

การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลโดยใช้ LISREL สำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง

MONTE CARLO SIMULATION USING LISREL FOR ANALYZING NONLINEAR STRUCTURAL EQUATION MODELING

ดร.อัชฌา ชื่นบุญ

อาจารย์ประจำสำนักวิชาศึกษาทั่วไป วิทยาลัยเซนต์หลุยส์

Email : athcha@slc.ac.th

บทคัดย่อ

โมเดลสมการโครงสร้างนำมาใช้ในงานวิจัยพฤติกรรมและสังคมศาสตร์กันอย่างแพร่หลายทั้งที่เป็นโมเดลสมการโครงสร้างแบบเป็นเส้นตรงและโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงนำมาใช้ในวงไม่กว้างขวางเท่าที่ควรในงานวิจัยต่างประเทศ การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงมีหลายวิธีภายใต้เงื่อนไขแตกต่างกันออกไป ในการวิเคราะห์มีขั้นตอนหลักดังนี้ 1) การสร้างโมเดลและกำหนดพารามิเตอร์ที่นักวิจัยสนใจที่จะศึกษา 2) การจำลองข้อมูลเพื่อให้ได้ชุดของข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์ และ 3) คำนวณพารามิเตอร์ด้วยสถิติต่างๆ การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลมีประโยชน์สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่มีซับซ้อน ข้อมูลที่มีจำนวนมาก และโมเดลแบบไม่เป็นเส้นตรงมีการพัฒนาคำสั่งเฉพาะในหลายโปรแกรม เช่น Mplus, LISREL, Visual-PLS, R software package เป็นต้น ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอรายละเอียดเฉพาะวิธีการจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงโดยใช้โปรแกรม LISREL แม้ว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ยากและซับซ้อน แต่ไม่ใช่เหตุผลที่จะนำไปสู่การจำกัดการพัฒนาองค์ความรู้โดยจะนำเสนอเพื่อให้มีการนำมาใช้ให้แพร่หลายและเป็นการขยายองค์ความรู้ให้กว้างขวางมากขึ้น

คำสำคัญ : การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง

ABSTRACT

Structural equation modeling comprises both the linear structural equation modeling and the nonlinear structural equation modeling, both of which are widely applied in behavioral and social sciences. The nonlinear structural equation modeling has been used in the last few decades in foreign research. Monte Carlo simulations are used to analyze nonlinear structural equation modeling in various conditions. The main steps in Monte Carlo simulations are as follows 1) Creating a parametric model, 2) generating a set of random inputs, and 3) analyzing the results using the various statistics. The Monte Carlo simulations are useful for estimating parameters in complex models, the large data, and nonlinear models. The specific instructions for nonlinear structural equations

modeling are developed in many programs such as Mplus, LISREL, Visual-PLS, R software package. This article will present only the Monte Carlo simulations for analysis of nonlinear structural equation modeling using LISREL Program. Although this is a difficult and complex analysis method, it should not be the cause that limits the development of the knowledge of science. It is proposed to be widely used and to expand knowledge more widely.

KEYWORDS : Monte Carlo Simulation, Nonlinear Structural Equation Modeling

บทนำ

วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) เป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยอาศัยตัวเลขสุ่ม (Random Number) มาสร้างตัวแปรให้เหมือนกับสถานการณ์จริงและทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนที่จะใช้เป็นข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสถานการณ์จริง หรือช่วยหาคำตอบในเรื่องราวต่างๆ ที่ยังไม่แน่ใจในผลที่จะเกิดขึ้น ยกตัวอย่างกรณีที่นักวิจัยต้องการพัฒนาทฤษฎีใหม่ และต้องการทดสอบทฤษฎีนั้นๆ ด้วยข้อมูลที่นักสถิติเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริงมาเพื่อทดสอบ แต่สถานการณ์นั้นๆ หรือสภาพแวดล้อมอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในเวลาต่อมา นอกจากนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลจริงจำนวนมาก เพื่อนำมาใช้ทดสอบทฤษฎีต้องใช้ต้นทุนสูง ดังนั้น วิธีการหนึ่งที่จะช่วยทดสอบทฤษฎีที่อาศัยการสร้างข้อมูลขึ้นมาตามสถานการณ์นั้นๆ ด้วยวิธีมอนติคาร์โล Kroese, Brereton, Taimre, and Botev (2014) ระบุว่า วิธีมอนติคาร์โลนำมาใช้หลายด้านการวิจัยเชิงปฏิบัติการและวิศวกรรมอุตสาหกรรม ฟิสิกส์ สถิติ เศรษฐกิจ และการเงิน เป็นต้น

Muthén and Muthén (2010, pp.357-359) อธิบายว่า การศึกษาด้วยวิธีมอนติคาร์โลบางครั้งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การศึกษาสถานการณ์จำลอง (Simulation Studies) มีประโยชน์สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่มีซับซ้อน มีหลายเงื่อนไขที่ต้องการทดสอบ เช่น ต้องการศึกษอำนาจการทดสอบโดยกำหนดเงื่อนไขตามขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้ งานวิจัยพฤติกรรมและสังคมศาสตร์ ลักษณะตัวแปรที่มีทั้งตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variables) และตัวแปรแฝง (Latent Variables) ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งแบบเป็น

เส้นตรง (Linear Relationship Between Variables) และความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Relationship Between Variables) บางครั้งนักวิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเพียงอย่างเดียว อาจเป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ถูกต้องนักในกรณีที่จริงๆ แล้วลักษณะของตัวแปรมีลักษณะเป็นตัวแปรแฝงและความสัมพันธ์มีลักษณะเป็นแบบไม่เป็นเส้นตรง

ปัจจุบันนักวิจัยต่างประเทศหลายท่านใช้โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Structural Equation Modeling) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงแบบไม่เป็นเส้นตรง จากการศึกษา สถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลแพร่หลายมากขึ้นไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา ดังเช่นงานวิจัยของ Chin, Marcolin, and Newsted (2003), Marsh, Wen, and Hau (2004), Goodhue, Lewis, and Thompson (2007), Klein and Muthén (2007), Moosbrugger, Schermelleh-Engel, Kelava, and Klein (2009), Schermelleh-Engel, Werner, Klein, and Moosbrugger (2010), Schermelleh-Engel, Kerwer and Klein (2014) โดยพัฒนาคำสั่งเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงแบบไม่เป็นเส้นตรงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Mplus, LISREL, Visual-PLS, R software package ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ที่ยุ่งยากและซับซ้อน นอกจากนี้ในการศึกษางานวิจัยจากข้อมูลจริงเกิดปัญหาหลายประการ อาทิเช่น ข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ จึงไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติใดๆ ตามข้อตกลงเบื้องต้นได้ ขนาดกลุ่มตัวอย่างมีน้อยเกินไปซึ่งถ้าจะไปเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต้องใช้เวลาและงบประมาณอย่างมาก ดังนั้น การศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลนำมาใช้เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อลดข้อจำกัดหรือปัญหาดังกล่าว

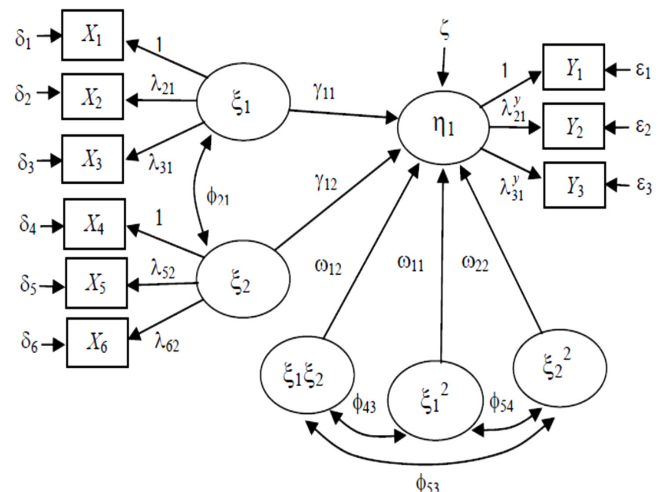
จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลมาใช้ในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย ดังนั้น ผู้เขียนจะนำเสนอวิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลโดยใช้โปรแกรม LISREL เพื่อขยายองค์ความรู้ให้มีการใช้อย่างกว้างขวางกันมากขึ้น

โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง

Moosbrugger et al. (2009, p. 103) กล่าวว่าทางทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามจะมีทั้งลักษณะแบบเป็นเส้นตรงและแบบไม่เป็นเส้นตรง นั่นคือความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงจะเกิดอิทธิพลแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Effects) ซึ่งมี 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) อิทธิพลร่วม (Interaction Effects) และอิทธิพลกำลังสอง (Quadratic Effects) อิทธิพลร่วม หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามจะมีความสัมพันธ์มากขึ้นเรื่อยๆ ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระตัวที่สองหรือตัวแปรกำกับ (Moderator Variable) และ 2) อิทธิพลกำลังสอง (Quadratic Effects) หมายถึง ตัวแปรอิสระเกิดอิทธิพลร่วม (Interact) กับตัวเองส่งผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear) อิทธิพลแบบไม่เป็นเส้นตรงเรียกตามลักษณะของตัวแปร กรณีเป็นตัวแปรสังเกตได้ เรียกว่า อิทธิพลแบบไม่เป็นเส้นตรงของตัวแปรสังเกตได้ (Nonlinear Effects of Observed Variables) และกรณีเป็นตัวแปรแฝง เรียกว่า อิทธิพลแบบไม่เป็นเส้นตรงของตัวแปรแฝง (Nonlinear Effects of Latent Variables) กรณีเป็นตัวแปรสังเกตได้ การตรวจสอบอิทธิพลร่วม และอิทธิพลกำลังสอง ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Regression) สามารถแสดงได้ดังสมการ (1)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 Z + \beta_3 XZ + \beta_4 X^2 + \beta_5 Z^2 + \epsilon \quad (1)$$

จากสมการ (1) ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุ ปกติจะกำหนดสมมติฐานให้ตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบเป็นเส้นตรง นั่นคือ ตัวแปรเกณฑ์หรือตัวแปรตาม (Y) เกิดจากตัวแปรทำนายหรือตัวแปรอิสระ ถ้ากำหนดให้มีตัวแปรทำนาย 2 ตัว ได้แก่ X กับ Z กรณีนี้จะมีการตรวจสอบอิทธิพลแบบเป็นเส้นตรง (Linear Effects) ของ X กับ Z ที่มีต่อ Y อิทธิพลแบบเป็นเส้นตรงคือ β_1, β_2 สำหรับตรวจสอบอิทธิพลแบบไม่เป็นเส้นตรงของ X กับ Z ที่มีต่อ Y มี 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) อิทธิพลกำลังสอง หมายถึง อิทธิพลที่เกิดจากตัวแปรทำนายหรือตัวแปรอิสระมีปฏิสัมพันธ์ (Interact) กับตัวเองหรือมีลักษณะยกกำลังสอง $X^2 = X \times X$ หรือ $Z^2 = Z \times Z$ อิทธิพลกำลังสองคือ β_4, β_5 และ 2) อิทธิพลร่วม หมายถึง อิทธิพลที่เกิดจากการสร้างตัวแปรผลคูณของ X กับ Z ($XZ = X \times Z$) นั่นคือ ตัวแปรทำนาย X ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ Y โดยอิทธิพลร่วมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ Z เป็นตัวแปรกำกับกับอิทธิพลร่วมคือ β_3 การวิเคราะห์อิทธิพลแบบไม่เป็นเส้นตรงของตัวแปรแฝงจะใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเพื่อตรวจสอบอิทธิพลแบบเป็นเส้นตรง นั่นคือ อิทธิพลร่วม และอิทธิพลกำลังสอง Moosbrugger et al. (2009, p. 110) แสดงภาพโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง ดังนี้



ภาพที่ 1 โมเดลสมการโครงสร้างแบบมีอิทธิพลร่วมและอิทธิพลกำลังสอง ของ Moosbrugger et al. (2009)

จากภาพที่ 1 อธิบายถึงโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงที่เกิดอิทธิพลร่วมและอิทธิพลกำลังสอง นั่นคือ ตัวแปรแฝงภายนอก คือ ξ_1 และ ξ_2 เทอมอิทธิพลร่วมของตัวแปรแฝง คือ $\xi_1 \xi_2$ เทอมอิทธิพลกำลังสองของตัวแปรแฝง คือ ξ_1^2 และ ξ_2^2 ตัวแปรแฝงภายใน คือ η และเทอมความคลาดเคลื่อน คือ ξ ค่าพารามิเตอร์ที่เป็นเส้นตรงคือ γ_{11}, γ_{12} ค่าอิทธิพลร่วมของ $\xi_1 \xi_2$ คือ ค่าอิทธิพลกำลังสองของ ξ_1^2 และ ξ_2^2 คือ ω_{11} และ ω_{22} ตามลำดับเขียนเป็นสมการ (2) ดังนี้

$$\eta = \alpha + \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 + \omega_{11}\xi_1^2 + \omega_{22}\xi_2^2 + \xi \quad (2)$$

โดยที่ตัวแปรแฝงภายนอกวัดจากตัวแปรสังเกต x_1, x_2, x_3 และ x_4, x_5, x_6 และตัวแปรแฝงภายในวัดจากตัวแปรสังเกต y_1, y_2, y_3 ดังสมการ (3) และสมการ (4) ต่อไปนี้

โมเดลการวัดของตัวแปรภายนอก ξ คือ

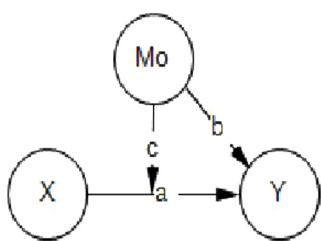
$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \lambda_{21} & 0 \\ \lambda_{31} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & \lambda_{52} \\ 0 & \lambda_{62} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{pmatrix} \quad (3)$$

และโมเดลการวัดของตัวแปรภายใน η คือ

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ \lambda_{21}^y \\ \lambda_{31}^y \end{pmatrix} \eta + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{pmatrix} \quad (4)$$

โมเดลการวัดของ ξ_1 และ ξ_2 ประกอบด้วยค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loadings) $\lambda_{21}, \lambda_{31}$ และ $\lambda_{42}, \lambda_{52}$ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ $x_1 (\lambda_{11}$ เท่ากับ 1) และ $x_4 (\lambda_{42}$ เท่ากับ 1) และความคลาดเคลื่อน คือ $\delta_1, \dots, \delta_6$ โมเดลการวัดของ η ประกอบด้วยค่าน้ำหนักองค์ประกอบ $\lambda_{21}^y, \lambda_{31}^y$ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ $y_1 (\lambda_{11}^y$ เท่ากับ 1) และความคลาดเคลื่อน คือ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ และ ε_3

จากข้างต้น โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงจะมีสองลักษณะคือ โมเดลที่มีอิทธิพลร่วมของตัวแปรแฝงและโมเดลที่มีอิทธิพลกำลังสองของตัวแปรแฝง ซึ่งในงานวิจัยพฤติกรรมและสังคมศาสตร์จะมีลักษณะโมเดลที่มีอิทธิพลร่วมของตัวแปรแฝงอยู่มาก โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงกรณีมีอิทธิพลร่วม หรือเรียกอีกอย่างว่า โมเดลแบบมีตัวแปรกำกับ (Moderator Variable) ซึ่งตัวแปรกำกับจะมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์หรืออิทธิพลของตัวแปรสองตัว โดยที่ตัวแปรกำกับจะเป็นตัวที่ช่วยเพิ่ม ลดความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวนั้น หรืออาจจะส่งผลโดยตรงต่อตัวแปรตามโดยตรงก็ได้ เช่น ถ้าความรู้ทางการเงินเป็นตัวแปรกำกับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อการเงินกับพฤติกรรมการเงินของบุคคล ถ้าบุคคลมีความรู้ทางการเงินสูง ดังนั้น เจตคติทางการเงินกับพฤติกรรมการเงินจะมีความสัมพันธ์ทางบวกมากกว่าบุคคลที่มีความรู้ทางการเงินต่ำ นั่นเอง จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงแบบมีตัวแปรกำกับ อาทิเช่น Abd-Elmoteleb and Saha (2013) ได้ตรวจสอบบทบาทของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางการเรียน (Academic Self-Efficacy) เป็นตัวแปรส่งผ่าน (Mediator Variable) ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศในการเรียน (Academic Climate) กับผลการเรียนรู้ของนักศึกษา (Academic Performance) Falahati and Sabri (2015) ตรวจสอบอิทธิพลกำกับของปัจจัยด้านเพศต่อความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ เช่น ความเครียดทางการเงิน การขัดเกลาทางสังคม ความรู้ทางการเงินและเจตคติต่อการเงินกับสถานะทางการเงินส่วนบุคคล นอกจากนี้ เสน่ห์ พลจันทร์ และคณะ (2555) ได้พัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการป้องกันโรคอุจจาระร่วงรุนแรงจากเชื้ออีโคไล โดยมีการรับรู้ความสามารถในการควบคุมตนเองเป็นตัวแปรกำกับการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบมีตัวแปรกำกับ ดังแผนภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุโดยมีตัวแปรกำกับของ มนตรี พิริยะกุล (2558)

จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงของต่างประเทศ พบว่า นักวิจัยบางท่านเลือกวิธีการวิเคราะห์แบบมีอิทธิพลร่วมอย่างเดียว หรือแบบมีอิทธิพลกำลังสองอย่างเดียว หรือจะเลือกวิธีวิเคราะห์ทั้งสองแบบ เป็นการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลเป็นส่วนใหญ่ ภายใต้เงื่อนไข หรือปัจจัยที่มีผลต่ออิทธิพลร่วม เช่น ความคลาดเคลื่อนจากการวัด (Measurement Error) ความเชื่อมั่น (Reliability) จำนวนตัวบ่งชี้ในแต่ละตัวแปรแฝง (Number of Indicators for a Construct) ขนาดอิทธิพล (Effect Size) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) และบางงานวิจัยจะมีการศึกษาจากสถานการณ์จริงควบคู่ไปกับการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลอีกด้วย การทดสอบอิทธิพลร่วมในโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงมีหลายวิธี ได้แก่ วิธี Maximum Likelihood เช่น งานวิจัยของ Marsh et al. (2004), Klein and Muthén (2007), Moosbrugger et al. (2009), Barendse, Oort, and Garst (2010) วิธี Least Squares เช่นงานวิจัยของ Chin et al. (2003) และวิธี Bayesian และบางงานวิจัยศึกษาทั้งวิธี Maximum Likelihood และวิธี Least Squares อย่างเช่นงานวิจัยของ Schermelleh-Engel et al. (2010) เป็นต้น ในหัวข้อถัดไป จะนำเสนอวิธีการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการทดสอบอิทธิพลร่วมในโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยใช้ LISREL

วิธีการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม LISREL

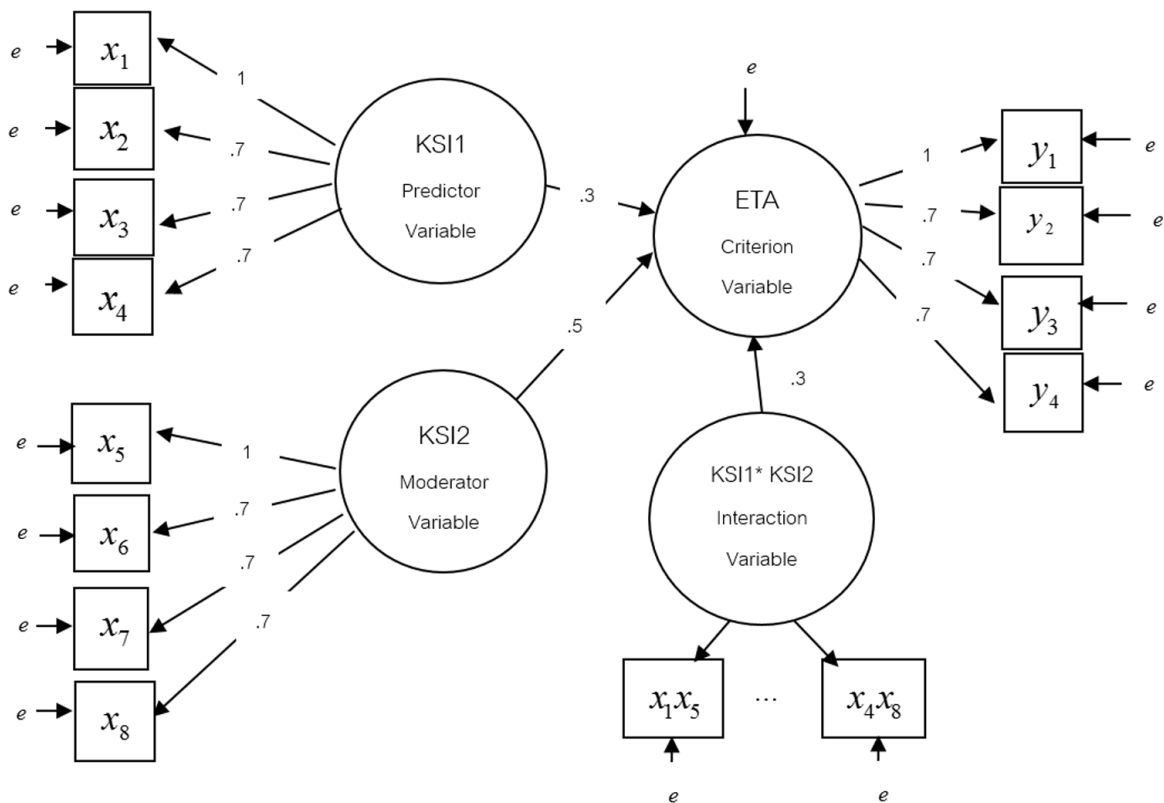
การศึกษาศถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. การสร้างโมเดลตามสถานการณ์จำลองและกำหนดพารามิเตอร์ที่นักวิจัยสนใจที่จะศึกษาซึ่งได้มาจากศึกษากรอบแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การจำลองข้อมูลเพื่อให้ได้ชุดของข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์
3. คำนวณพารามิเตอร์ด้วยสถิติต่างๆ

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอวิธีการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมในโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง ภายใต้เงื่อนไขขนาดกลุ่มตัวอย่างและจำนวนตัวบ่งชี้ในแต่ละตัวแปรแฝง โดยใช้โปรแกรม LISREL เริ่มต้นจากการกำหนดเงื่อนไขในโมเดลสมการโครงสร้างและโมเดลการวัดที่นำมาจากการศึกษา ดังสมการ (5) ต่อไปนี้

$$ETA = 0.3KSI1 + 0.5KSI2 + 0.3KSI1 * KSI2 + e \quad (5)$$

จากสมการ กำหนดค่า Standardized Beta หรือค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระ ($KSI1 \rightarrow ETA$) เท่ากับ 0.3 ค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรกำกับ ($KSI2 \rightarrow ETA$) เท่ากับ 0.5 โดยที่ตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรกำกับ ($KSI1$ และ $KSI2$) ไม่มีความสัมพันธ์กัน ค่าอิทธิพลร่วมของตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระกับตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรกำกับ ($KSI1 * KSI2 \rightarrow ETA$) เท่ากับ 0.3 และค่า β_0 ไม่นำมาคำนวณในโมเดล กำหนดสถานการณ์ของข้อมูลตามสถานการณ์และเงื่อนไขตัวแปรขนาดกลุ่มตัวอย่างและจำนวนตัวบ่งชี้ในแต่ละตัวแปรแฝงแตกต่างกัน และกำหนดให้ค่า Factor Loadings ของตัวบ่งชี้ในแต่ละตัวแปรแฝง เท่ากับ 0.70 โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงกรณีต้องการตรวจสอบอิทธิพลร่วมแสดงดังภาพที่ 3 ต่อไปนี้



ภาพที่ 3 โมเดลที่ตัวแปรแฝงแต่ละตัว (KSI1, KSI2 และ ETA) มีตัวบ่งชี้ 4 ตัว และมีค่า Factor Loadings เท่ากับ 0.70

จากภาพที่ 3 โมเดลที่ตัวแปรแฝงแต่ละตัว (KSI1, KSI2 และ ETA) มีตัวบ่งชี้ 4 ตัว และมีค่า factor loadings เท่ากับ 0.70 มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การจำลองข้อมูลตามเงื่อนไขเพื่อให้ได้คะแนนดิบ (Raw data) โดยเขียนคำสั่งโดยใช้ LISREL-PRELIS ดังนี้

DA NO=100 RP=500

CO ALL

NE KSI1=1.000000*NRAND

NE KSI2=1.000000*NRAND

NE ETA=0.300000*KSI1+0.500000*KSI2+
0.300000*KSI1*KSI2+0.754983*NRAND

NE y1=1.000000*ETA+1.020203*NRAND

NE y2=0.700000*ETA+0.714142*NRAND

NE y3=0.700000*ETA+0.714142*NRAND

NE y4=0.700000*ETA+0.714142*NRAND

NE x1=1.000000*KSI1+1.020203*NRAND

NE x2=0.700000*KSI1+0.714142*NRAND

NE x3=0.700000*KSI1+0.714142*NRAND

NE x4=0.700000*KSI1+0.714142*NRAND

NE x5=1.000000*KSI2+1.020203*NRAND

NE x6=0.700000*KSI2+0.714142*NRAND

NE x7=0.700000*KSI2+0.714142*NRAND

NE x8=0.700000*KSI2+0.714142*NRAND

NE x1x5=x1*x5

NE x2x6=x2*x6

NE x3x7=x3*x7

NE x4x8=x4*x8

SD KSI1 KSI2 ETA

OU MA=KM IX=5741835 ND=6 WI=16 XM RA=4i100.dat

จากคำสั่งข้างต้นอธิบายดังนี้

DA NO=100 RP=500 ในการจำลองข้อมูลสำหรับจำนวน 100 คน ทดลองซ้ำ 500 ครั้ง

CO ALL สำหรับข้อมูลเป็นแบบ Continuous

NE KSI1=1.000000*NRAND

NE KSI2=1.000000*NRAND

↑
KSI1 และ KSI2 คือ ตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปร
ทำนาย NRAND คือ มีการแจกแจงแบบปกติ

NE ETA=0.300000*KSI1+0.500000*KSI2
+0.300000*KSI1*KSI2+0.754983*NRAND มาจากสมการที่
5 นั่นคือ จากสมการมีค่า True Value ของ KSI1, KSI2 และ
KSI1*KSI2 เท่ากับ 0.30, 0.50 และ 0.30 ตามลำดับ สำหรับ
0.754983 เกิดจาก Total Variance ของ ETA
= 0.43+(0.754983*0.754983)
= 0.43+0.57 = 1.00

NE x1=1.000000*KSI1+1.020203*NRAND ค่า 1.020203
หาจาก $1/(1+x) = 0.49$

NE X2=0.700000*KSI1+0.714142*NRAND

NE X3=0.700000*KSI1+0.714142*NRAND

NE X4=0.700000*KSI1+0.714142*NRAND

↑
ค่า 0.714142 หาจาก $1-0.49=0.51$
ดังนั้น Square root ของ 0.51 คือ 0.714142

NE x1x5=x1*x5
NE x2x6=x2*x6
NE x3x7=x3*x7
NE x4x8=x4*x8

} ตัวบ่งชี้ผลคูณของ
KSI1*KSI2

2. นำข้อมูลที่ได้จากการจำลองข้อมูลในข้อ 1 คือ
4i100.dat เขียนคำสั่ง แล้ว run LISREL ได้ output 500 data
sets ดังนี้

DA NI=16 NO=100 RP=500

RA FI=4i100.dat

LA

y1 y2 y3 y4 x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8 x1x5 x2x6 x3x7 x4x8

MO NY=4 NE=1 NX=12 NK=3 LY=FU,FI LX=FU,FI

PH=FU,FI TE=DI,FR TD=FU,FI PS=FU,FR

LE

ETA

LK

KSI1 KSI2 KSI1KSI2

PA LY

0

1

1

1

VA 1 LY(1,1)

PA LX

0 0 0

1 0 0

1 0 0

1 0 0

0 0 0

0 1 0

0 1 0

0 1 0

0 0 0

0 0 1

0 0 1

0 0 1

VA 1 LX(1,1) LX(5,2) LX(9,3)

CO LX(10,3)=LX(2,1)*LX(6,2)

CO LX(11,3)=LX(3,1)*LX(7,2)

```

CO LX(12,3)=LX(4,1)*LX(8,2)
PA PH
1
0 1
0 0 1
CO PH(3,3)=PH(1,1)*PH(2,2)
FR TD(1,1) TD(2,2) TD(3,3) TD(4,4) TD(5,5)
TD(6,6) TD(7,7) TD(8,8)
CO TD(9,9)=PH(1,1)*TD(5,5)+PH(2,2)*TD(1,1)+
TD(1,1)*TD(5,5)
CO D(10,10)=LX(2,1)**2*PH(1,1)*TD(6,6)+LX(6,2)
**2*PH(2,2)*TD(2,2)+TD(2,2)*TD(6,6)
CO D(11,11)=LX(3,1)**2*PH(1,1)*TD(7,7)+LX(7,2)
**2*PH(2,2)*TD(3,3)+TD(3,3)*TD(7,7)
CO D(12,12)=LX(4,1)**2*PH(1,1)*TD(8,8)+LX(8,2)
**2*PH(2,2)*TD(4,4)+TD(4,4)*TD(8,8)
OU IT=off AD=OFF ND=3 PV=LISREL_PI.pv SV=LISREL_
PI.sv

```

ตัวอย่างข้อมูลใน ไฟล์ LISREL_PI.pv ใน data set ที่ 1
1 0 0

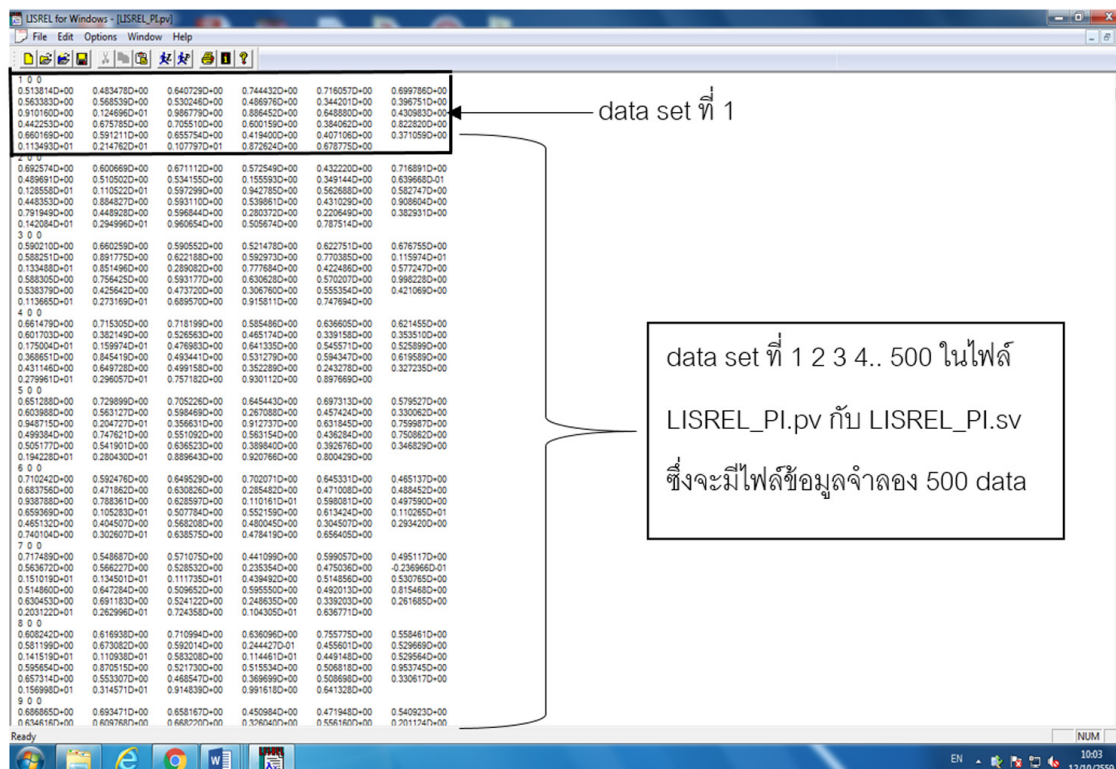
```

0.513814D+00 0.483478D+00 0.640729D+00
0.744432D+00 0.716057D+00 0.699786D+00
0.563383D+00 0.568539D+00 0.530246D+00
0.486976D+00 0.344201D+00 0.396751D+00
0.910160D+00 0.124696D+01 0.986779D+00
0.886452D+00 0.648880D+00 0.430983D+00
0.442253D+00 0.675785D+00 0.705510D+00
0.600159D+00 0.384062D+00 0.822820D+00
0.660169D+00 0.591211D+00 0.655754D+00
0.419400D+00 0.407106D+00 0.371059D+00
0.113493D+01 0.214762D+01 0.107797D+01
0.872624D+00 0.678775D+00

```

ค่าที่ได้ คือ ค่าพารามิเตอร์ที่เรากำหนดไว้ในไฟล์
ผลการวิเคราะห์ .out ซึ่งใน data set ที่ 1 มีค่าพารามิเตอร์
ทั้งหมด 35 ค่า การอ่านค่าที่ได้ ดังนี้

Output ที่ได้ในไฟล์ LISREL_PI.pv กับ LISREL_PI.svจะมีข้อมูลจำลอง 500 data sets



0.513814D+00 มีค่าเท่ากับ 0.5138..

0.124696D+01 มีค่าเท่ากับ 1.246.. (ถ้าเป็น ลบ 0.124696D-01 มีค่าเท่ากับ 0.01246...)

3. การดึงข้อมูลจาก PV=LISREL_Pi.pv SV=LISREL_Pi.sv มาลงในโปรแกรม SPSS โดยใช้เขียน syntax ที่ matching กับพารามิเตอร์ของ PV=LISREL_Pi.pv SV=LISREL_Pi.sv แล้ว run all จะได้ไฟล์ data เพื่อนำไปคำนวณหา Parameters ดังนี้

```
DATA LIST free file= 'D:\i=4n=100\LISREL_Pi.sv'
/ No IND1 IND2
LY21 LY31 LY41
LX21 LX31 LX41
LX62 LX72 LX82
GA1 GA2 GA3
PH11 PH22 PS1
TE1 TE2 TE3
TE4 TD1 TD2 TD3 TD4
TD5 TD6 TD7 TD8 LX2211 LX37 LX48 PHI12 TD15
TD26 TD37 TD48.
EXECUTE.
```

4. คำนวณ Parameters สำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงจากการจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล มีสถิติดังนี้

4.1 Mean Relative Bias of Parameter Estimate นำข้อมูลจากไฟล์ .pv ค่าความลำเอียงสัมพัทธ์เฉลี่ย (Mean Relative Bias: MRB) (Moosbrugger et al., 2009, p. 119) ดังนี้

$$Bias(\hat{\pi}) = \frac{\hat{\pi} - \pi}{\pi} \quad (6)$$

เมื่อ $\hat{\pi}$ แทน การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimate) $\hat{\pi}$ แทน ค่าเฉลี่ยในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และ π แทน True Value หรือ Standardized Beta หรือ Population

Parameter Value ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 ค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรกำกับ เท่ากับ 0.5 ค่าอิทธิพลร่วมของตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระกับตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรกำกับเท่ากับ 0.3 โดยที่ค่าความลำเอียงสัมพัทธ์เฉลี่ยควรน้อยกว่า 10% สำหรับ

4.2 Mean Relative Bias of the Standard Error (SE) นำข้อมูลจากไฟล์ .sv มาใช้คำนวณด้วยสูตร

$$Bias(SE) = \frac{\overline{SE} - SD}{SD} \quad (7)$$

4.3 กำลังการทดสอบ (Power of the Test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_1 เป็นจริงโดยค่ากำลังการทดสอบควรมีอย่างน้อย 0.80

สรุป

โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงนำมาใช้ในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา เพราะเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ยากและซับซ้อน ในงานวิจัยต่างประเทศนิยมใช้การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล ในการเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงในหลายๆ วิธี ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการศึกษาสถานการณ์จำลองมีประโยชน์สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่มีซับซ้อน และมีข้อมูลจำนวนมาก แต่ก็มีบางงานวิจัยก็มีการศึกษาจากสถานการณ์จำลองและการศึกษาจากข้อมูลจริงไปพร้อมๆ กัน สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยยังไม่ค่อยปรากฏผลงานวิจัยลักษณะนี้นัก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาคำสั่งเฉพาะสำหรับโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง เช่น Mplus, LISREL, Visual-PLS, R Software Package เป็นต้น ซึ่งในบทความนี้เน้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงว่ามีลักษณะอย่างไร โดยได้อธิบายในเชิงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของโมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง นอกจากนี้ยังได้อธิบายขั้นตอน วิธีการศึกษาสถานการณ์จำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็น

เส้นตรง โดยใช้โปรแกรม LISREL และอธิบายที่มาของค่าสิ่งต่างๆ โดยละเอียด

ข้อเสนอแนะ

การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลโดยใช้ LISREL สำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง มีประโยชน์สำหรับนักวิจัยในการนำไปใช้หลายประการ อาทิเช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลจริงที่มีจำนวนมากและต้องใช้งบประมาณมากเพื่อนำมาใช้ทดสอบทฤษฎี ดังนั้น การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของนักวิจัย นอกจากนี้โมเดลสมการโครงสร้างมีเทคนิค การวิเคราะห์ขั้นสูงนักวิจัยจะเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ขั้นสูงนี้ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนมากกว่าการใช้วิธีการวิเคราะห์ ขั้นพื้นฐานอย่างเช่นการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple bivariate correlation) อีกทั้งนักวิจัยสามารถใช้โปรแกรม LISREL เพื่อวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงได้ง่ายขึ้นโดยนำค่าสิ่งไปปรับใช้ให้เข้ากับงานวิจัยของตนเอง เพราะในบทความนี้ได้อธิบายที่มาของค่าสิ่งต่างๆ อย่างละเอียดแล้ว

สำหรับข้อจำกัดการจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลโดยใช้ LISREL สำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรงกรณีที่ตัวแปรแฝงมีตัวแปรสังเกตได้หลายตัว การกำหนดค่าสิ่งย่อมมีความซับซ้อนและยากมากขึ้น เพราะในบทความนี้นำเสนอเฉพาะตัวแปรสังเกตได้มี 4 ตัวในแต่ละตัวแปรแฝง ซึ่งนักวิจัยต้องมีความระมัดระวังให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

มนตรี พริยะกุล. 2558. “ตัวแปรกำกับและตัวแปรคั่นกลางในตัวแบบสมการโครงสร้าง.” **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**, 11(3), 83-96.

เสนห์ พลิจันท์, พูลพงศ์ สุขสว่าง และสุพิมพ์ ศรีพันธุ์วรสกุล. 2555. “โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรม การป้องกันโรคอุจจาระร่วงรุนแรงจากเชื้ออีโคไล โดยมี การรับรู้ความสามารถในการควบคุมตนเองเป็นตัวแปรกำกับ.” **วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา**, 10(2), 35-44.

Abd-Elmoteleb, M., & Saha, S. K. 2013. “The role of academic self-efficacy as a mediator variable between perceived academic climate and academic performance.” **Journal of Education and Learning**, 2(3), 117-129.

Barendse, M. T., Oort, F. J., & Garst, G. J. A. 2010. “Using restricted factor analysis with latent moderated structures to detect uniform and nonuniform measurement bias: a simulation study.” **Advances in statistical analysis**, 94, 117-127.

Chin, W. W., Marcolin, B. L., & Newsted, P. R. 2003. “A partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: results from a Monte Carlo simulation study and an electronic-mail emotion/adoption study.” **Information system research**, 14(2), 189-217.

Falahati, L. & Sabri, M.F. 2015. “An Exploratory Study of Personal Financial Wellbeing Determinants: Examining the Moderating Effect of Gender.” **Asian Social Science**, 11(4). 33 – 42.

Goodhue, D., Lewis, W., & Thompson, R. 2007. “Statistical power in analyzing interaction effects: questioning the advantage of PLS with product indicators.” **Information system research**, 18, 211-227.

Kelava, A., & Brandt, H. 2009. “Estimation of nonlinear latent structural equation models using the extended unconstrained approach.” **Review of psychology**, 16(2), 123-131.

Klein, A. G., & Muthén, B. O. 2007. “Quasi maximum likelihood estimation of structural equation models with multiple interaction and quadratic

effects.” **Multivariate behavioral research**, 42, 647–673.

Kroese, D.P., Brereton, T., Taimre, T., & Botev, Z.I. 2014. “Why the Monte Carlo Method is so important today.” *WIREs comput stat*, 6, 386–392, Doi: 10.1002/wics.1314

Moosbrugger, H., Schermelleh-Engel, K., Kelava, A., & Klein, A. G. 2009. “Testing multiple nonlinear effects in structural equation modeling: a comparison of alternative estimation approaches.” NL: Sense Publishers.

Marsh, H. W., Wen, Z., & Hau, K. T. 2004. “Structural Equation Models of Latent Interactions: Evaluation of Alternative Estimation Strategies

and Indicator onstruction.” **Psychological methods**, 9(3), 275–300.

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. 2010. “Mplus user’s guide (6th ed.).” LA: Muthén & Muthén.

Schermelleh-Engel, K., Kerwer, M., & Klein, A. G. 2014. “Evaluation of model fit in nonlinear multilevel structural equation modeling. **Frontiers in psychology**, 5(181), 1–11.

Schermelleh-Engel, K., Werner, C. S, Klein, A. G., & Moosbrugger, H. 2010. “Nonlinear structural equation modeling: Is partial least squares an alternative?.” **Advances in statistical analysis**, 94, 167–184.



ดร.อัชมา ชื่นบุญ

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
ระดับปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
และเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง และระดับปริญญาตรี เศรษฐศาสตรบัณฑิต
สาขาการค้ำระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง อาจารย์ประจำ สำนักวิชาศึกษาทั่วไป วิทยาลัยเซนต์หลุยส์