การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลา

นางสาวสุนิสา ริมเจริญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-17-6746-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ADAPTATION OF EVOLUTION STRATEGIES

FOR TIME SERIES FORECASTING

Miss Sunisa Rimcharoen

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6746-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลา
โดย	นางสาวสุนิสา ริมเจริญ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เศรษฐา ปานงาม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวสุนิสา ริมเจริญ : การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลา. (AN ADAPTATION OF EVOLUTION STRATEGIES FOR TIME SERIES FORECASTING) อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร.ดาริชา สุธีวงศ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา, 53 หน้า. ISBN 974-17-6746-3.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยการดัดแปลงนี้ทำให้สามารถหาฟังก์ชันพยากรณ์ได้โดยไม่ต้องทราบตัวแบบที่แน่นอนล่วงหน้า ซึ่งกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์เดิมถูกออกแบบมาสำหรับการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับฟังก์ชัน โดยที่ฟังก์ชันนี้จะต้องถูกกำหนดรูปแบบเอาไว้แล้ว แต่การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ได้ปรับเปลี่ยนให้ทำการวิวัฒนาการรูปแบบของฟังก์ชันไปพร้อมๆ กับค่าสัมประสิทธิ์ ทำให้มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันพร้อมกับหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมในระหว่างกระบวนการวิวัฒนาการ ฟังก์ชันเริ่มต้นจะถูกสร้างขึ้นโดยการสุ่ม และในระหว่างกระบวนการวิวัฒนาการจะทำการกลายพันธุ์ฟังก์ชัน เพื่อหาฟังก์ชันที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด การทดลองใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์ ได้ทดลองพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ พยากรณ์เงินฝากธนาคาร และพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สามารถใช้หาฟังก์ชันการพยากรณ์ได้โดยไม่ต้องทราบตัวแบบการพยากรณ์ล่วงหน้า และให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์น้อยกว่า 5%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา ...2547.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

46705631 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: GENETIC ALGORITHMS / EVOLUTION STRATEGIES / TIME SERIES FORECASTING

SUNISA RIMCHAROEN : AN ADAPTATION OF EVOLUTION STRATEGIES FOR TIME SERIES FORECASTING. THESIS ADVISOR : DARICHA SUTIVONG, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. PRABHAS CHONGSTITVATANA, Ph.D., 53 pp. ISBN: 974-17-6746-3.

This thesis proposes an algorithm, which is an adaptation of evolution strategies, for time series forecasting. The proposed methodology enables the search for a prediction function without the knowledge of the functional form a priori. The original evolution strategies are designed for real value optimization of the coefficients, while the exact functional form is still required as an input. However, the proposed adaptive evolution strategies adjust the functional form as well as the coefficients via the evolution process. This approach is, therefore, suitable for various applications where the functional forms are not known a priori. In this algorithm, the functional form is randomly generated and evolved via mutation and selection in order to minimize an error. We applied the proposed adaptive evolution strategies to forecast the baht/us-dollar exchange rate, the bank deposit and the Thailand stock exchange index. The results show that the proposed method can successfully formulate a prediction function for these applications and yield errors of less than 5% in all cases.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department…..... Computer Engineering…..Student's……..…….
Field of study…....Computer Science……..Advisor's.....
Academic year …2004……Co-advisor's.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จออกมาได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.ดาริชา สุธีวงศ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา ซึ่งได้ให้คำแนะนำและแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย คอยติดตามและกระตุ้นเตือนให้งานวิจัยนี้สำเร็จออกมาด้วยดี

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล และ อ.ดร.เศรษฐา ปานงาม ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการระบบอัจฉริยะและเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจในการทำงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยดูแลห่วงใย เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญภาพ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฎ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 2
1.4 การดำเนินการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ 3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม 5
2.2 กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ 10
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
3 การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ 16
4 การทดลอง 24
4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการสอนและการทดสอบ 24
4.2 ขั้นตอนการทดลอง 25
5 การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ 26
5.1 การใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน 26
5.2 การทดลองใช้สมการพหุนามในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน 28
5.3 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์กับสมการพหุนาม 30

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

6 การพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ 31
6.1 การพยากรณ์เงินฝากปี 1986 33
6.2 การพยากรณ์เงินฝากปี 1987 34
6.3 การพยากรณ์เงินฝากปี 1988 35
6.4 การพยากรณ์เงินฝากปี 1989 36
6.5 การพยากรณ์เงินฝากปี 1990 37
6.6 การพยากรณ์เงินฝากปี 1991 38
6.7 การพยากรณ์เงินฝากปี 1992 39
6.8 การพยากรณ์เงินฝากปี 1993 40
6.9 การพยากรณ์เงินฝากปี 1994 41
6.10 การพยากรณ์เงินฝากปี 1995 42
6.11 การเปรียบเทียบการพยากรณ์เงินฝาก 43
7 การพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ 45
8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 49
8.1 สรุปผลการวิจัย 49
8.2 ข้อเสนอแนะ 49
รายการอ้างอิง 51
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 53

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 รหัสเทียมของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม 6
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการกลายพันธุ์ 9
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการไขว้เปลี่ยน 9
รูปที่ 2.4 รหัสเทียมของ (1+1)-ES 11
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการกำหนดคาเริ่มต้นสำหรับกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ 11
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการกลายพันธุ์ในกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ 13
รูปที่ 2.7 รหัสเทียมของ (μ+λ)-ES 13
รูปที่ 3.1 การแทนค่าฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์ 17
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดเก็บฟังก์ชันและค่าสัมประสิทธิ์ 18
รูปที่ 3.3 รหัสเทียมของการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ 1+1 19
รูปที่ 3.4 รหัสเทียมของการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ μ+λ 22
รูปที่ 5.1 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้สอน 27
รูปที่ 5.2 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้ทดสอบ 28
รูปที่ 5.3 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากสมการพหุนามเทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้สอน 29
รูปที่ 5.4 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากสมการพหุนามเทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้ทดสอบ 29
รูปที่ 5.5 กราฟการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน 30
รูปที่ 6.1 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1986 33
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1987 34
รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1988 35
รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1989 36
รูปที่ 6.5 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1990 37
รูปที่ 6.6 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1991 38
รูปที่ 6.7 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1992 39
รูปที่ 6.8 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1993 40
รูปที่ 6.9 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1994 41
รูปที่ 6.10 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1995 42
รูปที่ 6.11 ผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ 44

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 7.1 ผลการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์กับข้อมูลสอน..... 47
รูปที่ 7.2 ผลการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์กับข้อมูลทดสอบ 47

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การแทนค่า x ด้วยสายอักขระฐานสอง 7
ตารางที่ 2.2 การหาค่าความเหมาะสมของประชากร 8
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างฟังก์ชันและตัวดำเนินการพื้นฐาน 16
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลสอน 20
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการหาค่าความเหมาะสม 20
ตารางที่ 5.1 พารามิเตอร์ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ 26
ตารางที่ 6.1 พารามิเตอร์ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ 32
ตารางที่ 6.2 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1986 33
ตารางที่ 6.3 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1987 34
ตารางที่ 6.4 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1988 35
ตารางที่ 6.5 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1989 36
ตารางที่ 6.6 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1990 37
ตารางที่ 6.7 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1991 38
ตารางที่ 6.8 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1992 39
ตารางที่ 6.9 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1993 40
ตารางที่ 6.10 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1994 41
ตารางที่ 6.11 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1995 42
ตารางที่ 6.12 ตารางเปรียบเทียบการพยากรณ์เงินฝากด้วยวิธีต่างๆ 43
ตารางที่ 7.1 พารามิเตอร์ในการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ 46

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การพยากรณ์มีความสำคัญในหลายๆ ด้าน เป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผน การบริหารความเสี่ยง ช่วยในการประเมิน การคาดการณ์ล่วงหน้า ทำให้รู้แนวโน้มของเหตุการณ์ในอนาคต ส่งผลถึงการตัดสินใจและการวางแผนสำหรับอนาคต ผู้บริหารระดับสูงขององค์กร ใช้การพยากรณ์เพื่อวางแผนกลยุทธ์สำหรับองค์กรในระยะยาว ผู้ลงทุนใช้การพยากรณ์เพื่อดูแนวโน้มความเสี่ยงที่ไม่แน่นอน หน่วยงานของรัฐใช้การพยากรณ์เพื่อวางนโยบายระดับชาติ เช่น อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ การเพิ่มปริมาณประชากร มูลค่าการส่งออก เป็นต้น

การพยากรณ์อนุกรมเวลา เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีตมาพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในช่วงเวลานั้นๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร มีการเคลื่อนไหวของข้อมูลมากน้อยเพียงใด โดยมีสมมุติฐานว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอดีตจะส่งผลต่ออนาคต และจะทำการประมาณค่าข้อมูลในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลในอดีตเหล่านี้ วิธีการในการพยากรณ์แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting) ซึ่งจะใช้การคาดการณ์ของผู้เชี่ยวชาญและอาศัยข้อมูลที่มีอิทธิพลต่อการพยากรณ์ และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) ซึ่งใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์ การใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์นี้ก็มีปัญหาอีกว่าจะเลือกตัวแบบใดมาใช้ในการพยากรณ์ เพราะในการเลือกตัวแบบก็ไม่ทราบว่าตัวแบบใดเหมาะสมกว่ากัน และสำหรับบางปัญหาก็ไม่มีตัวแบบในการพยากรณ์ ทำให้เกิดคำถามตามมาว่าจะพยากรณ์อย่างไรโดยที่ไม่ต้องทราบตัวแบบในการพยากรณ์ล่วงหน้า และไม่ทราบว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบควรเป็นอะไร

นักวิจัยจำนวนมาก ได้หันมาสนใจการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithms) ในปัญหาการพยากรณ์อนาคต เช่น Vijayan และ Suresh (1) ได้ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) ในตัวแบบเชิงเส้นสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลา, Chiraphadhanakul และคณะ (2, 3) ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์, Kendall และคณะ (4) ใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ (Evolution Strategies) ในการพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อ, Sheta และ Mahmoud (5) ใช้กำหนดการเชิงพันธุกรรม (Genetic Programming) ในการพยากรณ์กระแสน้ำของแม่น้ำไนล์, Iba และ Sasaki (6) ใช้กำหนดการเชิงพันธุกรรมในการ

ทำนายตลาดหุ้นญี่ปุ่น, Santini และ Tettamanzi (7) ใช้กำหนดการเชิงพันธุกรรมในการพยากรณ์ดัชนีดาวน์โจนส์ เป็นต้น

งานวิจัยในการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการสำหรับปัญหาการพยากรณ์ที่ผ่านมา ดังตัวอย่างข้างต้น จะใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ ในการหาสัมประสิทธิ์ของตัวแบบพยากรณ์เช่นในงาน (1, 3, 4) หรือจะใช้กำหนดการเชิงพันธุกรรมในการหาฟังก์ชันการพยากรณ์เช่นในงาน (5, 6, 7) แต่งานวิจัยที่จะนำเสนอนี้ ได้นำเอาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์มารวมกัน เพื่อหาตัวแบบในการพยากรณ์พร้อมกับค่าสัมประสิทธิ์ โดยนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้กับตัวแบบพยากรณ์ และใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมไปพร้อมๆ กัน โดยอาศัยความคล้ายคลึงกันระหว่างขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ที่มีการแสดงรูปแบบของโครโมโซมที่มีความยาวคงที่ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาวิธีการในการพยากรณ์โดยที่ไม่ต้องรู้ตัวแบบพยากรณ์ล่วงหน้า โดยได้นำวิธีดังกล่าวมาช่วยสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ซึ่งวิธีนี้ทำให้แก้ปัญหาของการเลือกตัวแบบพยากรณ์ และยังทำให้สามารถพยากรณ์ในปัญหาที่ไม่รู้ตัวแบบพยากรณ์และสัมประสิทธิ์ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการในการพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยที่ไม่ต้องทราบตัวแบบและสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ล่วงหน้า

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1. นำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ พร้อมทั้งใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการปรับปรุงสัมประสิทธิ์ของตัวแบบพยากรณ์

2. นำวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้มาใช้พยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ถึง ปี พ.ศ. 2547

3. ทำการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์โดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกับ (2) เป็นข้อมูลในการทดสอบ

4. เปรียบเทียบผลลัพธ์ในการพยากรณ์เงินฝากที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลลัพธ์ที่ Chiraphadhanakul (2) นำเสนอ ซึ่งได้เปรียบเทียบผลลัพธ์กับผลจากการใช้ข่ายงานประสาทเทียม และการใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ

5. พยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศเทศไทย โดยใช้ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างสมการพยากรณ์

6. การวัดค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์จะใช้ค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาด MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

1.4 การดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ
2. ศึกษาวิธีการในการพยากรณ์อนุกรมเวลา
3. ออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการที่จะใช้ในการพยากรณ์
4. ทดสอบวิธีการที่นำเสนอ
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. สรุปผลและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ที่นำเสนอนี้ ไปใช้เป็นทางเลือกในการพยากรณ์อนุกรมเวลา ที่ไม่รู้ตัวแบบการพยากรณ์และสัมประสิทธิ์ล่วงหน้า ซึ่งเป็นแนวทางในการพยากรณ์สำหรับปัญหาที่ไม่ทราบตัวแบบพยากรณ์โดยไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ

1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการในหัวข้อเรื่อง “An Adaptation of Evolutionary Strategies for Forecasting the Exchange Rate” โดย Sunisa Rimcharoen และ Prabhas Chongstitvatana ในงานประชุมวิชาการ “The 8th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering (ANSCSE’8)” ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา ในระหว่างวันที่ 21-23 กรกฎาคม 2547

ตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการในหัวข้อเรื่อง “Curve Fitting Using Adaptive Evolution Strategies for Forecasting the Exchange Rate” โดย Sunisa Rimcharoen, Daricha

Sutivong and Prabhas Chongstitvatana ในงานประชุมวิชาการ “The 2nd ECTI Annual Conference (ECTI-CON 2005)” พัทยา ในระหว่างวันที่ 12-13 พฤษภาคม 2548

ตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการในหัวข้อเรื่อง “GAGA: Model Building Genetic Algorithms Using Sub-population and Sub-probability Vector” โดย Jiradej Ponsawat, Sunisa Rimcharoen, Daricha Sutivong and Prabhas Chongstitvatana ในงานประชุมวิชาการ “The 9th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering (ANSCSE’9)” ณ มหาวิทยาลัยมหิดล ในระหว่างวันที่ 23-25 มีนาคม 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้นำขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการมาใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ ซึ่งใช้หลักในการวิวัฒนาการคำตอบเหมือนกัน แต่แตกต่างกันในรายละเอียด โดยทั้งสองวิธีมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

2.1 **ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม** (Genetic Algorithms)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (8) เสนอโดย Holland (9) เป็นขั้นตอนวิธีการค้นหาคำตอบที่เลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการของธรรมชาติ ตามทฤษฎีของ Darwin ซึ่งพูดถึงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่ง ว่าพ่อแม่สามารถถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปสู่รุ่นลูกได้ ดังจะเห็นได้จากการที่ลูกมีหน้าตาเหมือนพ่อ ฉลาดเหมือนแม่ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติอาศัยการถ่ายทอดพันธุกรรมนี้เพื่อที่จะดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ต่อไป สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมและสามารถปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ ก็จะสืบลูกหลานต่อไป แต่ถ้าสิ่งมีชีวิตใดไม่สามารถปรับตัวได้หรือไม่เหมาะสมก็จะล้มตายลง และด้วยกระบวนการคัดเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่จะได้อยู่รอดนี้เองทำให้เกิดกระบวนการวิวัฒนาการในธรรมชาติขึ้น สิ่งมีชีวิตต่างๆ จะต้องพยายามพัฒนาตัวเองขึ้นเพื่อให้อยู่รอด และเมื่อผ่านเวลาไประยะหนึ่ง ก็จะได้สิ่งมีชีวิตที่ดีและเหมาะสม

จากหลักการวิวัฒนาการตามธรรมชาตินี้เอง ที่ทำให้เกิดแนวความคิดในการพัฒนาเทคนิคทางการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Computation) ซึ่งเป็นการหาคำตอบโดยอาศัยประชากร โดยที่ประชากรเหล่านี้จะถูกวิวัฒนาการผ่านรุ่นสู่รุ่นเพื่อให้เข้าใกล้คำตอบที่ดี ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมก็เป็นหนึ่งในเทคนิคนี้ โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะแทนคำตอบหรือผลเฉลยของปัญหาต่างๆ ในรูปแบบของโครโมโซม (Chromosome) แต่ละโครโมโซมจะแทนด้วยสายอักขระของเลขฐานสอง ตามธรรมชาติสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ ก็จะประกอบด้วยโครโมโซมชุดหนึ่ง เทคนิคการคำนวณนี้ก็เช่นเดียวกัน ประชากรหนึ่งตัว (Individual) ก็จะประกอบด้วยสายอักขระฐานสองชุดหนึ่ง และหลายๆ ประชากรรวมกันก็จะกลายเป็นกลุ่มของประชากร (Population)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะเริ่มต้นจากการสุ่มประชากรขึ้นมาจำนวนหนึ่ง และจะทำการประเมินค่าความเหมาะสมของประชากร โดยการแปลงสายอักขระที่ถูกจัดเก็บไว้แล้วนำมาคำนวณค่าความเหมาะสมโดยใช้ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ซึ่งเป็นการวัดค่าความดีของคำตอบแต่ละตัว ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมนี้จะแตกต่างกันไปขึ้นกับแต่ละปัญหา ชุดของประชากรที่ทำการประเมินค่าแล้วจะถูกเลือกและสร้างประชากรรุ่นใหม่ขึ้น แต่ละครั้งที่สร้างประชากรรุ่นใหม่ขึ้นมาจะเรียกว่ารุ่น (Generation) กระบวนการวิวัฒนาการจะเลือกประชากรที่ดีในแต่ละรุ่นเพื่ออยู่รอดในรุ่นต่อไป และจะวนซ้ำอยู่อย่างนี้จนกว่าจะได้คำตอบที่ดีหรือทำจนกว่าจะถึงจำนวนรุ่นสูงสุดที่กำหนดไว้ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเขียนเป็นรหัสเทียมได้ดังรูปที่ 2.1

```
Procedure GA
begin
        generation = 0
        Initialize (population)
        Evaluate (population)
        while ( termination criterion not fulfilled ) do
                Create_new_generation (population)
                Evaluate (population)
                generation = generation + 1
        od
end
```

รูปที่ 2.1 รหัสเทียมของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

รายละเอียดของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในรูปที่ 2.1 ประกอบด้วย การสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้น การประเมินค่าคำตอบ การสร้างกลุ่มประชากรรุ่นใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้น

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะกำหนดประชากรเริ่มต้นโดยการสุ่ม (Random) ประชากรแต่ละตัวจะถูกแสดงด้วยสายอักขระฐานสองที่มีความยาวคงที่ การสุ่มเริ่มต้นนี้จะทำการสุ่มสายอักขระฐานสองให้กับประชากรทุกตัวเป็นค่าเริ่มต้น เช่น ปัญหาการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ เมื่อ x มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 31 สามารถแทนค่า x เป็นสายอักขระฐานสองที่มีความยาวเท่ากับ 5 ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การแทนค่า x ด้วยสายอักขระฐานสอง

String	Value x
0 0 0 0 0	0
0 0 0 0 1	1
:	:
1 1 1 1 1	31

การสร้างประชากรเริ่มต้นก็จะสุ่มจำนวนสายอักขระฐานสองเท่ากับจำนวนประชากร เช่น ถ้ากำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 5 ก็จะสุ่มสายอักขระฐานสองมา 5 สายแทนประชากร 5 ตัว

2. การประเมินค่าคำตอบ

ขั้นตอนนี้เป็นการวัดค่าความเหมาะสมของประชากรแต่ละตัว โดยใช้ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม และค่าที่ได้จากฟังก์ชันนี้ก็จะเรียกว่าค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ซึ่งค่าความเหมาะสมนี้จะเป็นตัวบอกว่าประชากรตัวใดเหมาะสมหรือดีกว่ากัน ค่านี้จะถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกประชากรสำหรับรุ่นต่อไป

การประเมินค่าความเหมาะสมจะทำโดยการแปลงค่าของประชากรที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของโครโมโซมซึ่งเป็นเลขฐานสอง ให้เป็นคำตอบในรูปแบบที่จะนำไปเป็นข้อมูลเข้าสำหรับฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม เช่น ปัญหาค่าสูงสุดข้างต้น สามารถคำนวณค่าความเหมาะสมได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การหาค่าความเหมาะสมของประชากร

String	Value x	Fitness value (x^2)
1 0 1 0 1	21	441
1 0 0 0 1	17	289
0 1 0 1 0	10	100
1 0 1 1 1	23	529
1 0 1 1 0	22	484

3. การสร้างกลุ่มประชากรรุ่นใหม่

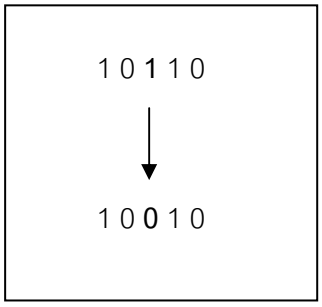
การสร้างกลุ่มประชากรใหม่นั้นเกิดจากการเลือกประชากรรุ่นก่อนหน้ามาสร้างเป็นประชากรใหม่ โดยอาศัยกระบวนการสืบพันธุ์ (Reproduction) การกลายพันธุ์ (Mutation) และการไขว้เปลี่ยน (Crossover) ทำให้ประชากรรุ่นใหม่มีลักษณะบางประการของประชากรรุ่นก่อนติดมาด้วย การคัดเลือกประชากรเพื่อนำไปสร้างกลุ่มประชากรรุ่นถัดไปสามารถทำได้หลายวิธี โดยปกติจะใช้วิธีคัดเลือกตามสัดส่วนของค่าความเหมาะสม (Fitness Proportional Selection) ซึ่งวิธีการนี้ประชากรที่มีค่าความเหมาะสมสูงกว่า จะมีโอกาสถูกเลือกได้มากกว่าประชากรที่มีค่าความเหมาะสมต่ำ เมื่อเลือกประชากรต้นแบบได้แล้ว ก็จะทำการสร้างกลุ่มประชากรรุ่นใหม่ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 การสืบพันธุ์

วิธีการนี้เป็นการสร้างประชากรใหม่ จากประชากรต้นแบบ 1 ตัว โดยประชากรใหม่ที่ได้จะมีลักษณะเหมือนประชากรต้นแบบทุกประการ มักใช้กับประชากรต้นแบบที่มีค่าความเหมาะสมสูงที่สุดในรุ่นนั้นๆ เพื่อที่จะได้ถ่ายทอดลักษณะที่ดีที่สุดไว้ในรุ่นถัดไป

3.2 การกลายพันธุ์

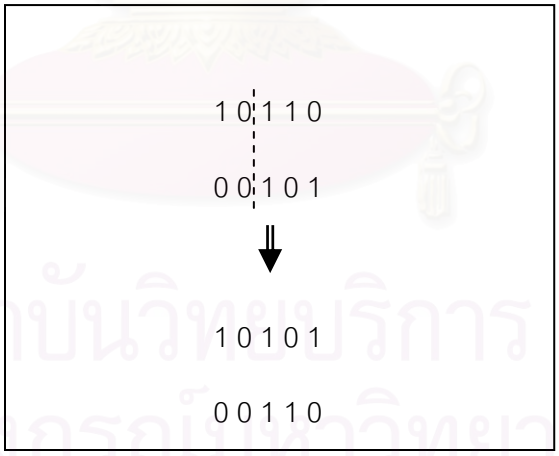
วิธีการนี้เป็นการสร้างประชากรใหม่ขึ้นจากประชากรต้นแบบ 1 ตัว โดยจะทำการเปลี่ยนลักษณะบางประการของประชากรต้นแบบ กล่าวคือ ทำการเปลี่ยนค่าในสายอักขระจากเดิมเป็นค่าใหม่ด้วยการสุ่มตำแหน่งในสายอักขระ แล้วเปลี่ยนค่าตรงตำแหน่งนั้น เช่น ถ้าตำแหน่งเดิมเป็นค่า 0 ก็เปลี่ยนเป็น 1 แต่ถ้าเป็น 1 อยู่ ก็เปลี่ยนเป็น 0 ตัวอย่างการกลายพันธุ์แสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการกลายพันธุ์

3.3 การไขว้เปลี่ยน

วิธีการนี้เป็นการสร้างประชากรใหม่จากประชากรต้นแบบ 2 ตัว โดยการแลกเปลี่ยนคุณลักษณะบางประการของประชากรต้นแบบทั้ง 2 ตัว การไขว้เปลี่ยนจะเริ่มด้วยการสุ่มตำแหน่งในสายอักขระเช่นเดียวกับการกลายพันธุ์ ที่ตำแหน่งที่สุ่มได้ จะตัดแบ่งสายอักขระทั้งคู่ที่ตำแหน่งนั้น และแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ตัดออกสลับกัน ทำให้ได้ประชากรใหม่ 2 ตัว ที่มีคุณลักษณะร่วมกันระหว่างประชากรต้นแบบทั้งสองตัว การไขว้เปลี่ยนแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการไขว้เปลี่ยน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 **กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์** (Evolution Strategies)

ในระยะเวลาใกล้เคียงกับที่ Holland เสนอขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม Rechenberg (10) ก็ได้เสนอวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่เรียกว่ากลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ (11, 12) เพื่อใช้กับปัญหาที่คำตอบเป็นเวคเตอร์ของจำนวนจริง ในการหาค่าเหมาะสมที่สุดโดยใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ จะหาค่าที่ดีที่สุดดังสมการที่ 2.1

$$f^* = f(\vec{x}^*) = \min\left\{ f(\vec{x}) \,\middle|\, \vec{x} \in \mathrm{M} \subseteq \mathrm{R}^n \right\} \tag{2.1}$$

เมื่อ $f(\vec{x})$ คือ ฟังก์ชันค่าเหมาะสมที่สุด

$\vec{x}$ คือ เวคเตอร์ของจำนวนจริง n มิติ

$\vec{x}^*$ คือ เวคเตอร์ที่ทำให้ $f(\vec{x})$ มีค่าน้อยที่สุด

M คือ เซตของคำตอบที่เป็นไปได้

กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์อย่างง่ายเริ่มต้นด้วยการมีประชากร 1 ตัว ที่สร้างประชากรใหม่ 1 ตัว เรียกว่า (1+1)-ES ขั้นตอนการทำงานของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ (1+1)-ES เริ่มต้นจากการสุ่มค่าเวคเตอร์จำนวนจริงและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) พร้อมทั้งหาค่าความเหมาะสมของประชากรเริ่มต้น แล้วสร้างประชากรใหม่ 1 ตัวด้วยการกลายพันธุ์โดยอาศัยการสุ่มค่าจำนวนจริงขึ้นมาจากการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 0 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ σ จากนั้นทำการประเมินค่าความเหมาะสมของประชากรที่สร้างขึ้นใหม่ โดยใช้ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม แล้วเลือกประชากรตัวที่เหมาะสมกว่าเป็นประชากรในรุ่นต่อไป รหัสเทียมของ (1+1)-ES แสดงในรูปที่ 2.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Procedure (1+1)-ES
begin
        generation = 0
        Initialize ( x⃗, σ )
        Evaluate ( x⃗ )
        while ( termination criterion not fulfilled ) do
                (x⃗', σ') = mutate ( x⃗, σ )
                Evaluate ( x⃗' )
                if ( f( x⃗' ) ≤ f( x⃗ ) ) then
                        ( x⃗, σ ) = (x⃗', σ')
                generation = generation + 1
        od
end
```

รูปที่ 2.4 รหัสเทียมของ (1+1)-ES

รายละเอียดของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ดังรูปที่ 2.4 ประกอบด้วย การสร้างประชากรเริ่มต้น การประเมินค่าคำตอบ การสร้างประชากรรุ่นใหม่ด้วยการกลายพันธุ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างประชากรเริ่มต้น

เริ่มต้นการทำงานของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ จะสร้างประชากรเริ่มต้นโดยการสุ่มค่าจำนวนจริงขึ้นมา n ค่า (เป็นเวคเตอร์ของจำนวนจริง n มิติ) และสุ่มค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขึ้นมา 1 ค่า เช่น การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับจำนวนจริง 5 ค่า แสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 2.5

1.24	2.18	0.95	1.56	0.73	0.50
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	σ

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์

2. การประเมินค่าคำตอบ

การประเมินค่าคำตอบสำหรับกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ แตกต่างจากวิธีประเมินคำตอบของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่ได้อธิบายไว้ตอนต้น โดยกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์นั้นไม่ต้องทำการแปลงค่าที่ถูกเก็บอยู่แบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม แต่สามารถนำค่าจำนวนจริงมาคำนวณหาค่าความเหมาะสมโดยใช้ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมได้เลย เช่น ตัวอย่างการกำหนดค่าเริ่มต้นข้างต้น ถ้าฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมคือ $f(x) = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5$ เมื่อนำโครโมโซมในรูปที่ 2.5 มาหาค่าความเหมาะสม จะได้ค่าความเหมาะสมเท่ากับ 1.24+ 2.18 +0.95 + 1.56 + 0.73 = 6.66 เป็นต้น

3. การสร้างประชากรรุ่นใหม่ด้วยการกลายพันธุ์

การสร้างประชากรใหม่ของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ ก่อนอื่นจะทำการปรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อน โดย Rechenberg (10) ได้เสนอกฎความสำเร็จ 1/5 (1/5 success rule) สำหรับการปรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไว้ดังสมการที่ 2.2

$$\sigma = \begin{cases} \sigma \div 0.817 & if\,(p > 1/5) \\ \sigma \times 0.817 & if\,(p < 1/5) \\ \sigma & if\,(p = 1/5) \end{cases} \qquad (2.2)$$

เมื่อ σ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

p คือ อัตราส่วนที่กลายพันธุ์แล้วนำไปสู่คำตอบที่ดีขึ้นในการทำงานที่ผ่านมา

การกลายพันธุ์สำหรับจำนวนจริงแต่ละค่าในเวคเตอร์จำนวนจริง n มิติ ทำโดยการสุ่มค่ามาจากการกระจายปกติ นั่นคือ $Z_i \sim N_i(0, \sigma)$ แล้วจะนำค่าที่สุ่มได้จากการกระจายปกตินี้บวกกับค่าจำนวนจริงเดิมทุกตัวในเวคเตอร์ $\vec{x}$ ทำให้ได้ประชากรรุ่นใหม่ เช่น ประชากรเดิมในรูปที่ 2.5 เมื่อทำการกลายพันธุ์ตามวิธีดังกล่าวจะได้ประชากรใหม่ดังรูปที่ 2.6

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
ประชากรเดิม	1.24	2.18	0.95	1.56	0.73
$Z_i \sim N_i(0, \sigma)$	0.11	-0.23	0.07	-0.44	0.06
ประชากรใหม่	1.35	1.95	1.02	1.12	0.79

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการกลายพันธุ์ในกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์

การทำงานของ (1+1)-ES มีประชากรเพียงตัวเดียวเท่านั้น ทำให้มีการพัฒนากลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ที่มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น (11) เรียกว่า $(\mu+\lambda)$-ES โดยการทำงานของ $(\mu+\lambda)$-ES เริ่มจากการสุ่มคำตอบขึ้นมา μ ตัว แล้วใช้คำตอบ μ ตัวนี้สร้างคำตอบใหม่ขึ้นมาอีก λ ตัว จากนั้นจะทำการเลือกคำตอบที่ดีที่สุดไว้เพียง μ ตัว จากคำตอบทั้งหมด $\mu+\lambda$ ตัว โดยการสร้างคำตอบขึ้นมาใหม่จะใช้การกลายพันธุ์เช่นเดียวกับใน (1+1)-ES และยังสามารถสร้างคำตอบขึ้นมาใหม่โดยใช้คำตอบตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปมาสร้างก็ได้ ขั้นตอนวิธีของ $(\mu+\lambda)$-ES แสดงในรูปที่ 2.7

Procedure $(\mu+\lambda)$-ES
begin
generation = 0
Initialize $(\vec{x}_1, \vec{x}_2, ..., \vec{x}_\mu)$
Initialize $(\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_\mu)$
Evaluate $(\vec{x}_1, \vec{x}_2, ..., \vec{x}_\mu)$
while (termination criterion not fulfilled) **do**
for i= 1 to λ **do**
$\vec{x}_i' =$ mutate (recombination($\vec{x}_1, \vec{x}_2, ..., \vec{x}_\mu$))
Evaluate ($\vec{x}_i'$)
od
$(\vec{x}_1, \vec{x}_2, ..., \vec{x}_\mu)$ = selection($\vec{x}_1, \vec{x}_2, ..., \vec{x}_\mu, \vec{x}_1', \vec{x}_2', ..., \vec{x}_\lambda'$)
generation = generation + 1
od
end

รูปที่ 2.7 รหัสเทียมของ $(\mu+\lambda)$-ES

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยจำนวนมากในหลายปีที่ผ่านมาได้ทำการพยากรณ์ในหลายๆ ด้าน ทั้งในทางการเงิน การธนาคาร เศรษฐกิจ และสังคม เช่น Chiraphadhanakul และคณะ (3) พยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์, Kendall และคณะ (4) พยากรณ์อัตราเงินเฟ้อ, Sheta และ Mahmoud (5) พยากรณ์กระแสน้ำของแม่น้ำไนล์, Iba และ Sasaki (6) พยากรณ์ตลาดหุ้นญี่ปุ่น, Santini และ Tettamazi (7) พยากรณ์ดัชนีดาวน์โจนส์, มนฤดี (13) พยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร, นวลพรรณ (14) พยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย, ธิดารัตน์ (15) พยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า, ยุพาภรณ์ (16) พยากรณ์สินค้ายุทธศาสตร์เกษตรกรณีผักและผลไม้, รัศมี (17) พยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช, วัลลภา (18) และ Kaboudan (19) พยากรณ์ราคาน้ำมัน, Chantasut และคณะ (20) พยากรณ์ปริมาณน้ำฝนสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น เทคนิคการพยากรณ์ในงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาพอจะสรุปได้เป็น 3 ประเภท คือ การใช้เทคนิคทางสถิติ, การใช้ข่ายงานประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) และการใช้เทคนิคการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ

มนฤดี (13), นวลพรรณ (14), ธิดารัตน์ (15), ยุพาภรณ์ (16) และ รัศมี (17) ใช้วิธีพยากรณ์เชิงสถิติ โดยใช้ตัวแบบต่างๆ ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis), วิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins Techniques), วิธีการปรับเลขชี้กำลังแบบเรียบ (Exponential Smoothing Method), วิธีอัตถดถอย (Autoregressive Method), และวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค (Classical Time Series Analysis)

วัลลภา (18) ใช้ข่ายงานประสาทเทียมแบบการเรียนรู้ย้อนกลับ (Backpropagation Neural Networks) ในการพยากรณ์ราคาน้ำมัน, Chantasut และคณะ (20) ใช้ข่ายงานประสาทเทียมแบบการเรียนรู้ย้อนกลับ ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยา ยังมีอีกหลายงานวิจัยที่ใช้ข่ายงานประสาทเทียมในการพยากรณ์ โดยสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากงานสำรวจของ Zhang (21)

สำหรับงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการคำนวณเชิงวิวัฒนาการในการพยากรณ์มีดังนี้ การใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการพยากรณ์ ได้แก่ งานวิจัยของ Vijayan และ Suresh (1), Chiraphadhanakul และคณะ (3) การใช้เทคนิคกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ เช่น งานวิจัยของ Kendall และคณะ (4) การใช้กำหนดการเชิงพันธุกรรม เช่น Sheta และ Mahmound (5), Iba และ Sasaki (6), Santini และ Tettamazi (7) เป็นต้น

Kaboudan (19) ใช้วิธีกำหนดการเชิงพันธุกรรม ในการพยากรณ์ราคาน้ำมัน เปรียบเทียบกับการใช้ข่ายงานประสาทเทียม และการใช้การพยากรณ์โดยวิธีสุ่ม (Random Walk) พบว่าการใช้

วิธีกำหนดการเชิงพันธุกรรมให้ความผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำที่สุด และทั้งวิธีกำหนดการเชิงพันธุกรรมและการใช้ข่ายงานประสาทเทียมให้ความค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำกว่าการใช้วิธีสุ่ม

Chiraphadhanakul (2, 3) ได้ทำการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่ใช้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในตัวแบบพยากรณ์เชิงเส้น และอีกส่วนคือส่วนที่ใช้ในการเรียนรู้ตัวอย่างของการพยากรณ์ โดยการทดลองได้นำผลลัพธ์ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1986 ถึง ค.ศ. 1995 จากเทคนิคดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับการใช้ข่ายงานประสาทเทียม และการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) พบว่าการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมดังกล่าวให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์น้อยที่สุด ในขณะที่การใช้ข่ายงานประสาทเทียมให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์สูงที่สุด

งานวิจัยนี้จะเปลี่ยนวิธีการพยากรณ์ โดยวิธีการใหม่นี้ไม่ต้องทราบตัวแบบการพยากรณ์ล่วงหน้า และจะนำข้อมูลเงินฝากธนาคารพาณิชย์ของ Chiraphadhanakul (2, 3) มาเป็นข้อมูลทดสอบ แล้วจะเปรียบเทียบผลจากวิธีการใหม่ในการพยากรณ์เงินฝากกับผลของวิธีการที่ Chiraphadhanakul (2, 3) ทำไว้เดิม โดยในงานวิจัยที่ได้ทำไปแล้ว Rimcharoen และ Chongstitvatana (22) ได้นำวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์มาใช้ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน พบว่าสามารถใช้เทคนิคนี้พยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องทราบตัวแบบการพยากรณ์ล่วงหน้า ซึ่งการทดลองดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ มาใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ โดยการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ ด้วยการเพิ่มโครโมโซมที่ใช้เป็นตัวแบบในการพยากรณ์ ซึ่งโครโมโซมนี้สามารถแทนได้ด้วยโครโมโซมตามขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

วิธีการพยากรณ์โดยใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ แต่เดิมจะต้องทราบตัวแบบในการพยากรณ์ล่วงหน้าและจะใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบนั้น งานวิจัยนี้ได้พัฒนาให้สามารถใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์ได้โดยไม่ต้องทราบตัวแบบก่อน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ให้หาทั้งค่าสัมประสิทธิ์ พร้อมทั้งตัวแบบในการพยากรณ์ไปพร้อมกัน โดยอาศัยข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่งเป็นข้อมูลสอน

ขั้นแรกงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงให้มีการปรับปรุงรูปแบบของฟังก์ชันควบคู่ไปด้วย ในระหว่างที่กระบวนการวิวัฒนาการดำเนินไป แทนที่จะใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการหาสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันเพียงอย่างเดียว การทำงานของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบดัดแปลง จะสุ่มฟังก์ชันเป้าหมายขึ้นมาจากฟังก์ชันและตัวดำเนินการพื้นฐานที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 3.1 โดยการแทนรูปแบบของฟังก์ชันและตัวดำเนินการจะแทนด้วยเลขจำนวนเต็ม

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างฟังก์ชันและตัวดำเนินการพื้นฐาน

Code	Functions and Operators
0	+
1	-
2	*
3	/
4	$a\times(x)^b$
5	$a\times\sin^b(cx)$
6	$a\times\cos^b(cx)$
7	$a\times\tan^b(cx)$
8	$a\times\ln(cx)$
9	$a\times\exp(cx)$
10	NULL

ตัวแปร x ในตาราง 3.1 คือตัวแปรต้น ซึ่งสามารถแทนได้ด้วยเวลาหรือค่าที่ได้จากปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น การทดลองพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐในบทที่ 5 แทนค่า x ด้วยเวลา ส่วนในการทดลองพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์และการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ในบทที่ 6 และ 7 จะแทนค่า x ด้วยปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง เช่น แทนด้วยอัตราดอกเบี้ย ราคาทองคำ เป็นต้น และค่า a, b, c ที่ปรากฏในตารางที่ 3.1 แทนค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ

ฟังก์ชัน NULL ในตารางที่ 3.1 หมายถึง ฟังก์ชันที่ไม่ดำเนินการใดใดในฟังก์ชันพยากรณ์ กล่าวคือ NULL จะมีค่าเป็น 0 เมื่อตัวดำเนินการคือ + และ – และ NULL จะมีค่าเป็น 1 เมื่อตัวดำเนินการเป็น * และ / โดยฟังก์ชัน NULL นี้ใส่เพิ่มเข้ามาเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์ในการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ เนื่องจากวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการทดลองนี้มีการกำหนดจำนวนพจน์สูงสุดในฟังก์ชันพยากรณ์ไว้เท่ากับ 15 พจน์ การเพิ่มฟังก์ชัน NULL จะทำให้จำนวนพจน์ในฟังก์ชันพยากรณ์สามารถยืดหยุ่นได้

การสุ่มเพื่อสร้างฟังก์ชัน จะสุ่มแบบเอกรูป (Uniform Random) โดยเลือกมาจากกลุ่มของฟังก์ชันพื้นฐานและกลุ่มของตัวดำเนินการสลับกัน ตัวอย่างการสร้างฟังก์ชัน เริ่มต้นจะสุ่มฟังก์ชันขึ้นมาจากกลุ่มของฟังก์ชันพื้นฐาน เช่น สุ่มได้ 4 หมายความว่า ได้พจน์แรกของฟังก์ชันเป็น ax^b จากนั้นสุ่มตัวดำเนินการขึ้นมา สมมติว่าได้ 0 นั่นคือได้ '+' เป็นตัวดำเนินการ และเนื่องจากตัวดำเนินการต้องการฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชัน ดังนั้นจึงต้องสุ่มฟังก์ชันจากกลุ่มแรกอีกครั้งหนึ่ง สมมติว่าได้ 5 ซึ่งเป็นตัวแทนของฟังก์ชัน $a\times\sin^b(cx)$ ในที่นี้ก็จะได้ฟังก์ชันเป้าหมายจากการสุ่ม คือ $f(x) = ax^b + a\times\sin^b(cx)$

เมื่อสุ่มฟังก์ชันเป้าหมายเริ่มต้นได้แล้ว ก็จะสุ่มสัมประสิทธิ์ (ค่าคงที่ a ใดๆ) เท่ากับจำนวนพจน์ของฟังก์ชันบวกกับค่าคงที่อีกหนึ่งค่า ในที่นี้จะได้ฟังก์ชันรวมกับสัมประสิทธิ์ คือ $f(x) = a_0 + a_1x^{b1} + a_2\sin^{b2}(c_2x)$ การแทนรูปแบบของฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์แสดงในรูปที่ 3.1

a_0	a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_2	...	a_n	b_n	c_n	σ

f_1	op_1	f_2	op_2	f_3	...	op_{n-1}	f_n

รูปที่ 3.1 การแทนค่าฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์

จากตัวอย่างฟังก์ชันเป้าหมายที่สุ่มได้ข้างต้น เมื่อนำมาแทนค่าตามวิธีการจัดเก็บในรูปที่ 3.1 แล้วจะมีรูปแบบในรูปที่ 3.2

a_0	a_1	b_1	a_2	b_2	c_2	σ
4	0	5				

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดเก็บฟังก์ชันและค่าสัมประสิทธิ์

เมื่อกำหนดฟังก์ชันเริ่มต้นเสร็จแล้ว ก็จะประเมินค่าความเหมาะสมโดยอาศัยฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมในการประเมินคำตอบ ในที่นี้ใช้ค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) บวกกับค่าทำโทษ (Penalty) โดยค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์คำนวณตามสมการที่ 3.1

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| \frac{g(x_i) - f(x_i)}{g(x_i)} \right|}{n} \times 100 \qquad (3.1)$$

เมื่อ $g(x_i)$ คือ ค่าของข้อมูลจริง (Actual Value)

$f(x_i)$ คือ ค่าที่ได้จากฟังก์ชันพยากรณ์

x คือ เวลา ณ ตำแหน่งใดๆ

n คือ จำนวนข้อมูล

ส่วนในการกำหนดค่าทำโทษ จะทำโทษมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนพจน์ที่ปรากฏอยู่ในสมการพยากรณ์ สมการพยากรณ์ที่มีจำนวนพจน์มากจะถูกทำโทษมากกว่าสมการพยากรณ์ที่มีจำนวนพจน์น้อย เนื่องจากการทดลองนี้ต้องการสมการพยากรณ์ที่มีจำนวนพจน์น้อยๆ และให้ค่าความผิดพลาดน้อยๆ ค่าทำโทษจะคำนวณตามสมการที่ 3.2

$$\text{ค่าทำโทษ} = k \times \text{จำนวนพจน์ในสมการพยากรณ์} \qquad (3.2)$$

เมื่อ k คือ ค่าน้ำหนักในการทำโทษ

การทดลองทั้งหมดในวิทยานิพนธ์นี้ กำหนดค่า k เท่ากับ 0.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าทำโทษ เช่น ถ้าฟังก์ชันพยากรณ์มีจำนวนพจน์เท่ากับ 10 พจน์ เมื่อคำนวณค่าทำโทษตามสมการที่ 3.2 แล้ว จะได้ค่าทำโทษสำหรับสมการพยากรณ์นี้เท่ากับ 2 เป็นต้น

เมื่อนำค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ บวกกับ ค่าทำโทษแล้ว ก็จะได้ค่าความเหมาะสมสำหรับฟังก์ชันพยากรณ์แต่ละฟังก์ชัน และจะใช้ค่าความเหมาะสมนี้ในการคัดเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสมสำหรับรุ่นถัดไป

ขั้นตอนการทำงานของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบดัดแปลงเขียนเป็นรหัสเทียมได้ดังนี้

```
Procedure adaptive (1+1)-ES
begin
    generation = 0
    initialize functional form ( f )
    initialize coefficient ( c⃗ )
    initialize standard deviation ( σ )
    τ = ( f, c⃗ , σ )
    e = evaluate (τ )
    while termination criterion not fulfilled do
        τ′ = mutate (τ )
        e′ = evaluate (τ′)
        if ( e′ ≤ e ) then
            τ = τ′
        generation = generation + 1
    od
end
```

รูปที่ 3.3 รหัสเทียมของการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ 1+1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบดัดแปลง สำหรับการหาฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ข้อมูลชุดหนึ่ง โดยสมมุติข้อมูลสอนชุดหนึ่งดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลสอน

x	1	2	3	4	5
$g(x)$	54.16	53.48	53.93	54.90	55.84

กระบวนการวิวัฒนาการจะใช้ข้อมูลสอนชุดดังกล่าว ในการหาฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ และจะนำฟังก์ชันที่ได้นี้ไปพยากรณ์ค่า x ถัดไป มีตัวอย่างขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. สุ่มฟังก์ชันเป้าหมาย, ค่าสัมประสิทธิ์ และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามรายละเอียดข้างต้น สมมุติสุ่มได้ค่าเริ่มต้นดังนี้

$$\sigma = 0.5$$

$$f(x) = 50.15 + 1.27\sin^2(1.05x) * 2.68\cos(0.85x)$$

2. ประเมินค่าความเหมาะสมของฟังก์ชัน โดยใช้ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม ซึ่งในที่นี้ใช้ค่า MAPE บวกกับค่าทำโทษเป็นตัวประเมิน ซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ยของ APE เช่น ตารางที่ 3.3 ค่า MAPE จะเท่ากับ 8.18% เมื่อรวมกับค่าทำโทษ 0.2 x 2 จะได้ค่าความเหมาะสมสำหรับฟังก์ชันพยากรณ์นี้คือ 8.58

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการหาค่าความเหมาะสม

x	$g(x)$	$f(x)$	Error	APE
1	54.16	50.21	52.87	2.37
2	53.48	50.27	50.75	5.10
3	53.93	50.33	47.93	11.13
4	54.90	50.39	48.52	11.61
5	55.84	50.44	49.89	10.65

3. ทำการกลายพันธุ์ค่า σ

ในที่นี้อัตราส่วนการกลายพันธุ์แล้วดีขึ้นคือ 0/1 (0 คือ ยังไม่มีการกลายพันธุ์แล้วดีขึ้น, 1 คือ 1 รุ่นที่ผ่านกระบวนการวิวัฒนาการ) ดังนั้น ทำการปรับค่า σ โดยคูณด้วย 0.817 ตามสมการที่ 2 ข้างต้น ได้ค่า $\sigma = 0.4$

4. ทำการกลายพันธุ์ฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์

ทำการกลายพันธุ์ฟังก์ชัน โดยสุ่มค่าฟังก์ชันหรือตัวดำเนินการใหม่ในตำแหน่งที่จะทำการกลายพันธุ์ในทุกๆ m รอบ ซึ่งในการทดลองนี้กำหนดค่า m เท่ากับ 50 นั่นคือจะทำการกลายพันธุ์ในทุกๆ 50 รอบภายใต้ค่าความน่าจะเป็นค่าหนึ่งที่ระบุให้มีโอกาสที่ฟังก์ชันจะกลายพันธุ์เป็นเท่าไร สมมุติในรอบนี้ต้องทำการกลายพันธุ์ จะต้องสุ่มตำแหน่งการกลายพันธุ์ในฟังก์ชันสมมุติว่าสุ่มได้ตรงกับตำแหน่งฟังก์ชัน $2.68\cos(0.85x)$ ดังนั้นทำการสุ่มฟังก์ชันใหม่มาแทน $2.68\cos(0.85x)$ สมมุติได้เป็น $2.68\tan(0.85x)$ จากนั้นทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันโดยการบวกค่าจำนวนจริงที่สุ่มมาจากการกระจายแบบปกติ เช่น สุ่มได้ 0.18, 0.15, 0.04, -0.31, 0.01 ตามลำดับ ให้นำค่าที่สุ่มมาได้นี้บวกเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์เดิม แล้วจะได้ฟังก์ชันใหม่หลังจากทำการกลายพันธุ์ฟังก์ชันและสัมประสิทธิ์แล้วเป็น

$$\sigma = 0.4$$

$$f'(x) = 50.33 + 1.42 \sin^2(1.09x) * 2.37\tan(0.86x)$$

5. ประเมินค่าความเหมาะสมของฟังก์ชัน $f'(x)$ เช่นเดียวกับตัวอย่างการประเมินค่าที่แสดงให้ดูในข้อ 2

6. เปรียบเทียบค่าความเหมาะสมของฟังก์ชัน $f(x)$ และ $f'(x)$ ค่าผิดพลาดของฟังก์ชันใดน้อยกว่าก็จะถูกเลือกเป็นฟังก์ชันต้นแบบสำหรับรอบถัดไป

7. วนทำขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 3 – 6 จนกว่าจะได้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด หรือทำจนครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ ก็จะได้ฟังก์ชันพร้อมกับสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์

ขั้นตอนวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นการใช้ประชากรเพียง 2 ตัว คือประชากรรุ่นพ่อแม่ 1 ตัว และประชากรรุ่นลูก 1 ตัว ซึ่งทำให้การหาคำตอบทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงได้ออกแบบการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ให้มีหลายประชากร ตามลักษณะของกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ $(\mu+\lambda)$-ES ซึ่งวิธีนี้จะสร้างประชากรเริ่มต้น μ ตัว และนำประชากร μ ตัวนี้มาสร้างประชากรรุ่นถัดไป λ ตัว จากนั้นจะเลือกประชากรที่ดีที่สุด μ ตัวจากคำตอบที่มีอยู่ $\mu+\lambda$ ตัว เป็นประชากรในรุ่นถัดไป ขั้นตอนวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ $(\mu+\lambda)$ แสดงในรูปที่ 3.4

Procedure adaptive $(\mu+\lambda)$-ES
begin
generation = 0
initialize functional form F = (f_1, f_2, …, f_μ)
initialize coefficient C = ($\vec{c}_1, \vec{c}_2, ..., \vec{c}_\mu$)
initialize standard deviation SD = (σ_1, σ_2, …, σ_μ)
τ = (F, C, SD)
e = evaluate (τ)
while termination criterion not fulfilled **do**
for i = 1 to λ **do**
τ'_i = mutate (τ_i)
e'_i = evaluate (τ'_i)
od
τ = selection(τ, τ')
generation = generation + 1
od
end

รูปที่ 3.4 รหัสเทียมของการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์แบบ $\mu+\lambda$

จากขั้นตอนวิธีดังกล่าว การสร้างประชากรใหม่ในวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ จะใช้วิธีการกลายพันธุ์จากคำตอบเดิมที่มีอยู่ โดยการกลายพันธุ์แต่ละครั้งจะปรับค่าสัมประสิทธิ์ของ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฟังก์ชันที่เป็นจำนวนจริงและสุ่มเปลี่ยนรูปแบบของฟังก์ชันหรือตัวดำเนินการที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในฟังก์ชัน ซึ่งมีการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ฟังก์ชันเอาไว้เป็นพารามิเตอร์หนึ่ง ในการปรับค่าสัมประสิทธิ์สำหรับกรณี (μ+λ)-ES ก่อนอื่นต้องปรับค่าความแปรปรวนโดยใช้ค่าเลขชี้กำลัง (Exponential) ของค่าที่สุ่มมาได้คูณกับค่าความแปรปรวนเดิม (11) ดังสมการที่ 3.3

$$\sigma' = \sigma \times \text{Exp}(N(0, \alpha^2)) \tag{3.3}$$

เมื่อ α คือค่าคงที่ซึ่งเป็นตัวควบคุมการปรับค่าในแต่ละขั้น และเมื่อปรับค่าความแปรปรวนแล้ว ก็จะนำค่าความแปรปรวนใหม่นี้เป็นค่าความแปรปรวนในการสุ่มค่าสำหรับนำมาปรับค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชัน จากนั้นบวกค่าที่สุ่มมาได้นี้กับค่าสัมประสิทธิ์เดิมทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ชุดใหม่ ดังสมการที่ 3.4

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ใหม่} = \text{ค่าสัมประสิทธิ์เดิม} + N(0, \sigma'^2) \tag{3.4}$$

ส่วนการปรับปรุงรูปแบบของฟังก์ชันจะสุ่มตำแหน่งในฟังก์ชันขึ้นมาหนึ่งตำแหน่ง แล้วเปลี่ยนฟังก์ชันหรือตัวดำเนินการในตำแหน่งนั้น ซึ่งการเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนรูปแบบของฟังก์ชันนั้นอาจจะไม่ได้เปลี่ยนทุกๆ รอบ ขึ้นอยู่กับว่ามีการกำหนดให้เปลี่ยนรูปแบบของฟังก์ชันด้วยค่าความน่าจะเป็นเท่าใด

เมื่อทำการกลายพันธุ์ค่าสัมประสิทธิ์และรูปแบบของฟังก์ชันแล้ว ก็จะได้ประชากรใหม่มา λ ตัว การคัดเลือกประชากรที่เหมาะสมไปเป็นพ่อแม่ในรุ่นถัดไปจะพิจารณาจากตัวที่ดีที่สุด μ ตัว จากทั้งประชากรที่เป็นพ่อแม่และประชากรที่สร้างขึ้นมาใหม่จากการกลายพันธุ์ ขั้นตอนวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ก็จะดำเนินกระบวนการวิวัฒนาการตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ จนกว่าจะยุติการทำงาน

บทที่ 4

การทดลอง

งานวิจัยนี้จะทดลองนำวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ดังที่กล่าวมาแล้ว มาพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ พยากรณ์เงินฝากธนาคาร และพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย โดยวิธีการทดลองจะกล่าวถึงในบทนี้ ส่วนรายละเอียดและผลการทดลองการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐจะนำเสนอในบทที่ 5 การพยากรณ์เงินฝากธนาคารจะนำเสนอในบทที่ 6 และการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์จะนำเสนอในบทที่ 7

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการสอนและการทดสอบ

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ เป็นข้อมูลที่ได้มาจากประกาศอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2540 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ซึ่งมีจำนวนวันที่ธนาคารแห่งประเทศไทยประกาศอัตราแลกเปลี่ยนจำนวน 1966 วัน โดยข้อมูลนี้จะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นข้อมูลสอน จำนวน 1800 วัน และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นข้อมูลทดสอบ จำนวน 166 วัน

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคาร จะใช้ข้อมูลชุดเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัยของ Chiraphadhanakul (2) เป็นข้อมูลในการสอนและทดสอบ โดยข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารนี้ประกอบด้วยค่าเงินฝากธนาคารและค่าตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 5 ตัวแปร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ในประเทศ (Gross Domestic Product), ปริมาณเงินในระบบ (Money Supply), อัตราดอกเบี้ย (interest rate), จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ (Number of Branches of Commercial banks), เงินกู้ (loans) โดยการทดลองจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี เป็นข้อมูลสอน และจะทำนายเงินฝากธนาคารในปีถัดไป ซึ่งการทดลองจะทำการพยากรณ์เงินฝากในปี ค.ศ. 1986 – ค.ศ. 1995 จำนวน 10 ปี เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการในการพยากรณ์ของงานวิจัย (2) และวิธีการใช้ข่ายงานประสาทเทียมกับการใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ ที่งานวิจัยดังกล่าวได้ทำการเปรียบเทียบไว้แล้ว

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลที่ได้มาจากธนาคารแห่งประเทศไทย และสมาคมผู้ค้าทองคำ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2546 – 31 ธันวาคม 2547 จำนวน 491 วัน โดยแบ่งเป็นข้อมูลสอน จำนวน 420 วัน และข้อมูลทดสอบจำนวน 71 วัน

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. รวบรวมข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐจากธนาคารแห่งประเทศไทย ข้อมูลเงินฝากธนาคารพร้อมตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัย (2) และข้อมูลการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยจากธนาคารแห่งประเทศไทยและสมาคมผู้ค้าทองคำ

2. ใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการหาตัวแบบ และค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการพยากรณ์ สำหรับการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ เงินฝากธนาคาร และราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย

3. เมื่อได้ตัวแบบและค่าสัมประสิทธิ์จากขั้นตอนที่ 2 แล้ว ก็จะนำตัวแบบนั้นมาพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ เงินฝากธนาคาร และดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย

4. ประเมินผลการพยากรณ์จากค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

5. เปรียบเทียบผลการพยากรณ์โดยการใช้วิธีดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ กับเทคนิคในการพยากรณ์แบบอื่น โดยการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ จะเปรียบเทียบกับวิธีการใช้สมการพหุนาม (Polynomial) และการพยากรณ์เงินฝากธนาคารจะเปรียบเทียบกับงานวิจัย (2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ

5.1 การใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน

การทดลองใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ มีการกำหนดฟังก์ชันเริ่มต้นสำหรับเป็นตัวเลือกในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์ดังนี้

- $a\times(x)^b$
- $a\times\sin^b(cx)$
- $a\times\cos^b(cx)$
- $a\times\tan^b(cx)$
- $a\times\ln(cx)$
- $a\times\exp(cx)$
- NULL

กำหนดตัวดำเนินการคณิตศาสตร์ได้แก่ +, -, ×, ÷ และมีพารามิเตอร์ในการทดลองดังตารางที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 พารามิเตอร์ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ

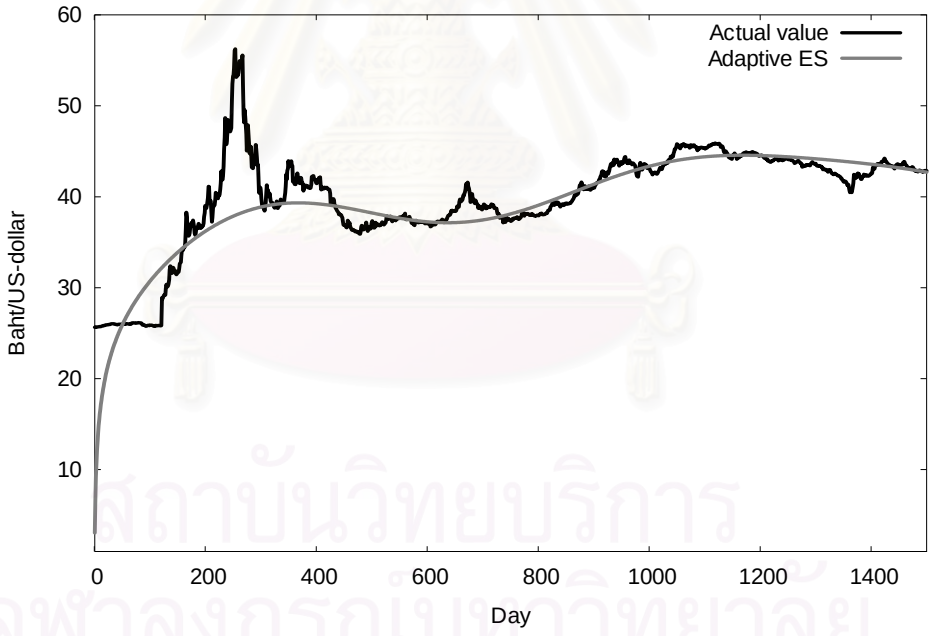
พารามิเตอร์	ค่า
จำนวนรุ่น	10000
จำนวนประชากร ($\mu+\lambda$)	300+500
อัตราการกลายพันธุ์	0.2

การทดลองได้ใช้กลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลสอนเริ่มต้นจากการกำหนดฟังก์ชันพื้นฐานข้างต้นเป็นตัวเลือกในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์

ผลการทดลองในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ โดยข้อมูลสอนจำนวน 1800 วัน ได้สมการในการพยากรณ์พร้อมด้วยค่าสัมประสิทธิ์ดังสมการที่ 5.1

$$y = -2.2749 + 0.4912\ln(3.2053x) - 3.3147\ln(3.0650x) + 3.3692\sin(-0.3714x) + 5.1183\tan^3(0.0259x) * -2.3989\sin^2(0.2838x) \quad (5.1)$$

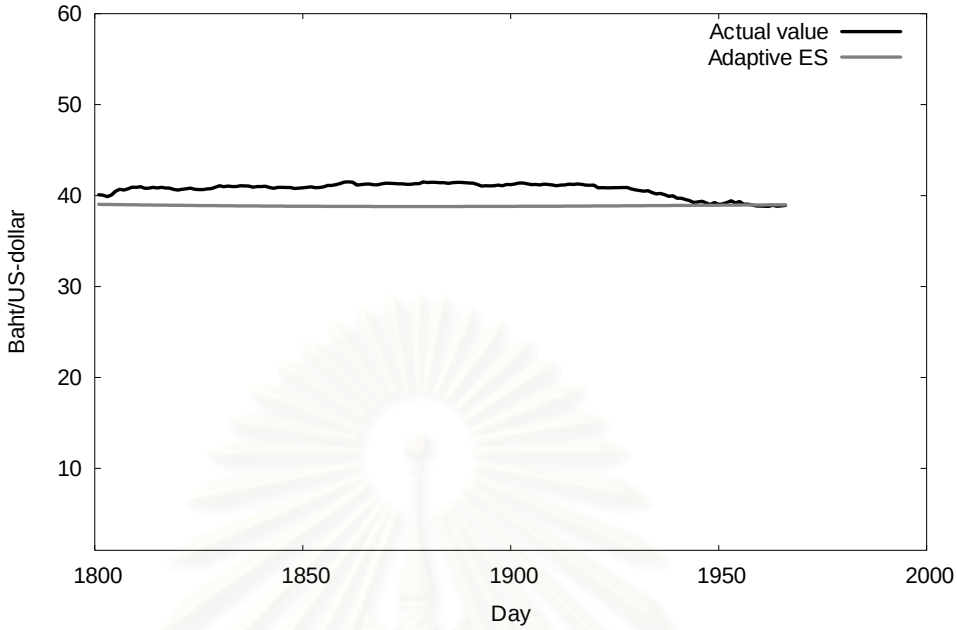
จากตัวแบบการพยากรณ์ข้างต้นมีค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สำหรับข้อมูลสอนคือ 3.93% กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้สอนแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้สอน

เมื่อนำตัวแบบดังกล่าวมาพยากรณ์และทดสอบกับข้อมูลทดสอบ จำนวน 166 วัน พบว่ามีค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สำหรับข้อมูลทดสอบคือ 4.45% กราฟเปรียบเทียบผลการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 5.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



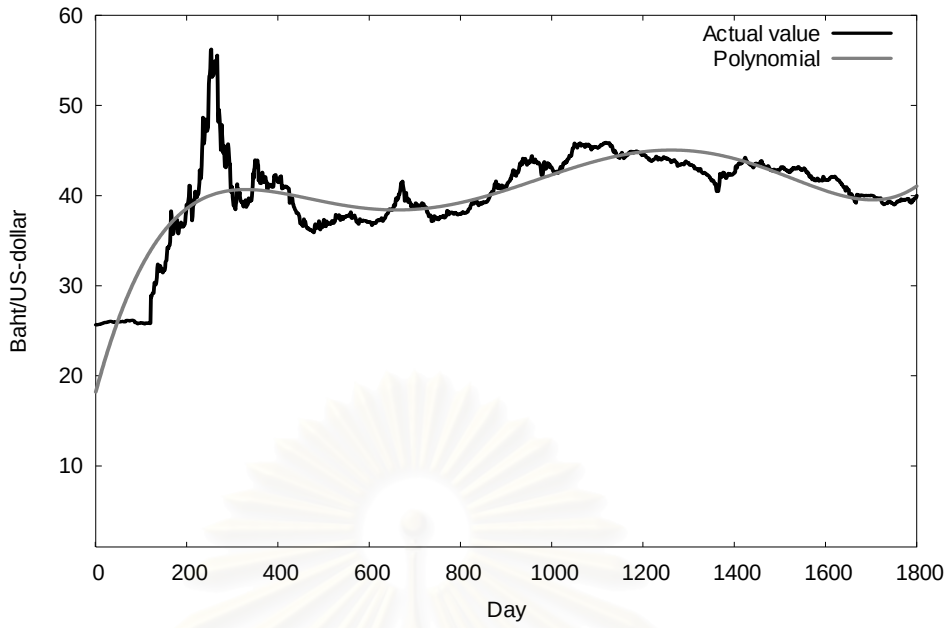
รูปที่ 5.2 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้ทดสอบ

5.2 การทดลองใช้สมการพหุนามในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน

ในการทดลองใช้สมการพหุนามในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน จะใช้โปรแกรม MATLAB ในการหาสัมประสิทธิ์ของสมการพหุนามกำลัง 5 ซึ่งมีจำนวนพจน์เท่ากับฟังก์ชันที่ได้จากการใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ โดยใช้ข้อมูลสอนชุดเดียวกัน ได้ผลลัพธ์ดังนี้

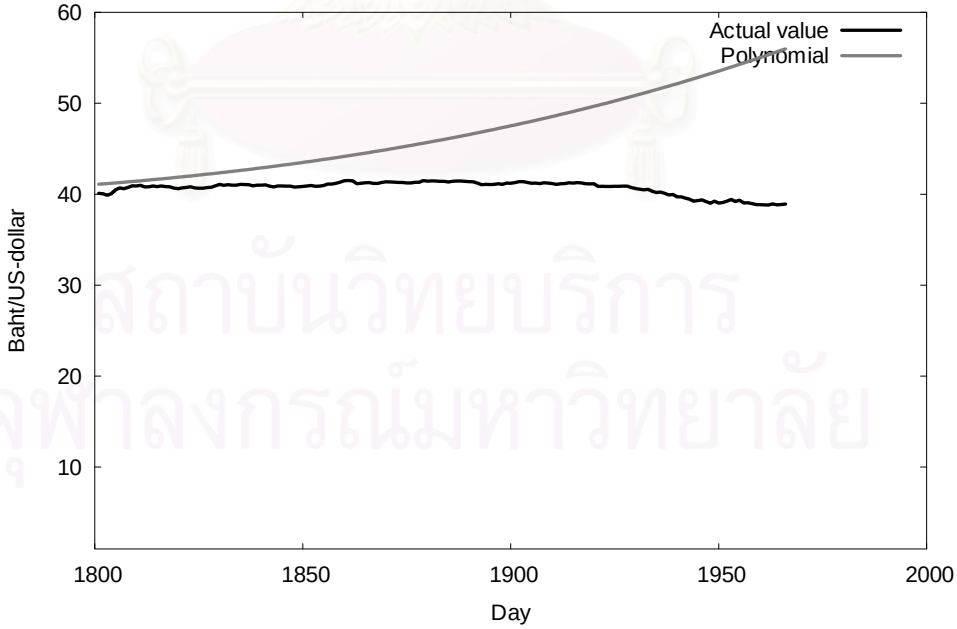
$$y = 18.012 + 0.18942x + -0.00056139x^2 + 7.1562e\text{-}007x^3 - 4.0034e\text{-}010x^4 + 8.0974e\text{-}014x^5 \quad (5.2)$$

จากสมการข้างต้นมีค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สำหรับข้อมูลสอนคือ 4.47% กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้สอน แสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากสมการพหุนามเทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้สอน

เมื่อนำตัวแบบดังกล่าวมาพยากรณ์และทดสอบกับข้อมูลทดสอบ พบว่ามีค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สำหรับข้อมูลทดสอบคือ 15.31% กราฟเปรียบเทียบผลการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 5.4

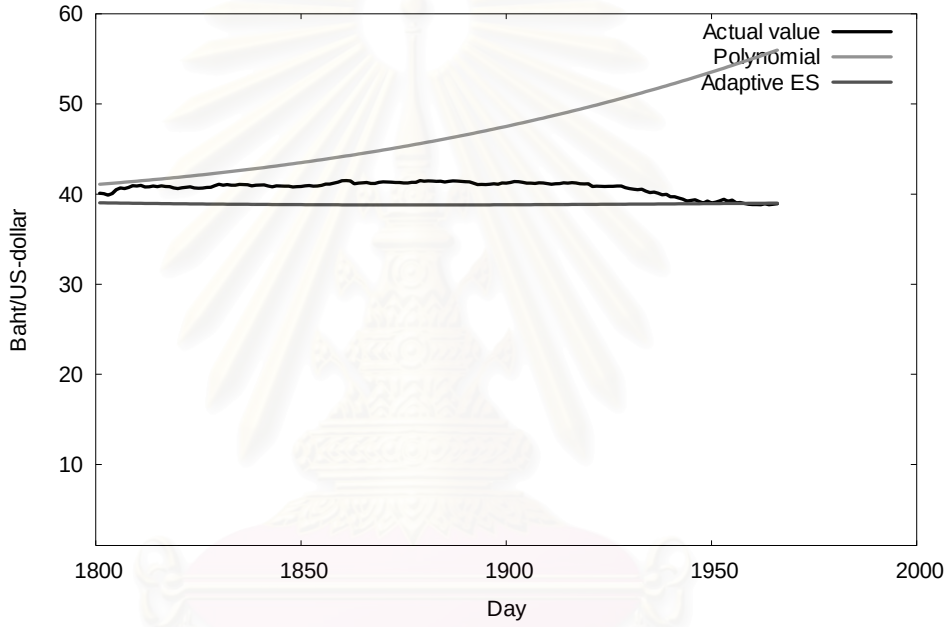


รูปที่ 5.4 กราฟการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากสมการพหุนามเทียบกับค่าข้อมูลจริงที่ใช้ทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์กับสมการพหุนาม

จากการทดลองโดยใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ และการใช้สมการพหุนามในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ พบว่าวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์สำหรับข้อมูลสอนต่ำกว่าการใช้สมการพหุนาม 0.54% และให้ค่าความผิดพลาดสำหรับข้อมูลทดสอบน้อยกว่าสมการพหุนามถึง 10.86% กราฟการเปรียบเทียบการทดลองพยากรณ์โดยใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์และสมการพหุนาม เมื่อเทียบกับข้อมูลจริงแสดงในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 กราฟการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่าสมการพยากรณ์ที่ได้จากการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ระยะยาวน้อยกว่าสมการพหุนาม เนื่องจากค่าที่ได้จากฟังก์ชันพหุนามเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่สมการที่ได้จากการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ซึ่งประกอบด้วย ฟังก์ชัน sin, tan และ ln ให้ค่าที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลทดสอบมากกว่าฟังก์ชันพหุนาม

บทที่ 6

การพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์

การทดลองใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ มีการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องเข้าใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องนี้นำมาจากงานวิจัยของ Chiraphadhanakul (2) ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 5 ตัวแปร คือ ผลิตภัณฑ์ในประเทศ (Gross Domestic Product), ปริมาณเงินในระบบ (Money Supply), อัตราดอกเบี้ย (interest rate), จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ (Number of Branches of Commercial banks), เงินกู้ (loans) โดยการทดลองจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี เป็นข้อมูลสอน และจะทำนายเงินฝากธนาคารในปีถัดไป โดยการทดลองจะใช้ผลจากงานวิจัยดังกล่าวมาเทียบกับผลจากการใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ที่นำเสนอ ซึ่งผลการทดลองจากงานวิจัยดังกล่าวได้มีการเปรียบเทียบการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับการพยากรณ์โดยใช้ข่ายงานประสาทเทียมและการใช้สมการถดถอยแบบพหุคูณเอาไว้แล้ว สำหรับการทดลองใช้การดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์โดยกำหนดตัวเลือกในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์เงินฝากธนาคารดังต่อไปนี้

$a \times sin^{b}(c \times gdp(x))$	$a \times cos^{b}(c \times gdp(x))$	$a \times tan^{b}(c \times gdp(x))$
$a \times sin^{b}(c \times money_supply\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times money_supply(x))$	$a \times tan^{b}(c \times money_supply\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times interest_rate\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times interest_rate\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times interest_rate\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times branch\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times branch\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times branch\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times loan\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times loan\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times loan\ (x))$
$a \times gdp(x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times gdp(x))$	$a \times exp\ (c \times gdp(x))$
$a \times money_supply(x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times money_supply(x))$	$a \times exp\ (c \times money_supply(x))$
$a \times interest_rate(x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times interest_rate(x))$	$a \times exp\ (c \times interest_rate(x))$
$a \times branch(x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times branch(x))$	$a \times exp\ (c \times branch(x))$
$a \times loan(x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times loan(x))$	$a \times exp\ (c \times loan(x))$
NULL		

กำหนดตัวดำเนินการคณิตศาสตร์ได้แก่ +, -, ×, ÷ และมีพารามิเตอร์ในการทดลองดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 พารามิเตอร์ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์

พารามิเตอร์	**ค่า**
จำนวนรุ่น	10000
จำนวนประชากร (μ+λ)	300+500
อัตราการกลายพันธุ์	0.2

การทดลองพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ ได้ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1986 – 1995 จำนวน 10 ปี โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี เป็นข้อมูลสอน และเมื่อได้สมการพยากรณ์จากข้อมูลสอนนี้แล้วก็จะนำมาทดสอบพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี เช่น ในการทำนายเงินฝากปี 1986 จะใช้ข้อมูลเงินฝากในปี 1981 – 1985 และใช้ข้อมูลตัวแปรทั้ง 5 ของปี 1980 – 1984 เป็นข้อมูลสอน ซึ่งผลการทดลองในการพยากรณ์ทั้ง 10 ปี จะนำเสนอต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1 การพยากรณ์เงินฝากปี 1986

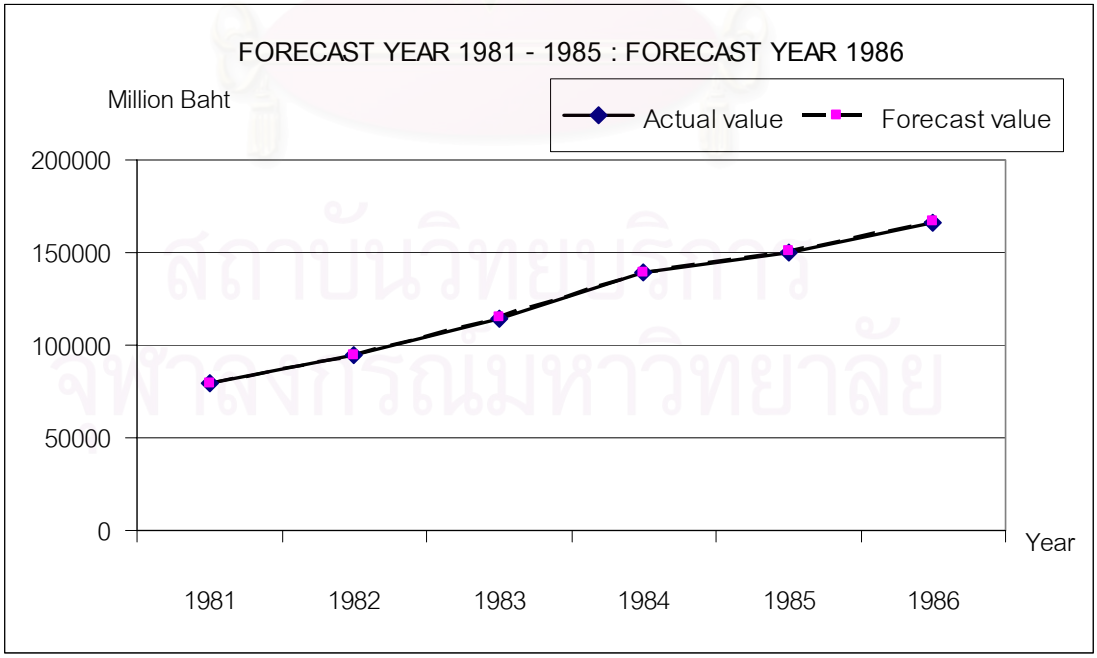
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.2

$$-0.8873 - 0.5755loan(x) + 1.1472money_supply(x) * -0.4602\tan^3(0.6782branch(x)) / -0.1389\cos(0.3019loan(x)) + 0.0458\cos(0.3182branch(x)) * -0.1010\cos^3(0.7077gdp(x)) / 0.9516\sin^3(0.5646interest_rate(x))$$

ตารางที่ 6.2 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1986

ปี	1981	1982	1983	1984	1985	พยากรณ์ 1986
ค่าจริง	79477.64	94480.26	114699.32	139439.78	150131.26	166161.03
ค่าพยากรณ์	79477.64	94480.26	115138.17	139442.51	151330.56	167318.01
|Error| (ล้าน)	0.00	0.00	438.85	2.73	1199.30	1156.98
|Error| (%)	0.00	0.00	0.38	0.00	0.80	0.70

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1986

6.2 การพยากรณ์เงินฝากปี 1987

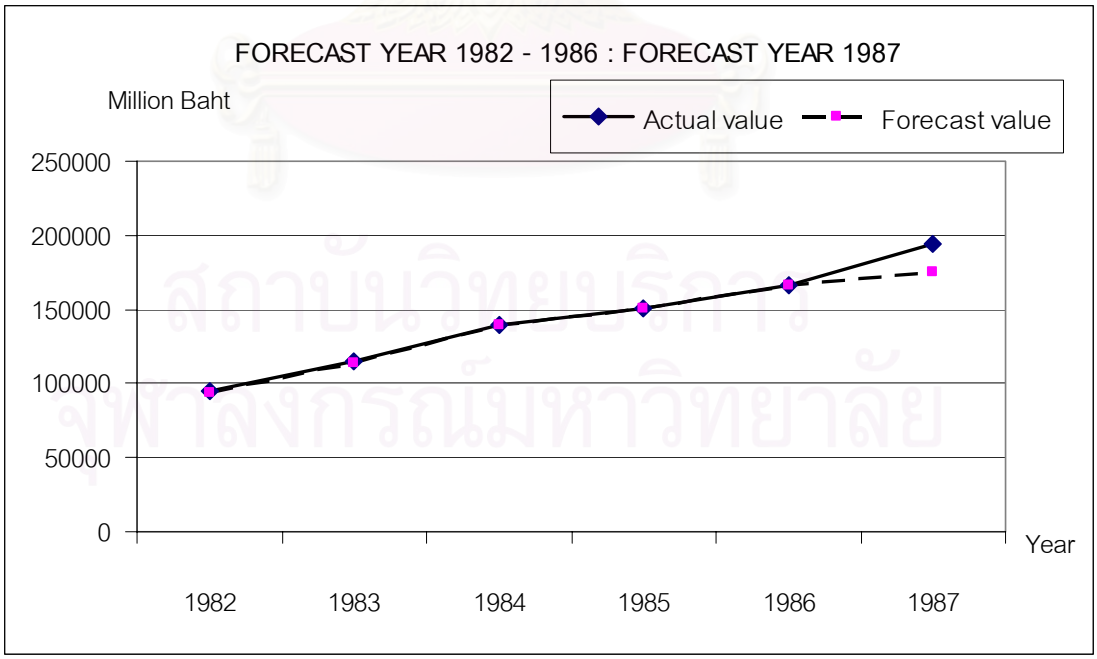
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.3

$$1.7227 + 0.9120\text{loan}(x) - 1.1801\tan^3(0.7248\text{loan}(x)) + 1.1392\tan^3(0.8292\text{branch}(x)) / -0.8003\sin^3(0.8801\text{gdp}(x)) - 0.2419\tan^3(0.8221\text{loan}(x))$$

ตารางที่ 6.3 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1987

ปี	1982	1983	1984	1985	1986	พยากรณ์ 1987
ค่าจริง	94480.26	114699.32	139439.78	150131.26	166161.03	194154.16
ค่า	94128.21186	113466.55	139440.74	150131.84	166163.22	175168.02
|Error|	352.05	1232.77	0.96	0.58	2.19	18986.14
|Error| (%)	0.37	1.07	0.00	0.00	0.00	9.78

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1987

6.3 การพยากรณ์เงินฝากปี 1988

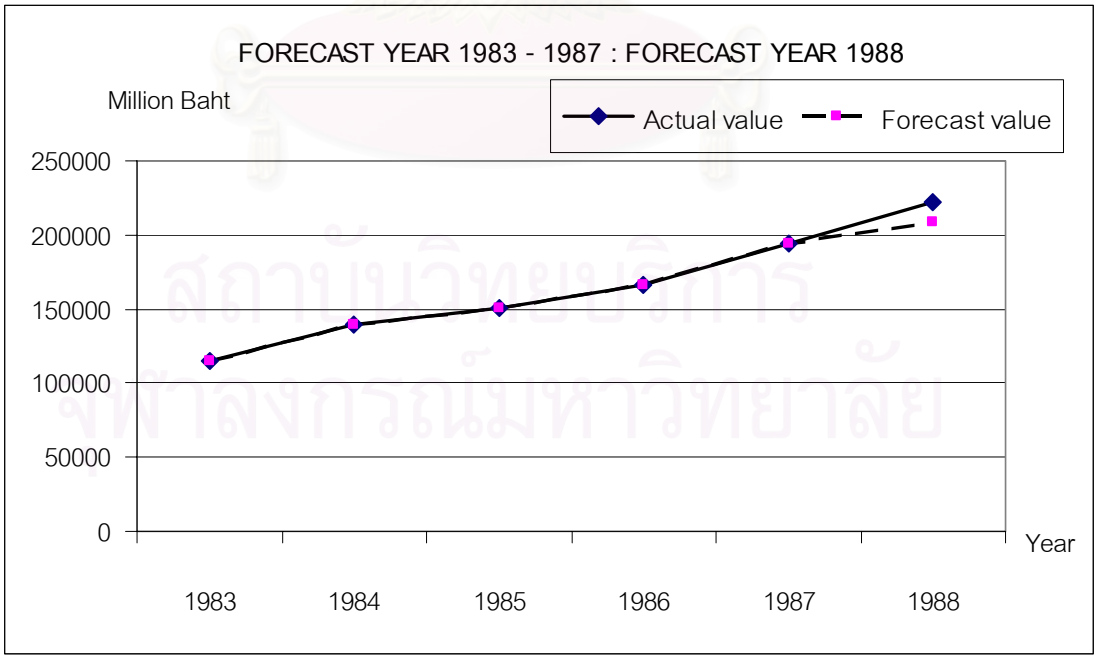
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.4

-0.9039 - 0.2086loan(x) + 0.9323money_supply(x) * -0.7807ln(0.4715gdp(x)) +
0.3241tan^{3}(0.7781branch(x)) / 0.3539tan(0.0510interest_rate(x)) * -0.2851tan^{3}(0.3402loans(x))

ตารางที่ 6.4 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1988

ปี	1983	1984	1985	1986	1987	พยากรณ์ 1988
ค่าจริง	114699.32	139439.78	150131.26	166161.03	194154.16	222536.21
ค่าพยากรณ์	114557.88	139776.88	150300.86	166308.98	194154.16	208729.26
|Error| (ล้าน)	141.44	337.10	169.60	147.95	0.00	13806.95
|Error| (%)	0.12	0.24	0.11	0.09	0.00	6.20

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1988

6.4 การพยากรณ์เงินฝากปี 1989

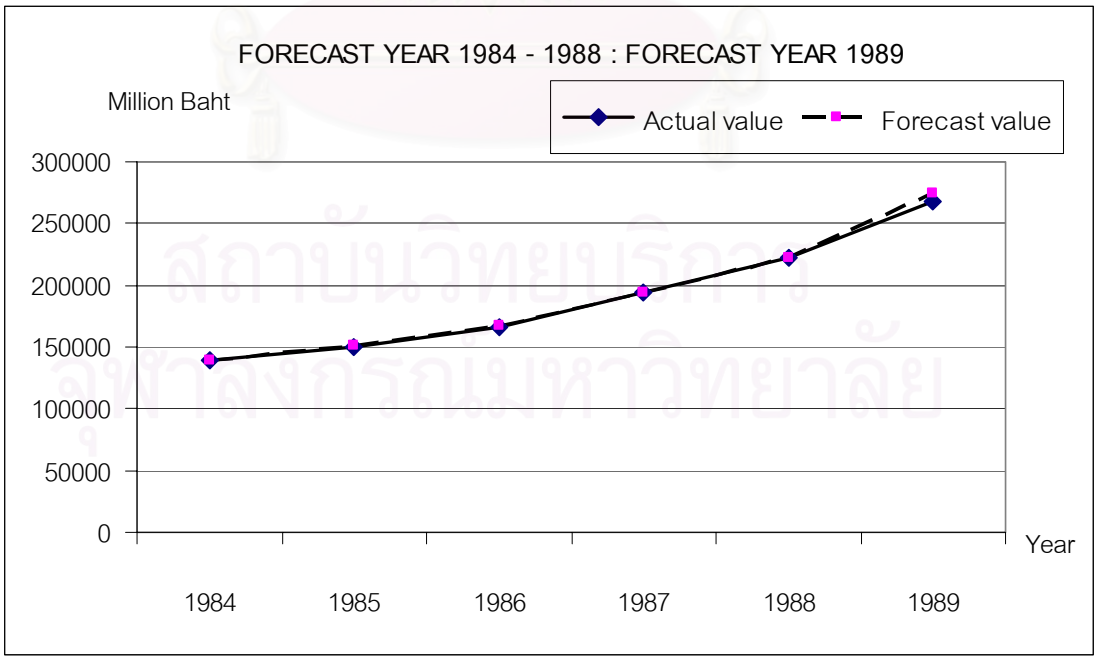
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.5

-0.0775 / -0.8054tan(-0.3514gdp(x)) / 1.7445tan^2(0.0181interest_rate(x)) *
-1.5870tan^2(0.6431interest_rate(x)) / -1.3105ln(0.5930loan(x)) / 1.5266cos(0.4825money_supply(x)) -
0.0205money_supply(x) - 0.7866loan(x) + 0.8388branch(x)^3.0 * -1.1362sin^3(-0.6856interest_rate(x))

ตารางที่ 6.5 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1989

ปี	1984	1985	1986	1987	1988	พยากรณ์ 1989
ค่าจริง	139439.78	150131.26	166161.03	194154.16	222536.21	267907.18
ค่าพยากรณ์	139439.96	151961.85	167226.65	194152.74	222411.99	274794.75
|Error| (ล้าน)	0.18	1830.59	1065.62	1.42	124.22	6887.57
|Error| (%)	0.00	1.22	0.64	0.00	0.06	2.57

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1989

6.5 การพยากรณ์เงินฝากปี 1990

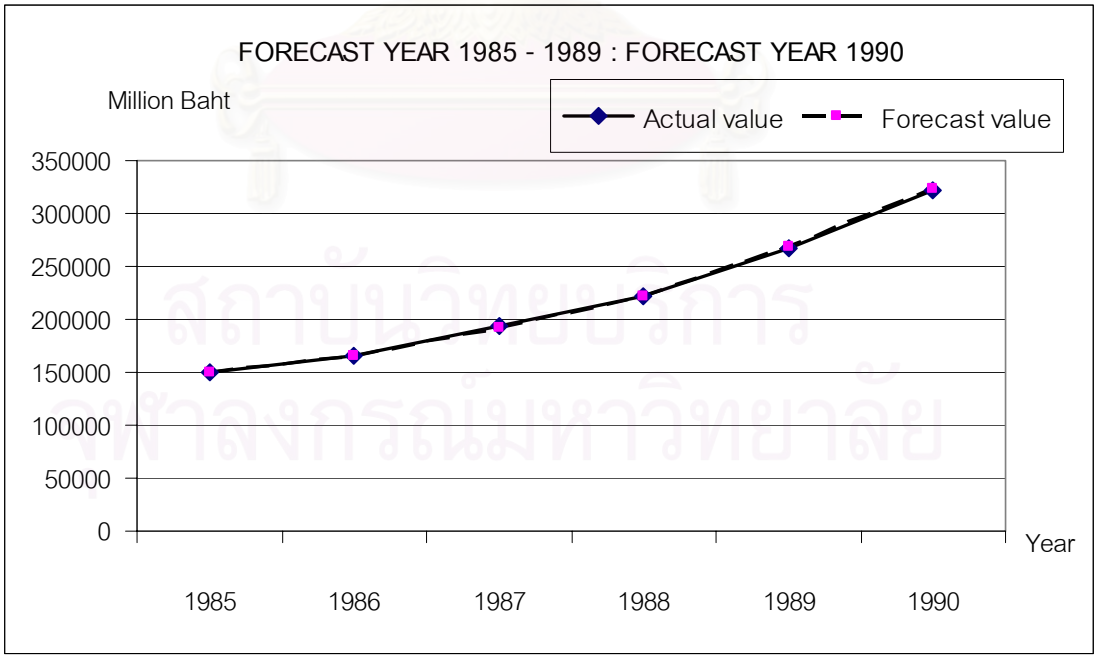
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.6

$$-0.6816 - 0.1323loan(x) + 1.1369money_supply(x) * -0.6030ln(0.7617gdp(x)) / -0.3545sin^3(0.0971branch(x)) * 0.1982tan^3(0.5548interest_rate(x)) * -0.2822money_supply(x)^2$$

ตารางที่ 6.6 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1990

ปี	1985	1986	1987	1988	1989	พยากรณ์ 1990
ค่าจริง	150131.26	166161.03	194154.16	222536.21	267907.18	322238.04
ค่าพยากรณ์	150131.27	166160.98	191729.24	222536.10	268067.96	322974.40
|Error| (ล้าน)	0.01	0.05	2424.92	0.11	160.78	736.36
|Error| (%)	0.00	0.00	1.25	0.00	0.06	0.23

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1990

6.6 การพยากรณ์เงินฝากปี 1991

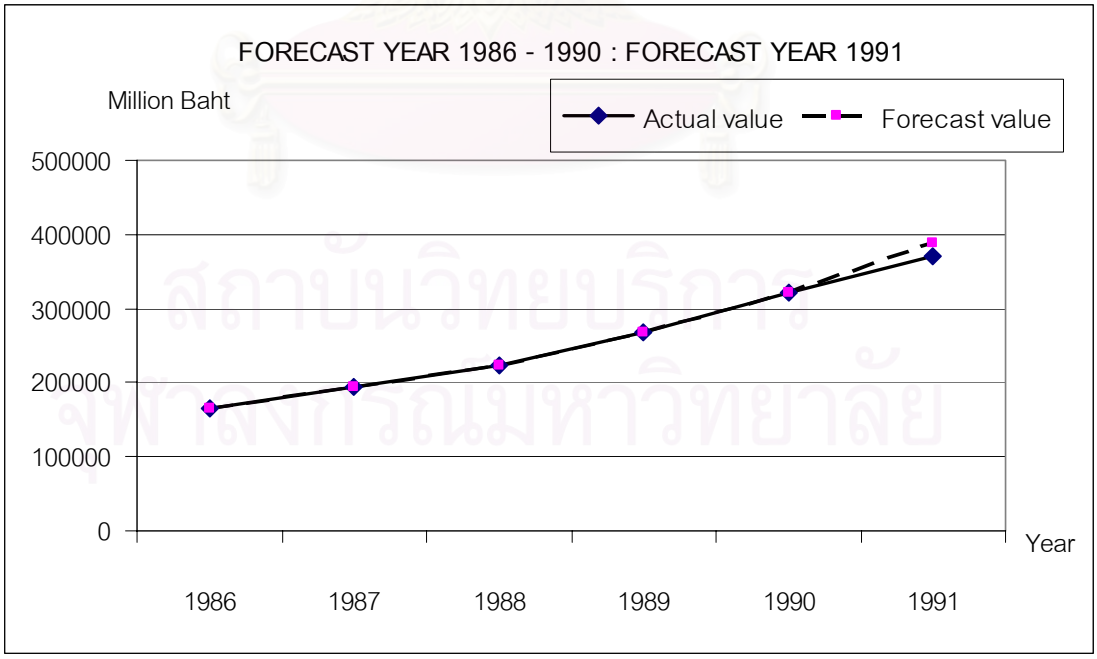
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.7

$$-0.8957 + 0.5286\tan^{3}(0.6058\text{loan}(x)) + 0.8796\text{loan}(x) + 0.5148\text{money_supply}(x) *$$
$$-0.3418\ln(0.7558\text{gdp}(x)) + 0.4886\tan^{2}(0.5455\text{branch}(x)) + 0.1185\tan^{3}(0.9475\text{branch}(x))$$

ตารางที่ 6.7 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1991

ปี	1986	1987	1988	1989	1990	พยากรณ์ 1991
ค่าจริง	166161.03	194154.16	222536.21	267907.18	322238.04	370007.70
ค่าพยากรณ์	166161.03	194154.16	222196.61	267442.41	322193.93	388650.59
|Error| (ล้าน)	0.00	0.00	339.60	464.77	44.11	18642.89
|Error| (%)	0.00	0.00	0.15	0.17	0.01	5.04

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1991

6.7 การพยากรณ์เงินฝากปี 1992

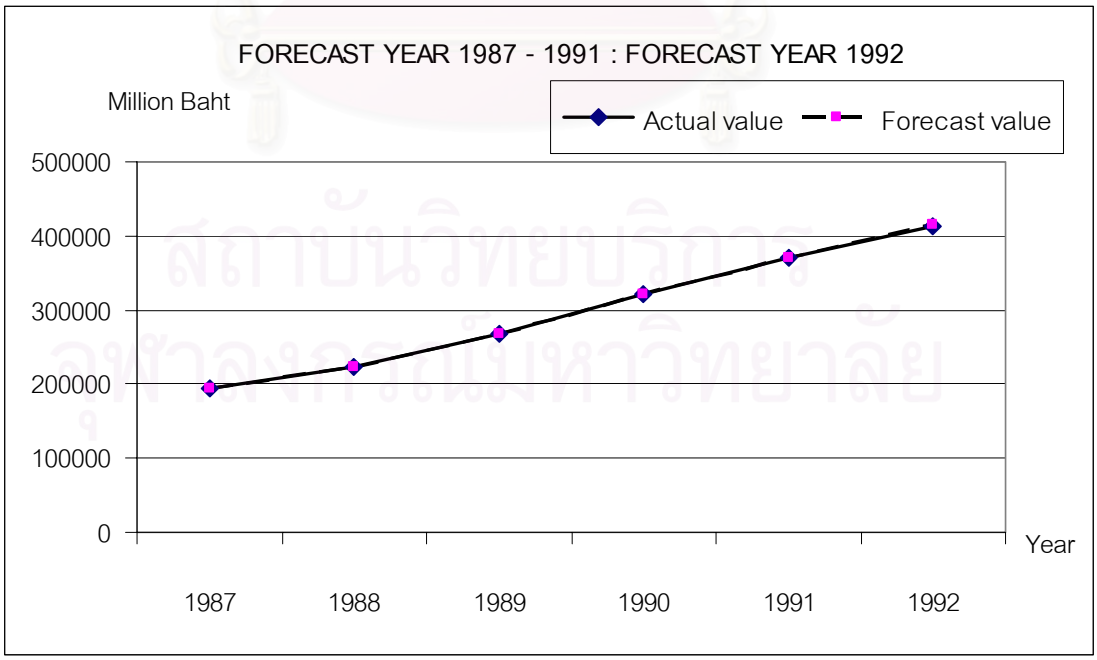
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.8

$$-0.8087 - 0.5271\text{loan}(x) + 0.6517\text{money_supply}(x) * -0.4895\ln(0.6031\text{gdp}(x)) + 0.4994\tan^3(0.9920\text{branch}(x)) - 0.5522\tan^2(0.5268\text{money_supply}(x)) - 0.2875\tan^3(0.7336\text{money_supply}(x))$$

ตารางที่ 6.8 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1992

ปี	1987	1988	1989	1990	1991	พยากรณ์ 1992
ค่าจริง	194154.16	222536.21	267907.18	322238.04	370007.70	413066.26
ค่าพยากรณ์	194154.17	222536.21	267628.29	322238.04	371340.54	416130.17
|Error| (ล้าน)	0.01	0.00	278.89	0.00	1332.84	3063.91
|Error| (%)	0.00	0.00	0.10	0.00	0.36	0.74

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1992

6.8 การพยากรณ์เงินฝากปี 1993

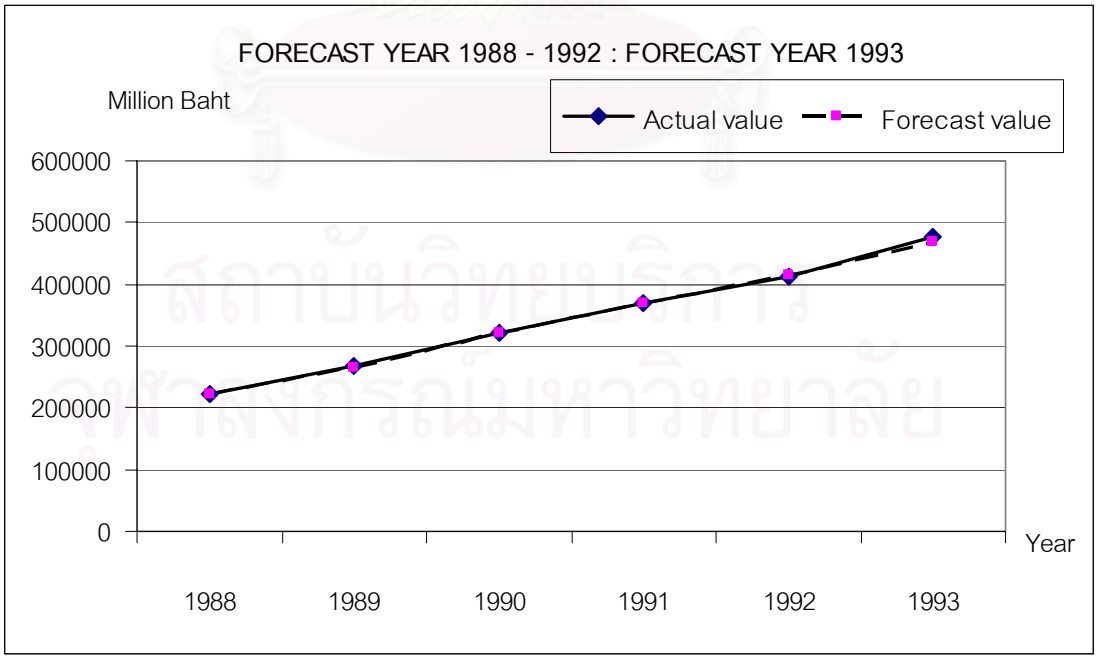
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.9

$$-0.9858 - 0.5572\text{loan}(x) - 0.6621\tan^{3}(0.4040\text{branch}(x)) + 0.6681\text{money_supply}(x) * -0.5491\ln(0.7452\text{gdp}(x)) + 0.4780\tan^{3}(0.1255\text{branch}(x))$$

ตารางที่ 6.9 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1993

ปี	1988	1989	1990	1991	1992	พยากรณ์ 1993
ค่าจริง	222536.21	267907.18	322238.04	370007.70	413066.26	476546.35
ค่าพยากรณ์	222531.01	265876.51	322255.81	369818.64	414692.39	468753.33
|Error| (ล้าน)	5.20	2030.67	17.77	189.06	1626.13	7793.02
|Error| (%)	0.00	0.76	0.01	0.05	0.39	1.64

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.8 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1993

6.9 การพยากรณ์เงินฝากปี 1994

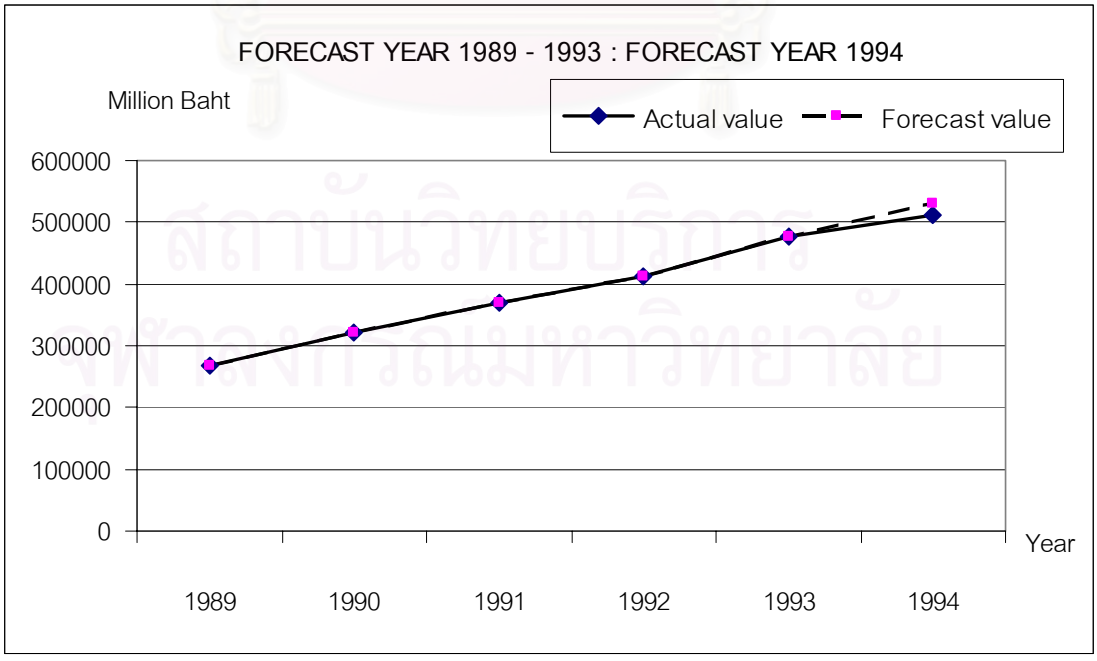
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.10

$$0.6992 + 0.7627gdp(x) - 1.2905\tan^2(0.6859branch(x)) / -1.1743\sin^2(0.2753gdp(x)) + 0.1654\tan^3(0.9545branch(x)) / -0.1880\tan^3(0.4210branch(x)) / 0.6759\tan^2(0.6102interest_rate(x)) / 0.1654\tan(0.1791branch(x))$$

ตารางที่ 6.10 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1994

ปี	1989	1990	1991	1992	1993	พยากรณ์ 1994
ค่าจริง	267907.18	322238.04	370007.70	413066.26	476546.35	512604.25
ค่าพยากรณ์	267907.18	320776.55	369318.3	411552.75	476546.39	529460.17
|Error| (ล้าน)	0	1461.49	689.4	1513.51	0.04	16855.92
|Error| (%)	0.00	0.45	0.19	0.37	0.00	3.29

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1994

6.10 การพยากรณ์เงินฝากปี 1995

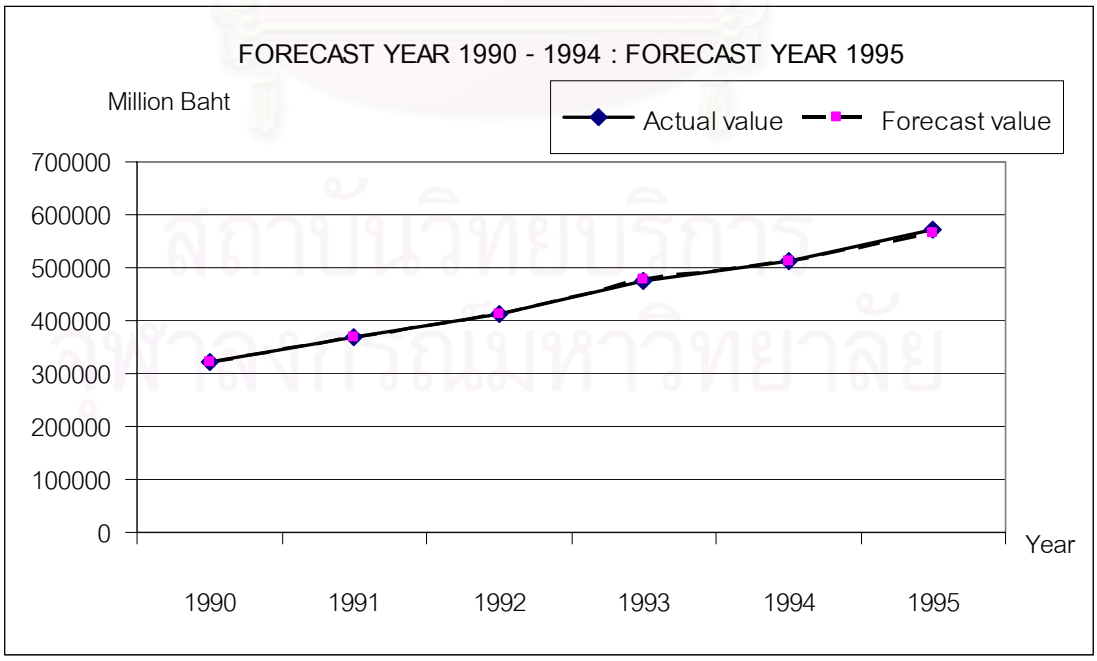
ผลการทดลองได้สมการดังนี้ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6.11

$$-0.6074 + 0.8060gdp(x) / 0.0014\tan^2(0.6987gdp(x)) / 0.9441\tan(0.1153loan(x)) - 0.2987\ln(0.0869branch(x)) * 0.0601\ln(0.1447loan(x)) / -0.7013\sin^3(0.5205money_supply(x)) - 0.3846\sin^3(0.9588gdp(x)) / 0.7927\tan^3(0.9789interest_rate(x)) / 0.9456\sin^3(0.7267gdp(x))$$

ตารางที่ 6.11 ค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปี 1995

ปี	1990	1991	1992	1993	1994	พยากรณ์ 1995
ค่าจริง	322238.04	370007.70	413066.26	476546.35	512604.25	572766.93
ค่าพยากรณ์	322239.96	370006.25	413065.91	476580.42	512601.84	565356.44
|Error| (ล้าน)	1.92	1.45	0.35	34.07	2.41	7410.49
|Error| (%)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.29

กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงแสดงในรูปที่ 6.10



รูปที่ 6.10 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์เทียบกับค่าจริงปี 1995

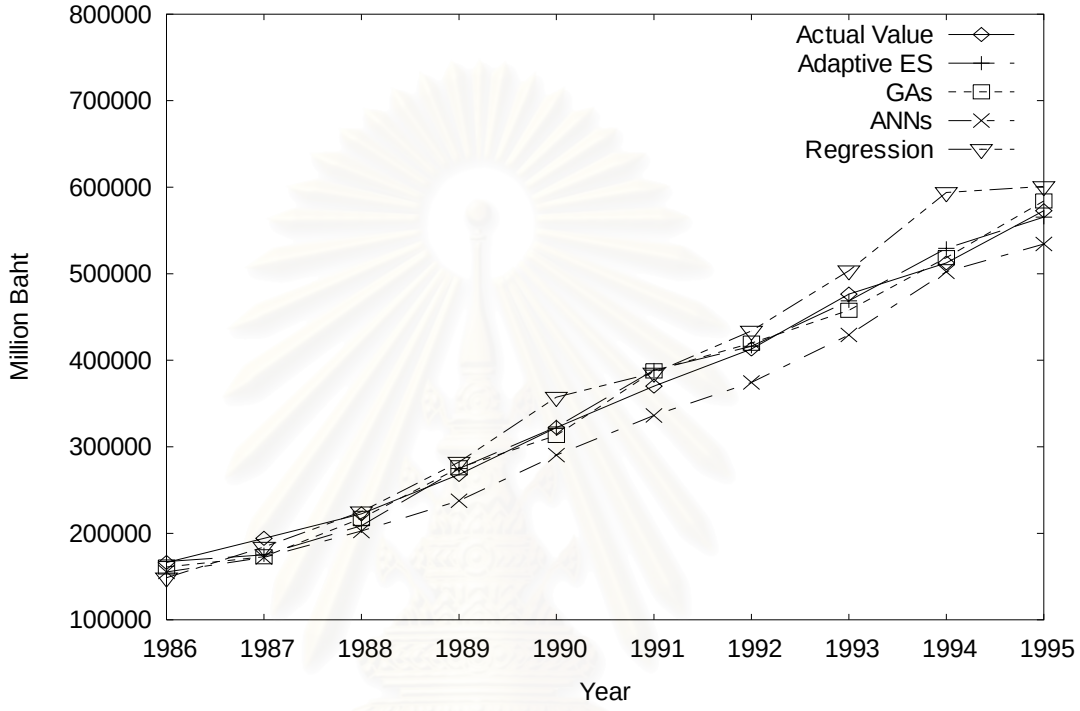
6.11 การเปรียบเทียบการพยากรณ์เงินฝาก

จากการทดลองข้างต้น เป็นการทดลองใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ โดยทำการทดลองพยากรณ์ 10 ชุด ต่อไปนี้เป็นการนำผลที่ได้จากการทดลองนี้มาเปรียบเทียบกับผลการทดลองเดิม (2) ซึ่งใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms: GAs) ข่ายงานประสาทเทียม (Artificial Neural Networks: ANNs) และการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression) ผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 6.12

ตารางที่ 6.12 ตารางเปรียบเทียบการพยากรณ์เงินฝากด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งข้อมูลการพยากรณ์ด้วยวิธี GAs, ANNs และ Regression นำมาจากงานวิจัยของ Chiraphadhanakul (2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองโดยใช้วิธี Adaptive ES ซึ่งนำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้

ปี	ค่าจริง	Adaptive ES		GAs		ANNs		Regression	
	Value Million Baht	Value Million Baht	|Error| (%)	Value Million Baht	|Error| (%)	Value Million Baht	|Error| (%)	Value Million Baht	|Error| (%)
1986	166161	167318	0.70	160997	3.11	155325	6.52	148599	10.57
1987	194154	175168	9.78	172947	10.92	172126	11.35	184093	5.18
1988	222536	208729	6.20	217278	2.36	202586	8.97	225046	1.13
1989	267907	274795	2.57	275719	2.92	237589	11.32	282314	5.38
1990	322238	322974	0.23	313033	2.86	290398	9.88	357332	10.89
1991	370008	388651	5.04	387726	4.79	336169	9.15	385450	4.17
1992	413066	416130	0.74	419806	1.63	374318	9.38	433870	5.04
1993	476546	468753	1.64	457715	3.95	429300	9.91	503541	5.67
1994	512604	529460	3.29	518656	1.18	502326	2.01	593975	15.87
1995	572767	565356	1.29	584057	1.97	534436	6.69	600940	4.92
Average |%Error|			3.15		3.57		8.52		6.88

ผลจากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า การใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ให้ค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์โดยเฉลี่ยต่ำกว่าวิธีการที่นำมาเปรียบทั้ง 3 วิธี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้ กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบผลจากวิธีการพยากรณ์ในตารางข้างต้น แสดงในรูปที่ 6.11



รูปที่ 6.11 ผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

การพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์

การใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย ได้นำปัจจัยที่ส่งผลกับดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย จากการศึกษาของ ฉนวน คำอยู่ (23) ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยกำหนดราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2539 และในช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2542 จากรายงานผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาหลักทรัพย์ทั้งสองช่วงเวลาดังกล่าวประกอบด้วย 5 ปัจจัย ดังนี้ ดัชนีราคาหลักทรัพย์ Dow Jones, ดัชนีราคาหลักทรัพย์ Nikkei, ดัชนีราคาหลักทรัพย์ Hang Seng, ราคาทองคำ และอัตราดอกเบี้ย MLR การทดลองนี้ได้นำเอาปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวเลือกในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2546 ถึง พ.ศ. 2547 เป็นข้อมูลในการสอนและทดสอบ ซึ่งการทดลองจะใช้ข้อมูลของวันนี้ในการทำนายดัชนีราคาหลักทรัพย์ของวันพรุ่งนี้ การทดลองมีตัวเลือกในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์ดังต่อไปนี้

$a \times sin^{b}(c \times dowjones\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times dowjones(x))$	$a \times tan^{b}(c \times dowjones\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times nikkei\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times nikkei\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times nikkei\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times hangseng\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times hangseng\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times hangseng\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times gold\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times gold\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times gold\ (x))$
$a \times sin^{b}(c \times mlr\ (x))$	$a \times cos^{b}(c \times mlr\ (x))$	$a \times tan^{b}(c \times mlr\ (x))$
$a \times dowjones\ (x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times dowjones(x))$	$a \times exp\ (c \times dowjones\ (x))$
$a \times nikkei\ (x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times nikkei\ (x))$	$a \times exp\ (c \times nikkei\ (x))$
$a \times hangseng\ (x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times hangseng\ (x))$	$a \times exp\ (c \times hangseng\ (x))$
$a \times gold\ (x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times gold\ (x))$	$a \times exp\ (c \times gold\ (x))$
$a \times mlr(x)^{b}$	$a \times ln\ (c \times mlr(x))$	$a \times exp\ (c \times mlr(x))$
NULL		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวเลือกในการสร้างฟังก์ชันพยากรณ์ประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 5 ปัจจัยข้างต้นและฟังก์ชันของปัจจัยดังกล่าว

กำหนดตัวดำเนินการคณิตศาสตร์ได้แก่ +, -, ×, ÷ และมีพารามิเตอร์ในการทดลองดังตารางที่ 7.1

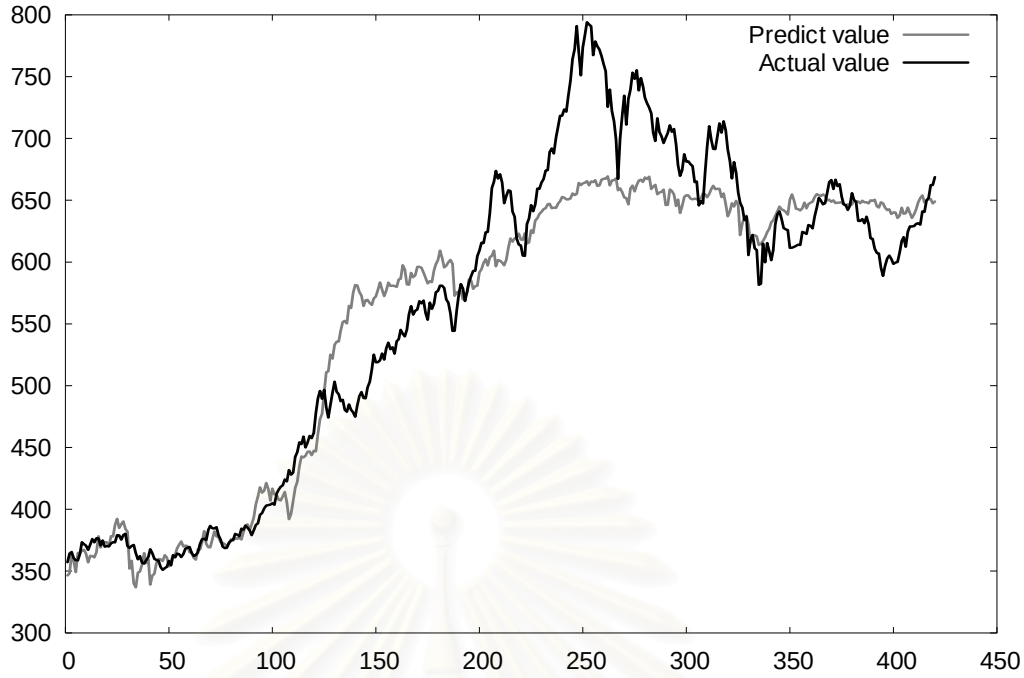
ตารางที่ 7.1 พารามิเตอร์ในการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์

พารามิเตอร์	ค่า
จำนวนรุ่น	10000
จำนวนประชากร (μ+λ)	300+500
อัตราการกลายพันธุ์	0.2

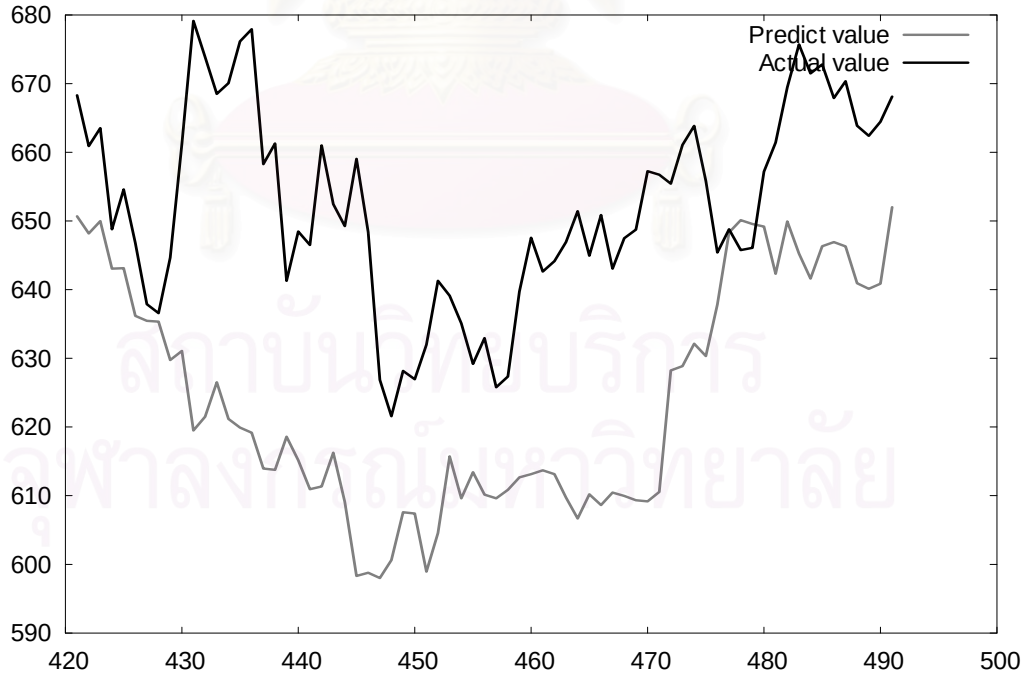
ผลการทดลองพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ได้ใช้ข้อมูลสอนจำนวน 420 วัน ในการสร้างสมการพยากรณ์ซึ่งทำการสอนโดยนำค่าตัวแปรต่างๆ ของวันนี้เพื่อพยากรณ์วันรุ่งขึ้น แล้วใช้ทดสอบกับข้อมูลทดสอบจำนวน 71 วัน โดยการพยากรณ์ใช้ปัจจัยต่างๆ เพื่อพยากรณ์ล่วงหน้า 1 วัน ซึ่งสมการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์คือสมการที่ 7.1

$$
\begin{aligned}
Y_{x+1} = {} & -1.1389 + -3.5541\cos(0.2097\text{gold}(x)) * 9.3359\cos^3(0.8675\text{mlr}(x)) + \\
& 4.9012\cos^3(0.2232\text{dowjones}(x)) - 12.5760\ln(0.7629\text{nikkei}(x)) + \\
& 9.4522\ln(0.8245\text{mlr}(x)) * -1.7361\cos^2(0.7247\text{mlr}(x)) - \\
& 7.4676\ln(0.1981\text{hangseng}(x)) / 6.6392\sin(0.8735\text{mlr}(x)) / \\
& 21.1932\sin(0.5977\text{mlr}(x))
\end{aligned}
\qquad (7.1)
$$

ค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์สำหรับข้อมูลสอนคือ 4.96% และค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์จากข้อมูลทดสอบ คือ 4.34% กราฟแสดงผลการพยากรณ์เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในการสอน แสดงในรูปที่ 7.1 และผลการทดสอบเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงแสดงในรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.1 ผลการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์กับข้อมูลสอน



รูปที่ 7.2 ผลการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์กับข้อมูลทดสอบ

จากผลการทดลองจะเห็นว่า วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สามารถหาฟังก์ชันสำหรับการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศไทยได้ โดยให้ค่าความผิดพลาดสำหรับข้อมูลสอน คือ 4.96% และค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์จากข้อมูลทดสอบ คือ 4.34% ฟังก์ชันพยากรณ์ที่ได้จากกระบวนการวิวัฒนาการดังกล่าว มีฟังก์ชันพื้นฐานเพียงบางตัวเท่านั้นที่ถูกเลือกเข้ามาในฟังก์ชันพยากรณ์ คือ ฟังก์ชัน sin, cos และ ln ในขณะที่ฟังก์ชัน tan และ exp ไม่ได้ปรากฏอยู่ในฟังก์ชันพยากรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ สามารถเลือกฟังก์ชันที่น่าจะเป็นตัวประมาณค่าการพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ ในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ การพยากรณ์เงินฝากธนาคารพาณิชย์ และการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์สามารถสรุปผลการวิจัย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

8.1 สรุปผลการวิจัย

1. การใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ โดยวิธีการนี้สามารถสร้างตัวแบบในการพยากรณ์พร้อมกับค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีความรู้เรื่องตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม

2. จากการทดลอง พบว่าวิธีการที่นำเสนอนี้สามารถใช้ได้กับการพยากรณ์ที่มีเวลาเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวเช่นในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยน และสามารถใช้ได้กับการพยากรณ์ที่มีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องเช่นในการพยากรณ์เงินฝากธนาคาร และการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์

8.2 ข้อเสนอแนะ

1. น่าจะมีการทดลองใช้วิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ในการพยากรณ์ในด้านอื่นๆ เช่น การพยากรณ์ในด้านการเกษตร การคมนาคม เป็นต้น และควรมีการทดลองใช้ฟังก์ชันอื่นๆ เพิ่มเข้ามาเป็นตัวเลือกในการสร้างตัวแบบและศึกษาว่าฟังก์ชันใดเหมาะกับการพยากรณ์ในปัญหาลักษณะใดเป็นพิเศษ

2. การทดลองในงานวิจัยนี้ในส่วนของการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเป็นการพยากรณ์ระยะยาว ในขณะที่การทดลองอื่นๆ ที่ใช้ปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นการพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งวัน ดังนั้นน่าจะมีการทดลองนำวิธีการที่นำเสนอนี้ไปพยากรณ์ล่วงหน้าหลายๆ วัน โดยใช้ปัจจัยในอดีตหลายๆ วัน มาช่วยในการพยากรณ์

3. น่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่ได้มาจากกระบวนการวิวัฒนาการ ว่าฟังก์ชันพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการดัดแปลงกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์สามารถตีความออกมาว่าอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์จริงมากน้อยเพียงใด

4. จากการทดลองพบว่าฟังก์ชันพยากรณ์ที่ได้จากกระบวนการวิวัฒนาการมีฟังก์ชันพื้นฐานบางตัวที่ไม่ถูกเลือกมาใช้ในฟังก์ชันพยากรณ์เลย เช่น ฟังก์ชัน exp ซึ่งไม่เคยปรากฏในการทดลองทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ามีวิธีการที่นำเสนอนี้เลือกเพียงบางฟังก์ชันที่จะให้ค่าในการพยากรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. Vijayan, P., Suresh, S. 2003. A Novel Evolutionary Approach to Linear Time-Series Forecasting Model. International Conference on Computational Science.

2. Chiraphadhanakul, S. 1997. Genetic Forecasting Algorithm. Doctoral Dissertation, Assumption University.

3. Chiraphadhanakul, S., Dangprasert, P. and Avatchanakorn, V. 1997. Genetic Algorithm in Forecasting Commercial Banks Deposit. IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems.

4. Kendall, G., Binner, J. M. and Gazely, A. M. 2001. Evolutionary strategies: A new macroeconomic policy tool?. IFAC Symposium on Modeling and Control of Economic Systems.

5. Sheta, A. F., Mahmoud, A. 2001. Forecasting Using Genetic Programming. The 33rd Southeastern Symposium on System Theory.

6. Iba H., Sasaki, T. 1999. Using Genetic Programming to Predict Financial Data. The Congress on Evolutionary Computation.

7. Santini, M., Tettamanzi A. 2001. Genetic Programming for Financial Time Series Prediction. European Conference on Genetic Programming.

8. Goldberg, D. E. 1989. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. (n.p.): Addison-Wesley.

9. Holland, J. H. 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems. Michigan: The University of Michigan Press, Ann Arbor.

10. Rechenberg, I. 1973. Evolutionsstrategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution. Stuttgart: Frommann-Holzboog Verlag.

11. Back, T., Hoffmeister, F. and Schwefel, H. P. 1991. A Survey of Evolution Strategies. Proceeding of the Fourth Conference on Genetic Algorithm.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12. Beyer, H.G. and Schwefel, H.P. 2002. Evolution Strategies-A Comprehensive Introduction. Natural Computing.

13. มนฤดี เกิดสมบุญ. 2542. การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

14. นวลพรรณ มีนาทุ่ง. 2542. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

15. ธิดารัตน์ จันทวี. 2539. การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อการวางแผนการผลิตไฟฟ้าระยะสั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

16. ยุพาภรณ์ อารีพงษ์. 2542. การพยากรณ์สินค้ายุทธศาสตร์เกษตร: กรณีผักและผลไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

17. รัศมี หนานสายออ. 2542. การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

18. วัลลภา อุนวิจิตร. 2539. การพยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับราคาน้ำมันโดยนิวรอลเนตเวิร์ก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

19. Kaboudan, M. A. 2002. Compumetric Forecasting of Crude Oil Prices. Proceeding of the 2001 Congress on Evolutionary Computation.

20. Chantasut, N., Charoenjit, C. and Tanprasert, C. 2004 Predictive Mining of Rainfall Predictions Using Artificial Neural Networks for Chao Phraya River. The 4th International Conference of the Asian Federation of Information Technology in Agriculture and the 2nd World Congress on Computers in Agriculture and National Resources.

21. Zhang, G., Patuwo, B. E. and Hu, M. Y. 1998. Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art. International Journal of Forecasting.

22. Rimcharoen, S. and Chongstitvatana, P. 2004. An Adaptation of Evolutionary Strategies for Forecasting the Exchange Rate. The 8th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering.

23. ฉนวน คำอยู่. 2543. ปัจจัยกำหนดราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุนิสา ริมเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 16 เมษายน พ.ศ. 2525 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2546 ในระหว่างการศึกษาได้รับทุนอุดหนุนการศึกษา โครงการพัฒนาอาจารย์สาขาขาดแคลนเพื่อศึกษาในประเทศ ตามความต้องการของมหาวิทยาลัยบูรพา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย