSEA =
F2			SRMR =
y4			TLI =
y5			CFI =
y6			

ตาราง 5

ตัวอย่างการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล กรณีโมเดล MCFA

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน				ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล
	within	R2	between	R2	
FW					Chi-Square (χ^2) =
y1					df = P-Value =
y2					χ^2/df =
y3					RMSEA =
FB					SRMR _{within} = SRMR _{between} =
y4					TLI =
y5					CFI =
y6					

ตัวอย่างผลงานวิจัยที่ใช้โปรแกรม Mplus มีดังนี้

-การพัฒนาและการตรวจสอบความตรงเครื่องมือวัดคุณลักษณะและความสามารถของบัณฑิตกลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับ 2

-การพัฒนารูปแบบการวัดประสิทธิผลองค์กรสำหรับคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์: การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงสาเหตุทุกระดับ

-ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลของความเพียรในการทำการบ้านวิชาสถิติธุรกิจ: การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างทุกระดับ

เอกสารอ้างอิง

กันต์ฤทัย คลังพหล. (2552). ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลของความเพียรในการทำการบ้านวิชาสถิติธุรกิจ: การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างทุกระดับ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกศล จิตวิรัตน์. (2553). การวิเคราะห์ข้อมูลทุกระดับด้วยโปรแกรม HLM. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ. คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

โกศล จิตวิรัตน์. (2553). เทคนิคการวิจัยใหม่ๆ. เอกสารประกอบการสอนรหัสวิชา 303-41-15. สาขาวิชาการจัดการคณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

- โกศล จิตวิรัตน์. (2553). *วิจัยธุรกิจ (Business research)*. กรุงเทพมหานคร: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- โกศล จิตวิรัตน์ และคณะ. (2554). *เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับในงานวิจัยด้วยโปรแกรม HLM*. *วารสารสมาคมนักวิจัย*, 16(2), พฤษภาคม-สิงหาคม.
- โกศล จิตวิรัตน์ และคณะ. (2554). *ศักยภาพของโปรแกรม Mplus กับการวิเคราะห์สถิติขั้นสูงในงานวิจัย*. *วารสารสมาคมนักวิจัย*, 16(3), กันยายน-ธันวาคม.
- โกศล จิตวิรัตน์ และคณะ. (2554). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงในงานวิจัยด้วยโปรแกรม SPSS, LISREL, HLM และ Mplus*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2552). *โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ*. *วารสารการวิจัยสังคมศาสตร์*. สมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2553). *Multilevel SEM*. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย และคณะ. (2554). *วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติขั้นสูงโดยใช้โปรแกรม Mplus*. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุรทิน ขำภีรัฐ. (2551). *การพัฒนาและการตรวจสอบความตรงเครื่องมือวัดคุณลักษณะและความสามารถของบัณฑิตกลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับ 2*. *วารสารสมาคมนักวิจัย*, 13(3), กันยายน 2551-มกราคม 2552.
- ภัทราวดี มากมี. (2552). *การพัฒนารูปแบบการวัดประสิทธิผลองค์การสำหรับคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์: การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ*. *วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รติพร ถึงฝั่ง และโกศล จิตวิรัตน์. (2554). *ปัญหาและข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรม LISREL*. *วารสารสมาคมนักวิจัย*, 16(1), มกราคม-เมษายน.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *การวิเคราะห์พหุระดับ*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Muthen, L. K., & Muthen, B.O. (2008). *Mplus: The Comprehensive Modeling Program for Applied Researchers user's guide*, Version 5.21. Los Angeles, CA: Muthen & Muthen.
- Muthen, L. K. & Muthen, B. O. (1998-2010). *Mplus User's Guide*. (6th ed). Los Angeles, CA: Muthen & Muthen.