บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวิจัยเรื่อง แบบจำลองการพยากรณ์ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในครั้งนี้ จึงได้กำหนดรายละเอียดของระเบียบวิธีวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) แบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย 2) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย และ 3) วิธีการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

แบบจำลองสำหรับที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมของอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในครั้งนี้ ได้แก่ 1) การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Unit Root Test) 2) Vector Autoregression (VAR) 3) ทฤษฎีบทของเบส์ (Bayes' Rule) 4) การอนุมานแบบเบส์เซียน (Bayesian Inference) 5) Bayesian Vector Autoregression (BVAR) และ 5) Impulse Response Function (IRF)

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากฐานข้อมูล ทอมสันรอยเตอร์ (Thomson Reuters Data Feeds) โดยใช้ข้อมูลรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ของแต่ละประเทศ ได้แก่ 1) ประเทศไทย (Stock Exchange of Thailand SET Index: SET) 2) ประเทศฟิลิปปินส์ (Philippines Stock Exchange PSEi Index: PCOMP) 3) ประเทศมาเลเซีย (FTSE Bursa Malaysia KLCI Index: FBMKLCI) 4) ประเทศสิงคโปร์ (FTSE Straits Times Index: FSSTI) และ 5) ประเทศอินโดนีเซีย (Jakarta Stock Exchange Composite Index: JCI) ซึ่งแปลงให้อยู่ในรูปของผลตอบแทนที่อยู่ในรูปของลอการิทึม (Logarithmic Return) ตั้งแต่เดือนมกราคมปี พ.ศ. 2551 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 รวมทั้งสิ้น 3,075 ข้อมูล

3.3 วิธีการวิจัย

การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล เรื่อง แบบจำลองการพยากรณ์ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักด้วยกัน คือ 1) การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) 2) การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Bayesian Vector Autoregression (BVAR)

3) การเลือกแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสม และ 4) ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามก่อนการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับแบบจำลองดังกล่าวได้ ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการเตรียมข้อมูลนั้นจะอธิบายไว้ในส่วนท้ายของวิธีการวิจัย

3.3.1 การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR)

1) เขียนสมการ Vector Autoregression (VAR) ให้อยู่ในรูปเมทริกซ์

$$Y = XA + E, \tag{3.1}$$

โดยที่ Y คือ เมทริกซ์ขนาด 1×1 ของตัวแปรภายนอก

X คือ เมทริกซ์ขนาด 1×5 ของตัวแปรภายใน

A คือ เมทริกซ์ขนาด 5×1 ของค่าสัมประสิทธิ์

และ E คือ เมทริกซ์การกระจายปกติไม่มาตรฐาน (Matric-Variate Normal Distribution) ขนาด 1×5 ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (3.2)

$$E \sim MN(0, \Sigma \otimes I_T). \tag{3.2}$$

ในการศึกษาตัวแปรผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์อาเซียน-5 ซึ่งนำไปใช้ในแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เมทริกซ์ของตัวแปรที่ศึกษา ที่ใช้ในแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR)

Y	X	A
$[THAIL_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{11} \\ \vdots \\ A_{15} \end{bmatrix}$
$[PHILI_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{21} \\ \vdots \\ A_{25} \end{bmatrix}$
$[MALAY_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{31} \\ \vdots \\ A_{35} \end{bmatrix}$
$[SINGA_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{41} \\ \vdots \\ A_{45} \end{bmatrix}$
$[INDON_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{51} \\ \vdots \\ A_{55} \end{bmatrix}$

2) เลือกความล่า (Lag Length) ที่เหมาะสมโดยใช้สถิติทดสอบ ดังนี้

1. Akaike Information Criterion (AIC) (Akaike, 1974)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสม โดยแบบจำลองที่เหมาะสมจะให้ค่า AIC ต่ำที่สุด ซึ่ง AIC สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$AIC = 2k - 2\ln(L) \quad (3.3)$$

โดยที่ k คือ จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

L คือ ค่าของฟังก์ชันความเป็นไปได้สูงสุด (Maximized Value of Likelihood Function)

2. Schwarz Information Criterion (BIC) (Schwarz, 1978)

BIC เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสมที่มีความคล้ายคลึงกับ AIC อย่างไรก็ตาม BIC เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากสามารถใช้ในการเลือกระดับของแบบจำลองพาราเมทริกซ์ที่มีจำนวนพารามิเตอร์แตกต่างกันได้ โดยแบบจำลองที่เหมาะสมจะให้ค่า BIC ต่ำที่สุด BIC สามารถเขียนได้ดังนี้

$$-2\ln p(x|k) \approx BIC = -2\ln L + k\ln(n)$$
$$= n\ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + k\ln(n) \quad (3.4)$$

โดยที่ x คือ จำนวนข้อมูลที่พบ

n คือ จำนวนขนาดตัวอย่าง

k คือ จำนวนพารามิเตอร์อิสระที่ถูกประมาณค่า และในกรณีที่เป็นแบบจำลองถดถอยเชิงเส้น k คือ จำนวนการถอยและค่าคงที่

$p(x|k)$ คือ ความน่าจะเป็น (Probability) ของข้อมูลที่สังเกตได้เมื่อทราบจำนวนพารามิเตอร์ หรือความเป็นไปได้ (Likelihood) ของพารามิเตอร์เมื่อทราบชุดของข้อมูล

L คือ ค่าของฟังก์ชันความเป็นไปได้สูงสุด (Maximized Value of Likelihood Function)

3. Hannan-Quinn Information Criterion (HQC) (Hannan and Quinn, 1979)

HQC ถือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสม ซึ่งเป็นทางเลือกนอกเหนือจาก AIC และ BIC เช่นเดียวกับสถิติทดสอบ AIC และ BIC แบบจำลองที่เหมาะสมจะให้ค่า HQC ต่ำที่สุด สถิติทดสอบ HQC สามารถเขียนได้ดังนี้

$$HQC = n\ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2k\ln\ln(n) \quad (3.5)$$

โดยที่ k คือ จำนวนพารามิเตอร์

n คือ จำนวนขนาดตัวอย่าง

RSS คือ ผลรวมของส่วนที่เหลือกำลังสองจากการถดถอยเชิงเส้นหรือแบบจำลองทางสถิติอื่น ๆ

4) แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง VAR ณ Lag Length ที่เหมาะสม

5) วิเคราะห์ Impulse Response Function (IRF) ของแบบจำลอง VAR ณ Lag Length ที่เหมาะสม

3.3.2 การวิเคราห์ด้วยแบบจำลอง Bayesian Vector Autoregression (BVAR)

สำหรับวิธีการศึกษาหาแบบแบบจำลองสำหรับที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมของอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้วยแบบจำลอง Bayesian Vector Autoregression (BVAR) ในครั้งนี้ ใช้คุณสมบัติเบื้องต้นของทฤษฎีบทของเบส์ Bayes' rule (Bayes, 1718) ที่ใช้ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ก่อนหน้าในการพยากรณ์เพื่อเลือกข้อมูลให้ใกล้เคียงกับค่าในอนาคตของตัวแปรที่ศึกษามากที่สุด จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูง ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

กำหนดให้ $A_1, A_2, ..., A_5$ แทน ตัวแปรผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ $THAIL_t, PHILI_t, MALAY_t, \quad SINGA_t, INDON_t$ ตามลำดับ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ใด ๆ ในแซมเปิลสเปซ S (แซมเปิลสเปซ S แทน ผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์อาเซียน-5) ที่ไม่เกิดขึ้นร่วมกัน นั่นคือ

$$\bigcup_{i=1}^{5} A_i = S \tag{3.6}$$

และ $A_i \cap A_j \quad = \quad \phi$ เมื่อ $i \neq j$

และกำหนดให้ B เป็นเหตุการณ์ใด ๆ โดยที่ B แทน ผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ก่อนหน้า $THAIL_{t-i}, PHILI_{t-i}, MALAY_{t-i}, SINGA_{t-i}, INDON_{t-i}$ เมื่อ i แทน จำนวนค่าความล่า (Lag Length) และ i =1,2,3,.., n ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$THAIL_{t-i} = THAIL_{t-1}, THAIL_{t-2}, \ldots, THAIL_{t-n} \tag{3.7}$$

$$PHILI_{t-i} = PHILI_{t-1}, PHILI_{t-2}, \ldots, PHILI_{t-n} \tag{3.8}$$

$$MALAY_{t-i} = MALAY_{t-1}, MALAY_{t-2}, \ldots, MALAY_{t-n} \tag{3.9}$$

$$SINGA_{t-i} = SINGA_{t-1}, SINGA_{t-2}, \ldots, SINGA_{t-n} \tag{3.10}$$

$$INDON_{t-i} = INDON_{t-1}, INDON_{t-2}, \ldots, INDON_{t-n} \tag{3.11}$$

และ $B \subset S$ จากความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) สามารถเขียนค่าความน่าจะเป็นของผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ณ เวลา ปัจจุบัน (เหตุการณ์ A) เมื่อทราบผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ในอดีต (เหตุการณ์ B) ดังนี้

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \tag{3.12}$$

ดังนั้น
$$P(A \cap B) = P(A|B)P(B) \tag{3.13}$$

ทำนองเดียวกัน
$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \tag{3.14}$$

และได้ว่า
$$P(A \cap B) = P(B|A)\ P(A) \tag{3.15}$$

โดยที่
$$\begin{aligned} B &= A \cap B \\ &= (A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_5) \cap B \\ &= (A_1 \cap B) \cup (A_2 \cap B) \cup \ldots \cup (A_5 \cap B) \end{aligned} \tag{3.16}$$

ดังนั้น
$$\begin{aligned} P(B) &= P(A_1 \cap B) + P(A_2 \cap B) + \ldots + P(A_5 \cap B) \\ &= P(B|A_1)P(A_1) + P(B|A_2)P(A_2) + \ldots + P(B|A_5)P(A_5) \\ &= \sum_{i=1}^{5} P(B|A_i)P(A_i) \end{aligned} \tag{3.17}$$

ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) สามารถเขียนได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} P(A_k|B) &= \frac{P(A_k \cap B)}{P(B)} \\ &= \frac{P(B|A_k)P(A_k)}{\sum_{i=1}^{n} P(B|A_i)P(A_i)} \end{aligned} \tag{3.18}$$

ทั้งนี้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Bayesian Vector Autoregression (BVAR) สามารถแสดงได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) เขียนสมการ Vector Autoregression (VAR) ให้อยู่ในรูปเมทริกซ์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง VAR ดังนี้

$$Y = XA + E, \tag{3.19}$$

โดยที่ Y คือ เมทริกซ์ขนาด 1×1 ของตัวแปรภายนอก

X คือ เมทริกซ์ขนาด 1×5 ของตัวแปรภายใน

A คือ เมทริกซ์ขนาด 5×1 ของค่าสัมประสิทธิ์

และ E คือ เมทริกซ์การกระจายปกติไม่มาตรฐาน (Matric-variate Normal Distribution) ขนาด 1×5 ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (3.20)

$$E \sim MN(0, \Sigma \otimes I_T). \tag{3.20}$$

ในการศึกษาตัวแปรผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์อาเซียน-5 ซึ่งนำไปใช้ในแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) สามารถเขียนอยู่ในรูปเมทริกซ์ได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เมทริกซ์ของตัวแปรที่ศึกษา ที่ใช้ในแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR)

Y	X	A
$[THAIL_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{11} \\ \vdots \\ A_{15} \end{bmatrix}$
$[PHILI_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{21} \\ \vdots \\ A_{25} \end{bmatrix}$
$[MALAY_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{31} \\ \vdots \\ A_{35} \end{bmatrix}$
$[SINGA_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{41} \\ \vdots \\ A_{45} \end{bmatrix}$
$[INDON_t]$	$[THAIL_{t-i} \quad PHILI_{t-i} \quad MALAY_{t-i} \quad SINGA_{t-i} \quad INDON_{t-i}]$	$\begin{bmatrix} A_{51} \\ \vdots \\ A_{55} \end{bmatrix}$

2) เมื่อใช้คุณสมบัติของเมทริกซ์การกระจายปกติไม่มาตรฐาน จะได้ฟังก์ชันความเป็นไปได้ (Likelihood Function)

$$L(A, \Sigma) \propto |\Sigma|^{-\frac{1}{2}T} \exp\left\{-\frac{1}{2} tr\left[\Sigma^{-1}(Y - XA)'(Y - XA)\right]\right\} \tag{3.21}$$

3) กำหนดความน่าจะเป็นของการแจกแจงก่อนหน้าโดยใช้ค่าก่อนหน้าแบบ Minnesota ตามแนวคิดของ Doan, Litterman, and Sims (1984)

$$p(A, \Sigma) \propto |\Sigma|^{-\frac{M+1}{2}} \tag{3.22}$$

4) จะได้ความน่าจะเป็นของการแจกแจงภายหลังซึ่งถือว่าเป็นค่าการพยากรณ์ตามวิธีการของ BVAR

$$p(A, \Sigma | y) \propto |\Sigma|^{-\frac{1}{2}(T+M+1)} \exp\left\{-\frac{1}{2} tr\left[\Sigma^{-1}(Y - XA)'(Y - XA)\right]\right\} \tag{3.23}$$

5) เลือกความล่า (Lag Length) ที่เหมาะสมโดยใช้สถิติทดสอบ ดังนี้

1. Akaike Information Criterion (AIC) (Akaike, 1974)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสม โดยแบบจำลองที่เหมาะสมจะให้ค่า AIC ต่ำที่สุด ซึ่ง AIC สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$AIC = 2k - 2\ln(L) \tag{3.24}$$

โดยที่ k คือ จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

L คือ ค่าของฟังก์ชันความเป็นไปได้สูงสุด (Maximized Value of Likelihood Function)

2. Schwarz Information Criterion (BIC) (Schwarz, 1978)

BIC เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสมที่มีความคล้ายคลึงกับ AIC อย่างไรก็ตาม BIC เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากสามารถใช้ในการเลือกระดับของแบบจำลองพาราเมทริกซ์ที่มีจำนวนพารามิเตอร์แตกต่างกันได้ โดยแบบจำลองที่เหมาะสมจะให้ค่า BIC ต่ำที่สุด โดย BIC สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} -2\ln p(x|k) \approx BIC &= -2\ln L + k\ln(n) \\ &= n\ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + k\ln(n) \end{aligned} \tag{3.25}$$

โดยที่ x คือ จำนวนข้อมูลที่พบ

n คือ จำนวนขนาดตัวอย่าง

k คือ จำนวนพารามิเตอร์อิสระที่ถูกประมาณค่า และในกรณีที่เป็นแบบจำลองถดถอยเชิงเส้น k คือ จำนวนการถอยและค่าคงที่

$p(x|k)$ คือ ความน่าจะเป็น (Probability) ของข้อมูลที่สังเกตได้เมื่อทราบจำนวนพารามิเตอร์ หรือความเป็นไปได้ (Likelihood) ของพารามิเตอร์เมื่อทราบชุดของข้อมูล

L คือ ค่าของฟังก์ชันความเป็นไปได้สูงสุด (Maximized Value of Likelihood Function)

3. Hannan-Quinn Information Criterion (HQC) (Hannan and Quinn, 1979)

HQC ถือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสมที่เป็นทางเลือกนอกเหนือจาก Akaike Information Criterion (AIC) และ Schwarz Information Criterion (BIC) เช่นเดียวกับสถิติทดสอบ AIC และ BIC แบบจำลองที่เหมาะสมจะให้ค่า HQC ต่ำ ที่สุด สถิติทดสอบ HQC สามารถเขียนได้ดังนี้

$$HQC = n\ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2k\ln\ln(n) \tag{3.26}$$

โดยที่ k คือ จำนวนพารามิเตอร์

n คือ จำนวนขนาดตัวอย่าง

RSS คือ ผลรวมของส่วนที่เหลือกำลังสองจากการถดถอยเชิงเส้นหรือแบบจำลองทางสถิติอื่น ๆ

6) แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง BVAR ณ Lag Length ที่เหมาะสม

7) วิเคราะห์ Impulse Response Function ของแบบจำลอง BVAR ณ Lag Length ที่เหมาะสม

3.3.3 การเลือกแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสม

ในการเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมนี้ทำได้โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ในรูปแบบ In Sample Forecasting ของข้อมูลอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์อาเซียน-5 แต่ละประเทศ ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2551 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 มาใช้ในการคำนวณ เนื่องจากผลการทดสอบในรูปแบบ In Sample Forecasting ให้ผลการทดสอบที่ดีกว่าผลการทดสอบในรูปแบบ Out of Sample Forecasting (Inoue and Kilian, 2002) และใช้สถิติทดสอบ ดังนี้

1. Root Mean Squared Error (RMSE)

RMSE เป็นเครื่องมือทางสถิติที่พัฒนาจาก Mean Squared Error (MSE) ซึ่งเป็นหนึ่งในจำนวนหลายวิธีที่ใช้วัดความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของค่าพยากรณ์แบบเคอร์นอล (Kernal Density Estimator) กับค่าจริงที่เกิดขึ้น MSE เป็นฟังก์ชันความเสี่ยงที่คำนึงถึงค่าคาดหวังของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ทั้งนี้ค่า RMSE เกิดจากการถอดรากที่สองของ MSE ซึ่งจะทำให้ได้เครื่องมือทางสถิติที่มีหน่วยในการประมาณเดียวกันซึ่งมีความสะดวกในการเปรียบเทียบมากยิ่งขึ้น RMSE เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$\text{RMSE}=\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h}\left(\hat{y}_t - y_t\right)^2 / h} \tag{3.29}$$

โดยที่ j คือ จำนวนตัวอย่างของค่าพยากรณ์

และ j = $T+1, T+2, \ldots, T+h$ (3.30)

y_t คือ ข้อมูลจริง

$\hat{y}_t$ คือ ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์

2. Theil Inequality Coefficient

Theil Inequality Coefficient เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายรูปแบบหนึ่ง ทั้งนี้ Theil's U statistic จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้า Theil's U statistic มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้ไม่มีความถูกต้องแม่นยำในการพยากรณ์ ดังนั้นควรปรับขนาดให้เล็กลงให้อยู่ในรูปของค่าความคลาดเคลื่อน ค่าความแปรปรวน และค่าความแปรปรวนร่วม ซึ่งโดยปกติเมื่อนำค่าทั้งสามมารวมกันจะมีค่าเท่ากับ 1

$$U=\frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h}(\hat{y}_t - y_t)^2 / h}}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h}\hat{y}_t^2 / h}+\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h}y_t^2 / h}} \tag{3.31}$$

โดยที่	j	คือ	จำนวนตัวอย่างของค่าพยากรณ์	
และ	j	=	$T+1, T+2, \ldots, T+h$	(3.32)
	y_t	คือ	ข้อมูลจริง	
	$\hat{y}_t$	คือ	ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์	

3.3.4 ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองที่เหมาะสม

ทั้งนี้เมื่อได้แบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง VAR และแบบจำลอง BVAR ณ Lag Length ที่เหมาะสมแล้ว จึงสามารถนำผลการศึกษาดังกล่าวมาสรุปเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้

3.3.5 การเตรียมข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้มีขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาหาแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

1) เก็บข้อมูลดัชนีตลาดหลักทรัพย์อาเซียน-5 จำนวน 3,075 ข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิรายวัน แบบอนุกรมเวลา ตั้งแต่เดือนมกราคมปี พ.ศ. 2551 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 จากฐานข้อมูล ทอมสัน รอยเตอร์ (Thomson Reuters Data Feeds)

2) นำข้อมูลที่ได้มาแปลงให้อยู่ในรูปของผลตอบแทนซึ่งอยู่ในรูปลอการิทึม (Logarithmic Return) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$R_t^i = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \tag{3.33}$$

เมื่อ R_t^i คือ ผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ i ซึ่งอยู่ในรูปของลอการิทึม ณ เวลา t

P_t คือ ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ณ เวลา t

และ P_{t-1} คือ ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ณ เวลา $t-1$

จะได้สมการข้อมูลเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

$$R_t^{SET} = \ln\left(\frac{SET_t}{SET_{t-1}}\right) = THAIL_t \tag{3.34}$$

$$R_t^{PCOM} = \ln\left(\frac{PCOM_t}{PCOM_{t-1}}\right) = PHILI_t \tag{3.35}$$

$$R_t^{FBMKLCI} = \ln\left(\frac{FBMKLCI_t}{FBMKLCI_{t-1}}\right) = MALAY_t \tag{3.36}$$

$$R_t^{FSSTI} = \ln\left(\frac{FSSTI_t}{FSSTI_{t-1}}\right) = SINGA_t \tag{3.37}$$

$$R_t^{JCI} = \ln\left(\frac{JCI_t}{JCI_{t-1}}\right) = INDON_t \tag{3.38}$$

3) นำข้อมูลที่จะใช้ในแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา รายวัน จึงต้องนำมาทดสอบความนิ่งด้วยวิธียูนิทรูท ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 วิธี มีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบ Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) (Said & David, 1984)

None $$\Delta Y_t = \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{3.39}$$

Intercept $$\Delta Y_t = \alpha + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{3.40}$$

Trend and Intercept $$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.41}$$

โดย ΔY_t คือ ค่าการถดถอยในตัวเองลำดับที่หนึ่งของตัวแปรที่กำลังศึกษา

Y_t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่กำลังศึกษา ณ เวลา t

Y_{t-1} คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ เวลา t-1

$\alpha, \beta, \theta, \phi$ คือ ค่าคงที่ หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

t คือ ค่าแนวโน้มเวลา

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

จากสมการ None, Intercept และ Trend and Intercept สามารถนำมาเขียนเป็นสมการที่ใช้ทดสอบแบบ Augmented Dickey-Fuller ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 สมการ Augmented Dickey-Fuller ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	**สมการ Augmented Dickey-Fuller Test**
THAIL	None $\Delta \mathrm{THAIL}_t = \theta \mathrm{THAIL}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{THAIL}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.42)
	Intercept $\Delta \mathrm{THAIL}_t = \alpha + \theta \mathrm{THAIL}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{THAIL}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.43)
	Trend and Intercept $\Delta \mathrm{THAIL}_t = \alpha + \beta t + \theta THAIL_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$ (3.44)
PHILI	None $\Delta \mathrm{PHILI}_t = \theta \mathrm{PHILI}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{PHILI}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.45)
	Intercept $\Delta \mathrm{PHILI}_t = \alpha + \theta \mathrm{PHILI}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{PHILI}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.46)
	Trend and Intercept $\Delta \mathrm{PHILI}_t = \alpha + \beta t + \theta \mathrm{PHILI}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{PHILI}_{t-1} + \varepsilon_t$ (3.47)
MALAY	None $\Delta \mathrm{MALAY}_t = \theta \mathrm{MALAY}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{MALAY}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.48)
	Intercept $\Delta \mathrm{MALAY}_t = \alpha + \theta \mathrm{MALAY}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{MALAY}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.49)
	Trend and Intercept $\Delta \mathrm{MALAY}_t = \alpha + \beta t + \theta \mathrm{MALAY}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i MALAY_{t-1} + \varepsilon_t$ (3.50)
SINGA	None $\Delta SINGA_t = \theta SINGA_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{SINGA}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.51)
	Intercept $\Delta \mathrm{SINGA}_t = \alpha + \theta \mathrm{SINGA}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{SINGA}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.52)
	Trend and Intercept $\Delta \mathrm{SINGA}_t = \alpha + \beta t + \theta SINGA_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta SINGA_{t-1} + \varepsilon_t$ (3.53)
INDON	None $\Delta \mathrm{INDON}_t = \theta \mathrm{INDON}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{INDON}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.54)
	Intercept $\Delta \mathrm{INDON}_t = \alpha + \theta \mathrm{INDON}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta \mathrm{INDON}_{t-i} + \varepsilon_t$ (3.55)
	Trend and Intercept $\Delta \mathrm{INDON}_t = \alpha + \beta t + \theta INDON_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta INDON_{t-1} + \varepsilon_t$ (3.56)

จากสมการข้างต้นสามารถเขียนสมมติฐานตามแบบทดสอบ Augmented Dickey-Fuller Test ได้ดังนี้ (Enders, 1995)

$H_0 : \theta = 0$ (Non-stationay)

$H_1 : \theta < 0$ (Stationary)

ถ้ายอมรับสมมติฐานหลัก H_0 : $\theta = 0$ แสดงว่าตัวแปรที่กำลังศึกษา (Y_t) มียูนิทรูทหรือมีลักษณะไม่นิ่ง ในทางกลับกัน ถ้ายอมรับสมมติฐานรอง H_1 : $\theta < 0$ แสดงว่าตัวแปรที่กำลังศึกษา (Y_t) ไม่มียูนิทรูทหรือมีลักษณะนิ่ง ซึ่งข้อสรุปดังกล่าวได้มาจากการเปรียบเทียบค่า t-statistics ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dicky-Fuller ค่า t-statistics ที่จะนำมาทดสอบสมมติฐานในแต่ละรูปแบบนั้นจะต้องนำไปเปรียบเทียบกับตาราง Dicky-Fuller ณ ระดับต่างๆ ถ้าสามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีลักษณะนิ่ง หรือเป็น Integral of Order Zero แทนด้วย $Y_t \sim I(0)$

ในกรณีที่การทดสอบสมมติฐานพบว่า ตัวแปรที่ศึกษามียูนิทรูทหรือมีลักษณะไม่นิ่ง จะต้องนำค่า ΔX_t มาทำ Differencing จนกระทั่งสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า Y_t มีลักษณะไม่นิ่งได้ เพื่อทราบว่า Order of Integration (d) ว่าอยู่ในระดับใด [$Y_t \sim I(d); d > 0$] (Enders, 1995)

2. การทดสอบ Phillips-Perron (PP) (Phillips and Perron, 1988)

วิธีการทดสอบความนิ่งของข้อมูลหรือยูนิทรูทด้วยวิธีการของ Phillips-Perron เป็นวิธีการสำหรับสถิตินอนพาราเมทริกซ์ (Nonparametric Statistics) ที่ใช้ในการควบคุมความสัมพันธ์แบบอนุกรม (Serial Correlation) ในข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) วิธีการทดสอบของ Phillips-Perron ทำได้โดยการถดถอยสมการ (2.1) และสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.57}$$

ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูป None, Intercept และ Trend and Intercept ได้ดังนี้

None	ΔY_t	=	$\beta Y_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.58)
Intercept	ΔY_t	=	$\alpha + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.59)
Intercept and trend	ΔY_t	=	$\alpha + a_0 t + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.60)

จากสมการ None, Intercept, และ Trend and Intercept สามารถนำมาเขียนเป็นสมการที่ใช้ทดสอบแบบ Phillips-Perron ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.4 สมการ Phillips-Perron ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	**สมการ Phillips-Perron**		
THAIL	None	$\Delta \mathrm{THAIL}_t = \beta \mathrm{THAIL}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.61)
	Intercept	$\Delta \mathrm{THAIL}_t = \alpha + \beta \mathrm{THAIL}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.62)
	Trend and Intercept	$\Delta \mathrm{THAIL}_t = \alpha + a_0 t + \beta THAIL_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.63)
PHILI	None	$\Delta \mathrm{PHILI}_t = \beta \mathrm{PHILI}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.64)
	Intercept	$\Delta \mathrm{PHILI}_t = \alpha + \beta \mathrm{PHILI}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.65)
	Trend and Intercept	$\Delta \mathrm{PHILI}_t = \alpha + a_0 t + \beta PHILI_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.66)
MALAY	None	$\Delta \mathrm{MALAY}_t = \beta \mathrm{MALAY}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.67)
	Intercept	$\Delta \mathrm{MALATY}_t = \alpha + \beta \mathrm{MALAY}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.68)
	Trend and Intercept	$\Delta \mathrm{MALAY}_t = \alpha + a_0 t + \beta MALAY_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.69)
SINGA	None	$\Delta \mathrm{SINGA}_t = \beta \mathrm{SINGA}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.70)
	Intercept	$\Delta \mathrm{SINGA}_t = \alpha + \beta \mathrm{SINGA}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.71)
	Trend and Intercept	$\Delta \mathrm{SINGA}_t = \alpha + a_0 t + \beta SINGA_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.72)
INDON	None	$\Delta \mathrm{INDON}_t = \beta \mathrm{INDON}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.73)
	Intercept	$\Delta \mathrm{INDON}_t = \alpha + \beta \mathrm{INDON}_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.74)
	Trend and Intercept	$\Delta \mathrm{INDON}_t = \alpha + a_0 t + \beta THAIL_{t-1} + \varepsilon_t$	(3.75)

ในอกจากนั้น Phillips-Perron ยังทำการปรับปรุงค่า t-statistic ของค่าสัมประสิทธิ์ (γ_j) จากกระบวนการถดถอยในตัวเอง (AR(1)) ในสมการ (3.57) เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่อง โดยทำการแก้ไขปัญหาการเกิด Heteroskedasticity และ Autocorrelation ด้วยวิธีการของ Newey-West ดังนี้

$$\omega^2 = \gamma_0 + \sum_{u=1}^{q} \left(1 - \frac{u}{q+1}\right) \gamma_j \qquad (3.76)$$

$$\gamma_j = \frac{1}{T} \sum_{t=j+1}^{T} \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-j} \qquad (3.77)$$

โดย ω^2 คือ Newey-west Heteroskedasticity Autocorrelation Consistent Estimation

γ_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์จากกระบวนการถดถอยในตัวเอง (AR(1)) ในสมการ (3.57)

โดยค่า t-statistic ของ ฟิลลิป-เพอรอน คำนวณได้ดังนี้

$$t_{pp} = \frac{\gamma_0^{\frac{1}{2}} t_b}{\omega} - \frac{(\omega^2 - \gamma_0) T s_b}{2\omega s} \tag{3.78}$$

โดย t_{pp} คือ ค่าสถิติทดสอบ Phillips-Perron (PP-Test)

t_b คือ ค่า t-test ของ β

s_b คือ ค่า standard error ของ β

s คือ ผลทดสอบการถอยหลังของลำดับเลขผิดพลาด

q คือ Truncation lag

มีสมมติฐานดังนี้

H_0: ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่ศึกษา ณ เวลา t มีลักษณะไม่นิ่ง

H_1: ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่ศึกษา ณ เวลา t มีลักษณะนิ่ง

ข้อสรุปของสมมติฐานดังกล่าวพิจารณาได้โดย ถ้าค่าสถิติ Phillips-Perron (PP-Test) มากกว่า ค่าสถิติ Mackinnon (Mackinnon Statistics) จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่ศึกษา ณ เวลา t มีลักษณะนิ่ง ในทางกลับกันถ้าค่าสถิติทดสอบ Philips-Perron (PP-Test) น้อยกว่า ค่าสถิติ Mackinnon (Mackinnon Statistics) จะยอมรับสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่ศึกษา ณ เวลา t มีลักษณะไม่นิ่ง

3. การทดสอบ GLS-Dickey-Fuller (DF-GLS)(Elliott et al., 1996)

การทดสอบความนิ่งของข้อมูลหรือยูนิทรูทด้วยวิธี DF-GLS ซึ่งเป็นวิธีที่มีกำลังในการทดสอบความนิ่งของข้อมูลสูงกว่า การทดสอบ Augmented Dickey-Fuller (ADF, 1988) และการทดสอบ Phillips-Perron (Phllips-Perron, 1988) การทดสอบยูนิทรูทด้วยวิธี DF-GLS มีดังต่อไปนี้

$$\Delta Y_t^d = a_0 Y_t^d + a_1 \Delta Y_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta Y_{t-p}^d + \varepsilon_t \tag{3.79}$$

เมื่อ Y_t^d คือ Locally De-trend Series Y_t

$$Y_t^d = Y_t - B_0^* - B_1^* t \tag{3.80}$$

โดย $B_0^*, B_1^* t$ ได้มาจากการถดถอยของ y^* ด้วย z^*

$$y^* = [y_1, (1-\alpha^* L) y_2, \ldots, (1-\alpha^* L) y_T \tag{3.81}$$

$$z^* = [z_1, (1-\alpha^* L) z_2, \ldots, (1-\alpha^* L) z_T] \tag{3.82}$$

โดย L คือ Lag Operator

$\alpha^* = \frac{1+c^*}{T}$, $c^* = -7$ ในสมการที่มีค่าคงที่ และ $c^* = 13.5$ ในสมการแนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend) (3.83)

และ $z^{*} = (1,t)$ (3.84)

อย่างไรก็ดีการทดสอบยูนิทรูทด้วยวิธี DF-GLS Test สามารถเขียนให้อยู่ในรูป Intercept และ Intercept and Trend ได้ดังนี้

Intercept $\Delta Y_t^d = a_0 Y_t^d + a_1 \Delta Y_{t-1}^d + ... + a_p \Delta Y_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.85)

Intercept and Trend $\Delta Y_t^d = \alpha + a_0 Y_t^d + a_1 \Delta Y_{t-1}^d + ... + a_p \Delta Y_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.86)

จากสมการ None, Interceptม และ Trend and Intercept สามารถนำมาเขียนเป็นสมการที่ใช้ทดสอบแบบ GLS-Dickey-Fuller ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.5 สมการ GLS-Dickey-Fuller ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	**สมการ GLS-Dickey-Fuller**
THAIL	Intercept $\Delta THAIL_t^d = a_0 THAIL_t^d + a_1 THAIL_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta THAIL_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.87) Intercept and Trend $\Delta THAIL_t^d = \alpha + a_0 THAIL_t^d + a_1 THAIL_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta THAIL_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.88)
PHILI	Intercept $\Delta PHILI_t^d = a_0 PHILI_t^d + a_1 PHILI_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta PHILI_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.89) Intercept and Trend $\Delta PHILI_t^d = \alpha + a_0 PHILI_t^d + a_1 PHILI_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta PHILI_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.90)
MALAY	Intercept $\Delta MALAY_t^d = a_0 MALAY_t^d + a_1 MALAY_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta MALAY_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.91) Intercept and Trend $\Delta MALAY_t^d = \alpha + a_0 MALAY_t^d + a_1 MALAY_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta MALAY_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.92)
SINGA	Intercept $\Delta SINGA_t^d = a_0 SINGA_t^d + a_1 SINGA_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta SINGA_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.93) Intercept and Trend $\Delta SINGA_t^d = \alpha + a_0 SINGA_t^d + a_1 SINGA_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta SINGA_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.94)
INDON	Intercept $\Delta INDON_t^d = a_0 INDON_t^d + a_1 INDON_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta INDON_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.95) Intercept and Trend $\Delta INDON_t^d = \alpha + a_0 INDON_t^d + a_1 INDON_{t-1}^d + \ldots + a_p \Delta INDON_{t-p}^d + \varepsilon_t$ (3.96)

สมมติฐานการทดสอบ DF-GLS มีดังนี้

$H_0: a_0 = 0$ ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง

$H_1: a_0 \neq 0$ ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่ง

ถ้า a_0 มากกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบ DF-GLS สำหรับแบบจำลองที่มีแนวโน้มเข้าสู่เส้นตรง จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่ง หรือ I(d)= I(0)

ถ้า a_0 น้อยกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบ DF-GLS สำหรับแบบจำลองที่มีแนวโน้มเข้าสู่เส้นตรง จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลา มีลักษณะไม่นิ่ง หรือ I(d)= I(d) (Elliott, Thomas et al., 1996)

นอกจากนั้นข้อสรุปดังกล่าวสามารถพิจารณาได้จากค่า DFGLS t-ratio ถ้าค่า DFGLS t-ratio มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 และปฏิเสธสมมติฐานรอง H_1 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่กำลังศึกษา (Y_t) มีลักษณะไม่นิ่ง ในทางกลับกัน หากค่า DFGLS t-ratio มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่กำลังศึกษา (Y_t) มีลักษณะนิ่ง (Eview 4.1, 2002)

4. การทดสอบ Eliott-Rothenberg-Stock Point-Optimal (ERS) (Elliott et al., 1996)

การทดสอบยูนิทรูทด้วยวิธี ERS Point Optimal Test มีพื้นฐานมาจากกระบวนการ Quasi-differencing Regression ใช้ทดสอบเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย (Mean) หรือข้อมูลอนุกรมเวลามีแนวโน้มเข้าสู่เส้นตรง วิธีการทดสอบ ERS Point Optimal มีดังต่อไปนี้

$$d(y_t|a) = d(x_t|a)' \delta(a) + \varepsilon_t \tag{3.97}$$

เมื่อ $d(y_t|a)$ และ $d(x_t|a)$ คือ ข้อมูล Quasi-differenced สำหรับ y_t และ x_t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายอย่างอิสระและเหมือนกัน

y_t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

x_t คือ ค่าคงที่ หรือค่าคงที่ ที่มีแนวโน้มเวลา

$\delta(a)$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์

a: $a^* = (1-7)/T$ เมื่อ x_t คือ ค่าคงที่ [Intercept]

a: $a^{**} = (1-13.5)/T$ เมื่อ x_t คือ ค่าคงที่ ที่มีแนวโน้มเวลา [Intercept and Trend]

T คือ จำนวน Observation

จากสมการข้างต้นสามารถนำมาเขียนเป็นสมการที่ใช้ทดสอบแบบ Eliott-Rothenberg-Stock Point-Optimal ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาได้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.6 สมการ Eliott-Rothenberg-Stock Point-Optimal ของทุกตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	สมการ Eliott-Rothenberg-Stock Point-Optimal		
THAIL	Intercept	$d(THAIL_t \| a^*) = d(x_t \| a^*)' \delta(a^*) + \varepsilon_t$	(3.98)
	Intercept and Trend	$d(THAIL_t \| a^{**}) = d(x_t \| a^{**})' \delta(a^{**}) + \varepsilon_t$	(3.99)
PHILI	Intercept	$d(PHILI_t \| a^*) = d(x_t \| a^*)' \delta(a^*) + \varepsilon_t$	(3.100)
	Intercept and Trend	$d(PHILI_t \| a^{**}) = d(x_t \| a^{**})' \delta(a^{**}) + \varepsilon_t$	(3.101)
MALAY	Intercept (3.102)	$d(MALAY_t \| a^*) = d(x_t \| a^*)' \delta(a^*) + \varepsilon_t$	
	Intercept and Trend	$d(MALAY_t \| a^{**}) = d(x_t \| a^{**})' \delta(a^{**}) + \varepsilon_t$	(3.103)
SINGA	Intercept	$d(SINGA_t \| a^*) = d(x_t \| a^*)' \delta(a^*) + \varepsilon_t$	(3.104)
	Intercept and Trend	$d(SINGA_t \| a^{**}) = d(x_t \| a^{**})' \delta(a^{**}) + \varepsilon_t$	(3.105)
INDON	Intercept (3.106)	$d(INDON_t \| a^*) = d(x_t \| a^*)' \delta(a^*) + \varepsilon_t$	
	Intercept and Trend	$d(INDON_t \| a^{**}) = d(x_t \| a^{**})' \delta(a^{**}) + \varepsilon_t$	(3.107)

ยูนิทรูทด้วยวิธี ERS Point Optimal Test ใช้ค่าสถิติ P_T ในการทดสอบ ซึ่งสามารถแสดงด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$P_T = \frac{((SSR(a^*)) - (a^*)SSR(1))}{f_0} \qquad (3.108)$$

เมื่อ SSR คือ Residual Sum Squared

f_0 คือ การประมาณค่าความถี่ Zero Spectrum หรือ

$$f_0 = \sum_{j=-(T-1)}^{T-1} \gamma^*(j).k(\frac{j}{\tau}) \qquad (3.109)$$

โดย j คือ j-th Sample Autocovariance ของ ε_t

τ คือ Trancation lag ใน Covariance Weighting

$$\gamma^*(j) = \frac{\sum_{t=j-1}^{T}(\varepsilon_t \varepsilon_{t-j})}{T} \qquad (3.120)$$

T คือ จำนวน Observation

k คือ Kernel function

เมื่อ Bartlett : $[\,k(x) = [1-|x| \text{ if } |x| \leq 1, 0 =$ อื่น ๆ$]$

Parzen : $[1-6x^2+6|x|^3 \text{ if } 0 \leq |x| \leq (\frac{1}{2})$ และ

$2(1-|x|^3) \text{ if } (\frac{1}{2}) < |x| \leq 1, 0 =$ อื่น ๆ$]$

โดยที่ $k(x)$ คือ Quadratic spectral

$$k(x) = \frac{25}{12\pi^2x^2} \times \left[\frac{\sin(6\pi x/5)}{6\pi x/5} - \cos(6\pi x/5)\right] \qquad (3.121)$$

สมมติฐานการทดสอบ ERS Point Optimal Test มีดังนี้

$H_0 : \alpha = 1$ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่กำลังศึกษา (y_t)มีลักษณะไม่นิ่ง

$H_1 : \alpha \neq a^*$ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่กำลังศึกษา (y_t)มีลักษณะนิ่ง

ถ้าสถิติ P_T มากกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบสถิติ ERS ที่ได้จากการคำนวณ จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 : $\alpha = 1$ ดังนั้น สรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลา มีลักษณะไม่นิ่ง ในทางกลับกัน ถ้าสถิติ P_T น้อยกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบสถิติ ERS ที่ได้จากการคำนวณ จะยอมรับสมมติฐานรอง H_1 : $\alpha \neq a^*$ ดังนั้น สรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลา มีลักษณะนิ่ง ทั้งนี้การทดสอบยูนิทรูทด้วยวิธี ERS Point Optimal Test เหมาะสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่อย่างน้อย 50 ข้อมูลเป็นต้นไป (Elliott et al., 1996)

3.4 สรุป

สำหรับระเบียบวิธีวิจัยในบทที่ 3 นี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อดำเนินการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนวิธีการวิจัยที่อธิบายอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยวิธีการศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักด้วยกัน ทั้งนี้ได้นำ 1) การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) 2) การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Bayesian Vector Autoregression (BVAR) 3) การเลือกแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสม และ 4) ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองที่เหมาะสม ซึ่งถือเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์หลักของการวิจัยมานำเสนอไว้เป็นลำดับแรกเพื่อให้ได้ทราบถึงประเด็นสำคัญในการวิจัย ส่วนขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลนั้นผู้จัดทำได้นำเสนอไว้ในลำดับต่อมา สำหรับผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระเบียบวิธีวิจัยในบทที่ 3 นี้ จะกล่าวถึงในบทต่อไป