

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนโดยใช้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

FORECASTING EXCHANGE RATE WITH
HIDDEN MARKOV MODELS

โดย



T144241

วุฒิเชาวน์ เชิงทอง

WUTTICHOW CHOENGTHONG

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สุภกิจ นุตยะสกุล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี 10.9.71 แล. 2559

0:00264394
b.12816632
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาระดับ 2
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**FORECASTING EXCHANGE RATE WITH
HIDDEN MARKOV MODELS**



**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS OF THE COURSE
INDEPENDENT STUDY2
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1/2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2014

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองโครงการการศึกษาอิสระ 2 (Independent Study 2)

เรื่อง


การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนโดยใช้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

FORECASTING EXCHANGE RATE WITH
HIDDEN MARKOV MODELS

นาย วุฒิชาวน เขิงทอง
รหัสประจำตัว 55660724

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวិชา การศึกษาอิสระ 2 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.สุกกิจ นุตยะสกุล)


..... กรรมการสอบ
(ผศ.ดร.กิติ์สุชาติ พสุภา)


..... กรรมการสอบ
(ผศ.ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนโดยใช้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล
ผู้จัดทำ	นายวุฒิเชาวน์ เจริญทอง
รหัสนักศึกษา	55660724
สถานศึกษา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุภกิจ นุตยะสกุล

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเริ่มการใช้ระบบอัตราแลกเปลี่ยนแบบ ระบบลอยตัวภายใต้การจัดการทำให้ค่าเงินบาทเมื่อเทียบกับสกุลอื่นๆจะมีความผันผวนตามกลไกตลาด จึงทำให้นักลงทุนต้องคาดการณ์อัตราแลกเปลี่ยนล่วงหน้าเพื่อบริหารเงินในการลงทุนหรือทำธุรกรรมทางการเงิน จึงได้นำข้อมูลปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อค่าเงิน ได้แก่ คำนีคอลลาร์ อัตราดอกเบี้ยนโยบาย อัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน และ อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ มาแปลงข้อมูลเข้า และทำการแบ่งข้อมูลด้วย Window Sliding Algorithm ก่อนที่จะส่งให้ ฮิดเดนมาร์คอฟทำการทำนายผล โดยจากการทดลอง ได้มีการเปรียบเทียบค่าที่ทำนายได้กับค่าข้อมูลจริงด้วยกราฟเส้น พบว่า กราฟทั้งสองมีความใกล้เคียงกันอย่างมาก และเมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี MAPE พบว่า ค่าของ MAPE คือ 0.4451% ด้วยสถานะของโมเดลที่ 30

คำสำคัญ : Exchange rate, Hidden Markov Model, HMM, Forecasting Technique

Title FORECASTING EXCHANGE RATE WITH HIDDEN MARKOV
MODELS

Student Mr. Wuttichow Choengthong

Student ID. 555660724

Degree Master of Science

Program Information Technology

Major Information System Technology

Academic Year 2014

Advisor Dr.Supakit Nootyaskool

ABSTRACT

Thailand currently uses the exchange rate as Managed Float that is management exchange under controlling. A problem of the Manage Float is effect from changing of other currency that relates the marketing mechanisms. Investor generally forecasts the changing of the exchange rate in order to manage the investment and financial transactions. In this report, we design Hidden Markov Model (HMM) to predict the changing of the exchange rate by using fours factor data consisting Dollar Index, Policy Rate, Infraction Rate and Economic Growth being input to train the model. In addition, the input data is converted to observation and uses Windows Sliding Algorithm to split the data before training HMM. The result in this experiment we compare prediction data and actual data with Linear graph, they are closely. Moreover, result of MAPE is 0.4451% at 30 hidden states.

Keyword:Exchange rate, Hidden Markov Model, HMM, Forecasting Technique

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
สารบัญ.....	III
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII

บทที่ บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในโครงการ

2.1 อัตราแลกเปลี่ยน.....	3
2.1.1 อัตราดอกเบี้ยนโยบาย.....	4
2.1.2 ดัชนีคอตลาร์.....	4
2.1.2 อัตราเงินเพื่อพื้นฐาน.....	4
2.1.2 อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ.....	5
2.2 วิธีคิดอัตราแลกเปลี่ยน.....	5
2.2.1 การแลกเปลี่ยนบาทเป็นเงินต่างประเทศ.....	5
2.2.2 การแลกเปลี่ยนต่างประเทศเป็นเงินบาท.....	6
2.2.3 การแลกเปลี่ยนข้ามสกุล(Cross Rate).....	6
2.3 ข้อมูลอนุกรมเวลา.....	6
2.4 ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล (Hidden Markov Model).....	7
2.4.1 มาร์คอฟโมเดล (Markov Model).....	7
2.4.2 ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล (Hidden Markov Model).....	8
2.4.2.1 ส่วนประกอบของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล.....	8
2.4.2.2 ชนิดของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล.....	9

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4.2.3 ปัญหาพื้นฐานของฮิดเคนมาร์คอฟโมเดล	10
2.4.2.3 วิธีแก้ไขพื้นฐานของฮิดเคนมาร์คอฟโมเดล	11
2.5 ตารางแฮช (Hash Table)	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 ออกแบบการทดลอง	
3.1การจัดการข้อมูล.....	18
3.1.1 การแปลงข้อมูลดัชนีคอลดาร์	19
3.1.2 การแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบาย	19
3.1.3 การแปลงข้อมูลอัตราเงินเพื่อพื้นฐาน	20
3.1.4 การแปลงข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ.....	21
3.1.5 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลเข้า.....	21
3.2 กระบวนการของฮิดเคนมาร์คอฟโมเดลในการทดลอง	24
3.2.1 กระบวนการสอนเพื่อให้ฮิดเคนมาร์คอฟรู้จำ (Training Phase)	24
3.2.2 กระบวนการทำนายผล (Testing Phase)	25
3.2.3 การออกแบบขั้นตอนในการรู้จำและทำนายผล	25
3.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อแปลงค่าผลของการทำนาย.....	27
บทที่ 4 การทดลองและผลลัพธ์การทดลอง	
4.1การเตรียมทรัพยากรของการทดลอง	29
4.2ผลการทดลอง	29
4.2.1ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ N = 50	30
4.2.2ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ N = 40	31
4.2.3ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ N = 30	32
4.3การทดสอบสมมติฐาน	33
4.3.1ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ N = 50	33
4.3.2ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ N = 40	34
4.3.3ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ N = 30	35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	36

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	36
4.3 แนวทางการพัฒนาต่อ	36
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก.....	40



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางการเปรียบเทียบค่า MAPE ของแต่ละการทดลอง.....	17
3.1 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลดัชนีคอลถาร.....	19
3.2 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบาย.....	19
3.3 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราเงินเพื่อพื้นฐาน.....	20
3.4 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ.....	21
3.5 ภาษา และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการทดลอง.....	29
4.1 รายละเอียดของทรัพยากรในการทดลอง.....	33
4.2 ตารางเปรียบเทียบเวลาของแต่ละโทโปโลยีของฮิคเคนมาร์คอฟโมเดลที่ N=30.....	41
4.3 ตารางเปรียบเทียบค่า MAPE ของแต่ละโทโปโลยีของฮิคเคนมาร์คอฟโมเดลที่ N=30.....	42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนที่สามารถหาได้จากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทย	5
2.2 รูปแบบจำลองของลักษณะข้อมูลเวลา.....	6
2.3 การเปลี่ยนสถานะด้วยความน่าจะเป็น	7
2.4 แบบจำลองฟูลติคอนเนคโทโปโลยีโดยมี 4 สถานะ	9
2.5 แบบจำลองเลฟ-ไลโทโปโลยีโดยมี 4 สถานะ	9
2.6 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่า $\beta_i(i)$	12
2.7 ลำดับเหตุการณ์คำนวณร่วมกันระหว่างวิธี Forward และ Backward	14
2.8 ข้อมูลที่เก็บในตารางแฮช	15
2.9 การได้มาซึ่งตำแหน่งของข้อมูล	15
3.1 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลปัจจัยเป็นค่า Index ของตาราง.....	18
3.2 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลดัชนีดอลลาร์เป็นหมายเลข Index.....	19
3.3 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลอัตราอัตราเงินเพื่อพื้นฐาน	20
3.4 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบายเป็นหมายเลข Index.....	20
3.5 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นหมายเลข Index.....	21
3.6 ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลเลข 8 หลัก	21
3.7 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลและรวมข้อมูลเป็นรหัสเลข 8 หลัก	22
3.8 รูปแบบของ Hash Table.....	23
3.9 วิธีการนำข้อมูลเข้าสู่ Hash Table	23
3.10 ตัวอย่างวิธีการลดขนาดข้อมูลด้วย Hash table	24
3.11 Flow จำลองกระบวนการรู้จำของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล	24
3.12 Flow จำลองกระบวนการทดสอบ(ทำนายผล)ของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล.....	25
3.13 Flow จำลองขั้นตอนการ Training และ Testing.....	26
3.14 การจัดการข้อมูล O_T ด้วย Window Sliding Algorithm.....	26
3.15 ตัวอย่างการจัดเรียงข้อมูล $Index_n$ ควบคู่กับค่าเงินจริง	27
3.16 ตัวอย่างการจัดกลุ่มข้อมูลที่ $Index_n, n=3$	27
3.17 เก็บค่าเฉลี่ยสกุลเงินบาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯ ที่ $Index_3$	28
3.18 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลจากการพยากรณ์เป็นค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ.....	28
3.19 รายละเอียด Hash Table ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง	28

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.20 ภาพรวมของ โปรแกรมจัดการข้อมูลและ โปรแกรมคำนวณฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล.....	29
3.21 โปรแกรมการจัดการข้อมูล	30
3.22 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมจัดการข้อมูล	30
3.23 โปรแกรมการคำนวณฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล.....	31
3.24 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมคำนวณฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล	32
4.1 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ	34
4.2 กราฟแสดงค่า MAPEในแต่ละวัน.....	35
4.3 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ	36
4.4 กราฟแสดงค่า MAPEในแต่ละวัน.....	35
4.5 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ	36
4.6 กราฟแสดงค่า MAPEในแต่ละวัน.....	37
4.7 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ	37
4.8 กราฟแสดงค่า MAPEในแต่ละวัน.....	38
4.9 กราฟเปรียบเทียบผลการทำนายของทั้งสองโทโปโลยี	39
4.10 กราฟการเปรียบเทียบค่า MAPE ของทั้งสองโทโปโลยี.....	39
4.11การทำนายผลแล้วผลการทำนายได้ค่าความน่าจะเป็นคือ 0	40
4.12 ตัวอย่างการทำนายผลของรูปแบบ O_t	41
4.13 Code Class Stopwatch สำหรับจำลองเวลาการ Training และ Testing	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

นับตั้งแต่เมื่อ พ.ศ. 2540 ประเทศไทยเริ่มการใช้ระบบอัตราแลกเปลี่ยนแบบ ระบบลอยตัวภายใต้การจัดการทำให้ค่าเงินบาทเมื่อเทียบกับสกุลอื่น ๆ จะมีความผันผวนตามไต่ลาดตามอุปสงค์และอุปทาน ที่เชื่อมโยงกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจ การเคลื่อนย้ายทุนอัตราดอกเบี้ยเงินเพื่อ เสถียรภาพทางการเมือง และการแทรกแซงตลาด ทำให้ นักธุรกิจ หรือนักลงทุน คาดการณ์ได้ยากว่าจะบริหารจัดการการเงินในอนาคตอย่างไรเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้เงินในการลงทุนหรือทำธุรกรรมทางการเงินอย่างคุ้มค่าที่สุด

ดังนั้นจึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะทำการทดลองการทำนายอัตราแลกเปลี่ยน โดยใช้ทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model) ซึ่งเป็นหนึ่งในส่วนของทฤษฎีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อให้ นักลงทุนหรือผู้ที่สนใจนำไปพัฒนาต่อเป็นเครื่องมือ สำหรับการคาดการณ์หรือการวิเคราะห์ค่าเงินล่วงหน้าเพื่อนำมาวางแผนการในการลงทุนหรือทำธุรกรรมทางการเงินได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 ศึกษาทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ทางการเงินและปัจจัยที่ต่างๆมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยนทางการเงิน ได้แก่ ดัชนีดอลลาร์ อัตราดอกเบี้ยนโยบาย อัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน และ อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการพยากรณ์
- 1.2.2 ศึกษาทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model) เพื่อใช้ในการพยากรณ์ และ เปรียบเทียบผลของการพยากรณ์ กับค่าข้อมูลจริงว่ามีความใกล้เคียงหรือไม่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model) และศึกษาทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ทางการเงิน แล้วนำปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าเงินบาทที่สนใจมาแปลงเป็นลำดับข้อมูลเข้า(Observation sequence)เพื่อนำเข้าสู่ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลโดยจำทำการสอน(Training)จากนั้นระบบจะต้องสามารถทำนายค่าเงินบาทได้ใกล้เคียงหรือตรงกับข้อมูลจริง(Actual Data)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้รับความรู้ด้านเศรษฐศาสตร์ทางการเงิน
- 1.4.2 ได้รับความรู้จากทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model)แบบต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์
- 1.4.3 สามารถใช้ผลลัพธ์จากการพยากรณ์นำมาเป็นแนวทางเพื่อให้นักธุรกิจ หรือนักลงทุน บริหารจัดการธุรกรรมทางการเงินต่างๆ
- 1.4.4 สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่จะศึกษาต่อไปในอนาคต

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model)
- 1.5.2 ศึกษาทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ทางการเงินเพื่อหาปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าเงินบาท
- 1.5.3 เลือกปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าเงินบาท
- 1.5.4 ศึกษาวิธีการนำข้อมูลจากปัจจัยที่เลือก นำมาแปลงข้อมูลค่าลำดับการสังเกต (Observation Sequence)เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณของทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model)
- 1.5.5 นำข้อมูลที่แปลงเป็นข้อมูลค่าลำดับการสังเกต (Observation Sequence) นำเข้าสู่ระบบเพื่อทำการสอน(Training)
- 1.5.6 นำผลการพยากรณ์(Prediction data) มาพลอตกราฟเส้น(Line Graph) เพื่อเทียบกับค่าข้อมูลจริง(Actual data) ว่ามีความใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด พร้อมกับตรวจสอบค่าความผิดพลาดด้วยวิธี Mean Absolute Percent Error (MAPE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำงานซึ่งประกอบไปด้วยทฤษฎีอัตราการแลกเปลี่ยน การเลือกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการแลกเปลี่ยนเพื่อนำมาทำเป็นค่าลำดับข้อมูลการสังเกต(Observation Sequence) วิธีการคิดอัตราแลกเปลี่ยน ข้อมูลอนุกรมเวลา ทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล(Hidden Markov Model) โครงสร้างแบบแฮช(Hash Table)และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดของทฤษฎีที่จะนำเสนอมีดังนี้

2.1 อัตราการแลกเปลี่ยน

อัตราการแลกเปลี่ยน คือ การเทียบค่าของเงินสกุลหนึ่งกับอีกสกุลหนึ่งหรือสกุลอื่นๆ ในประเทศไทยมีสกุลเงินประจำชาติที่เรียกว่า “ค่าเงินบาท” ดังนั้นเมื่อต้องการทำการแลกเปลี่ยนจากเงินบาทเป็นเงินต่างประเทศจะต้องทำการเปรียบเทียบค่าเงินระหว่าง ค่าเงินบาทกับสกุลเงินต่างประเทศที่ต้องการจะแลกเปลี่ยน

ปัจจุบันประเทศไทยได้ใช้ระบบอัตราแลกเปลี่ยนแบบ ระบบอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวที่มีการจัดการ (Managed Float) (ธนินท์รัฐรัตนพงศ์ภิญโญ,2553)คือ การที่ปล่อยให้อัตราค่าเงินบาทเปลี่ยนแปลงไปตามอุปสงค์และอุปทานของตลาดเงินตราต่างประเทศ โดยธนาคารแห่งประเทศไทยจะคอยดูแลไม่ให้ค่าเงินบาทผันผวนมากเกินไป เช่น จะแทรกแซงเมื่อจำเป็นถ้าหากค่าเงินบาทผันผวนมากๆ โดยธนาคารแห่งประเทศไทยจะเข้าซื้อหรือขายเงินดอลลาร์สหรัฐฯ เป็นต้น

นอกจากนี้การผันผวนของค่าเงินบาทที่เป็นไปตามกลไกอุปสงค์และอุปทานของตลาดเงิน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อตรงต่อการขึ้นหรือลงของอัตราแลกเปลี่ยน เช่น ถ้านักลงทุนต่างชาติต้องการมาลงทุนในประเทศไทย จะต้องทำการแลกเปลี่ยนเป็นเงินบาทก่อน ซึ่งกรณีนี้จะทำให้เงินบาท มีความต้องการที่สูงทำให้ค่าเงินบาทแข็งค่า(หรือ ค่าเงินแพงขึ้น)ขึ้น และทำให้เงินต่างประเทศอ่อน(ค่าเงินถูก)ค่าลง หรือในทางตรงกันข้าม ถ้าหากนักลงทุนต่างชาติถอนการลงทุนจากประเทศไทย นั้นหมายความว่า นักลงทุนต้องการที่จะ แลกจากเงินบาทไทยเป็นสกุลเงินต่างประเทศ ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้ค่าเงินสกุลต่างประเทศมีความต้องการมากขึ้น ส่งผลให้ค่าสกุลเงินต่างประเทศแพงขึ้น แต่ค่าเงินบาทไทยจะอ่อนลง เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยต่างๆที่จะเชื่อมโยงกับการผันผวนของอัตราการแลกเปลี่ยนในตลาดเงินอย่างมากมาย แต่ในการทดลองนี้จะทำการเลือก 4 ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการผันผวนของค่าเงินบาทเพื่อนำมาทำการทดลอง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 อัตราดอกเบี้ยนโยบาย (Policy Rate)

คือ ดอกเบี้ยที่ธนาคารกลางของแต่ละประเทศเป็นผู้กำหนดขึ้นโดยในประเทศไทย จะถูกกำหนดโดยคณะกรรมการนโยบายการเงิน(กนง.)ซึ่งเป็นหนึ่งในคณะกรรมการของธนาคารแห่งประเทศไทย(ทีมกลยุทธ์นโยบายการเงินฯ)โดยแต่เดิมจนถึงวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2550 กนง. ใช้กำหนดอัตราดอกเบี้ยซื้อคืนพันธบัตร 14 วัน เป็นดอกเบี้ยนโยบาย ต่อมาตั้งแต่ 17 มกราคม 2550 จนถึงปัจจุบัน กนง. ได้ เปลี่ยนมาใช้อัตราดอกเบี้ยซื้อคืนพันธบัตร 1 วัน เป็นอัตราดอกเบี้ยนโยบาย แทน

อัตราดอกเบี้ยนโยบายเป็นเครื่องมือที่ใช้บังคับถึงนโยบายทางการเงิน การที่อัตราดอกเบี้ยนโยบายมีการปรับตัวที่สูงขึ้นหรือลดลงย่อมมีผลให้ อัตราดอกเบี้ยอื่นๆมีผลกระทบไปด้วย และนอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่ออัตราแลกเปลี่ยนเพราะเนื่องจาก ถ้าอัตราดอกเบี้ยนโยบายมีค่าสูงขึ้นทำให้อัตราดอกเบี้ยในตลาดเงินย่อมมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วยจึงทำให้ดึงดูดเงินทุนจากต่างประเทศ เข้ามาประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นเพื่อแสวงหาผลประโยชน์จากอัตราดอกเบี้ยจึงทำให้ค่าเงินบาทแข็งเพราะเป็นที่ต้องการของนักลงทุน

2.1.2 ดัชนีดอลลาร์ (Dollar Index)

คือ ดัชนีที่ใช้เงินดอลลาร์สหรัฐเทียบกับ 6 สกุลเงินหลักของโลก(ดอลลาร์ สวิตเซอร์แลนด์, ยูโร(EUR) เยน(JPY) ปอนด์สเตอร์ลิง(GBP) ดอลลาร์แคนาดา(CAD) โกลด์มัน สวีดิช(SEK)และ ฟรังก์สวิส(CHF) โดยค่าดัชนีดอลลาร์เป็นเครื่องมือที่สะท้อนถึงทิศทางของค่าเงินดอลลาร์สหรัฐ เพราะเนื่องจากเป็นเงินสกุลหลักที่ใช้ในการลงทุนระหว่างประเทศ หรือใช้วัดผลการดำเนินงานในรูปแบบของสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐ รวมถึงผลตอบแทนจากค่าเงิน โดยจะพิจารณาทิศทางเคลื่อนไหวของค่าเงินดอลลาร์สหรัฐ ถ้าหากดัชนีดอลลาร์ มีค่าน้อยลงเรื่อยๆอย่างต่อเนื่องนั้นหมายความว่าค่าเงินดอลลาร์สหรัฐอ่อนลงค่าเงินประเทศอื่นๆแข็งขึ้นส่งผลให้การลงทุนในต่างประเทศในประเทศที่ค่าเงินแข็งจะได้ผลตอบแทนจากค่าเงินรวมถึงผลตอบแทนโดยรวมเพิ่มขึ้นทำให้เกิด กระแสเงินทุน(Fun Flow)ไหลเข้าประเทศดังกล่าว ซึ่งตรงกันข้ามกับ หากค่าดัชนีดอลลาร์ มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆหมายความว่าค่าเงินดอลลาร์สหรัฐแข็งค่าจะส่งผลตรงกันข้ามคือ ผลตอบแทนจากค่าเงินและผลตอบแทนโดยรวมลดลง จึงทำให้กระแสเงินทุน(Fun Flow)ไหลออกจากประเทศต่างๆกลับเข้าสหรัฐ

2.1.3 อัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน(Core Inflation)

คือ การวัดการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาสินค้าและบริการทั่วไปโดยหักสินค้ากลุ่มอาหารสด (Bank of Thailand) เพราะราคามีความผันผวนตามฤดูกาล และสินค้ากลุ่มพลังงาน เนื่องจากสินค้า 2 กลุ่มมีความผันผวนในเวลาระยะสั้น ทำให้ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงค่าเงินเฟ้อ

ทั่วไปได้ชัดเจนเท่าที่ควรดังนั้นเมื่อตัดสินค้าทั้ง 2 ชนิดออกแล้วจะเหลือเพียงสินค้าที่ผันผวนตามกลไกของตลาด ซึ่งจะสามารถวัดค่าเงินเพื่อพื้นฐานของระบบเศรษฐกิจได้

2.1.4 อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ(GDP Growth)

คือ การวัดความสามารถในการผลิตสินค้าและบริการเพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคที่รายได้เพิ่มขึ้นที่แท้จริง(วรัถลักษณ์ หิมะกลัศ) โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงของ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ(GDP) และ ผลผลิตมวลรวมประชาชาติ(GNP)

2.2 วิธีคิดอัตราแลกเปลี่ยน

ในการคิดอัตราแลกเปลี่ยนจำเป็นต้องใช้ข้อมูลซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลอัตราซื้อ หมายถึง ราคาที่ธนาคารพาณิชย์จะซื้อเงินตราต่างประเทศสกุลต่างๆจากลูกค้า การซื้อจะแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่ ตัวเงินและเงิน โอนข้อมูลอัตราขาย หมายถึง ราคาที่ธนาคารพาณิชย์ขายเงินตราต่างประเทศสกุลต่างๆให้กับลูกค้า โดยข้อมูลอัตราทั้งสองสามารถเข้าถึงได้จากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย ดังภาพที่ 2.1 หรือสามารถหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ธนาคารพาณิชย์อื่นๆ

อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ประจำวันที่ 27 พฤศจิกายน 2556

อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่างธนาคาร = 32.080 บาท ต่อ 1 ดอลลาร์ สหรัฐ

1. อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศพาณิชย์ซื้อขายกับลูกค้า

(บาท ต่อ 1 หน่วยเงินตราต่างประเทศ)

ประเทศ	สกุลเงิน	อัตราซื้อตัวเงิน		อัตราขายตัวเงิน
		ตัวเงิน	เงินโอน	
สหรัฐอเมริกา	USD	31.8310	31.9282	32.2064
สหราชอาณาจักร	GBP	51.4533	51.6163	52.3135
ยูโรโซน	EUR	43.0881	43.2063	43.8129
ญี่ปุ่น (ต่อ 100 เยน)	JPY	31.2278	31.3245	31.9076
ฮ่องกง	HKD	4.0918	4.1082	4.1652
มาเลเซีย	MYR	9.7583	9.7966	10.1083
สิงคโปร์	SGD	25.2861	25.3665	25.8447
บรูไนดารุสซาลาม	BND	24.8325	25.2522	25.8908
ฟิลิปปินส์	PHP	0.7092	0.7205	0.7481
อินโดนีเซีย (ต่อ 1000 รูเปีย)	IDR	2.4924	2.5125	2.9123
อินเดีย	INR	0.4566	0.4807	0.5494
สวิสเซอร์แลนด์	CHF	34.9658	35.0614	35.6402
ออสเตรเลีย	AUD	28.8789	28.9692	29.5149
นิวซีแลนด์	NZD	25.9267	26.0119	26.4873
ปากีสถาน	PKR	0.2820	0.2870	0.3070

ภาพที่ 2.1 ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนที่สามารถเข้าถึงได้จากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย,2556)

2.2.1 การแลกเปลี่ยนเงินบาทเป็นเงินต่างประเทศ

ในกรณีที่เรามีเงินสกุลเงินบาทแต่ต้องการที่จะแลกเปลี่ยน(ซื้อ)สกุลเงินต่างประเทศโดยจะสามารถคำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สกุลเงินต่างประเทศที่ต้องการ} = \frac{\text{จำนวนเงินบาท} \times \text{อัตราส่วน}}{\text{ข้อมูลอัตราขายของสกุลเงินที่ต้องการ}} \quad (2.1)$$

2.2.2 การแลกเปลี่ยนต่างประเทศเป็นเงินบาท

กรณีที่เราถือเงินสกุลต่างประเทศแต่ต้องการที่จะแลกเปลี่ยน(ซื้อ)สกุลเงินบาท โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{เงินบาทที่จะได้รับ} = \frac{\text{จำนวนเงินต่างประเทศที่ถือ} \times \text{ข้อมูลอัตราซื้อของสกุลเงินที่ถือ}}{\text{อัตราส่วน}} \quad (2.2)$$

2.2.3 การแลกเปลี่ยนข้ามสกุล(Cross Rate)

คือ การแลกเปลี่ยนสกุลเงิน 2 สกุลโดยเปรียบเทียบกับเงินสกุลที่สามที่เป็นเงินสกุลหลักของโลก โดยส่วนมากจะนำมาเทียบกับสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐฯ เพราะว่าตลาดเงินส่วนใหญ่มักจะทำธุรกรรมการเงินผ่านเงินสกุลดอลลาร์สหรัฐฯ โดยในการคำนวณแบบการแลกเปลี่ยนข้ามสกุลสามารถคำนวณได้จากสมการ(เกสร หอมขจร)

$$\frac{\text{เงินสกุลA/เงินสกุลB}}{\text{Currency-A / USD(\$)}} = \frac{\text{Currency-B / USD(\$)}}{\text{Currency-B / USD(\$)}} \quad (2.3)$$

2.3 ข้อมูลอนุกรมเวลา

คือข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้ในช่วงระยะเวลาที่เท่ากันและต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆเป็นระยะเวลานาน (ศรีสกุลแสงสุวรรณ และ สุชาสมานชาติ,2551) โดยข้อมูลอนุกรมเวลาสามารถนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆเช่น ประยุกต์ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำมาวางแผนหรือพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยลักษณะของข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบดังภาพที่2.2

t_1	t_2	...	t_{i-1}	t_i	t_{i+1}
-------	-------	-----	-----------	-------	-----------

ภาพที่2.2รูปแบบจำลองของลักษณะข้อมูลเวลา

โดยจะเลือกข้อมูล ณ ช่วงเวลาใดช่วงหนึ่งจนถึงข้อมูลค่าสุดท้าย ณ เวลานั้น(t_i) เพื่อพยากรณ์หาข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต(t_{i+1})

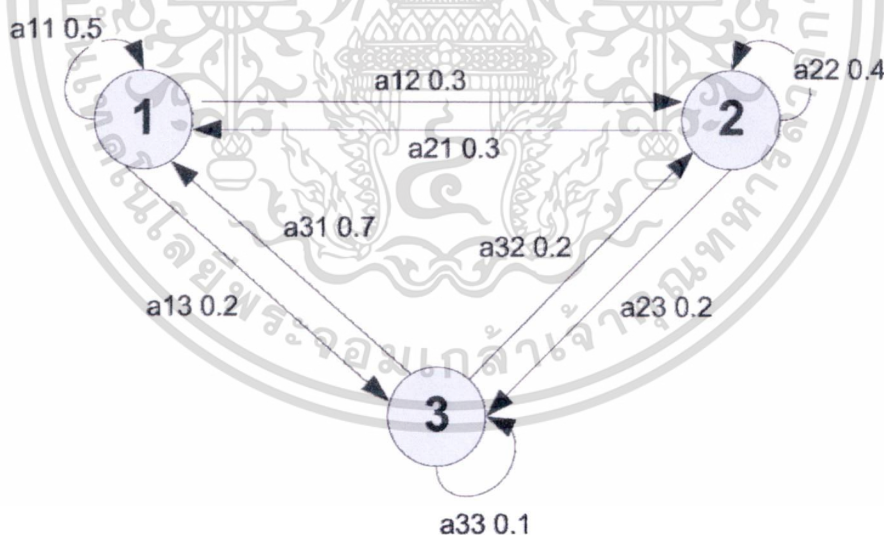
2.4 ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล (Hidden Markov Model)

ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลเป็นหนึ่งในทฤษฎีของปัญญาประดิษฐ์ประเภท การเรียนรู้แบบมีผู้สอน(Supervised Learning) คือจะมีการนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการสอน(Training)ให้ฮิดเดนมาร์คอฟจำค่าพารามิเตอร์ต่างๆแล้วจึงพยากรณ์ผล(Testing)ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่สูงที่สุด

ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลเกิดจาก กระบวนการมาร์คอฟโมเดล (ปกณเฑาะเจริณ และ อังกฤษ เอี่ยมอาภรณ์, 2552) ที่ถูกพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถโดยการเพิ่มในส่วนของการซ่อนการเปลี่ยนแปลงของสถานะ ด้วยข้อมูลบังจัยทางอ้อม หรือเรียกอีกอย่างว่า ลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation sequence) โดยรายละเอียดของทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลจะอ้างอิงจาก Lawrence R. Rabiner, 1989 ทั้งหมดเพราะเนื่องจากเป็นผู้ที่เรียบเรียงการสอนฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลและนำมาประยุกต์ใช้กับ การรู้จำเสียงของมนุษย์(Speech Recognition) โดยรายละเอียดของทั้ง 2 ทฤษฎีนี้จะแบ่งอธิบายเป็นหัวข้อต่อไป

2.4.1 มาร์คอฟโมเดล (Markov Model)

คือโมเดลที่ไม่สามารถรู้การเปลี่ยนสถานะที่แน่นอนจากหนึ่งไปยังสถานะอื่นได้ จะรู้เพียงแค่ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะอื่นหรือเปลี่ยนกลับมาที่สถานะเดิมด้วยค่าความน่าจะเป็นเท่าไร



ภาพที่ 2.3 การเปลี่ยนสถานะด้วยความน่าจะเป็น

จากภาพที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าเส้นทุกเส้นที่ออกจากสถานะแต่ละสถานะเมื่อนำค่าความน่าจะเป็นรวมกันจะต้องได้ 1 เสมอ และสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ A ได้โดย

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.2 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้าสมมุติให้เมตริกซ์ A เป็นโมเดลสภาพอากาศโดยที่ สถานะที่ 1 คือ ฝน สถานะที่ 2 คือ เมฆ สถานะที่ 3 คือ แดด ถ้าอากาศวันแรก($t=1$)คือ แดด เราจะหาความน่าจะเป็นของอากาศในอีก 3 วันข้างหน้า (O) คือ แดด ฝน แดด โดยมีค่าเริ่มต้นของสถานะ $\pi_{\text{แดด}}=1$ จะได้

$$P(O|\text{Model})=1(0.1)(0.7)(0.2) \\ =0.014 \quad (2.5)$$

2.4.2 อิดเดนมาร์คอฟโมเดล (Hidden Markov Model)

คือ การเพิ่มข้อจำกัดของมาร์คอฟโมเดลคือการทำที่เราจะไม่สามารถสังเกตเห็นกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงของสถานะได้โดยจะต้องสังเกตจากเหตุการณ์อื่นๆที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสถานะ เช่น ในการทอยเหรียญ 1 เหรียญเราจะไม่เห็นผลลัพธ์ในการทอยเหรียญว่าออกหัวหรือก้อยจะเห็นเพียงแค่รูปเหรียญเท่านั้นซึ่งเราอาจจะดูที่สีหน้าของผู้ทอยเพื่อคาดเดาว่าเหรียญจะออกในหน้าใด เป็นต้น

2.4.2.1 ส่วนประกอบของอิดเดนมาร์คอฟโมเดล

อิดเดนมาร์คอฟโมเดลมีพารามิเตอร์ที่เป็นส่วนประกอบในการสร้างลำดับข้อมูลการสังเกตได้ดังนี้

N คือ จำนวนของสถานะในโมเดล

M คือ จำนวนชนิดข้อมูลการสังเกต (Observation symbol) ต่อหนึ่งสถานะ

S คือ จำนวนสถานะต่างๆ โดยที่ $S=\{S_1, S_2, \dots, S_N\}$

Q คือ $\{q_t\}$ การที่สถานะอยู่ในช่วงเวลา t

T คือ จำนวนของลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation Sequence)

V คือ จำนวนข้อมูลการสังเกต โดยที่ $V=\{V_1, V_2, \dots, V_M\}$

A คือ $\{a_{ij}\}$ การกระจายค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะ โดยที่

$$a_{ij}=P[q_{t+1}=S_j|q_t=S_i], \quad 1 \leq i, j \leq N \quad (2.6)$$

B คือ $\{b_j(k)\}$ การกระจายความน่าจะเป็นของค่าข้อมูลการสังเกต โดยที่

$$b_j(k) = P[V_k \text{ ที่เวลา } t | q_t = S_j], \quad 1 \leq j \leq N \\ 1 \leq k \leq M \quad (2.7)$$

π คือ $\{\pi_i\}$ การกระจายค่าเริ่มต้นของสถานะ โดยที่

$$\pi_i = P[q_1 = S_i], \quad 1 \leq i \leq N \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Λ คือ $\lambda=[A, B, \pi]$ การเขียนแบบย่อของค่าพารามิเตอร์ต่างที่เป็นส่วนประกอบของโมเดล

2.4.2.2 ชนิดของฮิตเดนมาร์คอฟโมเดล

- แบบจำลองฟูลลีคอนเนคโทโปโลยี (Fully connect topology)



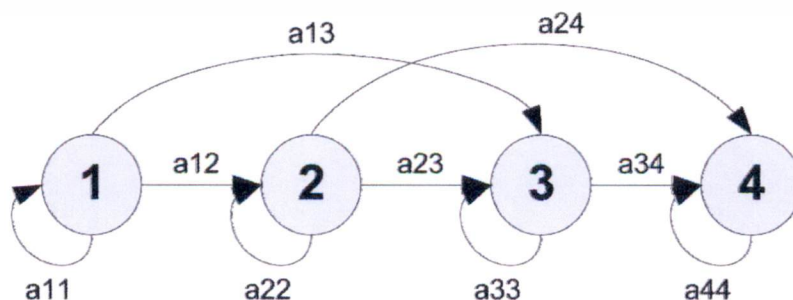
ภาพที่ 2.4 แบบจำลองฟูลลีคอนเนคโทโปโลยีโดยมี 4 สถานะ

แบบจำลองฟูลลีคอนเนคโทโปโลยี มีลักษณะคือ การที่สถานะหนึ่งในโมเดลสามารถย้ายไปสถานะอื่นๆทุกสถานะรวมถึงสามารถย้ายกลับมาสถานะเดิมได้ในโมเดล จากภาพที่ 2.4 กำหนดให้มี 4 สถานะ $N=4$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูป เมตริกซ์ A ที่มี a_{ij} ได้ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

โดยที่ค่าของ a_{ij} ภายในแถวของแต่ละแถวในเมตริกซ์ A เมื่อรวมกันแล้วจะต้องได้ $=1$ เช่น $a_{11}+a_{12}+a_{13}+a_{14}=1$

- แบบจำลองเลฟ-ไรต์ โทโปโลยี (Left-Right topology)



ภาพที่ 2.5 แบบจำลองเลฟ-ไรต์ โทโปโลยีโดยมี 4 สถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองเลฟ-ไลโทโพลีคือแบบจำลองที่สถานะเริ่มต้นมีการเปลี่ยนสถานะจากซ้ายไปขวา(หรือเปลี่ยนวนกลับกลับมาสถานะเดิมจากภาพที่ 2.5) ดังนั้นจึงมีสัมประสิทธิ์การย้ายสถานะดังนี้

$$a_{ij}=0, j < i \quad (2.10)$$

จะเห็นได้ว่าจะไม่มีการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะที่ต่ำกว่าสถานะปัจจุบัน และนอกจากนี้ค่าความน่าจะเป็นของสถานะเริ่มต้นมีคุณสมบัติคือ

$$\pi_{ij} = \begin{cases} 0, & i \neq 1 \\ 1, & i = 1 \end{cases} \quad (2.11)$$

ลำดับของสถานะจะต้องเริ่มจาก 1 เสมอ และแบบจำลอง เลฟ-ไลโทโพลี มีกฎข้อบังคับในการเปลี่ยนสถานะเพื่อไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงของดัชนีสถานะมากเกินไป คือ

$$a_{ij}=0, j < i + \Delta \quad (2.12)$$

จากภาพที่ 2.5 ถ้า $\Delta=2$ หมายถึงว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะมากกว่า 2 สถานะ โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ A ได้ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ 0 & 0 & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & a_{44} \end{bmatrix}$$

โดยสัมประสิทธิ์ตัวสุดท้ายของโมเดลจะได้

$$a_{NN}=1 \quad (2.13)$$

$$a_{Ni}=0, i < N \quad (2.14)$$

2.4.2.3 ปัญหาพื้นฐานของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลมีปัญหาพื้นฐาน 3 ประการได้แก่

ปัญหาที่ 1 กำหนดให้ค่าลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation sequence) $O=\{O_1, O_2, \dots, O_t\}$ และแบบจำลอง $\lambda=\{A, B, \pi\}$ จะคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของค่าลำดับข้อมูลการสังเกต $P(O|\lambda)$ ได้อย่างไร

ปัญหาที่ 2 กำหนดให้ค่าลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation sequence) $O=\{O_1, O_2, O_3, \dots, O_t\}$ และแบบจำลอง $\lambda=\{A, B, \pi\}$ จะคำนวณเพื่อหาค่าลำดับของสถานะ $Q=\{Q_1, Q_2, \dots, Q_t\}$ ที่เหมาะสมได้อย่างไร

ปัญหาที่ 3 จะปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง $\lambda = \{A, B, \pi\}$ ที่จะทำให้ได้ค่าความน่าจะเป็น $P(O|\lambda)$ สูงสุดได้อย่างไร

2.4.2.4 วิธีแก้ไขปัญหาพื้นฐานของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

วิธีแก้ไขปัญหาที่ 1 จะใช้วิธีแก้ปัญหา 2 วิธีได้แก่

- **Forward Procedure** คือ การพิจารณาตัวแปร

$$\alpha_t(i) = P(O_1 O_2 \dots O_t, q_t = s_i | \lambda)$$

ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของค่าลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation sequence) $O_1 O_2 \dots O_t$ และ อยู่ในสถานะ (State) s_i ณ เวลา t โดยมีแบบจำลองคือ λ โดยในการหาค่า $\alpha_t(i)$ จะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

Initialization :

$$\alpha_1(i) = \pi_i b_i(O_1), \quad 1 \leq i \leq N \quad (2.15)$$

Induction :

$$\alpha_{t+1}(j) = \left[\sum_{i=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1}), \quad 1 \leq t \leq T-1, \quad 1 \leq j \leq N \quad (2.16)$$

Termination:

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N \alpha_T(i) \quad (2.17)$$

ส่วนแรก (Initialization) คือ การเริ่มคำนวณค่าลำดับข้อมูลการสังเกตลำดับแรก (O_1) ร่วมกับค่าสถานะเริ่มต้น (π_i) และเมื่อได้ผลลัพธ์จากการคำนวณแล้วจะเก็บค่าไว้ที่ α ที่ $t=1$ (α_1) เพื่อที่จะนำค่าไปใช้คำนวณต่อในส่วนที่สอง (Induction)

ส่วนที่สอง (Induction) คือ การคำนวณค่าลำดับข้อมูลการสังเกตลำดับต่อมาจนถึงตัวสุดท้าย ($O_2 \dots O_t$) โดย $\alpha_t(i) a_{ij}$ ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของการรวมค่าของ $O_1 O_2 \dots O_t$ และสถานะ (State) s_i ณ เวลา $t+1$ ที่เกิดขึ้นมาจากสถานะก่อนหน้า คือ s_i ณ เวลา t ซึ่งผลรวมของ $\alpha_t(i) a_{ij}$ ทั้งหมด N สถานะ s_i ที่เวลา t โดย $1 \leq i \leq N$ จะได้ผลลัพธ์คือค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นในสถานะ s_j ณ เวลา $t+1$ ดังนั้น $\alpha_{t+1}(j)$ เกิดจากคูณกันของผลรวม $\alpha_t(i) a_{ij}$ กับ $b_j(O_{t+1})$ ซึ่งเป็นข้อมูลการสังเกต (O_{t+1}) ในสถานะ s_j นอกจากนี้สมการที่ 2.16 จะถูกคำนวณกับทุกสถานะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

j ตั้งแต่ $1 \leq j \leq N$ ในแต่ละช่วงเวลา t และ ถูกนำไปคำนวณซ้ำตามวงรอบตามค่า t ตั้งแต่ค่า $t=1$ จนถึง $t=T-1$

ส่วนสุดท้าย (Termination) คือ การคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของ โมเดล $P(O|\lambda)$ จากผลรวมของตัวแปร $\alpha_T(i)$ ตัวสุดท้ายของทุกๆสถานะในโมเดล

- **Backward Procedure**คือการพิจารณาตัวแปร

$$\beta_t(i) = P(O_{t+1}O_{t+2}\dots O_T | q_t = S_i, \lambda)$$

ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของค่าลำดับข้อมูลการสังเกตตั้งแต่ $t+1$ จนถึง T และ อยู่ในสถานะ(State) S_i ณ เวลา t โดยมีแบบจำลองคือ λ โดยในการหาค่า $\beta_t(i)$ จะประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

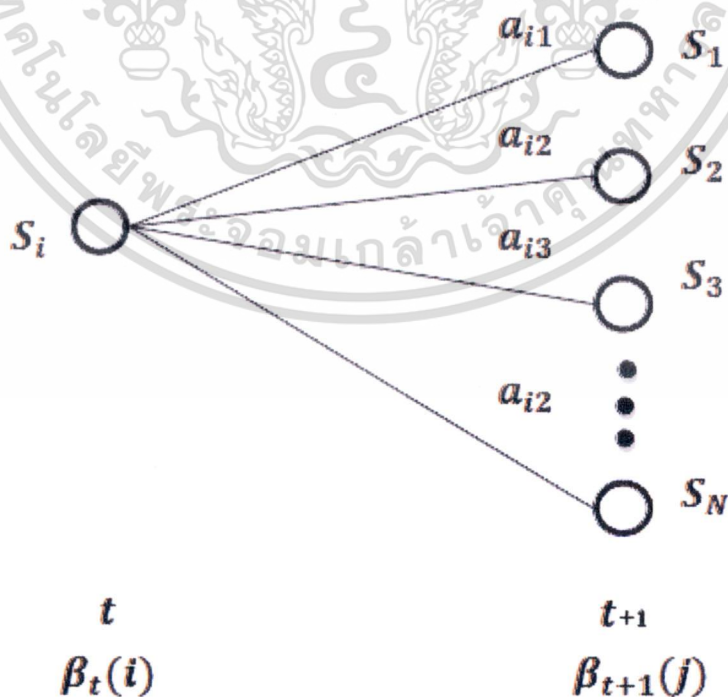
Initialization :

$$\beta_T(i) = 1, 1 \leq i \leq N \quad (2.19)$$

Induction :

$$\beta_t(i) = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_i(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j), \quad (2.20)$$

$t = T-1, T-2, \dots, 1$
 $1 \leq i \leq N$



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่า $\beta_t(i)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแรก (Initialization) สมมุติให้ $\beta_t(i)=1$ ทั้งหมด

ส่วนที่สอง (Induction) เมื่อดูจากภาพที่ 2.6พบว่าเพื่อที่จะให้จากสถานะ S_i กลับมาที่สถานะ S_j ที่เวลา t โดยพิจารณาสถานะ S_j ที่เวลา $t+1$ และคำนวณการเปลี่ยนสถานะตั้งแต่ S_i ถึง S_j (หรือที่อยู่ในรูปแบบของ a_{ij}) เช่นเดียวกันกับค่าลำดับข้อมูลการสังเกตที่ O_{t+1} (หรือที่อยู่ในรูปแบบของ $b_j(O_{t+1})$)

วิธีแก้ปัญหาคำที่ 2

คือการหาลำดับที่เหมาะสมที่สุดของสถานะที่สัมพันธ์กันกับค่าลำดับข้อมูลการสังเกตที่กำหนด โดยกำหนดตัวแปร

$$\gamma_t(i) = P(q_t = S_i | O, \lambda) \tag{2.21}$$

คือค่าความน่าจะเป็นเมื่ออยู่ในสถานะ S_i ที่เวลา t โดยค่าลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation sequence) O และโมเดล λ จากสมการสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบตัวแปร Forward-Backward ได้ดังนี้

$$\gamma_t(i) = \frac{\alpha_t(i)\beta_t(i)}{P(O|\lambda)} = \frac{\alpha_t(i)\beta_t(i)}{\sum_{i=1}^N \alpha_t(i)\beta_t(i)} \tag{2.22}$$

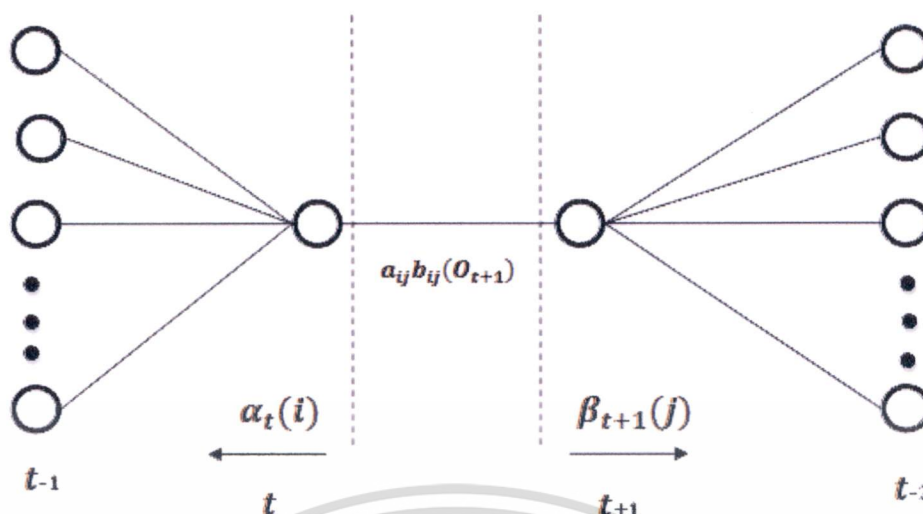
โดย $\alpha_t(i)$ คือการคำนวณจากค่าลำดับข้อมูลการสังเกต $O_1 O_2 \dots O_t$ ในขณะที่ $\beta_t(i)$ คือ การคำนวณจากค่าลำดับข้อมูลการสังเกต $O_{t+1} O_{t+2} \dots O_T$ โดยที่อยู่ในสถานะ (State) S_i ณ เวลา t

วิธีแก้ปัญหาคำที่ 3

คือ การปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่จะทำให้ได้ค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลลำดับการสังเกต (Observation sequence) มีค่าสูงสุดโดยใช้วิธี บัมเวลช์ (Baum-Welch) โดยกำหนดตัวแปร

$$\xi_t(i,j) = P(q_t = S_i, q_{t+1} = S_j | O, \lambda) \tag{2.22}$$

คือค่าความน่าจะเป็นเมื่ออยู่ในสถานะ S_i ที่เวลา t และ S_j ที่เวลา $t+1$ โดยกำหนดให้โมเดลคือ λ และค่าข้อมูลการสังเกต O



ภาพที่ 2.7 ลำดับเหตุการณ์คำนวณร่วมกันระหว่างวิธี Forward และ Backward

จากภาพที่ 2.7 คือ การแสดงลำดับเหตุการณ์ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของลำดับข้อมูลการสังเกตร่วมกันด้วยวิธี Forward และ Backward ที่สถานะ S_i ที่เวลา t และ สถานะ S_j ที่เวลา $t+1$ จากตัวแปร Forward-Backward สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของ $\xi_t(i, j)$ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \xi_t(i, j) &= \frac{\alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{P(O|\lambda)} \\ &= \frac{\alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)} \end{aligned} \quad (2.23)$$

จากนั้นนำค่า $\xi_t(i, j)$ มาใช้ในการปรับค่าพารามิเตอร์ใหม่ของ โมเดลที่ประกอบไปด้วย π, A, B ดังนี้

$$\bar{\pi} = \text{จำนวนครั้งที่คาดหวังกู่อยู่ในสถานะ } S_i \text{ ที่เวลา } (t=1) = \gamma_1(i) \quad (2.24)$$

$$\bar{a}_{ij} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่คาดหวังกู่เปลี่ยนสถานะ } S_i \text{ ไปยัง } S_j}{\text{จำนวนครั้งที่คาดหวังกู่ของการเปลี่ยนสถานะ } S_i} \quad (2.25)$$

$$= \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i, j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)}$$

$$\bar{b}_{ij} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่คาดหวังกู่ในสถานะ } j \text{ และข้อมูลการสังเกต } V_k}{\text{จำนวนครั้งที่คาดหวังกู่ในสถานะ } j}$$

$$= \frac{\sum_{t=1}^T \gamma_t(j)}{\sum_{t=1}^T \gamma_t(j)} \quad (2.26)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ตารางแฮช(Hash Table)

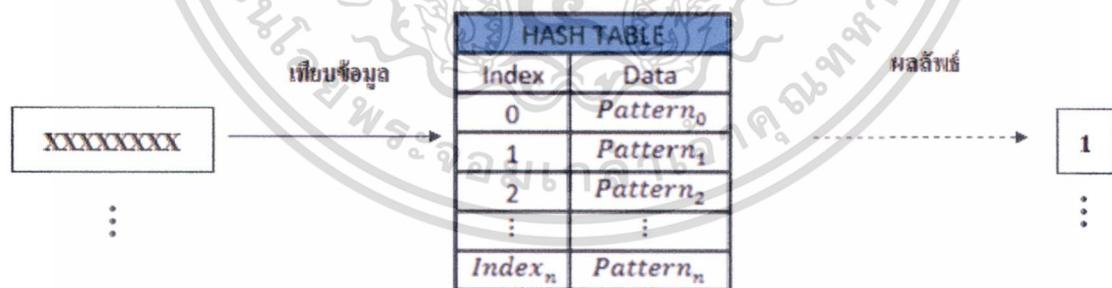
คือตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเพื่อการค้นหาข้อมูลที่รวดเร็ว(วิษณุ โคตรจรัส.) โดยการทำงานกับ ตารางแฮชจะมีแค่การเก็บข้อมูลลงในตารางและการลบข้อมูลออกจากตารางในการจัดเก็บข้อมูลจะ ไม่มีการจัดเรียงข้อมูล หรือ การเรียงลำดับข้อมูล และการค้นหาข้อมูล โดยจะนำข้อมูลมาเข้าฟังก์ชัน แฮชเพื่อให้ได้ค่าดัชนีหรือตำแหน่งที่เก็บข้อมูล

ในการทดลองนี้ การใส่ข้อมูลลงในตารางแฮชจะประกอบไปด้วย ค่าดัชนี(Index)และค่า Pattern คือ ค่าที่เป็นข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ใช้สำหรับเป็นตัวเทียบในการลดขนาดข้อมูลดังภาพที่ 2.8

HASH TABLE	
Index	Data
0	$Pattern_0$
1	$Pattern_1$
2	$Pattern_2$
⋮	⋮
$Index_n$	$Pattern_n$

ภาพที่ 2.8 ข้อมูลที่เก็บในตารางแฮช

และการค้นหาข้อมูลเพื่อต้องการหาค่าตำแหน่งที่เก็บข้อมูล จะใช้ฟังก์ชันการเทียบข้อมูล โดย เมื่อ ส่งค่าข้อมูลเข้าฟังก์ชันแล้ว ฟังก์ชันจะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลอยู่ในตำแหน่งใดตามตารางเมื่อ พบว่าอยู่ในตำแหน่งใดแล้วผลลัพธ์ที่ได้ คือหมายเลข Index ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การได้มาซึ่งตำแหน่งของข้อมูล

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีปัญญาประดิษฐ์ ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆมากมายเช่น ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม(Artificial Neural Network) ที่ถูกนำมาใช้ในการทำนายราคาทองคำ นอกจากนี้ใน ส่วนของทฤษฎีฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล นอกจาก (Lawrence R Rabiner,1989)นำไปประยุกต์ใช้กับการรู้จำเสียงของมนุษย์(Speech Recognition)แล้วยังมีการนำมาประยุกต์ใช้ในด้านธุรกิจด้วย จึงได้ทำการยกตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำทฤษฎีปัญญาประดิษฐ์ มาใช้ในด้านธุรกิจได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรีสกุลแสงสุวรรณ และ สุชาสมานชาติได้ทำการพยากรณ์ราคาทองคำแท่งโดยใช้โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลอนุกรมเวลา ราคาซื้อขายทองคำแท่ง แล้วนำมาทำการแปลงค่าข้อมูลในลักษณะเป็นเชิงเส้นด้วยวิธีการนอร์มัลไลซ์(Normalization) เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมกับฟังก์ชันที่ใช้งานของโครงข่ายประสาทเทียม แล้วจึงนำมาจัดรูปแบบข้อมูลแบบใช้วิธีแบ่งหน้าต่าง(Windowing) ให้อยู่ในรูปแบบของการคำนวณแบบเลื่อนหน้าต่าง(Sliding windows) แล้วจึงส่งข้อมูลเข้าไปยังโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น(Multi-layer feed forward neural network) โดยใช้ระบบการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back propagation learning) โดยใช้ฟังก์ชันการสอนแบบ Levenberg Marquardt Algorithm ใช้ฟังก์ชันการเรียนรู้แบบ Learn-GDM (Grad. descent w/momentum weight/bias learning function) วัดความคลาดเคลื่อนโดยใช้ Mean square error (MSE) ใช้ Layer 2 ชั้นในการหาผลลัพธ์ และ ใช้ ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function)แบบ binary sigmoid ในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และ Linear ในชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) จากการทำงานพบว่าการพยากรณ์ราคาทองคำแท่งพบที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ +50บาทเมื่อเทียบกับราคาซื้อขายจริง

Md. Rafiul Hassan และ Baikunth Nath. ได้ทำการพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลในรูปแบบของ Left-Right Topology โดยกำหนดให้มี 4 สถานะ($N = 4$) (Md. Rafiul Hassan และ Baikunth Nath, 2005) โดยมีเป้าหมายของการพยากรณ์คือ พยากรณ์ราคาปิดของวันถัดไป ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของหุ้น โดยลักษณะข้อมูลประกอบด้วย ราคาเปิด ราคาเปิด ราคาสูงสุด และราคาต่ำสุดในการใช้งานข้อมูลจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุดคือ ข้อมูลในการสอน(Training) และ ข้อมูลในการทดสอบ(Testing)

ในส่วนของการสอน(Training)จะใช้ค่าความน่าจะเป็นในการคำนวณ เช่น ถ้าสมมุติว่าค่าความเป็นไปได้ของราคาในวันนี้คือ A จะทำการหาค่าความเป็นไปได้จากข้อมูลย้อนหลังที่มีพฤติกรรมใกล้เคียงหรือเหมือนกับ A ถ้าสมมุติว่าราคาหุ้นวันถัดไปมีพฤติกรรมที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลในอดีตก็จะทำการคำนวณเพื่อหาความแตกต่างระหว่าง ราคาปิดของวันที่(อดีต)ข้อมูลคล้ายกัน กับ ราคาปิดของวันถัดไป(อดีต)ที่ข้อมูลคล้ายกัน เมื่อได้ค่าแล้วก็จะนำมาพยากรณ์โดย นำราคาปิดของวันที่ล่าสุดบวกกับค่าความต่างที่คำนวณได้ โดยในส่วนของ การสอนจะใช้ข้อมูลของ Southwest Airlines ตั้งแต่วันที่ 18 ธันวาคม ค.ศ. 2002 ถึง 29 กันยายน ค.ศ. 2004 เพื่อพยากรณ์ราคาปิดในวันที่ 30 กันยายน ค.ศ. 2004 ในช่วงการสอนได้หาค่าความน่าจะเป็นของราคาหุ้นวันที่ 29 กันยายน ค.ศ. 2004 คือ -9.4594 ซึ่งพบที่มีความใกล้เคียงกับค่าความน่าจะเป็นของราคาหุ้นในวันที่ 01 กรกฎาคม ค.ศ. 2003 คือ 9.4544 ดังนั้นจึงได้คำนวณหาค่าความต่างของราคาปิดวันที่ 01 กรกฎาคม ค.ศ. 2003 (ราคาปิดคือ \$17.13) และ 02 กรกฎาคม ค.ศ. 2003 (ราคาปิดคือ \$17.36) จะได้ $\$17.36 - \$17.13 = \$0.23$ ดังนั้นในการพยากรณ์ก็จะนำค่าความต่างมาบวกเพิ่มกับราคาปิดของวันที่ 29 September 2004 จะทำให้ได้ค่าที่พยากรณ์ราคาปิดของวันที่ 30 กันยายน 2004 คือ $\$13.26 +$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\$0.23 = \$13.85 ซึ่งเมื่อเทียบกับข้อมูลจริง ราคาปิดของวันที่ 30 กันยายน 2004 คือ \$13.85 แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่ามีค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) = 2.01 และ $R^2 = 0.87498$

และ Aditya Gupta กับ Bhuwan Dhingra ได้ทำการพยากรณ์หุ้นโดยใช้ Continuous Hidden Markov Model (CHMM) แบบ Maximum a Posteriori (MAP)[13] กำหนดค่าพารามิเตอร์ได้แก่ กำหนดสถานะ $N = 4$ โดยแต่ละสถานะ(state) จะมีค่า mixture components = 5 , Dimension of observations = 3 และ คำนัยสำคัญข้อมูล(Latency) = 10 วัน ในกระบวนการสอนจะใช้ Expectation-Maximization (EM) จาก Baum-Welch algorithm เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และจะทดสอบโมเดลที่ถูกสอนด้วยวิธี Maximum a Posteriori (MAP) โดยจะหาค่าสูงสุดจากคำนวณค่าความน่าจะเป็นในช่วงของค่าที่เป็นไปได้จาก 0 จากการทดลองโดยใช้ข้อมูลราคาหุ้น 4 บริษัทได้แก่ TATA Steel, Apple Inc., IBM Corporation และ Dell Inc. และหลังจากการทำนายราคาหุ้นได้มีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของแต่ละบริษัท และ นอกจากนี้ยังทำการวัดเพื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการอื่นๆ โดยดูได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางการเปรียบเทียบค่า MAPE ของแต่ละวิธีในการทดลอง

Stock Name	MAP HMM Model	Combination of HMM Fuzzy Model	ARIMA	ANN
TATA Steel	1.560	--	--	--
Apple Inc	1.510	1.769	1.801	1.801
IBM Corporation	0.611	0.779	0.972	0.972
Dell Inc	0.824	0.405	0.660	0.660

โดยสรุปในส่วนของทฤษฎีที่ใช้ในการทดลองการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนโดยใช้ฮิดเดน มาร์คอฟโมเดลจะเริ่มตั้งแต่คัดเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราแลกเปลี่ยนระหว่างค่าสกุลเงินบาทไทย เทียบกับ สกุลเงินดอลลาร์สหรัฐฯ 4 ปัจจัยซึ่งข้อมูลที่ได้มาจะอยู่ในลักษณะของอนุกรมเวลา จากนั้นจึงทำการศึกษาในส่วนของทฤษฎีของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลเพื่อทราบถึงปัญหาพื้นฐาน 3 ปัญหา รวมถึงวิธีการแก้ไขของในแต่ละปัญหา นอกจากนี้ยังต้องใช้ทฤษฎีตารางแฮช(Hash Table)เพื่อใช้ในการจัดการ ข้อมูลเข้า(Input data) หรือ ลำดับข้อมูลการสังเกต (Observation Sequence) ก่อนที่จะส่งข้อมูลไปยังโมเดลเพื่อเข้าสู่กระบวนการสอน และการพยากรณ์ต่อไป

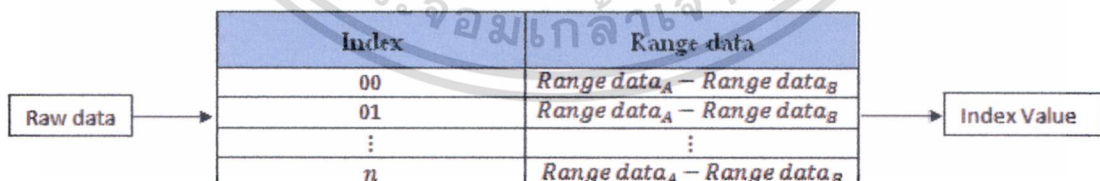
บทที่ 3

ออกแบบการทดลอง

ในบทนี้จะนำเสนอในเรื่องของการออกแบบขั้นตอนและวิธีในการทำการทดลอง โดยจะเริ่มตั้งแต่ การนำข้อมูลปัจจัย(จากภาคผนวก) เข้าสู่กระบวนการการจัดการข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการสอนและการทำนายของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล และการแปลงค่าข้อมูลในการทำนายผลเป็นค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

3.1 การจัดการข้อมูล

ในการทดลองนี้จะใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2545 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2556 และเนื่องจากลักษณะของข้อมูลข้อมูลปัจจัยที่ได้เลือกจากหัวข้อที่ 2.1.1 - 2.1.4 เป็นตัวเลขทศนิยม อีกทั้งบางปัจจัยค่าข้อมูลคิบบังมีค่าติดลบ เช่น วันที่ 1 กันยายน 2552 พบว่า ค่าอัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน คือ -0.5 และ อัตราขยายตัวทรงเศรษฐกิจคือ -4.5 จากตัวอย่างลักษณะดังกล่าวพบว่าลักษณะข้อมูลยังไม่เหมาะสมสำหรับเป็นข้อมูลเข้า (หรือเรียกข้อมูลเข้านี้ว่า ลำดับข้อมูลการสังเกต : Observation Sequence O_T) ดังนั้นจึงต้องทำการจัดการข้อมูลปัจจัยเพื่อที่จะแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในกระบวนการ ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลเพื่อทำการทำนาย โดยวิธีการแปลงข้อมูล จะทำการสร้างตารางสำหรับแปลงข้อมูลในแต่ละปัจจัย โดยตารางจะประกอบไปด้วย 2 คอลัมน์ ได้แก่ คอลัมน์หมายเลขช่วงข้อมูล(Index) คือ หมายเลขที่แทนข้อมูลจาก ข้อมูลช่วงหนึ่งไปจนถึงข้อมูลอีกช่วงหนึ่ง และ คอลัมน์ช่วงของข้อมูลคือ ระยะเวลาของข้อมูลจากช่วงหนึ่งไปจนถึงข้อมูลอีกช่วงหนึ่ง ซึ่งวิธีในการแปลงข้อมูลจะทำโดยการ นำข้อมูลปัจจัยเข้ามาเทียบกับช่วงในตารางเพื่อแปลงเป็นค่า Index ของตารางปัจจัยนั้นๆ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลปัจจัยเป็นค่า Index ของตาราง

ในแต่ละตารางที่ใช้ในการแปลงข้อมูลของแต่ละปัจจัยจะมีจำนวน Index และ การแบ่งช่วง(ระยะ)ของข้อมูลไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงได้ทำการสร้างตารางในการแปลงข้อมูลในแต่ละปัจจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การแปลงข้อมูลดัชนีดอลลาร์

ทำการสำรวจข้อมูลดัชนีดอลลาร์เพื่อทำการสร้างตาราง โดยจะทำการกำหนดช่วงข้อมูลด้วยความกว้าง 0.5 หลังจากกำหนดช่วงข้อมูลแล้ว พบว่าจำนวน Index ของตารางนี้ คือ 100 ซึ่งตารางจะมีลักษณะดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลของดัชนีดอลลาร์

Index	Range data
00	71.00-71.50
01	71.51-72.00
⋮	⋮
99	120.51 - 121.00

เมื่อได้ตารางดัง ตารางที่ 3.1 แล้ว ในการแปลงข้อมูล คือการนำข้อมูล ดัชนีดอลลาร์มาเทียบกับ ช่วงในตาราง เมื่อตกอยู่ในช่วงใด ก็จะแปลงเป็นค่า Index ของช่วงนั้น ดังตัวอย่างที่ภาพ 3.2

Month	DOLLARINDEX
2/1/2002	115.79
3/1/2002	116.11
4/1/2002	116.33
7/1/2002	116.33
8/1/2002	116.83

Index	Range data
00	71.00-71.50
01	71.51-72.00
⋮	⋮
99	120.51 - 121.00

89

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลดัชนีดอลลาร์เป็นหมายเลข Index

3.1.2 การแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบาย

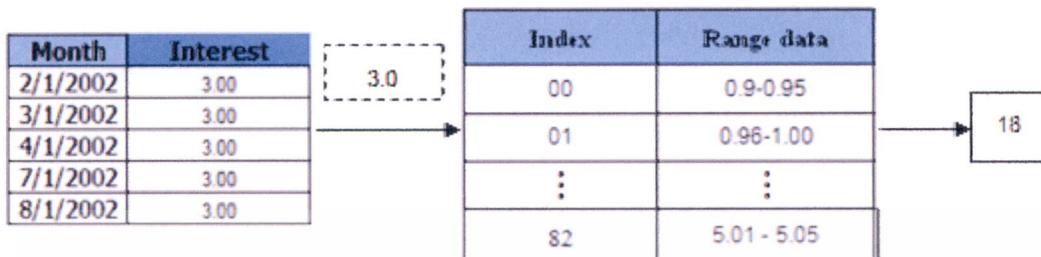
ทำการสำรวจข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบายเพื่อทำการสร้างตาราง โดยจะทำการกำหนดช่วง ข้อมูลด้วยความกว้าง 0.05 หลังจากกำหนดช่วงข้อมูลแล้ว พบว่าจำนวน Index ของตารางนี้ คือ 83 ซึ่งตารางจะมีลักษณะดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบาย

Index	Range data
00	0.9-0.95
01	0.96-1.00
⋮	⋮
82	5.01 - 5.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ตารางดัง ตารางที่ 3.2แล้ว ในการแปลงข้อมูล คือการนำข้อมูล อัตราดอกเบี้ยนโยบายมาเทียบกับ ช่วงในตาราง เมื่อดอกอยู่ในช่วงใด ก็จะแปลงเป็นค่า Index ของช่วงนั้น ดังตัวอย่างที่ภาพ 3.3



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบายเป็นหมายเลข Index

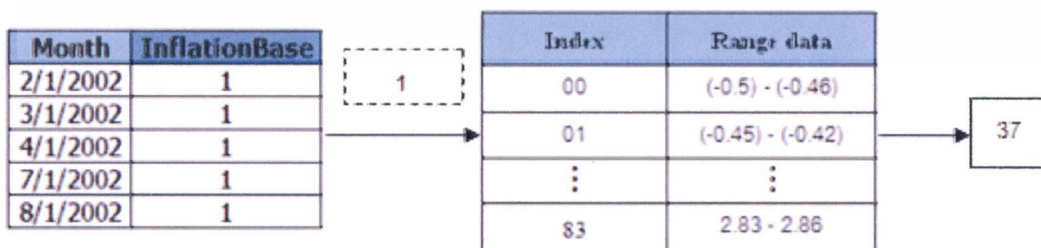
3.1.3 การแปลงข้อมูลอัตราเงินเพื่อพื้นฐาน

ทำการสำรวจข้อมูลอัตราเงินเพื่อพื้นฐานเพื่อทำการสร้างตาราง โดยจะทำการกำหนดช่วง ข้อมูลด้วยความกว้าง 0.03หลังจากกำหนดช่วงข้อมูลแล้ว พบว่าจำนวน Index ของตารางนี้ คือ 84ซึ่งตารางจะมีลักษณะดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราเงินเพื่อพื้นฐาน

Index	Range data
00	(-0.5) - (-0.46)
01	(-0.45) - (-0.42)
⋮	⋮
83	2.83 - 2.86

เมื่อได้ตารางดัง ตารางที่ 3.3แล้ว ในการแปลงข้อมูล คือการนำข้อมูล อัตราเงินเพื่อพื้นฐานมาเทียบกับ ช่วงในตาราง เมื่อดอกอยู่ในช่วงใด ก็จะแปลงเป็นค่า Index ของช่วงนั้น ดังตัวอย่างที่ภาพ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบายเป็นหมายเลข Index

3.1.4 การแปลงข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ

ทำการสำรวจข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจเพื่อทำการสร้างตาราง โดยจะทำการกำหนดช่วง ข้อมูลด้วยความกว้าง 0.13หลังจากกำหนดช่วงข้อมูลแล้ว พบว่าจำนวน Index ของตารางนี้ คือ 92ซึ่งตารางจะมีลักษณะดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ

Index	Range data
00	(-4.50) - (-4.37)
01	(-4.36) - (-4.24)
⋮	⋮
91	7.34 - 7.46

ได้ตารางดัง ตารางที่ 3.4แล้ว ในการแปลงข้อมูล ก็คือการนำข้อมูล อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจมาเทียบกับ ช่วงในตาราง เมื่อตกอยู่ในช่วงใด ก็จะแปลงเป็นค่า Index ของช่วงนั้น ดังตัวอย่างที่ภาพ 3.4

Month	EconomicGrowth	Index	Range data
2/1/2002	2	00	(-4.50) - (-4.37)
3/1/2002	2	01	(-4.36) - (-4.24)
4/1/2002	2	⋮	⋮
7/1/2002	2	⋮	⋮
8/1/2002	2	91	7.34 - 7.46

49

ภาพที่ 3.5ตัวอย่างในการแปลงข้อมูลอัตราอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นหมายเลข Index

3.1.5 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลเข้า

จากหัวข้อที่ 3.1.1 – 3.1.4 คือการแปลงข้อมูลในแต่ละปีจายให้อยู่ในรูปแบบของหมายเลข Index ของแต่ละตารางแปลงค่าปีจาย หลังจากการบวนการแปลงข้อมูลแล้ว จะนำข้อมูลทั้ง 4 มารวมกันเพื่อให้เกิดรหัสข้อมูลเลข 8 หลักดังภาพที่ 3.5

XXXXXXXX
1 2 3 4

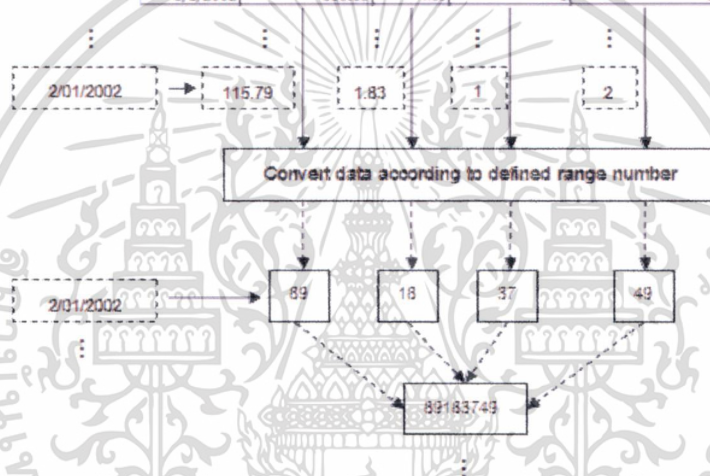
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลเลข 8 หลัก

จากภาพที่ 3.6 จะพบการเรียงลำดับของชุดข้อมูล Index ในแต่ละปีจาย ซึ่งรูปแบบของข้อมูลเลข 8 หลักในแต่ละ 2 หลักจะถูกจัดเรียงตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 1(สองหลักแรก) คือข้อมูลดัชนีดอลลาร์(Dollar Index)
- หมายเลข 2(สองหลักต่อมา) คืออัตราดอกเบี้ยนโยบาย(Policy rate)
- หมายเลข 3 (สองหลักต่อมา) คือหลักที่สามอัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน (Core Inflation)
- หมายเลข 4 (สองหลักสุดท้าย) คืออัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ(GDP Growth)

Month	DOLLARINDEX	Interest	InflationBase	EconomicGrowth
2/1/2002	115.79	1.83	1	2
3/1/2002	116.11	1.83	1	2
4/1/2002	116.33	1.83	1	2
7/1/2002	116.33	1.83	1	2
8/1/2002	116.83	1.83	1	2



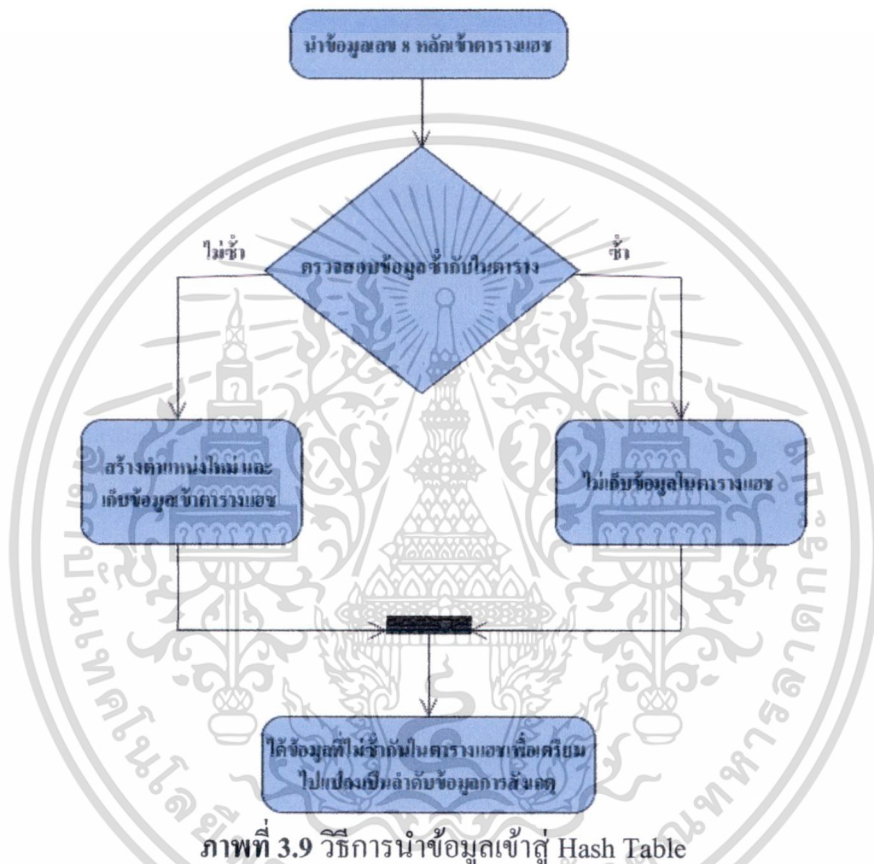
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลและรวมข้อมูลเป็นรหัสเลข 8 หลัก

จากภาพที่ 3.7 คือตัวอย่างในการแปลงข้อมูล หลังจากแปลงข้อมูลแล้วพบว่า ข้อมูล 8 หลักไม่เหมาะสมกับการเป็น ข้อมูลเข้าของกระบวนการฮินเดนมาร์คคอฟโมเดล เพราะเนื่องจากข้อมูลมีขนาดใหญ่ และ ค่าเริ่มต้นไม่ได้เริ่มต้นที่ค่า 0 ทำให้ต้องประกาศ B ที่มีขนาดใหญ่ และบางตำแหน่งของ B ไม่ได้ถูกนำมาใช้งาน ซึ่งจะส่งผลให้จะกินเวลาประมวลผลเป็นอย่างมาก

ดังนั้นจึงต้องทำการลดขนาดข้อมูลก่อนที่จะนำมาเข้าสู่กระบวนการ ฮินเดนมาร์คคอฟ โดยถือการนำ Hash Table มาประยุกต์ใช้ในการลดขนาดข้อมูลโดยภายในตารางจะประกอบไปด้วยข้อมูล ได้แก่ ค่า $Index_n$ คือ ตำแหน่งของข้อมูล และ $Pattern_n$ คือ ค่าข้อมูลรหัสเลข 8 หลัก ซึ่งรูปแบบของ Hash Table แสดงดังภาพที่ 3.8

Hash Table	
Index	Data
0	$Pattern_0$
1	$Pattern_1$
2	$Pattern_2$
⋮	⋮
$Index_n$	$Pattern_n$

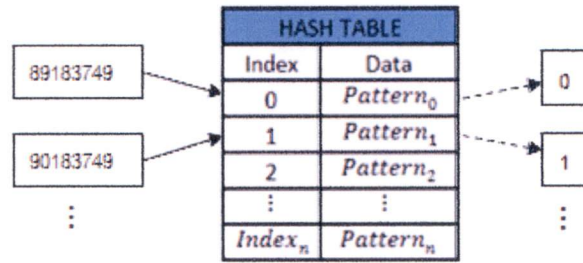
ภาพที่ 3.8 รูปแบบของ Hash Table



ภาพที่ 3.9 วิธีการนำข้อมูลเข้าสู่ Hash Table

จากภาพที่ 3.9 ที่แสดงถึงขั้นตอนในการนำข้อมูลเข้าตาราง Hash Table โดยการนำข้อมูลรหัสเลข 8 หลักทั้งหมดมาหาค่าที่ไม่ซ้ำและนำมาเก็บไว้ใน $Pattern_n$ และจะสร้างหมายเลขตำแหน่ง ($Index_n$) ไปเรื่อยๆ ตั้งแต่ 0, 1, 2, ..., n

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าขณะนี้จะได้ข้อมูล รหัสเลข 8 หลัก และ Hash Table ขั้นตอนต่อไป คือการลดขนาดข้อมูลเลข 8 หลักด้วย Hash table โดยจะนำรหัสเลข 8 หลักมาเทียบกับ $Pattern_n$ เพื่อแปลงค่าให้เป็นเลข $Index_n$ ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.10



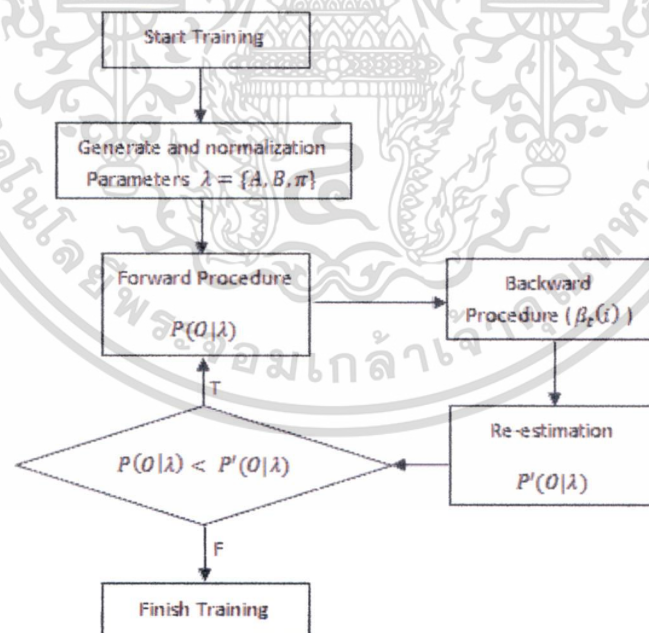
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างวิธีการลดขนาดข้อมูลด้วย Hash table

หลังจากที่ได้ข้อมูลที่ถูกแปลงเป็น $Index_n$ แล้วจึงนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการของฮิดเดน มาร์คอฟต่อไป

3.2 กระบวนการของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลในการทดลอง

การทำงานของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ การสอนเพื่อให้ฮิดเดน มาร์คอฟรู้จักค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลเพื่อทำนาย (Training phase) และ การทำนาย ผล (Testing phase) โดยรายละเอียดในการ Training Phase และ Testing Phase มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 กระบวนการสอนเพื่อให้ฮิดเดนมาร์คอฟรู้จัก (Training Phase)



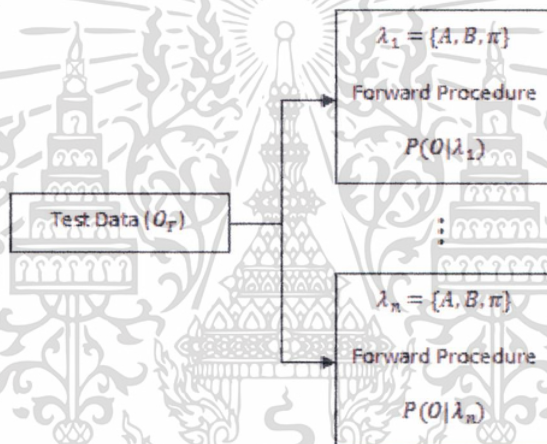
ภาพที่ 3.11 Flow จำลองกระบวนการรู้จักของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

จากภาพที่ 3.11 เริ่มต้นคือการ สุ่มค่าตัวเลขและทำการ Normalization ใส่ง่ายัง พารามิเตอร์ (A, B, π) แล้วจึงนำค่า O_T และ A, B, π เข้าสู่กระบวนการ Forward Procedure เพื่อหาค่า $\alpha_t(i)$ และค่าความน่าจะเป็นของ $P(O|\lambda)$ ที่ถูกสอนด้วยชุดของ O_T นั้นๆ ต่อมาทำการหาค่า $\beta_t(i)$ ด้วย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธี Backward Procedure และ ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของโมเดลด้วยกระบวนการ Re-estimation จะได้ผลลัพธ์คือ \bar{A} , \bar{B} , $\bar{\pi}$ แล้วจึงนำค่าพารามิเตอร์เหล่านี้เข้าไปหาค่าความน่าจะเป็นร่วมกับ O_T (ชุดเดียวกันกับตัวที่ส่งเข้ากระบวนการ Forward) ซึ่งจะได้ $P(O|\lambda)$ แล้วจึงนำค่าความน่าจะเป็นทั้ง 2 มาตรวจสอบ ถ้าค่า $P < P'$ ทำการแทนที่ข้อมูล A, B, π ด้วย $\bar{A}, \bar{B}, \bar{\pi}$ แล้วจึงเริ่มกระบวนการ Forward อีกครั้ง ซึ่งจะทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จากว่าจะได้ค่า $P > P'$ จึงหยุดกระบวนการสอนใน O_T ชุดเดิมและนำ O_T ชุดอื่นๆ เข้ามาสอนต่อไปจนกว่าจะหมดข้อมูลการสอน

3.2.2 กระบวนการทำนายผล (Testing Phase)

การทดสอบ(หรือการทำนาย) คือการนำ O_T ที่ใช้ในการทดสอบ(Test Data)เข้าไปหาค่าความน่าจะเป็นด้วยวิธี Forward-Procedure ในทุกๆ โมเดลที่ผ่านการสอนมาแล้วโดยภายในประกอบไปด้วย ค่าพารามิเตอร์ A, B, π ที่ถูก Re-estimation จนได้ค่าที่ดีที่สุดจากการสอนแล้ว



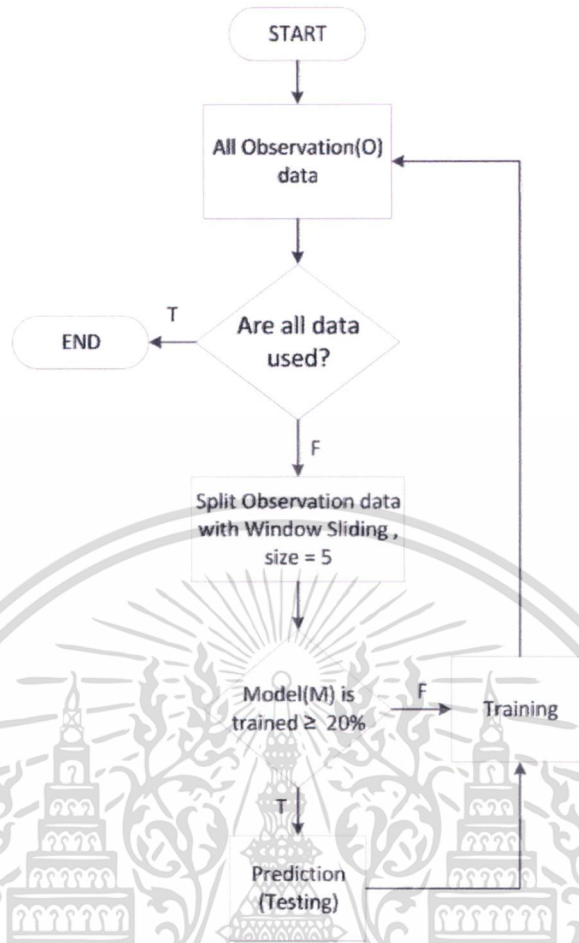
ภาพที่ 3.12 Flow จำลองกระบวนการทดสอบ(ทำนายผล)ของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

จากภาพที่ 3.12 เมื่อส่ง O_T ไปหาค่าความน่าจะเป็นจะพบว่าจะได้ค่าความน่าจะเป็น $P(O|\lambda)$ จำนวน n โมเดล (โดยที่ n คือจำนวน โมเดลที่ผ่านการสอนมาแล้ว) แล้วจึงนำค่าความน่าจะเป็น $P(O|\lambda_1), \dots, P(O|\lambda_n)$ มาหาค่าสูงสุดโดยถ้าพบว่าค่าของ $P(O|\lambda)$ ใหนให้ค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุดจะหมายความว่า O_T ที่ส่งเข้าไปทดสอบมีลักษณะคล้ายหรือเหมือนกันกับ โมเดลนั้น และ ค่าของโมเดลนั้นคือคำตอบของการพยากรณ์

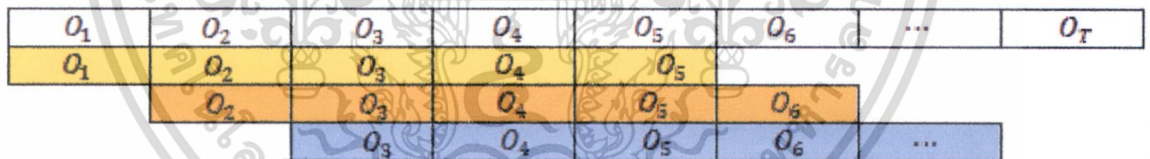
3.3 การออกแบบขั้นตอนในการรู้จำและการทำนายผลในการทดลอง

จากการทราบขั้นตอนของการรู้จำ (Training) และ การทำนายผล (Testing) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้นำกระบวนการทั้ง 2 มาออกแบบรวมกับการนำ Window Sliding Algorithm มาจัดการแบ่งข้อมูลออกเป็น Window size เพื่อเป็นชุดข้อมูลเข้ากระบวนการ ดังภาพที่ 3.13 และ ภาพที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 Flow จัดองขั้นตอนการ Training และ Testing



ภาพที่ 3.14 การจัดการข้อมูล O_T ด้วย Window Sliding Algorithm

จากภาพที่ 3.12 กระบวนการสำคัญจะเริ่มตั้งแต่การจัดการข้อมูล O_T ด้วย Window Sliding Algorithm โดยกำหนด size=5 (ดังภาพที่ 3.13) เพื่อเป็นข้อมูลเข้า (Input) ให้กับฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลโดยจะทำการตรวจสอบ Index สุดท้ายของ size เพื่อที่จะดูว่า ลำดับของข้อมูลที่เข้ามาดูในโมเดลใด แล้วจึงเริ่มทำการ Training ในการสอนโมเดลจะถูกบันทึกประวัติไว้ว่าโมเดลใดได้ถูกสอนไปแล้วเพื่อใช้ในการตรวจสอบว่า โมเดลทั้งหมดถูกสอนไปมากกว่า 20% หรือไม่ , ในกรณีที่โมเดลถูกสอนแล้วมากกว่า 20% จะเข้าสู่การ ทดสอบเพื่อทำนายผลและ จะทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าข้อมูล O_T จะหมด

ผลลัพธ์จากการทำนายฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลจะทำนายออกมาเป็น ค่าO (ข้อมูลที่ถูกลดขนาด) ดังนั้นจึงต้องนำข้อมูลที่ทำนายได้มาแปลงเป็นค่าเงิน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง (Actual Data) ซึ่งวิธีในการแปลงค่าเงินจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อแปลงค่าผลของการทำนาย

จากกระบวนการ ฮิดเดนมาร์ฟคอปโมเดล ข้อมูลที่เข้า และ ออก(ผลการทำนาย) คือ $Index_n$ ดังนั้นจะต้องแปลงข้อมูลจาก $Index_n$ เป็นค่าเงินสกุล บาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯ โดยจะใช้ Hash Table เข้ามาประยุกต์ใช้เช่นเดิม

นำข้อมูลค่าเงิน บาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯที่เป็นข้อมูลจริง(Actual data) และ ข้อมูล $Index_n$ นำมาจัดเรียงร่วมกันดังภาพที่ 3.15 คอลัมน์ Obsคือข้อมูล $Index_n$ และ คอลัมน์ THB/USD คือค่าเงินที่เป็นข้อมูลจริง

Date	Obs	THB/USD
2/1/2002	338	44.34
3/1/2002	227	44.22
4/1/2002	227	44.11
7/1/2002	227	43.95
8/1/2002	429	44.05
9/1/2002	386	44.22
10/1/2002	429	44.17
11/1/2002	429	44.13
14/1/2002	429	44.03
15/1/2002	386	44.03
16/1/2002	40	43.96
17/1/2002	40	44
18/1/2002	40	44.02
22/1/2002	40	44.17
23/1/2002	536	44.3

ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างการจัดเรียงข้อมูล $Index_n$ ควบคู่กับค่าเงินจริง

จากนั้นทำการจัดกลุ่มข้อมูลโดยอิงตาม $Index_n$ แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล(จริง)ของค่าเงินสกุล บาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯและเก็บค่าเฉลี่ยนั้นไว้ใน Hash Table ตาม $Index_n$

Obs	THB/USD
3	31.08
3	31.16
3	31.09
3	31.11
3	30.96
3	30.96
3	30.96
3	30.93
3	31.04
3	31.09
3	31.12

ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างการจัดกลุ่มข้อมูลที่ $Index_n$, $n=3$

จากภาพที่ 3.16 คือตัวอย่างการจัดกลุ่มข้อมูลอิงตาม $Index_3$ จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ยค่าเงินสกุล บาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯ โดยเมื่อคำนวณแล้วจะได้ค่าเฉลี่ย $Avg_{THB/USD}=31.05$ แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเก็บไว้ใน Hash Table ที่ $Index_3$ ดังภาพที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hash Table		
Index	Data	THB-USD Avg.
0	$Pattern_0$	$TU - Avg_0$
1	$Pattern_1$	$TU - Avg_1$
2	$Pattern_2$	$TU - Avg_2$
3	$Pattern_3$	31.05
⋮	⋮	⋮
$Index_n$	$Pattern_n$	$TU - Avg_n$

ภาพที่ 3.17 เก็บค่าเฉลี่ยสกุลเงินบาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯ ที่ $Index_3$

การแปลงข้อมูลหลังจากการพยากรณ์ผลเพื่อให้ได้ข้อมูลค่า เงินบาท / ดอลลาร์สหรัฐฯ โดยจากภาพที่ 3.18 สมมุติว่า ผลของการพยากรณ์ได้ข้อมูลออกมาเป็น 0 และ 1 เมื่อต้องการแปลงค่ากลับเป็นเงินบาท / ดอลลาร์สหรัฐฯ จะทำโดยการนำ 0 และ 1 มาเทียบกับค่า Index แล้วผลลัพธ์ที่ได้คือ 42.61 และ 32.31

Hash Table		
Index	Data	THB-USD Avg.
0	$Pattern_0$	$TU - Avg_0$
1	$Pattern_1$	$TU - Avg_1$
2	$Pattern_2$	$TU - Avg_2$
⋮	⋮	⋮
$Index_n$	$Pattern_n$	$TU - Avg_n$

Diagram showing mapping from external indices to the Hash Table:

- External index 0 points to Hash Table Index 0, which corresponds to $TU - Avg_0$ (42.61).
- External index 1 points to Hash Table Index 2, which corresponds to $TU - Avg_2$ (32.31).

ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลจากการพยากรณ์เป็นค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ

Hash Table		
Index	Data	THB-USD Avg.
0	$Pattern_0$	$TU - Avg_0$
1	$Pattern_1$	$TU - Avg_1$
2	$Pattern_2$	$TU - Avg_2$
⋮	⋮	⋮
$Index_n$	$Pattern_n$	$TU - Avg_n$

ภาพที่ 3.19 รายละเอียด Hash Table ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง

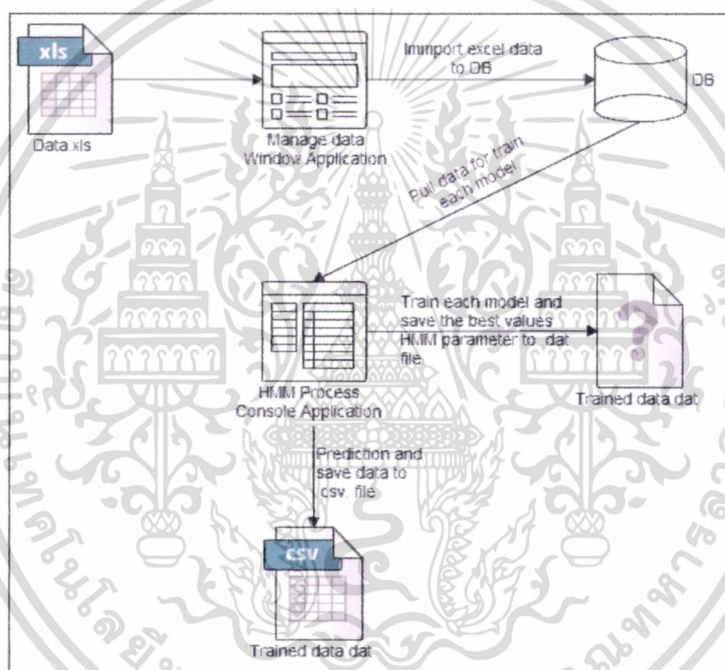
จากภาพที่ 3.19 จะสรุปได้ว่ารายละเอียดของ Hash Table ที่ใช้ในการทดลองนี้จะประกอบไปด้วยข้อมูล 3 ชนิดได้แก่

- $Index_n$ คือ ตำแหน่งของข้อมูล
- $Pattern_n$ คือ ค่าข้อมูลรหัสเลข 8 หลัก
- $TU - Avg_n$ คือ ค่าเฉลี่ยเงินสกุล บาท/ ดอลลาร์สหรัฐฯ อิงตาม $Index_n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ภาพรวมการออกแบบโปรแกรมทั้งหมดของการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้ออกแบบพัฒนาโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ โปรแกรมจัดการข้อมูลซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของ Window Application จะคอยทำหน้าที่จัดการข้อมูลและบันทึกลงในฐานข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมสำหรับคำนวณฮิคเดนมาร์คอฟโมเดลเรียกใช้งาน และ โปรแกรมหนึ่งคือ โปรแกรมโปรแกรมสำหรับคำนวณฮิคเดนมาร์คอฟโมเดล ที่จะถูกพัฒนาในรูปแบบของ Console Application (หรือ DOS) ที่จะทำการดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูลเพื่อทำการคำนวณในส่วนของการกระบวนการ ของการเรียนรู้จำ(Training) และ การทำนายผล (Testing) ซึ่งภาพรวมของระบบทั้ง 2 นี้สามารถดูได้จากภาพที่ 3.20 และนอกจากนี้ยังมีตารางสรุปของเครื่องมือการพัฒนาโปรแกรม ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา รวมถึงรูปแบบในการพัฒนาของโปรแกรมดังตารางที่ ตารางที่ 3.5



ภาพที่ 3.20 ภาพรวมของ โปรแกรมจัดการข้อมูลและ โปรแกรมคำนวณฮิคเดนมาร์คอฟโมเดล

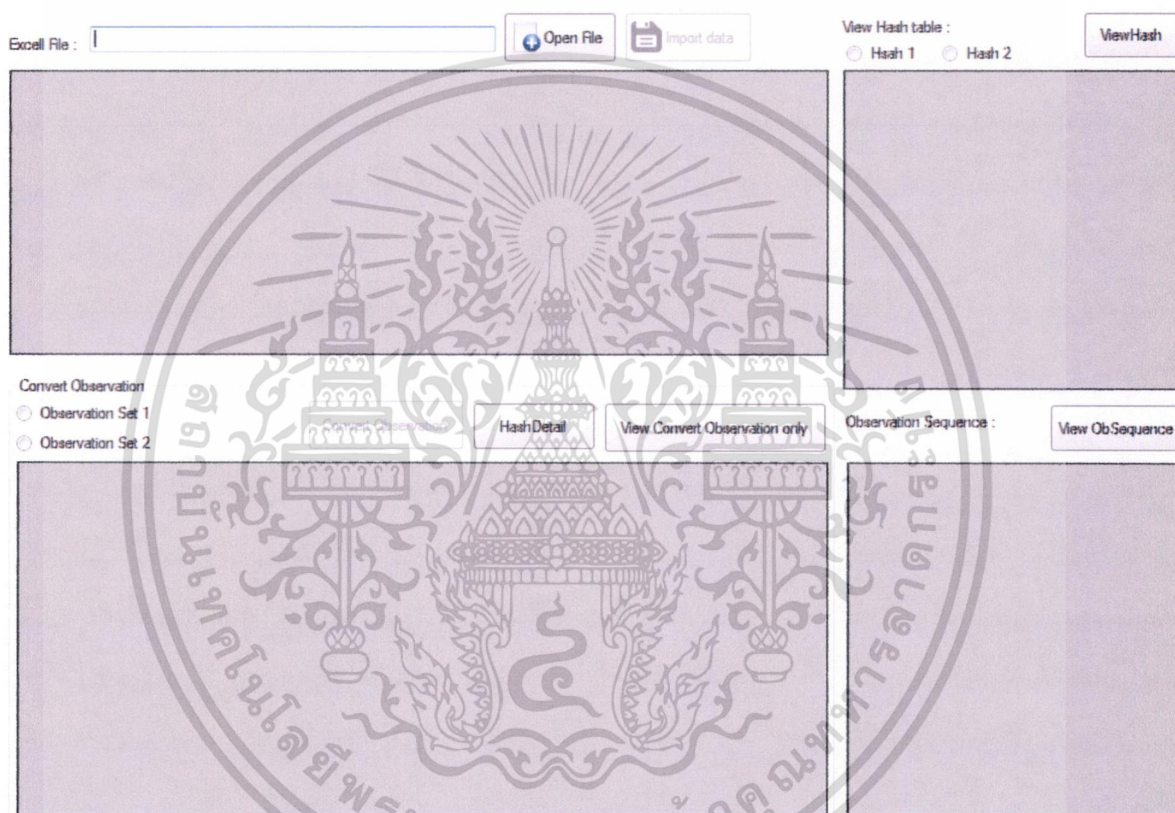
ตารางที่ 3.5 ภาษา และ เครื่องมือของการพัฒนา โปรแกรมสำหรับการทดลอง

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม	C#
เครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรม	Visual Studio 2010 Visual Studio 2012
เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล	Text File Comma Separated Values (CSV)File Microsoft SQL Server 2008 R2
โปรแกรมการจัดการข้อมูล	พัฒนาในรูปแบบของ Window Application
โปรแกรมการคำนวณฮิคเดนมาร์คอฟโมเดล	พัฒนาในรูปแบบของ Console Application (DOS)

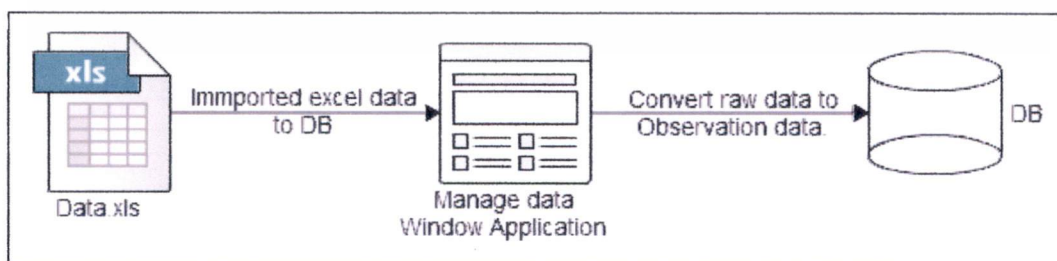
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 โปรแกรมการจัดการข้อมูล

คือโปรแกรมที่พัฒนาให้อยู่ในรูปแบบ Window Application ซึ่งลักษณะของหน้าจอจะแสดงดังภาพที่ 3.21 เป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลโดยการทำงานจากแผนภาพที่แสดงในภาพที่ 3.22 จะเริ่มตั้งแต่การ นำข้อมูลจาก Excel เข้าฐานข้อมูลจากนั้นก็ทำการแปลงข้อมูลดิบให้เป็นลำดับข้อมูล (Observation data : O_T) ตามกระบวนการดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.1 แล้วเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อเตรียมไว้ให้ โปรแกรมคำนวณฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลเรียกใช้งาน



ภาพที่ 3.21 โปรแกรมการจัดการข้อมูล



ภาพที่ 3.22 แผนภาพการทำงานของ โปรแกรมจัดการข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 โปรแกรมการคำนวณฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาในรูปแบบของ Console Application ซึ่งลักษณะหน้าจอเป็นแบบ DOS ดังภาพที่ 3.23 โดยการทำงาน จากแผนภาพรวม(ดังภาพที่ 3.24) การทำงานจะเริ่มตั้งแต่การดึงลำดับข้อมูล O_T มาจากทางฐานข้อมูล แล้วเริ่มเข้าสู่กระบวนการสอน (Training) เมื่อกระบวนการสอนในแต่ละโมเดลเสร็จสิ้นซึ่งหมายความว่าเราได้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดมาแล้ว ก็จะถูกบันทึกไว้ในไฟล์นามสกุล .dat เพื่อไว้ให้ในส่วนของการคำนวณการทำนายผล (Testing) เรียกค่าพารามิเตอร์มาใช้งาน

ในส่วนของการทำนายผลจะทำการดึงข้อมูลพารามิเตอร์ที่ถูกบันทึกไว้ในไฟล์นามสกุล .dat เพื่อนำมาคำนวณและทำนายผล โดยเมื่อได้ข้อมูลการทำนายผลแล้วจะถูกบันทึกไว้ในไฟล์ชนิด Comma Separated Values File (.csv file) เพื่อไว้สำหรับแปลงเป็นเอกสารในรูปแบบของโปรแกรม ไมโครซอฟต์เอกเซล เพื่อใช้ในการพล็อตกราฟต่อไป

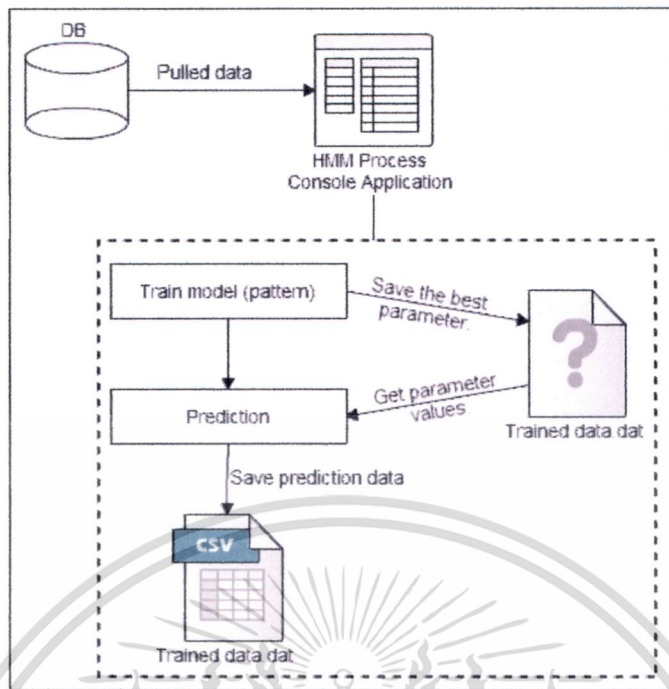
```

file:///C:/Users/KanDus/Dropbox/IS-10009/Project/1/1/1/Experiment3-2-2/Project/1/1/1/Experiment3-2-2
ProbPatternBar 458 : 0.2179388458461673
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.219388458461673
ProbPatternBar 458 : 0.317490686920988
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.317490686920988
ProbPatternBar 458 : 0.518368672355888
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.518368672355888
ProbPatternBar 458 : 0.707987981157678
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.707987981157678
ProbPatternBar 458 : 0.895440748484609
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.895440748484609
ProbPatternBar 458 : 0.834215517665281
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.834215517665281
ProbPatternBar 458 : 0.839752557651639
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.839752557651639
ProbPatternBar 458 : 0.840654863537346
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.840654863537346
ProbPatternBar 458 : 0.840871678870667
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.840871678870667
ProbPatternBar 458 : 0.840895946938833
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.840895946938833
ProbPatternBar 458 : 0.840896414764301
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.840896414764301
ProbPatternBar 458 : 0.840896415253711
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.840896415253711
ProbPatternBar 458 : NaN
Copy Model
ProbPattern 458 : NaN
Number of Find NaN 2
ProbPattern 458 : 0.0003146983247470707
ProbPatternBar 458 : 0.172510105972734
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.172510105972734
ProbPatternBar 458 : 0.182448579895472
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.182448579895472
ProbPatternBar 458 : 0.207038609837946
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.207038609837946
ProbPatternBar 458 : 0.28041163360168
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.28041163360168
ProbPatternBar 458 : 0.473097751836898
Copy Model
ProbPattern 458 : 0.473097751836898

```

ภาพที่ 3.23 โปรแกรมการคำนวณฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.24 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมคำนวณอัตราคอฟโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลลัพธ์การทดลอง

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึงการเตรียมทรัพยากร(Setup Environment)ซึ่งจะประกอบไปด้วยกำหนดค่าตัวแปรต่างๆสำหรับการทดลอง และ จะรวมถึงผลการทดลองในแต่ละกรณีต่างดั่งหัวข้อต่อไปนี้

4.1 การเตรียมทรัพยากรของการทดลอง

จะเป็นการเลือก ชนิดของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์โมเดล การกำหนดค่าตัวแปรหลักๆที่เกี่ยวข้องในการคำนวณของกระบวนการการรู้จำและทำนายผล โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1รายละเอียดของทรัพยากรในการทดลอง

ชนิดของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์โมเดล	ฟูลีคอนเนคโทโปโลยี (Fully connect topology) เลฟ-ไรท์ โทโปโลยี(Left-Right topology)
จำนวนสถานะ(N)	50,40 และ 30ด้วยวิธี Fully connect topology 30 ด้วยวิธี Fully connect topology
จำนวนชนิดข้อมูลการสังเกต (M)	คือรูปแบบของโมเดลซึ่งจะดูจากค่า $Index_n$ จากตาราง Hash Table โดยหลังจากนำข้อมูลเข้าตารางแล้วพบว่ามีรูปแบบทั้งหมด 661(หรือ $M = 661$) รูปแบบ
ตัวแปรหลักๆที่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none">• $A=(a_{i,j})_{N \times N}$• $B=(b_{j,k})_{N \times M}$• $\pi=(\pi_i)_N$
จำนวนข้อมูลทั้งหมด	<ul style="list-style-type: none">• 3042 วัน หรือ $T=3042$
ขนาดของชุดข้อมูลเข้า(t)	อิงตาม ขนาดของ Window Sliding Algorithm โดยกำหนดให้ $size=5$
เครื่องที่ใช้รันการทดลอง	<ul style="list-style-type: none">• Intel® Core™ i5-450M Processor (3M cache, 2.40 GHz) TurboBoost 2.66 GHz• RAM DDR3 4GB (3.79 Usable)• Window 7 Ultimate Service Pack 1 (64 bit)• Hard Disk WD Blue WD10JPVX 1TB 5400 RPM 8MB Cache SATA 6.0Gb/s 2.5

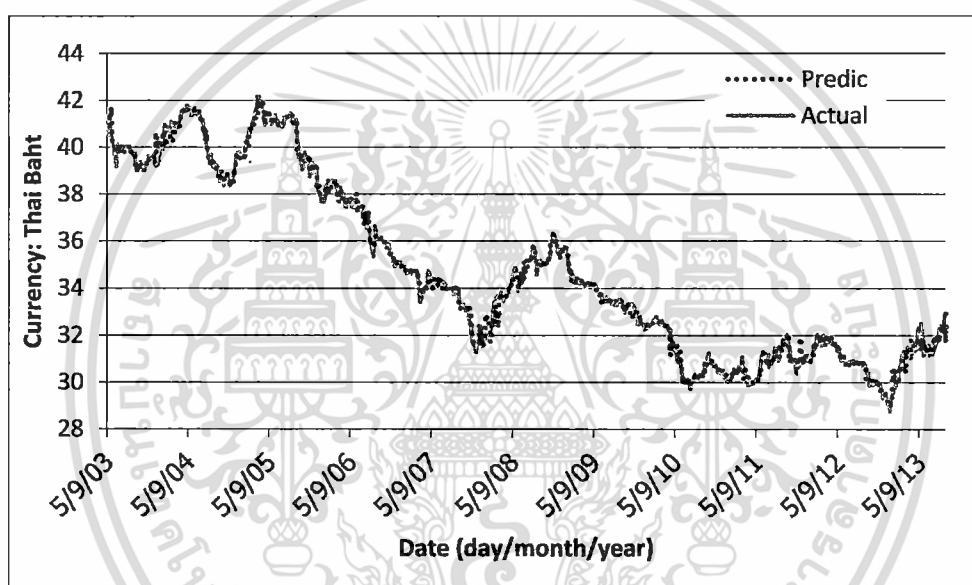
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

เมื่อผ่านการเตรียมทรัพยากรแล้วจึงได้ทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้(จากหัวข้อที่ 3.3) และ เมื่อนำผลการทำนายที่ได้มาแปลงเป็นค่าเงิน บาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ(ด้วยขั้นตอนหัวข้อที่ 3.4) โดยการทดลองจะทำการทดลองเป็น 4กรณีตามการตั้งค่า จำนวนสถานะ(N) ซึ่งผลการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

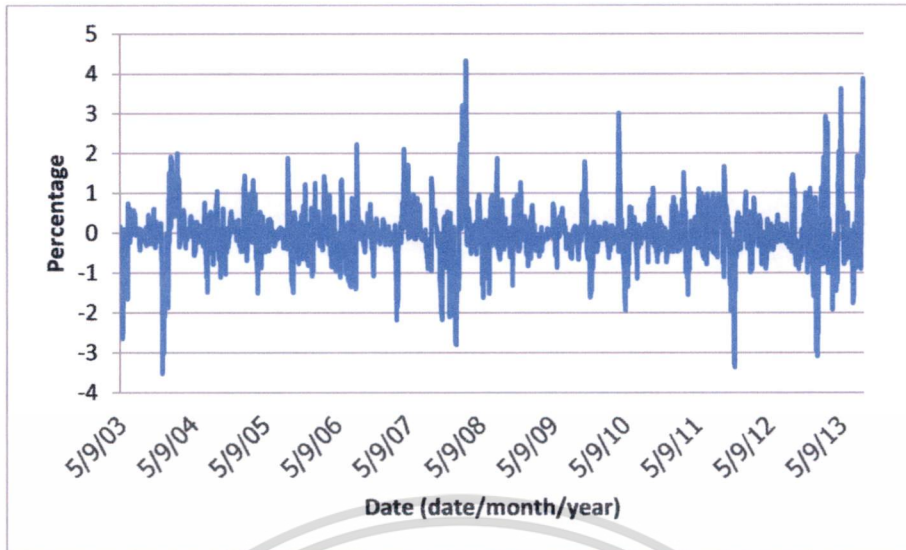
4.2.1 ผลการทดลองในกรณีที่ สถานะ $N=50$ ด้วยวิธีฟูลีคอนเนคโทโปโลยี

หลังจากที่นำ O_T เข้าสู่กระบวนการ Training Testing ด้วยการตั้งค่าสถานะ ที่ $N=50$ และ ทำการแปลงค่าผลการกลับมาเป็นค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯแล้วจึงนำข้อมูลมาพล็อตกราฟดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ

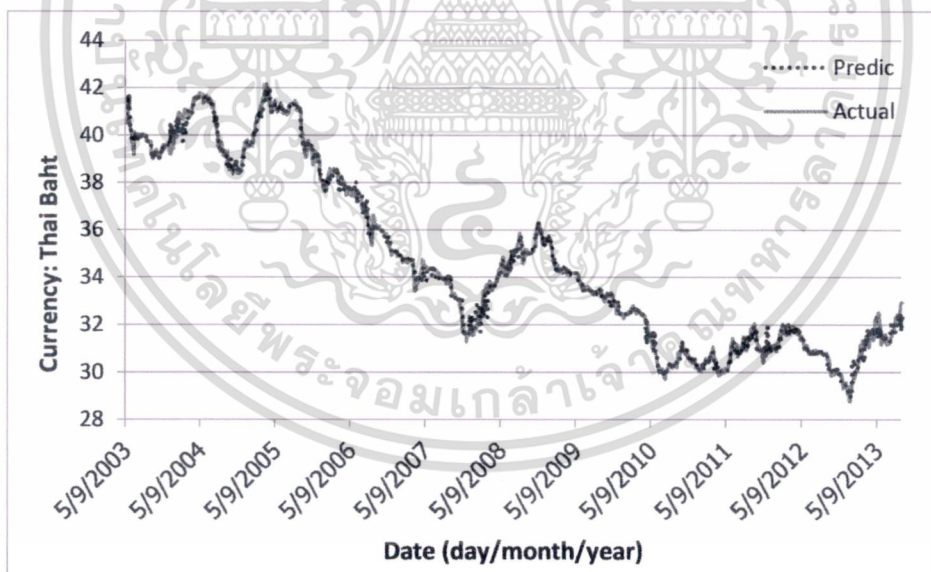
จากภาพที่ 4.1คือกราฟที่เปรียบเทียบระหว่างค่าเงินที่ได้จากการทำนายโดยฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล ด้วยวิธีฟูลีคอนเนคโทโปโลยี(เส้นประ)และข้อมูลจริง(เส้นทึบสีเทา)พบว่า กราฟทั้ง 2 เส้นมีความใกล้เคียงกันมาก และเมื่อทำการวัดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างการทำนายและข้อมูลจริงใน ด้วยวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) พบว่าค่ากราฟ Error ในแต่ละวันจะแกว่งในลักษณะดังภาพที่ 4.2และ ถ้าทำการคิดค่าแบบโดยรวมจะได้ค่า $MAPE=0.4489\%$



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่า MAPE ในแต่ละวัน

4.2.2 ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ $N=40$ ด้วยวิธีฟูลิคอนเนคโทโปลोजี

หลังจากที่นำ O_T เข้าสู่กระบวนการ Training Testing ด้วยการตั้งค่าสถานะที่ $N=40$ และทำการแปลงค่าผลการกลับมาเป็นค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ แล้วจึงนำข้อมูลมาพล็อตกราฟดังภาพที่ 4.3

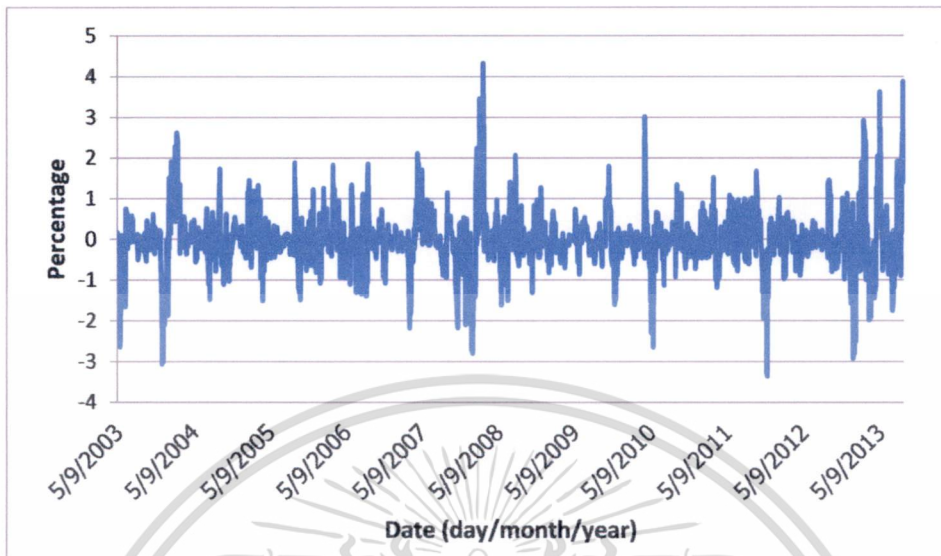


ภาพที่ 4.3 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ

จากภาพที่ 4.3 คือกราฟที่เปรียบเทียบระหว่างค่าเงินที่ได้จากการทำนายโดยฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล ด้วยวิธีฟูลิคอนเนคโทโปลोजี(เส้นประ)และข้อมูลจริง(เส้นทึบสีเทา)พบว่า กราฟทั้ง 2 เส้นมีความใกล้เคียงเช่นเดียวกับการทดลองด้วยค่า $N=50$ และเมื่อทำการวัดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างการทำนายและข้อมูลจริงใน ด้วยวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) พบว่าค่ากราฟ Error

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

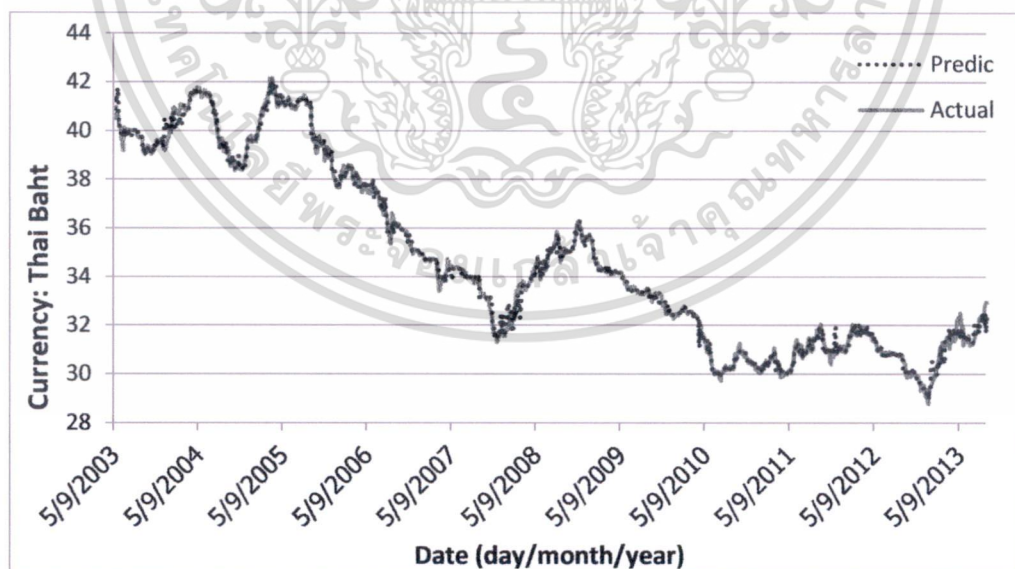
ในแต่ละวันจะแกว่งในลักษณะดังภาพที่ 4.4 และ ถ้าทำการคิดค่าแบบโดยรวมจะได้ค่า $MAPE=0.4557\%$



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่า MAPE ในแต่ละวัน

4.2.3 ผลการทดลองในกรณีที่ สถานะ $N = 30$ ด้วยวิธีฟูลคอนเนคโทโพลี

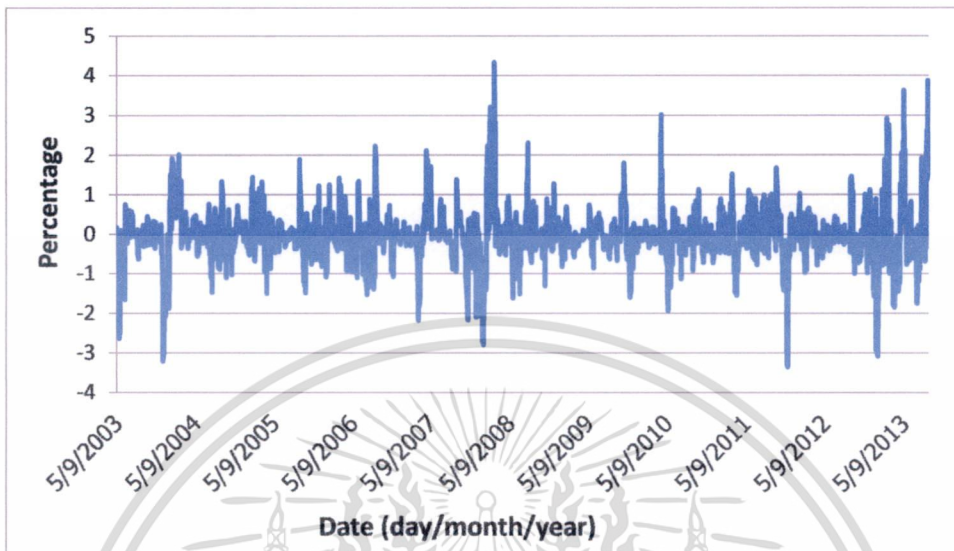
หลังจากที่นำ O_T เข้าสู่กระบวนการ Training Testing ด้วยการตั้งค่าสถานะที่ $N=30$ และ ทำการแปลงค่าผลการกลับมาเป็นค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ แล้วจึงนำข้อมูลมาพล็อตกราฟดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ

จากภาพที่ 4.5 คือกราฟที่เปรียบเทียบระหว่างค่าเงินที่ได้จากการทำนายโดยฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล ด้วยวิธีฟูลคอนเนคโทโพลี (เส้นประ) และข้อมูลจริง (เส้นทึบสีเทา) พบว่า กราฟทั้ง 2 เส้นมีความใกล้เคียงเช่นเดียวกับการทดลองด้วยค่า $N=50$ และ 40 และเมื่อทำการวัดค่าความคลาดเคลื่อน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

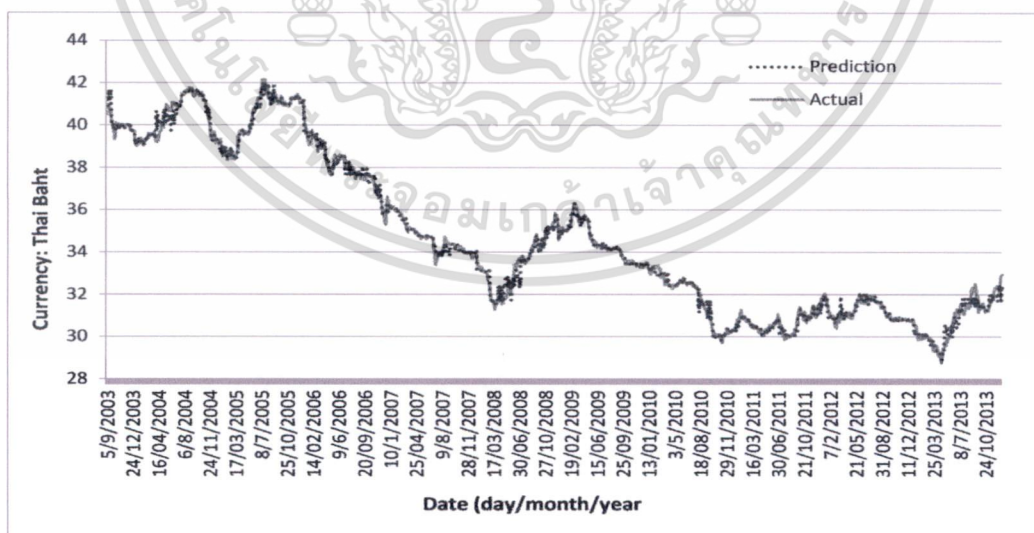
ระหว่างการทำนายและข้อมูลจริงใน ด้วยวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) พบว่าค่ากราฟ Error ในแต่ละวันจะแกว่งในลักษณะดังภาพที่ 4.6 และ ถ้าทำการคิดค่าแบบโดยรวมจะได้ค่า MAPE=0.4451%



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่า MAPE ในแต่ละวัน

4.2.4 ผลการทดลองในกรณีที่สถานะ $N = 30$ ด้วยวิธีเลฟ-ไล โทโปโลยี

หลังจากที่นำ O_T เข้าสู่กระบวนการ Training Testing โดยใช้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลแบบ Left-Right Topology ด้วยการตั้งค่าสถานะ ที่ $N=30$ และ ทำการแปลงค่าผลการกลับมาเป็นค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ แล้วจึงนำข้อมูลมาพล็อตกราฟดังภาพที่ 4.7

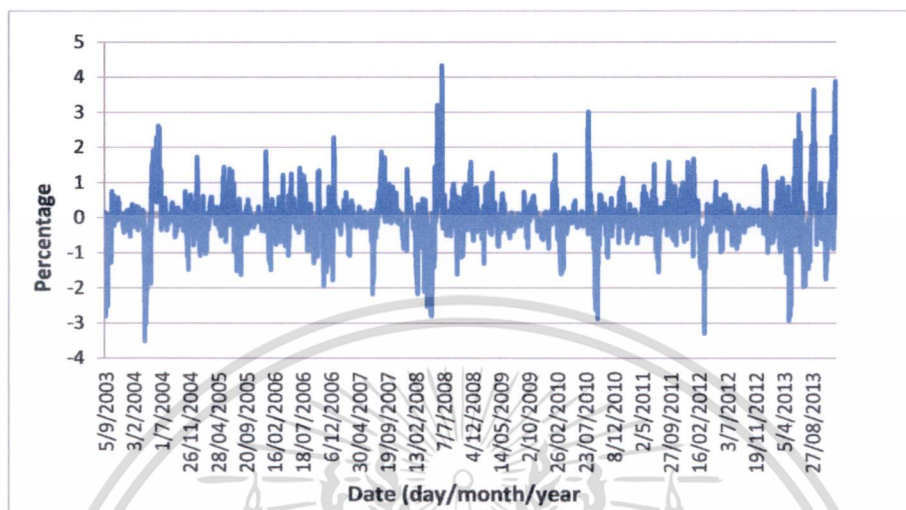


ภาพที่ 4.7 กราฟผลการทำนายค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ

จากภาพที่ 4.7 คือกราฟที่เปรียบเทียบระหว่างค่าเงินที่ได้จากการทำนายโดยฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล ด้วยวิธีเลฟ-ไล โทโปโลยี(เส้นประ)และข้อมูลจริง(เส้นทึบสีเทา)พบว่า กราฟทั้ง 2 เส้นมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อทำการวัดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างการทำนายและข้อมูลจริงใน ด้วยวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) พบว่าค่ากราฟ Error ในแต่ละวันจะแกว่งในลักษณะดังภาพที่ และ ถ้าทำการคิดค่าแบบโดยรวมจะได้ค่า $MAPE=0.0857\%$

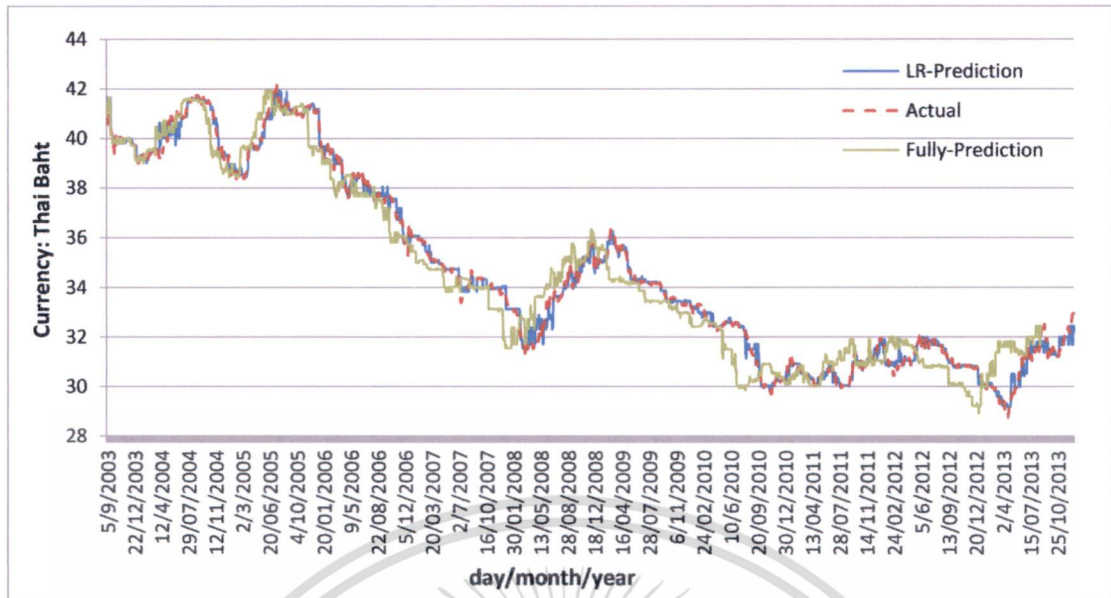


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงค่า MAPE ในแต่ละวัน

จากการทดลองทั้งหมดทั้ง 4 กรณีตั้งแต่การทดลองที่ 4.2.1 ถึง 4.2.4 พบว่ากราฟของการเปรียบเทียบระหว่างผลการทำนาย (Prediction result) กับค่าจริง (Actual result) มีความใกล้เคียงกันอย่างมากทั้ง 4 กรณี อีกทั้ง ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของการทดลองทั้ง 4 ยังมีค่าความผิดพลาดที่ต่ำมากและมีความใกล้เคียงกันอีกเช่นกัน

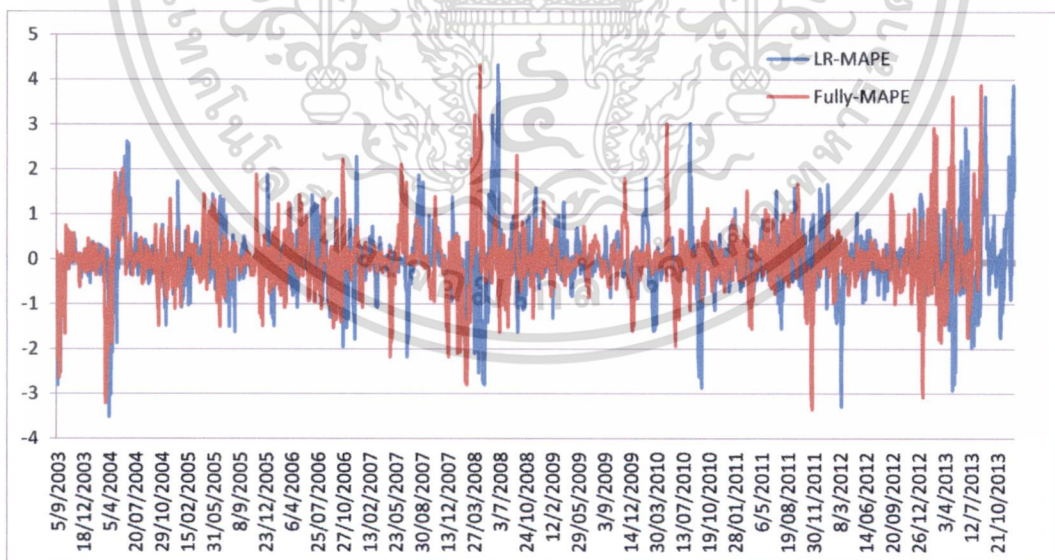
4.3 การเปรียบเทียบผลการทดลองของโทโปโลยี

จากการที่ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลมีโทโปโลยีที่ทดสอบแบบได้แก่ ฟูลลิคอนเนคโทโปโลยี (Fully connect topology) และ เลฟ-ไรท์ โทโปโลยี (Left-Right topology) ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองทำนายผลด้วยโทโปโลยีทั้งสอง โดยตั้งค่าผลการทดลองคือ ใช้สถานะที่ $N = 30$ พบว่ากราฟในส่วนของการทำนายด้วย Topology ทั้งสองยังวิ่งไปในทิศทางเดียวกันกับค่าข้อมูลจริงดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบผลการทำนายของทั้งสองโทโปโลยี

และเมื่อเปรียบเทียบค่า วิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของโทโปโลยีทั้งสองพบว่า ในการพยากรณ์ด้วย Fully-Connect Topology ที่สถานะ $N=30$ จะได้ค่า $MAPE=0.4451\%$ และ Left-Right Topology จะได้ค่า $MAPE=0.0857\%$ นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบการแกว่งของค่า MAPE ระหว่างวันของทั้ง 2 วิธีซึ่งจะแสดงลักษณะการแกว่งคังภาพที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะการแกว่งของค่า MAPE มีลักษณะที่คล้ายกันคังภาพที่ 4.10

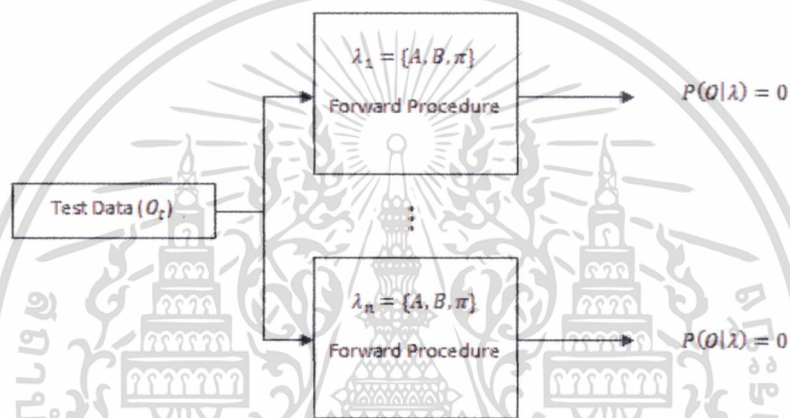


ภาพที่ 4.10 กราฟการเปรียบเทียบค่า MAPE ของทั้งสองโทโปโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 2 โทโปโลยีพบว่า มีข้อสังเกตดังต่อไปนี้

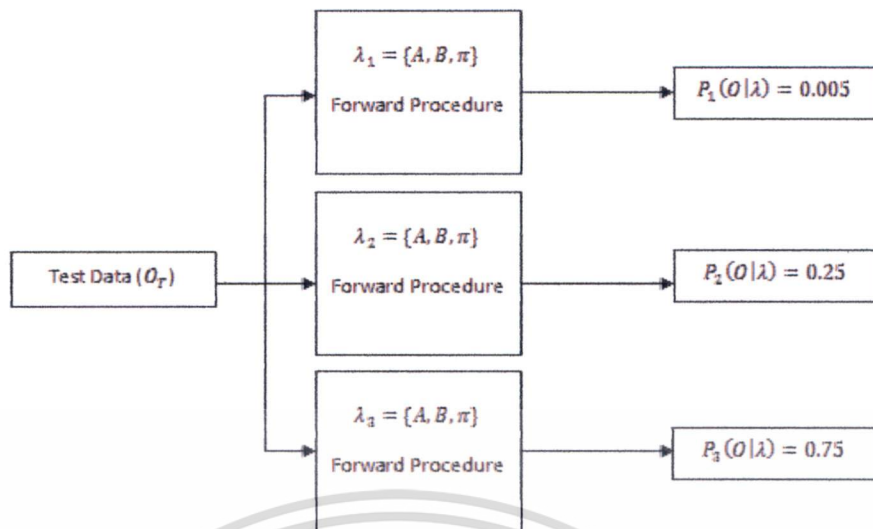
จากการทดลองพบว่า การทำนายของ ฟูลีคอนเนคโทโปโลยีและ เลฟ-ไล โทโปโลยีทำนายวันได้ไม่ตรงกัน กล่าวคือ แบบ ฟูลีคอนเนคโทโปโลยีจะทำนายได้ 2377 วัน แต่ในขณะที่ เลฟ-ไล โทโปโลยีพบว่าสามารถทำนายได้ถึง 2460 วัน เพราะเนื่องมาจาก การทดลองนี้ได้ออกแบบโดยใช้หลักการ 80/20 ของทฤษฎีพารेट คือการให้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลเริ่มต้นรู้จำโมเดล 20% จากข้อมูลทั้งหมด 3084 วัน คิดเป็น 617 วัน ซึ่งเป็นไปได้ว่า จะมี Pattern บางค่าที่ยังไม่ได้ถูกรู้จำทำให้ตอนช่วงทำนายผลหลังจาก 20% ของข้อมูลที่ถูกรู้จำนั้น ได้ค่าความน่าจะเป็นคือ 0 เพราะไม่มีโมเดลใดเลยรู้จัก O_t หรือ Pattern ตัวนั้น (ดังภาพที่ 4.11) ทำให้ไม่สามารถทำนายผลได้



ภาพที่ 4.11 การทำนายผลแล้วผลการทำนายได้ค่าความน่าจะเป็นคือ 0

ต่อจากนั้นผู้ทำการทดลองได้ออกแบบให้ นำ O_t ชุดที่ผลการทำนายเป็น 0 นำไปสร้าง โมเดลใหม่ และ นำเข้าสู่กระบวนการรู้จำอีกครั้ง (ตามขั้นตอนที่ 3.3 ในบทที่ 3)

อีกประเด็นหนึ่ง จากการวิจัยของ Lawrence R Rabiner, F. Jelinek และ R. Bakis ได้ทดสอบ ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลกับสัญญาณเสียง หรือ สัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาแล้วพบว่า เลฟ-ไล โทโปโลยีให้คุณสมบัติให้ค่าความน่าจะเป็นของ O_t ชุดที่ถูกส่งเข้าไปรู้จำสูงขึ้นกว่าแบบ ฟูลีคอนเนคโทโปโลยีเป็นผลให้ค่าพารามิเตอร์ A, B, π เมื่อผ่านกระบวนการ Re-Estimation ถูกปรับให้มีการรู้จำ O_t ชุดนั้น ดังนั้นผู้ทำการทดลองได้เห็นว่าข้อมูล O_t ของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าเงินทั้ง 4 มีลักษณะคล้ายกับลักษณะสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาเช่นกัน ซึ่งก็คือ เมื่อชุดของ O_t ถูกรู้จำด้วย เลฟ-ไล โทโปโลยี ค่าพารามิเตอร์จะถูกปรับให้สามารถรู้จำรูปแบบของข้อมูลที่ทดสอบ จากนั้นเมื่อถึงตอนทำนายผล ถ้าส่ง O_t ชุดเดิม (ที่ใช้สอน) หรือ ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับ โมเดลที่สอน เข้าสู่กระบวนการ Forward-Procedure ด้วยพารามิเตอร์ของทุกโมเดลที่ถูกรู้จำมาแล้วก็จะทำให้ได้ค่าความน่าจะเป็นของ O_t ในโมเดลที่ถูกส่งไปทำนายผลได้สูงที่สุด ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างการทำนายผลของรูปแบบ O_1

จากภาพที่ 4.12 สมมุติให้โมเดลมีการรู้จำในรูปแบบ Pattern₃ ด้วย $O = \{1,2,3,2,3\}$ ในกรณีที่ต้องการทำนายผลโดย ส่งค่า $O = \{1,2,3,2,3\}$ หรือ ข้อมูลที่อื่นๆที่ข้อมูล o_5 คือ 3 พบว่าเมื่อผ่านกระบวนการ Forward-Procedure แล้ว ค่าความน่าจะเป็นของ $P_3(O|\lambda)$ ได้ค่าที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับโมเดลอื่นๆ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโมเดลทำนายผลได้ คือ Pattern₃

จากการสังเกตความเร็วในการ Training และ Testing ของเลฟ-ไล โทโปโลยี และฟูลีคอนเนคโทโปโลยีโดยการใช้ Code ดังภาพที่ 4.12

```

using System.Diagnostics;

Stopwatch sw = new Stopwatch(); //ทำการเรียกใช้คลาส Stopwatch
sw.Start(); //เริ่มนับเวลา
sw.Stop(); //หยุดนับเวลา
sw.Elapsed; //เรียกดูค่าเวลาที่นับ รูปแบบ TimeSpan(Hours:Minutes:Seconds.Milliseconds)
  
```

ภาพที่ 4.13 Code Class Stopwatch สำหรับจับเวลาการ Training และ Testing

โดยจะทำการ เรียกใช้ sw.Start(); ก่อนที่จะเริ่มเข้า เมธอดกระบวนการ Training และ Testing และเมื่อ เสร็จกระบวนการ Training และ Testing แล้วทำการปิดท้ายด้วยการเรียกใช้ sw.Stop(); และทำการเรียกดูเวลาด้วย sw.Elapsed(); พบว่า แต่ละโทโปโลยีมีเวลาดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบเวลาของแต่ละโทโปโลยีของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลที่ $N = 30$

โทโปโลยี	เวลา
ฟูลีคอนเนคโทโปโลยี (Fully connect topology)	57hr:31min:52.4783025 sec.
เลฟ-ไล โทโปโลยี(Left-Right topology)	41hr:46min:58.4994974 sec.

ในเรื่องความแม่นยำของการทำนายด้วยทั้งสองโทโปโลยี พบว่ามีค่าความผิดพลาด (MAPE)ที่น้อยด้วยกันทั้ง 2 วิธีตามตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบค่า MAPE ของแต่ละ โทโปโลยีของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลที่ $N = 30$

โทโปโลยี	MAPE
ฟูลีคอนเนค โทโปโลยี (Fully connect topology)	0.4451%
เลฟ-ไรท โทโปโลยี (Left-Right topology)	0.0857%

อีกทั้งเมื่อดูจากกราฟภาพที่ 4.9 แล้วพบว่า การทำนายด้วยทั้งสองโทโปโลยีต่างกันก็ใกล้ข้อมูลจริงอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำนายอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินระหว่าง ค่าเงินบาท/ดอลลาร์สหรัฐฯ โดยใช้ ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล โดยเลือก 4 บัญชีได้แก่ คำนีดอลลาร์ อัตราดอกเบี้ยนโยบาย อัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน และ อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ พบว่า สามารถนำข้อมูลปัจจัยทั้ง 4 นีมาเข้ากระบวนการจัดการข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูลเข้า (Observation data) ให้กับฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลได้ อีกทั้ง ข้อมูลที่ถูกพยากรณ์ออกมาของในแต่ละการทดลองพบว่าค่อนข้างมีความแม่นยำโดยดูจากกราฟเปรียบเทียบ ซึ่งผลลัพธ์ไม่ต่างกันมากนักของแต่ละการทดลอง ทำให้พิสูจน์ได้ว่า สามารถใช้ฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนได้

และจากการเปรียบเทียบผลการทดลองของทั้ง 2 โทโปโลยีพบว่าจากกราฟเปรียบเทียบดังภาพที่ 4.9 พบว่าผลของการทำนายใกล้เคียงกับค่าข้อมูลจริง แต่จะแตกต่างกันในเรื่องของความเร็วในการ Training และ Testing ของทั้ง 2 โทโปโลยีที่พบว่า เลฟ-ไล โทโปโลยี มีความเร็วกว่าแบบ ฟูลิคอนเนคโทโปโลยี และจำนวนวันที่ทำนายได้ (Output) ที่พบว่าเลฟ-ไล โทโปโลยีสามารถทำนายได้วันที่มากกว่า แต่ในส่วนของความแม่นยำนั้นพบว่า โทโปโลยีทั้งสองมีความแม่นยำไม่ต่างกันมากนัก และเมื่อดูจากค่า MAPE พบว่า ทั้งสองโทโปโลยีได้ค่าที่น้อยเช่นกัน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 5.2.1 ผู้วิจัยไม่มีความรู้ด้านฮิดเดนมาร์คอฟโมเดลทำให้ต้องศึกษาเพิ่มเติมและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน
- 5.2.2 เนื่องจากฮิดเดนมาร์คอฟเป็นการคำนวณที่ซับซ้อนค่อนข้างมาก อีกทั้งยังใช้ข้อมูลที่มีปริมาณมาก ดังนั้นทำให้เกิดความล่าช้าในการคำนวณ
- 5.2.3 ข้อมูลปัจจัยที่ได้เลือกใช้ในการทดลองครั้งนี้ เลือกโดยใช้ปัจจัยที่สามารถวัดค่าและตีความสถานการณ์ต่างๆ ได้ด้วยตัวเลข ดังนั้นยังมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออีกมากมายที่ยังไม่ได้ถูกเลือกมาใช้ในการทดลอง

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 5.3.1 ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ทางการเงินเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าเงิน มาใช้งานเพิ่มเติมในการทดลอง

- 5.3.2 ศึกษาทฤษฎี Machine Learning อื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อทำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล รวมถึงประสิทธิภาพอื่นๆ เช่น ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย หรือ ความเร็วในการทำนาย เป็นต้น
- 5.3.3 ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประยุกต์การทดลองนี้เข้ากับ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application) เพื่อให้ นักลงทุน หรือ ผู้ที่สนใจ สามารถนำไปใช้งานได้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษร หอมขจร. **cross rate**. [Online].

เข้าถึงได้จาก : <http://e-book.ram.edu/e-book/e/EC353/EC353-1.pdf>

ศราภรณ์ สิทธิกุล. 2556. **Fund Flow กับทิศทางการลงทุน(1) : รู้จัก Fund Flow**. [Online].

เข้าถึงได้จาก : http://www.tsi-thailand.org/images/stories/TSI2012_Investor/Articles/TSI-Article_Inv_EQ_111.pdf

ทีมกลยุทธ์นโยบายการเงิน 1 สายนโยบายการเงิน ธนาคารแห่งประเทศไทย. **อัตราดอกเบี้ยนโยบาย**. [Online]. เข้าถึงได้จาก :

<http://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Decision/PolicyRate/Pages/index.aspx>

ทีมพยากรณ์และพัฒนาแบบจำลอง สายนโยบายการเงินธนาคารแห่งประเทศไทย. **เอกสารประกอบการแถลงข่าวรายงานนโยบายการเงินพ.ศ.2545-2556**[Online].

เข้าถึงได้จาก : <http://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Inflation/Pages/index.aspx>

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2556. **อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ**. [Online].

เข้าถึงได้จาก : http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/FinancialMarkets/ExchangeRate/_layouts/Application/ExchangeRate/ExchangeRate.aspx

ธนาคารแห่งประเทศไทย. **อัตราดอกเบี้ยตลาดเงินพ.ศ.2545-2556**[Online].

เข้าถึงได้จาก : <http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/FinancialMarkets/InterestRate/Pages/StatInterestRate.aspx>

ชนินทร์รัฐ รัตนพงษ์ภิญโญ. 2553. “การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเคลื่อนไหวระยะสั้นของอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐอเมริกา A Study of Factors Affecting the Short-term Movement of the Thai Baht vs the US Dollar.”วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 30(1)

ปภณ เกื้อเจริญ และ อังกูร เอี่ยมอาภรณ์. 2552. “STUDYING HIDDEN MARKOV MODEL การศึกษาฮิดเดนมาร์คอฟโมเดล.” ปรินญาวิศวกรรรมศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วรลักษณ์ หิมะกลัส. **การพัฒนาเศรษฐกิจ**. [Online].

เข้าถึงได้จาก : http://www.econ.cmu.ac.th/teacher/woraluck/econ100/Sheet/11_Eco_Development.pdf

วิษณุ โคตรจรัส.บทที่ 9 ตารางแฮช.[Online].

เข้าถึงได้จาก: <http://www.cp.eng.chula.ac.th/~vishnu/datastructure/aj.vishnu%20-%20hashing.pdf>

ศรีสกุล แสงสุวรรณ และ สุชา สมานชาติ. 2551. “การพยากรณ์ราคาทองคำแท่งโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.”วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.4(7):15-21.

Aditya Gupta and Bhuwan Dhingra.2012. “Stock Market Prediction Using Hidden Markov Models.”**Students Conference on Engineering and Systems (SCES).**

Bank of Thailand. **The monetary policy target.** [Online]

Available: <http://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Target/Pages/Target.aspx>

F. Jelinek, "Continuous speech recognition by statistical methods," Proc. IEEE, vol. 64, pp. 532-536, Apr. 1976.

Lawrence R Rabiner.1989.“A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition.”**Proceedings of the IEEE.** 77(2): 257-286.

Md. Rafiul Hassanand and Baikunth Nath. 2005. “StockMarket Forecasting Using Hidden Markov Model: A New Approach.” Proceedings of the 2005 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA’05)

R. Bakis, "Continuous speech word recognition via centi-second acoustic states," in Proc. ASA Meeting (Washington, DC), Apr. 1976.

US Dollar Index (\$DXY) 2002-2013[Online].

Available :[http://www.barchart.com/charts/stocks/\\$DXY](http://www.barchart.com/charts/stocks/$DXY)

ภาคผนวก

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ก. ข้อมูลอัตราดอกเบี้ยนโยบาย

ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2545-พ.ศ.2556 (ธนาคารแห่งประเทศไทย)

เดือน	ดอกเบี้ยนโยบาย	เดือน	ดอกเบี้ยนโยบาย	เดือน	ดอกเบี้ยนโยบาย	เดือน	ดอกเบี้ยนโยบาย
ม.ค. 2545	1.83	ม.ค. 2547	0.95	ม.ค. 2549	4.25	ม.ค. 2551	3.25
ก.พ. 2545	1.75	ก.พ. 2547	0.98	ก.พ. 2549	4.25	ก.พ. 2551	3.25
มี.ค. 2545	1.65	มี.ค. 2547	0.99	มี.ค. 2549	4.50	มี.ค. 2551	3.25
เม.ย. 2545	1.63	เม.ย. 2547	0.97	เม.ย. 2549	4.75	เม.ย. 2551	3.25
พ.ค. 2545	1.63	พ.ค. 2547	0.98	พ.ค. 2549	4.75	พ.ค. 2551	3.25
มิ.ย. 2545	1.6	มิ.ย. 2547	1	มิ.ย. 2549	5.00	มิ.ย. 2551	3.25
ก.ค. 2545	1.57	ก.ค. 2547	1.04	ก.ค. 2549	5.00	ก.ค. 2551	3.50
ส.ค. 2545	1.67	ส.ค. 2547	1.13	ส.ค. 2549	5.00	ส.ค. 2551	3.75
ก.ย. 2545	1.69	ก.ย. 2547	1.43	ก.ย. 2549	5.00	ก.ย. 2551	3.75
ต.ค. 2545	1.69	ต.ค. 2547	1.53	ต.ค. 2549	5.00	ต.ค. 2551	3.75
พ.ย. 2545	1.6	พ.ย. 2547	1.69	พ.ย. 2549	5.00	พ.ย. 2551	3.75
ธ.ค. 2545	1.52	ธ.ค. 2547	1.79	ธ.ค. 2549	5.00	ธ.ค. 2551	2.75
ม.ค. 2546	1.52	ม.ค. 2548	2.00	ม.ค. 2550	4.75	ม.ค. 2552	2.00
ก.พ. 2546	1.41	ก.พ. 2548	2.00	ก.พ. 2550	4.50	ก.พ. 2552	1.50
มี.ค. 2546	1.58	มี.ค. 2548	2.25	มี.ค. 2550	4.50	มี.ค. 2552	1.50
เม.ย. 2546	1.69	เม.ย. 2548	2.25	เม.ย. 2550	4.00	เม.ย. 2552	1.25
พ.ค. 2546	1.68	พ.ค. 2548	2.25	พ.ค. 2550	3.50	พ.ค. 2552	1.25
มิ.ย. 2546	1.6	มิ.ย. 2548	2.50	มิ.ย. 2550	3.50	มิ.ย. 2552	1.25
ก.ค. 2546	1.13	ก.ค. 2548	2.75	ก.ค. 2550	3.25	ก.ค. 2552	1.25
ส.ค. 2546	1.1	ส.ค. 2548	2.75	ส.ค. 2550	3.25	ส.ค. 2552	1.25
ก.ย. 2546	1.1	ก.ย. 2548	3.25	ก.ย. 2550	3.25	ก.ย. 2552	1.25
ต.ค. 2546	1.1	ต.ค. 2548	3.75	ต.ค. 2550	3.25	ต.ค. 2552	1.25
พ.ย. 2546	1.06	พ.ย. 2548	3.75	พ.ย. 2550	3.25	พ.ย. 2552	1.25
ธ.ค. 2546	1.01	ธ.ค. 2548	4.00	ธ.ค. 2550	3.25	ธ.ค. 2552	1.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นว่าไปเผยแพร่หรือใช้ในที่อื่นนอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือน	ดอกเบี้ย นโยบาย	เดือน	ดอกเบี้ย นโยบาย	เดือน	ดอกเบี้ย นโยบาย	เดือน	ดอกเบี้ย นโยบาย
ม.ค. 2553	1.25	ม.ค. 2554	2.25	ม.ค. 2555	3.00	ม.ค. 2556	2.75
ก.พ. 2553	1.25	ก.พ. 2554	2.25	ก.พ. 2555	3.00	ก.พ. 2556	2.75
มี.ค. 2553	1.25	มี.ค. 2554	2.50	มี.ค. 2555	3.00	มี.ค. 2556	2.75
เม.ย. 2553	1.25	เม.ย. 2554	2.75	เม.ย. 2555	3.00	เม.ย. 2556	2.75
พ.ค. 2553	1.25	พ.ค. 2554	2.75	พ.ค. 2555	3.00	พ.ค. 2556	2.50
มิ.ย. 2553	1.25	มิ.ย. 2554	3.00	มิ.ย. 2555	3.00	มิ.ย. 2556	2.50
ก.ค. 2553	1.50	ก.ค. 2554	3.25	ก.ค. 2555	3.00	ก.ค. 2556	2.50
ส.ค. 2553	1.75	ส.ค. 2554	3.50	ส.ค. 2555	3.00	ส.ค. 2556	2.50
ก.ย. 2553	1.75	ก.ย. 2554	3.50	ก.ย. 2555	3.00	ก.ย. 2556	2.50
ต.ค. 2553	1.75	ต.ค. 2554	3.50	ต.ค. 2555	2.75	ต.ค. 2556	2.50
พ.ย. 2553	1.75	พ.ย. 2554	3.25	พ.ย. 2555	2.75	พ.ย. 2556	2.25
ธ.ค. 2553	2.00	ธ.ค. 2554	3.25	ธ.ค. 2555	2.75	ธ.ค. 2556	2.25

ข. ข้อมูลอัตราเงินเพื่อพื้นฐาน

ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2545-พ.ศ.2556 (ทิมพยากรณ์และพัฒนาแบบจำลอง)

ปี	เดือน	อัตรา เงินเพื่อ พื้นฐาน	ปี	เดือน	อัตรา เงินเพื่อ พื้นฐาน	ปี	เดือน	อัตรา เงินเพื่อ พื้นฐาน
2545	มกราคม	1	2548	มกราคม	1	2551	มกราคม	1.3
2545	เมษายน	0.5	2548	เมษายน	1	2551	เมษายน	1.5
2545	กรกฎาคม	0.5	2548	กรกฎาคม	1	2551	กรกฎาคม	2.8
2545	ตุลาคม	0.5	2548	ตุลาคม	1.5	2551	ตุลาคม	2
2546	มกราคม	0.5	2549	มกราคม	2	2552	มกราคม	0.5
2546	เมษายน	1	2549	เมษายน	2	2552	เมษายน	1
2546	กรกฎาคม	0.5	2549	กรกฎาคม	2	2552	กรกฎาคม	-0.5
2546	ตุลาคม	0.5	2549	ตุลาคม	2	2552	ตุลาคม	0.5
2547	มกราคม	1	2550	มกราคม	1	2553	มกราคม	1.3
2547	เมษายน	1	2550	เมษายน	1	2553	เมษายน	1
2547	กรกฎาคม	1	2550	กรกฎาคม	0.8	2553	กรกฎาคม	0.5
2547	ตุลาคม	1	2550	ตุลาคม	0.8	2553	ตุลาคม	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงมณืลัดทหือการใชงานเพื่อการศึกษาเท่านัน ไม่นุญดาเทนาเบือชือประเชินดานการท

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี	เดือน	อัตรา เงินเพื่อ พื้นฐาน
2554	มกราคม	2
2554	เมษายน	2.3
2554	กรกฎาคม	2.4
2554	ตุลาคม	2.4

ปี	เดือน	อัตรา เงินเพื่อ พื้นฐาน
2555	มกราคม	2.2
2555	เมษายน	2.5
2555	กรกฎาคม	2.2
2555	ตุลาคม	2.1

ปี	เดือน	อัตรา เงินเพื่อ พื้นฐาน
2556	มกราคม	1.7
2556	เมษายน	1.6
2556	กรกฎาคม	1.1
2556	ตุลาคม	1

ค. ข้อมูลอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ

ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2545-พ.ศ.2556(ทีมพยากรณ์และพัฒนาแบบจำลอง)

ปี	เดือน	อัตรา ขยายตัว ทาง เศรษฐกิจ
2545	มกราคม	2
2545	เมษายน	2.5
2545	กรกฎาคม	3
2545	ตุลาคม	4
2546	มกราคม	3.5
2546	เมษายน	3.5
2546	กรกฎาคม	4.5
2546	ตุลาคม	5.75
2547	มกราคม	6.3
2547	เมษายน	6.8
2547	กรกฎาคม	6
2547	ตุลาคม	5.5
2548	มกราคม	5.25
2548	เมษายน	4.5
2548	กรกฎาคม	3.5
2548	ตุลาคม	4.25

ปี	เดือน	อัตรา ขยายตัว ทาง เศรษฐกิจ
2549	มกราคม	4.75
2549	เมษายน	4.25
2549	กรกฎาคม	4
2549	ตุลาคม	4.5
2550	มกราคม	4
2550	เมษายน	3.8
2550	กรกฎาคม	4
2550	ตุลาคม	4.3
2551	มกราคม	4.5
2551	เมษายน	4.8
2551	กรกฎาคม	4.8
2551	ตุลาคม	4.3
2552	มกราคม	1
2552	เมษายน	-3.5
2552	กรกฎาคม	-4.5
2552	ตุลาคม	-3.5

ปี	เดือน	อัตรา ขยายตัว ทาง เศรษฐกิจ
2553	มกราคม	3.3
2553	เมษายน	4.3
2553	กรกฎาคม	6.5
2553	ตุลาคม	7.3
2554	มกราคม	3
2554	เมษายน	4.1
2554	กรกฎาคม	4.1
2554	ตุลาคม	2.6
2555	มกราคม	4.9
2555	เมษายน	6
2555	กรกฎาคม	5.7
2555	ตุลาคม	5.7
2556	มกราคม	4.9
2556	เมษายน	5.1
2556	กรกฎาคม	4.2
2556	ตุลาคม	3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. ข้อมูลดัชนีดอลลาร์(Dollar Index)

ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2545-พ.ศ.2556 (<http://www.barchart.com>)

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
2/1/2545	115.79	11/2/2545	118.41	21/3/2545	117.52	30/4/2545	115.19
3/1/2545	116.11	12/2/2545	118.23	22/3/2545	118.05	1/5/2545	114.54
4/1/2545	116.33	13/2/2545	118.8	25/3/2545	118.1	2/5/2545	114.87
7/1/2545	116.33	14/2/2545	118.42	26/3/2545	118.14	3/5/2545	113.59
8/1/2545	116.83	15/2/2545	118.47	27/3/2545	118.54	6/5/2545	113.66
9/1/2545	117.01	19/2/2545	118.33	28/3/2545	118.62	7/5/2545	113.92
10/1/2545	116.88	20/2/2545	118.93	1/4/2545	117.77	8/5/2545	114.91
11/1/2545	116.64	21/2/2545	119.16	2/4/2545	117.92	9/5/2545	114.52
14/1/2545	116.64	22/2/2545	118.48	3/4/2545	117.68	10/5/2545	113.92
15/1/2545	117.29	25/2/2545	119.13	4/4/2545	117.94	13/5/2545	114.15
16/1/2545	117.59	26/2/2545	119.82	5/4/2545	117.69	14/5/2545	115.09
17/1/2545	117.85	27/2/2545	119.57	8/4/2545	118.2	15/5/2545	114.12
18/1/2545	117.64	28/2/2545	119.16	9/4/2545	117.56	16/5/2545	114.13
22/1/2545	117.71	1/3/2545	119.4	10/4/2545	117.56	17/5/2545	113
23/1/2545	118.43	4/3/2545	118.81	11/4/2545	117.37	20/5/2545	112.82
24/1/2545	118.64	5/3/2545	118.57	12/4/2545	117.74	21/5/2545	112.8
25/1/2545	119.85	6/3/2545	117.96	15/4/2545	117.73	22/5/2545	112.33
28/1/2545	120.04	7/3/2545	116.8	16/4/2545	117.37	23/5/2545	112.79
29/1/2545	119.62	8/3/2545	117.99	17/4/2545	116.6	24/5/2545	112.8
30/1/2545	119.76	11/3/2545	117.77	18/4/2545	116.39	27/5/2545	112.91
31/1/2545	120.22	12/3/2545	117.8	19/4/2545	116.29	28/5/2545	112.1
1/2/2545	119.79	13/3/2545	117.96	22/4/2545	116.44	29/5/2545	111.62
4/2/2545	118.9	14/3/2545	117.29	23/4/2545	116.57	30/5/2545	111.17
5/2/2545	119.45	15/3/2545	117.22	24/4/2545	116.15	31/5/2545	111.81
6/2/2545	119.3	18/3/2545	117.5	25/4/2545	115.45	3/6/2545	111.3
7/2/2545	119.07	19/3/2545	117.5	26/4/2545	115.04	4/6/2545	111.09
8/2/2545	118.98	20/3/2545	117.22	29/4/2545	114.89	5/6/2545	111.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์
6/6/2545	110.83	18/7/2545	104.47	29/8/2545	106.7	11/10/2545	107.25
7/6/2545	110.99	19/7/2545	104.06	30/8/2545	106.98	15/10/2545	107.78
10/6/2545	111.1	22/7/2545	104.75	3/9/2545	105.57	16/10/2545	107.63
11/6/2545	110.68	23/7/2545	106.66	4/9/2545	106.1	17/10/2545	108.37
12/6/2545	111	24/7/2545	105.52	5/9/2545	105.98	18/10/2545	108.52
13/6/2545	111.15	25/7/2545	105.12	6/9/2545	106.84	21/10/2545	108.23
14/6/2545	110.76	26/7/2545	106.61	9/9/2545	107.1	22/10/2545	107.94
17/6/2545	110.8	29/7/2545	107.1	10/9/2545	107.52	23/10/2545	108
18/6/2545	110.2	30/7/2545	106.8	11/9/2545	107.62	24/10/2545	107.81
19/6/2545	109.67	31/7/2545	107.41	12/9/2545	107.13	25/10/2545	107.92
20/6/2545	108.94	1/8/2545	107.02	13/9/2545	108.06	28/10/2545	107.16
21/6/2545	108.19	2/8/2545	106.67	16/9/2545	108.24	29/10/2545	107.07
24/6/2545	108.2	5/8/2545	107.27	17/9/2545	108.33	30/10/2545	107.07
25/6/2545	107.57	6/8/2545	108.69	18/9/2545	107.76	31/10/2545	106.64
26/6/2545	106.56	7/8/2545	107.85	19/9/2545	107	1/11/2545	106.08
27/6/2545	106.37	8/8/2545	108.66	20/9/2545	107.53	4/11/2545	106.12
28/6/2545	106.11	9/8/2545	108.18	23/9/2545	107.86	5/11/2545	105.87
1/7/2545	106.51	12/8/2545	107.41	24/9/2545	107.52	6/11/2545	105.6
2/7/2545	106.8	13/8/2545	106.84	25/9/2545	107.79	7/11/2545	104.97
3/7/2545	107.05	14/8/2545	106.79	26/9/2545	107.68	8/11/2545	104.5
4/7/2545	107.14	15/8/2545	106.72	27/9/2545	107.53	12/11/2545	104.58
5/7/2545	107.66	16/8/2545	106.65	30/9/2545	106.87	13/11/2545	105.1
8/7/2545	106.21	19/8/2545	107.52	1/10/2545	107.07	14/11/2545	105.32
9/7/2545	105.65	20/8/2545	107.31	2/10/2545	107.16	15/11/2545	105.04
10/7/2545	106.08	21/8/2545	107.14	3/10/2545	106.97	18/11/2545	105.2
11/7/2545	105.91	22/8/2545	108.13	4/10/2545	107.6	19/11/2545	105.67
12/7/2545	105.89	23/8/2545	107.97	7/10/2545	107.55	20/11/2545	105.87
15/7/2545	104.67	26/8/2545	107.86	8/10/2545	108.07	21/11/2545	105.81
16/7/2545	104.49	27/8/2545	106.77	9/10/2545	106.94	22/11/2545	106.12
17/7/2545	104.42	28/8/2545	107.08	10/10/2545	107.2	25/11/2545	106.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
26/11/2545	106.53	17/1/2546	100.44	4/3/2546	98.34	15/4/2546	99.85
27/11/2545	106.77	21/1/2546	100.15	5/3/2546	98.33	16/4/2546	99.04
29/11/2545	106.41	22/1/2546	100.23	6/3/2546	98.33	17/4/2546	99.34
9/12/2545	105.15	23/1/2546	99.93	7/3/2546	98.04	21/4/2546	99.6
10/12/2545	105.61	24/1/2546	99.33	10/3/2546	97.84	22/4/2546	98.76
11/12/2545	105.42	27/1/2546	99.38	11/3/2546	97.99	23/4/2546	98.9
12/12/2545	104.5	28/1/2546	99.38	12/3/2546	98.35	24/4/2546	98.24
13/12/2545	103.95	29/1/2546	99.39	13/3/2546	99.64	25/4/2546	98.26
16/12/2545	104.11	30/1/2546	99.35	14/3/2546	99.97	28/4/2546	98.66
17/12/2545	103.7	31/1/2546	99.8	17/3/2546	100.88	29/4/2546	97.93
18/12/2545	103.54	3/2/2546	99.79	18/3/2546	100.8	30/4/2546	97.17
19/12/2545	103.54	4/2/2546	99.05	19/3/2546	101.51	1/5/2546	96.59
20/12/2545	103.47	5/2/2546	99.86	20/3/2546	101.23	2/5/2546	96.76
23/12/2545	103.57	6/2/2546	99.46	21/3/2546	101.96	5/5/2546	96.27
24/12/2545	103.27	7/2/2546	99.59	24/3/2546	100.95	6/5/2546	95.26
26/12/2545	102.92	10/2/2546	100.45	25/3/2546	100.78	7/5/2546	95.68
27/12/2545	102.43	11/2/2546	100.32	26/3/2546	100.5	8/5/2546	94.98
30/12/2545	102.03	12/2/2546	100.59	27/3/2546	100.6	9/5/2546	95.02
31/12/2545	101.87	13/2/2546	99.53	28/3/2546	99.94	12/5/2546	94.59
2/1/2546	102.94	14/2/2546	99.95	31/3/2546	98.86	13/5/2546	94.64
3/1/2546	102.35	18/2/2546	100.61	1/4/2546	98.99	14/5/2546	94.74
6/1/2546	102.17	19/2/2546	100.07	2/4/2546	99.96	15/5/2546	95.29
7/1/2546	102.51	20/2/2546	99.56	3/4/2546	100.06	16/5/2546	94.08
8/1/2546	101.65	21/2/2546	100.03	4/4/2546	100.4	19/5/2546	93.8
9/1/2546	101.98	24/2/2546	99.72	7/4/2546	100.79	20/5/2546	93.14
10/1/2546	101.33	25/2/2546	99.97	8/4/2546	100.46	21/5/2546	93.71
13/1/2546	101.55	26/2/2546	99.54	9/4/2546	100.11	22/5/2546	93.59
14/1/2546	101.29	27/2/2546	99.98	10/4/2546	99.88	23/5/2546	92.84
15/1/2546	101.3	28/2/2546	99.66	11/4/2546	100.18	27/5/2546	92.96
16/1/2546	100.83	3/3/2546	99.05	14/4/2546	99.99	28/5/2546	93.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
29/5/2546	92.55	11/7/2546	95.93	25/8/2546	99.18	7/10/2546	91.88
30/5/2546	93.29	14/7/2546	96.13	26/8/2546	98.9	8/10/2546	91.62
2/6/2546	93.46	15/7/2546	97.02	27/8/2546	98.95	9/10/2546	92.02
3/6/2546	93.63	16/7/2546	96.6	28/8/2546	98.66	10/10/2546	91.59
4/6/2546	93.96	18/7/2546	96.66	29/8/2546	97.99	13/10/2546	92.08
5/6/2546	92.6	21/7/2546	96.22	2/9/2546	99.08	14/10/2546	91.86
6/6/2546	93.49	22/7/2546	96.44	3/9/2546	98.92	15/10/2546	92.59
9/6/2546	93.48	23/7/2546	95.32	4/9/2546	98.15	16/10/2546	92.68
10/6/2546	93.63	24/7/2546	95.39	5/9/2546	97.07	17/10/2546	92.11
11/6/2546	92.96	25/7/2546	94.94	8/9/2546	97.36	20/10/2546	92.58
12/6/2546	92.87	28/7/2546	95.09	9/9/2546	96.43	21/10/2546	92.32
13/6/2546	92.25	29/7/2546	95.43	10/9/2546	96.61	22/10/2546	91.26
16/6/2546	92.49	30/7/2546	96.14	11/9/2546	96.61	23/10/2546	91.27
17/6/2546	92.67	31/7/2546	96.87	12/9/2546	96	24/10/2546	91.45
18/6/2546	93.19	1/8/2546	96.58	15/9/2546	96.11	27/10/2546	91.62
19/6/2546	93.21	4/8/2546	96.19	16/9/2546	96.65	28/10/2546	91.94
20/6/2546	93.89	5/8/2546	95.87	17/9/2546	95.87	29/10/2546	91.93
23/6/2546	94.08	6/8/2546	96.27	18/9/2546	95.87	30/10/2546	92.22
24/6/2546	94.38	7/8/2546	95.81	19/9/2546	94.76	31/10/2546	92.61
25/6/2546	94.08	8/8/2546	96.26	22/9/2546	94.01	3/11/2546	93.64
26/6/2546	94.99	11/8/2546	95.85	23/9/2546	94.16	4/11/2546	93.34
27/6/2546	95.04	12/8/2546	96.4	24/9/2546	93.75	5/11/2546	93.71
30/6/2546	94.54	13/8/2546	96.19	25/9/2546	93.85	6/11/2546	93.93
1/7/2546	94.28	14/8/2546	96.49	26/9/2546	93.8	7/11/2546	93.04
2/7/2546	94.21	15/8/2546	96.62	29/9/2546	92.88	10/11/2546	93.27
3/7/2546	94.36	18/8/2546	97.34	30/9/2546	92.73	11/11/2546	93.01
7/7/2546	95.52	19/8/2546	97.4	1/10/2546	92.38	12/11/2546	92.19
8/7/2546	95.72	20/8/2546	97.45	2/10/2546	92.49	13/11/2546	91.53
9/7/2546	95.62	21/8/2546	98.59	3/10/2546	93.1	14/11/2546	91.37
10/7/2546	95.56	22/8/2546	98.86	6/10/2546	92.36	17/11/2546	91.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์
18/11/2546	90.31	2/1/2547	86.68	17/2/2547	84.88	30/3/2547	88.43
19/11/2546	90.71	5/1/2547	86.04	18/2/2547	85.78	31/3/2547	87.59
20/11/2546	90.77	6/1/2547	85.81	19/2/2547	85.69	1/4/2547	87.22
21/11/2546	90.6	7/1/2547	86.29	20/2/2547	87.1	2/4/2547	88.48
24/11/2546	91.54	8/1/2547	85.53	23/2/2547	86.84	5/4/2547	89.19
25/11/2546	91.43	9/1/2547	85.24	24/2/2547	86.13	6/4/2547	88.6
26/11/2546	90.54	12/1/2547	85.66	25/2/2547	87.26	7/4/2547	88.35
28/11/2546	90.2	13/1/2547	85.41	26/2/2547	87.65	8/4/2547	89
1/12/2546	90.34	14/1/2547	86.14	27/2/2547	87.31	12/4/2547	88.97
2/12/2546	89.59	15/1/2547	86.47	1/3/2547	87.51	13/4/2547	89.92
3/12/2546	89.5	16/1/2547	87.58	2/3/2547	89.17	14/4/2547	90.3
4/12/2546	89.7	20/1/2547	86.66	3/3/2547	89.15	15/4/2547	90.02
5/12/2546	89.12	21/1/2547	86.22	4/3/2547	89.12	16/4/2547	89.91
8/12/2546	88.73	22/1/2547	85.81	5/3/2547	88.17	19/4/2547	89.9
9/12/2546	88.6	23/1/2547	86.67	8/3/2547	87.8	20/4/2547	90.97
10/12/2546	89.06	26/1/2547	87.13	9/3/2547	88.52	21/4/2547	91.3
11/12/2546	88.87	27/1/2547	86.31	10/3/2547	89	22/4/2547	90.64
12/12/2546	88.6	28/1/2547	87.32	11/3/2547	88.34	23/4/2547	91.03
15/12/2546	88.41	29/1/2547	87.54	12/3/2547	89.07	26/4/2547	90.75
16/12/2546	88.38	30/1/2547	87.16	15/3/2547	88.79	27/4/2547	90.43
17/12/2546	87.98	2/2/2547	87.4	16/3/2547	88.69	28/4/2547	91.23
18/12/2546	87.89	3/2/2547	86.83	17/3/2547	88.7	29/4/2547	90.59
19/12/2546	88.16	4/2/2547	86.87	18/3/2547	87.58	30/4/2547	90.51
22/12/2546	88.03	5/2/2547	86.75	19/3/2547	88.16	3/5/2547	90.78
23/12/2546	87.91	6/2/2547	85.92	22/3/2547	87.77	4/5/2547	89.71
24/12/2546	87.55	9/2/2547	85.97	23/3/2547	87.7	5/5/2547	89.39
26/12/2546	87.65	10/2/2547	85.95	24/3/2547	88.91	6/5/2547	89.91
29/12/2546	87.39	11/2/2547	85.11	25/3/2547	88.86	7/5/2547	91.16
30/12/2546	86.97	12/2/2547	85.18	26/3/2547	88.79	10/5/2547	91.65
31/12/2546	86.78	13/2/2547	85.55	29/3/2547	88.5	11/5/2547	91.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
12/5/2547	91.29	29/6/2547	89.35	11/8/2547	88.8	23/9/2547	88.4
13/5/2547	92.07	30/6/2547	88.83	12/8/2547	88.77	24/9/2547	88.31
14/5/2547	91.62	1/7/2547	88.87	13/8/2547	87.9	27/9/2547	88.18
18/5/2547	91.21	2/7/2547	87.99	16/8/2547	87.94	28/9/2547	88.16
19/5/2547	90.67	6/7/2547	88.27	17/8/2547	88.04	29/9/2547	88.1
20/5/2547	90.79	7/7/2547	87.63	18/8/2547	88.02	30/9/2547	87.41
21/5/2547	90.64	8/7/2547	87.57	19/8/2547	87.76	1/10/2547	87.6
24/5/2547	90.47	9/7/2547	87.35	20/8/2547	88.08	4/10/2547	88.42
25/5/2547	89.89	12/7/2547	87.41	23/8/2547	89.07	5/10/2547	88.23
26/5/2547	89.8	13/7/2547	87.78	24/8/2547	89.46	6/10/2547	88.42
27/5/2547	88.71	14/7/2547	87.66	25/8/2547	89.46	7/10/2547	88.32
28/5/2547	88.9	15/7/2547	87.89	26/8/2547	89.32	8/10/2547	87.51
1/6/2547	88.77	16/7/2547	87.13	27/8/2547	89.83	11/10/2547	87.58
2/6/2547	88.89	19/7/2547	87.19	30/8/2547	89.7	12/10/2547	87.96
3/6/2547	88.99	20/7/2547	87.83	31/8/2547	88.83	13/10/2547	87.86
4/6/2547	88.56	21/7/2547	88.44	1/9/2547	88.85	14/10/2547	87.62
7/6/2547	88.22	22/7/2547	88.35	2/9/2547	88.94	15/10/2547	87.12
8/6/2547	88.51	23/7/2547	89.27	3/9/2547	89.64	18/10/2547	87.15
9/6/2547	89.75	26/7/2547	89.11	7/9/2547	89.29	19/10/2547	86.85
10/6/2547	89.26	27/7/2547	89.7	8/9/2547	88.79	20/10/2547	86.41
14/6/2547	89.98	28/7/2547	89.84	9/9/2547	88.51	21/10/2547	86.1
15/6/2547	89.18	29/7/2547	89.93	10/9/2547	88.41	22/10/2547	85.69
16/6/2547	90.01	30/7/2547	89.92	13/9/2547	88.51	25/10/2547	84.97
17/6/2547	89.76	2/8/2547	89.85	14/9/2547	88.45	26/10/2547	85.17
21/6/2547	89.2	3/8/2547	89.59	15/9/2547	89.15	27/10/2547	85.45
22/6/2547	89.3	4/8/2547	89.58	16/9/2547	88.81	28/10/2547	85.23
23/6/2547	89.4	5/8/2547	89.72	17/9/2547	88.84	29/10/2547	84.88
24/6/2547	88.74	6/8/2547	88.34	20/9/2547	88.97	1/11/2547	85.22
25/6/2547	88.78	9/8/2547	88.43	21/9/2547	88.12	2/11/2547	85.33
28/6/2547	88.75	10/8/2547	88.78	22/9/2547	88.46	3/11/2547	84.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลลาร์
4/11/2547	84.49	17/12/2547	82.06	1/2/2548	83.47	16/3/2548	81.63
5/11/2547	83.9	20/12/2547	81.64	2/2/2548	83.55	17/3/2548	81.82
8/11/2547	84.12	21/12/2547	81.92	3/2/2548	83.95	18/3/2548	82.06
9/11/2547	84.27	22/12/2547	81.97	4/2/2548	84.43	21/3/2548	82.98
10/11/2547	84.41	23/12/2547	81.33	7/2/2548	85.07	22/3/2548	83.42
11/11/2547	84.27	27/12/2547	80.72	8/2/2548	85.15	23/3/2548	83.93
12/11/2547	83.78	28/12/2547	80.86	9/2/2548	84.94	24/3/2548	84.23
15/11/2547	84.02	29/12/2547	80.9	10/2/2548	84.58	28/3/2548	84.55
16/11/2547	83.86	30/12/2547	80.64	11/2/2548	84.58	29/3/2548	84.31
17/11/2547	83.32	31/12/2547	80.85	14/2/2548	83.95	30/3/2548	84.33
18/11/2547	83.89	3/1/2548	81.37	15/2/2548	83.64	31/3/2548	84.1
19/11/2547	83.24	4/1/2548	82.47	16/2/2548	83.76	1/4/2548	84.41
22/11/2547	83.15	5/1/2548	82.45	17/2/2548	83.47	4/4/2548	84.79
23/11/2547	82.87	6/1/2548	83.07	18/2/2548	83.48	5/4/2548	84.78
24/11/2547	82.41	7/1/2548	83.6	22/2/2548	82.49	6/4/2548	84.78
26/11/2547	81.77	10/1/2548	83.21	23/2/2548	82.87	7/4/2548	84.85
29/11/2547	82.05	11/1/2548	83.05	24/2/2548	82.95	8/4/2548	84.4
30/11/2547	81.78	12/1/2548	82.21	25/2/2548	82.64	11/4/2548	84.22
1/12/2547	81.39	13/1/2548	82.45	28/2/2548	82.66	12/4/2548	84.47
2/12/2547	82	14/1/2548	82.97	1/3/2548	82.83	13/4/2548	84.44
3/12/2547	80.94	18/1/2548	83.46	2/3/2548	83.07	14/4/2548	85.12
6/12/2547	81.41	19/1/2548	83.55	3/3/2548	83.3	15/4/2548	84.48
7/12/2547	81.29	20/1/2548	83.86	4/3/2548	82.52	18/4/2548	84.02
8/12/2547	81.81	21/1/2548	83.49	7/3/2548	82.71	19/4/2548	83.62
9/12/2547	82.26	24/1/2548	83.33	8/3/2548	81.93	20/4/2548	83.52
10/12/2547	82.67	25/1/2548	83.94	9/3/2548	81.78	21/4/2548	83.73
13/12/2547	82.16	26/1/2548	83.28	10/3/2548	81.57	22/4/2548	83.51
14/12/2547	82.28	27/1/2548	83.35	11/3/2548	81.44	25/4/2548	83.8
15/12/2547	81.65	28/1/2548	83.45	14/3/2548	81.96	26/4/2548	83.98
16/12/2547	82.44	31/1/2548	83.47	15/3/2548	82.17	27/4/2548	84.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
28/4/2548	84.33	10/6/2548	88.69	25/7/2548	89.63	6/9/2548	86.64
29/4/2548	84.39	13/6/2548	88.92	26/7/2548	90.07	7/9/2548	86.91
2/5/2548	84.55	14/6/2548	89.31	27/7/2548	89.8	8/9/2548	87.03
3/5/2548	84.42	15/6/2548	88.63	28/7/2548	89.35	9/9/2548	86.85
4/5/2548	83.95	16/6/2548	88.72	29/7/2548	89.38	12/9/2548	87.66
5/5/2548	83.95	17/6/2548	87.66	1/8/2548	88.91	14/9/2548	87.68
6/5/2548	84.62	20/6/2548	88.49	2/8/2548	88.78	14/9/2548	87.65
9/5/2548	84.6	21/6/2548	88.22	3/8/2548	88.02	15/9/2548	88.04
10/5/2548	84.41	22/6/2548	88.58	4/8/2548	87.79	16/9/2548	88.06
11/5/2548	84.89	23/6/2548	89.14	5/8/2548	88	19/9/2548	88.45
12/5/2548	85.65	24/6/2548	88.7	8/8/2548	87.9	20/9/2548	88.67
13/5/2548	86.11	27/6/2548	88.44	9/8/2548	87.89	21/9/2548	87.81
16/5/2548	86.1	28/6/2548	89.03	10/8/2548	87.58	22/9/2548	88.5
17/5/2548	86.36	29/6/2548	89.1	11/8/2548	86.94	23/9/2548	89.29
18/5/2548	85.85	30/6/2548	89.15	12/8/2548	86.98	26/9/2548	89.11
19/5/2548	86.14	1/7/2548	90.18	15/8/2548	87.34	27/9/2548	89.62
20/5/2548	86.6	5/7/2548	90.34	16/8/2548	87.4	28/9/2548	89.24
23/5/2548	86.46	6/7/2548	90.39	17/8/2548	87.97	29/9/2548	89.57
24/5/2548	86.49	7/7/2548	90.3	18/8/2548	88.55	30/9/2548	89.44
25/5/2548	86.38	8/7/2548	90.18	19/8/2548	88.6	3/10/2548	90.14
26/5/2548	86.85	11/7/2548	89.51	22/8/2548	88.1	4/10/2548	90.15
27/5/2548	86.42	12/7/2548	88.45	23/8/2548	88.14	5/10/2548	89.72
31/5/2548	87.73	13/7/2548	89.34	24/8/2548	87.92	6/10/2548	88.78
1/6/2548	88.22	14/7/2548	89.41	25/8/2548	87.73	7/10/2548	89.07
2/6/2548	87.85	15/7/2548	89.72	26/8/2548	87.87	10/10/2548	89.53
3/6/2548	87.99	18/7/2548	89.68	29/8/2548	88.15	11/10/2548	90
6/6/2548	87.74	19/7/2548	89.96	30/8/2548	88.38	12/10/2548	89.69
7/6/2548	87.52	20/7/2548	89.38	31/8/2548	87.59	13/10/2548	89.82
8/6/2548	87.9	21/7/2548	88.95	1/9/2548	86.59	14/10/2548	89.42
9/6/2548	88.03	22/7/2548	89.66	2/9/2548	86.31	17/10/2548	89.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี คอลถาร์
18/10/2548	90.35	30/11/2548	91.57	13/1/2549	88.86	28/2/2549	90.1
19/10/2548	90.05	1/12/2548	91.9	17/1/2549	89.28	1/3/2549	90.2
20/10/2548	89.78	2/12/2548	91.93	18/1/2549	89.35	2/3/2549	89.57
21/10/2548	90.26	5/12/2548	91.54	19/1/2549	89.43	3/3/2549	89.59
24/10/2548	90.12	6/12/2548	91.48	20/1/2549	89.04	6/3/2549	89.91
25/10/2548	89.25	7/12/2548	91.86	23/1/2549	88.01	7/3/2549	90.71
26/10/2548	89.59	8/12/2548	91.27	24/1/2549	88.31	8/3/2549	90.59
27/10/2548	89.1	9/12/2548	91.3	25/1/2549	88.4	9/3/2549	90.78
28/10/2548	89.58	12/12/2548	90.32	26/1/2549	88.59	10/3/2549	90.85
31/10/2548	90.14	13/12/2548	90.42	27/1/2549	89.33	13/3/2549	90.48
1/11/2548	90.07	14/12/2548	89.91	30/1/2549	89.43	14/3/2549	90.04
2/11/2548	89.76	15/12/2548	89.99	31/1/2549	88.96	15/3/2549	89.73
3/11/2548	90.44	16/12/2548	89.66	1/2/2549	89.41	16/3/2549	89.13
4/11/2548	91.32	19/12/2548	89.86	2/2/2549	89.44	17/3/2549	88.97
7/11/2548	91.5	20/12/2548	90.73	3/2/2549	89.87	20/3/2549	89.17
8/11/2548	91.51	21/12/2548	91.07	6/2/2549	90.34	21/3/2549	89.62
9/11/2548	91.64	22/12/2548	90.75	7/2/2549	90.16	22/3/2549	89.77
10/11/2548	92.06	23/12/2548	90.78	8/2/2549	90.3	23/3/2549	90.44
11/11/2548	91.84	27/12/2548	91.09	9/2/2549	90.19	24/3/2549	90.01
14/11/2548	92.1	28/12/2548	91.11	10/2/2549	90.59	27/3/2549	90
15/11/2548	92	29/12/2548	91.11	13/2/2549	90.6	28/3/2549	90.21
16/11/2548	92.32	30/12/2548	91.07	14/2/2549	90.49	29/3/2549	90.16
17/11/2548	91.93	3/1/2549	89.73	15/2/2549	90.79	30/3/2549	89.33
18/11/2548	91.88	4/1/2549	89.24	16/2/2549	90.65	31/3/2549	89.76
21/11/2548	92.01	5/1/2549	89.35	17/2/2549	90.45	3/4/2549	89.66
22/11/2548	91.63	6/1/2549	88.9	21/2/2549	90.6	4/4/2549	88.88
23/11/2548	91.43	9/1/2549	89.36	22/2/2549	90.56	5/4/2549	88.74
25/11/2548	92.05	10/1/2549	89.41	23/2/2549	90.41	6/4/2549	89.06
28/11/2548	91.21	11/1/2549	88.96	24/2/2549	90.56	7/4/2549	89.69
29/11/2548	91.8	12/1/2549	89.5	27/2/2549	90.67	10/4/2549	89.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
11/4/2549	89.34	24/5/2549	85.03	7/7/2549	85.01	18/8/2549	85.09
12/4/2549	89.59	25/5/2549	84.65	10/7/2549	85.45	21/8/2549	84.78
13/4/2549	89.59	26/5/2549	85.16	11/7/2549	85.38	22/8/2549	85.1
17/4/2549	88.68	30/5/2549	84.35	12/7/2549	85.82	23/8/2549	85.13
18/4/2549	87.93	31/5/2549	84.72	13/7/2549	85.82	24/8/2549	85.31
19/4/2549	87.87	1/6/2549	84.76	14/7/2549	86.1	25/8/2549	85.42
20/4/2549	88.31	2/6/2549	84.04	17/7/2549	86.98	28/8/2549	85.23
21/4/2549	88.05	5/6/2549	84.28	18/7/2549	87.05	29/8/2549	84.94
24/4/2549	87.56	6/6/2549	84.84	19/7/2549	86.48	30/8/2549	84.92
25/4/2549	87.37	7/6/2549	84.97	20/7/2549	86.28	31/8/2549	85.06
26/4/2549	87.26	8/6/2549	85.8	21/7/2549	85.91	1/9/2549	84.92
27/4/2549	86.68	9/6/2549	85.75	24/7/2549	86.38	5/9/2549	85
28/4/2549	85.97	12/6/2549	86.03	25/7/2549	86.65	6/9/2549	85.08
1/5/2549	86.2	13/6/2549	86.44	26/7/2549	85.89	7/9/2549	85.55
1/5/2549	84.92	14/6/2549	86.05	27/7/2549	85.85	8/9/2549	85.94
2/5/2549	85.87	15/6/2549	85.86	28/7/2549	85.38	11/9/2549	85.89
3/5/2549	85.88	16/6/2549	85.94	31/7/2549	85.3	12/9/2549	85.86
4/5/2549	85.46	19/6/2549	86.33	1/8/2549	85.05	13/9/2549	85.83
5/5/2549	85.14	20/6/2549	86.12	2/8/2549	85.12	14/9/2549	85.68
8/5/2549	85.24	21/6/2549	85.75	3/8/2549	85.09	15/9/2549	85.97
9/5/2549	84.73	22/6/2549	86.44	4/8/2549	84.58	18/9/2549	85.77
10/5/2549	84.78	23/6/2549	86.88	7/8/2549	84.85	19/9/2549	85.92
11/5/2549	84.25	26/6/2549	86.42	8/8/2549	85.17	20/9/2549	85.86
12/5/2549	83.91	27/6/2549	86.58	9/8/2549	84.69	21/9/2549	85.22
15/5/2549	84.71	28/6/2549	86.7	10/8/2549	85.09	22/9/2549	85.24
16/5/2549	84.21	29/6/2549	85.9	11/8/2549	85.49	25/9/2549	85.38
18/5/2549	84.39	30/6/2549	85.16	14/8/2549	85.61	26/9/2549	85.7
19/5/2549	84.86	3/7/2549	85.19	15/8/2549	85.18	27/9/2549	85.67
22/5/2549	84.4	5/7/2549	85.61	16/8/2549	84.89	28/9/2549	85.77
23/5/2549	84.98	6/7/2549	85.34	17/8/2549	85.03	29/9/2549	86.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
2/10/2549	85.6	13/11/2549	85.31	27/12/2549	83.95	12/2/2550	85.14
3/10/2549	85.73	14/11/2549	85.31	28/12/2549	83.82	13/2/2550	84.74
4/10/2549	85.83	15/11/2549	85.34	29/12/2549	83.65	14/2/2550	84.11
5/10/2549	85.92	16/11/2549	85.53	3/1/2550	83.9	15/2/2550	84.12
6/10/2549	86.49	17/11/2549	85.31	4/1/2550	84.31	16/2/2550	84.06
9/10/2549	86.53	20/11/2549	85.35	5/1/2550	84.66	20/2/2550	84.15
10/10/2549	87.04	21/11/2549	85.24	8/1/2550	84.49	21/2/2550	84.27
11/10/2549	87.1	22/11/2549	84.61	9/1/2550	84.78	22/2/2550	84.34
12/10/2549	86.86	24/11/2549	83.66	10/1/2550	85.06	23/2/2550	84.08
13/10/2549	87.12	27/11/2549	83.52	11/1/2550	85.32	26/2/2550	83.89
16/10/2549	86.91	28/11/2549	83.21	12/1/2550	85.02	27/2/2550	83.58
17/10/2549	86.82	29/11/2549	83.51	16/1/2550	85.1	28/2/2550	83.61
18/10/2549	86.87	30/11/2549	82.91	17/1/2550	84.93	1/3/2550	83.81
19/10/2549	86.28	1/12/2549	82.47	18/1/2550	84.92	2/3/2550	83.74
20/10/2549	86.32	4/12/2549	82.46	19/1/2550	84.91	5/3/2550	84.09
23/10/2549	86.74	5/12/2549	82.52	22/1/2550	85.03	6/3/2550	83.98
24/10/2549	86.69	6/12/2549	82.75	23/1/2550	84.66	7/3/2550	83.76
25/10/2549	86.37	7/12/2549	82.8	24/1/2550	84.92	8/3/2550	84.11
26/10/2549	85.89	8/12/2549	83.3	25/1/2550	85.15	9/3/2550	84.25
27/10/2549	85.52	11/12/2549	83.12	26/1/2550	85.16	12/3/2550	83.84
30/10/2549	85.67	12/12/2549	82.96	29/1/2550	85.08	13/3/2550	83.7
31/10/2549	85.29	13/12/2549	83.32	30/1/2550	85.02	14/3/2550	83.69
1/11/2549	85.46	14/12/2549	83.63	31/1/2550	84.65	15/3/2550	83.59
2/11/2549	85.35	15/12/2549	84.07	1/2/2550	84.68	16/3/2550	83.19
3/11/2549	85.71	18/12/2549	83.96	2/2/2550	84.98	19/3/2550	83.3
6/11/2549	85.72	19/12/2549	83.37	5/2/2550	85.04	20/3/2550	83.08
7/11/2549	85.39	20/12/2549	83.49	6/2/2550	84.79	21/3/2550	82.73
8/11/2549	85.48	21/12/2549	83.54	7/2/2550	84.68	22/3/2550	83.08
9/11/2549	85.11	22/12/2549	83.81	8/2/2550	84.71	23/3/2550	83.31
10/11/2549	85.09	26/12/2549	84.06	9/2/2550	84.88	26/3/2550	83.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
27/3/2550	82.94	8/5/2550	81.95	20/6/2550	82.61	2/8/2550	80.67
28/3/2550	83.08	9/5/2550	82.01	21/6/2550	82.7	3/8/2550	80.31
29/3/2550	83.08	10/5/2550	82.27	22/6/2550	82.32	6/8/2550	80.21
30/3/2550	82.93	11/5/2550	82.11	25/6/2550	82.34	7/8/2550	80.56
2/4/2550	82.87	14/5/2550	82.04	26/6/2550	82.37	8/8/2550	80.32
3/4/2550	83.15	15/5/2550	81.75	27/6/2550	82.32	9/8/2550	80.79
4/4/2550	82.96	16/5/2550	82.15	28/6/2550	82.27	10/8/2550	80.7
5/4/2550	82.67	17/5/2550	82.32	29/6/2550	81.9	13/8/2550	81.11
6/4/2550	82.99	18/5/2550	82.17	2/7/2550	81.42	14/8/2550	81.54
9/4/2550	83.09	21/5/2550	82.37	3/7/2550	81.48	15/8/2550	81.97
10/4/2550	82.7	22/5/2550	82.43	5/7/2550	81.56	16/8/2550	81.71
11/4/2550	82.67	23/5/2550	82.3	6/7/2550	81.44	17/8/2550	81.43
12/4/2550	82.36	24/5/2550	82.42	9/7/2550	81.44	20/8/2550	81.42
13/4/2550	82.17	25/5/2550	82.38	10/7/2550	80.75	21/8/2550	81.51
16/4/2550	82.17	29/5/2550	82.33	11/7/2550	80.82	22/8/2550	81.22
17/4/2550	81.82	30/5/2550	82.42	12/7/2550	80.63	23/8/2550	81.13
18/4/2550	81.54	31/5/2550	82.3	13/7/2550	80.58	24/8/2550	80.64
19/4/2550	81.55	1/6/2550	82.29	16/7/2550	80.55	27/8/2550	80.76
20/4/2550	81.68	4/6/2550	82.01	17/7/2550	80.46	28/8/2550	80.98
23/4/2550	81.7	5/6/2550	81.91	18/7/2550	80.39	29/8/2550	80.64
24/4/2550	81.45	6/6/2550	81.92	19/7/2550	80.44	30/8/2550	80.8
25/4/2550	81.42	7/6/2550	82.31	20/7/2550	80.26	31/8/2550	80.81
26/4/2550	81.78	8/6/2550	82.65	23/7/2550	80.33	4/9/2550	80.85
27/4/2550	81.47	11/6/2550	82.72	24/7/2550	80.1	5/9/2550	80.64
30/4/2550	81.4	12/6/2550	82.95	25/7/2550	80.56	6/9/2550	80.48
1/5/2550	81.66	13/6/2550	83.03	26/7/2550	80.44	7/9/2550	79.95
2/5/2550	81.77	14/6/2550	83.08	27/7/2550	81	10/9/2550	79.87
3/5/2550	81.95	15/6/2550	82.79	30/7/2550	80.69	11/9/2550	79.67
4/5/2550	81.76	18/6/2550	82.69	31/7/2550	80.84	12/9/2550	79.45
7/5/2550	81.68	19/6/2550	82.55	1/8/2550	80.85	13/9/2550	79.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
14/9/2550	79.65	26/10/2550	77	10/12/2550	76.05	24/1/2551	75.73
17/9/2550	79.7	29/10/2550	76.89	11/12/2550	76.23	25/1/2551	75.93
18/9/2550	79.21	30/10/2550	76.75	12/12/2550	76.13	28/1/2551	75.59
19/9/2550	79.23	31/10/2550	76.61	13/12/2550	76.6	29/1/2551	75.52
20/9/2550	78.62	1/11/2550	76.7	14/12/2550	77.93	30/1/2551	75.25
21/9/2550	78.58	2/11/2550	76.31	17/12/2550	77.42	31/1/2551	75.17
24/9/2550	78.63	5/11/2550	76.41	18/12/2550	77.39	1/2/2551	75.48
25/9/2550	78.33	6/11/2550	75.99	19/12/2550	77.55	4/2/2551	75.42
26/9/2550	78.54	7/11/2550	75.46	20/12/2550	77.73	5/2/2551	76.13
27/9/2550	78.33	8/11/2550	75.18	21/12/2550	77.62	6/2/2551	76.17
28/9/2550	77.69	9/11/2550	75.39	24/12/2550	77.59	7/2/2551	76.81
1/10/2550	77.92	12/11/2550	75.98	26/12/2550	77.25	8/2/2551	76.65
2/10/2550	78.27	13/11/2550	75.75	27/12/2550	76.73	11/2/2551	76.63
3/10/2550	78.62	14/11/2550	75.78	28/12/2550	76.1	12/2/2551	76.4
4/10/2550	78.39	15/11/2550	76.02	31/12/2550	76.96	13/2/2551	76.43
5/10/2550	78.32	16/11/2550	75.79	2/1/2551	76.07	14/2/2551	76.14
8/10/2550	78.74	19/11/2550	75.86	3/1/2551	75.86	15/2/2551	76.04
9/10/2550	78.45	20/11/2550	75.19	4/1/2551	75.92	19/2/2551	76.04
10/10/2550	78.35	21/11/2550	75.02	7/1/2551	76.22	20/2/2551	76.12
11/10/2550	78.09	23/11/2550	75.05	8/1/2551	76.06	21/2/2551	75.69
12/10/2550	78.18	26/11/2550	74.81	9/1/2551	76.39	22/2/2551	75.52
15/10/2550	78.08	27/11/2550	75.14	10/1/2551	75.93	25/2/2551	75.52
16/10/2550	78.23	28/11/2550	75.28	11/1/2551	75.98	26/2/2551	74.69
17/10/2550	78.02	29/11/2550	75.63	14/1/2551	75.54	27/2/2551	74.27
18/10/2550	77.57	30/11/2550	76.17	15/1/2551	75.69	28/2/2551	73.78
19/10/2550	77.34	3/12/2550	76.01	16/1/2551	76.15	29/2/2551	73.76
22/10/2550	77.95	4/12/2550	75.72	17/1/2551	76.31	3/3/2551	73.67
23/10/2550	77.57	5/12/2550	76.42	18/1/2551	76.39	4/3/2551	73.72
24/10/2550	77.53	6/12/2550	76.35	22/1/2551	76.28	5/3/2551	73.42
25/10/2550	77.26	7/12/2550	76.27	23/1/2551	76.36	6/3/2551	72.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
7/3/2551	73.01	21/4/2551	71.65	3/6/2551	73.29	16/7/2551	72
10/3/2551	72.98	22/4/2551	71.39	4/6/2551	73.51	17/7/2551	72.18
11/3/2551	73.15	23/4/2551	71.85	5/6/2551	73.03	18/7/2551	72.17
12/3/2551	72.33	24/4/2551	72.54	6/6/2551	72.34	21/7/2551	71.85
13/3/2551	71.96	25/4/2551	72.67	9/6/2551	73.14	22/7/2551	72.45
14/3/2551	71.67	28/4/2551	72.54	10/6/2551	73.65	23/7/2551	72.78
17/3/2551	71.37	29/4/2551	72.87	11/6/2551	73.25	24/7/2551	72.84
18/3/2551	71.73	30/4/2551	72.52	12/6/2551	73.82	25/7/2551	72.8
19/3/2551	72.06	1/5/2551	73.24	13/6/2551	74.06	28/7/2551	72.65
20/3/2551	72.81	2/5/2551	73.49	16/6/2551	73.68	29/7/2551	73.27
24/3/2551	72.88	2/5/2551	72.95	17/6/2551	73.49	30/7/2551	73.3
25/3/2551	72.09	5/5/2551	73.1	18/6/2551	73.4	31/7/2551	73.29
26/3/2551	71.44	6/5/2551	73.09	19/6/2551	73.49	1/8/2551	73.36
27/3/2551	71.54	7/5/2551	73.68	20/6/2551	73.09	4/8/2551	73.57
28/3/2551	71.59	8/5/2551	73.42	23/6/2551	73.44	5/8/2551	73.88
31/3/2551	71.76	9/5/2551	73.05	24/6/2551	73.24	6/8/2551	74.18
1/4/2551	72.52	12/5/2551	72.95	25/6/2551	72.91	7/8/2551	74.83
2/4/2551	72.28	13/5/2551	73.29	26/6/2551	72.52	8/8/2551	75.85
3/4/2551	72.21	14/5/2551	73.4	27/6/2551	72.27	11/8/2551	76.16
4/4/2551	71.95	15/5/2551	73.31	30/6/2551	72.45	12/8/2551	76.21
7/4/2551	71.94	16/5/2551	72.83	1/7/2551	72.36	13/8/2551	76.3
8/4/2551	72.31	19/5/2551	73.03	2/7/2551	72.03	14/8/2551	76.77
9/4/2551	71.73	20/5/2551	72.39	3/7/2551	72.71	15/8/2551	77.12
10/4/2551	72.03	21/5/2551	71.89	7/7/2551	72.7	18/8/2551	77.16
11/4/2551	71.9	22/5/2551	72.18	8/7/2551	72.59	19/8/2551	76.75
14/4/2551	71.76	23/5/2551	72.01	9/7/2551	72.62	20/8/2551	76.79
15/4/2551	72	27/5/2551	72.38	10/7/2551	72.45	21/8/2551	76.14
16/4/2551	71.48	28/5/2551	72.48	11/7/2551	71.89	22/8/2551	76.74
17/4/2551	71.6	29/5/2551	73	14/7/2551	71.98	25/8/2551	76.99
18/4/2551	71.92	30/5/2551	72.88	15/7/2551	71.71	26/8/2551	77.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
27/8/2551	76.88	8/10/2551	81.13	19/11/2551	87.68	2/1/2552	81.5
28/8/2551	77.18	9/10/2551	81.49	20/11/2551	88.32	5/1/2552	82.8
29/8/2551	77.31	10/10/2551	82.4	21/11/2551	87.65	6/1/2552	83.1
1/9/2551	77.71	13/10/2551	81.17	24/11/2551	86.03	7/1/2552	82.47
2/9/2551	78.1	14/10/2551	81.73	25/11/2551	85	8/1/2552	81.77
3/9/2551	77.79	15/10/2551	82.26	26/11/2551	85.57	9/1/2552	78.87
4/9/2551	78.85	16/10/2551	82.11	27/11/2551	85.69	12/1/2552	83.43
5/9/2551	78.86	17/10/2551	82.55	28/11/2551	86.52	13/1/2552	83.83
8/9/2551	79.45	20/10/2551	82.96	1/12/2551	87	14/1/2552	84.35
9/9/2551	79.53	21/10/2551	84.61	2/12/2551	86.7	15/1/2552	84.51
10/9/2551	80.21	22/10/2551	85.66	3/12/2551	86.86	16/1/2552	84.04
11/9/2551	79.89	23/10/2551	85.29	4/12/2551	86.6	19/1/2552	85.43
12/9/2551	78.92	24/10/2551	86.35	5/12/2551	86.88	20/1/2552	86.26
15/9/2551	78.58	27/10/2551	87.33	8/12/2551	85.78	21/1/2552	85.81
16/9/2551	79.02	28/10/2551	85.98	9/12/2551	85.85	22/1/2552	85.68
17/9/2551	78.04	29/10/2551	81.18	10/12/2551	85.36	23/1/2552	85.58
18/9/2551	78.63	30/10/2551	85.4	11/12/2551	83.76	26/1/2552	84.72
19/9/2551	77.73	31/10/2551	85.83	12/12/2551	83.71	27/1/2552	84.35
22/9/2551	76.12	3/11/2551	86.65	15/12/2551	81.99	28/1/2552	84.8
23/9/2551	76.57	4/11/2551	84.9	16/12/2551	80.2	29/1/2552	85.63
24/9/2551	76.88	5/11/2551	85.15	17/12/2551	78.53	30/1/2552	85.83
25/9/2551	76.82	6/11/2551	86.3	18/12/2551	79.67	2/2/2552	85.86
26/9/2551	76.95	7/11/2551	86.12	19/12/2551	81.29	3/2/2552	85.22
29/9/2551	77.94	10/11/2551	86.25	22/12/2551	81.13	4/2/2552	85.82
30/9/2551	79.31	11/11/2551	86.95	23/12/2551	81.28	5/2/2552	86.02
1/10/2551	79.94	12/11/2551	87.67	24/12/2551	81.11	6/2/2552	85.28
2/10/2551	80.48	13/11/2551	86.53	26/12/2551	80.89	9/2/2552	85.58
3/10/2551	80.6	14/11/2551	87.42	29/12/2551	80.7	10/2/2552	85.82
6/10/2551	81.33	17/11/2551	87.1	30/12/2551	80.71	11/2/2552	85.74
7/10/2551	81.18	18/11/2551	87.18	31/12/2551	81.15	12/2/2552	85.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
13/2/2552	86.09	27/3/2552	85.14	11/5/2552	82.78	22/6/2552	80.84
16/2/2552	87.17	30/3/2552	85.73	12/5/2552	81.92	23/6/2552	79.77
17/2/2552	87.61	31/3/2552	85.68	13/5/2552	82.73	24/6/2552	80.42
18/2/2552	87.81	1/4/2552	85.41	14/5/2552	82.36	25/6/2552	80.12
19/2/2552	87.61	2/4/2552	84.3	15/5/2552	82.94	26/6/2552	79.9
20/2/2552	86.59	3/4/2552	84.17	18/5/2552	82.63	29/6/2552	79.76
23/2/2552	87.25	6/4/2552	84.93	19/5/2552	82.11	30/6/2552	80.1
24/2/2552	86.63	7/4/2552	85.48	20/5/2552	81.13	1/7/2552	79.63
25/2/2552	87.68	8/4/2552	85.34	21/5/2552	80.31	2/7/2552	80.5
26/2/2552	87.83	9/4/2552	85.9	22/5/2552	80.04	3/7/2552	80.38
27/2/2552	88.16	13/4/2552	84.79	25/5/2552	80.05	6/7/2552	80.45
2/3/2552	88.88	14/4/2552	84.85	26/5/2552	80.06	7/7/2552	80.62
3/3/2552	89.51	15/4/2552	84.8	27/5/2552	80.78	8/7/2552	80.76
4/3/2552	88.75	16/4/2552	85.19	28/5/2552	80.38	9/7/2552	79.86
5/3/2552	89	17/4/2552	85.89	29/5/2552	79.23	10/7/2552	80.23
6/3/2552	88.55	20/4/2552	86.77	1/6/2552	79.19	13/7/2552	80.12
9/3/2552	88.99	21/4/2552	86.55	2/6/2552	78.52	14/7/2552	80.18
10/3/2552	88.34	22/4/2552	86.3	3/6/2552	79.3	15/7/2552	79.31
11/3/2552	87.74	23/4/2552	85.48	4/6/2552	79.34	16/7/2552	79.21
12/3/2552	87.26	24/4/2552	84.71	5/6/2552	80.66	17/7/2552	79.34
13/3/2552	87.25	27/4/2552	85.77	8/6/2552	80.76	20/7/2552	78.9
16/3/2552	87.12	28/4/2552	85.25	9/6/2552	79.79	21/7/2552	78.92
17/3/2552	86.78	29/4/2552	84.42	10/6/2552	80.27	22/7/2552	78.7
18/3/2552	84.5	30/4/2552	84.72	11/6/2552	79.55	23/7/2552	78.8
19/3/2552	83.17	1/5/2552	84.54	12/6/2552	80.12	24/7/2552	78.74
20/3/2552	83.7	4/5/2552	83.76	15/6/2552	81.33	27/7/2552	78.26
23/3/2552	83.34	5/5/2552	84.21	16/6/2552	80.78	28/7/2552	78.85
24/3/2552	84.01	6/5/2552	84.02	17/6/2552	80.22	29/7/2552	79.63
25/3/2552	83.68	7/5/2552	83.97	18/6/2552	80.65	30/7/2552	79.28
26/3/2552	83.94	8/5/2552	82.44	19/6/2552	80.33	31/7/2552	78.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
3/8/2552	77.63	15/9/2552	76.42	27/10/2552	76.1	8/12/2552	76.14
4/8/2552	77.76	16/9/2552	76.29	28/10/2552	76.53	9/12/2552	75.97
5/8/2552	77.51	17/9/2552	76.26	29/10/2552	75.89	10/12/2552	76.05
6/8/2552	78.06	18/9/2552	76.42	30/10/2552	76.3	11/12/2552	76.57
7/8/2552	78.97	21/9/2552	76.68	2/11/2552	76.1	14/12/2552	76.35
10/8/2552	79.25	22/9/2552	76.01	3/11/2552	76.26	15/12/2552	76.88
11/8/2552	79.17	23/9/2552	76.33	4/11/2552	75.85	16/12/2552	76.99
12/8/2552	78.79	24/9/2552	77	5/11/2552	75.75	17/12/2552	77.67
13/8/2552	78.48	25/9/2552	76.81	6/11/2552	75.81	18/12/2552	77.82
14/8/2552	78.72	28/9/2552	76.96	9/11/2552	75.07	21/12/2552	78.05
17/8/2552	79.29	29/9/2552	76.99	10/11/2552	74.94	22/12/2552	78.19
18/8/2552	78.93	30/9/2552	76.65	11/11/2552	74.94	23/12/2552	77.86
19/8/2552	78.46	1/10/2552	77.22	12/11/2552	75.62	24/12/2552	77.78
20/8/2552	78.38	2/10/2552	77.04	13/11/2552	75.33	28/12/2552	77.72
21/8/2552	78.04	5/10/2552	76.63	16/11/2552	74.91	29/12/2552	78.01
24/8/2552	78.23	6/10/2552	76.33	17/11/2552	75.28	30/12/2552	77.8
25/8/2552	78.33	7/10/2552	76.3	18/11/2552	75.21	31/12/2552	77.86
26/8/2552	78.64	8/10/2552	76.08	19/11/2552	75.38	4/1/2553	77.45
27/8/2552	78.08	9/10/2552	76.35	20/11/2552	75.65	5/1/2553	77.68
28/8/2552	78.32	12/10/2552	76.07	23/11/2552	75.2	6/1/2553	77.44
31/8/2552	78.17	13/10/2552	75.87	24/11/2552	75.02	7/1/2553	77.94
1/9/2552	78.82	14/10/2552	75.41	25/11/2552	74.35	8/1/2553	77.47
2/9/2552	78.4	15/10/2552	75.32	26/11/2552	75	11/1/2553	77.09
3/9/2552	78.44	16/10/2552	75.57	27/11/2552	74.99	12/1/2553	77.1
4/9/2552	78.13	19/10/2552	75.27	30/11/2552	74.77	13/1/2553	76.75
8/9/2552	77.26	20/10/2552	75.58	1/12/2552	74.47	14/1/2553	76.85
9/9/2552	77.04	21/10/2552	75.07	2/12/2552	74.53	15/1/2553	77.32
10/9/2552	76.82	22/10/2552	74.99	3/12/2552	74.76	18/1/2553	76.99
11/9/2552	76.6	23/10/2552	75.46	4/12/2552	75.91	19/1/2553	77.75
14/9/2552	76.6	26/10/2552	76	7/12/2552	75.54	20/1/2553	78.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
21/1/2553	78.26	5/3/2553	80.43	19/4/2553	80.93	31/5/2553	86.58
22/1/2553	78.27	8/3/2553	80.49	20/4/2553	81.15	1/6/2553	86.9
25/1/2553	78.1	9/3/2553	80.57	21/4/2553	81.15	2/6/2553	86.96
26/1/2553	78.45	10/3/2553	80.47	22/4/2553	81.93	3/6/2553	87.13
27/1/2553	78.79	11/3/2553	80.26	23/4/2553	81.35	4/6/2553	88.23
28/1/2553	79.11	12/3/2553	79.83	26/4/2553	81.33	7/6/2553	88.36
29/1/2553	79.46	15/3/2553	80.19	27/4/2553	82.26	8/6/2553	88.28
1/2/2553	79.26	16/3/2553	79.73	28/4/2553	82.34	9/6/2553	88.01
2/2/2553	78.99	17/3/2553	79.75	29/4/2553	81.95	10/6/2553	87.04
3/2/2553	79.43	18/3/2553	80.22	30/4/2553	81.86	11/6/2553	87.5
4/2/2553	80.19	19/3/2553	80.72	3/5/2553	82.38	14/6/2553	86.59
5/2/2553	80.44	22/3/2553	80.59	4/5/2553	83.4	15/6/2553	86.09
8/2/2553	80.38	23/3/2553	80.92	5/5/2553	84.01	16/6/2553	86.27
9/2/2553	79.79	24/3/2553	81.8	6/5/2553	85.06	17/6/2553	85.68
10/2/2553	79.86	25/3/2553	81.97	7/5/2553	84.45	18/6/2553	85.69
11/2/2553	80.06	26/3/2553	81.67	10/5/2553	84.24	21/6/2553	85.99
12/2/2553	80.31	29/3/2553	81.26	11/5/2553	84.66	22/6/2553	86.11
16/2/2553	79.67	30/3/2553	81.41	12/5/2553	84.76	23/6/2553	85.78
17/2/2553	80.54	31/3/2553	80.84	13/5/2553	85.34	24/6/2553	85.82
18/2/2553	81.13	1/4/2553	80.72	14/5/2553	86.09	25/6/2553	85.31
19/2/2553	80.64	5/4/2553	81.23	17/5/2553	86.36	28/6/2553	85.7
22/2/2553	80.54	6/4/2553	81.46	18/5/2553	87.28	29/6/2553	86.25
23/2/2553	80.81	7/4/2553	81.64	19/5/2553	86.42	30/6/2553	86.02
24/2/2553	80.93	8/4/2553	81.42	20/5/2553	85.85	1/7/2553	84.52
25/2/2553	80.65	9/4/2553	81.09	21/5/2553	85.37	2/7/2553	84.42
26/2/2553	80.36	12/4/2553	80.59	24/5/2553	86.62	5/7/2553	84.66
1/3/2553	80.92	13/4/2553	80.32	25/5/2553	86.68	6/7/2553	84.13
2/3/2553	80.33	14/4/2553	80.15	26/5/2553	87.2	7/7/2553	83.89
3/3/2553	79.97	15/4/2553	80.62	27/5/2553	86.42	8/7/2553	83.8
4/3/2553	80.54	16/4/2553	80.82	28/5/2553	86.48	9/7/2553	83.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
12/7/2553	84.14	23/8/2553	83.3	4/10/2553	78.62	15/11/2553	78.61
13/7/2553	83.59	24/8/2553	83.26	5/10/2553	77.7	16/11/2553	79.16
14/7/2553	83.41	25/8/2553	83.22	6/10/2553	77.5	17/11/2553	79.1
15/7/2553	82.44	26/8/2553	82.96	7/10/2553	77.4	18/11/2553	78.57
16/7/2553	82.48	27/8/2553	82.91	8/10/2553	77.32	19/11/2553	78.42
19/7/2553	82.63	30/8/2553	83.28	11/10/2553	77.57	22/11/2553	78.63
20/7/2553	82.73	31/8/2553	83.16	12/10/2553	77.3	23/11/2553	79.68
21/7/2553	83.27	1/9/2553	82.52	13/10/2553	76.96	24/11/2553	79.77
22/7/2553	82.53	2/9/2553	82.46	14/10/2553	76.78	25/11/2553	79.66
23/7/2553	82.46	3/9/2553	83.1	15/10/2553	77.04	26/11/2553	80.37
26/7/2553	82.05	6/9/2553	82.05	18/10/2553	77.08	29/11/2553	80.8
27/7/2553	82.2	7/9/2553	82.84	19/10/2553	78.36	30/11/2553	81.33
28/7/2553	82.11	8/9/2553	82.59	20/10/2553	77.1	1/12/2553	80.67
29/7/2553	81.68	9/9/2553	82.75	21/10/2553	77.48	2/12/2553	80.19
30/7/2553	81.53	10/9/2553	82.69	22/10/2553	77.47	3/12/2553	79.17
2/8/2553	80.88	13/9/2553	81.95	25/10/2553	77.33	6/12/2553	79.65
3/8/2553	80.55	14/9/2553	81.12	26/10/2553	77.69	7/12/2553	79.96
4/8/2553	80.9	15/9/2553	81.49	27/10/2553	77.99	8/12/2553	80
5/8/2553	80.77	16/9/2553	81.28	28/10/2553	77.28	9/12/2553	80.01
6/8/2553	80.4	17/9/2553	81.39	29/10/2553	77.03	10/12/2553	80.07
9/8/2553	80.77	20/9/2553	81.3	1/11/2553	77.17	13/12/2553	79.34
10/8/2553	81.06	21/9/2553	80.16	2/11/2553	76.88	14/12/2553	79.38
11/8/2553	82.35	22/9/2553	79.83	3/11/2553	76.39	15/12/2553	80.24
12/8/2553	82.57	23/9/2553	80.15	4/11/2553	75.91	16/12/2553	80.02
13/8/2553	82.94	24/9/2553	79.39	5/11/2553	76.59	17/12/2553	80.39
16/8/2553	82.44	27/9/2553	79.53	8/11/2553	77.04	20/12/2553	80.6
17/8/2553	82.26	28/9/2553	78.96	9/11/2553	77.72	21/12/2553	80.68
18/8/2553	82.53	29/9/2553	78.77	10/11/2553	77.63	22/12/2553	80.66
19/8/2553	82.49	30/9/2553	78.77	11/11/2553	78.15	23/12/2553	80.47
20/8/2553	83.05	1/10/2553	78.08	12/11/2553	78.1	27/12/2553	80.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
28/12/2553	80.36	8/2/2554	77.95	22/3/2554	75.47	4/5/2554	73.12
29/12/2553	79.78	9/2/2554	77.61	23/3/2554	75.94	5/5/2554	74.1
30/12/2553	79.52	10/2/2554	78.23	24/3/2554	75.67	6/5/2554	74.91
31/12/2553	79	11/2/2554	78.41	25/3/2554	76.15	9/5/2554	74.6
3/1/2554	79.2	14/2/2554	78.6	28/3/2554	76.19	10/5/2554	74.54
4/1/2554	79.44	15/2/2554	78.58	29/3/2554	76.15	11/5/2554	75.32
5/1/2554	80.24	16/2/2554	78.24	30/3/2554	76.08	12/5/2554	75.26
6/1/2554	80.82	17/2/2554	77.99	31/3/2554	76.02	13/5/2554	75.71
7/1/2554	81.15	18/2/2554	77.61	1/4/2554	75.84	16/5/2554	75.63
10/1/2554	80.88	21/2/2554	77.71	4/4/2554	76	17/5/2554	75.26
11/1/2554	80.8	22/2/2554	77.8	5/4/2554	75.89	18/5/2554	75.39
12/1/2554	79.99	23/2/2554	77.39	6/4/2554	75.53	19/5/2554	75.09
13/1/2554	79.19	24/2/2554	77.09	7/4/2554	75.75	20/5/2554	75.65
14/1/2554	79.08	25/2/2554	77.23	8/4/2554	74.85	23/5/2554	76.31
17/1/2554	79.33	28/2/2554	76.9	11/4/2554	75.05	24/5/2554	75.91
18/1/2554	79	1/3/2554	77.04	12/4/2554	74.9	25/5/2554	75.91
19/1/2554	78.59	2/3/2554	76.65	13/4/2554	74.98	26/5/2554	75.54
20/1/2554	78.78	3/3/2554	76.48	14/4/2554	74.67	27/5/2554	74.75
21/1/2554	78.13	4/3/2554	76.38	15/4/2554	74.83	30/5/2554	74.93
24/1/2554	78	7/3/2554	76.48	18/4/2554	75.5	31/5/2554	74.6
25/1/2554	77.88	8/3/2554	76.79	19/4/2554	75.06	1/6/2554	74.29
26/1/2554	77.8	9/3/2554	76.71	20/4/2554	74.35	2/6/2554	74.3
27/1/2554	77.74	10/3/2554	77.3	21/4/2554	74.09	3/6/2554	73.73
28/1/2554	78.13	11/3/2554	76.68	25/4/2554	74.09	6/6/2554	73.98
31/1/2554	77.78	14/3/2554	76.37	26/4/2554	73.77	7/6/2554	73.53
1/2/2554	76.97	15/3/2554	76.35	27/4/2554	73.3	8/6/2554	73.92
2/2/2554	77.1	16/3/2554	76.37	28/4/2554	73.11	9/6/2554	74.2
3/2/2554	77.76	17/3/2554	75.96	29/4/2554	73.05	10/6/2554	74.83
4/2/2554	78.03	18/3/2554	75.55	2/5/2554	73.03	13/6/2554	74.5
7/2/2554	78.04	21/3/2554	75.39	3/5/2554	73.1	14/6/2554	74.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
15/6/2554	75.56	28/7/2554	74.2	8/9/2554	76.23	20/10/2554	76.96
16/6/2554	75.51	29/7/2554	73.85	9/9/2554	77.15	21/10/2554	76.39
17/6/2554	75	1/8/2554	74.29	12/9/2554	77.11	24/10/2554	76.08
20/6/2554	75.03	2/8/2554	74.84	13/9/2554	77.04	25/10/2554	76.26
21/6/2554	74.61	3/8/2554	74.02	14/9/2554	76.84	26/10/2554	76.19
22/6/2554	74.86	4/8/2554	75.27	15/9/2554	76.24	27/10/2554	74.93
23/6/2554	75.28	5/8/2554	74.52	16/9/2554	76.6	28/10/2554	75.08
24/6/2554	75.61	8/8/2554	74.78	19/9/2554	77.09	31/10/2554	76.49
27/6/2554	75.3	9/8/2554	74.05	20/9/2554	77.03	1/11/2554	77.33
28/6/2554	75.04	10/8/2554	74.74	21/9/2554	77.7	2/11/2554	77.08
29/6/2554	74.63	11/8/2554	74.63	22/9/2554	78.38	3/11/2554	76.71
30/6/2554	74.34	12/8/2554	74.59	23/9/2554	78.26	4/11/2554	76.91
1/7/2554	74.28	15/8/2554	73.88	26/9/2554	78.12	7/11/2554	76.94
4/7/2554	74.27	16/8/2554	73.96	27/9/2554	77.75	8/11/2554	76.61
5/7/2554	74.66	17/8/2554	73.71	28/9/2554	78.05	9/11/2554	77.87
6/7/2554	75.04	18/8/2554	74.16	29/9/2554	77.88	10/11/2554	77.63
7/7/2554	74.92	19/8/2554	73.99	30/9/2554	78.79	11/11/2554	76.9
11/7/2554	75.12	22/8/2554	74.11	3/10/2554	79.68	14/11/2554	77.48
12/7/2554	76.03	23/8/2554	73.85	4/10/2554	78.98	15/11/2554	77.95
13/7/2554	75.22	24/8/2554	74.01	5/10/2554	78.93	16/11/2554	78.27
14/7/2554	75.24	25/8/2554	74.22	6/10/2554	78.59	17/11/2554	78.31
15/7/2554	75.09	26/8/2554	73.73	7/10/2554	78.75	18/11/2554	78.07
18/7/2554	75.38	29/8/2554	73.69	10/10/2554	77.57	21/11/2554	78.29
19/7/2554	75.2	30/8/2554	73.97	11/10/2554	77.64	22/11/2554	78.23
20/7/2554	74.81	31/8/2554	74.16	12/10/2554	77.03	23/11/2554	79.08
21/7/2554	74.01	1/9/2554	74.49	13/10/2554	77.03	24/11/2554	79.02
22/7/2554	74.22	2/9/2554	74.74	14/10/2554	76.61	25/11/2554	79.63
25/7/2554	74.12	5/9/2554	75.19	17/10/2554	77.19	28/11/2554	79.22
26/7/2554	73.52	6/9/2554	75.92	18/10/2554	77.16	29/11/2554	78.98
27/7/2554	74.12	7/9/2554	75.44	19/10/2554	77.07	30/11/2554	78.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
1/12/2554	78.29	16/1/2555	81.45	27/2/2555	78.57	10/4/2555	79.86
2/12/2554	78.63	17/1/2555	81.09	28/2/2555	78.19	11/4/2555	79.74
5/12/2554	78.56	18/1/2555	80.52	29/2/2555	78.82	12/4/2555	79.34
6/12/2554	78.53	19/1/2555	80.05	1/3/2555	78.79	13/4/2555	79.88
7/12/2554	78.4	20/1/2555	80.13	2/3/2555	79.4	16/4/2555	79.54
8/12/2554	78.81	23/1/2555	79.7	5/3/2555	79.34	17/4/2555	79.56
9/12/2554	78.63	24/1/2555	79.86	6/3/2555	79.82	18/4/2555	79.59
12/12/2554	79.52	25/1/2555	79.46	7/3/2555	79.69	19/4/2555	79.53
13/12/2554	80.28	26/1/2555	79.43	8/3/2555	79.16	20/4/2555	79.14
14/12/2554	80.54	27/1/2555	78.79	9/3/2555	80	23/4/2555	79.37
15/12/2554	80.29	30/1/2555	79.14	12/3/2555	79.85	24/4/2555	79.2
16/12/2554	80.18	31/1/2555	79.31	13/3/2555	80.1	25/4/2555	79.05
19/12/2554	80.37	1/2/2555	78.92	14/3/2555	80.52	26/4/2555	79.06
20/12/2554	79.85	2/2/2555	78.98	15/3/2555	80.24	27/4/2555	78.71
21/12/2554	80	3/2/2555	78.97	16/3/2555	79.77	30/4/2555	78.77
22/12/2554	79.93	6/2/2555	79.03	19/3/2555	79.43	1/5/2555	78.81
23/12/2554	80	7/2/2555	78.49	20/3/2555	79.61	2/5/2555	79.13
27/12/2554	79.81	8/2/2555	78.62	21/3/2555	79.61	3/5/2555	79.2
28/12/2554	80.51	9/2/2555	78.61	22/3/2555	79.65	4/5/2555	79.5
29/12/2554	80.36	10/2/2555	79.11	23/3/2555	79.29	7/5/2555	79.58
30/12/2554	80.23	13/2/2555	78.98	26/3/2555	78.94	8/5/2555	79.83
3/1/2555	79.63	14/2/2555	79.43	27/3/2555	79.14	9/5/2555	80.14
4/1/2555	80.1	15/2/2555	79.62	28/3/2555	79.16	10/5/2555	80.18
5/1/2555	80.95	16/2/2555	79.33	29/3/2555	79.1	11/5/2555	80.3
6/1/2555	81.25	17/2/2555	79.38	30/3/2555	78.94	14/5/2555	80.69
9/1/2555	80.96	20/2/2555	79	2/4/2555	78.85	15/5/2555	81.24
10/1/2555	80.9	21/2/2555	79.05	3/4/2555	79.42	16/5/2555	81.42
11/1/2555	81.3	22/2/2555	79.23	4/4/2555	79.74	17/5/2555	81.5
12/1/2555	80.78	23/2/2555	78.65	5/4/2555	80.04	18/5/2555	81.08
13/1/2555	81.45	24/2/2555	78.63	9/4/2555	79.77	21/5/2555	80.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
22/5/2555	81.75	3/7/2555	81.79	14/8/2555	82.52	25/9/2555	79.65
23/5/2555	82.03	4/7/2555	82.19	15/8/2555	82.66	26/9/2555	79.84
24/5/2555	82.27	5/7/2555	82.79	16/8/2555	82.39	27/9/2555	79.56
25/5/2555	82.4	6/7/2555	83.28	17/8/2555	82.54	28/9/2555	79.89
28/5/2555	82.2	9/7/2555	83.11	20/8/2555	82.46	1/10/2555	79.82
29/5/2555	82.42	10/7/2555	83.38	21/8/2555	81.87	2/10/2555	79.74
30/5/2555	83.03	11/7/2555	83.49	22/8/2555	81.51	3/10/2555	79.93
31/5/2555	83.08	12/7/2555	83.65	23/8/2555	81.37	4/10/2555	79.33
1/6/2555	82.79	13/7/2555	83.28	24/8/2555	81.62	5/10/2555	79.33
4/6/2555	82.53	16/7/2555	83.13	27/8/2555	81.68	8/10/2555	79.6
5/6/2555	82.76	17/7/2555	83	28/8/2555	81.36	9/10/2555	79.97
6/6/2555	82.18	18/7/2555	82.98	29/8/2555	81.55	10/10/2555	80.05
7/6/2555	82.26	19/7/2555	82.89	30/8/2555	81.69	11/10/2555	79.77
8/6/2555	82.43	20/7/2555	83.5	31/8/2555	81.25	12/10/2555	79.68
11/6/2555	82.26	23/7/2555	83.74	3/9/2555	81.18	15/10/2555	79.74
12/6/2555	82.35	24/7/2555	83.99	4/9/2555	81.34	16/10/2555	79.3
13/6/2555	82.22	25/7/2555	83.5	5/9/2555	81.22	17/10/2555	79.03
14/6/2555	81.82	26/7/2555	82.83	6/9/2555	81.11	18/10/2555	79.36
15/6/2555	81.59	27/7/2555	82.63	7/9/2555	80.16	19/10/2555	79.62
18/6/2555	81.96	30/7/2555	82.78	10/9/2555	80.41	22/10/2555	79.56
19/6/2555	81.38	31/7/2555	82.65	11/9/2555	79.88	23/10/2555	79.91
20/6/2555	81.39	1/8/2555	83.12	12/9/2555	79.7	24/10/2555	79.92
21/6/2555	82.34	2/8/2555	83.29	13/9/2555	79.24	25/10/2555	80.11
22/6/2555	82.21	3/8/2555	82.31	14/9/2555	78.85	26/10/2555	79.99
25/6/2555	82.43	6/8/2555	82.26	17/9/2555	78.95	29/10/2555	80.23
26/6/2555	82.39	7/8/2555	82.28	18/9/2555	79.19	30/10/2555	79.94
27/6/2555	82.54	8/8/2555	82.34	19/9/2555	79.11	31/10/2555	79.94
28/6/2555	82.72	9/8/2555	82.59	20/9/2555	79.42	1/11/2555	80.03
29/6/2555	81.59	10/8/2555	82.55	21/9/2555	79.39	2/11/2555	80.55
2/7/2555	81.88	13/8/2555	82.42	24/9/2555	79.53	5/11/2555	80.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
6/11/2555	80.6	18/12/2555	79.35	31/1/2556	79.2	14/3/2556	82.58
7/11/2555	80.76	19/12/2555	79.29	1/2/2556	79.18	15/3/2556	82.13
8/11/2555	80.78	20/12/2555	79.24	4/2/2556	79.56	18/3/2556	82.63
9/11/2555	81.03	21/12/2555	79.57	5/2/2556	79.53	19/3/2556	82.99
12/11/2555	81.05	24/12/2555	79.65	6/2/2556	79.75	20/3/2556	82.86
13/11/2555	81.09	26/12/2555	79.59	7/2/2556	80.21	21/3/2556	82.8
14/11/2555	81.11	27/12/2555	79.62	8/2/2556	80.22	22/3/2556	82.37
15/11/2555	81.04	28/12/2555	79.66	11/2/2556	80.29	25/3/2556	82.88
16/11/2555	81.19	31/12/2555	79.77	12/2/2556	80.06	26/3/2556	82.89
19/11/2555	80.85	2/1/2556	79.8	13/2/2556	80.09	27/3/2556	83.21
20/11/2555	80.9	3/1/2556	80.43	14/2/2556	80.39	28/3/2556	82.97
21/11/2555	80.93	4/1/2556	80.48	15/2/2556	80.46	1/4/2556	82.76
22/11/2555	80.67	7/1/2556	80.23	18/2/2556	80.65	2/4/2556	82.91
23/11/2555	80.21	8/1/2556	80.32	19/2/2556	80.47	3/4/2556	82.76
26/11/2555	80.18	9/1/2556	80.5	20/2/2556	81.05	4/4/2556	82.73
27/11/2555	80.38	10/1/2556	79.78	21/2/2556	81.37	5/4/2556	82.57
28/11/2555	80.31	11/1/2556	79.56	22/2/2556	81.44	8/4/2556	82.7
29/11/2555	80.19	14/1/2556	79.49	25/2/2556	81.72	9/4/2556	82.36
30/11/2555	80.13	15/1/2556	79.72	26/2/2556	81.84	10/4/2556	82.47
3/12/2555	79.91	16/1/2556	79.79	27/2/2556	81.5	11/4/2556	82.25
4/12/2555	79.66	17/1/2556	79.67	28/2/2556	81.93	12/4/2556	82.13
5/12/2555	79.81	18/1/2556	80.05	1/3/2556	82.27	15/4/2556	82.31
6/12/2555	80.23	21/1/2556	80.04	4/3/2556	82.21	16/4/2556	81.79
7/12/2555	80.42	22/1/2556	79.87	5/3/2556	82.08	17/4/2556	82.64
10/12/2555	80.29	23/1/2556	79.9	6/3/2556	82.48	18/4/2556	82.57
11/12/2555	80.05	24/1/2556	79.97	7/3/2556	82.09	19/4/2556	82.75
12/12/2555	79.88	25/1/2556	79.76	8/3/2556	82.76	22/4/2556	82.63
13/12/2555	79.91	28/1/2556	79.8	11/3/2556	82.56	23/4/2556	83.01
14/12/2555	79.57	29/1/2556	79.54	12/3/2556	82.59	24/4/2556	82.93
17/12/2555	79.56	30/1/2556	79.26	13/3/2556	82.92	25/4/2556	82.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
26/4/2556	82.84	7/6/2556	81.68	19/7/2556	82.62	30/8/2556	82.03
29/4/2556	82.1	10/6/2556	81.68	22/7/2556	82.22	2/9/2556	82.25
30/4/2556	81.72	11/6/2556	81.1	23/7/2556	81.98	3/9/2556	82.35
1/5/2556	81.62	12/6/2556	80.97	24/7/2556	82.27	4/9/2556	82.17
2/5/2556	82.84	13/6/2556	80.69	25/7/2556	81.79	5/9/2556	82.63
3/5/2556	82.12	14/6/2556	80.61	26/7/2556	81.65	6/9/2556	82.15
6/5/2556	83.32	17/6/2556	80.62	29/7/2556	81.71	9/9/2556	81.82
7/5/2556	82.29	18/6/2556	80.66	30/7/2556	81.84	10/9/2556	81.82
8/5/2556	81.93	19/6/2556	81.32	31/7/2556	81.65	11/9/2556	81.5
9/5/2556	82.7	20/6/2556	81.78	1/8/2556	82.35	12/9/2556	81.5
10/5/2556	83.09	21/6/2556	82.41	2/8/2556	81.93	13/9/2556	81.52
13/5/2556	83.24	24/6/2556	82.45	5/8/2556	81.85	16/9/2556	81.26
14/5/2556	83.63	25/6/2556	82.6	6/8/2556	81.62	17/9/2556	81.15
15/5/2556	83.76	26/6/2556	82.93	7/8/2556	81.26	18/9/2556	80.19
16/5/2556	83.77	27/6/2556	82.95	8/8/2556	81.03	19/9/2556	80.37
17/5/2556	84.19	28/6/2556	83.13	9/8/2556	81.12	20/9/2556	80.43
20/5/2556	83.8	1/7/2556	82.97	12/8/2556	81.41	23/9/2556	80.46
21/5/2556	83.82	2/7/2556	83.55	13/8/2556	81.75	24/9/2556	80.57
22/5/2556	84.26	3/7/2556	83.21	14/8/2556	81.72	25/9/2556	80.32
23/5/2556	83.73	4/7/2556	83.74	15/8/2556	81.18	26/9/2556	80.53
24/5/2556	83.64	5/7/2556	84.44	16/8/2556	81.29	27/9/2556	80.27
27/5/2556	83.64	8/7/2556	84.21	19/8/2556	81.24	30/9/2556	80.22
28/5/2556	84.26	9/7/2556	84.61	20/8/2556	80.92	1/10/2556	80.16
29/5/2556	83.63	10/7/2556	83.44	21/8/2556	81.33	2/10/2556	79.89
30/5/2556	83	11/7/2556	82.74	22/8/2556	81.48	3/10/2556	79.95
31/5/2556	83.26	12/7/2556	82.93	23/8/2556	81.36	4/10/2556	80.13
3/6/2556	82.64	15/7/2556	83.09	26/8/2556	81.39	7/10/2556	79.92
4/6/2556	82.74	16/7/2556	82.48	27/8/2556	81.12	8/10/2556	80.01
5/6/2556	82.53	17/7/2556	82.63	28/8/2556	81.42	9/10/2556	80.36
6/6/2556	81.53	18/7/2556	82.76	29/8/2556	81.98	10/10/2556	80.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์	วัน/เดือน/ ปี	ดัชนี ดอลลาร์
11/10/2556	80.42	31/10/2556	80.25	20/11/2556	81.02	11/12/2556	79.89
14/10/2556	80.32	1/11/2556	80.71	21/11/2556	81	12/12/2556	80.17
15/10/2556	80.42	4/11/2556	80.57	22/11/2556	80.69	13/12/2556	80.18
16/10/2556	80.47	5/11/2556	80.7	25/11/2556	80.91	16/12/2556	80.07
17/10/2556	79.65	6/11/2556	80.48	26/11/2556	80.62	17/12/2556	80.04
18/10/2556	79.61	7/11/2556	80.85	27/11/2556	80.72	18/12/2556	80.43
21/10/2556	79.71	8/11/2556	81.2	28/11/2556	80.55	19/12/2556	80.62
22/10/2556	79.24	11/11/2556	81.06	29/11/2556	80.66	20/12/2556	80.53
23/10/2556	79.28	12/11/2556	81.16	2/12/2556	80.9	23/12/2556	80.42
24/10/2556	79.17	13/11/2556	80.94	3/12/2556	80.61	24/12/2556	80.52
25/10/2556	79.21	14/11/2556	80.96	4/12/2556	80.6	26/12/2556	80.5
28/10/2556	79.32	15/11/2556	80.83	5/12/2556	80.27	27/12/2556	80.35
29/10/2556	79.62	18/11/2556	80.72	6/12/2556	80.28	30/12/2556	80.03
30/10/2556	79.71	19/11/2556	80.66	9/12/2556	80.14	31/12/2556	80.15

จ. งานสัมมนา

การทดลองนี้ ได้นำไปงานสัมมนา ที่งาน The 14th International Symposium on Communication and Information Technology September 24-26, 2014 | Youngjong Sky Resort, Incheon, South Korea โดยชื่อหัวข้อ “Hidden Markov Models Predict Foreign Exchange Rate” และ ถูกตีพิมพ์ในหน้า 99-101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hidden Markov Models Predict Foreign Exchange Rate

Supakit Nootyaskool and Wuttichow Choengtong

Faculty of Information Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

supakit@it.kmitl.ac.th, s5660724@kmitl.ac.th

Abstract—This paper presents the prediction Thai baht by using Hidden Markov Models (HMM) with which the prediction model uses four factors, dollar index, interest rate, inflation rate and economic growth. The main idea of this work is a technique of encoding four factors into one observation sequence to train HMM. One result of prediction data will present four factors after decoding. The experiment is done using the data-by-day from 2002 to 2013 and showed that the technique has the mean percentage error of 0.167% to predict Thai currency exchange.

Keywords—Hidden Markov Models; Prediction; Currency exchange rate, observation sequence encoding

I. INTRODUCTION

One importance of economic stability is the management exchange rate of currency by many countries currently applying the floating exchange rate [1] or the managed floating exchange rate; for example, Thailand has changed the currency exchange rate to the float in 1997. The floating exchange rate will adjust the up/down ratio depends upon market force. The market force is the aggregate influence of interesting between demand and supply of goods and service. Changing currency exchange rate relates a profit margin of the import-export wholesalers. If the investor having a tool can predict the tendency of currency exchange rate, they may avoid loss coming.

Research to create the prediction model is proposed and tested on many researchers and some investor. Generally, investors admire time series forecasting [2] [3] [4] to estimate a tendency of market, for example, exponential moving average (EMA) and moving average convergence divergence (MACD). The time series forecasting uses the data from 5 to 75 day to estimation. Candle stick technique is generally looked by the inverter for prediction, which the candle stick encapsulates open, close, high and low of price into a symbol of a candle stick chart. The investor or import-export trader really wants to know the currently being up or down tendency. Krollner et al. [2] has surveyed financial time series forecasting with machine learning techniques, which survey result shows machine learning technique seems to be a trend of forecasting mode. In intelligent methods, artificial neural network (ANNs) and hybrid ANN [4] are mostly implemented stock market forecasting. Some research selects Hidden Markov Models (HMM) to create the prediction model. In this paper, we focus on HMM with which [5] is applied to machine learning by good recognize both of discrete and continuous signal. Hassan and Nath [6] applied HMM to predict airline stocks by using previous price of data set forecasting the future price. They

designed high, low, opening, and closing price to input of HMM and predicted the output of a closing price the next day. The experiment result of HMM performed under ANN. However, Gupta and Dhingra [7] showed maximum posterior HMM comparing with ANN, auto regressive integrated moving average (ARIMA), and HMM-Fuzzy model; which the proposed technique showed the best result.

Prediction models mostly implement and experiment on the data of the stock market. Teschner et al. [8] focused on predicting the macro-economic level by using variables such as growth of economic scale, inflation rate, unemployment. Specific of the implement uses comparing time series focusing model. Lee et al. [9] applied HMM to predict foreign exchange rate, which they use pattern of up/downtrend and dividing ten areas of price to input of HMM. In this paper, we create prediction of currency exchange rate using HMM. The training data input consists dollar index, interest rate, inflation rate and economic growth.

Remaining of this paper in second section shows background related economic and introducing HMM. The third section development details are the encoding data of training HMM to recognize and HMM prediction. The fourth shows experiment result, and finally section gives conclusion and future work.

II. BACKGROUND

A. Policy-interest rate, dollar index, inflation rate and growth of economic scale

Changing up or down of the currency exchange rate depend upon various major factors such as the world economic situation, in-house situation, policy-interest rate and inflation rate.

Policy-interest rate (PR) is in-house interest rate defined by the bank of each country. The PR is a tool for telling investor about the money policy, for example, increasing of PR meaning to the investors having gained some benefit from return interest rate. In Thailand, the PR data is announced every month.

Main reference monetary in the world consist Euro (EUR), Japanese yen (JPY), Canadian dollar (CAD), Swedish krona (SEK), Swiss franc (CHF) and United States dollar (USD). Dollar index (DI) is the indexing value convert from USD. Changing value of a monetary reflects to other monetary, for example, if the dollar index changes increasing, the other

monetary may be decreasing. Effect occurs of movement big money will move to the location return high benefit.

Inflation rate (IR) uses to measure increasing or decreasing of the purchasing value and related to the growth of economic. Generally, inflation rate measures from a number of buy and sell of product and service of food and power (oil price).

Growth of economic scale (GE) shows the increasing of production and service by comparing with population income and looking gross domestic product (GDP).

B. Hidden Markov Models

Hidden Markov Model (HMM) [5] is the stochastic process likes as state machine having hidden state and observation state. The parameter of HMM consisting N is the number of states. M is the number of observation symbols. A inform a_{ij} called hidden states. B informs $b_j(k)$ is the observation matrix, and π_i is a matrix of initial state. The input data send to HMM to recognize is symbol $O = \{o_1, o_2, \dots, o_t\}$ by sequence of the observation symbols. The length of observation symbols shows in t . An observation sequence is a string of observation symbols. Implementation HMM relates three algorithms: forward algorithm used to find a probability of the model. The backward algorithms used to track the path of state change getting high probability, and re-estimation or Baum-Welch algorithm use to adjust the model to increase high probability.

Recognition models of HMM can create in two models [5] generally, fully-connect and left-right topology. The fully-connected topology is the superset of left-right topology, so this paper applies only fully-connected topology.

III. IMPLEMENTATIONS

A. Encoding data train

Specific of input data relate to performance of the recognition system. From the previous section, we select four data; DI, PR, IR, and GE to input of HMM. The value of DI, PR, IR and GE are the floating point so that there are converted by mapping new table and used the index of table to be an observation symbol. The conversion table shows on figure 1. An input data of HMM is called an observation sequence, which consists of string of observation symbols.

Index	Range of DI	Index	Range of PR
0	71.00 to 71.5	0	0.9 to 0.95
1	71.51 to 72.0	1	0.96 to 1.0
..
99	120.51 to 121.00	82	5.01 to 5.05

Index	Range of IR	Index	Range of GE
0	(-0.5) to (-0.46)	0	(-4.5) to (-4.37)
1	(-0.45) to (-0.42)	1	(-4.36) to (-4.24)
..
83	2.83 to 2.86	91	7.34 to 7.43

Fig. 1. Conversion table convert from floating value to integer value by using index value to reference.

Generally, an HMM is trained by an observation sequence so that four observation sequence should be used four HMMs separately. This paper want to test integrating an HMM by encoding four observation sequence to train an HMM. Specific of encoding shown on figure 2 are four inputs of data that is concatenated to an observation sequence. Each day having four data is concatenated to a new observation symbol. For example, DI of 2/01/2002 at 115.79 after converting is 89, PR at 1.83 is converted to 18; IR at 1.00 is converted to 37, and GE at 2.00 is converted to 49 from index table refer to figure 1. The group of value of 89, 18, 37, and 49 is concatenated to 89183749 and it will be an observation symbol.

Month	DOLLARINDEX	Interest	InflationBase	EconomicGrowth
2/1/2002	115.79	1.83	1	2
3/1/2002	116.11	1.83	1	2
4/1/2002	116.33	1.83	1	2
7/1/2002	116.33	1.83	1	2
8/1/2002	116.83	1.83	1	2

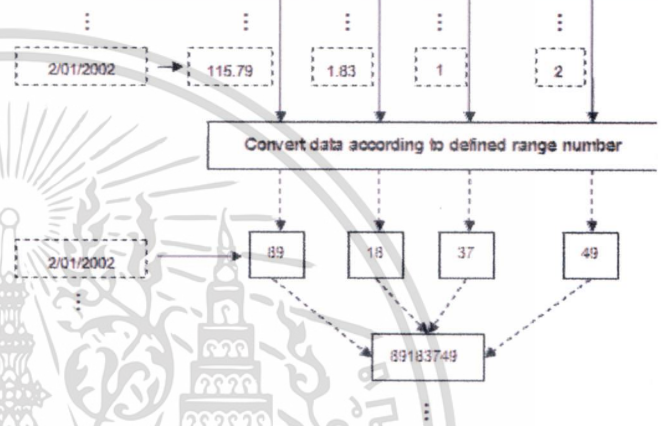


Fig. 2. Example of converting dollar index, interest rate, inflation rate and economic growth to new index value and concatenate to an observation symbol.

The value of 89183749 is unsuitable to train HMM because of observation value should be started at zero, so that hash table is applied to create mapping value as in figure 3. The hash table uses to keep the only difference observation symbol.

Hash Table			
Index	Data	THB-USO Avg.	
0	Pattern ₀	TU - Avg ₀	0
1	Pattern ₁	TU - Avg ₁	1
2	Pattern ₂	TU - Avg ₂	
...
Index _n	Pattern _n	TU - Avg _n	

Fig. 3. Hash table map value between long observation symbol into a short observation symbol to train input of HMM.

B. train and predict

Before training, we had analysis data from 2002 to 2013, which found 661 observation symbols on hash table. The experiment is designed discrete model by an HMM model recognized an observation symbol, so that the system will create HMM model not over 661 models.

The system is designed training data without prediction from first data to 20% of all data. Then, the system will start to predict the next observation symbol or data of next day. The

prediction result is an observation symbol that is converted data-back from hash table from figure 2 to figure 1, until getting DI, IR, PR and GE.

If the prediction result is indicated incorrectly, the system will check the observation symbol is it represents on hash table. In case, it does not found on the hash table, the system will create a new HMM and trains with a new observation symbol.

IV. EXPERIMENT SETUP AND RESULT

A. Parameters setup

The experiment is set HMM parameters shown in table 1. The observation sequence of training HMM used previously data from five days, also the length of observation symbol being five symbols.

TABLE I. SUMMARY OF PARAMETERS IN THIS EXPERIMENT

Hidden Markov Models	
Topology	fully connected
Number of hidden state (N)	50
Number of observation symbols (k)	661
Length of observation symbols (l)	5
System	
Training time per HMM	1000 loops
Prediction	Next day
Training data set	previous 5 days
Data date	2002 to 2013
Group of input data	DI, IR, PR and GE
Output prediction	convert to Thai currency

B. Prediction Thai currency

The target of this paper is the prediction Thai baht, which we did not integrate Thai baht (THB) into observation sequence. We look at USD can convert to Thai baht, so that average of USD getting from the convert-back with a hash table (see figure 3) will be converted to THB and DI is one of major who relate changing. The convert result shown in figure 4 the dash line is prediction result, and the light-solid line is the actual result. The result train and predict day-by-day.

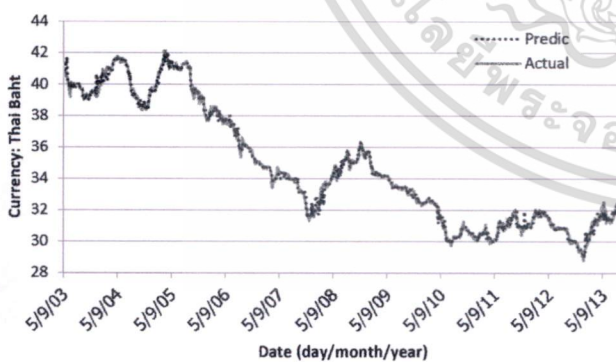


Fig. 4. Result of Thai baht compares between prediction and actual data.

The figure 4 result of prediction and actual data are closely in order to show error it will be computed to mean absolute

percentage error (MAPE) as shown in figure 5. The overall MAPE is 0.167%

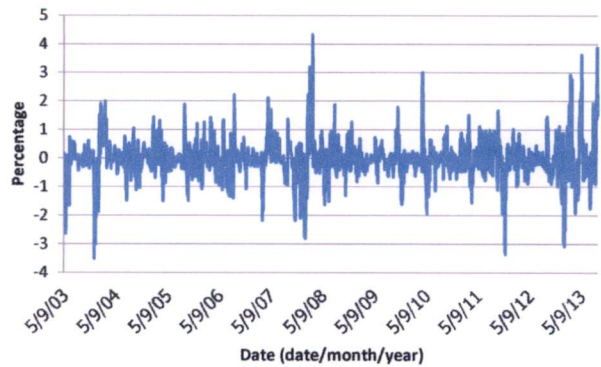


Fig. 5. MAPE between actual data and prediction data.

V. CONCLUSION AND FUTURE WORK

This paper develops prediction foreign exchange rate with HMM. The experiment showed that four factor, dollar index, policy-interest rate, inflation rate and growth of economic scale can be combined to an observation sequence to train HMM successfully. However, the experiment limited number of hidden state of HMM and comparison with other techniques. Future work in the proposed technique that encodes four data to an observation sequence of HMM may be extended the experiment with other information.

REFERENCES

- [1] J. E. Gagnon and M. Hinterschweiger, Flexible Exchange Rates for a Stable World Economy, Peterson Institute for International Economics, 2011.
- [2] B. Krollner, B. Vanstone and G. Finnie, "Financial time series forecasting with machine learning techniques: A survey," in *European Symposium on Artificial Neural Networks - Computational Intelligence and Machine Learning (ESANN)*, Bruges, 2010.
- [3] S. N. Z. Abidin and M. M. Jaafar, "Surveying the bast volatility Measurements in Stock Market Forecasting Techniques Involving Small Size Companies in Bursa Malaysia," in *IEEE symposium on humanities, science and engineering research*, 2012.
- [4] G. S. Atsalakis and K. P. Valavanis, "Surveying stock market forecasting techniques - Part II: Soft computing methods," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 3, pp. 5932-5941, 2009.
- [5] L. R. Rabiner, "A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition," *Proceedings of the IEEE*, vol. 77, no. 2, pp. 257-286, 1989.
- [6] M. Hassan and B. Nath, "Stock market forecasting using hidden Markov model: a new approach," in *Intelligent Systems Design and Applications, 2005. ISDA '05. Proceedings. 5th International Conference on*, 2005.
- [7] A. Gupta and B. Dhingra, "Stock market prediction using Hidden Markov Models," in *Engineering and Systems (SCES), 2012 Students Conference on*, 2012.
- [8] F. Teschner, S. Stathel and C. Weinhardt, "A Prediction Market for Macro-Economic Variables," in *System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii International Conference on*, Hawaii, 2011.
- [9] Y. Lee, L.T. Chaing Ow and D.N. Chek Ling, "Hidden Markov Models for Forex Trends Prediction," *Information Science and Applications (ICISA), 2014 international conference on*, 2014.