

การพยากรณ์ทางธุรกิจ

Business Forecasting

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิตนนท์ จารุโรจน์กิริติ

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพยากรณ์ทางธุรกิจ

Business Forecasting

สงวนลิขสิทธิ์ รongศาสตราจารย์ ดร.จิตนนท์ จารุโรจน์กิริติ

ห้ามการลอกเลียนไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาต

เรียบเรียงโดย รongศาสตราจารย์ ดร.จิตนนท์ จารุโรจน์กิริติ

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloguing in Publication Data

จิตนนท์ จารุโรจน์กิริติ.

การพยากรณ์ทางธุรกิจ = Business Forecasting.-- กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2559. โทร 093-6565-194

395 หน้า.

1. พยากรณ์ธุรกิจ. I. ชื่อเรื่อง.

658.40355

ISBN 978-616-368-040-2

ราคา 280 บาท หรือ \$9

พิมพ์ที่

-

ได้รับการรับรองคุณภาพจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

หนังสือการพยากรณ์ทางธุรกิจเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ คือการวิเคราะห์การถดถอย เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล เทคนิคการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบ การวิเคราะห์การถดถอยอนุกรมเวลา อนุกรมเวลา Box-Jenkins

หนังสือเล่มนี้ ให้ผู้ศึกษาสามารถเข้าใจถึงกระบวนการของเทคนิคการพยากรณ์แต่ละแบบ ก่อนข้างละเอียด ซึ่งทำให้ผู้ศึกษานำเทคนิคที่ศึกษามาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีใช้ทั่วไป เช่น Ms. Excel MINITAB ให้สามารถแก้ปัญหานี้ได้ ซึ่งช่วยประหยัดเงินตราที่จะจัดหาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการพยากรณ์อันมีราคาแพง

หนังสือการพยากรณ์ทางธุรกิจได้นำเสนอการคำนวณค่าพยากรณ์แบบช่วงซึ่งผู้เขียนเน้นในเรื่องนี้เพราะหนังสือส่วนมากจะนำเสนอแต่ค่าพยากรณ์แบบจุดซึ่งเป็นการประมาณค่าที่มีความคลาดเคลื่อนมาก หนังสือนี้ได้รับการสนับสนุนการพิมพ์โดยโครงการตำราของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและได้รับทุนผลิตตำราจากคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีงบประมาณ 2559

ผู้เขียนและเรียบเรียงขออ้อมรับหากหนังสือเล่มนี้จะมีการพิมพ์ที่ผิดพลาดบ้าง หากผู้อ่านสามารถจุดประกายการพยากรณ์สำหรับค่าหรือข้อมูลหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจตามงานหรือหน้าที่ของผู้ใช้หนังสือนี้ ผู้เขียนขออุทิศความดีให้แก่พ่อ แม่ ครู อาจารย์ทุกท่านของผู้เขียน และขอบใจและลูกศิษย์ทุกคนที่มีส่วนกระตุ้นการเขียนหนังสือนี้ขึ้นมา

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ และคุณครู ที่ทำให้ผู้เขียนสามารถมีสติปัญญาที่เขียนหนังสือเล่มนี้และขอบใจกำลังใจจากครอบครัวที่ช่วยให้มีพลังในการแต่งหนังสือเล่มนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิตนันท์ จารุโรจน์กীরติ

เมษายน 2565

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1–19
1. บทบาทของการพยากรณ์	1
2. ตัวอย่างงานที่สามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์	1
3. การจำแนกวิธีการพยากรณ์	3
4. โครงสร้างของระบบการพยากรณ์	12
5. การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ	14
6. การควบคุมตัวแบบพยากรณ์	18
7. ปัญหาบางประการของงานพยากรณ์เชิงปริมาณ	19
บทที่ 2 การวิเคราะห์การถดถอย	20–126
1. ความหมายและตัวแบบการถดถอย	21
2. ลักษณะตัวแบบการถดถอยที่พบทั่วไป	24
3. ตัวแบบเชิงเส้นและตัวแบบไม่ใช่เชิงเส้น	25
4. วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบสามัญ	26
5. วิธีการสภาวะสูงสุด	29
6. คุณสมบัติตัวประมาณกำลังสองน้อยที่สุด	44
7. การทดสอบสมมติฐานและการสร้างช่วงเชื่อมั่นของ β_i แต่ละตัว	51
8. การขาดความพอดีและความคลาดเคลื่อนที่แท้จริง	53
9. การทดสอบสมมติฐานทั่วไปและผลรวมกำลังสองเพิ่มเติม	58
10. ค่าคาดหวังของ Y เมื่อมีค่าตัวแปรอิสระใหม่ X_k	65
11. การพยากรณ์ของ Y เมื่อมีค่าตัวแปรอิสระใหม่ X_k	66
12. เทคนิคการคัดเลือกตัวแบบ	77
13. ปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน	89
14. การใช้ตัวแปรตรรกะกับตัวแบบการถดถอย	97
15. ตัวแบบการถดถอยแบบพหุนาม	105
16. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ	108
แบบฝึกหัด	123

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	127–153
1. ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายสำหรับกระบวนการคงที่	128
2. เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งเดียว	129
3. เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กึ่งกลาง	139
4. เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง	142
แบบฝึกหัด	151
บทที่ 4 เทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล	155–224
1. เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว	155
2. เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสองครั้ง	171
3. เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสองครั้งที่มีสองพารามิเตอร์	188
4. เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสามครั้ง	197
5. การพยากรณ์อนุกรมเวลามีฤดูกาล Winter แบบคูณ	208
6. การพยากรณ์อนุกรมเวลามีฤดูกาล Winter แบบบวก	218
แบบฝึกหัด	221
บทที่ 5 เทคนิคการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบ	225–270
1. ตัวแบบการแยกองค์ประกอบแบบคูณ	227
2. ตัวแบบการแยกองค์ประกอบแบบบวก	247
แบบฝึกหัด	267
บทที่ 6 การวิเคราะห์การถดถอยอนุกรมเวลา	271–311
1. ตัวแบบการถดถอยแบบไม่มีแนวโน้ม	271
2. ตัวแบบการถดถอยแบบมีแนวโน้ม	274
3. ตัวแบบแนวโน้มกำลังสอง	278
4. ตัวแบบถดถอยโพลีโนเมียล	280
5. ตัวแบบการถดถอยที่มีแนวโน้มชี้กำลัง	281
6. ตัวแบบการถดถอยชี้กำลังปรับแก้ไข	286
7. ตัวแบบการถดถอยที่มีแนวโน้ม Gompertz	291

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
8. ตัวแบบแนวนอน Logistic	295
9. การวิเคราะห์การถดถอยอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล	300
แบบฝึกหัด	309
บทที่ 7 อนุกรมเวลา Box-Jenkins	313–388
1. ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ Box-Jenkins	314
2. ฟังก์ชันอัตตสหสัมพันธ์	315
3. ฟังก์ชันอัตตสหสัมพันธ์บางส่วน	318
4. ตัวแบบทั่วไปของอนุกรมเวลา Box-Jenkins	319
5. การวินิจฉัยตัวแบบ	321
6. ตัวแบบกระบวนการถดถอยตัวเอง	322
7. ตัวแบบกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	344
8. ตัวแบบกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถดถอยตัวเอง	364
9. กระบวนการไม่สมดุลทางสถิติ	370
10. การแก้ปัญหาค่าข้อมูลที่ไม่อยู่ในสภาวะสมดุลทางสถิติ	371
11. การเขียนตัวแบบ ARIMA (p,d,q)	374
12. ตัวแบบ Box-Jenkins แบบมีฤดูกาล	374
13. ฟังก์ชันอัตตสหสัมพันธ์ของตัวแบบฤดูกาล	377
14. ฟังก์ชันอัตตสหสัมพันธ์บางส่วนของตัวแบบฤดูกาล	379
แบบฝึกหัด	385
ภาคผนวก	389
บรรณานุกรม	395

บทที่ 1

บทนำ

1. บทบาทของการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) คืออะไร

การพยากรณ์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณหรือการทำนายเหตุการณ์หรือค่าบางอย่างที่จะเกิดในอนาคต ซึ่งโดยปกติค่าหรือการทำนายเหตุการณ์เหล่านั้นมักเป็นผลของการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่จากอดีตที่ผ่านมาทั้งสิ้น การพยากรณ์เป็นกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญมากในการวางแผนและการตัดสินใจ ทั้งนี้เพราะการวางแผนและการตัดสินใจต่างเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในอนาคต ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นซึ่งโดยทั่วไปเหตุการณ์เหล่านี้เป็นเหตุการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ เพราะฉะนั้นหากสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ก่อนการวางแผนหรือก่อนการตัดสินใจแล้ว ก็จะเป็นการวางแผนหรือการตัดสินใจที่ดีกว่า ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ระบบการบริหารในด้านการวางแผนและควบคุมจะรวมงานด้านพยากรณ์เข้าไว้ด้วย ก็เป็นได้ด้วยซึ่งงานด้านการพยากรณ์อาจจะอยู่ในลักษณะที่เป็นหน่วยงานหน่วยหนึ่งหรืออาจจะแฝงอยู่ในหน่วยงาน

2. ตัวอย่างงานที่สามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

1. การจัดการสินค้าคงเหลือ (Inventory Management) พยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงระยะเวลาที่ต้องการทราบ เพื่อจะได้สั่งซื้อสินค้าเข้าสต็อกด้วยจำนวนที่เหมาะสม เพราะการคำนวณหาจำนวนสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสมต้องเกี่ยวข้องกับความต้องการ

เช่น
$$Q^* = \sqrt{\frac{2DK}{h}}$$

เมื่อ	Q^*	เป็นปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม
	D	เป็นอุปสงค์หรือความต้องการสินค้า
	K	เป็นค่าใช้จ่ายเริ่มต้นที่ไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณสินค้า
	h	เป็นค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

2. การวางแผนการผลิต (Production Planning) พยากรณ์ยอดขายสินค้าแต่ละชนิดในช่วงเวลาข้างหน้า เพื่อวางแผนการผลิตและการจัดทำตารางการผลิตของทั้งระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

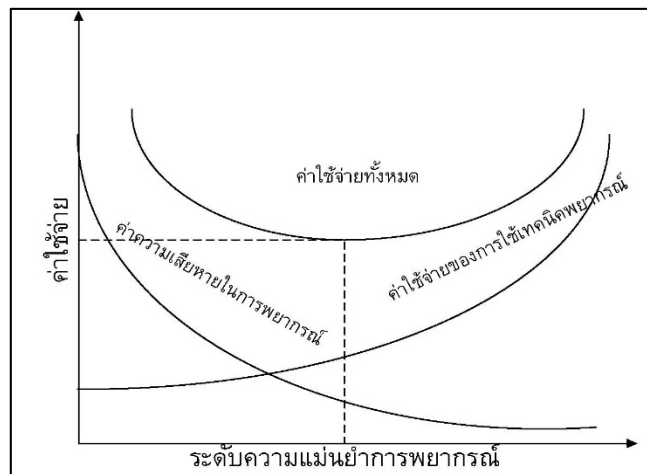
3. การวางแผนด้านการเงิน (Financial Planning) เรื่องอัตราดอกเบี้ยซึ่งสามารถคาดการณ์รายได้หรือพยากรณ์รายได้ประชาชาติและต่อเนื่องกับการวางแผนด้านการเงิน เจ้าหน้าที่ด้านการเงินต้องพยากรณ์ถึงรายรับ/รายจ่าย เพื่อการทำ Cash Flow ขององค์กรและ/หรือเพื่อการจัดทำแผนงานโครงการงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

4. การจัดกำลังคน (Staff Scheduling) การพยากรณ์จำนวนคนสำหรับงานหรือโครงการใหม่ การจัดการเกี่ยวกับการอบรมการเตรียมตัวกับงานใหม่หรือสอนงานกับบุคลากรใหม่ การพัฒนาบุคลากร เป็นเรื่องที่เจ้าหน้าที่บุคคลต้องจัดทำแผนการต่าง หรือเจ้าหน้าที่บุคคลต้องทำการพยากรณ์ อุปทานของแรงงานที่แตกต่างกันในแต่ละหน้าที่ที่ต้องการใช้ จำนวนแรงงานที่รับแล้วไม่มาทำงานรวมทั้งอัตราการลาออกของแรงงานโดยหลักแล้วการวางแผนกำลังคนก็เพื่อการจัดเตรียมกำลังคนและอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับจำนวนชนิดและปริมาณงาน

5. ปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์การพยากรณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติการคาดการณ์ภาวะความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ พยากรณ์ภาวะเงินเฟ้อ ฯลฯ พยากรณ์ผลกระทบต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น ถ้าหากรัฐบาลกำหนดนโยบายทางภาษี หรือนโยบายประกันราคาสินค้า หรือนโยบายจํานาสินค้า เป็นต้น

นอกจากตัวอย่างข้างต้นแล้วยังมีกรณีอื่นๆ อีกมากที่สามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จากตัวอย่างที่กล่าวและกรณีอื่นๆ ที่เราพอจะนึกได้ว่าจะใช้เทคนิคพยากรณ์ได้พบว่า การพยากรณ์เป็นการทำนายหรือคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต แต่เนื่องจากเหตุการณ์ในอนาคตเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน ฉะนั้นการพยากรณ์โดยทั่วไปย่อมจะมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการพยากรณ์ จึงได้แก่การลดความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงซึ่งจะลดลงได้มากน้อยเพียงใดนั้น โดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับระบบหรือวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้ ถ้าหากเพิ่มทรัพยากรให้แก่งานพยากรณ์มากขึ้น เราควรที่จะสามารถลดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ลงได้ ซึ่ง

นั่นคือสามารถลดความเสี่ยงหรือความสูญเสียจากการตัดสินใจได้ แนวความคิดนี้แสดงให้เห็นเป็นกราฟได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระดับความแม่นยำการพยากรณ์และค่าใช้จ่าย

จากรูปที่ 1 พบว่า เมื่อให้ความพยายามหรือทรัพยากรถึงจุดๆ หนึ่งแล้ว การเพิ่มทรัพยากรให้มากขึ้นไปอีกเรื่อยๆ จะไม่สามารถทำให้ระบบโดยรวมดีขึ้น หรือไม่สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมลงได้ ทั้งนี้เพราะเป็นไปได้ที่จะลดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ให้ต่ำกว่าระดับหนึ่ง ไม่ว่าจะใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่ซับซ้อนมากเพียงใดก็ตาม เพราะฉะนั้น เมื่อไม่สามารถขจัดความเสี่ยงให้หมดไปโดยสิ้นเชิงได้ ในการใช้ค่าพยากรณ์ประกอบการตัดสินใจจึงควรมีการตัดสินใจเพื่อความคลาดเคลื่อนไว้ด้วย

การตัดสินใจ = การตัดสินใจภายใต้ข้อสมมติว่าการพยากรณ์ถูกต้อง +

ค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดการพยากรณ์ผิดพลาด

ฉะนั้นในระบบของการพยากรณ์นอกจากจะระบุค่าพยากรณ์แล้ว ควรระบุความคลาดเคลื่อนประกอบไว้ด้วยเสมอ

3. การจำแนกวิธีการพยากรณ์

จำแนกวิธีการพยากรณ์ได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. วิธีพยากรณ์เชิงคุณภาพ
2. วิธีพยากรณ์เชิงปริมาณ

1. วิธีพยากรณ์เชิงคุณภาพ เป็นวิธีการที่ใช้ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความคิดเห็น ของผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่จะพยากรณ์ ซึ่งอาจจะขึ้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผ่านมา โดยทั่วไปวิธีการพยากรณ์แบบนี้จะไม่มีหลักเกณฑ์ที่จะให้ผู้อื่นทำตามอย่างไรก็ตามถึงแม้วิธีนี้ดูจะไม่มีหลักการที่แน่ชัดทางวิชาการแต่ก็เป็นวิธีที่เหมาะสมเมื่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไม่คงที่ซึ่งไม่อาจจะสมมติได้ว่าจะมีรูปแบบนี้ในอนาคต หรือเมื่อไม่มีข้อมูลในอดีต หรือเป็นการพยากรณ์ที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ผิดปกติที่ไม่น่าจะเกิดขึ้น และก็มีบ่อยครั้งในทางปฏิบัติที่ใช้วิธีเชิงคุณภาพผสมกับวิธีเชิงปริมาณโดยเฉพาะถ้ามีความไม่แน่นอนสูงในวิธีเชิงปริมาณที่ใช้

2. วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นวิธีการสร้างสูตรหรือตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติและคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้เมื่อมีข้อมูลในอดีตอยู่ในรูปของตัวเลขหรือสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้และสมมติได้ว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ผ่านมาจะมีแนวโน้มเป็นเช่นนั้นด้วยในอนาคต

วิธีการเชิงปริมาณหรือตัวแบบเชิงปริมาณ สามารถจำแนกออกเป็น

1. ตัวแบบภายใต้ภาวะคงที่ หรือที่เรียกว่าตัวแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Models) โดยทั่วไปจะพบในเรื่องของวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science) ซึ่งจะขอไม่กล่าวถึงในที่นี้
2. ตัวแบบภายใต้ภาวะไม่คงที่ หรือที่เรียกว่าตัวแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic Models) หรือตัวแบบสโตแคสติก (Stochastic Models) ในสภาพความเป็นจริงโดยทั่วไปภาวะหรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ มีลักษณะไม่แน่นอน เพราะฉะนั้นตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นย่อมจะมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เกิดขึ้นได้โดยผิดเพี้ยนจากความเป็นจริงหรือค่าจริงที่เราสนใจ ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่มีความไม่แน่นอนนี้เรียกว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงของความน่าจะเป็น จึงเรียกตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่าตัวแบบความน่าจะเป็น ตัวแบบพยากรณ์โดยทั่วไปจะเป็นตัวแบบความน่าจะเป็น ซึ่งมีมากมายหลายตัวแบบจำลองด้วยกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะตัวแบบจำลองที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปดังต่อไปนี้

1. วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

วิธีนี้เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์หรือประมาณค่ากับตัวแปรอีกชุดหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าของตัวแปรที่จะพยากรณ์ได้ออกมาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ตัวแบบจำลองที่นิยมใช้กันคือ ตัวแบบการถดถอย (Regression Models) และตัวแบบเศรษฐมิติ (Econometric Models) ซึ่งตัวแบบทั้งสองประเภทนี้ ใช้ได้ดีในการพยากรณ์ทั้งในคาบระยะเวลา (Forecasting Horizon) สั้น (ไม่เกิน 1 ปี) และยาว

ตัวแบบการถดถอย (Regression Models)

ตัวแบบการถดถอย เป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y ซึ่งมักเรียกกันว่าตัวแปรตาม (Dependent Variables) หรือตัวแปรผล เป็นตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ค่า กับตัวแปรอีกชุดหนึ่ง $X_1, X_2, \dots, X_p$ ซึ่งมักเรียกกันว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variables) หรือตัวแปรสาเหตุเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าของ Y เขียนเป็นสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \dots + \beta_p X_{tp} + \varepsilon_t \quad (1)$$

ตัวแบบการถดถอย (1) เป็นตัวแบบความน่าจะเป็นเพราะ ε_t เป็นเทอมค่าผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่งมีข้อสมมติดังนี้

1. ε_t มีค่าเฉลี่ย = 0 หรือ $E(\varepsilon_t) = 0$; $t = 1, 2, \dots, n$
2. ε_t มีความแปรปรวน σ^2 เป็นค่าคงที่ $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$; $t = 1, 2, \dots, n$
3. ε_i และ ε_j ไม่มีสหสัมพันธ์กัน นั่นคือ $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$; $\forall i \neq j$ และ
4. ค่าผิดพลาด ε_t ต่างมีการแจกแจงแบบปกติ

ฉะนั้นจากข้อสมมติข้อที่ 3 ได้ด้วยว่า ค่าผิดพลาดเหล่านี้เป็นอิสระกัน เราจำแนกตัวแบบการถดถอยออกเป็นตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Models) และตัวแบบการถดถอยไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Regression Models) ในเทอมของพารามิเตอร์

ตัวอย่างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t$ | เรียกว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น
อย่างง่าย |
| 2. | $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_t^2 + \varepsilon_t$ | เรียกว่าตัวแบบการถดถอยกำลังสอง |
| 3. | $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \varepsilon_t$ | เรียกว่าตัวแบบเชิงเส้นประกอบด้วย
ตัวแปรอิสระสองตัว |
| 4. | $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \dots + \beta_p X_{tp} + \varepsilon_t$ | เรียกว่าตัวแบบถดถอยเชิงเส้นพหุ |
| 5. | $Y_t = \beta_0 e^{-\beta_1 X_t} + \varepsilon_t$ | เรียกว่าตัวแบบการถดถอยไม่เป็น
เชิงเส้น |

ตัวแบบเศรษฐมิติ (Econometric Models)

เศรษฐศาสตร์การพิจารณาความสัมพันธ์ตัวแบบเศรษฐมิติซึ่งอาจเป็นแบบถดถอยอย่างง่ายหรือตัวแบบถดถอยแบบพหุคูณก็ได้ แต่ตัวแบบนั้นตัวแปรต่างๆ ต้องมีความสัมพันธ์กันตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์หรือการศึกษาที่ผ่านมาเช่นตัวแบบเศรษฐมิติ ที่เกี่ยวกับการจำหน่ายสินค้า

ตัวแบบเศรษฐมิติจำนวนสินค้าที่ขายได้

$$Sales = f(GNP, Price, Advertizing) \quad (2)$$

<i>Sales</i>	แทนจำนวนสินค้าที่ขายได้
<i>GNP</i>	แทนผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ 1 ปี
<i>Price</i>	แทนราคาสินค้า
<i>Advertizing</i>	แทนรายจ่ายในการโฆษณา

Sales คือจำนวนสินค้าที่ขายได้มีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ 1 ปี ราคาสินค้าและรายจ่ายในการโฆษณา ราคาสินค้าและรายจ่ายในการโฆษณาคือสิ่งที่สนใจโดยตรงต่อการจำหน่ายสินค้าแต่ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ 1 ปีอาจไม่ใช่สิ่งที่สนใจโดยตรงนัก

ตัวแบบเศรษฐมิติค่าใช้จ่ายในการผลิต

$$production \ cost = f(number \ of \ unit \ produced, inventories, labor \ cost, materiial \ cost) \quad (3)$$

<i>production Cost</i>	แทนค่าใช้จ่ายในการผลิต
<i>number of unit produced</i>	แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต
<i>inventories</i>	แทนจำนวนหรือขนาดสินค้าคงคลัง
<i>labor Cost</i>	แทนค่าแรงงาน และ
<i>material cost</i>	แทนค่าวัสดุ

ค่าใช้จ่ายในการผลิตมีความสัมพันธ์กับจำนวนสินค้าที่ผลิต ขนาดสินค้าคงคลัง ค่าแรงงานและค่าวัสดุ

ตัวแบบเศรษฐมิติค่าใช้จ่ายในการขาย

$$Selling \ Expenses = f(Averti \ sin \ g, Other \ Selling \ Expenses) \quad (4)$$

<i>Selling Expenses</i>	แทนค่าใช้จ่ายในการขายสินค้า
<i>Averti sin g</i>	แทนค่าใช้จ่ายในการโฆษณา
<i>Other Selling Expenses</i>	แทนรายจ่ายในการขายอื่นๆ

ค่าใช้จ่ายในการขายสินค้ามีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายในการโฆษณา รายจ่ายในการขายอื่นๆ

ตัวแบบเศรษฐกิจค่าใช้จ่ายในการโฆษณา

$$Advertising = f(Sales) \quad (5)$$

Advertising แทนค่าใช้จ่ายในการโฆษณา

Sales แทนจำนวนสินค้าที่ขายได้

ค่าใช้จ่ายในการโฆษณามีความสัมพันธ์กับจำนวนสินค้าที่ขายได้

ตัวแบบเศรษฐกิจราคาสินค้า

$$Price = f(Production\ Cost, Selling\ Expenses, Administrative\ Overhead, Profit) \quad (6)$$

Price แทนราคาสินค้า

Production Cost แทนรายจ่ายในการผลิต

Selling Expenses แทนค่าใช้จ่ายในการขายสินค้า

Administrative Overhead แทนค่าบริหารงาน

Profit แทนกำไร

ราคาสินค้ามีความสัมพันธ์กับรายจ่ายในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการซื้อสินค้า ค่าบริหารงานกำไร จากสมการหรือฟังก์ชันที่ (2) ถึง (6) ที่กล่าวมาทั้งหมดต่างมีความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องกันเสมอ และตัวอย่างต่อไปนี้เป็นเรื่องการเงินการธนาคาร ปริมาณเงินฝากของธนาคารจะสัมพันธ์กับ ปริมาณเงินหมุนเวียนภายในประเทศ จำนวนสาขาของธนาคาร และอัตราดอกเบี้ยเงินฝาก แต่จาก การศึกษาพบว่าระดับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากในปัจจุบันเป็นผลมาจากปริมาณเงินลงทุน จากต่างประเทศ อัตราเงินดอกเบี้ยเงินกู้ในประเทศ หรือแม้กระทั่งปริมาณเงินฝากของธนาคาร ช่วงเวลาก่อนเวลาปัจจุบัน เป็นต้น ดังนั้นถ้าจะเขียนรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว

ตัวแบบเศรษฐกิจในด้านการเงินการธนาคาร

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \beta_3 X_{t3} + \varepsilon_t \quad (7)$$

และ

$$X_{t3} = \alpha_0 + \alpha_1 I_t + \alpha_2 X_{t4} + \alpha_3 X_{t-1,2} + u_t \quad (8)$$

เมื่อ	Y_t	แทนปริมาณเงินฝากของธนาคาร ณ เวลา t
	X_{t1}	แทนจำนวนสาขาของธนาคาร ณ เวลา t
	X_{t2}	แทนปริมาณเงินหมุนเวียนในประเทศ ณ เวลา t
	X_{t3}	แทนอัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ย ณ เวลา t
	X_{t4}	แทนอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ย ณ เวลา t
	I_t	เป็นปริมาณเงินลงทุนจากต่างประเทศ ณ เวลา t
	$X_{t-1,2}$	เป็นปริมาณเงินหมุนเวียนในประเทศ ณ เวลา $t - 1$
	u_t และ e_t	เป็นความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_3, \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_3$ เป็นสัมประสิทธิ์การถดถอยหรือพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าขึ้นมาและการประมาณค่าพารามิเตอร์ยังคงใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นส่วนใหญ่ และรูปแบบหรือตัวแบบความสัมพันธ์ทั้งสองรวมกันเรียกว่าความสัมพันธ์เชิงเศรษฐกิจ หรือตัวแบบเศรษฐกิจ (Econometric Models)

2. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

2.1 วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Average Methods)

วิธีการดังกล่าวมี 2 ลักษณะ คือ วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา (Simple Average Method) และวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (Moving Average Method)

2.1.1 วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา

เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลในอดีตที่มีจนถึงปัจจุบัน แล้วนำค่าเฉลี่ยนั้นไปหาเป็นค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาในอนาคต เช่นเดียวกันวิธีนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ (Horizontal Data) และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น (Short Term)

2.1.2 วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่

วิธีดังกล่าวนี้ที่นิยมใช้มีอยู่ 2 แบบ คือ วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average Method) และวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่สองครั้ง (Double Moving Average Method)

1. วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่าย

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีหลักการคล้ายคลึงกับวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา แตกต่างที่ว่าวิธีนี้การหาค่าเฉลี่ยนั้นเมื่อข้อมูล ณ ช่วงเวลาล่าสุดถูกนำเข้ามาคำนวณ ข้อมูลช่วงเวลาห่างไกลที่สุดจะถูกตัดออกจากการคำนวณเพื่อให้จำนวนเทอมที่จะเฉลี่ยคงที่ทุกครั้งของการคำนวณ ดังนั้นวิธีนี้จำเป็นต้องกำหนดจำนวนเทอมของการเฉลี่ยซึ่งจะไม่เหมือนกับวิธีหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ และเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น จำนวนข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับการพยากรณ์ คือ 2 ถึง 5 ค่า สำหรับจำนวนเทอมของการเฉลี่ยนั้น ถ้าข้อมูลเคลื่อนไหวมากควรใช้จำนวนเทอมมาก และในทางกลับกัน ถ้าข้อมูลค่อนข้างเรียบจำนวนเทอมจะน้อยตามลำดับ

2. วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่สองครั้ง

วิธีการนี้เป็นการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่ายซ้ำ 2 ครั้ง ครั้งแรกหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่มี และครั้งที่สองเป็นการหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ผ่านการคำนวณในครั้งแรก โดยมีเงื่อนไขว่าจำนวนเทอมของการหาค่าเฉลี่ยทั้งสองครั้งต้องกำหนดให้เท่ากัน ตามหลักการของวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้นตรง (Linear Trend Data) และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น

2.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Technique)

การพยากรณ์ด้วยวิธีนี้เป็นการหาค่าเฉลี่ยเช่นเดียวกับวิธีการหาค่าเฉลี่ย ทั้งแบบธรรมดาและแบบเคลื่อนที่ ต่างกันที่ว่าการหาค่าเฉลี่ยของทั้งสองวิธีแรกนั้นความสำคัญของข้อมูลที่ใช้สำหรับการเฉลี่ยมีค่าเท่าเทียมกัน (น้ำหนักของข้อมูลแต่ละรายการเท่ากันคือเท่ากับ $1/N$ เมื่อ N มีค่าเท่ากับ n สำหรับกรณีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา และ N เป็นจำนวนเทอมที่จะเฉลี่ยสำหรับกรณีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่) สำหรับวิธีนี้ความสำคัญของข้อมูลล่าสุดจะมากที่สุด และความสำคัญจะลดลงเรื่อยๆ สำหรับข้อมูลที่ระยะเวลาห่างไกลออกไป หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) และน้ำหนัก (Weight) ที่ใช้ถ่วงคือ α เรียกว่า อัลฟา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ (Smoothing Coefficient) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่นิยมใช้ในทางธุรกิจ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ขึ้นอยู่กับว่าลักษณะของข้อมูลจะมีการเคลื่อนไหวอย่างไร คือ การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing) การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) และการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลสามครั้ง (Triple Exponential Smoothing)

2.2.1 วิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว

วิธีดังกล่าวเป็นการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ด้วยน้ำหนัก α ที่ให้ความสำคัญของข้อมูลเวลาล่าสุดมากที่สุด และข้อมูลเวลาห่างออกไปลดหลั่นในลักษณะแบบเอกซ์โพเนนเชียล วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ และเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น

2.2.2 วิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลสองครั้ง

วิธีการพยากรณ์นี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีการพยากรณ์ของบราวน์ (Brown's Method) เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้นตรง และไม่มีการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาล (Seasonal Data) เหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้น จนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง (Short Term to Medium Term) สำหรับจำนวนข้อมูลที่จะใช้สำหรับการพยากรณ์ควรอยู่ระหว่าง 5 ถึง 10 รายการ

2.2.3 วิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลสามครั้ง

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้นโค้งเทคนิคนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงกำลังสอง (Quadratic Data) เหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้น จนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง

2.2.4 วิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ Winter

เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งแนวโน้มและฤดูกาลวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ Winter ประกอบด้วยเทคนิคย่อยอีก 2 เทคนิค คือวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ Winter แบบคูณและวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ Winter แบบบวก

2.3 เทคนิคการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบ (Decomposition Method)

เทคนิคการพยากรณ์การแยกองค์ประกอบจะแบ่งตัวแบบออกเป็น องค์ประกอบต่างๆ ไม่เกิน 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบแนวโน้ม (Trend Component) องค์ประกอบฤดูกาล (Seasonal Component) องค์ประกอบวัฏจักร (Cyclical Component) และองค์ประกอบที่ผิดปกติ (Irregular Component หรือ Error) ในข้อมูลอนุกรมเวลาทั่วไปอาจจะมีเพียง 3 องค์ประกอบคือคือ องค์ประกอบแนวโน้ม องค์ประกอบฤดูกาล และองค์ประกอบที่ผิดปกติ เทคนิคการพยากรณ์การแยกองค์ประกอบแบ่งเป็น 2 วิธี

2.3.1 ตัวแบบการแยกองค์ประกอบแบบคูณ (Multiplicative Decomposition Model) เป็นดังนี้

$$Z_t = T_t \times S_t \times C_t \times E_t$$

โดยที่ Z_t แทนข้อมูลอนุกรมเวลา ณ คาบเวลา t
 T_t แทนองค์ประกอบแนวโน้ม ณ คาบเวลา t
 S_t แทนองค์ประกอบฤดูกาล ณ คาบเวลา t
 C_t แทนองค์ประกอบวัฏจักร ณ คาบเวลา t
 E_t แทนองค์ประกอบที่ผิดปกติ ณ คาบเวลา t

2.3.2 ตัวแบบการแยกองค์ประกอบแบบบวก (Additive Decomposition Model) เป็นดังนี้

$$Z_t = T_t + S_t + C_t + E_t$$

ตัวแบบการแยกองค์ประกอบทั้ง 2 ตัวแบบมีการคิดคำนวณที่ง่าย ๆ กัน แล้วแต่ความถนัดของผู้ใช้แต่ละท่าน

2.4 วิธี Box-Jenkins หรือ ARIMA

วิธีการที่นิยมใช้กันมากวิธีหนึ่งคือวิธี Box-Jenkins หรือวิธีสร้างตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) วิธีนี้เหมาะสมในการพยากรณ์ระยะสั้น

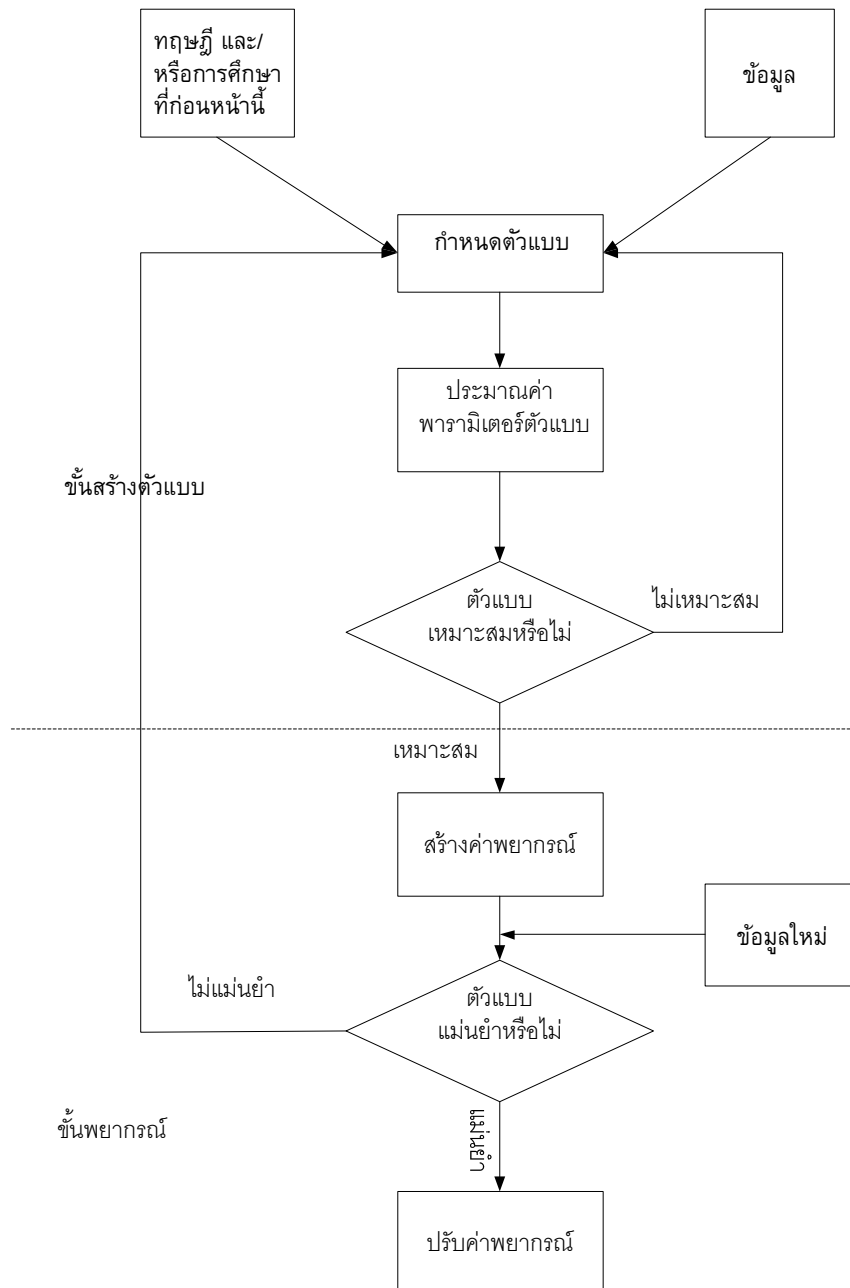
ARIMA (1,0,0) หรือ AR(1), ARIMA (2,0,0) หรือ AR(2), ARIMA (0,0,1) หรือ MA(1), ARIMA (0,0,2) หรือ MA(2), ARIMA (1,0,1) หรือ ARMA(1,1)

ในการสร้างตัวแบบ ARIMA จำเป็นต้องทราบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function: ACF) และค่าฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ของความคลาดเคลื่อนสุ่มในทางทฤษฎี เพื่อใช้ในการเลือกตัวแบบ โดยวิธีเปรียบเทียบลักษณะของค่า ACF และ PACF ที่ได้จากข้อมูลกับค่าทางทฤษฎี ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า ACF และ PACF ทางทฤษฎีของตัวแบบ AR, MA และ ARMA ในภาวะคงที่สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตัวแบบ	ACF	PACF
AR(p)	ค่าจะลดลงเป็นแนวโค้งหรือเป็นคลื่นที่ค่อยๆ หายไป	ค่าจะเป็นศูนย์หลังจาก lag p
MA(q)	ค่าจะเป็นศูนย์หลังจาก lag q	ค่าจะลดลงเป็นแนวโค้งหรือเป็นคลื่นที่ค่อยๆ หายไป
ARMA(p,q)	ค่าจะลดลงเป็นแนวโค้ง	ค่าจะลดลงเป็นแนวโค้ง

การพยากรณ์ยังมีอีกหลายวิธีได้กล่าวไว้ในเล่มแล้ว ผู้ศึกษาสามารถพิจารณาดูได้ว่าเหมาะสมกับข้อมูลอย่างไรบ้าง

4. โครงสร้างของระบบการพยากรณ์



เมื่อต้องการพยากรณ์ในสิ่งที่เราสนใจ เราควรจะศึกษาขั้นตอนการศึกษาการพยากรณ์ซึ่งอธิบายได้จากผังงานดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎี และ/หรือ การศึกษาที่ก่อนหน้านี้ เราต้องมีการศึกษาว่าในสิ่งที่เราสนใจพยากรณ์ มีทฤษฎีรองรับหรือไม่ หรือเคยมีการศึกษาเรื่องนี้มาแล้วหรือไม่เพื่อเป็นแนวทางในการอ้างอิงการพยากรณ์ที่ผ่านมาเป็นการเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยหรือเศรษฐมิติหรือการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

2. ข้อมูลการพยากรณ์คราวนี้มีข้อมูลเท่าไร อะไรบ้าง เช่น หากต้องการใช้เทคนิคที่เป็น การพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลาต้องใช้ปริมาณข้อมูลมากพอสมควร หรือหากเป็น วิเคราะห์การถดถอยหรือเศรษฐมิติต้องมีข้อมูลที่เป็นตัวแปรอิสระตามทฤษฎีหรือตามที่เคยศึกษา มาแล้ว

3. กำหนดตัวแบบ เมื่อมีข้อมูลและทราบทฤษฎี และ/หรือการศึกษาที่ก่อนหน้านี้ นำ สถานการณ์ทั้งสองส่วนมากำหนดตัวแบบ ว่าเป็นตัวแบบอะไรเป็นวิเคราะห์การถดถอยหรือ เศรษฐมิติหรือการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

4. ประเมินค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ เมื่อกำหนดได้แล้วว่าตัวแบบเป็นอะไร อย่างไรแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

5. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ จากข้อมูลและการกำหนดรูปแบบของตัวแบบ ผู้พยากรณ์จะต้องมีการตรวจสอบว่าตัวแบบที่กำหนดนั้นและใช้ข้อมูลที่น่ามาสร้างตัวแบบเป็นไป ตามข้อสมมติเบื้องต้นของตัวแบบหรือไม่ เช่นความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงปกติหรือไม่ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น σ^2 ทุกตัวของความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นอิสระกัน หรือไม่ ถ้าไม่เป็นตามข้อสมมติเบื้องต้น ต้องกลับไปกำหนดตัวแบบใหม่ แต่ถ้าเป็นไปตามข้อ สมมติเบื้องต้นของตัวแบบก็นำตัวแบบประมาณการที่ได้ไปพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

6. การสร้างค่าพยากรณ์ เมื่อตัวแบบผ่านตรวจสอบความเหมาะสมแล้ว นำตัวแบบ ประมาณที่ได้ไปพยากรณ์ค่าในอนาคต

7. มีข้อมูลใหม่ ในการพยากรณ์ค่าหากเวลาผ่านไปมีข้อมูลใหม่ต้องนำข้อมูลใหม่นั้นมา ปรับตัวแบบการพยากรณ์

8. การตรวจสอบความแม่นยำตัวแบบในกรณีที่นำข้อมูลใหม่เข้ามาเพิ่มในตัวแบบต้องมื การตรวจสอบตัวแบบเสมอว่าตัวแบบนั้นยังคงแม่นยำอยู่หรือไม่หรือตรวจสอบว่าตัวแบบนั้นมื ความเหมาะสมอยู่หรือไม่หากพบว่าตัวแบบนั้นไม่มีความแม่นยำต้องมีการกำหนดตัวแบบใหม่แต่ ถ้าตัวแบบนั้นมีความแม่นยำก็จะนำตัวแบบประมาณการนี้ไปหาค่าพยากรณ์

9. การปรับค่าพยากรณ์ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากการปรับค่าจากตัวแบบจะเป็นค่าพยากรณ์ที่เราใช้ในการพยากรณ์สำหรับข้อมูลในอนาคตต่อไป

5. การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ

การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยจะพิจารณาจากค่าจริงของข้อมูล Y_t เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ของข้อมูล ($\hat{Y}_t$)

ให้ Y_t แทนข้อมูลจริงชุดที่ t ; $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$\hat{Y}_t$ แทนพยากรณ์ของข้อมูลชุดที่ t ; $t = 1, 2, 3, \dots, n$

e_t แทนเศษตกค้าง (Residual) ชุดที่ t ; $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

สำหรับวิธีที่ใช้หาค่าสถิติเพื่อทำการเปรียบเทียบกัน ซึ่งมีตัวสถิติดังนี้

1. ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

2. ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error: ME)

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n}$$

3. ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

4. ร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Percentage Error: MPE)

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t \times 100}{Y_t}}{n}$$

5. ร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t \times 100}{Y_t} \right|}{n}$$

6. ตัวสถิติ Theil's U (Theil's U Statistics)

หรือหนังสือบางเล่มใช้ตัวสถิติ Theil's U (Theil's U Statistics)

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{\hat{Y}_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}}$$

โดยที่ การเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์ค่าพยากรณ์ (Forecasted Relative Change: FPE_{t+1}) $\left(\frac{\hat{Y}_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t} \right)$ และค่า $\left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)$ เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงค่าจริง (Actual Relative Change: APE_{t+1})

ถ้า $U = 1$ ถ้า $FPE_{t+1} = APE_{t+1}$ หมายความว่าวิธีการพยากรณ์ให้ค่าพยากรณ์ที่ดี

ถ้า $U > 1$ ถ้า $FPE_{t+1} > APE_{t+1}$ หมายความว่าวิธีการพยากรณ์ให้ค่าพยากรณ์ที่ไม่ดีกว่าค่าที่จริง ณ $t+1$

ถ้า $U < 1$ ถ้า $FPE_{t+1} < APE_{t+1}$ หมายความว่าวิธีการพยากรณ์ให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ค่าที่จริง ณ $t+1$

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณหาตัวสถิติเพื่อการตรวจสอบความแม่นยำตัวแบบ

t	Y_t	$\hat{Y}$	$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$	MAD	ME	MSE	MPE	$MAPE$
1	47.99664	7.013703	40.98294	40.98294	40.98294	1679.601	85.3871	85.3871
2	22.06848	9.556077	12.51241	12.51241	12.51241	156.5603	56.69808	56.69808
3	0.986577	44.63661	-43.65004	43.65004	-43.65004	1905.326	-4424.39	4424.394
4	27.47528	0.305718	27.16956	27.16956	27.16956	738.1852	98.8873	98.8873
5	39.15668	39.38177	-0.22509	0.225089	-0.22509	0.050665	-0.57484	0.574842
6	17.04163	13.7213	3.32033	3.32033	3.32033	11.02459	19.48364	19.48364
7	6.322302	10.97478	-4.65248	4.652481	-4.65248	21.64558	-73.5884	73.5884
8	22.28649	0.181883	22.1046	22.1046	22.1046	488.6135	99.18388	99.18388
9	2.522167	21.92506	-19.4029	19.4029	-19.4029	376.4724	-769.295	769.2945
10	24.4378	94.92794	-70.4901	70.49015	-70.4901	4968.861	-288.447	288.4472
รวม				244.5105	-32.3308	10346.34	-5196.66	5915.939
ค่าเฉลี่ย				24.45105	-3.23308	1034.634	-519.666	591.5939

จากข้อมูลต่อไปนี้จะได้อัตราการผิดพลาดต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

$$MAD = \frac{244.5105}{10} = 24.4515$$

2. ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error: ME)

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n}$$

$$ME = \frac{-32.3308}{10} = -3.23308$$

3. ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

$$MSE = \frac{10346.34}{10} = 1034.634$$

4. ร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Percentage Error: MPE)

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t \times 100}{Y_t}}{n}$$

$$MPE = \frac{-5196.66}{10} = -519.666$$

5. ร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t \times 100}{Y_t} \right|}{n}$$

$$MAPE = \frac{5915.939}{10} = 591.5939$$

6. ตัวสถิติ Theil's U (Theil's U Statistics)

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{\hat{Y}_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}}$$