

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวภาคเหนือของประเทศไทยด้วย โครงข่ายประสาทเทียม

ราตรี คำโมง^{1*} และ สุพจน์ หอมดอก¹

¹สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นปัจจัยสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทำให้มีรายได้เข้าประเทศ สร้างอาชีพให้กับประชาชนตั้งแต่ในเมืองใหญ่จนถึงระดับท้องถิ่น เกิดการพัฒนาประเทศ มีการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง และด้านอื่นๆ การคาดการณ์ความต้องการการท่องเที่ยวที่แม่นยำนั้นมีความสำคัญในการวางแผนการท่องเที่ยวโดยการพัฒนานโยบายระดับประเทศและภาคธุรกิจเนื่องจากทรัพยากรที่มีจำกัดในการจ้างงานและการลงทุน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์นักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวภาคเหนือของประเทศไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Neural Network หรือ BPNN) เปรียบเทียบกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับ (Recurrent Neural Network หรือ RNN) เพื่อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยว ได้แก่ สายการบิน การคมนาคมขนส่ง โรงแรม แหล่งท่องเที่ยว บริษัทนำเที่ยว และร้านอาหาร ได้ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนนิรอรลในชั้นอินพุต 2 ถึง 6 โหนดตามช่วงเวลา (Time lags) และชั้นซ่อน 2 ถึง 10 โหนด ในการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองใช้ค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error หรือ MAPE) พบว่าแบบจำลองที่แม่นยำที่สุดของ BPNN คือแบบ 6-9-1 จำนวนนิรอรลชั้นอินพุต 6 โหนดและชั้นซ่อน 9 โหนด MAPE เท่ากับ 22.16% ส่วน RNN คือแบบ 4-8-1 จำนวนนิรอรลชั้นอินพุต 4 โหนดและชั้นซ่อน 8 โหนด MAPE เท่ากับ 11.02%

*ผู้เขียนหลัก: ratree@uru.ac.th

คำสำคัญ: การพยากรณ์, นักท่องเที่ยว, โครงข่ายประสาทเทียม, โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ, โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Forecasting Foreign Tourists in Northern Thailand Using Artificial Neural Network

Ratree Kummong^{1*} and Supod Homdok¹

¹Major of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

Abstract

Tourism industry is a major economic factor of Thailand, make substantial revenues country, employment of the citizens in urban and local, has developed country, investment in transportation infrastructure and other. Accurate forecasting of tourism demand is important in tourism planning by both the nation policy development and business sectors owing to the limited resources of employment and investment. This paper presents a model to forecast foreign tourists visiting Thailand in the northern using Back Propagation Neural Network (BPNN) compare with Recurrent Neural Network (RNN). For the benefit of tourism products and services e.g. airlines seats, transportation, hotels room, tourist attractions, travel companies and food. We have studied the comparison of the number of neurons in the input layer 2 to 6 nodes according to the time lag and the hidden layer 2 to 10 nodes. The performance of forecasting model evaluation employs the mean absolute percentage error (MAPE). The results show that the model of neural network, which is high performance, the BPNN is a model 6-9-1. It has 6 input and 9 hidden nodes, has a MAPE of 22.16%, the RNN is a model 6-9-1. It has 6 input and 9 hidden nodes, has a MAPE of 11.02%.

*Corresponding Author: ratree@uru.ac.th

Keywords: Forecasting, Tourists, Artificial Neural Network, Back Propagation Neural Network, Recurrent Neural Network

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

ภาคเหนือของประเทศไทยเป็นภูมิภาคที่นักท่องเที่ยวต่างชาตินิยมเดินทางมาท่องเที่ยวไม่น้อย จากข้อมูลของกรมการท่องเที่ยว^[1] ในช่วง 6 ปี ที่ผ่านมา (2556-2561) จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวภาคเหนือ ในปี 2556 มีสูงถึง 3.1 ล้านคน เพิ่มขึ้นเป็น 3.4 และ 3.9 ล้านคนในปี 2557 และ 2558 ตามลำดับ ลดลงเป็น 3.7 ล้านคนในปี 2559 เพิ่มขึ้นเป็น 4.1 และ 5.1 ล้านคนในปี 2560 และ 2561 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้กำหนดเขตการท่องเที่ยวภาคเหนือ ประกอบด้วย 17 จังหวัด คือ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ สุโขทัย พิษณุโลก เพชรบูรณ์ ตาก กำแพงเพชร พิจิตร นครสวรรค์ และอุทัยธานี ภาคเหนือมีอากาศที่เย็นสบาย ลักษณะภูมิประเทศสวยงามประกอบด้วยภูเขาน้อยใหญ่สลับซับซ้อน มองไปเบื้องล่างเห็นทะเลหมอก มีน้ำตกที่ขึ้นชื่อ ลำธารเกาะแก่งต่างๆให้นักท่องเที่ยวล่องเรือ มีศิลปวัฒนธรรมแบบล้านนาที่วิจิตรงดงาม มีเทศกาลดอกไม้สี่แสนสกลสบานสะพรั่ง มีสถานที่ท่องเที่ยวงดงามขึ้นชื่อ และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะจังหวัด จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาเที่ยวภาคเหนือยังมีความผันผวน จากสภาวะเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัว ค่าเงินบาทที่แข็งขึ้นอย่างต่อเนื่อง ราคาน้ำมันในตลาดโลก ซึ่งความผันผวนของจำนวนนักท่องเที่ยวเป็นปัญหาสำคัญ ดังนั้นการคาดการณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจึงมีความสำคัญต่อหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนและการดำเนินงานเพื่อรองรับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้น

การพยากรณ์^[2] (Forecasting) เป็นการคาดคะเนหรือการทำนายลักษณะการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต ศึกษาแนวโน้มและรูปแบบการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์จากข้อมูลในอดีต โดยมีข้อสมมุติฐานว่าสภาพการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต ข้อมูลในอดีตที่ใช้กันประเภทหนึ่ง คือ อนุกรมเวลา (Time series) ซึ่งเป็นกลุ่มหรือค่าสังเกตของข้อมูลที่เก็บรวบรวมตามระยะเวลาอย่างต่อเนื่อง วิธีการพยากรณ์ที่นิยมใช้กับอนุกรมเวลาได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการของวินเตอร์ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย^[3] วิธีการวิเคราะห์การถดถอยและเทคนิคปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย^[4] ARIMA-GARCH พยากรณ์ราคาหุ้นประเทศอินเดีย^[5] เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมในการวิจัยพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ^[6] และพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่ต้องการท่องเที่ยวประเทศโมซัมบิก^[7] ผุสดี และ กรวัณน์^[8] ได้วิจัยหาแบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลัง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (multi-layer artificial neural network) ที่ใช้การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับโดยนำไปเปรียบเทียบกับ เคเนียร์สเนเบอร์ (k-Nearest Neighbor, k-NN) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (linear regression analysis) พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นมีประสิทธิภาพดีที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์ค่าข้อมูลที่เป็นค่าตัวเลขได้ดี ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ที่หลากหลาย และมีประสิทธิภาพในการทำนายสูง จึงเหมาะกับข้อมูลหลากหลายรูปแบบ และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีหลายตัวแปรได้ดี ดังนั้นจึงศึกษาการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเทียม (Artificial Neural Networks) แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation) เปรียบเทียบกับแบบวนกลับ (Recurrent) เพื่อทำการพยากรณ์นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวทางภาคเหนือของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนในอนาคต บทความวิจัยนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หัวข้อหลัก ประกอบด้วย 1.บทนำ 2.วิธีการดำเนินการ 3. ผลการวิจัย และ 4.อภิปรายผล

2. วิธีการดำเนินการ

การสร้างแบบจำลองการพยากรณ์นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวภาคเหนือของประเทศไทยโดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับและแบบวนกลับ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวภาคเหนือของประเทศไทย ที่มีการเก็บรวบรวมเป็นรายเดือนจากหน่วยงานกรมการท่องเที่ยว^[1] ได้รวบรวมเอาไว้ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2556 ถึง เดือน ธันวาคม 2561 ทั้งหมด 72 เดือน ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวที่นำมาทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ข้อมูลชุดฝึกสอน ร้อยละ 80 ตั้งแต่เดือน มกราคม 2556 – กันยายน 2560 มีทั้งหมด 57 เดือน

กลุ่มที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบ ร้อยละ 20 ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2560 – ธันวาคม 2561 มีทั้งหมด 15 เดือน

2.2 กระบวนการเตรียมข้อมูล

ข้อมูลชุดฝึกสอนและชุดทดสอบจัดเตรียมข้อมูล 5 ชุด ตามช่วงเวลา (Time Lags) ของจำนวนเดือนเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้า ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบข้อมูลนำเข้า

ชุดที่	ช่วงเวลา	จำนวนข้อมูล(เดือน)นำเข้าต่อเรคคอร์ด
1	2	2
2	3	3
3	4	4
4	5	5
5	6	6

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงข่ายประสาทเทียม

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เริ่มพัฒนาในปี ค.ศ. 1943 โดยวอร์เรน แมคคูลล็อก (Warren McCulloch) และ วอลเตอร์พิตต์ (Walter Pitts)^[9] ได้คิดริเริ่มรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมขึ้นซึ่งได้กลายเป็นจุดกำเนิดของการจัดรูปแบบคณิตศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียม ที่จำลองการทำงานของเซลล์สมองมนุษย์ด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้และฝึกฝนได้เหมือนมนุษย์ และสามารถนำความรู้และทักษะไปแก้ปัญหามากมายได้ มีนักวิจัยได้คิดค้นรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบต่างๆมากมาย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆอย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานด้านการควบคุม งานด้านการบิน ด้านยานยนต์ ด้านการบริหารจัดการ ด้านการธนาคาร ด้านการทหาร ด้านการบันเทิง และ อื่น ๆ อีกมากมาย

กระบวนการทำงานของสมองมนุษย์ประกอบด้วย เซลล์ประสาท (Neuron) โยประสาทนำเข้า (Dendrite) และเส้นประสาทนำออก (Axon) โดยโยประสาทนำเข้าจะมีหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าเคมีซึ่งส่งมาจากเซลล์ประสาทและส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทที่อยู่ใกล้เคียง เมื่อเซลล์ประสาทได้รับสัญญาณไฟฟ้าเคมีเข้ามาถ้ามีค่าเกินค่าค่าหนึ่ง เซลล์ประสาทจะถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณไปทางเส้นประสาทนำออกต่อไป เมื่อจำลองเป็นโครงข่ายประสาทเทียมจะให้โหนด (Node) ทำหน้าที่เลียนแบบเซลล์ประสาท แต่ละโหนดรับค่านำเข้าได้หลายค่า ผลการกระตุ้นหรือส่งค่าออกได้มาจากการคำนวณโดยอาศัยฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation Function) กับผลรวมเชิงเส้นแบบถ่วงน้ำหนักของค่านำเข้า

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Neural Network หรือ BPNN)^[10] ประกอบด้วย ชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นเอาต์พุต (Output Layer)

ชั้นอินพุต เป็นชั้นแรกในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยโหนดรับข้อมูล หรือ โหนดอินพุต (Input Nodes) ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อประมวลผลต่อไป

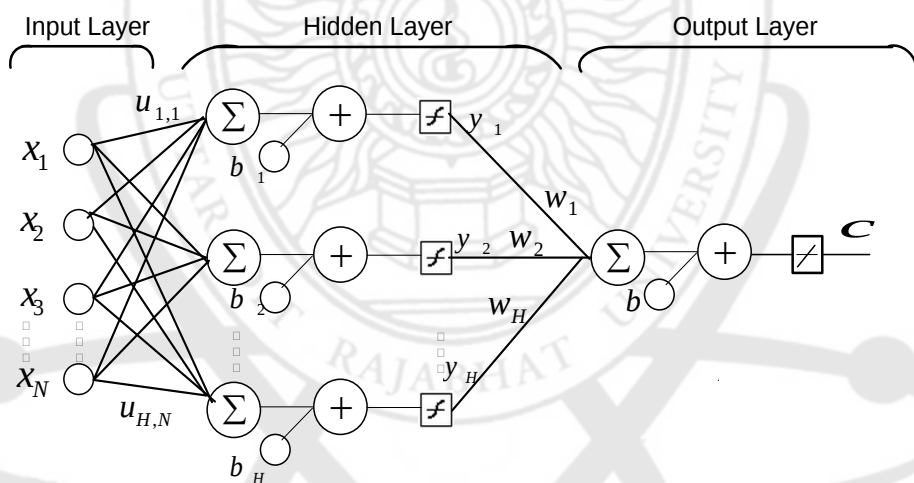
ชั้นซ่อน เป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุต และชั้นเอาต์พุต ประกอบด้วยโหนดซ่อน (Hidden Nodes) ทำหน้าที่ในการรวมข้อมูลอินพุต (Input Data) และค่าน้ำหนัก (Weight) เพื่อแปลงค่าให้เป็นผลลัพธ์ (Output) และส่งผลลัพธ์ไปยังชั้นเอาต์พุต ซึ่งชั้นซ่อนนี้สามารถมีได้มากกว่าหนึ่งชั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของปัญหาที่นำมาศึกษาวิเคราะห์

ชั้นเอาต์พุต เป็นชั้นสุดท้ายในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยโหนดแสดงผล (Output Nodes) ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ (Output) ที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ เป็นโครงข่ายที่มีการเรียนรู้แบบมีครูสอน และมีขั้นตอนกระบวนการทำงาน คือ เมื่อข้อมูลอินพุตถูกส่งผ่านไปข้างหน้า (Forward) ตามลำดับ ชั้นภายใน ชั้นซ่อน จะทำหน้าที่รวมข้อมูลอินพุตกับค่าน้ำหนักที่กำกับอยู่เส้นเชื่อม และส่งผ่านฟังก์ชันถ่ายโอนเพื่อประมวลผล โดยแสดงผลลัพธ์ไว้ในชั้นเอาต์พุต โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับ

กับค่าผลลัพธ์เป้าหมายและทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นจึงดำเนินการคำนวณย้อนกลับ (Backward) โดยเริ่มจากการปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นเอาต์พุตกับชั้นซ่อนสุดท้าย และย้อนกลับไปจนถึงชั้นอินพุต จากนั้นจะเริ่มขั้นตอนของการคำนวณไปข้างหน้าและการคำนวณย้อนกลับอีกครั้ง จนกระทั่งค่าความคลาดเคลื่อนลู่เข้าหาค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่ยอมรับได้จึงหยุดการปรับค่าน้ำหนัก

ขั้นตอนไปข้างหน้า (Forward Pass) โครงข่ายจะเริ่มทำงานเมื่อชั้นอินพุตได้รับข้อมูล และค่าของหน่วยประมวลผลในชั้นอินพุตถูกกำหนด ชั้นอื่นจะเริ่มทำการแพร่เดินทาง โดยในแต่ละชั้นต่างๆ จะเชื่อมโยงซึ่งกันและกันโดยค่าน้ำหนัก u และ w กล่าวคือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยที่ i ในชั้นอินพุตกับหน่วยที่ j ในชั้นซ่อน กำหนดโดย u_{ji} ในขณะเดียวกันค่าน้ำหนักที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยที่ j ในชั้นซ่อนกับหน่วยในชั้นเอาต์พุต กำหนดโดย w_j ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ

สมการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับดังสมการที่ (1) และ (2)

$$y_j = f\left(\sum_i u_{ji} x_i + b_j\right), i = 1, 2, 3, \dots, N \text{ and } j = 1, 2, 3, \dots, H \quad (1)$$

$$c = f\left(\sum_j w_j y_j + b\right), j = 1, 2, 3, \dots, H \quad (2)$$

เมื่อ f คือฟังก์ชันการกระตุ้น

x_i คือ ข้อมูลอินพุตจากหน่วยที่ i ในชั้นอินพุต

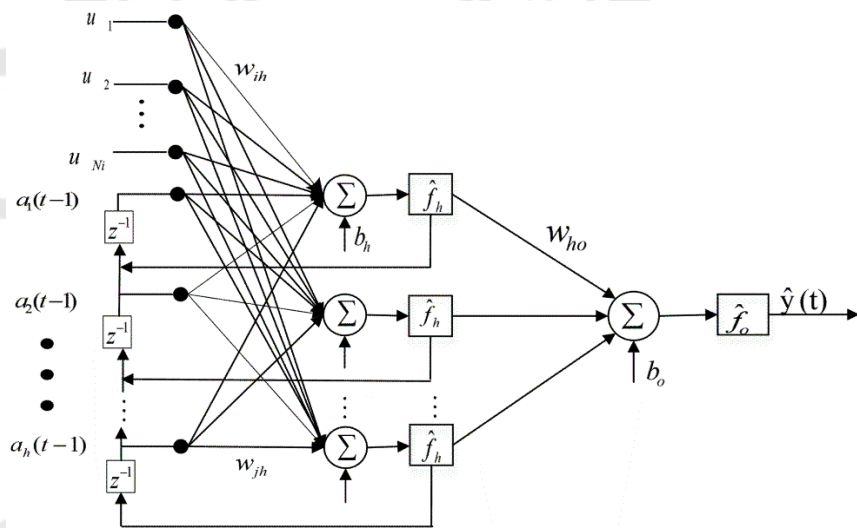
y_j คือ ข้อมูลอินพุตจากหน่วยที่ j ในชั้นซ่อน

$u_{j,i}$ คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างหน่วยที่ i ในชั้นอินพุต กับหน่วยที่ j ในชั้นซ่อน

w_j คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างหน่วยที่ j ในชั้นซ่อน กับหน่วยในชั้นเอาต์พุต

ขั้นตอนย้อนกลับ (Backward Pass) ค่าความคลาดเคลื่อน จะถูกคำนวณสำหรับทุกหน่วยค่าน้ำหนักในชั้นซ่อนจะถูกปรับค่าแต่ละชั้นเริ่มจากการปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นเอาต์พุตกับชั้นซ่อนสุดท้าย โดยความคลาดเคลื่อนในชั้นเอาต์พุต ในทำนองเดียวกันความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในชั้นซ่อนสุดท้ายจะนำมาใช้ในการปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนสุดท้ายกับชั้นซ่อนก่อนหน้า โดยความคลาดเคลื่อนจะเคลื่อนตัวย้อนกลับผ่านชั้นแต่ละชั้นในลักษณะของวิธีการแบบซ้ำ ๆ กัน รูปแบบของข้อมูลทุกแบบจะถูกส่งผ่านกระบวนการนี้จนกระทั่งความคลาดเคลื่อนทั้งหมดในชั้นเอาต์พุตเข้าสู่ค่าที่ต่ำสุดที่กำหนดไว้หรือจำนวนรอบของการกระทำซ้ำ ๆ กันถูกจำกัดโดยเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับ (Recurrent Neural Network หรือ RNN) ผู้ที่คิดค้นคือ เอลแมน (Elman)^[11] เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นเหมือน BPNN แตกต่างตรงที่นำผลลัพธ์จากชั้นซ่อนวนกลับมาใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับในชั้นอินพุตเพื่อนำไปคำนวณในชั้นเอาต์พุตในการหาผลลัพธ์ในเวลาถัดไป ดังนั้นชั้นอินพุตจึงประกอบด้วย 2 เส้น เส้นแรกเป็นสัญญาณอินพุตของตัวแปรข้อมูลนำเข้า เส้นที่สองเป็น tapped-delay ของสัญญาณย้อนกลับที่มาจากเอาต์พุตของชั้นซ่อน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมวนกลับ

โครงข่ายประสาทเทียมวนกลับ สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 3

$$\hat{y}_t = \hat{f}_o \left[\sum_{o=1}^{N_o} b_o + \sum_{h=1}^{N_h} w_{ho} \cdot \hat{f}_h \left(b_h + \sum_{i=1}^{N_i} w_{ih} u_i + \sum_{j=1}^{N_h} w_{jh} a_j(t-1) \right) \right] \quad (3)$$

โดยที่ w_{ih}, w_{jh} และ $w_{ho}, i = 1, 2, \dots, N_i; j, h = 1, 2, \dots, N_h; o = 1, 2, \dots, N_o$ คือน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างโหนดอินพุตกับโหนดซ่อน ระหว่างโหนดย้อนกลับ (Recurrent) กับโหนดซ่อน และระหว่างโหนดซ่อนกับโหนดเอาต์พุต ตามลำดับ b_h และ b_o หมายถึงค่าเบี่ยงเบนของโหนดซ่อนและโหนดเอาต์พุต f_h และ f_o หมายถึงฟังก์ชันถ่ายโอนของโหนดซ่อนและโหนดเอาต์พุตตามลำดับ

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ฮาร์ดแวร์ ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผลกลาง CORE i7 2.10 กิกะเฮิร์ต หน่วยความจำหลัก 4 กิกะไบต์ ฮาร์ดดิสก์ 1 เทอราไบต์

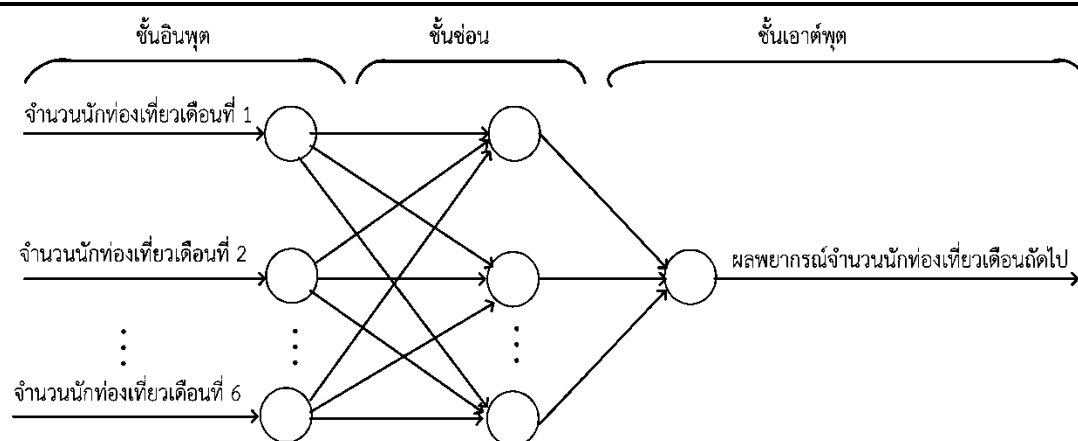
2) ซอฟต์แวร์ ใช้อนาคอนดา (Anaconda) ในการจัดการสภาพแวดล้อมต่างๆเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน (Python 3.7) เขียนคำสั่งและทดสอบโปรแกรมภายใต้สไปเดอร์ (Spyder) เครื่องมือสร้างโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมใช้คิราส (Keras) และ เท็นเซอร์โฟว์ (Tensorflow) ทั้งหมดนี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่มีลิขสิทธิ์

2.5 กระบวนการวิจัยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวภาคเหนือของประเทศไทยโดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับและแบบวนกลับใช้ภาษาไพทอน ในการเขียนโปรแกรมเพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว แล้วทำการหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จากข้อมูลชุดฝึกสอนเพื่อให้โครงข่ายทำการเรียนรู้ และข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบ แบบจำลองที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ตั้งในภาพที่ 3 ในขั้นตอนฝึกสอนและทดสอบประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นอินพุต จำนวน 2 โหนด แต่ละโหนดเป็นข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 สำหรับชุดข้อมูลแบบ 2 ช่วงเวลา แล้วเพิ่มขึ้นทีละโหนดสำหรับชุดข้อมูลแบบ 3, 4, 5 และ 6 ช่วงเวลา ตามลำดับ

2) ขั้นซ่อน จำนวนโหนดที่ได้ออกแบบไว้โดยเริ่ม 2 โหนด แล้วเพิ่มขึ้นทีละ 1 โหนด จนถึง 10 โหนด

3) ขั้นเอาต์พุต จำนวน 1 โหนด เป็นผลพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวเดือนถัดไป



ภาพที่ 3 แบบจำลองการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

โดยได้ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ประกอบด้วยแบบต่างๆรวมจำนวน 45 แบบซึ่งแต่ละแบบจะมีจำนวนโหนดไม่เท่ากันในรูปแบบ จำนวนโหนดชั้นอินพุต-จำนวนโหนดชั้นซ่อน-จำนวนโหนดชั้นเอาต์พุต โดยจะทำการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้ในขั้นตอนฝึกสอน และทดสอบของแต่ละโครงข่ายประสาทเทียมอย่างละ 10 รอบ โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบไว้ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

จำนวนโหนดชั้นซ่อน	จำนวนโหนดชั้นอินพุต				
	2	3	4	5	6
2	2-2-1	3-2-1	4-2-1	5-2-1	6-2-1
3	2-3-1	3-3-1	4-3-1	5-3-1	6-3-1
4	2-4-1	3-4-1	4-4-1	5-4-1	6-4-1
5	2-5-1	3-5-1	4-5-1	5-5-1	6-5-1
6	2-6-1	3-6-1	4-6-1	5-6-1	6-6-1
7	2-7-1	3-7-1	4-7-1	5-7-1	6-7-1
8	2-8-1	3-8-1	4-8-1	5-8-1	6-8-1
9	2-9-1	3-9-1	4-9-1	5-9-1	6-9-1
10	2-10-1	3-10-1	4-10-1	5-10-1	6-10-1

2.6 การประเมินประสิทธิภาพ

ในการประเมินประสิทธิภาพของงานวิจัยนี้ประเมินจากความแม่นยำในการพยากรณ์ด้วยความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Errors หรือ MAPE) เป็นการวัด

ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริง นั่นคือ ค่าความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย ยิ่งน้อย หมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ สูตรคำนวณหาค่าความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยดังสมการที่ (4)

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{y(t) - \hat{y}(t)}{y(t)} \right| \times 100 \quad (4)$$

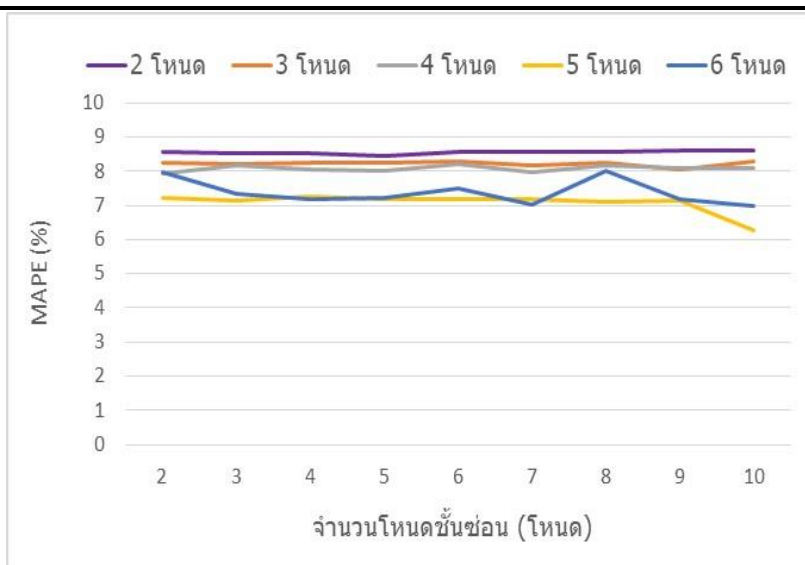
โดย N คือจำนวนเดือนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด $y(t)$ คือจำนวนนักท่องเที่ยวเดือนที่ t และ $\hat{y}(t)$ คือจำนวนนักท่องเที่ยวที่ได้จากการพยากรณ์ของเดือนที่ t

3. ผลการวิจัย

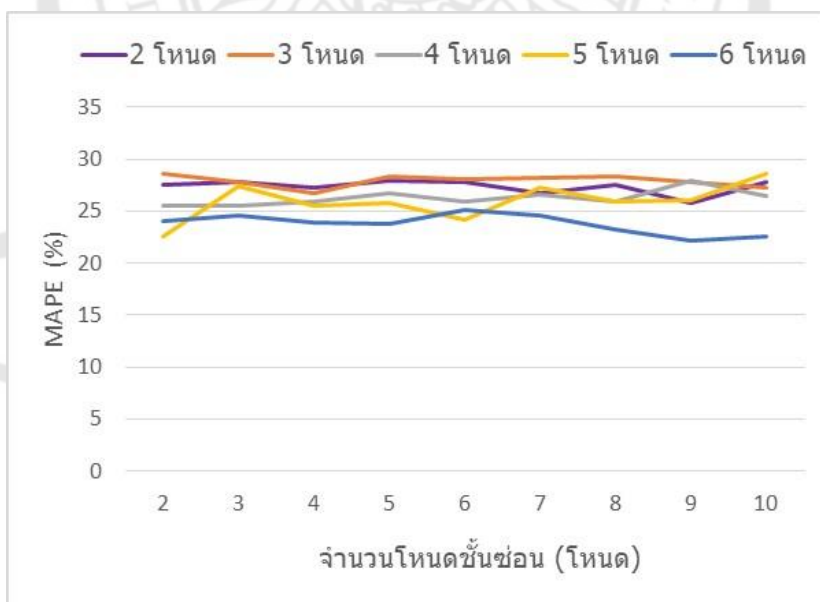
3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์

จากการทดลองโครงข่ายประสาทเทียม รวมจำนวน 45 แบบ กับข้อมูลชุดฝึกสอนและชุดทดสอบ ทำการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยการนำค่าความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยทั้ง 10 รอบมาหาค่าเฉลี่ยได้ผลการทดลองดังในตารางที่ 3 พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดหรือแม่นยำที่สุดดังนี้ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับสำหรับข้อมูลชุดฝึกสอนคือแบบ 5-10-1 ค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.29% และชุดทดสอบคือแบบ 6-9-1 ค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 22.16% ส่วนโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับทั้งข้อมูลชุดฝึกสอนและชุดทดสอบคือแบบ 4-8-1 ค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 11.20% และ 11.02% ตามลำดับ ภาพที่ 4-5 แสดงเปรียบเทียบค่า MAPE ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับของข้อมูลชุดฝึกสอน และชุดทดสอบตามลำดับ ภาพที่ 6-7 แสดงเปรียบเทียบค่า MAPE ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับของข้อมูลชุดฝึกสอน และชุดทดสอบตามลำดับ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

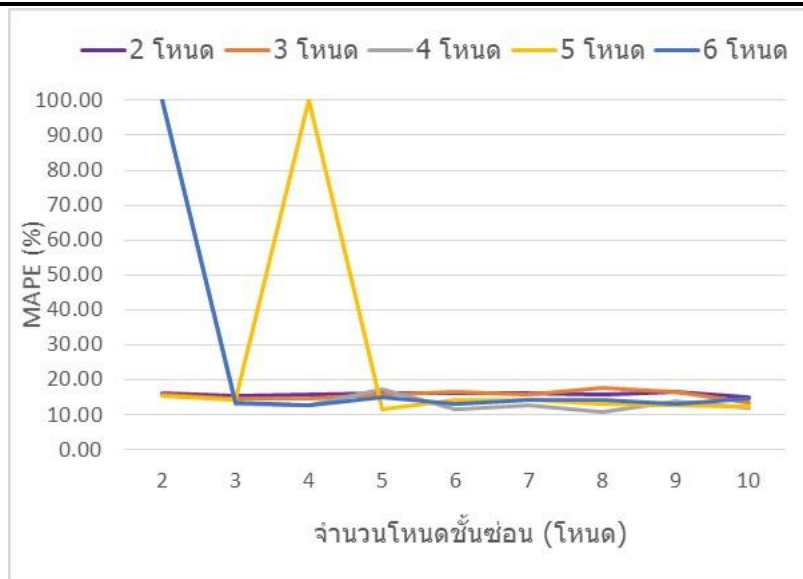


ภาพที่ 4 เปรียบเทียบค่า MAPE ข้อมูลชุดฝึกสอนของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ

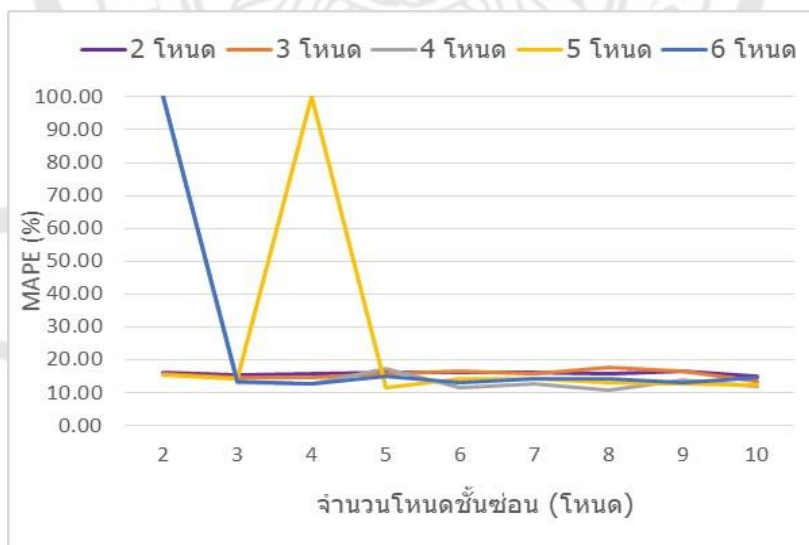


ภาพที่ 5 เปรียบเทียบค่า MAPE ข้อมูลชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY



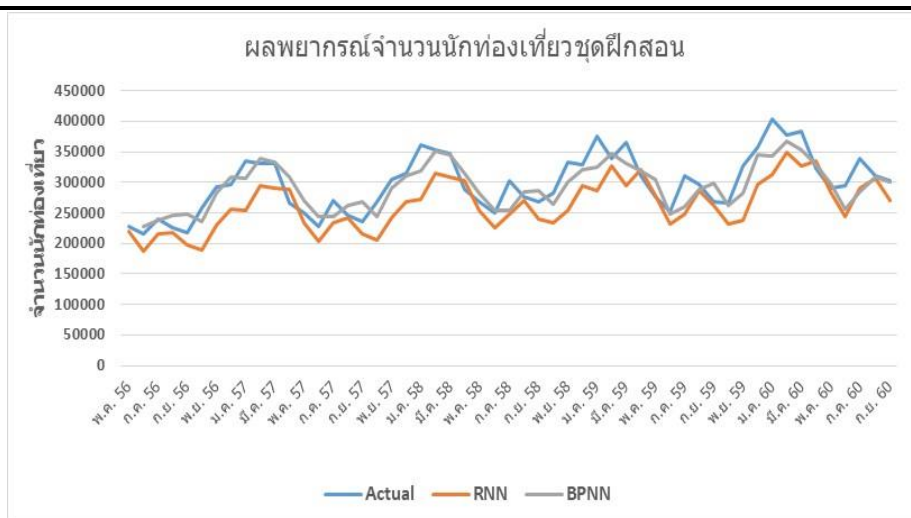
ภาพที่ 6 เปรียบเทียบค่า MAPE ข้อมูลชุดฝึกสอนของโครงข่ายประสาทเทียมแบบวงกลับ



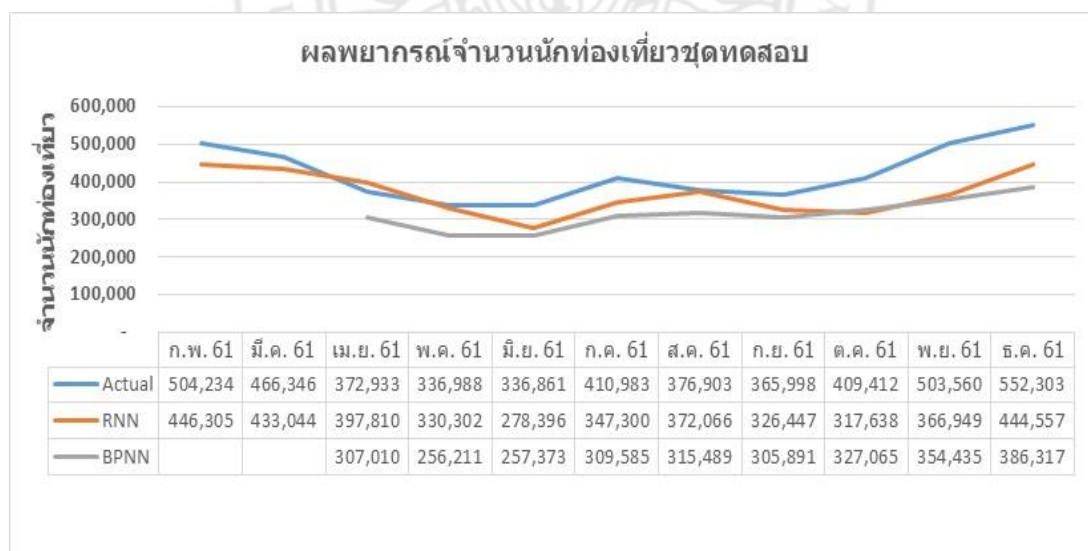
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่า MAPE ข้อมูลชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบวงกลับ

3.2 ผลการพยากรณ์นักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาเที่ยวภาคเหนือ

นำข้อมูลชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปทดสอบแบบจำลองพยากรณ์ดีเพื่อหาผลการพยากรณ์นักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาเที่ยวภาคเหนือ โดยเทียบกับจำนวนนักท่องเที่ยวจริง (Actual) พบว่า BPNN แบบ 6-9-1 และ RNN แบบ 4-8-1 พยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับจำนวนนักท่องเที่ยวจริงมากที่สุดซึ่งแสดงดังภาพที่ 8-9 สำหรับข้อมูลชุดฝึกสอนและชุดทดสอบตามลำดับ



ภาพที่ 8 ผลการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชดฝีกสอน



ภาพที่ 9 ผลการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชดทดสอบ

ตารางที่ 3 ค่าความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย

จำนวน โหนด ชั้น ซ่อน	2 ช่วงเวลา					3 ช่วงเวลา					4 ช่วงเวลา							
	โครงข่าย	BPNN		RNN		โครงข่าย	BPNN		RNN		โครงข่าย	BPNN		RNN				
		ย	ชุด	ชุด	ชุด		ชุด	ชุด	ชุด	ชุด		ชุด	ชุด					
		ประสาท	ฝึกสอ	ทดสอบ	ฝึกสอ		ทดสอบ	ประสาท	ฝึกสอ	ทดสอบ		ฝึกสอ	ทดสอบ	ประสาท	ฝึกสอ	ทดสอบ	ฝึกสอ	ทดสอบ
		เทียม	น	บ	น		บ	เทียม	น	บ		น	บ	เทียม	น	บ	น	บ
2	2-2-1	8.58	27.54	12.80	16.06	3-2-1	8.26	28.55	12.48	15.85	4-2-1	7.94	25.59	100.0	100.00			
														0				
3	2-3-1	8.53	27.86	12.78	15.49	3-3-1	8.22	27.83	11.91	14.57	4-3-1	8.16	25.52	12.41	12.96			
4	2-4-1	8.54	27.3	13.23	16.02	3-4-1	8.25	26.73	13.04	14.79	4-4-1	8.04	25.91	11.89	12.76			
5	2-5-1	8.43	27.96	13.24	16.14	3-5-1	8.23	28.39	13.01	15.71	4-5-1	8	26.77	16.81	17.46			
6	2-6-1	8.55	27.8	13.10	16.03	3-6-1	8.27	28.1	13.01	16.50	4-6-1	8.21	25.86	11.62	11.79			
7	2-7-1	8.55	26.69	13.04	16.06	3-7-1	8.17	28.24	13.35	15.88	4-7-1	7.96	26.58	11.85	12.67			
8	2-8-1	8.55	27.56	12.74	15.82	3-8-1	8.24	28.36	15.24	17.71	4-8-1	8.15	25.95	11.20	11.02			
9	2-9-1	8.59	25.81	13.06	16.75	3-9-1	8.04	27.86	16.00	16.67	4-9-1	8.1	27.95	13.10	14.07			
10	2-10-1	8.59	27.79	12.22	15.19	3-10-1	8.29	27.25	12.17	13.51	4-10-1	8.09	26.51	12.15	12.14			

ตารางที่ 3 ค่าความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สมบูรณ์เฉลี่ย (ต่อ)

จำนวน โหนดชั้น ซ่อน	5 ช่วงเวลา					6 ช่วงเวลา				
	โครงข่าย	BPNN		RNN		โครงข่ายประสาท	BPNN		RNN	
	ประสาท เทียม	ชุดฝึกสอน	ชุดทดสอบ	ชุดฝึกสอน	ชุดทดสอบ	เทียม	ชุดฝึกสอน	ชุดทดสอบ	ชุดฝึกสอน	ชุดทดสอบ
2	5-2-1	7.22	22.58	14.29	15.34	6-2-1	7.97	23.99	100.00	100.00
3	5-3-1	7.15	27.36	12.93	14.30	6-3-1	7.32	24.6	11.85	13.67
4	5-4-1	7.25	25.5	100.00	100.00	6-4-1	7.18	23.88	11.21	12.80
5	5-5-1	7.16	25.83	11.62	11.75	6-5-1	7.21	23.8	12.96	15.11
6	5-6-1	7.17	24.24	13.29	14.40	6-6-1	7.51	25.07	11.95	13.15
7	5-7-1	7.17	27.2	15.93	14.18	6-7-1	7.02	24.55	12.67	14.16
8	5-8-1	7.09	25.89	12.12	13.04	6-8-1	8	23.21	11.84	14.25
9	5-9-1	7.15	26.06	13.13	12.90	6-9-1	7.19	22.16	11.24	12.99
10	5-10-1	6.29	28.59	11.23	12.32	6-10-1	7	22.54	12.51	14.67

4. อภิปรายผล

การพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์นักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวทางภาคเหนือของประเทศไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับและแบบวนกลับ ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลชุดฝึกสอนร้อยละ 80 สำหรับใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ และข้อมูลชุดทดสอบร้อยละ 20 เพื่อใช้สำหรับประเมินแบบจำลองการพยากรณ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนนิวรอนในชั้นอินพุต 2 ถึง 6 โหนดตามช่วงเวลา ชั้นซ่อน 2 ถึง 10 โหนด และชั้นเอาต์พุต 1 โหนดที่เป็นผลลัพธ์การพยากรณ์ จำนวนนักท่องเที่ยว โดยได้ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ประกอบด้วย จำนวนโหนดชั้นอินพุต-จำนวนโหนดชั้นซ่อน-จำนวนโหนดชั้นเอาต์พุต รวมจำนวน 45 แบบ จากผลการวิจัยพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ คือแบบ 6-9-1 สามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติได้ใกล้เคียงมากที่สุดโดยมีค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 22.16% ส่วนโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับ คือแบบ 4-8-1 ค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 11.02% โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับมีประสิทธิภาพดีกว่า และค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่างานวิจัยของ ญฐนันท์ มุขมา, บุญอ้อม โฉมทิ, และประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์^[4] ที่ใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์สร้างตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยแบบรายเดือน

ในการพัฒนาแบบจำลองคณะผู้วิจัยได้ทดลองโครงข่ายประสาทเทียมแต่ละแบบ 10 รอบ เพื่อลดโอกาสของการเกิด overfitting พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับไม่เกิด overfitting แบบจำลองนี้สามารถพยากรณ์ได้ดีทั้งข้อมูลชุดฝึกสอนและข้อมูลชุดทดสอบ แต่โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับเกิดปัญหา overfitting แบบจำลองนี้สามารถพยากรณ์ได้ดีกับข้อมูลชุดทดสอบแต่ข้อมูลชุดฝึกสอนพยากรณ์ได้แย่กว่า เนื่องจากมีข้อจำกัดที่มีข้อมูลน้อย ซึ่งแบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาอื่นๆได้

แนวทางการวิจัยในอนาคตควรเพิ่มชุดข้อมูลให้มีจำนวนมากขึ้นกว่านี้และเพิ่มข้อมูลปัจจัยภายนอกด้านอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง และปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสม การศึกษาปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อการเกิด overfitting รวมไปถึงอาจศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม และประยุกต์ใช้วิธีการแบบผสมผสาน (hybrid technique) ซึ่งอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมการท่องเที่ยว. (2562). ระบบฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://61.19.236.136:8090/dotr/statistic.php> สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562
- [2] Premanode, B. (2016). Prediction of nonlinear nonstationary time series data. Deutsche: LAB LAMBERT Academic Publishing.

- [3] ลักษณะ เศรษฐะนันท์, สุณี ทวีสกุลวัชร, ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา และ บุญหญิง สมร่าง. (2557). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีการของวินเตอร์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 22, (1) 89-98. <https://www.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/15129>
- [4] ญัฏฐนัน มุขมา, บุญอ้อม โฉมทิ และประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์. (2561). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26, (3) 417-428. <https://www.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/111990>
- [5] Babu, C. N., & Reddy, B. E. (2015). Prediction of selected Indian stock using a partitioning–interpolation based ARIMA–GARCH model. *Applied Computing and Informatics*, 11(2), 130-143.
- [6] ศุภมิตร บุญทา และ จิระนันต์ เจริญรัตน์. (2559). การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ กรณีศึกษา ทะเลสาบหนองหาร จังหวัดสกลนคร. *การประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 11, 19-20 ธันวาคม 2559, นครราชสีมา, ประเทศไทย*. 304-310.
- [7] Constantino, H. A., Fernandes, P. O., & Teixeirac, J.P. (2016) Tourism demand modelling and forecasting with artificial neural network models: The Mozambique case study. *Tékhné*, 14(2), 113-124.
- [8] ผุสดี บุญรอด และ กรวัฒน์ พลเยี่ยม. (2560). แบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25, (3) 533-543. <https://www.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/72104>
- [9] McCulloch, W. S. & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–137.
- [10] Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., & CORPORATE PDP Research Group. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* (Vol. 1). Cambridge, MA: MIT Press.
- [11] Hochreiter, S. & Schmidhuber, J. (1997) Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8), 1735-1780.