บทที่ 2

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์นี้เก็บรวบรวมจากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นธนาคารแห่งเดียวที่เก็บบันทึกตัวเลขเกี่ยวกับการธนาคารทั่วประเทศ จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ จะวิเคราะห์ปริมาณการให้สินเชื่อทุกชนิด ว่ามีความเปลี่ยนแปลงไปในรูปใด ซึ่งในการวิเคราะห์นี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับอนุกรมเวลา ดังนั้นจะใช้อนุกรมเวลาในการวิเคราะห์โมเดลของสินเชื่อทุกชนิดดังกล่าว

2.1 อนุกรมเวลา

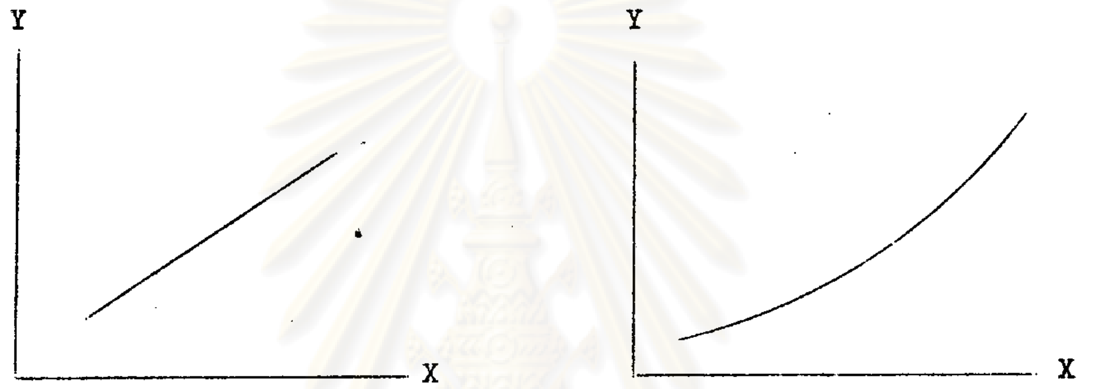
อนุกรมเวลา คือข้อมูลทางสถิติที่ได้จัดให้เรียงตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น และโดยปกติมักจะกำหนดให้เป็นช่วงเท่า ๆ กัน ในทางคณิตศาสตร์ อนุกรมเวลาสามารถที่จะนิยาม โดยค่า Y_1, Y_2, ... ของตัวแปร Y เมื่อเวลา X_1, X_2, ... ดังนั้น เป็นฟังค์ชั่นของเวลาที่สามารถเขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ว่า $Y = F(X)$ ซึ่งอาจจะเป็น Continuous Functionหรือ Discrete Function ก็ได้ แต่ในที่นี้จะเน้นไปในทาง Discrete Function เพียงอย่างเดียว

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาประกอบด้วยการบรรยายและการวัดความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ หรือความเคลื่อนไหวตามที่ปรากฏในระยะหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงหรือความเคลื่อนไหวนี้แบ่งออกเป็น

1. แนวโน้มตามลำดับเวลา (Secular Movement or Secular Trend)
2. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลหรือเป็นคาบ (Seasonal Movements)
3. การเคลื่อนไหวเป็นวัฏจักร (Cyclical Movements)
4. การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Movements)

แนวโน้มตามลำดับเวลา

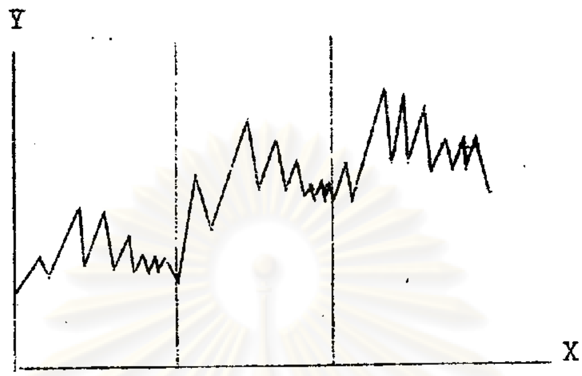
คือการเติบโตหรือถดถอยในลักษณะการเคลื่อนไหวหรือแนวโน้มขึ้นหรือลงของเส้นที่ยาวต่อเนื่องกันไปในช่วงระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน โดยที่ไม่มีการหักมุม ณ ที่ใด ๆ ของเส้นนั้น เส้นแนวโน้มตามลำดับเวลานี้อาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ ซึ่งใช้สัญญลักษณ์เป็น "T"



ตัวอย่างเส้นแนวโน้มตามลำดับเวลา

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลหรือเป็นคาบ

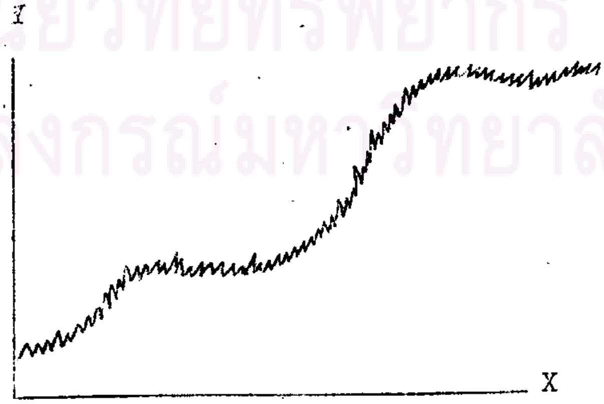
คือ ความเคลื่อนไหวซึ่งค่อนข้างจะสม่ำเสมอภายในช่วงระยะเวลาอันสั้น อาจเป็นสัปดาห์หนึ่ง ๆ หรือเดือนหนึ่ง ๆ หรือปีหนึ่ง ๆ ก็ได้ กล่าวคือถ้าภายในสัปดาห์หนึ่งของหลาย ๆ สัปดาห์เป็นอย่างไรต่อไปก็มักจะเป็นเช่นนั้น หรือเดือนใดในปีหนึ่ง ๆ เป็นอย่างไรก็มักจะเหมือนเดือนนั้น ๆ ของปีต่อไป แต่โดยทั่วไปแล้วช่วงระยะเวลาอาจจะเป็นวัน ชั่วโมง หรือไตรมาสก็ได้ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่สามารถจะหาได้ ซึ่งใช้สัญญลักษณ์แทนการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเป็น "S"



ตัวอย่างการผันแปรตามฤดูกาล

การเคลื่อนไหวเป็นวัฏจักร

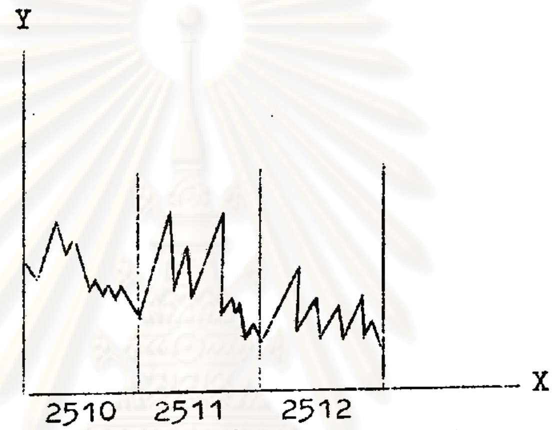
กือพฤติการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลานานหลาย ๆ ปี คล้าย ๆ กับแนวโน้มตามลำดับเวลา แต่รูปร่างที่แสดงแตกต่างกัน รูปร่างของการเคลื่อนไหวเป็นวัฏจักรนั้นมีทั้งระยะเวลารุ่งเรืองถึงสุดยอด จนกระทั่งตกต่ำสุด ซึ่งเหตุการณ์ทางเศรษฐกิจมักจะเป็นไปในทำนองนี้ และใช้สัญญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวเป็นวัฏจักรว่า "C"



ตัวอย่างการเคลื่อนไหวเป็นวัฏจักร

<u>การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ</u>

ได้แก่การเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลของการกระทบกระเทือน ซึ่งแปลกไปจากธรรมดา เช่น ภาวะสงคราม ความนิยมชั่วขณะ หรือความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากภัยธรรมชาติ หรือเหตุอื่น ๆ ที่เกิดเฉพาะชั่วคราว ใช้สัญญลักษณ์เป็น "I"



ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ

2.2 <u>ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา</u>

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลามีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. อยู่ในลักษณะของผลรวม คือ

$Y = T + S + C + I$

2. อยู่ในลักษณะของผลคูณ คือ

$Y = T.S.C.I$

โดยที่ Y คือ ข้อมูลของอนุกรมเวลาที่จะวิเคราะห์

T คือ ค่าแนวโน้มตามลำดับเวลา

S คือ ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

C คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร

I คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ผิดปกติ

ความแตกต่างของอนุกรมเวลา 2 ลักษณะ มีดังนี้

1. ถ้าอยู่ในลักษณะของผลรวม ส่วนประกอบทั้ง 4 ชนิด นี้จะมีหน่วยตามข้อมูลที่ได้มา แต่ถ้าอยู่ในลักษณะของผลคูณแล้ว ค่าแนวโน้มเท่านั้นจะมีหน่วยตามข้อมูลที่ได้มา แต่สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและวัฏจักรนั้น มักจะแสดงในรูปของเปอร์เซนต์หรือปริมาณสัมพัทธ์ ซึ่งไม่มีหน่วย

2. ถ้าอยู่ในลักษณะของผลรวม ค่าของส่วนประกอบแต่ละตัวจะไม่กระทบกระเทือนซึ่งกันและกัน แต่ถ้าอยู่ในลักษณะของผลคูณแล้ว จะมีผลกระทบกระเทือนซึ่งกันและกัน

3. ถ้าอยู่ในลักษณะของผลรวม การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล จะมีค่าคงเดิมถึงแม้ว่าค่าแนวโน้มจะเปลี่ยนแปลงไป แต่ถ้าอยู่ในลักษณะของผลคูณแล้ว อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มจะคงที่ นั่นคือการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลมีทางโน้มเอียงที่จะสูงขึ้นเมื่อค่าแนวโน้มสูงขึ้น

และถึงแม้ว่าลักษณะของผลรวมนี้จะเป็นจริงในบางกรณี แต่การแสดงลักษณะด้วยผลคูณมักจะปรากฏอยู่ในข้อมูลทางเศรษฐกิจ ด้วยเหตุนี้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเกี่ยวกับเรื่องการให้กู้ยืมเงินของธนาคารพาณิชย์นี้ จึงจะใช้อนุกรมเวลาในลักษณะของผลคูณเท่านั้น

2.3 <u>ความมุ่งหมายในการศึกษาอนุกรมเวลา</u>

ข้อมูลสถิติโดยทั่ว ๆ ไปที่ใช้ในธุรกิจนั้น การวิเคราะห์ส่วนใหญ่ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมากนัก แต่สำหรับอนุกรมเวลาไม่เป็นเช่นนั้น อนุกรมเวลาจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์ให้ลึกซึ้งกว่านั้น เนื่องจากมีอิทธิพลหลาย ๆ อย่างที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้น ซึ่งอาจเกิดจากส่วนประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งหรือจากทั้ง 4 ส่วนดังได้กล่าวแล้ว ด้วยเหตุนี้จำนวนของการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องมีมากพอสมควร เพื่อที่จะสามารถหาความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านั้นได้ ฉะนั้นความมุ่งหมายในการศึกษาอนุกรมเวลาก็คือ

1. ต้องการที่จะศึกษาเรื่องหนึ่งเรื่องใดของรายการชุดหนึ่ง โดยเฉพาะ เช่น ต้องการหาค่าแนวโน้มของอนุกรมเวลานั้นโดยเฉพาะ หรือต้องการศึกษาว่าการ

เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของรายการชุดนั้นเป็นอย่างไร

2. ต้องการกำจัดส่วนประกอบส่วนหนึ่งส่วนใดออกเสียจากรายการ เช่น อนุกรมเวลา ประกอบด้วย

$$Y = T.S.C.I$$

ถ้าเราหา T ได้แล้ว และต้องการกำจัด T ออกเสียจากรายการ ก็อาจทำได้ดังนี้

$$\frac{Y}{T} = S.C.I$$

แต่การวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเรื่องการกู้ยืมเงินนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะหาแนวโน้มตามลำดับเวลาและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเท่านั้น

2.4 <u>การสร้างแนวโน้มตามลำดับเวลา</u>

การสร้างแนวโน้มตามลำดับเวลาขึ้นมานั้น ก็เพื่อวัตถุประสงค์หลายประการ คือ

1. เพื่อวัดส่วนเบี่ยงเบนซึ่งเกิดจากข้อมูลที่ได้จากเส้นทางโน้มที่เราสร้างขึ้นกับข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมได้
2. สำหรับเปรียบเทียบทางโน้มหลาย ๆ อัน
3. ค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดทางโน้มชนิดนั้น ๆ ขึ้น
4. เพื่อพยากรณ์ตัวเลขในอนาคต

เส้นทางโน้มของอนุกรมเวลาซึ่งมีระยะเวลายาว ๆ โดยมากมักสร้างด้วยเส้นตรงไม่ได้ เพราะในระยะเวลานาน ๆ นั้น ความเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่เราสนใจอาจจะมีมาก ในกรณีเช่นนี้เส้นทางโน้มอาจจะเป็นเส้นโค้งได้ ฉะนั้น เส้นทางโน้มที่สร้างขึ้นเป็นเพียงการกะประมาณเท่านั้น จุดประสงค์ก็เพื่อเปรียบเทียบหรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในการสร้างเส้นทางโน้มที่ดี จะต้องเลือกวิธีสร้างให้ถูกต้อง เพื่อจะได้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงความจริงที่สุด

การสร้างแนวโน้มโดยทั่ว ๆ ไปทำได้ 2 แบบ คือ

1. <u>โดยการกะหรือประมาณด้วยสายตา</u> (by inspection or estimate) การสร้างแนวโน้มแบบนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีลากด้วยมือ (Freehand) และวิธีเลือกจุด (Selected points)

2. <u>โดยการคำนวณ</u> (by computation) การสร้างแนวโน้มแบบนี้สามารถทำได้ 2 วิธีเช่นเดียวกัน คือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ละครึ่ง (Semiaverage Method) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method)

แต่ในที่นี้จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการหาค่าแนวโน้มตามลำดับเวลา เพราะจากการทดลองคำนวณโดยวิธีอื่นแล้ว ได้ว่าวิธีนี้ให้ค่าที่ดีที่สุด ตามที่ตัวเปรียบเทียบ และสรุปที่ อ. ดูลาย.

<u>วิธีกำลังสองน้อยที่สุด</u> (Least Square Method)

การสร้างแนวโน้มโดยวิธีนี้ ใช้หลักเกณฑ์ที่พยายามทำให้ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าของรายการที่ได้จากแนวโน้ม กับค่าที่มีอยู่เดิมยกกำลังสองแล้วได้ค่าน้อยที่สุด การหาแนวโน้มโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดนี้ก็ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. <u>แนวโน้มชนิดเส้นตรง</u> (Linear Trend) คือการสร้างแนวโน้มในกรณีที่ค่าที่มีอยู่เดิม (Original data) มีการกระจายที่พอจะอนุโลมได้ว่าเป็นเส้นตรงเท่านั้น การสร้างแนวโน้มชนิดนี้อาศัยคุณสมบัติของสมการเส้นตรง คือ

$$Y_c = a + bX$$

โดยที่ a, b เป็นค่าคงที่

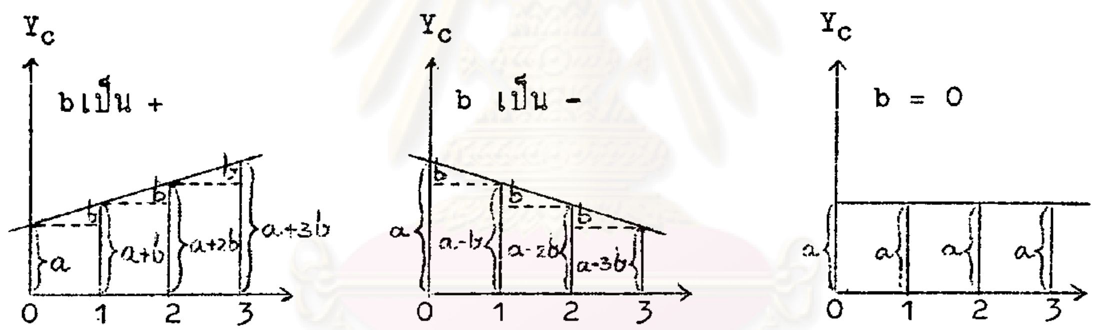
X เป็นตัวแปรอิสระ (Independent variable)

Y_c เป็นค่าแนวโน้ม (Trend)

ซึ่งอัตราการเปลี่ยนของ Y_c เมื่อ X เปลี่ยนไปในช่วงระยะเวลาที่เท่า ๆ กัน มีค่าคงที่ = b การเปลี่ยนนี้อาจจะเป็นไปในทางเพิ่มขึ้น ลดลง หรือคงที่ก็ได้ ดังนั้นค่า b หรือความลาดชัน (Slope) จะเป็นค่าที่แสดงจำนวนหรือปริมาณที่ Y_c เปลี่ยนแปลงไป

เมื่อเวลาเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย ซึ่งอาจจะเป็นชั่วโมง วัน เดือน ปี ก็ได้ ถ้า b เป็นบวก เส้นจะเป็นแบบชันสูงขึ้น (upward) ถ้า b เป็นลบ เส้นจะเป็นแบบดิ่งลง (downward) ถ้า b มีค่ามาก ความชัน (Slope) จะมีมาก และถ้า b เป็น 0 Y_c จะคงที่หรือเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน X นั่นเอง

ค่าของ Y_c เมื่อ $X = 0$ เรียกว่า Y-intercept ซึ่งจะใช้สัญญลักษณ์ a ซึ่งจะเป็นค่าที่แสดงว่า เส้นแนวโน้มจะอยู่ห่างจากแกน X ที่จุดตัด (origin) เท่าใด ทั้ง a และ b จะเป็นค่าคงที่ตลอดเส้น trend



สำหรับการหาค่า a, b จะหาได้จากสมการปกติ (Normal equation) ซึ่งหามาได้จาก differentiate ผลรวมของผลต่างกำลังสองของข้อมูลที่กล่าวมาแล้วเทียบกับตัวคงที่ a และ b โดยตรง

จาก $Y = a + bx$

จะได้สมการปกติเป็น

$$\Sigma Y = Na + b\Sigma X \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

เมื่อหาค่าของ a และ b ได้แล้วก็สามารถหาค่าของ Y_c ได้ตามต้องการ ตามปกติ X คือค่าเป็นปี เดือน สัปดาห์ หรือวันก็ได้ ถ้าจำนวนปีเป็นเลขคี่ เราให้ปีตรงกลาง = 0

ค่าของ X ที่น้อยกว่าปีกลางต้องเป็น -1, -2, -3, ... และค่าของ X ในปีที่มากกว่าปีกลางเป็น 1, 2, 3, ... ตามลำดับ แต่ถ้า X เป็นเลขคู่ เราจะแบ่ง X เป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนับครึ่งปีตรงกลางระหว่าง 2 ส่วนนั้นเป็น 0 ดังนั้นปีที่น้อยกว่าตรงกลางจะเป็น -1, - 3, -5, ... และปีที่มากกว่าตรงกลางจะเป็น 1, 3, 5,... ตามลำดับเช่นเดียวกัน

เพราะฉะนั้น ผลบวกของ X หรือ ΣX จะเท่ากับ 0

ซึ่งจะทำให้ $b\Sigma X = 0$ และ $a\Sigma X = 0$ ด้วย

ดังนั้น จากสมการ (1)

$$\Sigma Y = Na + b\Sigma X$$

เราจะได้ $\Sigma Y = Na$

หรือ $a = \frac{\Sigma Y}{N} = \bar{Y}$

และจากสมการ (2)

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2$$

เราจะได้ $\Sigma XY = b\Sigma X^2$

หรือ $b = \frac{\Sigma XY}{X^2}$

เมื่อได้ค่า a, b แล้วก็หมายความว่าได้สมการของแนวโน้ม จากนั้นก็แทนค่า X แต่ละค่าลงไปทีละค่าก็จะได้ค่าของแนวโน้ม ซึ่งจะนำไปพยากรณ์ค่าในปีต่อ ๆ ไปได้

2. <u>แนวโน้มที่ไม่เป็นเส้นตรง</u> (Non-linear trend) คือการสร้างแนวโน้มในกรณีที่ค่าที่มีอยู่เดิม (original data) มีการกระจายที่ไม่สามารถจะจัดให้อยู่ในรูปของเส้นตรงได้ กล่าวคือ อาจมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ซึ่งอาจจะมีโค้งเดียวหรือหลายโค้งก็ได้ ในกรณีเช่นนี้การจะใช้แนวโน้มชนิดเส้นตรงจึงไม่เป็นการประมาณที่ดี และทางปฏิบัติที่ดีที่สุดที่จะตัดสินใจว่าจะใช้การประมาณแบบไหนก็คือ ต้องร่างรูปร่างของข้อมูลให้

เห็นก่อนว่าควรจะใช้การประมาณด้วยเส้นตรงหรือเส้นโค้งดี เมื่อได้เห็นรูปร่างของข้อมูลที่มีอยู่เดิมว่ามีการกระจายเป็นอย่างไรแล้ว ก็จะได้พิจารณาว่าควรจะใช้เส้นตรงหรือใช้เส้นโค้ง และถ้าเป็นเส้นโค้งควรใช้เส้นโค้งแบบไหน ซึ่งเส้นโค้งดังกล่าวอาจจัดอยู่ในรูปการกระจายแบบโปลิโนเมียล หรือเอ็กโพเนนเชียลก็ได้ ซึ่งจะได้กล่าวถึงแต่ละชนิดของเส้นโค้ง ดังนี้

<u>แนวโน้มแบบเอ็กโพเนนเชียล</u> (Exponential Trends)

ในบางกรณีการตัดสินว่าควรใช้เส้นโค้งชนิดใดให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้มานั้น มักนิยมเขียนกราฟของข้อมูลลงบนกระดาษชนิดต่าง ๆ เช่น เขียนลงในกระดาษธรรมดา หรือกระดาษที่มีมาตราส่วนไม่เท่ากัน ที่เรียกว่ากระดาษ semi-log หรือกระดาษ log -log ซึ่งเรียกกระดาษพวกนี้ว่า arithmetic paper ถ้าข้อมูลที่เขียนลงบนกระดาษดังกล่าวแล้วกลายเป็นเส้นตรง ในกรณีนี้ก็อาจคำนวณหาเส้นแนวโน้มได้ด้วยวิธีหาแนวโน้มแบบเอ็กโพเนนเชียล ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป

exponential function, $Y_c = ab^X$

หรือ $\log Y_c = \log a + X \log b$

ถ้าให้ $\log Y_c = Y_c, \ \log a = A, \ \log b = B$

$\therefore \ Y_c = A + BX$ ซึ่งก็คือสมการของเส้นตรงนั่นเอง

โดย plot ค่า X บน arithmetic scale และ Y_c บน log scale จะได้แนวโน้มเป็นเส้นตรง

a และ b เป็นตัวคงที่ ซึ่งจะหาค่าได้จากสมการปกติ ดังนี้

$$\Sigma \log Y = N \log a + \log b \Sigma X$$

$$\Sigma (X \log Y) = \log a \Sigma X + \log b \Sigma X^2$$

ถ้า X มีจุดกลางอยู่ที่ช่วงเวลาตรงกลาง X จะ $= 0$

$$\Sigma \log Y = N \log a$$

$$\log a = \frac{\Sigma \log Y}{N}$$

$$\log b = \frac{\Sigma (X \log Y)}{\Sigma X^2}$$

เส้นโค้งชนิดนี้ใช้กันมาก และจะพบเสมอในเรื่องการหาดอกเบี้ยทบต้น

ข้อมูลของอนุกรมเวลาบางชุด ถึงแม้จะเขียนกราฟลงใน arithmetic paper หรือกระดาษ semi-log แล้วก็ยังไม่ได้แนวโน้มเป็นเส้นตรง แต่ถ้าเขียนกราฟลงในกระดาษ log-log จึงจะได้เป็นเส้นตรง ในกรณีนี้อาจคำนวณหาเส้นแนวโน้มได้ เช่น ส่วนประกอบยกกำลัง (Power function) ซึ่งมีสมการอยู่ในรูป ดังนี้

$$Y_c = aX^b$$

x(log b) X

หรือ $\log Y_c = \log a + b \log X$

หาค่า a และ b โดยวิธี Least Square จากสมการปกติ ดังนี้

$$\Sigma \log Y_c = N \log a + b \Sigma \log X$$

$$\Sigma(\log X)(\log Y_c) = \log a \cdot \Sigma \log X + b \cdot \Sigma (\log X)^2$$

เมื่อหาค่า a และ b ได้แล้ว ก็จะได้สมการเส้นแนวโน้มตามต้องการ แต่ส่วนประกอบยกกำลังนี้มักไม่นิยมใช้ในทางเศรษฐกิจหรือธุรกิจ

<u>แนวโน้มแบบโปลิโนเมียล</u> (Polynomial Trends)

เมื่อทดลองเขียนกราฟของข้อมูลดูแล้ว ถ้าปรากฏว่าไม่สามารถจะจัดอยู่ในรูปของ เอ็กโพเนนเชียล เพราะกราฟที่เขียนอาจเป็นเส้นโค้งมาก หรืออาจมีหลายโค้ง ก็สามารถทำให้อยู่ในรูปของโปลิโนเมียล คือแนวโน้มที่มีกำลังเกินกว่าหนึ่ง โดยจะเริ่มตั้งแต่แนวโน้มที่มีกำลังสองขึ้นไป ซึ่งมีชื่อเรียกว่า โปลิโนเมียลอันดับสอง (Second degree polynomial), โปลิโนเมียลอันดับสาม (Third degree polynomial)

และกำลังสูงกว่านั้นตามลักษณะของเส้นโค้ง

สมการปกติของโปลิโนเมียลอันดับสอง หาได้จากสมการ

$$Y_c = a + bX + CX^2$$

a, b และ c เป็นตัวคงที่ จะหาค่าเหล่านี้ได้โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งเป็นการหาค่า a, b และ c ที่ทำให้ $\Sigma(Y_i - Y_c)^2$ มีค่าน้อยที่สุด และหาจากสมการปกติ คือ

$$\Sigma Y = Na + b\Sigma X + C\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + C\Sigma X^3$$

$$\Sigma X^2Y = a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + c\Sigma X^4$$

แล้วใช้หลักการอย่างเดิม คือโดยปกติ X มีค่าเป็นปี ถ้าจำนวนปีเป็นเลขคี่ ปีตรงกลางจะมีค่าเป็น 0 ฉะนั้น ผลบวกของ X หรือ ΣX จะ = 0 และ ΣX^3 ก็จะ = 0 ด้วย

$$\therefore \Sigma Y = Na + c\Sigma X^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\Sigma XY = b\Sigma X^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\Sigma X^2Y = a\Sigma X^2 + c\Sigma X^4 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

จาก (2), $b = \dfrac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$

จากสมการ (1) และ (3) จะหาค่าของ a และ c ได้

ในที่นี้ a = ระยะตัดแกน Y (Y - intercept)

b = ความชันของเส้นโค้ง ณ จุดที่ X มีค่า = 0

$$2c \quad = \quad \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของความชัน}$$ [4]

ถ้าเป็นโปลีโนเมียลอันดับที่สาม (third degree polynomial) จะมีตัวคงที่เพิ่มขึ้นอีกตัวหนึ่ง และสมการจะเป็นดังนี้

$$Y_c = a + bX + CX^2 + dX^3$$

และหาค่าตัวคงที่จากสมการปกติ คือ

$$\Sigma Y = Na + b\Sigma X + C\Sigma X^2 + d\Sigma X^3$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + C\Sigma X^3 + d\Sigma X^4$$

$$\Sigma X^2Y = a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + C\Sigma X^4 + d\Sigma X^5$$

$$\Sigma X^3Y = a\Sigma X^3 + b\Sigma X^4 + C\Sigma X^5 + d\Sigma X^6$$

ส่วนวิธีการก็ทำเหมือนกรณีโปลีโนเมียลอันดับสอง

สมการของโปลีโนเมียลนี้ จะมีกำลังเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลักษณะความโค้งของกราฟ ดังนั้น สมการโดยทั่ว ๆ ไป จึงเขียนอยู่ในรูปของโปลีโนเมียลกำลัง n ดังนี้ คือ

$$Y_c{}^{5} = a_o + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + \ldots\ldots + a_nX^n$$

---

[4] จากสมการโปลีโนเมียลอันดับสอง คือ

$$Y_c = a + bx + cx^2$$

$$\frac{d\ Yc}{dx} = b + 2\ cx = \text{ความชัน}$$

$$\therefore 2c = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของความชัน}$$

[5] Ruel V. Churchill, <u>Complex Variables and Applications.</u> p. 20.

และสมการปกติ คือ

$$\Sigma Y = Na_o + a_1\Sigma X + a_2\Sigma X^2 + \ldots + a_n\Sigma X^n$$

$$\Sigma XY = a_o\Sigma X + a_1\Sigma X^2 + a_2\Sigma X^3 + \ldots + a_n\Sigma X^{n+1}$$

$$\Sigma X^2Y = a_o\Sigma X^2 + a_1\Sigma X^3 + a_2\Sigma X^4 + \ldots + a_n\Sigma X^{n+2}$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$\Sigma X^nY = a_o\Sigma X^n + a_1\Sigma X^{n+1} + a_2\Sigma X^{n+2} + \ldots + a_n\Sigma X^{2n}$$

ส่วนวิธีการคำนวณก็ยังคงทำเหมือนโปลิโนเมียลอันดับสองเช่นเดียวกัน ก็จะได้สมการแนวโน้มตามต้องการ

2.5 การหาเลขดัชนีตามฤดูกาล

เมื่อคำนวณหาค่าแนวโน้มได้แล้ว ก็นำค่าแนวโน้มที่ได้มาหารค่า Y คือค่าข้อมูลเดิม เพราะว่า

$$Y = T.C.S.I.$$

ถ้าจะหาเลขดัชนีตามฤดูกาลก็ต้องนำค่าแนวโน้มมาหารออกได้

$$\frac{Y}{T} = S.C.I.$$

ซึ่งค่าที่เหลือก็จะเป็น S.C.I. เท่านั้น จากนั้นก็ทำการกำจัด C และ I ออก เพื่อให้เหลือค่า S หรือเลขดัชนีตามฤดูกาลที่ต้องการ

การคำนวณหาเลขดัชนีตามฤดูกาลนี้มีวิธีคำนวณ 3 วิธี คือ

1. วิธีเฉลี่ยค่าอย่างง่าย (Simple Averages) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่ใช้หาเลขดัชนีตามฤดูกาล โดยขั้นแรกหาค่าเฉลี่ยของรายการแต่ละเดือน หรือแต่ละไตรมาศของแต่ละปีเสียก่อน เพื่อกำจัด C และ I จากนั้นก็หาค่าแนวโน้มแล้วจึงกำจัดแนวโน้มออกคงเหลือแต่เลขดัชนีตามฤดูกาล

2. วิธีที่เป็นสัดส่วนกับแนวโน้ม (The Ratio-to-trend Method or Percentage-of-Trend) วิธีนี้ต้องหาค่าแนวโน้มจากสมการแนวโน้มที่คำนวณได้ก่อน แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลเดิม โดยเอาข้อมูลเดิมหารด้วยแนวโน้มแล้วจึงคูณด้วยหนึ่งร้อย ซึ่งเป็นการกำจัดแนวโน้มออกจากข้อมูลเดิม ต่อจากนั้นจึงกำจัด C และ I ออกโดยการหาค่าเฉลี่ย ก็จะได้เลขดัชนีตามฤดูกาลตามต้องการ

3. วิธีที่เป็นสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (The Ratio-to-Moving Average Method or Percentages of moving average) เนื่องจากการหาเลขดัชนีตามฤดูกาลนั้น ส่วนใหญ่เป็นการหาความเปลี่ยนแปลงภายในระยะ 1 ปี ฉะนั้น วิธีหาเลขดัชนีตามฤดูกาลโดยวิธีนี้ ก็เพื่อกำจัด S และ I ให้เหลือ T.C จึงใช้การเฉลี่ยทั้งปี คือ อาจเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือน หรือ 4 ไตรมาศนั้นมารวมกันทีละ 2 รายการถัดลงมาเหมือนเดิม จากนั้นก็หารด้วย 24 ถ้าเป็นเดือน หรือหารด้วย 8 ถ้าเป็นไตรมาศ ก็จะได้ค่าเฉลี่ยที่ต้องการเป็นค่าที่กำจัด S และ I ออกแล้ว ฉะนั้นหลังจากหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แล้ว ค่าที่ได้ก็คือ T.C และเมื่อนำไปหาร Y จะได้

$$\frac{T.C.S.I}{T.C} = S.I$$

เมื่อได้ค่า S.I แล้วก็ทำการกำจัด I โดยหาค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน หรือแต่ละไตรมาศ แล้วนำค่าเฉลี่ยนั้นมาคูณด้วย 100 และหารด้วยค่าเฉลี่ยของผลรวมของค่าเฉลี่ยอีกทีหนึ่ง ค่าที่ได้คือค่าของเลขดัชนีตามฤดูกาล

ในการคำนวณเลขดัชนีตามฤดูกาลของการให้กู้ยืมเงินของธนาคารพาณิชย์นี้ เพื่อความเหมาะสมได้ใช้การหาเลขดัชนีตามฤดูกาลแบบเป็นสัดส่วนกับแนวโน้มมาคำนวณ