

การเปรียบเทียบผลพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ประจำที่ ระหว่างการถดถอยพหุคูณกับโครงข่ายประสาทเทียม

Comparing between Multiple Regressions and Neural Networks
in Forecasting the Number of Stationary Telephone Usage

พยุ่ง มีสัจ* และ สมัช บัตรเจริญ**

บทคัดย่อ

บทความนี้ เป็นการนำเสนอผลวิจัยเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ประจำที่ระหว่างเทคนิคการถดถอยพหุคูณกับเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นสอนด้วยการชี้้นำ การดำเนินการวิจัย ใช้ข้อมูล 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) จำนวนประชากร 2) จำนวนบ้าน 3) จำนวนธุรกิจ 4) สภาพเศรษฐกิจ 5) ความหนาแน่นของการใช้โทรศัพท์ และ 6) จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าในกรุงเทพฯ ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2507 ถึง พ.ศ. 2544 มาเป็นข้อมูลในการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ ผลการทดลองเปรียบเทียบ พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรูปแบบข้อมูล 3-2-2 ให้ผลการพยากรณ์คลาดเคลื่อนต่ำที่สุด โดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองเท่ากับ 13.38 ส่วนเทคนิคการถดถอยพหุคูณคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองเท่ากับ 14.29 ซึ่งผลการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test พบว่า เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลพยากรณ์คลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำกว่าเทคนิคการถดถอยพหุคูณ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Abstract

This paper presents a comparison between multiple regressions and supervised learning multilayer neural networks in forecasting the number of telephones usage. In generating the forecasting models, both techniques were trained by using the same variables which were 1) the amount of population, 2) the number of houses, 3) number of businesses, 4) GDP of population, 5) density of telephones used, and 6) the number of telephones used in Bangkok during 1964-2001. From the experiments, the mean square error of neural networks was 13.38 and the mean square error of multiple regressions was 14.29. The errors were also compared by using statistics t-test. The result showed that the neural networks were less error than multiple regressions. An experiment with 3-2-2 model was the best result.

* ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

** ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากความต้องการการใช้โทรศัพท์ ซึ่งมีอยู่อย่าง ต่อเนื่อง เพื่อใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกัน ถึงแม้ว่าปัจจุบันอัตรา การความต้องการหมายเลขโทรศัพท์ประจำที่จะไม่สูงมาก เหมือน สมัย ก่อน เนื่องจาก ผู้บริโภคหันไปใช้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในการติดต่อสื่อสารทางเสียงกันมากขึ้น เพราะความสะดวกในการใช้งานในที่ต่างๆ แต่โทรศัพท์ ประจำก็ยังคงมีความจำเป็นอยู่ ในเรื่องของกรใช้งานที่เริ่ม เปลี่ยนไปเป็นการใช้งานเพื่อติดต่อสื่อสารข้อมูล เช่น การ ใช้งานอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เนื่องจากสามารถรับส่งข้อมูล ได้ดีและราคาถูกกว่า บริษัท ทศท. คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) กำลังขยายบริการไปยังพื้นที่ที่มีความต้องการ อย่างต่อเนื่อง การลงทุนต้องใช้เงินทุนค่อนข้างสูง การ วางแผนโครงข่ายต้องคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์ เพื่อความ ประหยัดในการลงทุน และต้องมีความเหมาะสมเพียงพอ กับการใช้งาน โดยทั่วไประบบโทรศัพท์ขยายตัวอย่าง รวดเร็ว เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ตามลักษณะปัจจัยต่างๆ ปัญหาที่สำคัญคือต้องขยายเลขหมายโทรศัพท์ให้เพียงพอ กับการใช้งาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนสำหรับการ เตรียมอุปกรณ์เครื่องชุมสาย ข่ายสาย และระบบสื่อ สัญญาณในอนาคตด้วย ด้วยเหตุผลนี้เองจึงจำเป็นต้อง ทราบค่าพยากรณ์ปริมาณเลขหมายของชุมสายโทรศัพท์ใน อนาคตให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และในการพยากรณ์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงเทคนิควิธีที่เหมาะสมที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างรูปแบบสำหรับพยากรณ์ ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ ด้วยเทคนิคการถดถอยพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม และเพื่อพัฒนาโปรแกรม สำหรับการพยากรณ์โดยใช้รูปแบบที่สร้างขึ้น

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ ระหว่างวิธีการถดถอยพหุคูณกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่เลือกใช้ในการพยากรณ์จะเลือกจากสิ่งที่จะ มีผลกระทบต่อจำนวนหมายเลขโทรศัพท์ ข้อมูลที่มีใช้ และที่มาของข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1.3.1 จำนวนประชากร จากสำนักงานสถิติ แห่งชาติ
- 1.3.2 จำนวนบ้าน จากสำนักงานสถิติ แห่งชาติ
- 1.3.3 จำนวนธุรกิจจากกรมทะเบียนการค้า กระทรวงพาณิชย์
- 1.3.4 สภาพเศรษฐกิจใช้ตัวเลข GDP ของ ประชากร จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ
- 1.3.5 ความหนาแน่นของการใช้โทรศัพท์ (จำนวนเครื่อง โทรศัพท์ต่อประชากร 1,000 คน) จากบริษัท ทศท. คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
- 1.3.6 จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า จาก บริษัททศท. คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การถดถอยอย่างง่าย

วีริช [1] กล่าวว่า การถดถอยอย่างง่าย เป็น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยที่ ตัวแปรหนึ่งตัวคือตัวแปรตาม Y อีกตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปร อิสระ X การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย เป็นวิธีการหา สมการ หรือฟังก์ชันถดถอยที่สามารถใช้ประมาณ หรือ พยากรณ์ตัวแปรตาม Y จากตัวแปรอิสระ X ในกรณีที สมการถดถอยที่ประมาณได้ มีกราฟแสดงความสัมพันธ์ ของตัวแปรทั้งสองเป็นเส้นตรง เรียกว่า การถดถอยเชิงเส้น อย่างง่าย (simple linear regression) มีรูปแบบดังสมการ ที่ (1)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

เมื่อ Y_i	คือ	ตัวแปรตาม
X_i	คือ	ตัวแปรอิสระ
β_0, β_1	คือ	พารามิเตอร์
ε_i	คือ	ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตที่ i เป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่า จริงของ Y และค่า Y บนเส้นถดถอย

2.2 การถดถอยพหุคูณ

วิรัชช [1] กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) โดยใช้การถดถอยอย่างง่าย และสหพันธ์เมื่อตัวแปรอิสระมีเพียงตัวเดียว สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระหลายตัว X_1, X_2, \dots, X_k ต้องใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ (multiple regressions) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหลายตัวรวมกัน มีผลกระทบต่อตัวแปรตาม สมการถดถอยพหุคูณ จะชี้ให้เห็นความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างตัวแปรอิสระเหล่านี้ที่มีต่อตัวแปรตาม ทำให้เราสามารถใช้ความสัมพันธ์นี้พยากรณ์ตัวแปรตามได้ รูปแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่มีตัวแปรอิสระ k ตัวแปร ดังสมการที่ (2)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

เมื่อ Y_i	คือ	ตัวแปรตาม
$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$	คือ	ตัวแปรอิสระ
$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$	คือ	สัมประสิทธิ์ถดถอย
ε_i	คือ	ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตที่ i

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม

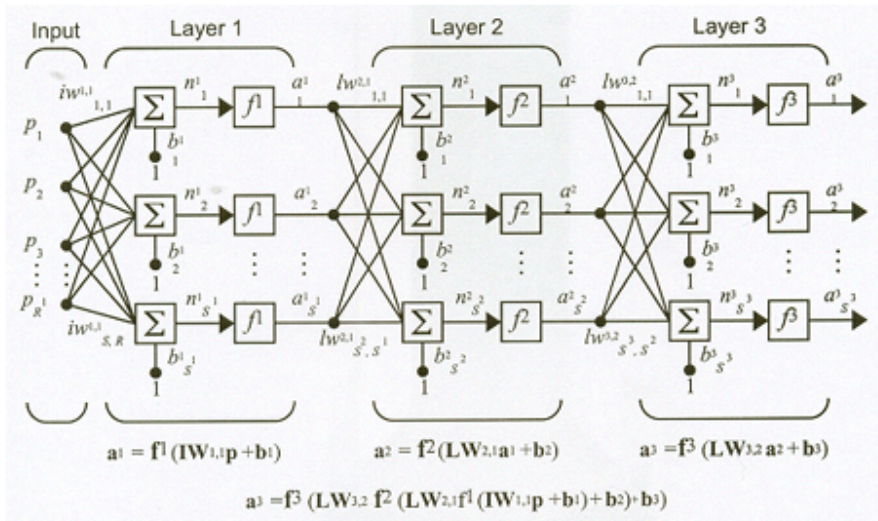
โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) เป็นการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทของ

มนุษย์ โครงข่ายประสาทประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ เซลประสาท (neuron or soma) โยประสาท (nerve fiber) ซินแนปส์ (synapse) โครงข่ายประสาทเทียมมีหลายสัญญาณเข้าและหลายสัญญาณออก จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบหลายตัวแปรได้

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยชั้นของข้อมูลเบื้องต้น 3 ชั้น คือ ชั้นของข้อมูลป้อนเข้า (input layer) ชั้นซ่อน (hidden layer) และชั้นผลลัพธ์ (output layer) นักวิจัยได้พัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมขึ้นมา และสามารถแบ่งประเภทของโครงข่ายประสาทเทียม ตามความซับซ้อนหรือจำนวนชั้นของข้อมูลในชั้นซ่อน ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. โครงข่ายประสาทเทียมชั้นเดียว (single layer neural network) เป็นโครงข่ายที่มีชั้นซ่อนเพียงหนึ่งเดียว ประกอบด้วยเวกเตอร์ของตัวแปรด้านเข้า เมทริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนัก เวกเตอร์ตัวแปรด้านออก และไบแอส (bias)
2. โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (multi-layer neural network) ประกอบด้วยส่วนรับข้อมูล (sensory unit or source node) ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่าชั้นตัวแปรด้านเข้า ส่วนการคำนวณ (computation nodes) เรียกว่า ชั้นซ่อน (hidden layer) ซึ่งอาจจะมีหนึ่งชั้นหรือมากกว่าก็ได้และส่วนข้อมูลออกจากส่วนการคำนวณ เรียกว่าชั้นตัวแปรด้านออก (output layer) โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบง่าย จึงนิยมนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ มากมาย

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม [2] มี 2 แบบคือ 1. การเรียนรู้แบบไม่มีครู หรือการเรียนรู้แบบไม่มีการชี้แนะ (unsupervised learning) [3] เพื่อให้ใกล้เคียงกับระบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์มากยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องมีชุดข้อมูลเป้าหมาย มีเพียงชุดข้อมูลป้อนเข้า 2. การเรียนรู้แบบมีครู หรือการเรียนรู้แบบมีการชี้แนะ (supervised learning)



รูปที่ 1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer Perceptron : MLP)

ต้องการชุดข้อมูลป้อนเข้า และชุดข้อมูลเอาต์พุตเป้าหมาย เรียกว่าชุดการสอนควบคู่ (training pair) โดยปกติการสอนโครงข่ายประสาทเทียม จะใช้ชุดการสอนควบคู่กับหลายชุด ในระหว่างการสอนเน็ตเวิร์คจะเกิดผลลัพธ์จริงขึ้น โดยผลต่างระหว่างผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์เป้าหมาย คือค่าความคลาดเคลื่อนหรือค่าความผิดพลาด โดยค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับสู่เน็ตเวิร์ค เพื่อให้ค่าลดลงเรื่อยๆ จนถึงระดับที่ยอมรับได้ในระหว่างกระบวนการลดค่าความผิดพลาดนั้นค่าน้ำหนักก็就会被ปรับตามภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น เอาต์พุตของโครงข่ายสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$y = f^3(LW_{3,2}f^2(LW_{2,1}f^1(IW_{1,1}p + b_1) + b_2) + b_3) \quad (3)$$

เมื่อ y เป็นเวกเตอร์เอาต์พุต f_i เป็นเวกเตอร์ฟังก์ชันในชั้นที่ i ($i = 1, 2, 3$) LW เป็นเมทริกซ์น้ำหนักเชื่อมต่อระหว่างชั้น i และ $i-1$ IW เป็นเมทริกซ์น้ำหนักเชื่อมต่อกับอินพุต b_i เป็นเวกเตอร์ไบอัสในชั้น i

รายละเอียดการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม และการคำนวณค่าในส่วนต่างๆของโครงข่าย สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Hagan et. al. [4]

2.4 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ ทิพวรรณ [5] ได้ใช้วิธีการพยากรณ์เปรียบเทียบกัน 2 วิธี คือ การหาเส้นแนวโน้ม และการถดถอยแบบพหุคูณ สิ่งที่ศึกษาคือเปรียบเทียบผลของการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ โดยใช้ตัวแปรคือจำนวนประชากร จำนวนบ้าน จำนวนธุรกิจ จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ และความหนาแน่นการใช้โทรศัพท์และผลการพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ ผลที่ค้นพบคือวิธีการถดถอยแบบพหุคูณจะให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่า ในการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ทุกประเภท และจำนวนครั้งการเรียกโทรศัพท์ทุกประเภท ส่วนวิธีการหาเส้นแนวโน้ม เหมาะกับการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์แยกประเภทและจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์แยกประเภท ผู้วิจัยได้เสนอว่าเมื่อมีข้อมูลใหม่ควรนำมาปรับปรุงการพยากรณ์ให้ทันสมัยยิ่งขึ้น

นิตย์ [6] ได้ใช้วิธีการพยากรณ์ 4 วิธี คือการวิเคราะห์ความถดถอย การหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง เทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล 2 ชั้น และ เทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบ 2 พารามิเตอร์ เพื่อหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์เลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละเขตย่อย แล้วนำค่าพยากรณ์แต่ละเขตย่อยมารวมกัน เป็นค่าพยากรณ์ทั่วประเทศ การวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์แต่ละเขตนั้น ต้องเลือกใช้วิธีที่มีความเหมาะสมต่างกัน ปัญหาของงานวิจัยคือมีข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเพียง 7 ปี เท่านั้น และได้เสนอว่าถ้าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเปลี่ยนรูปแบบไป ควรจะวิเคราะห์หาตัวแบบใหม่ และการพยากรณ์ล่วงหน้ามากกว่า 6 ปี เหมาะสมเฉพาะช่วงที่ทำการวิจัยเท่านั้น

พัชรี [7] ได้ใช้วิธีการพยากรณ์เปรียบเทียบกัน 2 วิธี คือ ริดจ์รีเกรสชัน (ridge regression) และ โครงข่ายประสาทเทียม โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากการจำลองด้วยเทคนิควิธี มอนติคาร์โล (Monte Carlo method) ทำการศึกษาภายใต้สถานการณ์ต่างๆ คือ กรณีการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นปกติ การแจกแจงปโลมปน และการแจกแจงลอกนอร์มอล ซึ่งพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมจะใช้ในการพยากรณ์ได้ดีกว่าวิธีริดจ์รีเกรสชัน เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล และการแจกแจงปกติปโลมปน เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย และเมื่อขนาดตัวอย่างระดับสัมประสิทธิ์การแปรผัน ของความคลาดเคลื่อน จำนวนตัวแปรอิสระ ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ สเกลแฟกเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปโลมปนมีค่ามากขึ้น โดยเรียงลำดับอิทธิพลจากมากไปน้อย และวิธีริดจ์รีเกรสชัน จะใช้ในการพยากรณ์ได้ดีกว่า เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ และได้เสนอว่าควรทำการศึกษาข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวแบบเชิงเส้น

Geva [8] ได้นำเสนอรูปแบบการพยากรณ์

สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา โดยข้อมูลดิบแบบสั้นถูกแบ่งเป็นหลายระดับ โดยใช้เวฟเล็ตในการเตรียมข้อมูลและโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นถูกนำไปใช้ในการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่าการจัดเตรียมข้อมูลแบบแยกเป็นหลายระดับ จะมีผลการทำงานดีกว่าการจัดข้อมูลแบบระดับเดียว

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ในประเทศไทย พบปัญหาหลักที่สำคัญอยู่สองประการคือ ประการแรกเมื่อเวลาผ่านไปข้อมูลตัวแปรต่างๆ ได้เพิ่มขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก โดยเฉพาะระหว่างปีที่เกิดเหตุการณ์วิกฤตทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นส่งผลต่อรูปแบบการพยากรณ์เดิม ประการที่สอง การพยากรณ์ของทิพวรรณ [1] เป็นการพยากรณ์แบบการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม คือถ้าต้องการพยากรณ์ข้อมูลตัวแปรตามในปีถัดไปจำเป็นต้องทราบข้อมูลตัวแปรต้นในปีถัดก่อน แต่ในความเป็นจริงนั้นเราไม่สามารถทราบข้อมูลตัวแปรต้นล่วงหน้าได้ จึงทำการออกแบบรูปแบบของตัวแปรต้นและตัวแปรตามใหม่ให้สามารถพยากรณ์อนาคตได้โดยทราบเพียงข้อมูลในปัจจุบัน สำหรับงานวิจัยของนิตย์ [2] เป็นการพยากรณ์ระยะยาวเกินไป ข้อมูลแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงไปมากจึงได้ผลไม่ดีนัก งานวิจัยของพัชรี [3] ใช้ข้อมูลจากการจำลองซึ่งเป็นข้อมูลเชิงเส้น เพื่อทำการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเทียบกับวิธีริดจ์รีเกรสชัน และพบว่าทั้งสองวิธีมีพยากรณ์ได้ดีกับข้อมูลแตกต่างกันไป

บทความวิจัยที่ค้นพบเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ในประเทศไทยและต่างประเทศ มีค่อนข้างน้อยและล้าสมัย ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการพยากรณ์หมายเลขโทรศัพท์ งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจริงแบบไม่เป็นเชิงเส้น มีขั้นตอนวิธีการจัดรูปแบบข้อมูลด้วยการเลื่อนหน้าต่างเพื่อเป็นอินพุตและเอาต์พุตเป้าหมายให้กับระบบพยากรณ์ได้เรียนรู้ ซึ่งมีคำถามว่าจะเลือกหน้าต่างที่มี

ขนาดเท่าไร การเลื่อนหน้าต่างควรซ้อนทับเท่าใด และจะพยากรณ์ล่วงหน้าเท่าใดจึงจะเหมาะสม และนอกจากนี้ระบบพยากรณ์มีหลายวิธี วิธีถดถอยและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมต่างก็เป็นที่ยอมรับที่อาจเลือกใช้เป็นระบบพยากรณ์ ผู้วิจัยต้องการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีถดถอยพหุคูณกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อประยุกต์ใช้กับข้อมูลปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ ทั้งนี้เพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมสำหรับสร้างโปรแกรมประยุกต์สำหรับงานพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ในลำดับต่อไป

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ 1) การจัดรูปแบบข้อมูล 2) การคำนวณ 3) การออกแบบโปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม และ 4) การทดลองและการเปรียบเทียบผลพยากรณ์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การจัดรูปแบบข้อมูล

มีผู้นำเสนอการจัดรูปแบบข้อมูลหลายงานวิจัย เช่น Kil et. al. [9] ได้ศึกษาการจัดรูปแบบข้อมูลอนุกรมสำหรับการพยากรณ์ โดยเลือกขนาดหน้าต่างที่เหมาะสมที่สุด บนพื้นฐานความนุ่มนวล (smoothness) ซึ่งใช้ฟังก์ชันแบบไม่เป็นเชิงเส้น เป็นสมการแปลงจากข้อมูลอนุกรมเป็นข้อมูลเวกเตอร์อินพุตและเอาต์พุต ซึ่งวิธีการนี้มีข้อเสียเนื่องจากต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นกว่าการเลื่อนหน้าต่างธรรมดา Frank et. al. [10] ทำการศึกษาวิจัยขนาดของหน้าต่างอินพุต ซึ่งเป็นการจำลองข้อมูลอนุกรมเวลาเพียงตัวแปรเดียว ข้อมูลถูกจัดให้อยู่ในรูปเวกเตอร์ สำหรับบ่อนให้กับโครงข่ายประสาทเทียม จัดให้ข้อมูลถัดไปหนึ่งจุดเป็นเอาต์พุตเป้าหมาย ทำการเลื่อนหน้าจนครบข้อมูลทุกจุดใน

อนุกรม ซึ่งผลที่ได้เป็นเซตของคู่เวกเตอร์อินพุตและเวกเตอร์เอาต์พุต สำหรับใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียม

สำหรับงานวิจัยนี้ ข้อมูลที่ใช้คืออินพุต X_i และเอาต์พุตเป้าหมาย Y_i เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data) จากตัวแปร 6 ตัวแปรได้แก่ 1) จำนวนประชากร 2) จำนวนบ้าน 3) จำนวนธุรกิจ 4) สภาพเศรษฐกิจใช้ตัวเลข GDP ของประชากร 5) ความหนาแน่นของการใช้โทรศัพท์ และ 6) จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า โดยที่อินพุต X_i และเอาต์พุตเป้าหมาย Y_i เป็นข้อมูลจากอนุกรมเวลาเดียวกันแต่ต่างเวลากัน นั่นคือ อินพุต X_i เป็นข้อมูลปีก่อน ส่วนเอาต์พุตเป้าหมาย Y_i เป็นข้อมูลของปีหลัง โดยข้อมูลอนุกรมจะถูกแบ่งเป็นหน้าต่างย่อย ในรูปแบบ M-L-N (จำนวนข้อมูลในหน้าต่าง-จำนวนปีที่ซ้อนทับ-จำนวนปีที่พยากรณ์) เช่น การพยากรณ์โดยใช้รูปแบบ 3-2-1 หมายถึง จำนวนข้อมูลในหน้าต่างเป็น 3 จำนวนปีที่ซ้อนทับเป็น 2 และจำนวนปีที่พยากรณ์เป็น 1 รูปแบบหน้าต่าง ที่ใช้ในการพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้คือ 3-2-1, 3-2-2, 4-3-1, 4-3-2, 5-4-1 และ 5-4-2 ในการวิจัยจะศึกษาเปรียบเทียบว่า เมื่อจำนวนข้อมูลในหน้าต่างเพิ่มขึ้น หรือจำนวนปีที่พยากรณ์เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อความแม่นยำอย่างไร การพยากรณ์จะเริ่มหาผลการพยากรณ์ปีแรก คือ พ.ศ. 2532 นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการพยากรณ์ปีต่อไป จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2544 เพื่อศึกษาดูว่าเมื่อข้อมูลที่ใช้คำนวณเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อความแม่นยำอย่างไร โดยสามารถจัดข้อมูลตัวแปรต่างๆให้อยู่ในรูปเมทริกซ์เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

$$\mathbf{x}_1 = \begin{bmatrix} x_{1,i-M-1} \\ \vdots \\ x_{1,i-1} \\ x_{1,i} \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}_2 = \begin{bmatrix} x_{2,i-M-1} \\ \vdots \\ x_{2,i-1} \\ x_{2,i} \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}_3 = \begin{bmatrix} x_{3,i-M-1} \\ \vdots \\ x_{3,i-1} \\ x_{3,i} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{x}_4 = \begin{bmatrix} x_{4,i-M-1} \\ \vdots \\ x_{4,i-1} \\ x_{4,i} \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}_5 = \begin{bmatrix} x_{5,i-M-1} \\ \vdots \\ x_{5,i-1} \\ x_{5,i} \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}_6 = \begin{bmatrix} x_{6,i-M-1} \\ \vdots \\ x_{6,i-1} \\ x_{6,i} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y}_1 = \begin{bmatrix} y_{1,i+1} \\ y_{1,i+2} \\ \vdots \\ y_{1,i+N} \end{bmatrix} \quad \mathbf{y}_2 = \begin{bmatrix} y_{2,i+1} \\ y_{2,i+2} \\ \vdots \\ y_{2,i+N} \end{bmatrix} \quad \mathbf{y}_3 = \begin{bmatrix} y_{3,i+1} \\ y_{3,i+2} \\ \vdots \\ y_{3,i+N} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y}_4 = \begin{bmatrix} y_{4,i+1} \\ y_{4,i+2} \\ \vdots \\ y_{4,i+N} \end{bmatrix} \quad \mathbf{y}_5 = \begin{bmatrix} y_{5,i+1} \\ y_{5,i+2} \\ \vdots \\ y_{5,i+N} \end{bmatrix} \quad \mathbf{y}_6 = \begin{bmatrix} y_{6,i+1} \\ y_{6,i+2} \\ \vdots \\ y_{6,i+N} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{p}_j = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_6 \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad \mathbf{t}_j = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_6 \end{bmatrix} \quad j = 1, 2, 3, \dots, Q$$

$$\mathbf{P} = [\mathbf{p}_1 \quad \mathbf{p}_2 \quad \mathbf{p}_3 \quad \dots \quad \mathbf{p}_Q]$$

และ $\mathbf{T} = [\mathbf{t}_1 \quad \mathbf{t}_2 \quad \mathbf{t}_3 \quad \dots \quad \mathbf{t}_Q]$

เมื่อ $\mathbf{x}_i, i = 1 \dots 6$, เป็นเวกเตอร์อินพุต $\mathbf{y}_i, i = 1 \dots 6$, เป็นเวกเตอร์เอาต์พุตเป้าหมาย \mathbf{x}_1 และ \mathbf{y}_1 เป็นจำนวนประชากร \mathbf{x}_2 และ \mathbf{y}_2 จำนวนบ้าน \mathbf{x}_3 และ \mathbf{y}_3 จำนวนธุรกิจ \mathbf{x}_4 และ \mathbf{y}_4 สภาพเศรษฐกิจใช้ตัวเลข GDP ของประชากร \mathbf{x}_5 และ \mathbf{y}_5 ความหนาแน่นของการใช้โทรศัพท์

\mathbf{x}_6 และ \mathbf{y}_6 จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า และ กำหนดให้ M = จำนวนข้อมูลในหน้าต่าง (window length) N = จำนวนปีพยากรณ์ (number of forecasting year) L = จำนวนปีทับซ้อน (number of overlapping year) และ Q = จำนวนรูปแบบข้อมูล (number of patterns)

ขั้นตอนในการจัดข้อมูล สามารถเขียนเป็น Pseudo code ของการจัดข้อมูลก่อนการคำนวณได้ดังนี้

ก. หาขนาดของหน้าต่าง มีขั้นตอนหรือรหัสเทียม ดังนี้

```

Read file from Excel
Data = read(file excel)
Define variable constant
R = 12 : R is number of row data
P = 3 : P is number of width of windows
T = 2 : T is number of target
O = 2 : O is number of overlap
M = 1
N = 1
P1 = P
    
```

If P1 have more value than or equal R go to Exit

```

Read Data
P{n}=Data(M to P1,2 to End data)
Compute N=N+1
Compute M=P1-O+1
Compute P1 = M+P-1
    
```

Exit

ข. หาค่า C สามารถเขียนขั้นตอนหรือรหัสเทียม สำหรับหาค่า weight (W) ได้ดังนี้

```

Read Data P
Call function Call2mat in Matlab
Compute P1=Call2Math (P)
    
```

```

Find size of P1
Call function find size in Matlab
Compute [A,B]=Size(P1)
By A := number of row in P1
    B := number of column in P1

Read Data C
Read Z=1
If C have more value than or equal B goto Exit
    W1{Z} = P1(:,C)
    C = C+6
    Z = Z+1

Exit
    
```

3.2 การคำนวณ

3.2.1 การจัดรูปแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยแบบพหุคูณ

การพยากรณ์ด้วยวิธีถดถอยเป็นวิธีทางสถิติ ในงานวิจัยนี้ จะใช้สำหรับเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ มีตัวแปรอิสระหลายตัว จึงเลือกวิธีการพยากรณ์ด้วยการถดถอยแบบพหุคูณ โดยมีรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว คือ

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

เมื่อ y_i คือเมทริกซ์ตัวแปรตาม

$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$ คือ เมทริกซ์ตัวแปรอิสระ

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ถดถอย

ε_i คือ เมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตที่ i

ในการคำนวณจะใช้ข้อมูลที่ถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหน้าตาต่างแล้ว โดยเมทริกซ์ \mathbf{P} แทนค่า \mathbf{X} และ \mathbf{T} แทนค่า \mathbf{Y} มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. หาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยจากสมการ

$$\beta = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{B} \quad (5)$$

เมื่อ $\mathbf{A} = \mathbf{P}^T$ และ $\mathbf{B} = \mathbf{T}^T$

ข. หาค่าผลการพยากรณ์โดยแทนค่าตัวแปรต้นปีล่าสุดที่จัดรูปแบบหน้าตาต่างแล้ว ลงในสมการที่ (5)

3.2.2 การจัดรูปแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ในการสร้างโครงข่ายประสาทเทียม ใช้โครงข่ายประสาทเทียมโดยมีการสอนแบบมีผู้ฝึกหัด โดยใช้ข้อมูลที่แบ่งออกเป็นข้อมูลอินพุต (\mathbf{P}) และข้อมูลเป้าหมาย (\mathbf{T}) ในการฝึกสอน หลังจากได้โครงข่ายที่ถูกสอนแล้วจะใช้ข้อมูลปีล่าสุด ป้อนเข้าโครงข่ายเพื่อคำนวณหาผลการพยากรณ์ปีถัดไป

การออกแบบโครงข่าย สามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบโครงข่ายที่มีลักษณะดังนี้

ก. ใช้โครงข่ายการพยากรณ์แบบหลายชั้นชนิดป้อนเดินหน้า สอนด้วยเทคนิคแพร่กระจายกลับ (feedforward backpropagation)

ข. ใช้ฟังก์ชันการสอน (training function) แบบ Trainlm (Levenberg-Marquardt backpropagation) เนื่องจากมีความเร็วสูงในการประมวลผล

ค. ใช้ฟังก์ชันการปรับการเรียนรู้ (adaptation learning function) แบบ LearnGdm

ง. ใช้ค่า MSE (Mean square error) ในการกำหนดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

จ. ใช้จำนวน Layer เท่ากับ 3 ชั้น โดยนับจากชั้นซ่อนไปจนถึงชั้นเอาต์พุต ดังนั้นในที่นี้ใช้ชั้นซ่อนจำนวน

2 ชั้น เนื่องจากข้อมูลไม่ซับซ้อนมาก และโดยทั่วไปแล้วมัก ออกแบบไม่เกิน 3 ชั้นและสูงสุดไม่เกิน 5 ชั้น (ถ้าเลือก จำนวนชั้นมาก จะทำให้การประมวลผลช้าลงมากตามไปด้วย)

จ. ใช้จำนวน Neurons เท่ากับ 5 ซึ่งมาจากการ ใช้ทดลองหลายๆ ครั้ง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดย ค่อยๆ ลดจำนวนหน่วยลงจนได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน

ข. ใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน (transfer function) แบบ sigmoidal function และ pure linear ซึ่งเหมาะกับ ลักษณะของข้อมูลไม่เป็นเชิงเส้น

ขั้นตอนการเรียนรู้ชนิดแผ่กระจายกลับของ โครงข่ายประสาทเทียม มีดังนี้

ลำดับที่ 1 สุ่มค่าน้ำหนักเริ่มต้น

ลำดับที่ 2 ป้อนอินพุตเวกเตอร์ผ่านระบบ โครงข่ายประสาทเทียม

ลำดับที่ 3 คำนวณค่าเอาต์พุตโดยการใช้น้ำหนัก เริ่มต้น

ลำดับที่ 4 นำค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้มา เปรียบเทียบกับเอาต์พุตเป้าหมายของข้อมูลจริง

ลำดับที่ 5 ยกกำลังสองผลต่างรวมระหว่างค่าที่ ได้จากลำดับที่ 4

ลำดับที่ 6 หาค่าความคลาดเคลื่อนรวมจากคู่ ของอินพุตและเอาต์พุต โดยระบุเป็นระยะห่าง Euclidean ของน้ำหนักต่างๆ

ลำดับที่ 7 โครงข่ายพยายามปรับระยะห่างให้ น้อยที่สุดโดยใช้วิธีเดินลงทางลาดชันสุด (steepest gradient descent) โดยน้ำหนักของโครงข่ายจะถูกปรับไป ในทิศทางที่ลดความคลาดเคลื่อนลง

ทำซ้ำจากลำดับที่ 2 ถึงลำดับที่ 7 จนได้ค่าความ คลาดเคลื่อนต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ หรือจำนวนรอบการรันครบ แล้ว

3.3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมใช้แมตแลบ เวอร์ชัน 7 สร้างเป็นระบบตอบโต้ผู้ใช้ผ่านกราฟิก เขียนโปรแกรมการ พยากรณ์ ตามขั้นตอนวิธีถดถอยพหุคูณและขั้นตอนวิธี โครงข่ายประสาทเทียมจากหัวข้อ 3.2 ผลการพัฒนา โปรแกรมแสดงในหัวข้อที่ 4

3.4 การทดลองและการเปรียบเทียบผลพยากรณ์

ข้อมูลที่จัดรูปแบบตามหัวข้อ 3.1 ถูกใช้เพื่อการ สร้างรูปแบบพยากรณ์ด้วยวิธีถดถอยพหุคูณและวิธี โครงข่ายประสาทเทียม ผลการทดลองถูกนำมา เปรียบเทียบ โดยใช้ค่าสถิติ t-test โดยการตั้งสมมุติฐาน ทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ กำหนดให้

$$H_0 = \mu_n < \mu_r$$

$$H_1 = \mu_n \geq \mu_r$$

เมื่อ μ_n = ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสำหรับผลพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

μ_r = ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสำหรับ

ผลพยากรณ์ด้วยการถดถอยแบบพหุคูณ

ค่าสถิติ t ได้จากสูตร

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{s_{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}} \quad (6)$$

$$s_{\bar{y}_1 - \bar{y}_2} = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} \quad (7)$$

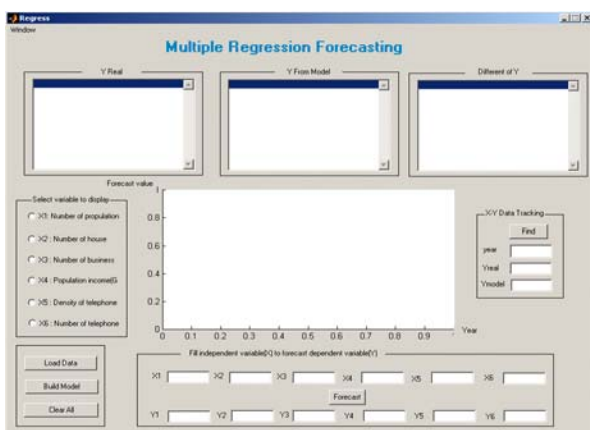
$$s^2 = \frac{\sum y_1^2 - (\sum y_1)^2 / n + \sum y_2^2 - (\sum y_2)^2 / n}{2(n-1)} \quad (8)$$

เมื่อ \bar{y}_1 คือ ค่าเฉลี่ยของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
 \bar{y}_2 คือ ค่าเฉลี่ยของวิธีการถดถอยพหุคูณ
 $S_{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วน
 ต่างค่าเฉลี่ยระหว่างสองวิธี
 S^2 คือ ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยถ่วง
 น้ำหนัก
 n คือ จำนวนตัวอย่างในการคำนวณ

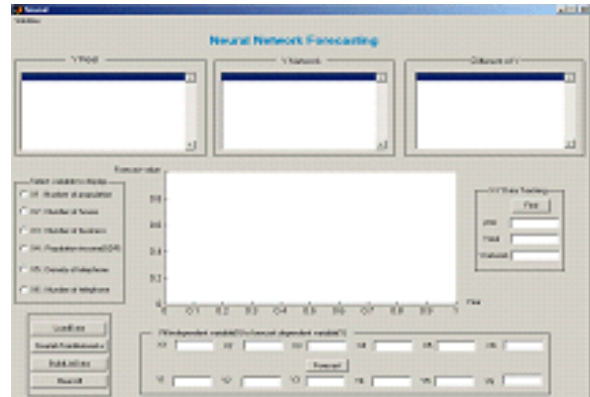
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม

ภาพที่ 2 และภาพที่ 3 แสดงหน้าจอโปรแกรม
 สำหรับพยากรณ์แต่ละวิธี การสร้างโมเดลสำหรับการ
 พยากรณ์แต่ละวิธี ทำโดยการโหลดข้อมูลตัวแปรต่างๆ ใน
 อดีตที่จัดเป็นรูปแบบหน้าต่าง โปรแกรมสามารถสร้าง
 รูปแบบการถดถอยแบบพหุคูณ หรือโครงข่ายประสาท
 เทียม ตามการเลือกสร้าง หลังจากทำการสร้างรูปแบบ
 สำหรับพยากรณ์แล้ว หากต้องการพยากรณ์ข้อมูลป้อนไป
 ให้ป้อนข้อมูลอินพุตที่ทราบค่า เพื่อทำการพยากรณ์
 ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ โปรแกรมจะแสดงจำนวนเลข
 หมายโทรศัพท์ในช่องเอาต์พุต



ภาพที่ 2 หน้าจอโปรแกรมสำหรับพยากรณ์ด้วย
การถดถอยพหุคูณ



ภาพที่ 3 หน้าจอโปรแกรมสำหรับพยากรณ์ด้วย
โครงข่ายประสาทเทียม

4.2 ผลการทดลอง

ผลการพยากรณ์ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง
 ระหว่างจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่พยากรณ์ได้กับจำนวน
 ที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละรูปแบบการทดลอง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่างจำนวนเลขหมาย
โทรศัพท์ที่พยากรณ์ได้เทียบกับจำนวนที่
เกิดขึ้นจริง

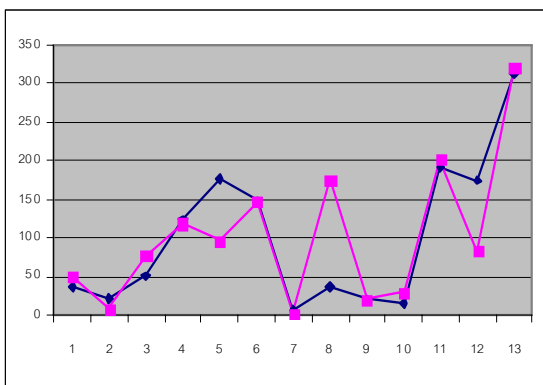
รูปแบบ	โครงข่ายประสาทเทียม	การถดถอยพหุคูณ
3-2-1	101.00	102.01
3-2-2	13.38	14.29
4-3-1	113.11	1206.18
4-3-2	21.67	82.16
5-4-1	147.65	159.79
5-4-2	52.61	1792.10

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าวิธีโครงข่ายประสาท
 เทียม การพยากรณ์ล่วงหน้าในอนาคต หลายปีมากเท่าไร
 ค่าความคลาดเคลื่อนยิ่งเพิ่มมากขึ้นตาม การพยากรณ์
 ล่วงหน้าหลายปี พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการ

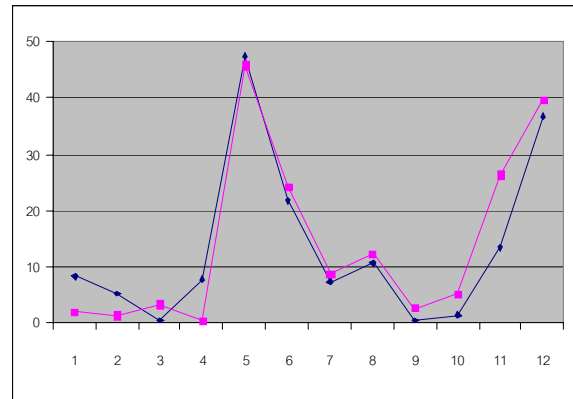
พยากรณ์ปีแรก น้อยกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าเพียงปีเดียว การเพิ่มความกว้างของวินโดวส์ ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ สาเหตุที่การพยากรณ์ล่วงหน้าหลายปี มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าปีเดียวนั้น เนื่องจากธรรมชาติของข้อมูลปีก่อน จะมีผลกระทบกับข้อมูลปีใกล้เคียงมาก กว่าข้อมูลในปีที่ห่างออกไปในอนาคตหลายปี ซึ่ง หมายความว่า ข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีข้างหน้าอาจไม่สามารถทำนายได้ใกล้เคียงความเป็นจริง ควรทำนายปีใกล้เคียงกับปัจจุบัน ให้มากที่สุดจึงจะเชื่อถือได้

ภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปแบบต่างๆ ระหว่างโครงข่ายประสาทเทียมกับการถดถอยพหุคูณ โดยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงในภาพต่างๆ ดังนี้

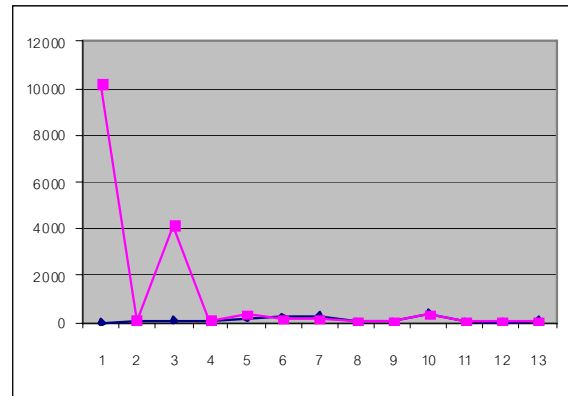
- คือ ค่าผลต่างจากค่าจริงสำหรับการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม
- ◆— คือ ค่าผลต่างจากค่าจริงสำหรับการพยากรณ์ด้วยการถดถอยพหุคูณ
- แกน y แทนค่าผลต่างที่พยากรณ์ได้กับค่าจริง
- แกน x แทนลำดับปีที่พยากรณ์



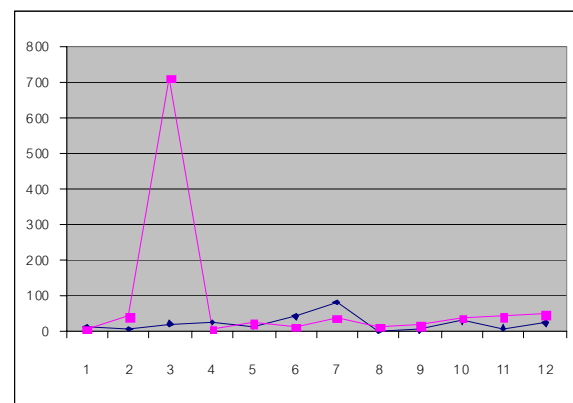
ภาพที่ 4 กราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงสำหรับการพยากรณ์แบบ 3-2-1



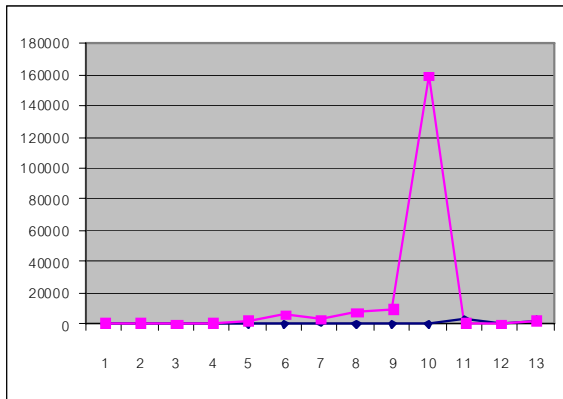
ภาพที่ 5 กราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงสำหรับการพยากรณ์แบบ 3-2-2



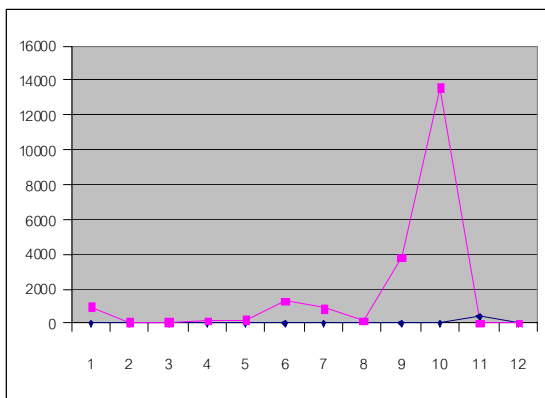
ภาพที่ 6 กราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงสำหรับการพยากรณ์แบบ 4-3-1



ภาพที่ 7 กราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงสำหรับการพยากรณ์แบบ 4-3-2



ภาพที่ 8 กราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริง สำหรับการพยากรณ์แบบ 5-4-1



ภาพที่ 9 กราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงสำหรับการพยากรณ์แบบ 5-4-2

จากภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 9 ซึ่งแสดงกราฟค่าผลต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริง สำหรับการพยากรณ์แต่ละรูปแบบ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้งสองวิธีแล้วพบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงเฉลี่ย น้อยกว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยแบบพหุคูณ ในทุกรูปแบบ ข้อมูลที่จัด เป็นไปตามสมมติฐาน H_0 ที่ตั้งไว้ โดยรูปแบบ 3-2-2 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุด โดย t ค่าพหุคูณ = -0.006 ซึ่งน้อยกว่าค่า t จากตารางคือ $t_{0.01,22} = 2.508$ จึงเลือกเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์

4.3 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองของทั้งสองวิธี พบว่าการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ดีกว่าการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการถดถอยแบบพหุคูณ นอกจากนั้นยังพบว่า การพยากรณ์โดยการกำหนดความกว้างของหน้าต่างที่แคบนั้น จะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่าการกำหนดหน้าต่างกว้าง เนื่องจากธรรมชาติของข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้น การแบ่งช่วงละเอียดมากเท่าไร ยิ่งเข้าใจความเป็นเชิงเส้นมากขึ้นตาม และผลการพยากรณ์ล่วงหน้าไปหลายปีจะให้ความคลาดเคลื่อนมากกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าในระยะเวลาใกล้ เนื่องจากข้อมูลในอนาคต อาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างผกผันได้ ส่งผลต่อตัวแปรที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ ในการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ ที่ได้ทำการวิจัยนี้ เนื่องจากข้อมูลที่ป้อนเข้าโครงข่ายเพื่อเรียนรู้ข้อมูล ยังมีไม่มาก และลักษณะของข้อมูลไม่เป็นรูปแบบเชิงเส้นอย่างสูง จึงทำให้มีค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนสูง

5. สรุป

งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณเลขหมายเลขหมายโทรศัพท์ประจำที่ระหว่างเทคนิคการถดถอยแบบพหุคูณ กับโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นสอนด้วยการชี้แนะ ในการดำเนินการวิจัย ใช้ข้อมูล 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) จำนวนประชากร 2) จำนวนบ้าน 3) จำนวนธุรกิจ 4) สภาวะเศรษฐกิจ 5) ความหนาแน่นของการใช้โทรศัพท์ และ 6) จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าในกรุงเทพฯ ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2507 ถึง พ.ศ. 2544 มาเป็นข้อมูลสร้างรูปแบบการพยากรณ์ วิธีการดำเนินการ เริ่มด้วยการจัดรูปแบบข้อมูลแบบเลื่อนหน้าต่าง ในรูปแบบ จำนวนข้อมูลในหน้าต่าง-จำนวนปีที่ซ้อนทับ-จำนวนปีที่พยากรณ์ ผลการทดลองเปรียบเทียบ พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรูปแบบข้อมูล 3-2-2 ให้ผลการพยากรณ์คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

โดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองเท่ากับ 13.38 ส่วนเทคนิคการถดถอยพหุคูณคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองเท่ากับ 14.29 ซึ่งผลการเปรียบเทียบโดยใช้ค่าสถิติ t-test การวิจัยพบว่า เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลการพยากรณ์คลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำกว่าเทคนิคการถดถอยพหุคูณ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งาน ควรใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ แต่อย่างไรก็ตาม ควรจัดเก็บข้อมูลตัวแปรที่ใช้ให้สมบูรณ์มากขึ้น และควรใช้ตัวแปรอื่นๆ ที่เป็นผลกระทบต่อปริมาณเลขหมายโทรศัพท์โดยตรง ซึ่งเห็นควรทำวิจัยต่อเพื่อหาตัวแปรที่เหมาะสมที่สุด เพื่อเลือกใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณเลขหมายโทรศัพท์จริงต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และ บมจ. ทศท. คอร์ปอเรชั่น (มหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. วิรัชช พานิชวงศ์. การวิเคราะห์การถดถอย = Regression analysis. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
2. เจริญพงษ์ จุฬวิเศษกุล. “การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้นิวรัล เน็ตเวิร์ค.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
3. Kohonen, T. Self-Organization and Associative Memory, Springer Verlag, 1984.

4. Hagan, M. , Demuth, H. and M. Beale. *Neural Network Design*, Boston, MA: PWS Publishing, 1996.
5. ทิพวรรณ วุฒิสาร. “การพยากรณ์ปริมาณการใช้โทรศัพท์ในเขตนครหลวง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกวิชาสถิติ, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.
6. นิตย ฝาม. “การศึกษาตัวแบบพยากรณ์อุปสงค์การบริการทางโทรศัพท์ในประเทศไทยในอนาคต.” วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
7. พัชรีย์ คุณะสารพันธ์. “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ โดยใช้วิธีวิธีจริงเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของโครงข่ายประสาทเทียม ในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถิติ, ภาควิชาสถิติ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
8. Geva, A. B. “ScaleNet-multiscale neural-network architecture for time series prediction”, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 9, 6 (1998) : 1471-1482.
9. Kil, R. M., Park, S. H. and Kim, S. “Optimum window size for time series prediction,” *The International Conference of the IEEE Proceedings of the 19th Annual Engineering in Medicine and Biology society*, 4 (1997) : 1421-1424.
10. Frank, R. J., Davey, N. and Hunt, S. P. “Input window size and neural network predictors,” *IJCNN2000, Como Italy*, vol. 2 (2000) 237-242,