

การทำนายข้อมูลอนุกรมเวลาแบบไม่เป็นเชิงเส้นด้วยโครงข่ายประสาทเทียมและการประยุกต์ใช้ในการทำนายสมการแม็กกีกลาสและราคาหุ้น

Time Series Prediction Using Artificial Neural Network and Its Application

Mackey-Glass Equation and Stock Index

ภูริช หิรัญ และ วิมล แสนอ้อม

ห้องปฏิบัติการวิจัยอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทร. 0-2763-2600 ต่อ 2926 โทรสาร 0-2763-2700

E-mail: h.purich@gmail.com, wimol@tni.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การทำนายอนุกรมเวลาของราคาหุ้นด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous Inputs (NARX) ซึ่งใช้โครงสร้างรูปแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น เพื่อการทำนายค่าที่ต้องการแบบล่วงหน้าโดยการปรับค่าน้ำหนักและค่าไบแอส ของโครงข่ายและนำข้อมูลย้อนหลังที่ต้องการทำนายมาใช้ในการคำนวณในแบบอนุกรมเวลาซึ่งค่าที่นำมาใช้นั้นจะถูกจัดเก็บแล้วนำมาแปลงค่าของข้อมูลและทำการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของการคำนวณแบบเลื่อนหน้าต่าง โดยใช้โปรแกรมแมตแล็บเพื่อที่จะหาโครงสร้างที่ดีที่สุดซึ่งมีค่า Mean Square Error น้อยที่สุด ที่สร้างจากข้อมูลที่มีอยู่ การทดสอบการทำงานจัดทำโดยการทำนายสมการเชิงอนุพันธ์หนึ่งเวลาในรูปแบบของเทคนิคที่เรียกว่าแม็กกีกลาส ทำนายราคาหุ้นในกลุ่ม SET50 จากจำลองการทำนายข้อมูลพบว่าสามารถทำนายข้อมูลได้เป็นอย่างดีแม่นยำและมีค่าความผิดพลาดต่ำมาก

คำสำคัญ: การทำนายข้อมูล, โครงข่ายประสาทเทียม, สมการแม็กกีกลาส

Abstract

This paper presents time series prediction using artificial neural network and its application Mackey-Glass equation and stock index. The prediction method is a neural network with nonlinear autoregressive network with exogenous inputs (NARX) that utilizes the weight and bias values to adjust the optimized network parameter through learning algorithms. The optimization is achieved through the smallest mean square value. Test for prediction of time series is done by two methods: the Mackey-Glass and real SET50 stock index. The proposed method shows very low errors and can also be useful re real-world applications in enterprises.

Keywords: Artificial Neural Network, Mackey-Glass Equation

1. บทนำ

เนื่องจากเศรษฐกิจด้านการเงินและการลงทุนในรูปแบบต่างๆ นั้นได้มีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการดำรงชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในกลุ่มคนที่มีความสนใจทางด้านการลงทุน ปัจจุบันวิธีการวิเคราะห์หลักทรัพย์ที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในหมู่นักวิเคราะห์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางหลัก [1] การวิเคราะห์แบบแรกคือการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานซึ่งเป็นแนวทางที่อาศัยการวิเคราะห์เกี่ยวกับภาวะเศรษฐกิจ การเมืองทั้งในระดับระหว่างประเทศและภายในประเทศ รวมถึงการวิเคราะห์ภาวะของแต่ละอุตสาหกรรม และผลการดำเนินงานในแต่ละบริษัท เพื่อนำมาใช้ในการประเมินราคาของหลักทรัพย์ที่เหมาะสม สำหรับการลงทุน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นการลงทุนในระยะกลางและระยะยาว การวิเคราะห์แบบที่สองคือการวิเคราะห์ปัจจัยทางเทคนิค ที่อาศัยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของราคา และปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์ในอดีตที่ผ่านมา เพื่อคาดการณ์ถึงแนวโน้มของราคา รวมถึงระดับราคาที่ควรซื้อหรือขาย ทั้งในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยข้อดีของการวิเคราะห์ปัจจัยทางเทคนิค คือการที่นักลงทุนอาศัยหลักสถิติมาใช้ในการพยากรณ์ โดยใช้เพียงในเรื่องของราคาและปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์ในอดีตในการวิเคราะห์

การทำนายอนุกรมเวลาเป็นระเบียบวิธีที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยทางเทคนิคเพื่อการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของราคาที่เกิดขึ้นในอดีต เพื่อทำนายหรือคาดการณ์แนวโน้มราคาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลานั้น มีราคาคำนวณรวมทุกอย่างไว้แล้ว (Price Discount Everything) มีตลาดเคลื่อนไหวตามแนวโน้ม (Price Move In trend) และตลาดมักจะซ้ำรอยเสมอ (History Tends to Repeat Itself) โดยงานวิจัยงานวิจัยของ Wilton และคณะ [2] กล่าวถึงราคาหุ้นในตลาดทั่วโลกนั้นมีความผันผวนมาก ซึ่งวิธีที่ใช้ในการคาดการณ์ราคาแบบเก่าเริ่มไม่ได้ผล จึงได้นำระบบประสาทเทียมเข้ามาช่วยในการทำนายราคาแทนที่วิธีเก่าที่ใช้วิธีเหมือนข้อมูล งานวิจัยของ Haniyas และ Panayiotis[3] ได้ศึกษาการทำนายอนุกรมเวลาเข้ามาทำนายอัตราดอกเบี้ยเงิน Ali Moeini [4] ใช้หลักการของ Chaos Models อีกทั้งข้อมูลที่เป็นราคาทองคำ

นั้นเป็นข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลาแบบไม่เป็นเชิงเส้น ผู้วิจัยจึงนำวิธีที่ชื่อว่า Lypunov Exponent เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ราคาในอนาคต ซึ่งเริ่มต้น โดยการศึกษาข้อมูลต่างๆพร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลราคาทองคำย้อนหลัง พร้อมทั้งศึกษาว่าอะไรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาทองคำ

ในส่วนของประเทศไทยนั้น งานวิจัยของสุวรรณบุญวิจิตร[5] นำเสนอระบบการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าในปี 5 เปอร์เซนต์โดยใช้ โครงข่ายประสาทเทียมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งพบว่าค่าผิดพลาด กำลังสองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นกับระบบการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าในปี 5 เปอร์เซนต์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเท่ากับ 1.44% นอกจากนี้งานวิจัยของของเกียรติศักดิ์ จันทร์แก้ว และสุพจน์ นิตย์ สุวัฒน์ [6] ได้นำเสนอการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อนุกรมเวลาราคา ปาล์มน้ำมันโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันพหุนามและโครงข่าย ประสาทเทียมซึ่งพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันพหุนามให้ค่าเฉลี่ย กำลังสองของการเรียนรู้และทดสอบน้อยกว่าโครงข่ายประสาทเทียมแสดงให้ เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบพหุนามเป็นโมเดลที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ใน การพยากรณ์อนุกรมเวลาราคาปาล์มน้ำมัน

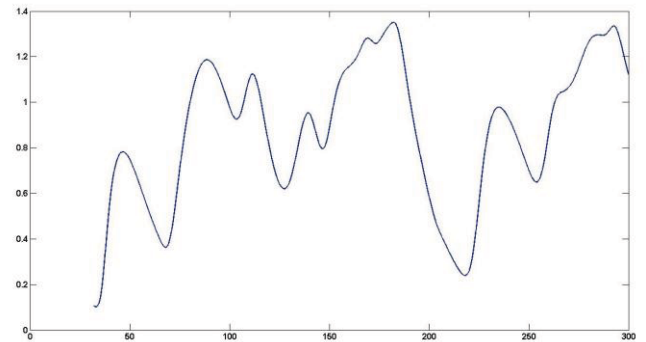
ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การทำนายอนุกรมเวลาของ ราคาหุ้นด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Nonlinear autoregressive network with exogenous inputs (NARX) ซึ่งใช้โครงสร้างรูปแบบป้อนไป ข้างหน้าหลายชั้น เพื่อการทำนายค่าที่ต้องการแบบล่วงหน้าโดยการปรับค่า น้ำหนักและค่าไบแอส (Bias Values) ของโครงข่ายและนำข้อมูลย้อนหลังที่ ต้องการการทำนายมาใช้ในการคำนวณในแบบอนุกรมเวลาซึ่งค่าที่นำมาใช้นั้นจะ ถูกจัดเก็บแล้วนำมาแปลงค่าของข้อมูลและทำการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ ของการคำนวณแบบเลื่อนหน้าต่าง (Sliding Window) ก่อนที่จะถูกส่งเข้าไป ทำการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรมแมตแล็บ เพื่อที่จะหาโครงสร้างที่ดีที่สุดซึ่งมีค่า Mean Square Error น้อยที่สุด ที่สร้าง จากข้อมูลที่มีอยู่ การทดสอบการทำงานจัดทำโดยการทำนายสมการเชิง อนุพันธ์ห้วงเวลา(DDE) ในรูปแบบของเทคนิคที่เรียกว่าแม็กกีกลาส (Mackey-Glass) ทำนายราคาหุ้นในกลุ่ม SET50

2. ข้อมูลอนุกรมเวลาของสมการแม็กกีกลาสและข้อมูลหุ้น SET50

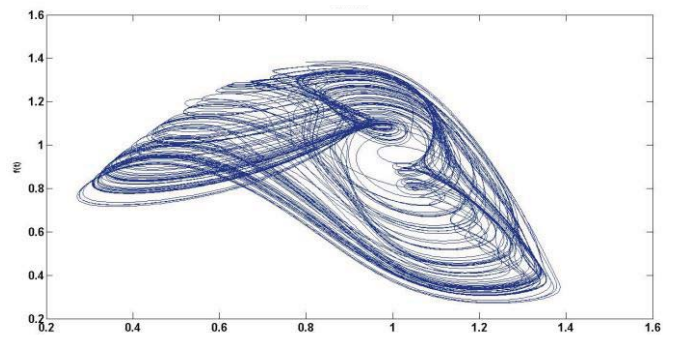
สมการแม็กกีกลาส คือสมการที่อยู่ในรูปแบบของสมการดิฟเฟอเรนเชียลโดยมีค่าห้วงเวลาและฟังก์ชันไม่เป็นเชิงเส้นปรากฏอยู่ด้วย ซึ่งส่งผล ให้ผลของอันดับในสมการเป็นอนันต์และสามารถแสดงพฤติกรรมแบบ ซับซ้อนที่เรียกว่าสัญญาณอลวน ซึ่งได้ถูกนำมาเป็นมาตรฐานในการ ตรวจสอบระดับความแม่นยำของสัญญาณแบบไม่เป็นเชิงเส้น สมการแม็กกีกลาสสามารถอธิบายได้ดังนี้

$$\frac{dx(t)}{dx} = \frac{ax(t-\tau)}{1+X(t-\tau)^{10}} - bX(t) \quad (1)$$

เราสร้างข้อมูลเพื่อฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายจากสมการข้างต้นได้โดยใช้ วิธี 4th-Order Runge-Kutta ด้วยค่า Step Size เท่ากับ 0.1 และ $T = 23$ โดยใช้ข้อมูล 300 ชุด กำหนดค่าเริ่มต้น (Initial Condition) เท่ากับ 0.8 ใน การทดสอบโครงข่ายนั้นมีการกำหนดค่าต่างๆ เหมือนกับที่กำหนดในการ



ก) ข้อมูลในแกนเวลาของสมการแม็กกีกลาส



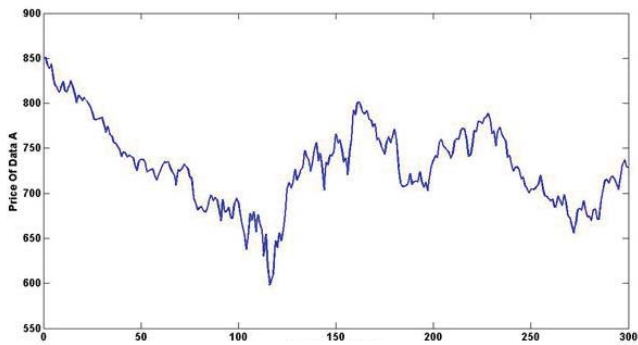
ข) ตัวดึงดูดประหลาดในปริภูมิสถานะ

รูปที่ 1 ข้อมูลจากสมการแม็กกีกลาส 300 จุดและตัวดึงดูดประหลาด

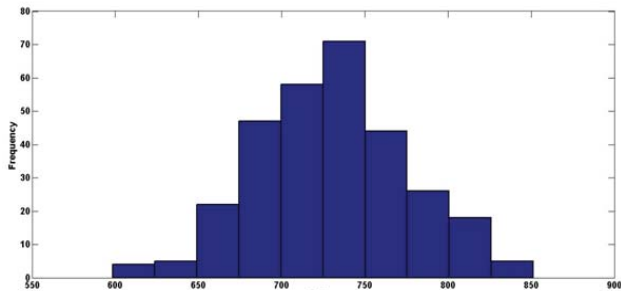
ทำนายจากข้อมูลจริง รูปที่1 แสดงข้อมูลจากสมการแม็กกีกลาส 300 จุดและ ตัวดึงดูดประหลาด ซึ่งจะเห็นว่ารูปแบบของข้อมูลเป็นแบบไม่เป็นเชิงเส้น ไม่ สามารถทำนายได้ นอกจากนี้จะเห็นชัดเจนว่าตัวดึงดูดประหลาดในปริภูมิ สถานะมีความเป็นอลวน ดังนั้นจึงเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการทดสอบการ ทำนายข้อมูลแกนเวลาเป็นอย่างดี

SET50 Index คือ ดัชนีราคาหุ้นที่ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย จัดทำขึ้น เพื่อใช้แสดงระดับและความเคลื่อนไหวของราคาหุ้นสามัญ 50 ตัวที่ มีมูลค่าตลาดสูงและการซื้อขายมีสภาพคล่องสูงอย่างสม่ำเสมอและมีสัดส่วนผู้ ถือหุ้นรายย่อยผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตลาดหลักทรัพย์ได้กำหนดให้มีการ พิจารณาปรับรายการหลักทรัพย์ที่ใช้ในการคำนวณ SET50 Index และ SET100 Index ทุกๆ 6 เดือน ทั้งนี้เพื่อความเหมาะสมและสอดคล้องกับการ เปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นกับภาวะการณ์ในตลาดหลักทรัพย์โดยใช้การ คำนวณแบบถ่วงน้ำหนักด้วยมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาดและมีปรับฐาน การคำนวณดัชนีทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงมูลค่าของหลักทรัพย์ที่ใช้ในการ คำนวณเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนหลักทรัพย์ของหลักทรัพย์ที่เป็นผล มาจากเหตุการณ์ต่างๆ โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีราคา SET50 สามารถหาได้

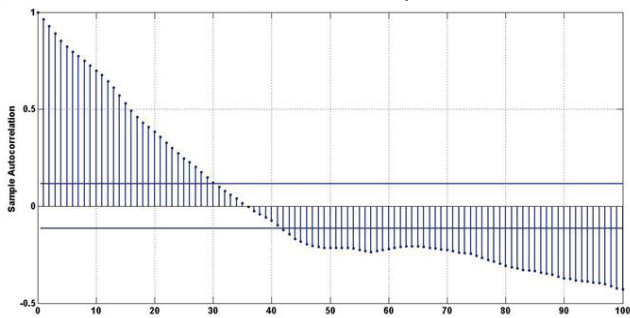
จาก $(CMV/BMV) \times 1,000$ เมื่อ CMV คือมูลค่าตลาดรวม ณ วันปัจจุบันและ BMV คือมูลค่าตลาดรวม ณ วันฐาน ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้มาใช้เป็นข้อมูลรายค่าย่อนหลังของ SET50 Index ในแบบรายวันซึ่งในแต่ละวันนั้นข้อมูลจะประกอบไปด้วย ราคาเปิด(Open), ราคาปิด(Close), ราคาสูงสุด(High), ราคาต่ำสุด(Low), ราคาปิดของวันก่อนหน้า(Prior) และ การเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้น Change(Chg)



ก) ราคาจริงของหุ้น SET 50 ในแกนเวลา



ข) ฮิสโทแกรมราคาจริงของหุ้น SET 50



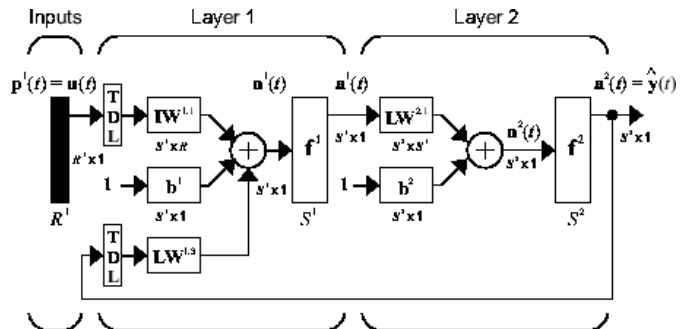
ค) สหสัมพันธ์ของราคาจริงของหุ้น SET 50

รูปที่ 2 ข้อมูลราคาจริง ฮิสโทแกรมและสหสัมพันธ์ของ SET50

จำนวน 300 ข้อมูลโดยเริ่มตั้งแต่ราคาของ วันที่ 4 มกราคม 2554 จนถึง วันที่ 22 มีนาคม 2555 โดยเลือกใช้ ราคาเปิด ราคาปิด และราคาปิดของวันก่อนหน้าเป็นหลัก ซึ่งความสัมพันธ์ของข้อมูลและลักษณะของข้อมูลต่างๆจะเป็นดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยกราฟข้อมูลบนแกนเวลา การกระจายของข้อมูลและค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูล

3. การทำนายข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ NARX

การทดลองหาโครงสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม MATLAB ได้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น (Multilayer Feed Forward Neural Network) โดยนำการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation) มาใช้ เนื่องจากเป็นโครงข่ายที่สามารถเรียนรู้ได้โดยการปรับค่าน้ำหนัก เพื่อลด



รูปที่ 3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ NARX.

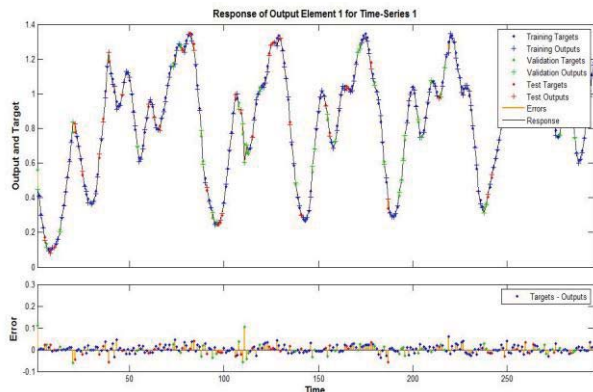
ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลส่งออก(Output) และค่าเป้าหมายของการฝึกสอน(Target) ซึ่งเป็นประโยชน์ในกรณีที่ลดค่าความคลาดเคลื่อนที่ออกมานั้นมีค่าที่สูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ และต้องมีการปรับสอนโครงข่ายอีกครั้ง

ในขั้นตอนของการฝึกสอนข้อมูล (Data Training) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในโปรแกรม MATLAB นั้นได้เลือกใช้เครื่องมือที่เรียกว่า nnstart จากนั้นเลือกที่ Time Series Tool (ntstool) โดยเราจะใช้ NARX ในการฝึกสอนโครงข่าย ขั้นตอนต่อจากนั้นเป็นการกำหนดข้อมูลขาเข้า (Input) เป็นราคาปิดของวันก่อนหน้าจำนวน 300 วัน และเป้าหมายของการฝึกสอน (Targets) เป็นข้อมูลราคาปิดของแต่ละวันจำนวน 300 วัน เช่นกัน โดยการกำหนดสัดส่วนในการฝึกสอนจะทำการแบ่งเป็นสามส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งใช้เป็นการฝึกสอน (Training) จำนวน 70% ซึ่งคิดเป็น 210 ข้อมูล ส่วนที่สองนั้นเป็นส่วนที่ใช้วัดค่าเหตุผล (Validation) จำนวน 15% ซึ่งคิดเป็น 45 ข้อมูล และในส่วนที่สามนั้นใช้ทำการทดสอบผล (Testing) จำนวน 15% คิดเป็น 45 ข้อมูล ซึ่งหลังจากการกำหนดสัดส่วนเสร็จสิ้นลงขั้นตอนต่อไปจะทำการกำหนดโครงสร้างของโครงข่าย ซึ่งในการทดลองนี้กำหนดค่าชั้นแฝง (Number of Hidden Neurons) เป็น 20 และ Number of delays เป็น 4 เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจึงทำการฝึกสอนในรูปแบบการฝึกสอนที่เรียกว่า Levenberg-Marquardt Back Propagation (trainlm) กำหนดรอบในการฝึก (Epoch) เป็น 1000 รอบและใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เป็นตัววัดผลการทดลอง ในส่วนการทำนายข้อมูลโดยใช้สมการแม็กกิลลาสั้นทำได้โดยการนำผลที่ได้จากสมการจำนวน 300 ข้อมูลมาทำการฝึกนั้นจะมีขั้นตอนเหมือนกับการทดสอบกับราคาจริงจะแตกต่างที่ค่าของข้อมูลขาเข้า (Input) นั้นเคยใช้ราคาก่อนหน้า (Prior) ได้ทำการเปลี่ยนเป็น

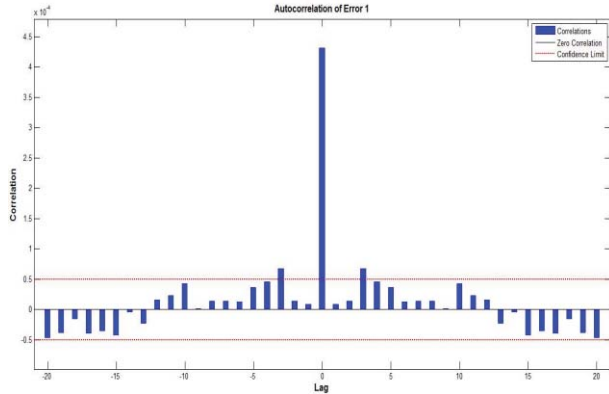
ข้อมูลจากสมการแม็กก็กลาสเข้าไปแทนจากนั้นจึงทำการฝึกสอนโดยใช้รูปแบบและโครงสร้างของโครงข่ายเช่นเดิม

4. ผลการจำลองและการวิเคราะห์ผลการทำนายข้อมูลอนุกรมเวลา

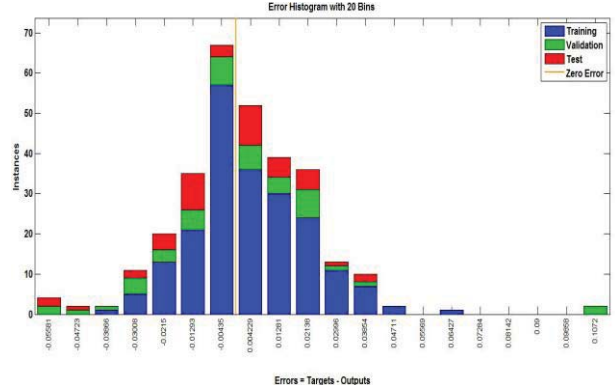
การทดลองได้ใช้ข้อมูลจากสมการแม็กก็กลาสนั้นมาทำการฝึกสอนจากโครงข่ายประสาทเทียมเช่นเดียวกับการทดสอบจากราคาจริงนั้นได้ผลจากการฝึกสอน (Training) จะได้ค่าที่วัดจากค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเท่ากับ 2.88515e-4 ค่าการให้เหตุผล (Validation) มีค่าเท่ากับ 1.03991e-3 และค่าที่ได้จากการทดสอบ (Testing) มีค่าเท่ากับ 4.94114e-4 ดังรูปที่ 4



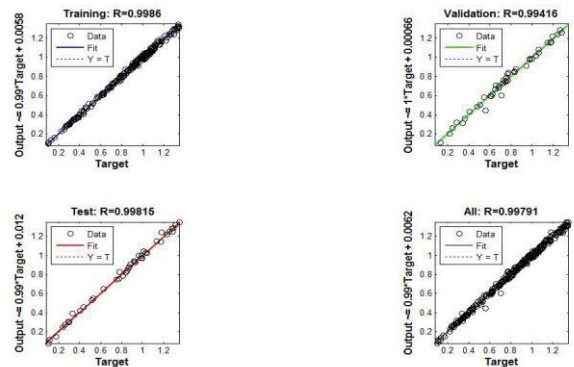
ก) กราฟแสดงการทำนายโดยใช้ข้อมูลจากสมการแม็กก็กลาส



ค) ความผิดพลาดของค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูล

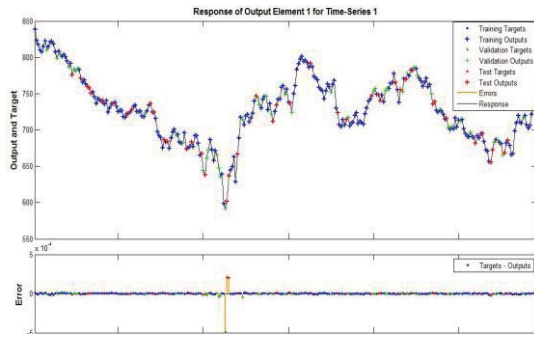


ข) ฮิสโตแกรมของค่าความผิดพลาด

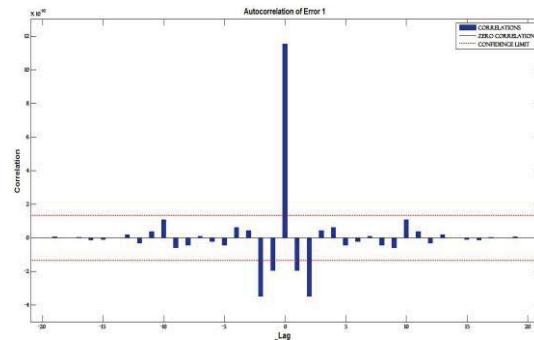


ง) กราฟแสดงความสัมพันธ์จากสมการแม็กก็กลาสกับข้อมูลที่ทำนายได้

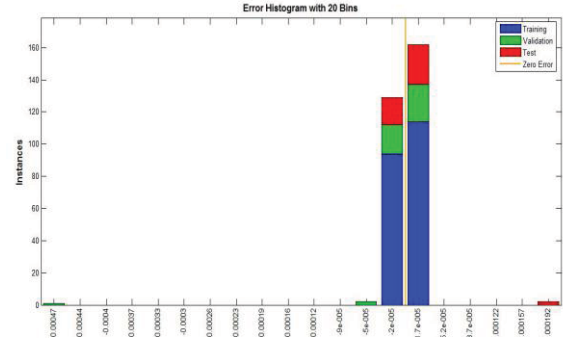
รูปที่ 4 การฝึกสอนรูปแบบการทำนายข้อมูลโดยอ้างอิงข้อมูลจากสมการแม็กก็กลาส



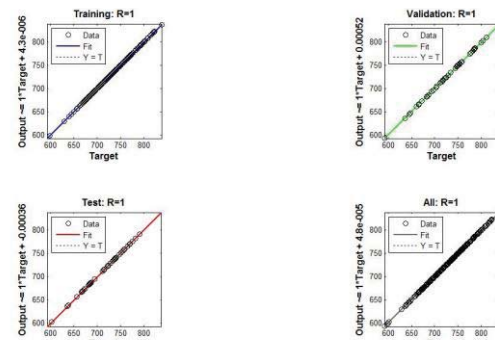
ก) ผลการทำนายข้อมูล SET50



ค) ความผิดพลาดของค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูล



ข) ฮิสโตแกรมของค่าความผิดพลาด



ง) กราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายได้

รูปที่ 5 การฝึกสอนรูปแบบทำนายข้อมูลโดยอ้างอิงจากราคาจริง

ส่วนผลจากการทดลองการทำนายโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ค่าข้อมูลขาเข้าและเป้าหมายที่ต้องการอ้างอิงเป็นราคาจริงในตลาดหลักทรัพย์นั้น ได้ผลจากการฝึกสอน (Training) ได้ค่าที่วัดจากค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเป็น $2.59627\text{e-}11$ ค่าการให้เหตุผล (Validation) มีค่าเท่ากับ $5.66047\text{e-}9$ และค่าที่ได้จากการทดสอบ (Testing) มีค่าเท่ากับ $1.97779\text{e-}9$ ดังรูปที่ 5

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกชุดของข้อมูลที่จะนำมาฝึกสอนนั้นมีนัยสำคัญจนทำให้ผลการทำนายมีค่าเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างมากซึ่งจะสังเกตได้จากผลการทดลองของทั้งสองชุดการทดลองนำมาเปรียบเทียบกันโดยการทดลองที่อ้างอิงจากราคาจริงนั้นมีความผิดพลาดที่ต่ำ ซึ่งก็เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นจัดว่าอยู่ในระดับที่ดี ส่วนการทดลองอีกชุดนั้นที่ได้ทำการทดลองโดยอ้างอิงข้อมูลจาก สมการแม็กก็กลาสแสดงให้เห็นชัดเจนถึงความไม่เป็นเชิงเส้นอย่างชัดเจนซึ่งสามารถสังเกตได้จากค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ นั้นมีค่าความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับต่ำ เมื่อนำเข้ามาทำการฝึกสอนและทำนายออกมาจึงพบว่าค่าความผิดพลาดของการทำนายนั้นมีมากกว่าการทำนายจากราคาจริง จึงสรุปผลได้ว่าการทำนายราคาหุ้น SET50 นั้นเมื่อใช้ข้อมูลขาเข้าที่เป็นราคาจริงที่มีความสัมพันธ์กับราคาที่เราต้องการทำนายยิ่งสูงก็จะส่งผลให้การทำนายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการทำนายอนุกรมเวลาของราคาหุ้นด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous Inputs ซึ่งใช้โครงสร้างรูปแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น เพื่อการทำนายค่าที่ต้องการแบบล่วงหน้าโดยการปรับค่าน้ำหนักและค่าไบแอสของโครงข่ายและนำข้อมูลย้อนหลังที่ต้องการทำนายมาใช้ในการคำนวณในแบบอนุกรมเวลา จากการทดลองได้ใช้ข้อมูลจากสมการแม็กก็กลาสนั้นมาทำการฝึกสอนจากโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเท่ากับ $2.88515\text{e-}4$ ค่าการให้เหตุผล (Validation) มีค่าเท่ากับ $1.03991\text{e-}3$ และค่าที่ได้จากการทดสอบ (Testing) มีค่าเท่ากับ $4.94114\text{e-}4$ ส่วนการทำนายราคาจริงในตลาดหลักทรัพย์นั้น ได้ผลจากการฝึก (Training) ได้ค่าที่วัดจากค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเท่ากับ $2.59627\text{e-}11$ ค่าการให้เหตุผล (Validation) มีค่าเท่ากับ $5.66047\text{e-}9$ และค่าที่ได้จากการทดสอบ (Testing) มีค่าเท่ากับ $1.97779\text{e-}9$ จากผลของค่าความผิดพลาดที่ต่ำแสดงว่าการทำนายอนุกรมเวลาของราคาหุ้นด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous Inputs สามารถนำมาใช้ทำนายข้อมูลได้เป็นอย่างดีและประยุกต์ใช้ในองค์กรต่างๆได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณรัชนิกร หิรัญ สำหรับข้อมูลราคาหุ้นจริง ย้อนหลังคุณจิรติ สรรเสริญ สำหรับคำปรึกษาทางด้านภาษา และขอขอบคุณฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นสำหรับการสนับสนุนการทำวิจัยภายใต้โครงการจัดตั้งห้องวิจัยระบบอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] "SET50 & SET100Indices Rule", ฝ่ายพัฒนารูธุรกิจ-ตราสารหนี้และอื่น ๆ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, มกราคม 2556
- [2] Wilton.W.T. Fok, IAENG, Vincent.W.L. Tam, Hon N, "Computational Neural Network for Global Stock Indexes Prediction", Proceedings of the World Congress on Engineering 2008 Vol II, WCE 2008, July 2 - 4, 2008, London, U.K.
- [3] Mike P. Haniyas, and Panayiotis G. Curtis, "Time Series Prediction of Dollar\Euro Exchange Rate Index", International Research Journal of Finance and Economics, ISSN 1450-2887, Issue 15, Euro Journals Publishing, 2008.
- [4] Ali Moeini Associate Professor, "Forecasting Gold Price via Chaotic Models and Lyapunov Exponent", Faculty of Engineering, University of Tehran, Mehdi Ahrari Econometrics Researcher, PartoKarimi Bs in Apply Mathematics, Faculty of Sciences, University of Tehran
- [5] ร้อยโทสุวรรณบุญวิจิตร, "ระบบการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าหน้าปี 5 เปอร์เซนต์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต", คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2549
- [6] เกียรติศักดิ์จันทร์แก้ว และ สุพจน์นิตย์ สุวัฒน์ "การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อนุกรมเวลาราคาปาล์มน้ำมันโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันพหุนามและโครงข่ายประสาทเทียม", คณะวิทยาศาสตร์ สาขาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2011