

การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ Artificial Neural Network Forecasting for Stock Indices

วชิราภรณ์ แก้วมัตย์ (Wachiraporn Kaewmart)* ดร.สุรชัย จันทร์จรัส (Dr.Surachai Chancharat)^{1**}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมของดัชนีราคาหลักทรัพย์ของ 9 ประเทศหลัก ได้แก่ ไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น และฮ่องกง โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของดัชนีราคาหลักทรัพย์ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2555 รวมจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 1,435 วันเป็นข้อมูลชุดแรกสำหรับสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และข้อมูลชุดที่สองคือ วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 รวมประมาณ 100 วัน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ แล้วนำข้อมูลนี้มาสร้างรูปแบบการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม แบบหลายชั้น ได้แก่ 1 ชั้นอินพุต (input layer) 1 ชั้นซ่อนเร้น (hidden layer) และ 1 ชั้นเอาต์พุต (output layer) และให้การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบแพร่ย้อนกลับ

ผลการศึกษาพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำโดยมีค่า MAPE ของข้อมูลชุดทดสอบ (test) ของประเทศต่างๆ ได้แก่ ไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น และฮ่องกง มีค่า MAPE 0.198, 0.2367, 0.1983, 0.4191, 0.9812, 0.7045×10^{-4} , 0.5206, 0.5157×10^{-3} และ 0.6634×10^{-5} ตามลำดับ

ABSTRACT

The objective of this study is to find the Artificial Neural Network model of 9 countries such as Thailand, Singapore, Malaysia, Indonesia, Philippine, United states of America, England, Japan and Hong Kong by use closing price data since January 1st 2007 to June 29th 2012 total amount 1,435 days are the first section data for create the Artificial Neural Network model and the closing price data since July 2nd to November 30th, 2012 total amount 100 days are the second section data for test the forecasting efficiency. Then use this data to create multi-layer Neural Network such as Input layer, Hidden layer and Output layer, and trained with back propagation. As a result of this study, the Neural Networks with the back propagation gives forecasting accuracy with the MAPE tests of each country respectively include Thailand is 0.198; Singapore is 0.2367; Malaysia is 0.1983; Indonesia is 0.4191; Philippines is 0.9812; United States of America is 0.7045×10^{-4} ; England is 0.5206; Japan is 0.5157×10^{-3} and Hong Kong is 0.6634×10^{-5} , respectively.

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม ดัชนีราคาหลักทรัพย์ การพยากรณ์

Key Words: Artificial neural network, Stock index, Forecasting

¹ Correspondent author: csurac@kku.ac.th

* นักศึกษา หลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัจจุบันตลาดเงินและตลาดทุนถือได้ว่าการเปลี่ยนแปลงจากอดีตที่ผ่านมาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเศรษฐกิจโลกและความผันผวนของตลาดเงินและตลาดทุนทำให้ไทยจำเป็นต้องปรับกฎระเบียบให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของโลก [1] ปัญหาที่ผู้ลงทุนจะต้องเผชิญหน้ามีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่นักลงทุนรายย่อยเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากและการที่ตลาดทุนขยายตัวออกไปในยุคไร้พรมแดนปัญหาที่เกิดขึ้นแม้จะมีความซับซ้อนและส่งผลกระทบมากเพียงไรแต่หลักการที่สำคัญอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาก็คือผลประโยชน์ของผู้ลงทุน เมื่อผู้ลงทุนตัดสินใจนำเงินที่มีอยู่มาลงทุนสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ผู้ลงทุนควรพิจารณาคือผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนจะได้รับซึ่ง ผลตอบแทนจากการลงทุนจึงมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์

การเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่จะชี้ให้เห็นว่าตลาดหลักทรัพย์มีเสถียรภาพหรือไม่ โดยถ้าตลาดหลักทรัพย์มีการพัฒนาและเติบโตอย่างมีเสถียรภาพ ก็จะสร้างความมั่นใจให้กับนักลงทุนในการที่จะลงทุนในตลาดและผู้ระดมเงินทุนก็วางใจที่จะเข้ามาระดมทุนในตลาดสูงขึ้น แต่ถ้าตลาดมีความผันผวนสูงและราคาหลักทรัพย์มิได้สะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าที่แท้จริงรวมทั้งมีการใช้ข้อมูลภายในเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่บุคคลบางกลุ่มย่อมจะเป็นผลเกี่ยวกับความผันผวนของหลักทรัพย์ ความผันผวนของราคาหลักทรัพย์เป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความเสี่ยงในการลงทุนถ้าระดับความผันผวนสูงแสดงว่าความเสี่ยงในการลงทุนสูงและอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง (expected return) ของนักลงทุนจะเพิ่มขึ้นด้วยดังนั้นการตัดสินใจลงทุนในหลักทรัพย์ย่อมใช้ความระมัดระวังมากขึ้นโดยเฉพาะถ้าระดับความผันผวนดังกล่าวเพิ่มขึ้นสูงโดยไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันพื้นฐานหมายความว่า การเคลื่อนไหวของราคาหลัก

ทรัพย์ไม่สมเหตุสมผลและทำให้ตลาดทุนไม่สามารถเป็นแหล่งจัดสรรเงินทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ [2]

การที่ดัชนีราคาหลักทรัพย์มีลักษณะที่ขึ้นลงอยู่ตลอดเวลาจึงเป็นข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network – ANNs) ในการพยากรณ์ข้อมูลเนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมเหมาะกับอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นเชิงเส้น [3] เนื่องจากไม่สนใจเงื่อนไขความสัมพันธ์ของตัวแปร การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม คือเมื่อมีข้อมูลนำเข้า (input) เข้าไปโครงข่ายประสาทเทียมจะให้ค่าน้ำหนักในแต่ละ input จากนั้นโครงข่ายประสาทเทียมจะทำการรวมแล้วส่งผลออกมาในรูปผลลัพธ์ (output) ที่จะทำงานได้เอง โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ของระบบ ผู้ที่นำไปใช้เพียงแค่หาารูปแบบโครงข่ายที่เหมาะสมที่สุดผ่านการทดลองกับชุดฝึกสอน (training data set) ที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่พึงพอใจมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมได้แก่งานวิจัยของ [4, 5] งานวิจัยเหล่านี้ต่างให้ข้อสรุปที่เหมือนกัน คือโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าแบบจำลองทางสถิติ ARIMA และ GARCH

ความสามารถของแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ ถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการสร้างคำพยากรณ์ที่แม่นยำ มีงานวิจัยหลายเล่มที่นำแบบจำลองเชิงเส้น มาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาให้เห็นกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากแบบจำลองเชิงเส้นมีความง่ายในการตีความและนำไปใช้แต่จะมีข้อจำกัดในประสิทธิภาพการพยากรณ์ข้อมูลในโลกแห่งความเป็นจริง [6] เช่นแบบจำลองที่เป็นเชิงเส้นที่นิยมใช้คือ ARIMA ดังนั้น เพื่อที่จะพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นเชิงเส้น จึงมีการพัฒนาแบบจำลองที่นิยมใช้กันคือ GARCH จัดได้ว่าเป็นยุคที่สองของแบบจำลองอนุกรมเวลา แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแบบจำลองใหม่นี้ก็คือ แบบจำลองจะถูกออกแบบให้เหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข

ในการเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาบ่อยครั้งจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ และต้องหลีกเลี่ยงปัญหาในการออกแบบที่ผิดพลาด ตัวแบบจะประกอบไปด้วยเงื่อนไขความสัมพันธ์กันของตัวแปรและค่าพารามิเตอร์หลายแบบซึ่งยิ่งมีมากก็จะยิ่งผิดพลาดได้ง่ายขึ้น [6] และมีการพัฒนามาใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นเชิงเส้น เนื่องจากแบบจำลองนี้จะไม่สนใจความสัมพันธ์ของตัวแปรจึงเป็นแบบจำลองที่แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้แบบจำลองแบบ GARCH ด้วยเหตุนี้การศึกษาหาตัวแบบดัชนีตลาดหลักทรัพย์ของประเทศต่าง ๆ 9 แห่ง จึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศต่าง ๆ 9 แห่ง ได้แก่ ไทย (SET Thailand) สิงคโปร์ (Straits Times) มาเลเซีย (KLSE Composite) อินโดนีเซีย (JSX Composite) ฟิลิปปินส์ (PSE Composite), สหรัฐอเมริกา (Dow Jones) อังกฤษ (Financial) ญี่ปุ่น (Nikkei) และฮ่องกง (Hang Seng) การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์โดยปกติแล้วเป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และถูกกระทบได้ง่ายจากหลายปัจจัย หากสามารถพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ในอนาคตได้แม่นยำจะเป็นประโยชน์ต่อนักลงทุนและยังมีประโยชน์ต่อการพัฒนาตลาดหลักทรัพย์ในด้านการสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักลงทุนอีกด้วย

วิธีการวิจัย

ข้อมูลในการวิจัย

ข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์รายวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2555 รวมทั้งสิ้น 1,435 ข้อมูล เป็นข้อมูลส่วนแรกเพื่อสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และข้อมูลส่วนที่ 2 คือข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 กรกฎาคม

พ.ศ. 2555 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 รวมประมาณ 100 วัน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เพื่อทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศต่าง ๆ 9 แห่ง ได้แก่ ดัชนีราคาหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น และฮ่องกง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้จากฐานระบบอินเทอร์เน็ตของธนาคารแห่งประเทศไทย (www.bot.or.th) โดยใช้โปรแกรม Matlab 2007b ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Neural Network) จะประกอบด้วยชั้นของข้อมูลเบื้องต้น 3 ชั้น เรียงกันเป็นชั้นๆ ได้แก่ ชั้นอินพุต (input layer) ชั้นซ่อนเร้น (hidden layer) และชั้นเอาต์พุต (output layer) โดยสามารถเข้าใจง่ายและมีการประยุกต์ใช้งานโดยทั่วไป การปรับสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนคือ

- 1) ขั้นตอนการคำนวณไปข้างหน้า (feed forward) จากชั้นอินพุตไปยังชั้นซ่อนเร้น และไปสู่ออกพุต
- 2) ขั้นตอนการคำนวณและการแทนค่ากลับของผลรวมของความผิดพลาดของสัญญาณออกกับค่าเป้าหมาย
- 3) ขั้นตอนการปรับค่าน้ำหนัก (weight) หลังจากที่ได้โครงข่ายได้ผ่านการเรียนรู้แล้ว จะเป็นการนำตัวโครงข่ายไปประยุกต์ใช้งาน ขั้นตอนนี้จะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการคำนวณไปข้างหน้าเพียงขั้นตอนเดียว โดยจะนำค่าน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือที่ได้ผลลัพธ์มาจากการทดลอง และการฝึกระบบ โดย

การสร้างค่าพยากรณ์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptrons, MLP) แบบ feed forward 3 ชั้น ประกอบไปด้วยชั้นนำข้อมูลเข้า ชั้นซ่อนเร้น และชั้นผลลัพธ์ ซึ่งรูปแบบนี้เพียงพอต่อการฝึกให้แก้ปัญหาต่างๆ ได้ [7] และใช้การเรียนรู้แบบแพร่กลับ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่มดังตารางที่ 1 จากสัดส่วนข้อมูลในตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการฝึกระบบโครงข่ายประสาทเทียมโดยกำหนดพารามิเตอร์ของโครงข่ายดังตารางที่ 2

การพิจารณาตัวแปรเข้า (input node)

เนื่องจากข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์ของแต่ละประเทศเป็นข้อมูลที่มีฤดูกาลและแนวโน้ม จึงทำให้ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวแปรนำเข้าที่คำนึงผลของฤดูกาลเป็นหลัก และผู้วิจัยได้ออกแบบจำนวนนิวรอนในชั้น input [8] ดังนี้

1. ดัชนีราคาหลักทรัพย์ในวันถัดไปตามลำดับดังนี้ $t-1$, $t-2$, $t-3$, $t-4$ และ $t-5$ โดยแต่ละลำดับคือตัวแปรนำเข้าที่ 1-5 ตามลำดับ
2. ดัชนีราคาหลักทรัพย์เฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 วัน และ 5 วัน (Moving Average) เป็นตัวแปรนำเข้าที่ 6 และ 7 ตามลำดับ
3. ผลต่างของดัชนีราคาหลักทรัพย์ ณ วันนี้กับวันก่อนหน้า ($t - t_{t-1}$) เป็นตัวแปรนำเข้าที่ 8
4. จากค่าผลต่างในข้อ 3 ใส่รหัส 0.8 คือผลต่างที่เป็นบวก และ 0.2 คือผลต่างที่เป็นลบและ 0 สำหรับผลต่างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรนำเข้าที่ 9
5. ค่าสมบูรณ์ของผลต่างดัชนีราคาหลักทรัพย์ในข้อ 3 เป็นตัวแปรนำเข้าที่ 10

การที่ออกแบบตัวแปรนำเข้าตามข้อ 1- 5 เนื่องจากข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์เป็นข้อมูลที่มีฤดูกาลและแนวโน้ม ตัวแปรนำเข้าตามข้อ 1 สาเหตุที่เป็น $t-1$ - $t-5$ เนื่องจากตลาดหุ้นเปิดทำการ 5 วันทำการหยุดวันเสาร์อาทิตย์ จึงส่งผลให้ผู้วิจัยใช้ $t-1$ ถึง $t-5$ ส่วนตัวแปรนำเข้าตามข้อ 2 ผู้วิจัยออกแบบตาม Moving Average จากข้อมูล 5 วันทำการผู้

วิจัยได้นำมาเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 และ 5 วัน ตามลำดับ ส่วนตัวแปรนำเข้าข้อ 3 เพื่อพิจารณาที่ค่าผลต่างระหว่างวันนี้กับวันก่อนหน้า ว่ามีผลกับการพยากรณ์ในวันถัดไปหรือไม่ ส่วนตัวแปรนำเข้าตามข้อ 4 ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวแปรนำเข้าให้เหมือนกับแบบจำลอง Exponential Smoothing และตัวแปรนำเข้าข้อที่ 5 ผู้วิจัยออกแบบให้โครงข่ายเรียนรู้ถึงค่าดัชนีราคาหลักทรัพย์ที่มีค่ามากกว่า 0 จึงได้ใช้เป็นค่าสมบูรณ์

การวัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์

เมื่อหาแบบจำลอง Neural Networks ของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ประเทศต่างๆ แล้วนำตัวแบบนั้นมาพยากรณ์ล่วงหน้าทีละวัน เป็นจำนวน 100 วัน แล้วจึงนำค่าพยากรณ์มาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนด้วยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้โดยใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative) ซึ่งอยู่ในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมีความเหมาะสมต้องการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นที่ใช้ข้อมูลและแบบจำลองที่แตกต่างกันได้โดยมีสมการดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100$$

เมื่อ e_t คือ ความคลาดเคลื่อน, Y_t คือ ข้อมูลจริง และ n คือจำนวนข้อมูล

ผลการวิจัย

พิจารณากราฟข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์ทั้ง 9 ประเทศ จำนวน 1,435 วัน โดยพิจารณาจากกราฟดัชนีราคาหลักทรัพย์ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างดังภาพที่ 1 จะสังเกตเห็นกราฟมีลักษณะที่ผันผวนมาก แต่จะมีหลายช่วงที่มีลักษณะขึ้น-ลง เป็นรูปคลื่น ส่งผลให้ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวแปรนำเข้าที่คำนึง

ผลของฤดูกาลเป็นหลัก ซึ่งได้อธิบายการพิจารณาตัวแปรนำเข้าไว้แล้ว และได้จำนวนนิวรอนในชั้นนำข้อมูลเข้าทั้งหมด 10 นิวรอน เนื่องจากข้อจำกัดในการประมวลผล (จำนวนนิวรอนยิ่งมาก ยิ่งใช้เวลาฝึกนานมากขึ้น) การพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้กฎการปรับค่าน้ำหนักแบบแพร่ย้อนกลับ ซึ่งออกแบบให้มีจำนวนชั้นซ่อนเร้นเพียง 1 ชั้น ก็เพียงพอแล้วที่ทำให้แบบจำลองมีความสามารถในการประมาณค่าให้คล้อยตามข้อมูลจริง [9] และได้จำนวน hidden nodes ตั้งแต่ 3 – 90 nodes จำนวนนิวรอนในชั้นข้อมูลผลลัพธ์ การวิจัยนี้ใช้ผลลัพธ์คือค่าพยากรณ์ 1 วันถัดไป

การฝึกโครงข่ายประสาทเทียมจะทำการฝึกกับข้อมูลกลุ่มตัวอย่างชุดที่ 1 จำนวน 60% ของ 1,435 วัน ได้จำนวนข้อมูลที่จะใช้ฝึก จำนวน 861 วัน ในการฝึกโครงข่ายได้กำหนดพารามิเตอร์ของโครงข่ายดังตารางที่ 2 การพิจารณาเลือกฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นนำข้อมูลเข้าและชั้นซ่อนเร้น สามารถเลือกใช้ฟังก์ชันได้ระหว่าง Logarithmic Sigmoid Function (Logsig) หรือ Tangent Sigmoid Function (Tansig) จากการพิจารณาภาพที่ 1 การเคลื่อนไหวของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ของ ประเทศต่างๆ เพื่อให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของระบบ (เส้น Train) ที่ดีขึ้นเรื่อยๆ หลังจากผ่านรอบการเรียนรู้ (Epochs) ที่ 1,000 ขึ้นไป งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบ Tansig ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบ Logsig สำหรับการพิจารณาฟังก์ชันอัลกอริทึมในการปรับค่าน้ำหนักในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ Levenberg-Marquardt (LM) ในการฝึกระบบที่ดีกว่าฟังก์ชันอัลกอริทึม Scale conjugate gradient (SCG) เนื่องจาก LM จะใช้เวลาในการปรับน้ำหนักกับข้อมูลชุดฝึกสอนได้ดีและรวดเร็วกว่าฟังก์ชัน SCG เมื่อทำการฝึกโครงข่ายเสร็จสิ้นทั้ง 5,050 โครงข่าย ระบบจะให้ค่า MAPE ที่ได้จากการนำข้อมูลกลุ่มทดสอบมาทำการพยากรณ์ข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์รายวันของประเทศต่างๆ และได้จำนวนนิวรอนในโครงข่ายของแต่ละประเทศดังตารางที่ 3

จากการพยากรณ์ข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศต่างๆ 9 ประเทศโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ของระบบโครงข่ายแบบแพร่ย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ข้อสรุปจำนวนนิวรอนในโครงข่ายประสาทเทียมดังตารางที่ 3 และได้ทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE ของข้อมูล 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. Train 2. Test และ 3. Validation ตามสัดส่วนที่ได้กล่าวไว้แล้วในตารางที่ 1 และได้แสดงผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์แต่ละประเทศดังตารางที่ 4 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบกราฟค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในข้อมูลชุดทดสอบ (test) ของแต่ละประเทศ ดังภาพที่ 2

กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในข้อมูลชุดทดสอบประเทศต่างๆ พบว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกันมาก นั้นแสดงให้เห็นว่า ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมของประเทศต่างๆ นี้มีความแม่นยำที่สูง เนื่องมาจากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำลองที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-Parametric) และใช้หลักการเรียนรู้ของแบบจำลองในการสร้างความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักและโครงสร้างภายในโครงข่าย ซึ่งมีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีความผันผวนมาก ซึ่งยากต่อการหาความสัมพันธ์ทางสถิติ

สรุป

บทความนี้ นำเสนอตัวแบบการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศต่างๆ 9 แห่งได้แก่ ไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น และฮ่องกง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ข้อมูล การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ feed forward 3 ชั้น ประกอบไปด้วย 1 ชั้นนำข้อมูลเข้า 1 ชั้นซ่อนเร้น และ 1 ชั้นผลลัพธ์ และได้ใช้การเรียนรู้ของระบบโครงข่ายแบบแพร่ย้อนกลับ ผลการศึกษา

พบว่า โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำ โดยมีค่า MAPE ของข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์แต่ละประเทศดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 พบว่า ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมของดัชนีราคาหลักทรัพย์ 9 ประเทศเป็นตัวแทนที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง เหตุผลที่ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำมาก เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำลองที่ไม่ใช้พารามิเตอร์และใช้หลักการเรียนรู้ของแบบจำลองในการสร้างความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักและโครงสร้างภายในโครงข่าย ซึ่งมีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีความผันผวนมาก ซึ่งยากต่อการหาความสัมพันธ์ทางสถิติ และสร้างค่าพยากรณ์นอกกลุ่มตัวอย่างได้ดีกว่าแบบจำลองทางสถิติซึ่งผลงานวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ [4] และ [5]

จากการศึกษาตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมของดัชนีราคาหลักทรัพย์ 9 ประเทศในครั้งนี้ เป็นตัวแทนที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง เนื่องจากจำนวนนิวรอนในชั้นนำเข้าข้อมูล ผู้วิจัยได้พิจารณา ลักษณะข้อมูลที่ให้ออกแบบตัวแปรนำเข้าที่คำนึงถึงฤดูกาลเป็นหลัก จึงส่งผลให้ค่าจริงกับค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกันมาก เหมือนงานวิจัย [8] ที่ทำการพยากรณ์การส่งออกข้าวไทยโดยใช้เทคนิคทางสถิติและโครงข่ายประสาทเทียม ในการศึกษาพบว่า การใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์การส่งออกข้าวไทยให้ประสิทธิภาพดีกว่าเทคนิคทางสถิติ เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมเหมาะสมกับการพยากรณ์ข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้น จากข้อมูลการส่งออกข้าวไทย เป็นข้อมูลที่มีฤดูกาล จึงส่งผลให้ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวแปรนำเข้าโดยคำนึงถึงฤดูกาล เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจึงส่งผลให้ค่าพยากรณ์มีความแม่นยำที่สูง ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้จึงได้ข้อสรุปอีกอย่างว่า การออกแบบจำนวนนิวรอนในชั้นนำเข้าข้อมูลเข้า ควรพิจารณาจากลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการ

พยากรณ์ด้วย หากจำนวนนิวรอนที่ใช้น้อยเกินไป จะไม่สามารถหาความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลได้ แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้นิวรอนที่เกินมานั้นรบกวนการเรียนรู้ของระบบในรูปของคลื่นรบกวน (Noise) ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป

ในข้อมูลที่ลักษณะผันผวนมากและยากต่อการเรียนรู้ของระบบ ค่าน้ำหนักตั้งต้นที่โปรแกรมประยุกต์ส่วนใหญ่เลือกให้ จะมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งค่าน้ำหนักเหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้นด้วยการสุ่ม เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 1 ชั้นนำเข้า 1 ชั้นซ่อนเร้น และ 1 ชั้นนำข้อมูลออก สามารถเรียนรู้ปัญหาต่างๆ ได้มากมาย จึงควรเริ่มที่โครงข่ายแบบนี้ก่อน แต่เมื่อใดที่ต้องเพิ่มจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนเร้นให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ก็ควรที่จะเพิ่มจำนวนชั้นในชั้นซ่อนเร้นแทน เพื่อลดปัญหา Overfitting ที่เกิดได้ง่ายขึ้น และลดเวลาประมวลผลลงได้มาก เนื่องจากการที่มีจำนวนนิวรอนชั้นซ่อนเร้นมากแต่มีเพียงชั้นซ่อนเร้นเดียว จะใช้เวลาในการประมวลผลที่มากกว่า และจำนวนนิวรอนในชั้นนำข้อมูลเข้า ควรพิจารณาจากลักษณะข้อมูลที่จะใช้ เนื่องจากจำนวนนิวรอนที่น้อยเกินไป จะไม่สามารถหาความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลได้ แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้นิวรอนที่เกินมานั้นจะรบกวนการเรียนรู้ของระบบในรูปของคลื่นรบกวน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการค้นคว้า และวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น และขอขอบคุณประธานสอบและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการในการนำเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ด้านเศรษฐศาสตร์ ครั้งที่ 7 ณ มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์ ที่ร่วมแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะต่างๆ มาปรับปรุงบทความในครั้งนี้ จึงส่งผลให้การเขียนบทความนี้สำเร็จได้ดี

เอกสารอ้างอิง

1. Tientip S. Thailand and the capital market development in the next phase [Internet]. 2011 [updated 2011 March 10; cited 2011 March 14]. Available from: <http://www.thailand-business-news.com/markets/5830-stock-exchange-of-thailand-index-up-2-68#.URu6NK-CDFR4>
2. Thanomsri F. The degree of volatility of the securities [MBE thesis]. Bangkok: Thammasat University; 1994. Thai.
3. Rethymnon, Crete & Greece. Neural network linear forecast for stock returns. Int J Finance & Economics. 2001; 6: 245-254.
4. Darrat AF, Zhong M. On testing the random walk hypothesis: a model comparison approach. Int J Financial Review, 2000; 35(3): 105-124.
5. Kriangsak S. Prediction of stock price and security market index using neural net work model compare with ARIMA Method [MBA is]. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2009. Thai.
6. Granger CWJ, Terasvirta T. Modeling nonlinear economic relationships. New York: Oxford University Press; 1993.
7. Zhang GP, Patuwo BA. Cross validation analysis of neural network out-of-sample performance in exchange rate forecasting. Int J Decision Science. 1998; 30(1): 197-216.
8. Henry C, Boosarawongse R. Forecasting Thailand is rice export: statistical techniques vs. Artificial neural networks. Int J Computers & Industrial Engineering. 2007; 53: 610-627.
9. Komsan S. Crude oil price forecasting using neural network model. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2005. Thai.

ตารางที่ 1 ตารางการแบ่งกลุ่มข้อมูล

ข้อมูล	จำนวนข้อมูล	สัดส่วน(ร้อยละ)
(1) Training set	861	60%
(2) Test set	359	25%
(3) Validation set	215	15%

ตารางที่ 2 ตารางพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม

Paramiter	ค่าที่ใช้
Transfer Functions	Logsig, tansig
Training Algorithm	Back Propagation
Training Function	Levenberg-Marquardt and Scale conjugate gradient
Epochs	1,000
Learning rate	0.0001
Hidden nodes	3 – 90 nodes

ตารางที่ 3 ตารางสรุปจำนวนนิวรอนในโครงข่ายประสาทเทียม

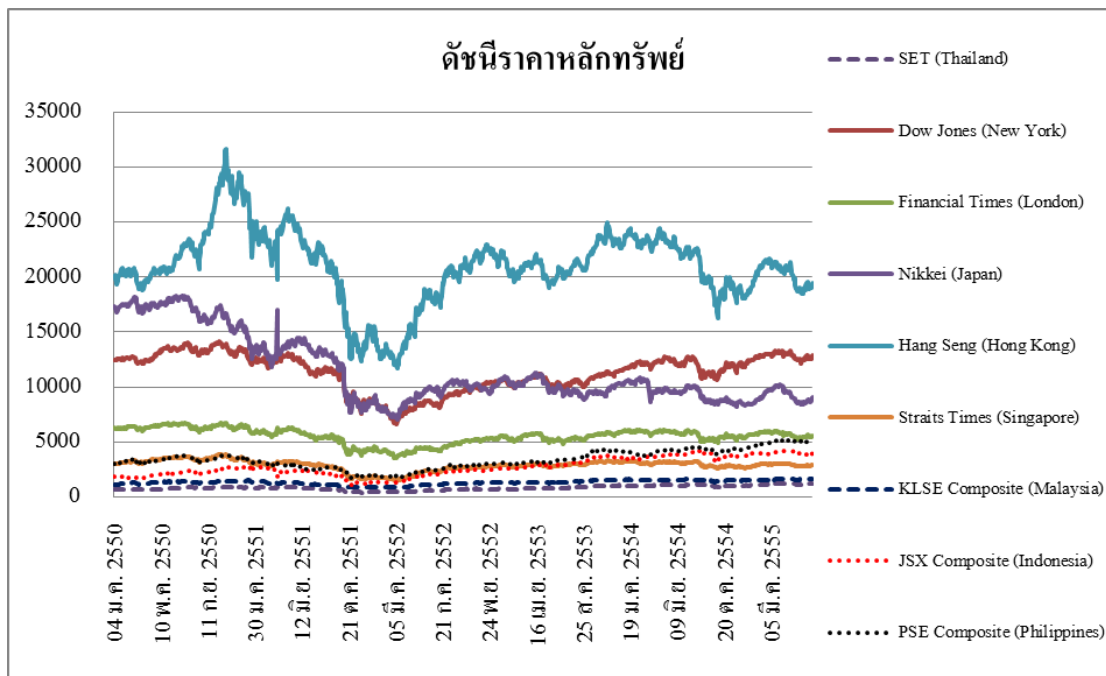
Model	Input Layer	Hidden Layer	
	No. of neurons	No. of layers	No. of neurons
Thailand	10	1	20
Singapore	10	1	5
Malaysia	10	1	30
Indonesia	10	1	5
Philippines	10	1	30
New York	10	1	20
London	10	1	20
Japan	10	1	10
Hongkong	10	1	30

ตารางที่ 4 ตารางสรุปความแม่นยำด้วยค่า MAPE ของการพยากรณ์ในประเทศต่าง ๆ

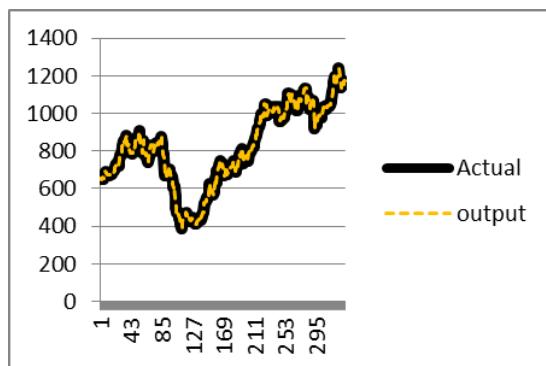
	Thailand	Singapore	Malaysia	Indonesia	Philippines	New York	London	Japan	Hong Kong
Train	0.1841	0.2116	0.189	0.4035	0.8811	0.5259×10^{-4}	0.4366	0.4586×10^{-3}	0.654×10^{-5}
Test	0.1908	0.2367	0.1983	0.4191	0.9812	0.7045×10^{-4}	0.5206	0.5157×10^{-3}	0.6634×10^{-5}
Validation	0.1829	0.233	0.1932	0.4132	0.8591	0.5215×10^{-4}	0.4085	0.5218×10^{-3}	0.6905×10^{-5}
Overall	0.1856	0.2211	0.1919	0.4088	0.9029	0.5699×10^{-4}	0.4534	0.4824×10^{-3}	0.6618×10^{-5}

ตารางที่ 5 ตารางสรุปค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ (test)

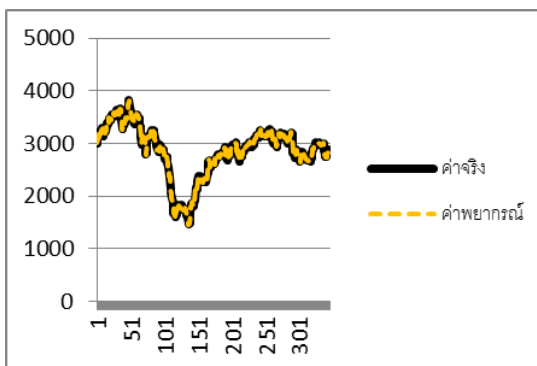
ประเทศ	MAPE
ไทย (SET Index)	0.198
สิงคโปร์ (Straits Times)	0.2367
มาเลเซีย (KLSE Composite)	0.1983
อินโดนีเซีย (JSX Composite)	0.4191
ฟิลิปปินส์ (PSE Composite)	0.9812
สหรัฐอเมริกา (Dow Jones)	0.7045×10^{-4}
อังกฤษ (Financial)	0.5206
ญี่ปุ่น (Nikkei)	0.5157×10^{-3}
ฮ่องกง (Hang Seng)	0.6634×10^{-5}



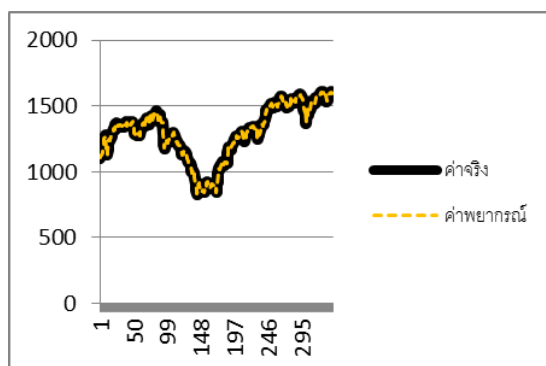
ภาพที่ 1 กราฟแสดงแนวโน้มดัชนีราคาหลักทรัพย์ ณ ช่วงที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง



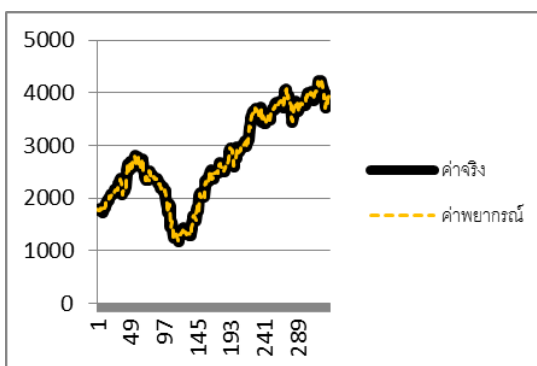
(1)



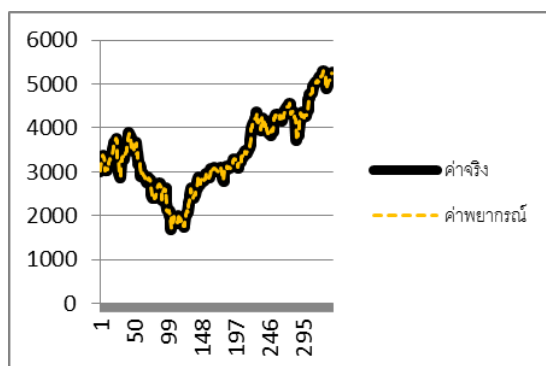
(2)



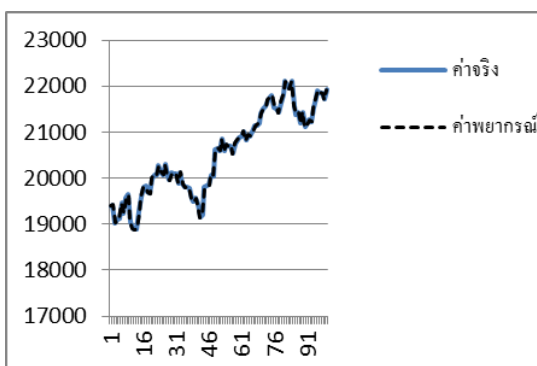
(3)



(4)



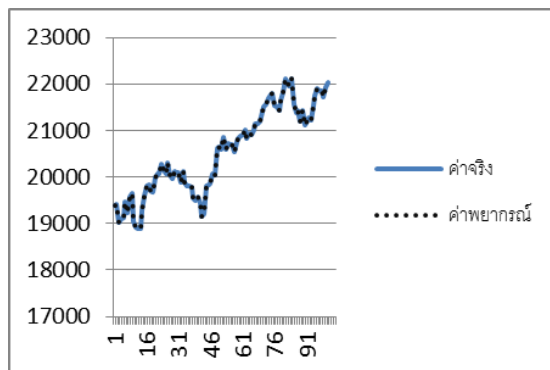
(5)



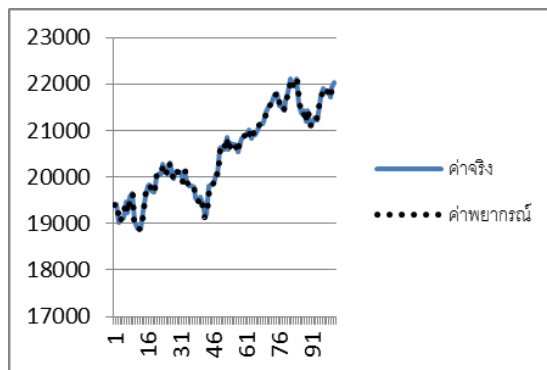
(6)

ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในข้อมูลชุดทดสอบของแต่ละประเทศโดยที่

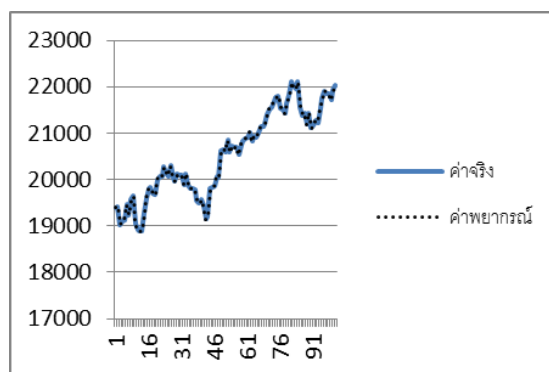
- | | |
|----------------------|------------------------|
| (1) ตัวแบบไทย | (2) ตัวแบบสิงคโปร์ |
| (3) ตัวแบบมาเลเซีย | (4) ตัวแบบอินโดนีเซีย |
| (5) ตัวแบบฟิลิปปินส์ | (6) ตัวแบบสหรัฐอเมริกา |



(7)



(8)



(9)

ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในข้อมูลชุดทดสอบของแต่ละประเทศโดยที่ (ต่อ)

- (7) ตัวแบบอังกฤษ
- (8) ตัวแบบญี่ปุ่น
- (9) ตัวแบบฮ่องกง

**การตีพิมพ์บทความวิจัย
ในวารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)
สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว รหัสนักศึกษา
นักศึกษา/ผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตร.....
สาขาวิชาคณะ.....มหาวิทยาลัย.....

กลุ่ม ☐ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้รหัสไปรษณีย์.....
เบอร์โทรศัพท์ E-mail :

ประสงค์ตีพิมพ์บทความวิจัย ที่เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ในวารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)

ชื่อเรื่องภาษาไทย

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ

*** ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้เป็นผลงานของข้าพเจ้าที่เป็นชื่อแรกจริง โดยบทความนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และจะไม่นำไปเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่น ภายใน 60 วัน นับจากวันที่ข้าพเจ้าได้ส่งบทความนี้ ***

1.นักศึกษา (.....) วันที่/...../.....	2.เจ้าหน้าที่รับเรื่อง (.....) วันที่/...../.....
3. เรียน บรรณาธิการ เพื่อโปรดพิจารณา (นางพณิภัค พระชัย) วันที่/...../.....	
4. เรียน (กองบรรณาธิการ) เพื่อโปรดพิจารณาบทความวิจัย และสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่านและพิจารณาบทความดังกล่าว (บรรณาธิการ) วันที่/...../.....	
5. เสนอผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1 (กองบรรณาธิการ) วันที่/...../.....	6. เสนอผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 2 (กองบรรณาธิการ) วันที่/...../.....

(สำหรับนักศึกษา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้รับบทความวิจัย ของ นาย/นาง/นางสาว
เพื่อพิจารณาตีพิมพ์ใน วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เรียบร้อยแล้ว และจะแจ้งผลการ
พิจารณาให้ทราบ ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ที่ให้ไว้ข้างต้น หากมีข้อสงสัยโปรดติดต่อ คุณพณิภัค พระชัย โทร. 42421 หรือ
0-4320-2420 ต่อ 42421

.....
(.....)
วันที่/...../.....

อีก

**KKU Research Journal
of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)
Submission Form**

No.

Mr./ Mrs./ Miss ID Code
 Program in
 Department Faculty University
Field ☐ Humanities & Social Sciences
 Contact Address Post
 Tel. E-mail :

**I hereby request to publish a research article which is a part of thesis in KKU
 Research Journal (Graduate Studies)**

Title (in Thai)

Title (in English)

***** I hereby declare that this research article is my original work. It was never published or being submitted to any other journal, nor will it submitted to any journal within 60 days after submission to this journal *****

1. Student (.....) Date/...../.....	2. Officer (.....) Date/...../.....
3. To Editor Hereby request for your consideration (Ms. Panipak Prachai) Date/...../.....	
4. To (Editorial Board) Please review the research article in attachment and propose any readers for consideration (Editor) Date/...../.....	
5. Reader 1 (Editorial Board) Date/...../.....	6. Reader 2 (Editorial Board) Date/...../.....

(For Student)

← **Cut**

Graduate School University has received the research article of Mr./Mrs./Miss
 to publish in KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies). We will
 inform the acceptance via address provided. Any questions arises, please contact Ms. Panipak Prachai
 Tel. 42421 or 0-4320-2420 ext. 42421

.....
 (.....)
 Date/...../.....

วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)

สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

จัดเตรียมบทความให้อยู่ในรูปของบทความวิจัย (Research Article) ซึ่งมีองค์ประกอบ คือ

การเตรียมต้นฉบับ

1. เรื่องที่จะส่งมาลงพิมพ์ต้องเป็นบทความวิจัยที่เป็นผลงานวิจัยจากวิทยานิพนธ์ หรือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อน เขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ ในด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
2. บทความต้องมีส่วนประกอบ ดังนี้
 - 2.1 ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
 - 2.2 ชื่อผู้เขียนทุกคน (Authors) (ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุลโดยไม่ต้องมีคำนำหน้าชื่อ ยกเว้นอาจารย์ที่ปรึกษาคุณวุฒิปริญญาเอก มี ดร./Dr. นำหน้าได้) ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ และ Email ของ Correspondent author
 - 2.3 บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ความยาวรวมกันไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ
 - 2.4 คำสำคัญ (Key Words) ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละไม่เกิน 3 คำ
 - 2.5 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เขียน (Author Affiliation) และอาจารย์ที่ปรึกษา (ที่ร่วมเขียน) ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับผู้เขียนแต่ละคนไว้ในเชิงอรรถ (Footnote) โดยใช้สัญลักษณ์ * อ้างอิงตามลำดับในส่วนของเชิงอรรถ สำหรับนักศึกษาให้ระบุชื่อหลักสูตรและสาขาวิชาที่กำลังศึกษา/สำเร็จการศึกษา ส่วนอาจารย์ที่ปรึกษา (ที่ร่วมเขียน) ให้ระบุตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (ถ้าต้องการระบุ) และสถานที่ทำงาน
 - 2.6 เนื้อเรื่องบทความประกอบด้วยหัวข้อตามลำดับ คือ
 - บทนำ (Introduction) (ครอบคลุมความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง)
 - วัสดุ และวิธีการวิจัย (Materials and methods)
 - ผลการวิจัย (Results)
 - สรุป และอภิปรายผล (Conclusion and Discussion)
 - กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) (Acknowledgement) (If any)
 - เอกสารอ้างอิง (References)
3. บทความต้นฉบับความยาวไม่เกิน 12 หน้ากระดาษ ขนาด A4 พิมพ์หน้าเดียว เว้นระยะ 1 บรรทัด จัดพิมพ์แบบ 1 คอลัมน์ ใช้ชนิดตัวพิมพ์แบบ Angsana New ขนาด 14 พอยต์ และ Times New Roman ขนาด 10 พอยต์ สำหรับบทความที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ จัดพิมพ์ลงบนกระดาษจำนวน 2 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล
4. ตารางและภาพประกอบ (Tables and Illustrations) ให้แยกไว้ที่ตอนท้ายของบทความ (หลังเอกสารอ้างอิง) โดยตารางและภาพประกอบ ต้องมีความคมชัด จัดเรียงตามลำดับหรือหมายเลขที่อ้างถึงในบทความ โดยวิธีเขียนควรระบุชื่อตารางไว้เหนือตารางแต่ละตาราง และระบุชื่อหรือคำอธิบายภาพแต่ละภาพไว้ใต้ภาพนั้น ๆ

การอ้างอิงเอกสาร (References)

เอกสารอ้างอิง ให้ใช้ระบบ Vancouver Style และ**ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น** ในกรณีที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้แปลเป็นภาษาอังกฤษและต่อท้ายด้วย Thai (ดูตัวอย่างใน web site ของวารสาร <http://journal.gs.kku.ac.th/>)

- จำนวนการอ้างอิงในเนื้อเรื่องบทความต้องเท่ากับในส่วนของเอกสารอ้างอิงท้ายบทความ
- ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคนถ้ามากกว่า 6 คน ให้ใส่ชื่อ 6 คนแรกตามด้วย และคณะ หรือ *et al.*

1. การอ้างอิงในเนื้อเรื่อง ใส่หมายเลขเรียงตามลำดับเลขที่มีการอ้างถึงในบทความ และหมายเลขที่อ้างถึงในบทความนั้น จะต้องตรงกับหมายเลขที่มีการกำกับไว้ในส่วนเอกสารอ้างอิงด้วย โดยเรียงลำดับจากหมายเลข 1 ไปจนถึงเลขที่สุดท้าย ให้เขียนหมายเลขอยู่ในวงเล็บ [] ต่อท้ายข้อความที่นำมาอ้างอิงในบทความ ดังตัวอย่าง

...การสื่อสาร และการทำงานบริการ สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยณรงค์ [1] ...

...พฤติกรรมทางเพศของวัยรุ่น [2]...

2. การอ้างอิงท้ายเรื่อง

อ้างอิงสื่อ

1. Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. Medical microbiology. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

อ้างบทความในวารสาร

2. Patta T, Nuchanat M. The relationship between emotional quotients and sexual behavior among adolescent in Bangkok. Thai Mental Health J. 2007; 15(1): 22. Thai.

การส่งต้นฉบับ

สำหรับผู้สนใจสามารถส่งบทความต้นฉบับด้วยตนเองที่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ชั้น 3 อาคารพิมล กลกิจ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 ณ จุด One Stop Service หรือทางไปรษณีย์ตามที่อยู่ และทาง Email: ppanip@kku.ac.th



พิมพ์ที่ หอ. มลฑนการพิมพ์ โทร. (๐43) 221938, 220128
64 - 66 ถนนรัตนวิถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 44/2556

E-mail : kk_p902@hotmail.com

E-mail : khonkaenprint@yahoo.com