ประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML, WLSMV และ Bayesian สำหรับข้อมูลจำแนกกลุ่มแบบเรียงอันดับ ที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติ ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน: กรณีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก

ทศพล ทศพิมพ์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ประกาศคุณูปการ

แด่ ผู้มีพระคุณทุกท่าน ขอผลแห่งการทำดี คลให้ท่านพ้นทุกข์ทั้งปวง เทอญ

ทศพล ทศพิมพ์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

52920585: สาขาวิชา: วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา; วท.ม. (วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)
คำสำคัญ: การประมาณค่าพารามิเตอร์/ ML/ WLSMV/ Bayesian/ ข้อมูลจำแนกกลุ่มแบบเรียงอันดับ/ การแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติ/ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก

ทศพล ทศพิมพ์: ประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML, WLSMV และ Bayesian สำหรับข้อมูลจำแนกกลุ่มแบบเรียงอันดับ ที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน: กรณีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก (EFFICIENCY OF ML, WLSMV AND BAYESIAN PARAMETER ESTIMATION METHODS FOR NON – NORMALITY ORDERED CATEGORICAL DATA UNDER DIFFERENT CONDITIONS: CASE STUDY OF THE FIRST ORDER CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์นิพนธ์: เสกสรรค์ ทองคำบรรจง, วท.ด., สมพงษ์ ปั้นหุ่น, ค.ด. 169 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML ในกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลและกรณีที่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ กับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian เมื่อข้อมูลการวัดอยู่ในมาตรวัดจำแนกกลุ่มแบบเรียงอันดับที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติ ภายใต้เงื่อนไขของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด ได้แก่ ขนาด 80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลประชากรเทียมที่ได้มาจากงานวิจัยเชิงสำรวจ จำนวน 10,000 หน่วย โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 4 แนวทาง สำหรับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก ภายใต้เงื่อนไขของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต่างกัน 4 ขนาด รวมเป็น 16 เงื่อนไข และทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำจำนวนเงื่อนไขละ 200 ครั้ง ตัวแปรตามที่ทำการศึกษา ได้แก่ 1) ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ 2) ค่าความเอนเอียงของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3) ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงและค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ของโมเดลการวัด และ 4) ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล

ผลการวิจัย พบว่า

1. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian และ WLSMV จะให้ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกัน โดยค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ของทั้งสองวิธี มีค่าอยู่ในระดับปานกลางเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 และ 160 และเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 370 ขึ้นไป ค่าความเอนเอียงจะลดลงอยู่ในระดับต่ำ ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้นเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พารามิเตอร์แบบ Bayesian จะมีช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง วิธีการ WLSMV จะมีช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์เมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 160 ขึ้นไป ส่วนวิธีการ ML ทั้งในกรณีที่มีและไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ จะให้ค่าความเอนเอียงอยู่ในระดับสูง และค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าประมาณพารามิเตอร์ไม่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง

2. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian และ WLSMV จะให้ค่าความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ใกล้เคียงกัน โดยค่าความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของทั้งสองวิธีมีค่าสูงเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 และมีค่าอยู่ในระดับปานกลางเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 และจะมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 370 ขึ้นไป ส่วนวิธีการ ML ทั้งในกรณีที่มีและไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ จะให้ค่าความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ในระดับสูงเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 และ 160 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 และมีค่าลดลงอยู่ในระดับต่ำเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623

3. ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (ρ_c) และค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ (ρ_v) ของโมเดลการวัด ที่ได้จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian มีค่าไม่แตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง ในขณะที่วิธีการ WLSMV จะให้ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงและค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ของโมเดลการวัดสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 และมีค่าไม่แตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ เมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 160 ขึ้นไป ส่วนวิธีการ ML ทั้งในกรณีที่มีและไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงและค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ของโมเดลการวัดต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง

4. เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของโมเดล โดยใช้ดัชนี CFI, TLI และ Posterior Predictive p – value พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างในทุกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่วิธีการ ML ทั้งในกรณีที่มีและไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติจะมีโอกาสผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องน้อยกว่าวิธีการ WLSMV และวิธีการ Bayesian และในภาพรวมแล้ว วิธีการ WLSMV จะให้ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ดีที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง ในขณะที่วิธีการ Bayesian ให้ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ดีที่สุดเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดตั้งแต่ 370 ขึ้นไป

52920585: MAJOR: EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS;
MS.C. (EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS)
KEYWORD: PARAMETER ESTIMATION METHODS/ ML/ WLSMV/ BAYESIAN/
ORDERED CATEGORICAL DATA/ NON – NORMALITY DISTRIBUTION/
TOSSAPONE TOSSAPIM: EFFICIENCY OF ML, WLSMV AND BAYESIAN
PARAMETER ESTIMATION METHODS FOR NON – NORMALITY ORDERED
CATEGORICAL DATA UNDER DIFFERENT CONDITIONS: CASE STUDY OF
THE FIRST ORDER CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS. THESIS ADVISORS:
SAKESAN TONGKHAMBANCHONG, Ph. D., SOMPONG PUNHUN, Ph. D. 169 P. 2013.

The objective of this research was to examine and compare the efficiency of ML (in case of transformed and non transformed data to normal distribution) via WLSMV and Bayesian parameter estimation methods for non – normality ordered categorical data under 4 different sample sizes (80, 160, 370 and 623). This research used 10,000 pseudo populations from the survey research. This research focuses on the first order confirmatory factor analysis model and the comparisons were done involving 16 conditions (4 parameter estimation methods and 4 sample sizes). Each condition was replicated 200 times. The dependent variables evaluated consisted of: 1) the bias of parameter estimates; 2) the bias of standard errors; 3) construct reliability (ρ_c) and average variance extracted (ρ_v); and 4) Model fit indices to determine percent of model fit.

The research findings revealed that:

1. Bayesian and WLSMV estimation resulted in equally bias of parameter estimates. Both estimation methods were found to be moderate biased parameter estimates for sample size 80 and 160, with this bias becoming decreased to trivial biased when sample size increased to at least 370. The parameter estimates becoming closer to true parameters when sample size increased. The 95% confidence interval of parameter estimates of Bayesian estimation covered true parameters for all sample sizes and the 95% confidence interval of parameter estimates of WLSMV estimation covered true parameters when sample size increased to at least 160. ML estimations (both transformed and non transformed data to normal distribution) were found to be substantial biased parameter estimates. The parameter estimates were underestimated with .001 statistical significant levels and the 95% confidence interval of parameter estimates uncovered true parameters across all sample sizes.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. Bayesian and WLSMV estimation resulted in equally bias of standard errors. Both estimation methods were found to be substantial biased standard errors for sample size 80, with this bias becoming moderate biased for sample size 160 and decreased to trivial biased when sample size increased to at least 370. ML estimations (both transformed and non transformed data to normal distribution) were found to be substantial standard errors for sample size 80 and 160, with this bias becoming moderate biased for sample size 370 and decreased to trivial biased when sample size 623.

3. Construct reliability (ρ_c) and average variance extracted (ρ_v) of the Bayesian estimation were not different from true parameters for all sample sizes. WLSMV estimation were found to be overestimated with .001 statistical significant level when sample sizes 80 and both values were not different from true parameters when sample size increased to at least 160. ML estimations (both transformed and non transformed data to normal distribution) were found to be underestimated with .001 statistical significant levels for all sample sizes.

4. Fit indices evaluated in this study were the CFI, TLI and posterior predictive p -- value to determine percent of model fit. The percentages of model fit were found to increase with the sample size increased for all parameter estimations. The percentages of model fit from ML estimations (both transformed and non transformed data to normal distribution) were less accurate than WLSMV and Bayesian estimation. The percentage of model fit from WLSMV estimation ended up being more acceptable than the other estimations for all sample sizes. The percentage of model fit from Bayesian estimation was accurate when the sample size increased to at least 370.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ

สารบัญ..... ซ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ.....

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามของการวิจัย..... 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

ขอบเขตของการวิจัย..... 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 6

สมมติฐานของการวิจัย..... 10

ข้อตกลงเบื้องต้นของงานวิจัย..... 11

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 11

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 11

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14

โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling)..... 15

โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis Model)..... 25

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation Method) ที่ใช้ในการวิจัย..... 33

ประสิทธิภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ (The Efficiency of Parameter Estimates)..... 48

การประเมินความสอดคล้องของโมเดล (Assessment of Model Fit)..... 50

ผลกระทบจากการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างและโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน..... 63

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 68

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	80
	ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	80
	การกำหนดโมเดลในการวิเคราะห์	82
	ขั้นตอนการวิจัย	86
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	88
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
	สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์และแปลผล	91
	การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	144
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	144
	สมมติฐานของการวิจัย	144
	วิธีดำเนินการวิจัย	145
	สรุปผลการวิจัย	146
	อภิปรายผลการวิจัย	157
	ข้อเสนอแนะ	163
บรรณานุกรม		165
ประวัติย่อของผู้วิจัย		169

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2 – 1	สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง	18
2 – 2	ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุดในการวิเคราะห์โมเดล SEM	29
2 – 3	ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบสำหรับตัวแปรแบบต่อเนื่องและตัวแปรจำแนกกลุ่ม ตามสูตรของ Cochran	32
2 – 4	เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแบบ WLS, WLSM และ WLSMV	37
2 – 5	ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติและข้อมูลที่มีลักษณะจำแนกกลุ่มแบบเรียงอันดับ	39
2 – 6	เกณฑ์ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล	62
3 – 1	ค่าเฉลี่ย ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละตัวแปร การทดสอบการแจกแจงปกติพหุของข้อมูลประชากร (N = 10,000)	81
3 – 2	การระบุจำนวนองค์ประกอบจากวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ	82
3 – 3	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่า Square Multiple Correlation และความคลาดเคลื่อนจากการวัด ในรูปคะแนนมาตรฐาน ของโมเดลพารามิเตอร์ (N = 10,000)	84
4 – 1	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML	93
4 – 2	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML_R	94
4 – 3	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV	95
4 – 4	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian	96

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4 – 4	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian	96
4 – 5	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสถิติทดสอบที (t) และค่าความน่าจะเป็น (p) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 80 (Sample Size = 80)	97
4 – 6	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสถิติทดสอบที (t) และค่าความน่าจะเป็น (p) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 160 (Sample Size = 160)	99
4 – 7	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสถิติทดสอบที (t) และค่าความน่าจะเป็น (p) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 370 (Sample Size = 370)	100
4 – 8	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสถิติทดสอบที (t) และค่าความน่าจะเป็น (p) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 623 (Sample Size = 623)	102
4 – 9	ร้อยละของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML (n = 200 Replications)	109
4 – 10	ร้อยละของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML_{tr} (n = 200 Replications)	110

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4 – 11	ร้อยละของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV (n = 200 Replications)	111
4 – 12	ร้อยละของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian (n = 200 Replications)	112
4 – 13	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML (n = 200 Replications)	120
4 – 14	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML_{tr} (n = 200 Replications)	121
4 – 15	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV (n = 200 Replications)	122
4 – 16	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian (n = 200 Replications)	123
4 – 17	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability: ρ_C) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข	131
4 – 18	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability: ρ_C) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข	132

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4 – 19	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted: ρ_V) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข.....	134
4 – 20	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted: ρ_V) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข.....	135
4 – 21	ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) ในแต่ละเงื่อนไข (*n* = 200 Replications).....	137

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
1 – 1	การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA ที่ใช้เป็นโมเดลการวิจัย	7
1 – 2	กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 – 1	โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง	17
2 – 2	โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA Model)	26
2 – 3	เหตุการณ์ที่สนใจจากเหตุการณ์ที่เป็นเงื่อนไข	41
2 – 4	การอ้างอิงทางสถิติแบบ Bayesian	47
3 – 1	โมเดลพารามิเตอร์ 1 ค่าพารามิเตอร์จากการคำนวณด้วยวิธี WLSMV	85
3 – 2	โมเดลพารามิเตอร์ 2 ค่าพารามิเตอร์จากการคำนวณด้วยวิธี Bayesian	86
4 – 1	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A1}	103
4 – 2	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A2}	104
4 – 3	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A3}	104
4 – 4	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A4}	105
4 – 5	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{B1}	105
4 – 6	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{B2}	106
4 – 7	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{B3}	106
4 – 8	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{B4}	107
4 – 9	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Φ	107
4 – 10	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A1}	115
4 – 11	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A2}	115
4 – 12	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A3}	116
4 – 13	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A4}	116
4 – 14	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{B1}	117
4 – 15	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{B2}	117

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4 – 16	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{B3}	118
4 – 17	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{B4}	118
4 – 18	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ Φ	119
4 – 19	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{A1}	126
4 – 20	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{A2}	126
4 – 21	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{A3}	127
4 – 22	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{A4}	127
4 – 23	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{B1}	128
4 – 24	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{B2}	128
4 – 25	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{B3}	129
4 – 26	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Λ_{B4}	129
4 – 27	ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ Φ	130
4 – 28	ค่าความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝง (ρ_C) ของโมเดลการวัดในเงื่อนไขที่แตกต่างกัน	133
4 – 29	ค่าความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (ρ_V) ของโมเดลการวัด ในเงื่อนไขที่ต่างกัน	136
4 – 30	ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี CFI และ Posterior Predictive p – value	138
4 – 31	ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี TLI และ Posterior Predictive p – value	141

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University