

การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน
ด้วยวิธีสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน
Confirmatory Composite Analysis
with Partial Least Square Structural Equation Model

ฉันทะ จันทะเสนา*
ChantaJhantasana*

บทคัดย่อ

สมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนหรือวิธีอิงความแปรปรวนใช้ตัวอย่างขนาดเล็กและข้อมูลไม่ต้องการกระจายปกติตั้งวิธีความแปรปรวนร่วมที่ใช้วิธีวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน ปี ค.ศ. 2015 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนพัฒนาใช้ตัวแปรองค์ประกอบซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันได้ ทำให้ความคลาดเคลื่อนน้อยลงและมีการคิดค้นการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันขึ้น จึงสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งองค์ประกอบเชิงยืนยันและคอมโพสิตเชิงยืนยัน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ ความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์ ต่อความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิธีวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนโดยใช้ข้อมูลของ ฉันทะ จันทะเสนา (2563) ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์มีอิทธิพลต่อความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์และความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์ และ ความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์มีอิทธิพลต่อความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยันมีความยืดหยุ่นสูง โดยเฉพาะแบบจำลอง Mode B เพียงระวางปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงของดัชนีวัด และคุณภาพของดัชนีวัดโดยรวม เพราะทำให้แบบจำลองการวัดมีคุณภาพดีขึ้น แบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยันสามารถนำไปใช้วัดตัวแปรได้หลากหลายกว้างขวางกว่าตัวแปรแฝงที่ใช้ได้เพียงศึกษาพฤติกรรม ซึ่งการศึกษานี้สร้างตัวแปรปฏิบัติใหม่จากตัวแปรแฝงของ ความภักดี และความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์ และควรใช้การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันตามแนวคิดของ Henseler et al. (2014) เมื่อวิเคราะห์สมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน

คำสำคัญ : การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน การวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน วิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน

* รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

* Associate Professor, Management Science Faculty, ValayalongkornRajabhat University in the Royal patronage

Abstract

In contrast to the covariance-based approach, which uses confirmatory factor analysis (CFA), the partial least square structural equation model (PLS-SEM) or variance-based methodology may be utilized with small sample sizes and data with non-normal distributions. In 2015, PLS-SEM was created to assess factor analysis variables in order to minimizing bias. Additionally, it was utilized to create the confirmatory composite analysis (CCA). Consequently, the present PLS-SEM model is applicable to both CFA and CCA. The aim of this study is to evaluate the impact of electronic service quality on electronic trust and loyalty, as well as the effect of electronic trust on electronic loyalty, using CCA with PLS-SEM and data from Jhantasana (2020). The findings show that the quality of e-services is related to e-trust and e-loyalty, and that e-trust is related to e-loyalty, particularly in Mode B. However, care must be taken to avoid multicollinearity between the indicators and the overall model fit quality, since a higher model fit equates to a better measurement model. The latent variables of e-trust and e-loyalty were used as emergent variables in this research. Researchers should be advised adhere to Henseler et al.'s (2014) CCA definition when using PLS-SEM.

Keyword : Confirmatory composite analysis, Confirmatory factor analysis, Partial least square structural equation model,

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สมการโครงสร้างประกอบด้วยสองวิธีหลัก คือ วิธีอิงความแปรปรวนร่วม (Covariance based structural equation model: CB-SEM) ประเมินด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood) นิยมใช้โปรแกรม เช่น ลิสเรล (Lisrel) และเอ็มพลัส (Mplus) และวิธีที่อิงความแปรปรวน (Variance-based) หรือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial least square structural equation model : PLS-SEM) ประเมินด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least square) นิยมใช้โปรแกรม Smart PLSADANCO และ Wrap PLS วิธีอิงความแปรปรวนร่วมตัวแปรสังเกตได้วัดแบบสะท้อน (Reflective) ได้ตัวแปรแฝง (Latent) เป็นตัวแปรองค์ประกอบร่วม (Common factor) ดัชนีวัดมีความคลาดเคลื่อน และใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis : CFA) การวิเคราะห์เสถียรกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนแบบเดิม ที่ใช้ตัวแปรคอมโพสิต (Composite) ซึ่งไม่มีความคลาดเคลื่อนทั้งระดับตัวแปรและดัชนีวัด เมื่อวิเคราะห์จึงเกิดอคติแต่ข้อดี คือ ได้รับคำตอบง่าย (Convergence) ไม่ต้องใช้ตัวอย่างขนาดใหญ่ ข้อมูลไม่ต้องกระจายแบบปกติตัวแปรสังเกตได้ร่วมกระทำเชิงเส้น วัดแบบสะท้อนเป็นตัวแปรสร้าง (Construct variable) ด้วยตัวแปรคอมโพสิต ในขณะที่การวัดแบบรวมตัว (Formative) ใช้ตัวแปรสาเหตุแบบรวมตัว (Causal-formative) จากสาเหตุนี้ส่งผลให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนแบบเดิมมีอคติ คือ การวัดแบบสะท้อนด้วยตัวแปรคอมโพสิตเกิดอคติจากที่ตัวแปรดังกล่าวไม่รวมความคลาดเคลื่อนเข้าไว้ด้วย (Rönkkö & Everman, 2013) และการวัดแบบรวมตัวด้วยตัวแปรรวมตัวเชิงสาเหตุเกิดปัญหาความหมายของดัชนีวัดและตัวแปรสร้างไม่ตรงกัน (Interpretation confounding) (Bollen & Bauldry, 2011) จากปัญหาดังกล่าวจึงเกิดการพัฒนาในเวลาต่อมา

ปี ค.ศ. 2013-2014 เกิดการวิพากษ์เรื่องสมการโครงสร้างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนในประเด็นปัญหาข้างต้น (ศึกษาจาก Henseler, Dijkstra, Sarstedt, Ringle, Diamantopoulos, Straub, Ketchen, Hair, Hult, & Calantone, 2014; Sarstedt, Hair, Ringle, Thiele, & Gudergan, 2016; Ronkko & Everman, 2013) เป็นเหตุให้มีการพัฒนาวิธีวัดตัวแปรแฝงหรือตัวแปรองค์ประกอบร่วมขึ้น โดย Dijkstra และ Henseler (2015a; 2005b) พัฒนาอัลกอริทึมวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบคงเส้นคงวา (Consistent partial least square: PLSc) และ Henseler et al. (2014) คิดค้นการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน (Confirmatory composite analysis: CCA) อธิบายละเอียดใน Schuberth, Henseler และ Dijkstra (2018) CCA ใช้ตัวแปรอุบัติใหม่ (Emergent) เป็นตัวแปรที่ออกแบบ (Artifact) ต่างไปตามวัตถุประสงค์แต่ละงานวิจัย คือ แม้เป็นตัวแปรเดียวกันอาจสร้างด้วยวัตถุประสงค์ หรือ วัตถุประสงค์กำหนดต่างกันได้ อาจมีความหมายเป็นหนึ่งเดียวหรือเพียงบางส่วนก็ได้ ถ้าแบบจำลองใดมีตัวแปรแฝงทั้งหมดการศึกษานั้นเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และถ้ามีตัวแปรคอมโพสิตทั้งหมดเป็นการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน (Henseler, 2017b) การศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศ (Schumacker & Lomax, 2016) นิยมใช้สมการโครงสร้างวิธีอิงความแปรปรวนร่วม (CB-SEM) แต่ศึกษาได้เฉพาะ CFA เท่านั้น โดยใช้เป็น

ตัวแปรแฝง วัดแบบสะท้อนซึ่งไม่เหมาะกับตัวแปรที่มีการวัดแบบรวมตัว (Formative) จากการพัฒนาข้างต้นส่งผลให้สมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน สามารถวัดได้ทั้ง CFA และ CCA

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ ศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ และความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผลต่อ ความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการใช้วิธีวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน โดยใช้ข้อมูลของ ฉันทะ จันทะเสนา (2563) ที่ใช้แบบจำลองผสมของตัวแปรแฝง (ความไว้วางใจและความภักดี) กับตัวแปรคอมโพสิต (คุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์) การศึกษานี้ไม่สร้างความไว้วางใจและความภักดีเป็นตัวแปรคอมโพสิตโดยตรง แต่แปลงจากตัวแปรแฝงมาเป็นตัวแปรคอมโพสิตที่ควรระวังภาวะร่วมเส้นตรง (Multicollinearity)¹ ซึ่งสามารถสร้างตัวแปรอุบัติใหม่จากตัวแปรแฝงได้ (Hubona, Schubert & Henseler, 2021)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เสนอโดย Joreskog (1969) ใช้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมศาสตร์แพร่หลายยาวนานกว่า 50 ปี เป็นแบบจำลองที่เสถียรเพราะใช้วิธีประเมินด้วยความเป็นไปได้สูงสุด รวมถึงใช้ตัวแปรองค์ประกอบที่มีความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ในดัชนีวัด ใช้ข้อมูลขนาดใหญ่กว่า และมีการกระจายแบบปกติ แต่ต้องใช้เวลาปรับแบบจำลองซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาแนวคิดวิจัยรวมถึงการสร้างสรรคเทคนิควิธีใหม่การวิจัยส่วนใหญ่จึงเพียงอธิบายปัญหาที่ศึกษาในแต่ละเรื่องมีข้อพบข้อเสนอสถิติวิธีใหม่นัก วิธีนี้มีประสิทธิภาพเฉพาะการวัดตัวแปรองค์ประกอบแบบสะท้อนเท่านั้น การวัดตัวแปรคอมโพสิตและหรือการวัดแบบรวมตัวไม่ดีนัก (Edwards & Bagozzi, 2000) ต่างจากสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนที่ปัจจุบันใช้ได้ทั้งตัวแปรองค์ประกอบและคอมโพสิตวัดแบบสะท้อนและรวมตัวอย่างมีประสิทธิภาพการศึกษานี้มุ่งอธิบายการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันที่เกิดขึ้นและยังไม่มีการศึกษาอธิบายในภาษาไทยมาก่อน หรือการศึกษาในต่างประเทศยังมีไม่มากนัก นอกจากผลงานกลุ่มนักวิจัยผู้คิดค้นข้อดีของ PLS-SEM คือวิเคราะห์ได้ในระยะเวลาสั้นจึงสามารถศึกษาประเด็นอื่นได้มากขึ้นกลุ่มลึกขึ้น PLS-SEM ได้รับการพัฒนา โดยแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ปี 2013 Mikko Rönkkö นักศึกษาปริญญาเอกมหาวิทยาลัย Aalto ประเทศฟินแลนด์ (สำเร็จการศึกษาในปี 2014) ศึกษาสมการโครงสร้างและวิพากษ์ PLS-SEM แบบเดิมโดยตีพิมพ์ผลงานชื่อ "A Critical Examination of Common Beliefs About Partial Least Squares Path Modeling" (Rönkkö & Evermann, 2013) วิพากษ์ PLS-SEM แบบเดิมส่งผลให้ 10 ศาสตราจารย์ (Henseler et al., 2014) ที่เชี่ยวชาญด้านนี้ออกมาโต้แย้งทางวิชาการ มีศาสตราจารย์ Jörg Henseler เป็นผู้นำคือเป็นผู้ประพันธ์ชื่อแรกและผู้ประพันธ์บรรณกิจ (Corresponding author) งานดังกล่าวยกเหตุผลอธิบายได้ Rönkkö ได้ทั้งหมด แต่งานของ Rönkkö มีพลังมากมีปัญหาสองประเด็นที่นำมาสู่การพัฒนา PLS-SEM ในเวลาต่อมา คือ เดิม PLS-SEM วัดได้ทั้งแบบสะท้อนและรวมตัว โดยใช้ตัวแปรคอมโพสิตวัดแบบสะท้อนและตัวแปรเชิงสาเหตุวัดแบบรวมตัว การวัดแบบสะท้อนด้วยตัวแปรคอมโพสิตเกิดปัญหาที่ดัชนีวัดละตัวแปรสร้างไม่รวมค่าความคลาดเคลื่อน ส่งผลให้พัฒนาอัลกอริทึมวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบคงเส้นคงวา (Consistent partial least square : PLSc) เพื่อวัดตัวแปรองค์ประกอบ ขณะที่การวัดแบบรวมตัววัดด้วยตัวแปรสาเหตุแบบรวมตัวมีความคลาดเคลื่อนที่ตัวแปรสร้าง แต่ตัวแปรดังกล่าวดัชนีวัดและตัวแปรสร้างต้องมีความหมายเป็นหนึ่งเดียว ถ้าขาดดัชนีวัดตัวใดตัวหนึ่งจะทำให้ตัวแปรสร้างความหมายเปลี่ยน เกิดปัญหาดัชนีวัดและตัวแปรสาเหตุแบบรวมตัวความหมายไม่ตรงกัน (Interpretation confounding) นักวิจัยจึงใช้ตัวแปรคอมโพสิตแบบรวมตัวและเสนอใช้ CCA ซึ่ง Jörg Henseler เป็นนักวิจัยหลักที่พัฒนาทั้ง PLSc และ CCA

Hair, Ringle และ Sarstedt (2011) เสนอว่า PLS-SEM เป็นคล้ายกระสุนเงิน คือ เป็นเครื่องมือใช้แก้ปัญหาได้สะดวกรวดเร็ว ขณะที่อีกฝ่ายมีความเห็นว่าสมควรเลิกใช้ (Antonakis, Bendahan, Jacquart, & Lalive, 2010; Rönkkö, McIntosh, Antonakis, & Edwards, 2016) คือฝ่ายหนึ่งมุ่งเน้นข้อดี (Henseler et al., 2014) อีกฝ่ายพิจารณาข้อด้อย (Rönkkö & Evermann, 2013) สองฝ่ายมีเหตุผลสนับสนุนเชิงวิชาการ และนำมาสู่การพัฒนาปรับลดจุดด้อยของ PLS-SEM ครั้งสำคัญ เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่ม ได้สมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดแบบคงเส้นคงวา (PLSc) มีความคงเส้นคงวาในการวิเคราะห์สมการโครงสร้างได้ทั้งแบบกระทบไปในทางเดียว (Recursive) และสองทาง (Non-recursive) นอกจากนั้น Henseler et al.(2014) คิดค้น CCA คือ ถ้าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเป็นตัวแปรคอมโพสิต ทำให้ PLS-SEM ใช้เพื่อวัตถุประสงค์วิเคราะห์ยืนยันได้ดี (Dijkstra & Henseler, 2015a; 2005b) อัลกอริทึมของ PLS-SEM สร้างผลรวมเชิงเส้นของตัวดัชนีเป็นตัวแปรคอมโพสิต

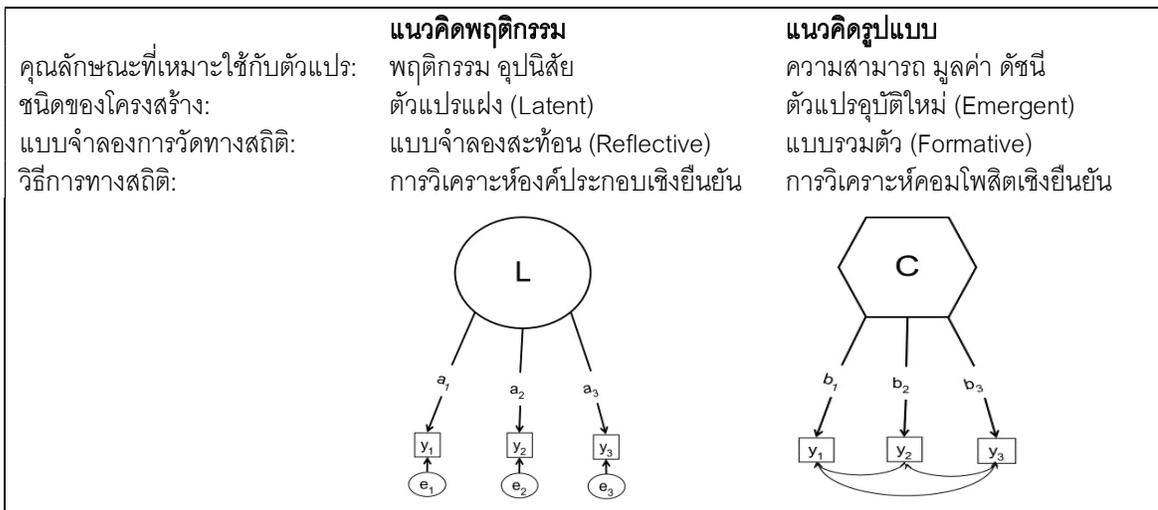
¹ เพราะเปลี่ยนมาจากตัวแปรแฝง ที่ดัชนีวัดควรมีความสัมพันธ์กันสูง

เลียนแบบเทคนิคของ Kettenring's (1971) ที่วิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล และ PLS-SEM สามารถใช้วิเคราะห์ CFA ได้ตัวแปรทั้งหมดต้องเป็นตัวแปรแฝงซึ่งวัดด้วยวิธี PLS แต่การใช้ CCA ต้องไม่เป็นตามนิยามและวิธี Hair, Howard และ Nitzl (2020) ที่นำใช้ชื่อ CCA ที่คิดค้นโดย Henseler โดยไม่อ้างอิงหรือวิเคราะห์เสนอข้อดีข้อด้อยวิธี CCA ของ Henseler ที่ใช้เพียงตัวแปรคอมโพสิตทุกตัวในแบบจำลอง ขณะที่ของ Hair ใช้ตัวแปรชนิดใดก็ได้ทั้งตัวแปรแฝง ตัวแปรคอมโพสิต รวมถึงตัวแปรสาเหตุแบบรวมตัว โดยคำนึงเพียงว่าแบบจำลองการวัดมีความเที่ยงตรง (Validity) และ ความเชื่อมั่น (Reliability) เพื่อจัดให้แบบจำลองได้รับการยืนยัน ทั้งสองกลุ่มพิพาทเรื่องนี้ว่าใครเป็นผู้คิดค้น CCA นักวิจัยพบว่า CCA ของ Henseler มาก่อนและมีความชัดเจนในทางวิชาการมากกว่า ดังนั้นการอ้างอิงใช้ CCA ต้องระวัง เช่น กรณีการศึกษาของ Motamarri, Akter และ Yanamandram (2020) อ้างอิง Hair et al. (2020) ทำให้ผลการศึกษาไม่เป็น CCA ตามแนวคิดที่ถูกต้อง

รูปภาพประกอบ 1 อธิบายถึงความแตกต่างของตัวแปรแฝง และตัวแปรอุบัติใหม่ ซึ่งตัวแปรแฝงเกี่ยวกับพฤติกรรมและอุปนิสัย ดัชนีวัดมีการจัดแบบสะท้อนเป็นตัวแปรแฝง มีความคลาดเคลื่อนที่ดัชนีวัด และใช้วิธีการทางสถิติคือองค์ประกอบเชิงยืนยัน ขณะที่ตัวแปรอุบัติใหม่ คุณลักษณะสำคัญที่เหมาะสมนำมาสร้างเป็นตัวแปรนี้คือ ความสามารถ ดัชนีและมูลค่า ซึ่งดัชนีวัดเป็นแบบรวมตัวเป็นตัวแปรอุบัติใหม่ และใช้กับการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน โดยไม่มีค่าความคลาดเคลื่อนทั้งดัชนีวัดและตัวแปรอุบัติใหม่ ตัวแปรคอมโพสิตหรือตัวแปรอุบัติใหม่จึงนิยมนำมาสร้างเป็นดัชนีวัด และมูลค่ารวม ตัวอย่างงานวิจัยซึ่ง Henseler และ Schuberth (2020) พบว่านำ CCA ไปใช้ในหลากหลายสาขา เช่น ธุรกิจครอบครัว (Ruiz-Palomo, Diéguez-Soto, Duréndez & Santos, 2019) วิจัยระบบสารสนเทศ (Braojos, Benitez & Llorens, 2019) นวัตกรรมจัดการ (Cegarra-Navarro, Ruiz, Martínez-Caro & Garcia-Perez, 2021) การจัดการความรู้ (Martelo-Landroguez, Cegarra Navarro, & Cepeda-Carión, 2019) การจัดการการศึกษา (Rueda, Benitez & Braojos, 2017) การตลาด (Foltean, Trif&Tuleu, 2019) พฤติกรรมองค์การ (Felipe, Roldán & Leal-Rodríguez, 2016) การบริหารโครงการ (Benitez-Ávila, Hartmann, Dewulf & Henseler, 2018) การจัดการบริการ (Yiu, Ngai & Lei, 2020) และการจัดการท่องเที่ยว (Rasoolimanesh, Md Noor, Schuberth & Jaafar, 2019).

ตัวแปรอุบัติใหม่ อาจไม่มีในธรรมชาติ เป็นตัวแปรที่ออกแบบขึ้นใหม่ ไม่เหมาะสมกับแบบจำลองของดัชนีวัดแบบสะท้อน (Hubona et al., 2021) ซึ่ง Hubona et al.(2021) เสนอว่า นอกจากตัวแปรอุบัติใหม่จะสร้างจากความสามารถ มูลค่าและดัชนีแล้ว ยังมีความเป็นไปได้ที่จะสร้างจากตัวแปรแฝง และเสนอแนะให้ศึกษาตัวอย่างจากงานวิจัยเหล่านี้ (เช่น van Riel, Henseler, Kemény & Sasovova, 2017; Schuberth, Rademaker & Henseler, 2020) ในแบบจำลองคอมโพสิตสมมติให้ดัชนีวัดมีความหมายที่แน่นอนมากกว่าเป็นตัวสาเหตุ ผลกระทบของตัวแปรสังเกตได้วัดโดยค่า Weight เป็นไปตามแนวคิดที่กำหนดไว้ และตัวแปรคอมโพสิตเป็นไปตามแนวคิดเดิมคือไม่มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นสิ่งสำคัญคือต้องกำหนดหรือให้ความหมายตัวแปรอุบัติใหม่หรือตัวแปรคอมโพสิตให้ชัดเจน

รูปภาพประกอบ 1
ประเภทของตัวแปรแฝงและตัวแปรอุบัติใหม่



ที่มา: Hubona, Schuberth & Henseler (2021)

การวัด CCA และ CFA สามารถวิเคราะห์ได้หลากหลายระดับ ซึ่งวิธีการวัดประกอบด้วยสี่วิธี โดยชื่อคำหน้าแทนการวิเคราะห์ระดับแรก และคำหลังแทนการวิเคราะห์ระดับที่สอง ดังนี้ (1) Reflective-reflective (2) Reflective-formative (3) Formative-reflective และ (4) Formative-Formative อดีตสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดนิยมใช้ประเภท Reflective-reflective โดยประเภทที่สลับน้อยมากแทบไม่พบแต่ถ้าเป็น CCA ธรรมชาติการวัดตัวแปรที่มีหลายระดับใช้การวัดแบบ Formative-formative ซึ่ง Schubert, Rademaker และ Henseler (2020) เรียกว่า Composite of composite คล้ายวิธีวัดซ้ำของ Becker, Klein และ Wetzels (2012) ที่ขั้นตอนแรกวัดด้วยวิธี Improved repeat indicator approach คือ วัดซ้ำโดยไม่นำตัวแปรระดับที่สองเข้าร่วมวัดครั้งแรก และการวัดระดับที่สองเรียกว่า Disjointed two-stage approach ขณะที่ CFA ใช้แบบ Reflective-reflective การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันประกอบไปด้วยขั้นตอนของสมการเชิงโครงสร้าง (Schubert, 2020) เช่นเดียวกับ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน คือ 1 กำหนดจำเพาะแบบจำลอง 2 ระบุความเป็นไปได้ค่าเดียว 3 ประมาณค่าพารามิเตอร์ และ 4 ประเมินความสอดคล้อง

กำหนดคุณลักษณะจำเพาะของแบบจำลองคอมโพสิต

ขั้นตอนนี้กำหนดความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างส่วนประกอบของแบบจำลองคอมโพสิตตามผังความสัมพันธ์ (Nomologicalnet) โดยความหมายตัวแปรคอมโพสิตอาจเปลี่ยนไปตามความต้องการของนักวิจัย (Sarstedt et al., 2016) โดยออกแบบตั้งแต่แรกว่า ดัชนีวัดของตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างไร และประกอบรวมขึ้นเป็นตัวแปรคอมโพสิตอย่างไร ทางปฏิบัติ นักวิจัยต้องศึกษาแบบจำลองกรอบแนวคิดและดัชนีให้หลากหลายก่อนวิเคราะห์ปกติ CCA มีสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคอมโพสิตเป็นแบบเชิงเส้นและกระทบกันไปในทิศทางเดียว โดยต้องระวังการกำหนดสมการโครงสร้างถ้าไม่กำหนดดัชนีวัดของตัวแปรคอมโพสิตตัวใดตัวหนึ่งที่เกี่ยวข้องทั้งที่เป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามอาจทำให้เกิดอคติและสรุปผลคลาดเคลื่อน (Antonakis et al., 2010) เมื่อกำหนดผังสมการโครงสร้างขั้นต่อไปคือการสร้างตัวแปรคอมโพสิต ถ้าการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมบุคคลตัวแปรควรเป็นตัวแปรแฝงถ้าสร้างด้วยวัตถุประสงค์หลากหลายควรใช้ตัวแปรคอมโพสิต

ตัวแปรคอมโพสิตอาจเรียกชื่ออื่น เช่น แบบจำลองการวัดแบบคอมโพสิต (Composite measurement model) หรือแบบจำลององค์ประกอบคอมโพสิต (Composite factor model: Henseler et al., 2014) หรือแบบจำลองคอมโพสิตแบบรวมตัว (Composite-formative model: Bollen & Diamantopoulos, 2015) หรือแบบจำลองคอมโพสิต (Composite model) เป็นตัวแปรที่สร้างขึ้นจากดัชนีวัดเช่น คุณค่าตราสินค้า (Brand equity) ตามแนวคิดของ Aaker (1991) สร้างจากการตระหนักในตราสินค้า (Brand awareness) ความเกี่ยวพันกับตราสินค้า (Brand associations) คุณค่าตราสินค้า (Brand quality) ความภักดีในตราสินค้า (Brand loyalty) และทรัพย์สินอื่น ๆ (Other proprietary assets) ในแบบจำลองการวัดดัชนีวัดไม่ได้มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับตัวแปรคอมโพสิต แต่เป็นการอธิบายว่าดัชนีวัดสร้างตัวแปรคอมโพสิตขึ้นมาอย่างไร หัวลูกศรออกจากดัชนีวัดชี้เชื่อมไปตัวแปรคอมโพสิตโดยไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในความหมายปกติดัชนีวัดอาจเป็นส่วนผสม (Ingredients) หรือองค์ประกอบ (Composition) ของตัวแปรสร้าง (Henseler, 2017b) ต่างจากแบบจำลององค์ประกอบรวมตัวแปรคอมโพสิตสร้างจากความสัมพันธ์ของดัชนีวัดเชิงเส้นตรงถ่วงน้ำหนัก ข้อจำกัดที่สำคัญ คือ สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัด (Henseler, 2017b) วิธีแก้ คือ ใช้วิธีประเมินกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้น (2SLS) ในสมการเชิงโครงสร้าง (Hult, Hair, Proksch, Sarstedt, Pinkwart & Ringle, 2018) หรือตัดตัวแปรที่มีค่า VIF สูงสุดออกจากสมการ หรือสร้างเป็นตัวแปรหลายระดับ

ตัวแปรคอมโพสิต หรือตัวแปรอุบัติใหม่ไม่มีค่าความคลาดเคลื่อน (Disturbance term) ทั้งระดับตัวแปรหรือดัชนีวัดเป็นตัวแปรที่ไม่ได้หมายแทนถึงแนวคิดหนึ่งเดียว เป็นเพียงการรวมของดัชนีวัดที่ออกแบบแทนถึงสิ่งหนึ่งในแบบจำลอง (Bollen & Bauldry, 2011) แต่ละครศาสตร์อาจกำหนดตัวแปรเดียวกันมีความหมายต่างกัน (Sarstedt et al., 2016) เช่น ตัวแปรเศรษฐกิจสังคมในการศึกษาหนึ่งอาจขึ้นอยู่กับอายุ รายได้ ระดับการศึกษา แต่การศึกษาอื่นอาจนำดัชนีอื่นมากำหนดได้ ตัวแปรคอมโพสิต จึงเรียกได้อีกชื่อว่าตัวแปรอุบัติใหม่ (Emergent) เพราะเกิดใหม่ปรับเปลี่ยนไปแต่ผลงานวิจัยขึ้นอยู่กับความต้องการของนักวิจัย (Henseler, Hubona & Ray, 2016) แต่บางกรณีดัชนีวัดคอมโพสิตอาจมีความหมายหนึ่งเดียวโดยเฉพาะการสร้างตัวแปรระดับสูงเมื่อมีดัชนีวัดน้อย (Henseler, 2017b) สรุปว่า ดัชนีวัดอาจทำให้ตัวแปรคอมโพสิตมีความหมายเต็มหนึ่งเดียว หรือไม่ขึ้นอยู่กับการต้องการของนักวิจัย ตัวแปรคอมโพสิตนิยมใช้อธิบายตัวแปรทางเศรษฐกิจสังคมต่าง คือ ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม OECD (2006) อธิบายรายละเอียดการสร้างตัวแปรคอมโพสิตประเภทต่าง ๆ หลากหลายวิธี องค์การพัฒนาระหว่างประเทศนิยมสร้างตัวแปรคอมโพสิตของตนเอง เพื่อสร้างดัชนีวัดต่าง ๆ มากมาย เช่น ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (Corruption perception index) หรือดัชนีด้านเศรษฐกิจของสหรัฐฯ รวมถึงดัชนีตลาดหลักทรัพย์ของไทย

ระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของแบบจำลองคอมโพสิต

ขั้นตอนนี้เป็นภาระระบุว่าแบบจำลองคอมโพสิตสามารถนำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าเดียวหรือไม่ ถ้าจำนวนพารามิเตอร์ที่ทราบค่าน้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าเรียกว่าแบบจำลองระบุต่ำกว่าพอดี (Under-identified) คือไม่สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแบบจำลองได้ องศาอิสระต่ำกว่าหนึ่งถ้าจำนวนพารามิเตอร์ที่ทราบค่าเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าเรียกว่าแบบจำลองระบุพอดี (Just-identified) เท่ากับจำนวนของดัชนีวัดเมตริกความแปรปรวนร่วมหรือ องศาอิสระ (Degrees of freedom) เท่ากับศูนย์ ถ้าจำนวนพารามิเตอร์ที่ทราบค่ามากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าเรียกว่าแบบจำลองระบุเกินพอดี (Over-identified) การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวทำให้การประเมินค่าพารามิเตอร์มีความคงเส้นคงวา และเชื่อถือได้ (Marcoulides & Chin, 2013) องศาอิสระมากกว่าหนึ่ง การคำนวณองศาอิสระศึกษาได้ใน Schuberth et al. (2018)

ประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองคอมโพสิต

การประเมิน CCA Schuberth et al. (2018) ใช้วิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัลเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคอมโพสิตสองกลุ่มที่มาจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน เพื่อหาแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคอมโพสิตสองกลุ่มนี้ทำให้ข้อมูลสัมพันธ์กันมากที่สุด แต่ละกลุ่มอาจมีตัวแปรหลายตัว โดยตัวแปรคอมโพสิตแต่ละตัวอาจมีดัชนีวัดเท่ากันหรือไม่ก็ได้ และสร้างตัวแปรคาโนนิคัลขึ้นโดยการนำค่าดัชนีวัดของตัวแปรคอมโพสิตแต่ละตัวมาแปลงรูปให้อยู่ในลักษณะของสมการเชิงเส้นตรง เนื่องจากทั้งสองกลุ่มมีหลายตัวแปร จึงกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัวทั้งสองกลุ่มค่าน้ำหนักกำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalue) ของเมตริกสหสัมพันธ์มีค่าสูงสุด

ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองคอมโพสิต

การประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองคอมโพสิต Schuberth et al. (2018) เสนอเกณฑ์ Nomological validity² reliability และ weight โดย Nomological validity พิจารณาจากดัชนีวัดวัดคุณภาพแบบจำลองรวม (Tests of overall model fit) เพื่อวัดว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นเข้ากันได้กับข้อมูลที่ใช้ศึกษาหรือไม่ โดยทดสอบสถิติบูตสแปป (Bootstrapping) ด้วยค่าพารามิเตอร์สามประเภทคือ 1. ความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (The unweighted least squares discrepancy: d_{ULS}) หมายถึง ผลรวมของผลต่างยกกำลังสองของทุกตัวแปร 2. ระยะทางบนพื้นผิวโค้ง (Geodesic distance: d_G) หรือความคลาดเคลื่อนจากรูปร่าง 3. ดัชนีรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย (Standardized root mean square residual : SRMR) โดยค่าที่สมบูรณ์คือทั้งสามค่าเป็นศูนย์ หรือน้อยกว่าค่าดังกล่าวที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และ 99 แต่ถ้าทั้งสามค่าสูงกว่าระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ให้พิจารณาค่า SRMR ต้องต่ำกว่า 0.08 (Hu & Bentler, 1998)

เกณฑ์พิจารณาคุณภาพของ CCA ใช้ทดสอบหาความต่างของเมตริกสหสัมพันธ์ข้อมูลกับเมตริกสหสัมพันธ์ของ แบบจำลองที่ตัวแปรแฝงทั้งหมดมีความแปรปรวนร่วมกัน (Saturated Model) ควรแตกต่างกันน้อยที่สุดโดยใช้สถิติ Bootstrapping ทดสอบเพื่อยอมรับสมมติฐานเมื่อเป็นจริง (Dijkstra & Henseler, 2015a) โดยมี Nomological validity แสดงถึงความตรงของตัววัดต่าง ๆ ที่ใช้วัดแนวคิดของแบบจำลองที่ศึกษา ประกอบด้วยตัวแปรคอมโพสิตย่อย ๆ ที่ทฤษฎีกำหนดให้มีความเกี่ยวข้องเหมาะสมที่นำไปใช้วัด คือความตรงของ Nomological network ซึ่งเป็นตัวกำหนดความเชื่อมั่นของแบบจำลอง ถ้าตัวแปรคอมโพสิตวัดโดยค่าเฉลี่ยที่แท้จริงของดัชนีไม่มีความคลาดเคลื่อนเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรคอมโพสิตเท่ากับหนึ่ง แต่ถ้าดัชนีวัดมีค่าความคลาดเคลื่อน ค่าความเชื่อมั่นของคอมโพสิตไม่เท่ากับหนึ่ง ถ้านักวิจัยกำหนดความเชื่อมั่นเองสำหรับดัชนีวัดแต่ละตัวควรใช้ความเชื่อมั่นของงานวิจัยเก่าหรือใช้การวิเคราะห์สองระดับ นอกจากนั้นพิจารณาจากขนาดเครื่องหมายระดับนัยสำคัญของ Weight ผู้เขียนเสนอให้หลักเดิมของการวัดแบบรวมตัวคือ พิจารณาเครื่องหมายและนัยสำคัญของ Weight ถ้าไม่มีนัยสำคัญให้พิจารณาจากค่า Loading ที่มากกว่า 0.50 และเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพสุดท้ายคือ ปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงหรือสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัดพิจารณาจากค่า VIF (Variance

²Nomological network พัฒนาโดย Cronbach & Meehl (1955) ประกอบด้วยสามแนวคิด เกี่ยวกับดัชนีวัด โครงสร้างทางทฤษฎีและความสัมพันธ์ของดัชนีวัดกับโครงสร้างทางทฤษฎี ส่วนใหญ่ใช้ทดสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ความสัมพันธ์ของตัวแปรสร้างในแบบจำลอง ถ้าตัวแปรสร้างสองตัวมีสหสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นในแบบจำลองแสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างรวมถึงความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้กับตัวแปรสร้างอื่น ๆ

inflation factor) ที่ไม่ควรเกิน 5 ถ้าเกินจะสร้างปัญหาเครื่องหมายหรือมีช่วงความเชื่อมั่นที่ใหญ่ (Henseler, 2017a)

2. โปรแกรม ADANCO

ขั้นตอนข้างต้นคำนวณตามหลักการการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเมื่อเริ่มวิเคราะห์ขั้นตอนที่หนึ่งการกำหนดและสร้างตัวแปรคอมโพสิตเมื่อวิเคราะห์จะได้ผลลัพธ์ขั้นตอนที่สี่ นักวิจัยควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนที่หนึ่งในการกำหนดแบบจำลองอย่างเคร่งครัดโดยเฉพาะการสร้างตัวแปรคอมโพสิต ปกติตัวแปรแฝงใช้วัดพฤติกรรมตัวแปรคอมโพสิตวัดได้หลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์วิจัยการใช้โปรแกรม ADANCO 2.2 (Henseler, 2017a) ถ้าต้องวิเคราะห์ CFA อัลกอริทึมคือ Latent หรือ PLSc แต่ถ้าตัวแปรทุกตัวเป็นคอมโพสิตใช้อัลกอริทึม Emergent แบบจำลองนั้นเป็น CCA ถ้าใช้ Mode B ต้องรายงานผล VIF ที่แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระถ้าใช้ Mode A ไม่ต้องรายงานเพราะเป็นอัลกอริทึมที่ใช้วิเคราะห์กรณีที่เป็นแบบจำลองมีสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัดสูงโดย Mode B นั้น Weight ได้จากสมการถดถอย (Regression weights) แต่กรณีที่มีสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัดสูงให้ใช้ Mode A (Correlation weights) (Dijkstra, 2013)

การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเสมือนว่านักวิจัยไม่มีทางเลือกถ้าผลลัพธ์ไม่ดี อาจทบทวนวรรณกรรมและเก็บข้อมูลใหม่ การวิเคราะห์ PLS-SEM ไม่วิเคราะห์องค์ประกอบตามวิธี CB-SEM แต่สามารถใช้หลักดังกล่าวเช่นก่อนวิเคราะห์แบบจำลองตามสมมติฐานนักวิจัยสามารถพิจารณาจากค่า Loading ของแต่ละตัวแปรแฝง เลือกตัดทิ้งดัชนีวัดที่มีค่าต่ำกว่า 0.708 หรือกรณีตัวแปรคอมโพสิตอาจพิจารณาตัดดัชนีวัดที่มีค่า VIF สูงสุดซึ่งมีสหสัมพันธ์กับดัชนีวัดอื่นในแบบจำลองเดียวกัน ด้วยวิธีการดังกล่าวอาจช่วยแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อน ทัศนคติใน Nomological network ได้มากอย่างไรก็ตามการทบทวนวรรณกรรมอย่างดี และการสร้างเครื่องมือวัดอย่างละเอียดจะพบปัญหาดังกล่าวไม่มากนัก

การวิเคราะห์ดำเนินการโดย ตัวแปร E-Service quality มีการวิเคราะห์สองระดับการวิเคราะห์ CCA วิเคราะห์แบบ Formative-formative ใช้วิธีวัดซ้ำและวิเคราะห์สองชั้นของ Becker et al. (2012) เช่นเดียวกัน ซึ่งไม่นำตัวแปรแฝงหรือตัวแปรคอมโพสิตในระดับที่สองมารวมคำนวณ และในการวิเคราะห์ระดับที่สองนำคะแนนสร้าง (Standard construct scores) มาเป็นดัชนีของตัวแปรแฝง (CFA) และตัวแปรคอมโพสิต

กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพ 2 กรอบแนวคิดและสมมติฐานเป็นตาม อ้นระ จันทะเสนา (2563) สัญลักษณ์หกเหลี่ยมหมายถึงตัวแปรคอมโพสิตเป็นการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน และวงรีเป็นตัวแปรองค์ประกอบ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีสมมติฐานดังนี้

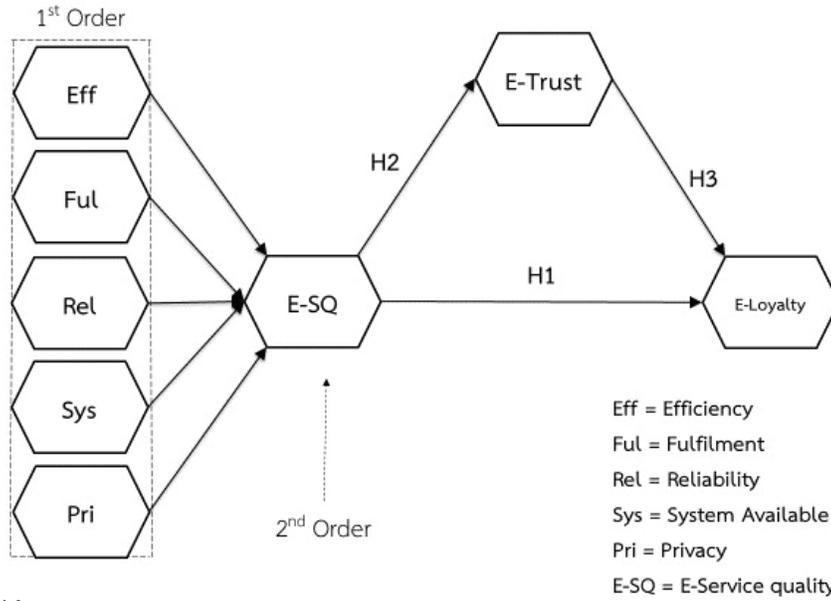
สมมติฐานที่ 1: คุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์

สมมติฐานที่ 2: คุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์

สมมติฐานที่ 3: ความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์

รูปภาพประกอบ 2

กรอบแนวคิดการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยัน



วิธีศึกษา

ข้อมูลและเครื่องมือเก็บข้อมูลใช้ของฉันทะ จันทะเสน (2563) การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรม ADANCO การวิเคราะห์ชนิดของตัวแปรสร้างเลือก Emergent variable และ weighting scheme เลือก Mode A หรือ Mode B ตัวแปรคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-SQ) ใช้การวิเคราะห์สองระดับโดยวิธีวัดซ้ำและวิธีวิเคราะห์สองครั้งของ Becker et al. (2012) ซึ่ง Schuberth (2020) เรียกว่า Composite of composite หรือ Formative-formative เป็นวิธีที่ไม่นำตัวแปรแฝงหรือตัวแปรคอมโพสิตในระดับที่สองมารวมคำนวณในการวัดระดับแรก การศึกษานี้เสนอผลการศึกษากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันใช้ อัลกอริทึม Mode B และ Mode A กรณีดัชนีวัดมีสหสัมพันธ์สูง (Henseler, 2017a)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การแบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยัน ความสัมพันธ์ของดัชนีวัดกับตัวแปรคอมโพสิต รูปแบบความสัมพันธ์ระดับที่หนึ่งและสองเป็นแบบ Formative-formative จึงรายงานด้วยค่าพารามิเตอร์ Nomological net ถ้า Weight ไม่มีนัยสำคัญใช้ค่า Loading ที่สูงกว่า 0.5 ค่าสหสัมพันธ์ของดัชนีวัด แสดงโดยค่า VIF ไม่ควรเกิน 5 (Henseler, 2017a) โดยเสนอผลการวิเคราะห์ CCA ทั้งแบบ Mode B และ Mode A

คุณภาพแบบจำลองโดยรวมระดับที่หนึ่ง

ตาราง 1 ผลการศึกษาพบว่าค่าพารามิเตอร์ทั้งสามทั้งของ Mode B ต่ำกว่าค่าระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าแบบจำลองกับข้อมูลทาบกันสนิทโดย Mode B มีประสิทธิภาพดีกว่าเพราะค่าเข้าใกล้ศูนย์มากกว่า Mode A ที่ค่าสูงกว่าระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตาราง 1 คุณภาพแบบจำลองโดยรวมของ CCA ระดับที่หนึ่ง

Parameters	Value	HI95	HI99	Value	HI95	HI99
SRMR	0.017	0.014	0.015	0.017	0.014	0.015
d _{ULS}	0.070	0.043	0.052	0.070	0.043	0.052
mode A	d _G	0.163	0.130	0.146	0.163	0.130
SRMR	0.013	0.015	0.018	0.013	0.015	0.018
d _{ULS}	0.019	0.025	0.033	0.019	0.025	0.033
mode B	d _G	0.067	0.048	0.056	0.067	0.048

แบบจำลองการวัดระดับที่หนึ่ง

แบบจำลองการวัดแสดงโดยค่า ค่า Reliability เท่ากันที่ 1 Nomological net พิจารณาจากค่าคุณภาพแบบจำลองรวมรวมทั้งสามค่า รวมถึงเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ความสัมพันธ์ระหว่างแสดงว่า Mode B มีประสิทธิภาพมากกว่า mode A ที่มีปัญหาสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัดตัวแปรคอมโพสิตทั้งหมดเจ็ดตัว พบว่าตัวแปรที่สองของแต่ละคอมโพสิตมีค่า VIF สูงสุดได้แก่ eff2, reli2, fulf2, syst2, priv2, trus2 และ loya2 ในแบบจำลอง Mode B จึงตัดค่าดังกล่าวออกจากสมการ ส่งผลให้ค่า VIF ไม่เกินกำหนด เมื่อวัดคุณภาพแบบจำลองทั้งโดยรวม (Model fit) แบบจำลองการวัดและแบบจำลองโครงสร้างคุณภาพดีกว่า Mode A ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แบบจำลองการวัดของ CCA ระดับที่หนึ่ง

Indicator	Mode A				Mode B			
	Loading	Weight	t-Weight	VIF	Loading	Weight	t-Weight	VIF
eff1	0.952	0.342	50.749	6.415	0.958	0.532	5.369	3.177
eff2	0.982	0.356	68.309	11.918	0.954	-	-	-
eff3	0.950	0.343	52.844	5.921	0.956	0.514	5.124	3.177
reli1	0.952	0.348	52.852	5.810	0.955	0.528	5.625	3.147
reli2	0.976	0.352	82.883	9.398	0.952	-	-	-
reli3	0.946	0.343	55.061	5.107	0.976	0.518	5.527	3.147
fulf1	0.961	0.342	59.325	6.849	0.971	0.427	3.864	3.914
fulf2	0.977	0.339	71.753	9.985	0.939	-	-	-
fulf3	0.958	0.354	55.374	5.850	0.971	0.608	5.693	3.914
syst1	0.954	0.352	56.652	5.657	0.931	0.617	7.109	3.226
syst2	0.971	0.352	60.817	7.804	0.972	-	-	-
syst3	0.944	0.342	55.451	4.583	0.951	0.426	4.772	3.226
priv1	0.946	0.353	48.944	4.936	0.982	0.633	7.167	2.993
priv2	0.973	0.352	67.667	8.336	0.944	-	-	-
priv3	0.945	0.342	53.995	5.091	0.958	0.414	4.496	2.993
trus1	0.944	0.350	68.386	4.329	0.954	0.588	7.277	3.620
trus2	0.973	0.345	98.178	9.713	0.956	-	-	-
trus3	0.966	0.346	74.376	8.470	0.955	0.451	5.474	3.620
loya1	0.956	0.353		5.697	0.952	0.658	8.653	3.998
loya2	0.981	0.340		12.347	0.976	-	-	-
loya3	0.966	0.342		8.736	0.971	0.374	4.751	3.988

แบบจำลองระดับที่สอง

แบบจำลองระดับที่หนึ่งใช้วิธีการวัดซ้ำของ Becker et al. (2012) เป็นวิธีวัดที่ไม่นำตัวแปรระดับที่สองรวมในการวัดระดับที่หนึ่ง ทำให้สามารถวัดคุณภาพแบบจำลองโดยรวมได้ ในระดับที่สองนี้ได้ตัวแปรคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ นำคะแนนสร้าง (Standard construct scores)³ จากผลการวัดระดับที่หนึ่งมาเป็นดัชนีวัด Efficiency, Reliability, Fulfilment และ System available ซึ่งคะแนนสร้างของ Mode B นั้นดัชนีวัดระดับที่หนึ่งตัววัดดัชนีวัดที่มีสหสัมพันธ์สูงสุดของแต่ละตัวแปรคอมโพสิตออก

คุณภาพแบบจำลองรวมระดับที่สอง

ค่าพารามิเตอร์ทั้งสามค่าในการกำหนดคุณภาพแบบจำลองโดยรวมมีคุณภาพดีขึ้นมาก คือ มีค่าต่ำกว่าที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าแบบจำลองกับข้อมูลทาบกันสนิท โดยคุณภาพของ Mode B ดีกว่า Mode A เพราะมีค่าต่ำกว่าดังตาราง 3

ตาราง 3 คุณภาพแบบจำลองโดยรวมของ CCA ระดับที่สอง

³ คะแนนปรากฏอยู่ในผลการศึกษามีจำนวนเท่ากับข้อมูลที่จัดเก็บ

Parameters	Value	HI95	HI99	Value	HI95	HI99
SRMR	0.019	0.026	0.030	0.019	0.026	0.030
d_{ULS}	0.025	0.044	0.059	0.025	0.044	0.059
Mode A d_G	0.025	0.029	0.035	0.025	0.029	0.035
SRMR	0.015	0.020	0.024	0.015	0.020	0.024
d_{ULS}	0.010	0.018	0.025	0.010	0.018	0.025
Mode B d_G	0.013	0.018	0.024	0.013	0.018	0.024

แบบจำลองการวัดระดับที่สอง

แบบจำลองการวัดนั้นพิจารณาจาก Nomological net, Reliability และ Weight ซึ่งค่ามีความใกล้เคียงกัน แต่ค่าคุณภาพแบบจำลองรวม และ VIF และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางซึ่งร่วมกำหนด Nomological validity ของ Mode B มีคุณภาพดีกว่า Mode A ในตาราง 4

ตาราง 4 แบบจำลองการวัดของ CCA ระดับที่สอง

Indicator	Mode A				Mode B			
	Loading	Weight	t-Weight	VIF	Loading	Weight	t-Weight	VIF
trus1	0.944	0.346	74.843	4.329	0.962	0.520	80.681	3.620
trus2	0.974	0.346	105.397	9.713	-	-	-	-
trus3	0.967	0.348	81.673	8.470	0.962	0.520	84.726	3.620
loya1	0.956	0.351	83.127	5.697	0.967	0.525	84.665	3.998
loya2	0.981	0.340	129.367	12.347	-	-	-	-
loya3	0.966	0.342	85.298	8.736	0.965	0.510	97.566	3.998
Efficiency	0.867	0.241	26.867	2.718	0.874	0.299	3.144	2.664
Reliability	0.888	0.236	31.123	3.148	0.858	0.120	1.229	3.150
Fulfilment	0.862	0.234	27.522	2.613	0.859	0.223	2.418	2.674
System	0.843	0.237	25.863	2.383	0.855	0.301	3.488	2.351
Private	0.804	0.223	18.116	1.962	0.810	0.231	2.449	1.974

แบบจำลองโครงสร้าง

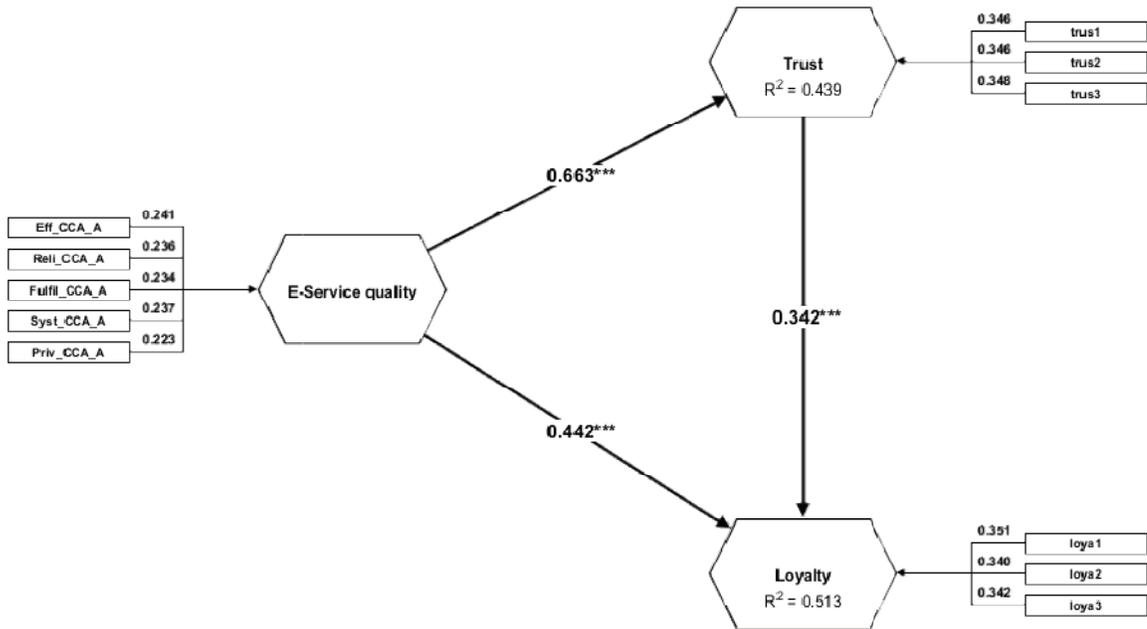
ตาราง 5 รูปภาพประกอบ 3 และ 4 ค่าขนาดอิทธิพล (f^2) และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของ Mode A Mode B มีขนาดใกล้เคียงกันค่าของ Mode B สูงกว่าเล็กน้อยโดยค่าอิทธิพลทั้งหมดมีขนาดใหญ่ ขณะที่สัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีขนาดกลาง โดยขนาดความสัมพันธ์ของคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผลกระทบต่อความไว้วางใจมีขนาดใหญ่ที่สุด ส่งผลให้ยอมรับสมมติฐานทั้งสามเส้นทาง

ตาราง 5 แบบจำลองโครงสร้างของ CCA

effect	Beta	t-value	p-value	Cohen's f^2	R^2	Hypothesis
Trust -> Loyalty	0.342	4.984	0.000	0.135	0.513	ยอมรับ
E-Service quality -> Loyalty	0.442	7.411	0.000	0.225	0.513	ยอมรับ
A E-Service quality -> Trust	0.663	21.583	0.000	0.782	0.439	ยอมรับ
Trust -> Loyalty	0.337	4.868	0.000	0.132	0.522	ยอมรับ
E-Service quality -> Loyalty	0.454	7.495	0.000	0.241	0.522	ยอมรับ
B E-Service quality -> Trust	0.664	21.658	0.000	0.789	0.441	ยอมรับ

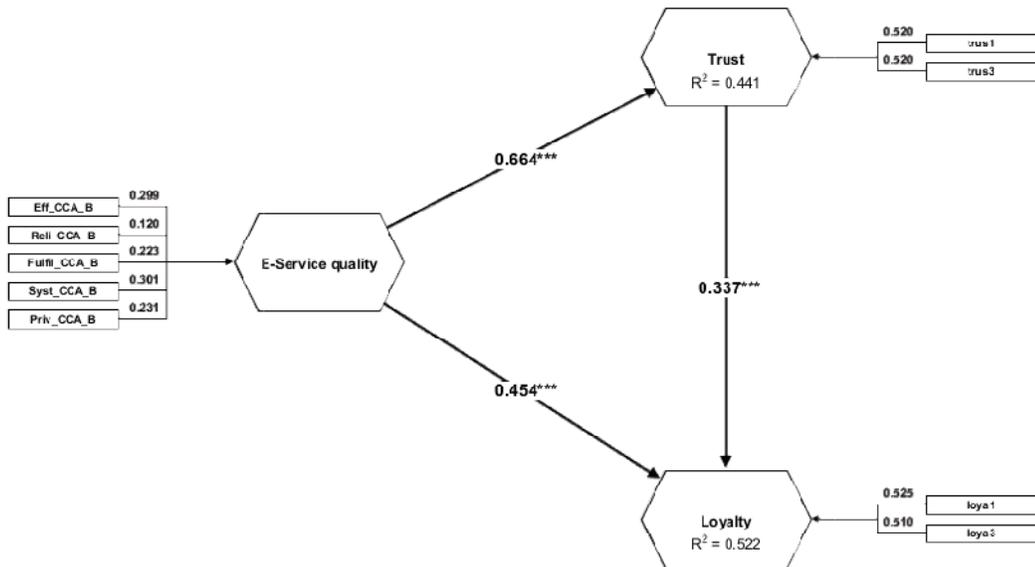
รูปภาพประกอบ 3

ผลการวิเคราะห์คอมพิวเตอร์เชิงยืนยัน (Mode A)



รูปภาพประกอบ 4

ผลการวิเคราะห์คอมพิวเตอร์เชิงยืนยัน (Mode B)



อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษา ยอมรับสมมติฐานทั้งสามเส้นทาง พบว่าคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์มีอิทธิพลต่อความไว้วางใจและความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์ และความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์มีอิทธิพลต่อความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิเคราะห์ CCA ในแบบจำลองนี้พบว่า คุณภาพแบบจำลองโดยรวม แบบจำลองการวัด และแบบจำลองโครงสร้างของ Mode B มีคุณภาพดีกว่า Mode A เล็กน้อยเพราะ Mode A สร้างอัลกอริทึมมาให้ยอมรับกรณีวัดที่มีสหสัมพันธ์กันสูงที่ระดับค่า VIF สูงกว่า 5 แต่ อัลกอริทึมของ Mode B ไม่ได้ยอมรับปัญหาดังกล่าว เมื่อนำดัชนีวัดตัวแปร trus2 ที่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์กับ trus3 และ loya2 ที่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์กับ loya3 ออก จึงทำให้แบบจำลอง Mode B มีคุณภาพดีกว่า การพิจารณาตัดตัวแปรได้ออกให้พิจารณาจากค่า VIF ที่ค่าสูงสุด ถ้าเป็นตัวแปรสร้างแบบรวมตัวอาจตัดดัชนีวัดออกลำบากเพราะอาจทำให้ความหมายของดัชนีวัดและตัวแปรสร้างไม่ตรงกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์คอมพิวเตอร์เชิงยืนยันการใช้ Mode B อาจมีคุณภาพดีกว่า Mode A ถ้าไม่

มีปัญหาสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัด หรือมีแต่สามารถแก้ปัญหาโดยการตัดตัวแปรบางส่วนออกได้ แต่ถ้าตัดไม่ได้ ควรใช้ Mode A

ถ้านำแบบจำลองนี้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ตัวแปรคุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นตัวแปรสองระดับ การวิเคราะห์ CFA ต้องใช้การวัดความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวัดและตัวแปรแฝงหรือระดับที่หนึ่งและระดับที่สองแบบ Reflective-reflective การรายงานผลขั้นตอนแรก รายงานผลสมการการวัดแบบ Reflective คือ Internal consistency, Indicator reliability, Convergent validity และ Discriminant validity และขั้นที่สองรายงานผลค่าพารามิเตอร์ของสมการโครงสร้าง นัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง f^2 R^2 ดังตาราง 1 และ 2 ของ ฉันทะ จันทะเสนา (2563) รูปภาพประกอบ 6 ของการศึกษาดังกล่าวเป็น CFA ใช้วิธีวัดซ้ำ (Repeated indicator approach) ของ Ringle et al. (2012) เกิดปัญหาความเที่ยงเชิงจำแนกและไม่แสดงผลคุณภาพแบบจำลองรวม ควรใช้การวิเคราะห์สองครั้งของ Becker et al. (2012) สามารถแก้ปัญหาความเที่ยงเชิงจำแนกและการไม่แสดงผลคุณภาพของแบบจำลองโดยรวมได้ การวัดตัวแปรแบ่งเป็นสองระดับแบบ Reflective-reflective ในระดับที่หนึ่งเสนอเกณฑ์วัดคุณภาพแบบจำลองโดยรวม (Model fit) และแบบจำลองการวัดแบบ Reflective ในขณะที่ระดับที่สองนำเสนอทั้งหมด คือ คุณภาพแบบจำลองรวม แบบจำลองการวัดระดับที่สองและแบบจำลองโครงสร้างระดับที่สอง

ปัจจุบันวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนพัฒนาก้าวหน้า สามารถวัดได้ทั้งตัวแปรแฝงและตัวแปรคอมโพสิต และส่งผลให้สามารถวัดองค์ประกอบเชิงยืนยันถ้าแบบจำลองที่ศึกษาเป็นตัวแปรแฝงทั้งหมด และเป็นคอมโพสิตเชิงยืนยันถ้าในแบบจำลองที่ศึกษาเป็นตัวแปรคอมโพสิตทั้งหมด การวัดตัวแปรสองระดับขึ้นไปตัวแปรแฝงหรือการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเหมาะสมกับวิธี Reflective-reflective และ Formative-formative เหมาะสมกับการวัดตัวแปรคอมโพสิตหรือแบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยัน การสร้างตัวแปรคอมโพสิตศึกษาได้จาก Henseler (2017b) OECD (2006) และ Zhou, Ang และ Poh (2007) ถ้าแปลงดัชนีวัดของตัวแปรแฝงเป็นตัวแปรคอมโพสิต ควรพิจารณาความสัมพันธ์ของดัชนีวัด เพราะตัวแปรแฝงดัชนีวัดมีความสัมพันธ์กัน ถ้าสร้างเป็นตัวแปรระดับสูงขึ้นไปช่วยแก้ปัญหานี้ได้ รวมถึงการนำดัชนีวัดที่มีค่า VIF สูงสุดออกจากแบบจำลอง การพิจารณาคุณภาพแบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยันโดยรวมข้อสำคัญ คือ Nomological validity พิจารณาได้จาก ค่าพารามิเตอร์ของคุณภาพแบบจำลองรวมและ ค่าสหสัมพันธ์ของดัชนีวัด คือถ้าแก้ปัญหาสหสัมพันธ์ของดัชนีวัดได้ ค่าคุณภาพแบบจำลองรวมจะมีคุณภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ Nomological validity มีคุณภาพเพิ่ม หมายความว่า แบบจำลองมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันเป็นการค้นพบใหม่ (Henseler et al., 2014; Schuberth et al., 2018) มีผู้นำชื่อคอมโพสิตเชิงยืนยันไปใช้แต่นิยามแตกต่างจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมไม่ใช่วิธีที่ถูกต้องตามแนวคิดผู้เสนอ เพราะเป็นวิธีที่สามารถใช้ตัวแปรอะไรก็ได้ คือ ตัวแปรคอมโพสิตแบบเดิมที่วัดแบบสะท้อน รวมถึงตัวแปรเชิงสาเหตุแบบรวมตัว ตัวแปรแฝง (PLSc) และตัวแปรคอมโพสิตแบบรวมตัว โดย Hair et al. (2020) เสนอว่าถ้าแบบจำลองการวัดมีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นแล้ว ให้เรียกแบบจำลองนั้นว่าคอมโพสิตเชิงยืนยัน นักวิจัยไม่ควรใช้แบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยันตามนิยามของ Hair et al. (2020) ซึ่ง Schuberth (2020) เสนอเรียกวิธีดังกล่าวว่าวิธียืนยันคุณภาพการวัด (Method of confirming measurement quality: MCMQ) Henseler และ Schuberth (2020 : 147) วิจารณ์ Hair et al. (2020) ว่าไม่ระบุเบื้องต้น⁴ ว่ายืมแนวคิด CCA จากใคร “They forget to mention at the beginning from whom they had borrowed the idea of CCA” ทำให้ CCA ของ Hair et al. (2020) มีข้อบกพร่องอย่างน้อยสามประการ คือ หนึ่งใช้ CCA เพื่อทำนายได้ สองใช้ได้ทั้งการวัดแบบรวมตัวและสะท้อน และสามไม่มีคุณภาพแบบจำลองรวม (Henseler & Schuberth, 2020) ผิดไปจาก CCA ของ Henseler นักวิจัยไม่ควรใช้ CCA ตามนิยาม Hair et al. (2020)

ข้อเสนอแนะ

1. การนำผลการวิจัยไปใช้

แบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยันคิดค้นขึ้นใหม่ใช้ตัวแปรคอมโพสิต เป็นแบบจำลองที่มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถวัดตัวแปรได้หลากหลายประเภทซึ่งหน่วยงานต่าง ๆ รวมถึงองค์กรพัฒนาส่วนใหญ่ รวมถึงตลาดหลักทรัพย์ไทย ได้พัฒนาตัวแปรคอมโพสิตใช้เป็นดัชนีวัดของตนควรนำตัวแปรคอมโพสิตเหล่านี้มาศึกษาวิเคราะห์

⁴ พบว่ามีกรอ้างอิงแต่ไม่วิพากษ์ว่าของเดิมดีหรือไม่อย่างไร เพียงนำชื่อ CCA มาใช้ ผู้ที่ใช้แนวคิด CCA ของ Hair et al. (2020) ผลงานอาจไม่มีคุณค่าตามทฤษฎี CCA ทั้งสองกลุ่มกำลังพิพาทประเด็นนี้ นักวิจัยควรใช้ CCA ตามแนวคิดของ Henseler et al. (2014) และ Schuberth et al. (2018) เป็นผู้คิดค้นและมีวิธีการชัดเจน

ตามแบบจำลองคอมโพสิตเชิงยืนยัน โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน ที่ปัจจุบันสามารถศึกษาวิเคราะห์ได้ทั้งคอมโพสิตเชิงยืนยัน และองค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์สมการโครงสร้างแบบกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน การวิเคราะห์แบบอิงความแปรปรวน ปัจจุบันสามารถวิเคราะห์ได้ทั้ง CFA และ CCA และได้คำตอบง่าย (Convergence) กว่าแบบอิงความแปรปรวนร่วม ที่วิเคราะห์ได้เพียง CFA และมีความยุ่งยากในขั้นตอนการปรับแบบจำลอง นักวิจัยที่สนใจการวิเคราะห์สมการโครงสร้างควรพิจารณา

2. การวิจัยในอนาคต

การศึกษานี้ตัวแปรความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์ และความภักดีทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นการศึกษาพฤติกรรมและมีธรรมชาติการวัดเป็นแบบสะท้อน เป็นตัวแปรแฝง เมื่อนำมาทำเป็นตัวแปรคอมโพสิตนับว่าทำได้ดีสอดคล้องกับข้อเสนอของ Hubona et al. (2021) แต่ที่เหมาะสมควรวัดตัวแปร หรือข้อคำถามเป็นแบบรวมตัว ซึ่งจะช่วยให้แบบจำลองคอมโพสิตมีคุณภาพดียิ่งขึ้น และยังถ้าเป็นตัวแปรรวมตัวโดยธรรมชาติยังคงควรใช้การวัดรวมตัวและสร้างเป็นตัวแปรคอมโพสิตมากกว่าใช้วิธีการวัดแบบสะท้อนเป็นตัวแปรแฝงที่นิยมในประเทศไทย แบบจำลองคอมโพสิตจึงเปิดโอกาสให้มีการวิจัยที่ใช้แบบจำลองแบบรวมตัวได้ดีกว่าในแบบจำลองของการศึกษานี้ ตัวแปรความไว้วางใจทำหน้าที่ตัวแปรคั่นกลาง (Mediator) การศึกษาในอนาคต อาจศึกษาอิทธิพลของความไว้วางใจทางอิเล็กทรอนิกส์ในบทบาทของตัวแปรคั่นกลาง

การวิเคราะห์คอมโพสิตเชิงยืนยันในอนาคต นักวิจัยควรอธิบายถึงการสร้างตัวแปรคอมโพสิตที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่ง Schuberth et al. (2018) ยังไม่มีรายละเอียดมากนัก แต่การสร้างดัชนีคอมโพสิตเป็นวิธีที่องค์กรต่าง ๆ นิยมใช้สร้างดัชนีวัดโดยเฉพาะสมรรถนะของประเทศ (Country performance) ด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคมและการพัฒนาเทคโนโลยี ศึกษาการสร้างได้จาก Nardo et al. (2005) และ Cavicchia และ Vichi (2020) รวมถึงการสร้างจากตัวแปรระดับอันดับ (Ordinal variable) (Menisera, 2007)

สรุปผลการวิจัย

สมการโครงสร้างที่นิยมในไทยและทั่วโลก คือ แบบอิงความแปรปรวนร่วม ใช้ตัวแปรแฝงและใช้วิธีวัดแบบสะท้อนลักษณะการวิเคราะห์เป็น CFA ปัจจุบันแบบจำลองโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนที่ได้รับคำตอบง่ายกว่าสามารถวิเคราะห์ได้ทั้ง CFA CCA โดย CCA มีลักษณะการวัดเป็นแบบรวมตัว ใช้ตัวแปรอุปติใหม่ เมื่อวิเคราะห์สองระดับ แบบ CFA ควรใช้อัลกอริทึม Reflective-reflective ขณะที่ CCA ใช้ Formative-formative และดัชนีวัดควรสร้างแบบรวมตัวมากกว่าใช้แบบสอบถามแบบสะท้อนที่นิยมใช้ทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

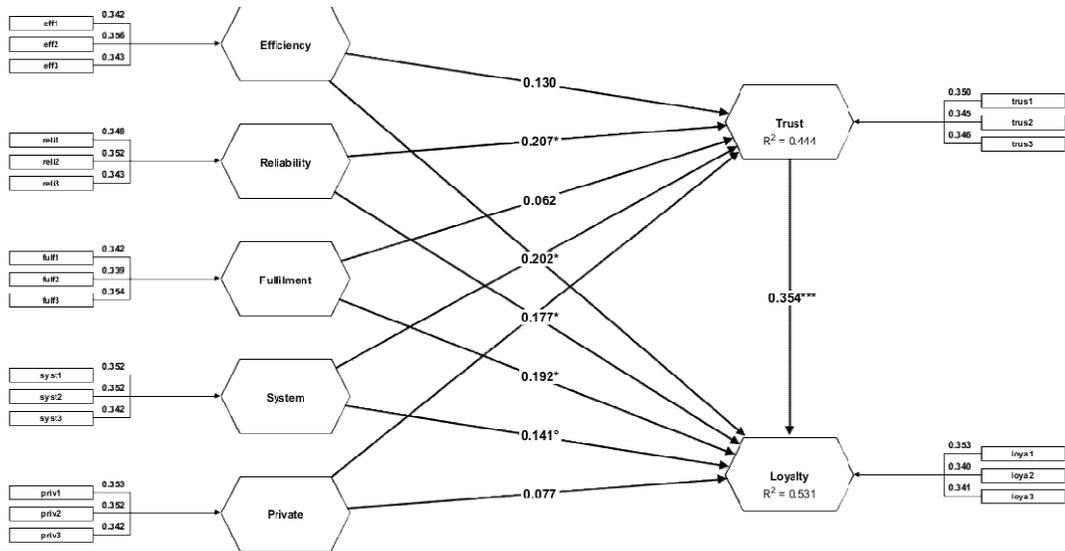
- ฉันทะ จันทะเสนา. (2563). Methods of reporting research-results of the second-order construct of pls-sem. *Chulalongkorn Business Review*, 42 (165), 39 - 67.
- Aaker, D. A. (1991). *Managing Brand Equity*. New York, NY : The Free Press.
- Antonakis, J., Bendahan, S., Jacquart, P., & Lalive, R. (2010). On making causal claims: A review and recommendations. *The Leadership Quarterly*, 21(6), 1086-1120.
- Becker, J. M., Klein, K., & Wetzels, M. (2012). Hierarchical latent variable models in PLS-SEM: Guidelines for using reflective-formative type models. *Long Range Planning*, 45(5-6), 359-394.
- Benitez-Ávila, C., Hartmann, A., Dewulf, G., & Henseler, J. (2018). Interplay of relational and contractual governance in public-private partnerships: The mediating role of relational norms, trust and partners' contribution. *International journal of project management*, 36(3), 429-443.
- Braojos, J., Benitez, J., & Llorens, J. (2019). How do social commerce-IT capabilities influence firm performance? Theory and empirical evidence. *Information & Management*, 56(2), 155-171.
- Bollen, K. A., & Bauldry, S. (2011). Three Cs in measurement models: Causal indicators, composite indicators, and covariates. *Psychological Methods*, 16(3), 265.
- Bollen, K. A., & Diamantopoulos, A. (2015). In defense of causal-formative indicators: A minority report. *Psychological Methods*, 22(3), 581-596.
- Cavicchia, C., & Vichi, M. (2020). Statistical model-based composite indicators for tracking coherent policy conclusions. *Social Indicators Research*, 156, 449-479.

- Cegarra-Navarro, J. G., Ruiz, F. J. A., Martínez-Caro, E., & Garcia-Perez, A. (2019). Turning heterogeneity into improved research outputs in international R&D teams. *Journal of Business Research*, 128, 770-778.
- Cohen, J. (1988). Set correlation and contingency tables. *Applied Psychological Measurement*, 12(4), 425-434.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281-302.
- Dijkstra, T. K. (2013). A note on how to make PLS consistent. Working Paper. Retrieved on August 12, 2020, from <http://www.rug.nl/staff/t.k.dijkstra/how-to-make-pls-consist>.
- Dijkstra, T. K., & Henseler, J. (2015a). Consistent and asymptotically normal PLS estimators for linear structural equations. *Computational Statistics & Data Analysis*, 81, 10-23.
- Dijkstra, T. K., & Henseler, J. (2015b). Consistent partial least squares path modeling. *MIS Quarterly*, 39(2), 1-20.
- Edwards, J. R., & Bagozzi, R. P. (2000). On the nature and direction of relationships between constructs and measures. *Psychological Methods*, 5(2), 155-174.
- Felipe, C. M., Roldán, J. L., & Leal-Rodríguez, A. L. (2016). An explanatory and predictive model for organizational agility. *Journal of Business Research*, 69(10), 4624-4631.
- Foltean, F. S., Trif, S. M., & Tuleu, D. L. (2019). Customer relationship management capabilities and social media technology use: Consequences on firm performance. *Journal of Business Research*, 104, 563-575.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing theory and Practice*, 19(2), 139-152.
- Hair Jr, J. F., Howard, M. C., & Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business Research*, 109, 101-110.
- Henseler, J., & Schuberth, F. (2020). Using confirmatory composite analysis to assess emergent variables in business research. *Journal of Business Research*, 120, 147-156.
- Henseler, J., Dijkstra, T. K., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Diamantopoulos, A., Straub, D. W., Ketchen, D., Hair, J.F., Hult, T.M., & Calantone, R. J. (2014). Common beliefs and reality about PLS: Comments on Ronkko and Evermann (2013). *Organizational Research Methods*, 17(2), 182-209.
- Henseler, J., Hubona, G., & Ray, P. A. (2016). Using PLS path modeling in new technology research: Updated guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 116(1), 2-20
- Henseler, J. (2017a). ADANCO 2.0. 1. In *9th International Conference on PLS and Related Methods, PLS*.
- Henseler, J. (2017b). Bridging design and behavioral research with variance-based structural equation modeling. *Journal of Advertising*, 46(1), 178-192.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424-453.
- Hubona, G. S., Schuberth, F., & Henseler, J. (2021). A clarification of confirmatory composite analysis (CCA). *International Journal of Information Management*, 61, 1-8.
- Hult, G. T. M., Hair Jr, J. F., Proksch, D., Sarstedt, M., Pinkwart, A., & Ringle, C. M. (2018). Addressing endogeneity in international marketing applications of partial least squares structural equation modeling. *Journal of International Marketing*, 26(3), 1-21.
- Kettenring, J. R. (1971). Canonical analysis of several sets of variables, *Biometrika*, 58(3), 433-451.
- Jhantasana, C. (2020). Methods of reporting research-results of the second-order construct of pls-sem. *Chulalongkorn Business Review*, 42(3), 39 - 67.
- Jöreskog, K. G. (1969). A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 34, 183-202.

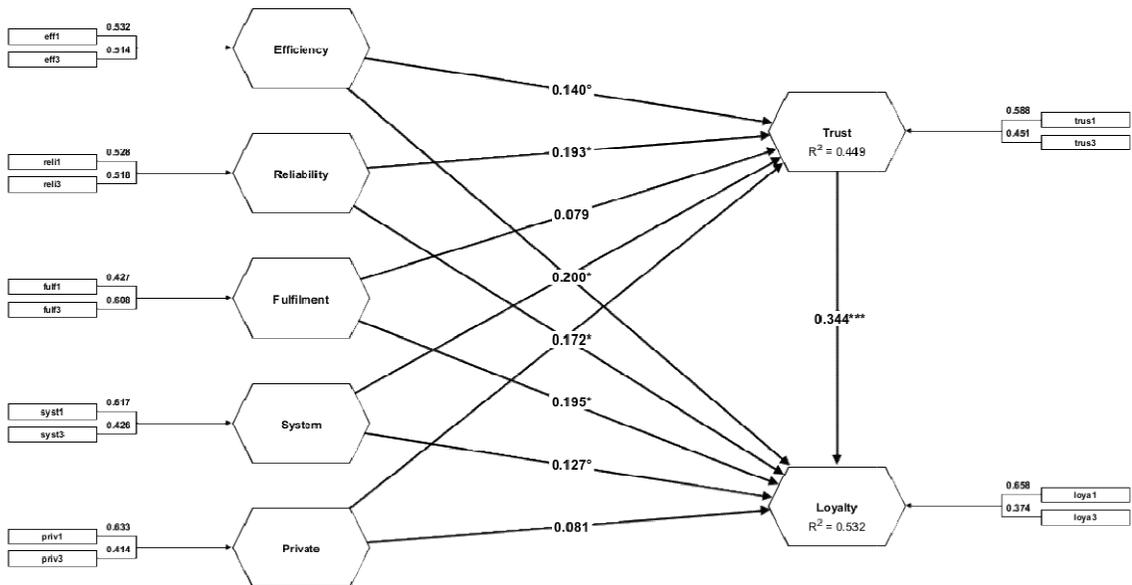
- Marcoulides, G. A., & Chin, W. W. (2013). You write, but others read: Common methodological misunderstandings in PLS and related methods. In *New perspectives in Partial Least Squares and Related Methods* (pp. 31-64). New York, NY : Springer.
- Martelo-Landroguez, S., Navarro, J. G. C., & Cepeda-Carrión, G. (2019). Uncontrolled counter-knowledge: its effects on knowledge management corridors. *Knowledge Management Research & Practice*, 17(2), 203-212.
- Menisera, M. (2007). Scoring ordinal variables for constructing composite indicators. *Statistica*, 63(3), 309-324.
- Motamarri, S., Akter, S., & Yanamandram, V. (2020). Frontline employee empowerment: Scale development and validation using confirmatory composite analysis. *International Journal of Information Management*, 54, 102-177.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffma, A. & Giovannini, E. (2005). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*, OECD Statistics Working Paper.
- OECD. (2006). *Handbook on constructing composite indicators*. Retrieved on August 20, 2020, from <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>
- Rasoolimanesh, S. M., Md Noor, S., Schuberth, F., & Jaafar, M. (2019). Investigating the effects of tourist engagement on satisfaction and loyalty. *The Service Industries Journal*, 39(7-8), 559-574.
- Ringle, C. M., Sarstedt, M., & Straub, D. W. (2012). Editor's Comments: A Critical Look at the Use of PLS-SEM in "MIS Quarterly". *MIS Quarterly*, 36(1), 3-14.
- Rönkkö, M., & Evermann, J. (2013). A critical examination of common beliefs about partial least squares path modeling. *Organizational Research Methods*, 16(3), 425-448.
- Rönkkö, M., McIntosh, C. N., Antonakis, J., & Edwards, J. R. (2016). Partial least squares path modeling: Time for some serious second thoughts. *Journal of Operations Management*, 47, 9-27.
- Rueda, L., Benitez, J., & Braojos, J. (2017). From traditional education technologies to student satisfaction in Management education: A theory of the role of social media applications. *Information & Management*, 54(8), 1059-1071.
- Ruiz-Palomo D, Diéguez-Soto J, Duréndez, A. Santos, JAC. (2019). Family management and firm performance in family SMEs: The mediating roles of management control systems and technological innovation. *Sustainability*, 11(14), 1-22.
- Sarstedt, M., Hair, J. F., Ringle, C. M., Thiele, K. O., & Gudergan, S. P. (2016). Estimation issues with PLS and CB-SEM: Where the bias lies! *Journal of Business Research*, 69(10), 3998-4010.
- Schuberth, F. (2020). Confirmatory composite analysis using partial least squares: Setting the record straight. *Review of Managerial Science*, 15, 1-35.
- Schuberth, F., Rademaker, M. E., & Henseler, J. (2020). Estimating and assessing second-order constructs using PLS-PM: the case of composites of composites. *Industrial Management & Data Systems*, 120(12), 2211-2241.
- Schuberth, F., Henseler, J., & Dijkstra, T. K. (2018). Confirmatory composite analysis. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-14.
- Schumacker, R.E., & Lomax, R.G. (2016). *A beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. 4th Edition, New York, NY : Routledge.
- Van Riel, A. C., Henseler, J., Kemény, I., & Sasovova, Z. (2017). Estimating hierarchical constructs using consistent partial least squares: The case of second-order composites of common factors. *Industrial management & data systems*, 117(3), 459-477.
- Yiu, H. L., Ngai, E. W., & Lei, C. F. (2020). Impact of service-dominant orientation on the innovation performance of technology firms: Roles of knowledge sharing and relationship learning. *Decision Sciences*, 51(3), 620-654.

Zhou, P., Ang, B. W., & Poh, K. L. (2007). A mathematical programming approach to constructing composite indicators. *Ecological economics*, 62(2), 291-297.

Appendix



ภาพ A1 วิธี Improved repeat indicator approach ระดับที่ 1 ของ CCA mode A



ภาพ A2 วิธี Improved repeat indicator approach ระดับที่ 1 ของ CCA mode B