บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบวิธีการหาตัวแบบที่เหมาะสมของการถดถอยพหุนาม โดยทั่วไปตัวแบบที่ไม่เป็นไปตามหลักตัวแบบหลักเกณฑ์คือาจทำให้ค่าพยากรณ์เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการแปลงค่าตัวแปรอิสระ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบตัวแบบที่เป็นไปตามตัวแบบหลักเกณฑ์ดีกับตัวแบบที่ได้จากวิธีต่าง ๆ ว่าจะมีประสิทธิภาพดีเพียงพอหรือไม่ การวิจัยจะศึกษาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นดังนี้

1. การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 5 10 20 และ 25
2. ขนาดตัวอย่างที่ศึกษาเป็น 35 50 75 และ 100
3. จำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้เป็น 2
4. ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และ 0.10
5. กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการสร้างข้อมูลตัวแปรตามเป็น 2 3 4 5 และ6
6. กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการเริ่มต้นหาตัวแบบที่เหมาะสมเป็น 2 3 4 5 และ 6

การสรุปผลว่าตัวแบบจากวิธีใดเป็นตัวแบบที่ดีที่สุดจะพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ตัวแบบใดที่มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดจะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด ผลการวิจัยมีข้อสรุปดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธี

1. <u>กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการสร้างข้อมูลตัวแปรตาม (MU) และ กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการเริ่มต้นหาตัวแบบที่เหมาะสม (ME)</u> ในกรณีที่ MU – ME < 0 วิธี OLS BE และ SW จะได้ค่า MSE เพิ่มขึ้นเมื่อ MU – ME เพิ่มขึ้น แต่เมื่อ MU – ME = 0 (MU=ME) อัตราการเพิ่มจะมากขึ้นเมื่อ MU – ME เพิ่มขึ้น นั่นคือ ถ้าใช้ตัวแบบด้วยกำลังที่มากกว่าที่ควรจะเป็น (overfitted) อัตราการเพิ่มขึ้นของค่า MSE จะน้อยกว่าการใช้ตัวแบบด้วยกำลังที่น้อยกว่าที่ควรจะเป็น (underfitted) ในกรณีที่ MU – ME < 0 ค่า MSE ของวิธี WF จะให้ค่าคงเส้นคงวา แต่เมื่อ MU – ME = 0 แล้วค่า MSE จะเพิ่มขึ้นเมื่อ MU – ME เพิ่มขึ้น นั่นคือ ถ้าใช้

ตัวแบบด้วยกำลังที่มากกว่าที่ควรจะเป็น (overfitted) ค่า MSE จะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าใช้ตัวแบบด้วยกำลังที่น้อยกว่าที่ควรจะเป็น (underfitted) ค่า MSE จะเพิ่มขึ้น

ค่า MSE และ RDAMSE ในกรณีที่ MU=ME ของวิธี OLS BE และ SW มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเมื่อ MU(=ME) มีค่าน้อยจนกระทั่ง MU=ME=4 หลังจากนั้นอัตราเพิ่มจะมากขึ้นมาก ในกรณีที่ MU=ME ค่า MSE ของวิธี WF ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเท่าไรนัก ยกเว้นกรณี n=35 เมื่อ MU=ME=6 ค่า MSE และ RDAMSE โดยทั่วไปจะมีค่ามากซึ่งเกิดจากระดับขั้นความเสรีมีค่าน้อย

2. <u>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)</u> ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ของทุกวิธีจะมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่ามากขึ้น เพราะค่า MSE เป็นตัวประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2)

3. <u>ขนาดตัวอย่าง (n)</u> การเพิ่มขนาดตัวอย่างทำให้ค่า MSE ของแต่ละวิธีมีแนวโน้มแบบต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละวิธีจะพิจารณาเป็น 2 กรณี

ก) กรณีที่ ME $\geq$ MU

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นจาก 35 เป็น 50 ค่า MSE ของ วิธี OLS BE และ SW จะลดลงเล็กน้อย หลังจากนั้นแล้วค่า MSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่า MSE ของ WF มีแนวโน้มลดลงจนถึงประมาณที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 หลังจากนั้นค่า MSE จะแกว่งขึ้นลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ข) กรณี ME < MU จะให้ผลสรุปใน 2 ลักษณะคือ

i) เมื่อ ME น้อยกว่า MU เท่ากับ 1 หรือ 3 (ใช้ตัวแบบที่มีกำลังสูงสุดน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเท่ากับ 1 หรือ 3) ค่า MSE ของ วิธี OLS BE SW และ WF จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มจาก 35 เป็น 50 เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่า MSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยทั่วไป

ii) เมื่อ ME น้อยกว่า MU เท่ากับ 2 หรือ 4 (ใช้ตัวแบบที่มีกำลังสูงสุดน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเท่ากับ 2 หรือ 4) เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่า MSE ของ วิธี OLS BE SW และ WF มีแนวโน้มลดลงโดยทั่วไป

4. <u>ระดับนัยสำคัญ (α)</u> ระดับนัยสำคัญมีผลต่อค่า MSE ของ วิธี BE และ SW เท่านั้น ค่า MSE จะลดลงเมื่อระดับนัยสำคัญมากขึ้น ส่วนวิธี OLS และ WF ไม่ได้นำระดับนัยสำคัญมาพิจารณาการคัดเลือกตัวแปร ดังนั้นจึงไม่ทำให้ค่า MSE เปลี่ยนแปลง

การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธี

โดยทั่วไปวิธี WF จะดีกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อ MU มีค่าใกล้เคียงกับ ME แต่ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่ามาก วิธี WF ไม่ค่อยให้ผลดีเมื่อ MU น้อย ๆ และหากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่ามากเท่าไร MU ต้องมากจึงจะทำให้วิธี WF ดีกว่าวิธีอื่น ๆ และเมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มจาก 0.05 เป็น 0.10 วิธี BE มีแนวโน้มที่จะดีกว่าวิธี WF แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มขนาดตัวอย่างจะมีผลทำให้วิธี WF มีแนวโน้มที่จะดีกว่าวิธีอื่น (โดยเฉพาะ BE เนื่องจาก BE มักเป็นวิธีที่ดีที่สุดในกรณีที่ WF ไม่ให้ผลดี หรือเป็นวิธีที่ดีรองลงมาเมื่อ WF ดีที่สุด) ถึงแม้ในบางกรณีที่ขนาดตัวอย่างเพิ่ม วิธี WF อาจไม่เป็นวิธีที่ดีที่สุด แต่สังเกตว่าค่า RDAMSE ของ WF จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขนาดตัวอย่างจะสามารถแก้ปัญหาจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งมีผลกระทบไม่ดีกับวิธี WFเปลี่ยนแปลงเป็นดีได้

ข้อเสนอแนะ

1. วิธี WF เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุนามในกรณีที่จุดกำเนิดของตัวแปรอิสระจะเป็นเช่นไรก็ได้ เช่น ตัวแปรปี พ.ศ. แต่หากตัวแปรอิสระนั้นเป็นค่าที่มีความหมายในตัวเอง[1] เช่นค่าทางฟิสิกส์ เคมี วิธี WF ก็ไม่จำเป็นเท่าไรนัก เนื่องจากวิธี WF เป็นวิธีที่ทำให้เกิดตัวแปรในสมการมากมายจะเกิดความยุ่งยากในการคำนวณ

2. ในกรณีที่ค่าของตัวแปรอิสระเป็นค่าที่มีความหมายในตัวเอง วิธีที่เหมาะสมในการสร้างตัวแบบสำหรับตัวแบบการถดถอยพหุนามนั้น ได้แก่ วิธีการสร้างตัวแบบด้วยวิธีกำจัดตัวแปรย้อนหลัง นาธาน แมนเทล (Nathan Mantel,1970) ได้สนับสนุนการใช้กระบวนการย้อนหลังในการคัดเลือกตัวแปรกรณีที่ตัวแปรพยากรณ์ในตัวแบบมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน ซึ่งขยายผลมาถึงการถดถอยพหุนาม

3. การประยุกต์หลักของตัวแบบหลักเกณฑ์ดีเข้ากับวิธีการคัดเลือกตัวแปรต่าง ๆ สามารถทำได้ โดยก่อนที่จะมีการคัดเลือกตัวแปรเข้าหรือออก ตัวแปรที่จะมีสิทธิ์รับการคัดเลือกเข้าหรือออกนั้นจะต้องยังคงทำให้ตัวแบบเป็นตัวแบบหลักเกณฑ์ดี เช่น ในขั้นตอนของการเลือกตัวแปรออก ตัวแปรที่จะออกจากสมการได้จะต้องเป็นตัวแปรที่ไม่ต่ำกว่าโดยระดับชั้นกับตัวแปรใด ๆ ในสมการ ซึ่งก็คือเป็นตัวแปรที่ใหญ่สุดเฉพาะกลุ่ม หรือตัวแปรที่มากสุดโดยระดับชั้น ส่วนในขั้นตอนของการเลือกตัวแปรเข้า ตัวแปรที่จะเข้าสู่สมการได้นั้นจะต้องเป็นตัวแปรซึ่งตัวแปรต่ำ

---

[1] หรือค่าที่วัดเป็นสเกลอัตราส่วน (ratio scale) เป็นค่าทางฟิสิกส์ ซึ่งคุณสมบัติของสเกลนี้คือจุดศูนย์แท้

กว่าโดยระดับชั้นทุกตัวของมันอยู่ในสมการเรียบร้อยแล้ว ส่วนกระบวนการอื่น ๆ ก็ทำตามปกติของวิธีการคัดเลือกตัวแปรแต่ละวิธี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 แสดงวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด ณ สถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจำแนกตาม MU,ME,σ และ n

MU	ME	σ	n			
			35	50	75	100
2	2	5	WF	BE	WF	WF
		10	BE	BE	BE	WF
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	3	5	BE	BE	OLS	BE
		10	BE	BE	BE	BE
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	4	5	BE	BE	BE	BE
		10	BE	BE	BE	BE
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	5	5	BE	BE	BE	BE
		10	BE	BE	BE	BE
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	6	5	BE	BE	BE	BE
		10	BE	BE	BE	BE
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1(ต่อ) แสดงวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด ณ สถานการณ์ต่าง ๆซึ่งจำแนกตาม MU,ME,σ และ n

MU	ME	σ	n			
			35	50	75	100
3	2	5	BE	BE	WF	WF
		10	WF	BE	WF	WF
		20	BE	WF	WF	WF
		25	BE	BE	BE	WF
	3	5	WF	WF	WF	WF
		10	BE	BE	WF	WF
		20	BE	BE	BE	WF
		25	BE	BE	BE	BE
	4	5	WF	WF	WF	WF
		10	BE	BE	WF	WF
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	5	5	BE	BE	WF	WF
		10	BE	BE	BE	WF
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	6	5	BE	BE	WF	WF
		10	BE	BE	BE	WF
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE

ตารางที่ 5.1(ต่อ) แสดงวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด ณ สถานการณ์ต่าง ๆซึ่งจำแนกตาม MU,ME,σ และ n

MU	ME	σ	n			
			35	50	75	100
4	2	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	WF	WF	WF	WF
		25	WF	WF	WF	WF
	3	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	BB	BB	WF	WF
		25	BB	BB	WF	WF
	4	5	WF	WF	WF	WF
		10	BB	BB	WF	WF
		20	BB	BB	BB	WF
		25	BB	BB	BB	WF
	5	5	WF	WF	WF	WF
		10	BB	BB	WF	WF
		20	BB	BB	BB	WF
		25	BB	BB	BB	WF
	6	5	BB	BB	WF	WF
		10	BB	BB	BB	WF
		20	BB	BB	BB	WF
		25	BB	BB	BB	BB

ตารางที่ 5.1(ต่อ) แสดงวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด ณ สถานการณ์ต่าง ๆซึ่งจำแนกตาม MU,ME,σ และ n

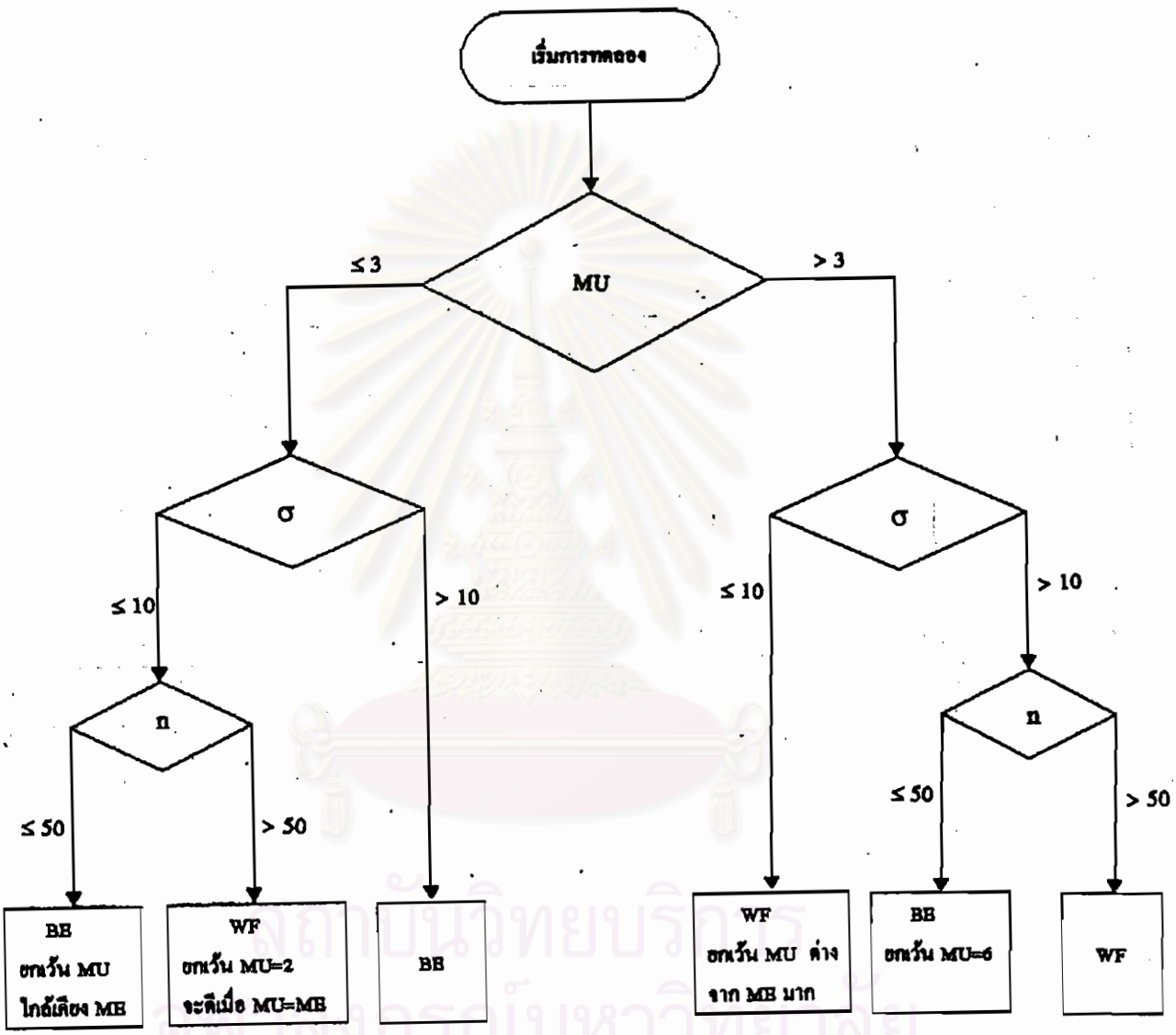
MU	ME	σ	n			
			35	50	75	100
5	2	5	BE	BE	WF	WF
		10	BE	BE	WF	WF
		20	BE	BE	WF	WF
		25	BE	BE	WF	WF
	3	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	WF	WF	WF	WF
		25	WF	WF	WF	WF
	4	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	WF	WF	WF	WF
		25	WF	WF	WF	WF
	5	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	BE	WF	WF	WF
		25	BE	BE	WF	WF
	6	5	OLS .	WF	WF	WF
		10	BE	WF	WF	WF
		20	BE	BE	WF	WF
		25	BE	BE	WF	WF

ตารางที่ 5.1(ต่อ) แสดงวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด ณ สถานการณ์ต่าง ๆซึ่งจำแนกตาม MU,ME,σ และ n

MU	ME	σ	n			
			35	50	75	100
6	2	5	BE	BE	BE	BE
		10	BE	BE	BE	BE
		20	BE	BE	BE	BE
		25	BE	BE	BE	BE
	3	5	WF	BE	WF	WF
		10	WF	BE	WF	WF
		20	WF	WF	WF	WF
		25	WF	WF	WF	WF
	4	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	WF	WF	WF	WF
		25	WF	WF	WF	WF
	5	5	WF	WF	WF	WF
		10	WF	WF	WF	WF
		20	WF	WF	WF	WF
		25	WF	WF	WF	WF
	6	5	OLS	WF	WF	WF
		10	BE	WF	WF	WF
		20	BE	WF	WF	WF
		25	BE	WF	WF	WF

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังแสดงผลสรุปการเลือกวิธีการสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุนาม กรณีที่มี 2 ตัวแปรอิสระซึ่งเกิดอันตรกิริยา



หมายเหตุ

1. MU หมายถึง กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามที่เหมาะสม

2. ME หมายถึง กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามในตัวแบบเริ่มต้น

การสรุปการเลือกวิธีการสร้างตัวแบบดังกล่าวนี้ใช้เป็นแนวทางเมื่อข้อมูลตัวแปรอิสระเป็นค่าที่มีความหมายในตัวเอง (เป็นการวัดแบบสเกลอัตราส่วน) แต่ถ้าข้อมูลตัวแปรอิสระเป็นค่าที่ไม่มีความหมายในตัวเองหรือจุดกำเนิดจะเป็นค่าอะไรก็ได้ควรใช้วิธีตัวแบบหลักเกณฑ์ดี