

บทที่ 12

การพยากรณ์

ในการตัดสินใจทางธุรกิจ เช่น การกำหนดจำนวนสินค้าที่จะผลิตจำนวนคนงานที่จะจ้าง จำนวนวัตถุดิบที่จะจัดซื้อ จำนวนพนักงานขาย แผนโฆษณา จำนวนเงินทุนที่จะจัดหา ล้วนแล้วแต่ต้องเผชิญกับความไม่รู้ว่าอะไรจะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นเพื่อลดความผิดพลาดในการตัดสินใจ ผู้ดำเนินธุรกิจจะต้องพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยจะต้องเริ่มต้นที่การพยากรณ์ยอดขายสินค้าหรือบริการเป็นรายปี รายไตรมาส รายเดือน รายสัปดาห์ เพื่อจะได้ใช้ข้อมูลยอดขายที่พยากรณ์ได้นี้ เป็นฐานข้อมูลในการที่จะวางแผนเกี่ยวกับการตลาด การผลิต การเงิน เช่น แผนการโฆษณาประชาสัมพันธ์ แผนการจัดจำหน่าย การกำหนดจำนวนสินค้าที่จะผลิต การกำหนดตารางการผลิต การจัดซื้อวัตถุดิบ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ การกำหนดอัตราค่าจ้างคนงานจำนวนสินค้าคงคลัง การกำหนดจำนวนเงินทุนหมุนเวียน การกำหนดจำนวนเงินทุนที่ต้องการ เป็นต้น

เทคนิคการพยากรณ์อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ การพยากรณ์เชิงประมาณ และการพยากรณ์เชิงคุณภาพ แต่ละประเภทก็มีเทคนิคการพยากรณ์หลากหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกัน ดังนั้นผู้ตัดสินใจจะต้องเลือกวิธีพยากรณ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์และความต้องการเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการตัดสินใจ

ไม่ว่าจะเลือกวิธีใดในการพยากรณ์ ผู้พยากรณ์จะต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการพยากรณ์
2. เลือกสิ่งที่ต้องการพยากรณ์
3. กำหนดช่วงเวลาการพยากรณ์ เช่น รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส รายปี หรือหลายๆ ปี
4. เลือกวิธีการพยากรณ์
5. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพยากรณ์
6. ประเมินความเหมาะสมของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้
7. พยากรณ์
8. นำผลการพยากรณ์ไปใช้

เทคนิคการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์อาจแยกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. **วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (QUANTITATIVE METHODS)** เป็นการพยากรณ์ที่ต้องอาศัยสถิติข้อมูลเชิงปริมาณในอดีตมาใช้เป็นฐานในการพยากรณ์ ดังนั้นวิธีนี้ควรจะนำมาใช้ในกรณีที่

- ข้อมูลในอดีตสามารถหาได้
- ข้อมูลมีจำนวนเพียงพอ
- ประวัติศาสตร์จะซ้ำรอย

วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ ได้แก่

1.1 **วิธีอนุกรมเวลา (TIME-SERIES METHODS)**

- วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MOVING AVERAGE)
- วิธีเอกโปเนนเชียล (EXPONENTIAL SMOOTHING)
- วิธีวิเคราะห์แนวโน้ม

1.2 **วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (CAUSAL METHOD)**

- วิธีวิเคราะห์สมการถดถอย (REGRESSION ANALYSIS)

2. **วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (QUALITATIVE METHODS)** เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลเชิงพรรณนา เช่น ความรู้สึกวิจารณ์เฉพาะ ทักษะคิด ความคิดเห็นส่วนตัว ประสบการณ์เป็นฐานในการพยากรณ์ วิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีที่สถิติข้อมูลเชิงปริมาณในอดีตมีไม่เพียงพอหรือไม่สามารถรวบรวมได้

วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ มีหลายวิธี เช่น

2.1 **วิธีเดลฟี (DELPHI METHOD)**

2.2 **วิธีสอบถามผู้บริหารสูง**

2.3 **วิธีสอบถามพนักงานระดับปฏิบัติ**

2.4 **วิธีสอบถามผู้เชี่ยวชาญ**

2.5 **วิธีสำรวจตลาด**

วิธีการพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลา

การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลามีสมมติฐานว่าประวัติศาสตร์ย่อมซ้ำรอย ดังนั้นจึงสามารถใช้ข้อมูลในอดีตเฉพาะเรื่องที่ต้องการคาดคะเนมาใช้พยากรณ์สิ่งนั้นในอนาคต ดังนั้นถ้าต้องการพยากรณ์สิ่งใดก็ต้องใช้ข้อมูลในอดีตของสิ่งนั้นเท่านั้น เช่น ถ้าต้องการพยากรณ์ยอดขายรายสัปดาห์ของผลิตภัณฑ์ ก. ก็ต้องใช้ข้อมูลยอดขายรายสัปดาห์ในอดีตของผลิตภัณฑ์ ก. มาใช้ในการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงตัวแปรอื่นๆ

ลักษณะของข้อมูลในอดีต อาจแยกส่วนประกอบออกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1. แนวโน้ม (Trend) ข้อมูลมีลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งแยกได้เป็นแนวโน้มขาขึ้น และแนวโน้มขาลง

2. ฤดูกาล (Seasonality) การเคลื่อนไหวของข้อมูลจะขึ้นลงตามฤดูกาลระหว่างปี เช่น ยอดขายของเครื่องปรับอากาศจะสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน และลดลงในช่วงฤดูหนาว หรือยอดขายเสื้อหนาวจะสูงขึ้นในช่วงฤดูหนาว และต่ำมากช่วงฤดูร้อน หรือยอดขายของร้านอาหารจะสูงในช่วงวันศุกร์และวันหยุด แต่ต่ำในช่วงวันระหว่างสัปดาห์ เป็นต้น

3. วัฏจักร (Cyclical) การเคลื่อนไหวของข้อมูลสำหรับระยะเวลาหลายๆ ปีจะมีลักษณะเหมือนคลื่นวงจรคือตั้งแต่ต่ำสุด ฟื้นฟู สูงสุด ถดถอย ต่ำสุด

4. เหตุการณ์ผิดปกติ (Random or Irregular)

ถ้าให้

Y = ค่าของข้อมูลในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

T = แนวโน้ม

S = ดัชนีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

C = วัฏจักร

R = เหตุการณ์ผิดปกติ

ลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลอาจเขียนได้ 2 ลักษณะคือ กฎผลบวกและกฎผลคูณ

กฎผลบวก $Y = T + S + C + R$

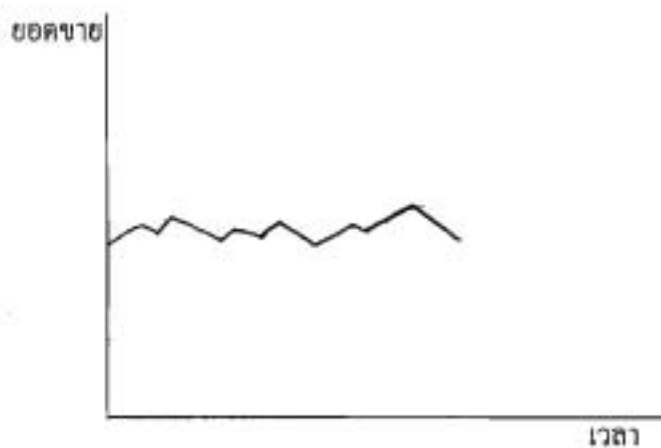
กฎผลคูณ $Y = T \times S \times C \times R$

โดยมากนิยมใช้กฎผลคูณมากกว่าผลบวก

ถ้าผู้พยากรณ์สังเกตเห็นตัวเลขผิดปกติบางตัวในชุดข้อมูลที่รวบรวมมา วิธีหนึ่งที่จะกำจัดก็คือ แยกค่าผิดปกติออกจากข้อมูลชุดนั้น ไม่นำไปรวมอยู่ในข้อมูลที่จะนำมาใช้เป็นฐานในการพยากรณ์ และจะให้ความสนใจกับส่วนประกอบของฤดูกาล แนวโน้ม และวัฏจักรเท่านั้น

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบ

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเหมาะสำหรับลักษณะของข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวขึ้นๆ ลงๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ โดยไม่มีลักษณะแนวโน้ม หรือวัฏจักร รูปข้างล่าง



ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวลักษณะนี้ก็คือ การทำให้การทำให้ข้อมูลมีลักษณะให้เรียบขึ้นซึ่งมีอยู่ 3 วิธีคือ

1. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่ถ่วงน้ำหนัก (MOVING AVERAGES)

วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เริ่มต้นด้วยการหาค่าเฉลี่ยแบบเลขคณิตอย่างง่าย เช่น การหาค่าเฉลี่ยยอดขาย 3 สัปดาห์ หาได้ด้วยการรวมยอดขาย 3 สัปดาห์เข้าด้วยกันแล้วหารด้วย 3 ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าพยากรณ์ในสัปดาห์ที่ 4 ดังนั้นถ้าจะพยากรณ์ยอดขายสัปดาห์ที่ 5 ก็ให้บวกยอดขายสัปดาห์ที่ 4 เข้าไปและหักยอดขายสัปดาห์แรกออกแล้วหารด้วย 3 ซึ่งเรียกว่าเป็นการเคลื่อนที่ไปงวดถัดไป

$$\text{พยากรณ์ยอดขายในเดือนที่ 4} = \frac{\text{ผลรวมของยอดขายเดือนที่ 1, 2 และ 3}}{3}$$

$$\text{สรุป} \quad \text{ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่งวดถัดไป} = \frac{\text{ผลรวมของข้อมูลในงวดก่อน } n \text{ งวด}}{n}$$

$$n = \text{จำนวนงวดในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่}$$

ตัวอย่างที่ 1 ยอดขายสินค้าของบริษัทแห่งหนึ่งปรากฏตามช่องที่ 2 ของตารางที่ 1 ค่าพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ไม่ถ่วงน้ำหนักคำนวณได้ตามช่องที่ 3

ตารางที่ 1 ยอดขายและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือนชนิดไม่ถ่วงน้ำหนัก บริษัทไทยแพชั่น

เดือน	ยอดขาย	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน
ม.ค.	10	
ก.พ.	12	
มี.ค.	13	
เม.ย.	16	$(10+12+13)/3 = 11\frac{2}{3}$
พ.ค.	19	$(12+13+16)/3 = 13\frac{2}{3}$
มิ.ย.	23	$(13+16+19)/3 = 16$
ก.ค.	26	$(16+19+23)/3 = 19\frac{1}{3}$
ส.ค.	30	$(19+23+26)/3 = 22\frac{2}{3}$
ก.ย.	28	$(23+26+30)/3 = 26\frac{1}{3}$
ต.ค.	18	$(26+30+28)/3 = 28$
พ.ย.	16	$(30+28+18)/3 = 25\frac{1}{3}$
ธ.ค.	14	$(28+18+16)/3 = 20\frac{2}{3}$

2. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก ถ้าลักษณะชุดข้อมูลมีลักษณะแนวโน้มก็อาจจะใช้วิธีถ่วงน้ำหนักเข้าช่วยเพื่อให้น้ำหนักความสำคัญกับข้อมูลล่าสุด เพื่อให้สะท้อนการเปลี่ยนแปลงล่าสุดส่วนการจะให้น้ำหนักเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้พยากรณ์ที่จะใช้พิจารณาตามกำหนด ถ้ามีการให้น้ำหนักกับข้อมูลงวดล่าสุดมากเกินไป ผลที่พยากรณ์ได้ก็อาจจะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติที่เกิดขึ้นล่าสุดเข้าไปซึ่งอาจทำให้ผลการพยากรณ์ผิดพลาดได้ง่าย

สำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักอาจแสดงเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักงวดถัดไป} = \frac{\text{ผลรวม}[(\text{น้ำหนักสำหรับงวดที่ } n) (\text{ยอดขายงวดที่ } n)]}{\text{ผลรวมน้ำหนัก}}$$

ตัวอย่างที่ 2 จากตัวเลขยอดขายในตัวอย่างที่ 1 ถ้าให้น้ำหนักตัวเลขยอดขายเดือนล่าสุดเท่ากับ 3 และเดือนถัดไปเท่ากับ 2 และ 1 ตามลำดับ การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก จะปรากฏในช่องที่ 3 ของตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ยอดขายและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก

เดือน	ยอดขาย	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน
ม.ค.	10	
ก.พ.	12	
มี.ค.	13	
เม.ย.	16	$[(3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)] / 6 = 12 \frac{1}{6}$
พ.ค.	19	$[(3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)] / 6 = 14 \frac{1}{3}$
มิ.ย.	23	$[(3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)] / 6 = 17$
ก.ค.	26	$[(3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)] / 6 = 20 \frac{1}{2}$
ส.ค.	30	$[(3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)] / 6 = 23 \frac{5}{6}$
ก.ย.	28	$[(3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)] / 6 = 28 \frac{1}{2}$
ต.ค.	18	$[(3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)] / 6 = 28 \frac{1}{3}$
พ.ย.	16	$[(3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)] / 6 = 23 \frac{1}{3}$
ธ.ค.	14	$[(3 \times 16) + (2 \times 18) + (28)] / 6 = 18 \frac{2}{3}$

3. Exponential Smoothing

การพยากรณ์โดยวิธี exponential smoothing เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายสะดวกและรวดเร็ว และเป็นวิธีหนึ่งของการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ แต่จะทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า เนื่องจากใช้ข้อมูลในอดีตน้อยกว่าวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เพราะใช้ข้อมูลในการคำนวณเพียงงวดล่าสุดเท่านั้น ซึ่งแสดงได้ดังนี้

ค่าพยากรณ์งวดใหม่ = ค่าพยากรณ์งวดที่แล้ว + α (ค่าจริงงวดที่แล้ว - ค่าพยากรณ์งวดที่แล้ว)

โดย α = น้ำหนักที่มีค่าระหว่าง 0 และ 1

โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

ให้ F_t = ค่าพยากรณ์งวดใหม่

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์งวดที่แล้ว

α = ค่าคงที่ถ่วงน้ำหนัก ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในงวดที่แล้ว

การกำหนดค่า α ว่าควรจะทำกับเท่าใดย่อมขึ้นกับว่าต้องการให้ความสำคัญกับข้อมูลล่าสุดหรือข้อมูลในอดีต ถ้าให้น้ำหนักความสำคัญที่ข้อมูลล่าสุดค่า α ก็จะมีค่าสูง (ใกล้ 1) แต่ถ้าให้น้ำหนักความสำคัญที่ข้อมูลอดีตมากก็จะกำหนดค่า α ต่ำ

ตัวอย่างที่ 3 พยากรณ์ยอดขายรถยนต์นั่งเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 142 คัน ปรากฏว่าขายได้จริงถึง 153 คัน ถ้ากำหนดให้ $\alpha = 0.2$

$$\begin{aligned} \text{พยากรณ์ยอดขายเดือนมีนาคม} &= 142 + 0.2(153 - 142) \\ &= 144.2 \text{ หรือ } 144 \text{ คัน} \end{aligned}$$

ถ้ายอดขายจริงในเดือนมีนาคมเท่ากับ 136 คัน

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น พยากรณ์ยอดขายเดือนเมษายน} &= 144.2 + 0.2(136 - 144.2) \\ &= 142.6 \text{ หรือ } 143 \text{ คัน} \end{aligned}$$

การที่จะกำหนดว่า α ควรจะทำกับเท่าใด ควรจะดูว่าค่า α ไหนที่ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนต่ำสุด ค่าคลาดเคลื่อนวัดได้ดังนี้

$$\text{ค่าคลาดเคลื่อน} = |\text{ค่าพยากรณ์} - \text{ค่าจริง}|$$

การวัด ค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนอาจวัดได้หลายวิธีเช่น ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนสมบูรณ์

(Mean absolute deviation = MAD)

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{ค่าคลาดเคลื่อน}|}{n}$$

ตัวอย่างที่ 4 ทำเรือแหลมฉบัง กำลังพิจารณาว่าจะใช้ค่า $\alpha = 0.10$ หรือ 0.50 ในการพยากรณ์ยอดการขนถ่ายสินค้าชนิดหนึ่ง โดยมีตัวเลขการขนถ่ายจริงในแต่ละไตรมาสในช่องที่ 2 ของตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์สำหรับค่า $\alpha = 0.10$ และ 0.50

ไตรมาส	ยอดขนถ่ายจริง (ตัน)	ค่าพยากรณ์ ($\alpha = 0.10$)	ค่าพยากรณ์ $\alpha = 0.50$
1	180	175	175
2	168	$176 = 175 + 0.1(180 - 175)$	178
3	159	$175 = 176 + 0.1(168 - 176)$	173
4	175	$173 = 175 + 0.1(159 - 175)$	166
5	190	173	170
6	205	175	180
7	180	178	193
8	182	178	186
9	?	179	184

ค่า MAD คำนวณได้ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่า MAD สำหรับ $\alpha = 0.10$ และ 0.50

ไตรมาส	ยอดขนถ่ายจริง	$\alpha = 0.1$ ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน	$\alpha = 0.5$ ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	180	175	5	175	5
2	168	176	8	178	10
3	159	175	16	173	14
4	175	173	2	166	9
5	190	173	17	170	20
6	205	175	30	180	25
7	180	178	2	193	13
8	182	178	4	186	4
	รวม		84		100

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{deviations}|}{n} = \frac{84}{8} = 10.50 \qquad \text{MAD} = \frac{100}{8} = 12.5$$

การพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projections)

การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธี exponential smoothing เหมาะสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้นๆ ที่ลักษณะข้อมูลค่อนข้างคงที่ไม่มีแนวโน้ม ดังนั้นถ้าเป็นการพยากรณ์ระยะยาวและลักษณะข้อมูลมีแนวโน้มขาขึ้นหรือขาลง การใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการ exponential smoothing ก็ไม่เหมาะสม ผู้พยากรณ์จะต้องนำเทคนิคอื่นมาใช้ในการพยากรณ์แนวโน้ม เช่นการหาแนวโน้มแบบเส้นตรงโดยวิธียกกำลังสองน้อยที่สุด (least squares method)

วิธีการหาแนวโน้มเส้นตรงโดยวิธียกกำลังสองน้อยที่สุดเป็นการหาแนวโน้มเส้นตรงที่จะทำให้ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นแนวโน้มที่ยกกำลังสองรวมกันแล้วต่ำที่สุด

เส้นแนวโน้มเส้นตรงในรูปของกำลังสองน้อยที่สุดแสดงเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$\hat{y} = a + bx$$

โดย \hat{y} = ค่าที่ต้องการพยากรณ์ หรือตัวแปรตาม

a = ค่าคงที่ ที่ตัดที่แกน Y

b = ค่าความชันของเส้น ซึ่งเท่ากับ $\frac{\Delta Y}{\Delta x}$

x = ค่าตัวแปรอิสระ

ค่า b สามารถหาได้ดังนี้

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

โดยที่ b = ค่าความชันของเส้นตรง

Σ = ผลรวม

x = ค่าของตัวแปรอิสระ (เวลา) โดยให้ปีแรกเท่ากับ 1 และปีต่อไปเท่ากับ 2, 3, 4ตามลำดับ

y = ค่าของตัวแปรตาม (เช่น ยอดขาย)

\bar{x} = ค่าเฉลี่ยของค่า x

\bar{y} = ค่าเฉลี่ยของค่า y

n = จำนวนของข้อมูลของตัวแปร

ส่วนค่า a หรือ y-intercept คำนวณได้โดยสูตรดังนี้

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

ตัวอย่างที่ 5 ยอดขายของบริษัทมีควอเตอร์ระหว่างปี ค.ศ. 1993 - 1999 ปรากฏดังนี้

(ล้านบาท)

ปี	ยอดขาย
1993	74
1994	79
1995	80
1996	90
1997	105
1998	142
1999	122

เพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้น ให้ x ซึ่งแทนค่าเวลาเริ่มต้นปีแรกคือ ปี 1993 มีค่าเท่ากับ 1 ปี 1994 เท่ากับ 2 ตามลำดับ ส่วน y ให้เท่ากับยอดขาย ดังนั้นการคำนวณค่า Σx , Σy , Σx^2 , Σxy และ $\Sigma x y$ สามารถคำนวณได้ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การคำนวณหาเส้นแนวโน้ม

ปี	x (เวลา)	y (ยอดขาย)	x^2	xy
1993	1	74	1	74
1994	2	79	4	158
1995	3	80	9	240
1996	4	90	16	360
1997	5	105	25	525
1998	6	142	36	852
1999	7	122	49	854
	$\Sigma x = 28$	$\Sigma y = 692$	$\Sigma x^2 = 140$	$\Sigma xy = 3,063$

จากตารางที่ 5 สามารถคำนวณค่า \bar{x} , \bar{y} , a และ b ได้ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{692}{7} = 98.86$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{3,063 - 7(4)(98.86)}{140 - 7(4^2)} = \frac{295}{28} = 10.54$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 98.86 - 10.54(4) = 56.70$$

ดังนั้น สมการเส้นตรงกำลังสองน้อยที่สุดจะได้ดังนี้

$$\hat{y} = a + bx$$

$$\hat{y} = 56.70 + 10.54x$$

ถ้าต้องการพยากรณ์ยอดขายปี ค.ศ. 2000 ซึ่งเทียบค่าเป็น $x = 8$ จะได้ยอดขายพยากรณ์ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 56.70 + 10.54(8) \\ &= 141.02 \text{ หรือ } 141 \text{ ล้านบาท}\end{aligned}$$

หรือถ้าต้องการพยากรณ์ยอดขายปี ค.ศ. 2001 ซึ่งเทียบค่าเป็น $x = 9$ จะได้ยอดขายพยากรณ์ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 56.70 + 10.54(9) \\ &= 151.56 \text{ หรือ } 152 \text{ ล้านบาท}\end{aligned}$$

การพยากรณ์โดยวิธีแนวโน้มเป็นการพยากรณ์ยอดรวมสำหรับระยะเวลาค่อนข้างยาวเช่น พยากรณ์ยอดขายรายปี แต่ในระหว่างปีอาจมีอิทธิพลเรื่องฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ยอดขายผันแปรขึ้นลงระหว่างฤดูกาล ดังนั้นในการพยากรณ์ควรจะปรับเรื่องฤดูกาลด้วย โดยข้อมูลในอดีตที่จะนำมาใช้เพื่อกำหนดค่าดัชนีฤดูกาลต้องใช้ข้อมูลรายเดือน รายไตรมาส เพื่อสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากฤดูกาล และสร้างดัชนีฤดูกาลขึ้นเพื่อปรับค่าพยากรณ์ที่ได้จากแนวโน้มให้สะท้อนค่าฤดูกาล การคำนวณค่าดัชนีฤดูกาลมีหลายวิธี เช่นตัวอย่าง การคำนวณตารางที่ 6

ตัวอย่างที่ 6 การพยากรณ์โดยปรับเรื่องฤดูกาล

ตารางที่ 6 ยอดขายเครื่องตอบรับโทรศัพท์และดัชนีฤดูกาล

เดือน	ปี 1	ปี 2	ยอดเฉลี่ยราย เดือนของ 2 ปี	ยอดขายเฉลี่ย ต่อเดือน	ดัชนี ฤดูกาล
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ม.ค.	80	100	90	94	0.957
ก.พ.	75	85	80	94	0.851
มี.ค.	80	90	85	94	0.904
เม.ย.	90	110	100	94	1.064
พ.ค.	115	131	123	94	1.309
มิ.ย.	110	120	115	94	1.223
ก.ค.	100	110	105	94	1.117
ส.ค.	90	110	100	94	1.064
ก.ย.	85	95	90	94	0.957
ต.ค.	75	85	80	94	0.851
พ.ย.	75	85	80	94	0.851
ธ.ค.	80	80	80	94	0.851

ยอดขายเฉลี่ยต่อปี = 1,128

$$\text{ยอดขายเฉลี่ยต่อเดือน} = \frac{1,128}{12} = 94$$

$$\text{ดัชนีฤดูกาล} = \frac{\text{ช่องที่ 4}}{\text{ช่องที่ 5}}$$

ถ้าในปีที่ 3 คาดว่ายอดขายเครื่องตอบรับโทรศัพท์จะเท่ากับ 1,200 เครื่อง ดังนั้น ตัวเลขยอดขายเดือน อาจพยากรณ์โดยนำดัชนีฤดูกาลไปปรับได้ดังนี้

ม.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 0.957$	=	96	ก.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 1.117$	=	112
ก.พ.	$\frac{1,200}{12} \times 0.851$	=	85	ส.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 1.064$	=	106
มี.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 0.904$	=	90	ก.ย.	$\frac{1,200}{12} \times 0.957$	=	96
เม.ย.	$\frac{1,200}{12} \times 1.064$	=	106	ต.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 0.851$	=	85
พ.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 1.309$	=	131	พ.ย.	$\frac{1,200}{12} \times 0.851$	=	85
มิ.ย.	$\frac{1,200}{12} \times 1.223$	=	122	ธ.ค.	$\frac{1,200}{12} \times 0.851$	=	85

การพยากรณ์โดยใช้แนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

จากตัวอย่างการพยากรณ์โดยนำเรื่องฤดูกาลไม่ได้นำเรื่องแนวโน้มมารวมในการพยากรณ์ ดังนั้นถ้าใช้ทั้งแนวโน้มและฤดูกาลพยากรณ์ก็สามารถทำได้ดังนี้

ตัวอย่าง 7 โรงพยาบาลแห่งหนึ่ง นำสถิติคนไข้ที่มาใช้บริการแต่ละเดือนจำนวน 66 เดือน มาหาค่าแนวโน้มเส้นตรงได้ออกมาเป็นสมการดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 8,091 + 21.5x \\ \text{โดย } \hat{y} &= \text{จำนวนคนไข้ต่อเดือน} \\ x &= \text{เวลา (เดือน)} \end{aligned}$$

ดังนั้นในเดือนที่ 67 พยากรณ์ว่าคนไข้จะมาใช้บริการ

$\hat{y} = 8,091 + 21.5(67) = 9,532$ คน (แนวโน้มเท่านั้น) ถ้าเดือนที่ 67 คือ เดือนมกราคม ซึ่งมีดัชนีฤดูกาลเท่ากับ 1.0436 (ดูจากตารางที่ 7) ยอดพยากรณ์คนไข้ในเดือนมกราคม (เดือน 67) หลังจากปรับค่าฤดูกาลแล้วจะเป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนคนไข้เดือนมกราคม} &= 9,532(1.0436) \\ &= 9,948 \text{ คน (แนวโน้ม+ฤดูกาล)} \end{aligned}$$

ตารางที่ 7 คำนี้อุตสาหกรรมรายเดือนของคนที่มารับการรักษา

เดือน	คำนี้อุตสาหกรรม	เดือน	คำนี้อุตสาหกรรม
ม.ค.	1.0436	ก.ค.	1.0302
ก.พ.	0.9669	ส.ค.	1.0405
มี.ค.	1.0203	ก.ย.	0.9653
เม.ย.	1.0087	ต.ค.	1.0048
พ.ค.	0.9935	พ.ย.	0.9598
มี.ย.	0.9906	ธ.ค.	0.9805

การพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Methods)

การพยากรณ์แบบนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (Dependent Variable = y) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable = x) เพื่อกำหนดค่าสถิติความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาหาค่าพยากรณ์ ตัวแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในการพยากรณ์วิธีนี้คือการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งแยกออกเป็น

1. การวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) มีตัวแปรอิสระ (x) เพียงตัวเดียว
2. การวิเคราะห์ถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression Analysis) มีตัวแปรอิสระ (x)

มากกว่า 1 ตัว

ตัวแบบการพยากรณ์การวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย

$$\hat{y} = a + b x$$

โดย \hat{y} = ค่าตัวแปรตาม (ค่าที่ต้องการพยากรณ์)

a = ค่าคงที่

b = ค่าความชันของเส้น

x = ตัวแปรอิสระ

ตัวอย่างที่ 8 ผู้บริหารบริษัทฟ้าใส ซึ่งตั้งอยู่ที่จังหวัดพิษณุโลก สังเกตพบว่ายอดขายได้รับการรับเหมารสร้างบ้านของบริษัทสัมพันธ์กับเงินเดือนและค่าแรงของประชากรในเขตจังหวัดภาคเหนือ จึงทำการเก็บสถิติข้อมูลย้อนหลัง 6 ปี ได้ข้อมูลตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ยอดรายได้จากการรับเหมาบริษัท ก

ยอดรายได้ (100 ล้านบาท)	ค่าแรงภาคเหนือ (แสนล้านบาท)
2.0	1
3.0	3
2.5	4
2.0	2
2.0	1
3.5	7

การคำนวณหาค่า a และ b ทำได้ดังนี้

ยอดรายได้	ค่าแรง x	x^2	xy
2.0	1	1	2.0
3.0	3	9	9.0
2.5	4	16	10.0
2.0	2	4	4.0
2.0	1	1	2.0
<u>3.5</u>	<u>7</u>	<u>49</u>	<u>24.5</u>
$\Sigma y = 15.0$	$\Sigma x = 18$	$\Sigma x^2 = 80$	$\Sigma xy = 51.5$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{18}{6} = 3$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{15}{6} = 2.5$$

$$b = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{51.5 - (6)(3)(2.5)}{80 - (6)(3^2)} = 0.25$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 2.5 - (0.25)(3) = 1.75$$

ดังนั้น สมการถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์จะเป็นดังนี้

$$\hat{y} = 1.75 + 0.25X$$

หรือยอดขายได้ = 1.75 + 0.25 ค่าแรง

ถ้าทางสภาหอการค้าพยากรณ์ค่าแรงในปีหน้าจะเท่ากับ 6 แสนล้านบาท

$$\hat{y} = 1.75 + 0.25(6) = 3.25$$

ยอดขายได้รับเหมาะสมสร้างบ้าน = 325 ล้านบาท

ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์แบบถดถอย

จากตัวอย่างบริษัทฟ้าใส ทำการพยากรณ์โดยสมการเส้นถดถอย คาดว่ายอดขายเหมาะสมสร้างบ้านในปีหน้าจะเท่ากับ 325 ล้านบาท นั้น ยอดขายได้จริงอาจจะคลาดเคลื่อนจากค่าพยากรณ์ ดังนั้น ผู้พยากรณ์ควรจะประมาณการค่าคลาดเคลื่อน โดยการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard error of the estimate) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\sum(y - y_c)^2}{n - 2}}$$

หรือ
$$= \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n - 2}}$$

โดยให้ y = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในชุดของข้อมูลเส้น

y_c = ค่าพยากรณ์ที่ได้จากสมการถดถอย

n = จำนวนชุดของข้อมูล

y	x	x ²	xy	y ²
2.0	1	1	2.0	4.0
3.0	3	9	9.0	9.0
2.5	4	16	10.0	6.25
2.0	2	4	4.0	4.0
2.0	1	1	2.0	4.0
<u>3.5</u>	<u>7</u>	<u>49</u>	<u>24.5</u>	<u>12.15</u>
$\Sigma y = 15.0$	$\Sigma x = 18$	$\Sigma x^2 = 80$	$\Sigma xy = 51.5$	$\Sigma y^2 = 39.5$

$$\begin{aligned}
 s_{y,x} &= \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - a\Sigma y - b\Sigma y}{n-2}} \\
 &= \sqrt{\frac{39.5 - (1.75)(15.0) - (0.25)(51.5)}{6-2}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.09375}{4}} = 0.306
 \end{aligned}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรายได้รับเหมา = 30.6 ล้านบาท

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับเส้นถดถอย

สมการเส้นถดถอยเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปร ว่าเมื่อตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น) เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ตัวแปรอีกตัวหนึ่ง (ตัวแปรตาม) เปลี่ยนไปอย่างไร การที่จะชี้ว่าตัวแปรทั้งสองตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่จะต้องวัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) หรือค่า r ซึ่งมีค่าระหว่าง ± 1 ถ้าค่า r มีค่าใกล้ $+1$ มากเท่าใด แสดงตัวแปรทั้งสองตัวนั้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันมาก หรือถ้า r มีค่าใกล้ -1 มากก็แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามมา แต่ถ้าค่า r มีค่าใกล้ 0 แสดงว่าต้องแปรทั้งสองความสัมพันธ์กันน้อยมาก

การคำนวณค่า r สามารถแสดงเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$r = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2] [n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

จากตัวอย่างบริษัทฟ้าใส สามารถคำนวณค่า r ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{6(51.5) - (18)(15.0)}{\sqrt{[6(80) - (18)^2][6(39.5) - (15.0)^2]}} \\
 &= \frac{309 - 270}{\sqrt{156 \times 12}} = \frac{39}{\sqrt{1,872}} \\
 &= \frac{39}{43.3} = 0.901
 \end{aligned}$$

แสดงว่ายอดขายได้การรับเหมาก่อสร้างของบริษัทฟ้าใสมีความสัมพันธ์กับค่าแรงงานของประชากรในภาคเหนือตอนบนมาก

การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Models)

การพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลาและ Causal Models ถ้วนแล้วแต่ต้องใช้ข้อมูลที่เป็นตัวเลขมาเป็นฐานในการพยากรณ์ ส่วนการพยากรณ์เชิงคุณภาพเน้นการพยากรณ์ที่อาศัย วิจารณ์ญาณ ความคิดเห็น ประสบการณ์และปัจจัยเชิงคุณภาพอื่นๆ มาใช้ การพยากรณ์วิธีนี้จะเหมาะสมถ้าปัจจัยเชิงคุณภาพมีความสำคัญต่อค่าพยากรณ์มากกว่าข้อมูลเชิงตัวเลข หรือถ้าข้อมูลเชิงปริมาณที่ถูกต้องไม่สามารถรวบรวมได้ ตัวอย่างวิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพได้แก่

1. การสอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Delphi Method) เป็นการสอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ หลายๆ คน โดยใช้แบบสอบถามหลายชุด แบบสอบถามชุดที่ 1 พัฒนาเป็นแบบสอบถามชุด 2 ชุด 3 ตามลำดับจนได้คำตอบหรือความเห็นเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน
2. การสอบถามผู้บริหาร (Jury of executive opinion) เป็นการพยากรณ์โดยวิธีการสอบถามความเห็นของผู้บริหารแล้วประมวลเป็นตัวเลขพยากรณ์
3. การสอบถามพนักงานขาย (Sales force composite) เป็นการพยากรณ์โดยสอบถามความเห็นพนักงานขายโดยอาจแยกตามผลิตภัณฑ์ ภูมิภาคแล้วนำข้อคิดเห็นเหล่านั้นมาประเมินเพื่อพยากรณ์
4. การสำรวจตลาด (Consumer market survey) เป็นการสอบถามจากกลุ่มลูกค้าปัจจุบันและที่คาดว่าจะเป็นส่วนนำมาพยากรณ์