



CS 2560/CSC22

รายงานโครงงานฉบับสมบูรณ์

เว็บไซต์ให้บริการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนจังหวัดขอนแก่น

Website for Khonkaen province rain forecasting

โดย

573021334-7 นางสาวกมลชนก บัวโรยครบุรี

573020110-2 นายธนโชติ กมลรัตน

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. สิริภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 322 499 โครงการวิจัยทางวิทยาการคอมพิวเตอร์

ระดับปริญญาตรี 2

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560)

กมลชนก บัวโรยครบุรี และ ธนโชติ กมลรัตน์.2560.เว็บไซต์ให้บริการการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือน จังหวัด

ขอนแก่น. โครงการงานคอมพิวเตอร์ ปรินญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชา
วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. สิริภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา

บทคัดย่อ

ปัญหาด้านการจัดการทรัพยากรน้ำให้เหมาะสมต่อความต้องการของประชาชนเป็นปัญหาใหญ่จะสังเกตได้จากพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติน้ำท่วมในฤดูฝนแต่เมื่อถึงฤดูแล้งก็ยังพบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจและเกษตรกรรม

วัตถุประสงค์ในการจัดทำดังนั้นเว็บไซต์ให้บริการข้อมูลแนวโน้มปริมาณน้ำฝนแต่ละอำเภอในจังหวัดขอนแก่น ที่ได้ใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลาเปรียบเทียบกับข้อมูลแบบปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนและตัวแบบผสมในการร่วมกับการพยากรณ์ของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบเครื่องจักรเรียนรู้เอกซ์ตริ่ม โดยวัดประสิทธิภาพของตัวแบบจากค่าร้อยละของความถูกต้องในการทำนายแล้วจึงเลือกวิธีที่ทำให้ตัวแบบจากค่าที่ประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อให้เกิดความแม่นยำต่อในการวางแผนการบริหารจัดการสรรจะทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งประชาชนยังสามารถทราบแนวโน้มความน่าจะเป็นของเหตุการณ์น้ำท่วมและเตรียมรับมือแก้ปัญหาได้อย่างทันท่วงที

คำสำคัญ: การพยากรณ์,เว็บไซต์ให้บริการข้อมูล,อนุกรมเวลา, ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม

Kamonchanok Buaroykhonburi and Thanachot Kamonrattana. 2017. **Website for Khonkaen rain forecasting**. Bachelor of Science Project in Computer Science, Computer Science, Science, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Asst. Prof. Dr. Sirapat Chewchanwattana

ABSTRACT

The objective of Website Khonkaen rain forecasting is giving information, can be helpful with planning water resources for the population. It can be seen that flooding during the rainy season and drought in the summer has an affected on agriculture and the economy. The rain forecasting predictions derive from web application using neural networks that gather all methods and principles.

These methods have been tested to become web applications. In theory and studies done concerning predictions which apply to ELM with rain forecasting dataset of Khonkaen province, Our focus is on a prediction that can be used mainly in planning, used water and in other fields in the future for methods chosen by proportion of accuracy. Many theories and studies concerning this have stated times, series and the model Neural network.

Keywords: forecasting, web application, times series, neural network

คำนำ

จังหวัดขอนแก่นประสบปัญหาด้านการจัดการทรัพยากรน้ำให้เหมาะสมต่อความต้องการของประชาชน สังเกตได้จากพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติน้ำท่วมในฤดูฝนแต่เมื่อถึงฤดูแล้งก็ยังพบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจและเกษตรกรรม จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการบริหารจัดสรรน้ำ ซึ่งเว็บไซต์ให้บริการข้อมูลแนวโน้มปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการพยากรณ์ของตัวแบบที่เหมาะสม

คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาชุดข้อมูลรายเดือนของแต่ละอำเภอในจังหวัดขอนแก่น ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2560 ทั้งนี้ข้อมูลแบบปัจจุบันนำมาวิเคราะห์ต่อระดับปริมาณน้ำฝนประกอบด้วย ความกดอากาศ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น น้ำระเหยและปริมาณน้ำฝน เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแบบอนุกรมเวลา และตัวแบบผสม เพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสมในการตัวแบบที่ทำงานร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม แล้วคัดเลือกตัวแบบจากการพิจารณาค่าร้อยละของความถูกต้องในการทำนาย เพื่อให้การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนมีความแม่นยำมากที่สุดเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถวางแผนการจัดการน้ำได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้ที่สนใจต่อไป

คณะผู้จัดทำ

กมลชนก บัวโรยครบุรี

ธนโชติ กมลรัตน

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินโครงการครั้งนี้ คณะผู้จัดทำโครงการได้รับความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านด้วยกัน จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์รุ่นที่ 29 ที่มีส่วนในการช่วยเหลืองานให้ไม่มีอุปสรรคสามารถทำให้งานสำเร็จเป็นไปได้อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ความอุปการะทางด้านเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สิริภัทร เขียวชาญวัฒนา ที่คอยชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษาช่วยเหลือข้อคิดเห็นจนทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้นมา

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้ที่ให้ความรู้ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงาน

จึงขอขอบพระคุณบุคคลดังกล่าวเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

กมลชนก บัวโรยครบุรี

ธนโชติ กมลรัตน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำนำ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1. ที่มาและความสำคัญ	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. เป้าหมายและขอบเขต	1
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	12
บทที่ 4 การวิเคราะห์ระบบ และการพัฒนาโปรแกรม	
1. การวิเคราะห์ระบบ	18
2. การออกแบบระบบ	18
3. การพัฒนาโปรแกรม	22
4. การทดสอบระบบ	23
บทที่ 5 บทสรุป	
1. สรุปผลการดำเนินโครงการ	25
2. ข้อจำกัดของระบบ	26
3. ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข	27
4. ข้อเสนอแนะ ในการพัฒนาครั้งต่อไป	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	29
ประวัติผู้เขียน	37

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลการวัดประสิทธิภาพความแม่นยำในการทำนายของแต่ละตัวแบบ	9
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบจุดเด่น – จุดด้อย	11
ตารางที่ 3 ตารางแสดงแผนและระยะเวลาดำเนินการ	17
ตารางที่ 4 ตารางแสดงความต้องการซอฟต์แวร์	18
ตารางที่ 5 ตารางแสดงความต้องการฮาร์ดแวร์	18
ตารางที่ 6 ตารางแสดงประสิทธิภาพของตัวแบบกับจำนวนชุดข้อมูล	23
ตารางที่ 7 ตารางแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์	23
ตารางที่ 8 ตารางแสดงข้อมูลเมื่อกดดาวโหลดไฟล์ xml	24
ตารางที่ 9 ตารางแสดงข้อมูลเมื่อกดดาวโหลดไฟล์ pdf	24
ตารางที่ 10 ตารางแสดงรายละเอียดตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการทำนาย	25
ตารางที่ 11 ตารางแสดงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน	25
ตารางที่ 12 ตารางแสดงคลาสในการจำแนกปริมาณน้ำฝน	26
ตารางที่ 13 ตารางแสดงรายละเอียดโครงสร้างตัวแบบ	26
ตารางที่ 14 ตารางแสดงประสิทธิภาพของตัวแบบกับจำนวนชุดข้อมูล	26

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ	4
ภาพที่ 2 ภาพแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลและแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ	5
ภาพที่ 3 ภาพแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการผันแปรเชิงวัฏจักรเป็นส่วนประกอบ	5
ภาพที่ 4 ภาพแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการผันแปรเชิงสุ่มเป็นส่วนประกอบ	5
ภาพที่ 5 ภาพแสดงแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียม 1 เซลล์	6
ภาพที่ 6 ภาพแสดงแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมแบบชั้นเดียวป้อนไปข้างหน้า	7
ภาพที่ 7 ภาพแสดงสถาปัตยกรรมโดยทั่วไปสำหรับ ELM	8
ภาพที่ 8 ภาพเทคนิควิธีในการจัดเรียงข้อมูลแบบอนุกรมเวลาแบบ Sliding Window	9
ภาพที่ 9 ภาพขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปรางมณี	10
ภาพที่ 10 ภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	11
ภาพที่ 11 ภาพโครงสร้างของระบบเว็บไซต์ให้บริการการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนจังหวัดขอนแก่น	12
ภาพที่ 12 ภาพภาพแสดงหน้าหลักของผู้ใช้ทั่วไป	13
ภาพที่ 13 ภาพแสดงขั้นตอนการทำงานโดยรวม	14
ภาพที่ 14 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดขอนแก่นตั้งแต่ปี 2550 – 2560	14
ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่างตารางการสร้างชุดข้อมูลแบบอนุกรมเวลาของ 12 เดือน	15
ภาพที่ 16 ภาพแสดงโลโก้โปรแกรม Eclipse	15
ภาพที่ 17 ภาพแสดงโลโก้โปรแกรม MATLAB	16
ภาพที่ 18 ภาพแสดงรูปแบบโครงสร้างการใช้งานของผู้ใช้ประเภททั่วไป	18
ภาพที่ 19 ภาพแสดงแนวคิดภาพรวมของระบบ	19
ภาพที่ 20 ภาพแสดง Use case diagram ของระบบ	20
ภาพที่ 21 ภาพแสดงแอคทิวิตีไดอะแกรมการเลือกดาวโหลดข้อมูลบนเว็บไซต์	21
ภาพที่ 22 ภาพแสดง System sequence diagram การเลือกข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนที่จะดาวโหลด	21
ภาพที่ 23 ภาพแสดง Sequence diagram การเลือกข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนที่จะดาวโหลด	22

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

/ คือ สามารถทำงานได้ตามความต้องการ หรือมีผลสำเร็จ (Passed)

บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

จังหวัดขอนแก่นประสบปัญหาด้านการจัดการทรัพยากรน้ำให้เหมาะสมต่อความต้องการของประชาชน สังเกตได้จากพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติน้ำท่วมในฤดูฝนแต่เมื่อถึงฤดูแล้งก็ยังคงพบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจและเกษตรกรรม จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ หากมีการพยากรณ์แนวโน้มปริมาณน้ำฝนในอนาคตได้อย่างแม่นยำ จะทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บไซต์บริการข้อมูลแนวโน้มปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการพยากรณ์ของตัวแบบที่เหมาะสม โดยทำการศึกษาชุดข้อมูล ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2560 สำหรับชุดข้อมูลหลายปัจจัยจะประกอบไปด้วยปริมาณน้ำฝน ความกดอากาศเฉลี่ย ภูมิอากาศเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ย และน้ำระเหย และชุดข้อมูลแบบอนุกรมเวลาจะใช้เฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำฝนจะแบ่งจาก 12 คาบเวลาซึ่งก็คือปริมาณน้ำฝนรายเดือนของแต่ละอำเภอในจังหวัดขอนแก่นและตัวแบบผสมที่เกิดจากการรวมตัวของชุดข้อมูลอนุกรมเวลาและชุดข้อมูลแบบปัจจัย โดยทำการแบ่งจากชุดข้อมูลทั้งหมดเป็นชุดข้อมูลสอนร้อยละ 70 และชุดข้อมูลทดสอบร้อยละ 30 หลังจากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายจากการนำชุดข้อมูลที่ได้ไปฝึกตัวแบบเรียนรู้เอ็กซ์ตริม เพื่อวัดผลลัพธ์ที่ได้เพื่อหาค่าร้อยละความถูกต้องในการทำนายโดย เพื่อใช้ในการคัดเลือกตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมาก

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 สร้างตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตริม
- 2.2 เพื่อพัฒนาเว็บไซต์บริการข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝน

3. เป้าหมายและขอบเขต

3.1 เป้าหมาย

- 3.1.1 ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดข้อมูลพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนของแต่ละอำเภอในจังหวัดขอนแก่น
- 3.1.2 เว็บไซต์สามารถใช้งานไม่จำกัดระบบปฏิบัติการเพียงแค่ผู้ใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

3.2 ขอบเขต

- 3.2.1 ข้อมูลในการพยากรณ์เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนจังหวัดขอนแก่น ตั้งแต่ปี 2550 – 2560
- 3.2.2 เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลอนุกรมเวลา(มิติเดียว)และข้อมูลแบบหลาย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝน(หลายมิติ)และตัวแบบผสม

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1 สามารถนำข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนที่ได้จากเว็บไซต์ไปบริหารจัดการน้ำ
- 4.2 สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสร้างเว็บไซต์ให้บริการข้อมูลการพยากรณ์ด้านอื่นๆมากขึ้น

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 การพยากรณ์ (Forecasting)

1.1.1 ความหมายของการพยากรณ์

การพยากรณ์มีความสำคัญในหลายๆด้านเป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผน การบริหารความเสี่ยง ช่วยในการประเมินการคาดการณ์ล่วงหน้า ทำให้รู้แนวโน้มของเหตุการณ์ในอนาคตส่งผลถึงการตัดสินใจและการวางแผนสำหรับอนาคตผู้บริหารระดับสูงขององค์กรใช้การพยากรณ์เพื่อวางแผนกลยุทธ์สำหรับองค์กรในระยะยาวผู้ลงทุนใช้การพยากรณ์เพื่อดูแนวโน้มความเสี่ยงที่ไม่แน่นอน หน่วยงานของรัฐใช้การพยากรณ์เพื่อวางนโยบายระดับชาติ เช่น อัตราการเติบโตทาง เศรษฐกิจการเพิ่มปริมาณประชากร มูลค่าการส่งออก เป็นต้น การพยากรณ์ทำให้สามารถผลิตสินค้า เพื่อการวางแผนในห่วงโซ่อุปทานต่อไปได้อย่างแม่นยำทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรการผลิตได้แก่ กำลังคน วัตถุดิบและการเงินได้อย่างเหมาะสม[1]

1.1.2 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์

ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) เป็นข้อมูลที่เก็บต่อเนื่องตั้งแต่ต้น จนถึงสิ้นสุดเวลาที่ระบุเพื่อมาใช้ในการพยากรณ์ เหตุการณ์ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเช่น การศึกษาปริมาณการส่งออกของสินค้าประเภทสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มตั้งแต่ ปี 2545 – 2551 โดยอนุกรมเวลาจะหมายถึงค่าของข้อมูลหรือค่าสังเกตที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับของเวลาที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่ผู้ประกอบการจะต้องเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้า หรือบริการต่างๆในอดีตตามช่วงเวลาต่างๆ การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลดังกล่าวจะเรียกว่า การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Analysis of Time Series) วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาก็เพื่อหารูปแบบของตัวแปรที่เราสนใจ เช่น ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาหรือไม่ โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอาจจะมีรูปแบบหรือไม่ ก็ได้ช่วงเวลาที่เก็บบันทึกข้อมูลก็จะสามารถบันทึกเป็นรายชั่วโมง วัน สัปดาห์ ไตรมาส หรือรายปี ฯลฯ ขึ้นกับลักษณะของข้อมูลที่เราศึกษาซึ่งข้อมูลที่เราใช้วิเคราะห์ ยิ่งมากเท่าใด ผลการวิเคราะห์ก็จะมีความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากขึ้นเท่านั้นลักษณะพื้นฐานหรือส่วนประกอบพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลา สามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้

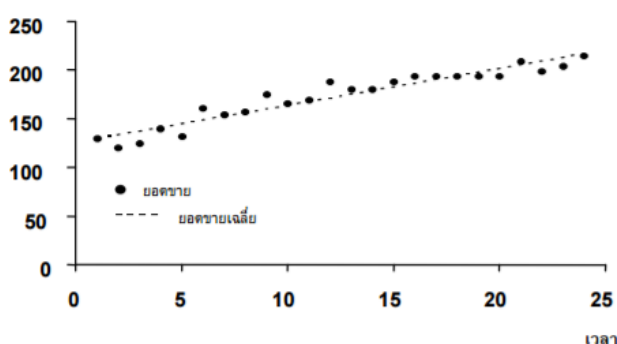
(1) ปัจจัยแนวโน้ม (Trend หรือใช้สัญลักษณ์ T) คือ ปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือคงที่ในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกันเมื่อเวลาผ่านไปเป็นระยะเวลานาน ความยาวของข้อมูลนั้นไม่สามารถกำหนดได้ชัดเจนว่าเป็นเวลาเท่าใด แต่ไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลาแนวโน้มนี้มักจะเกิดขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเคลื่อนย้ายวัฒนธรรมทางสังคม สิ่งแวดล้อม รายได้รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น หรือการเจริญเติบโตทางธุรกิจ หรือการลดลงของปริมาณการขายตัวอย่างเช่น ราคาน้ำมันที่ขยับตัวสูงขึ้นเรื่อยๆหรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝากมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่วนใหญ่จะแสดงโดยใช้กราฟเส้นตรง อย่างไรก็ตามแนวโน้มของข้อมูลอาจจะเปลี่ยนแปลงในรูปแบบอื่น ๆ เช่น เส้นโค้ง หรือ เอ็กซิโพเนนเชียล โดยตัวอย่างดังภาพที่ 1

(2) อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal หรือใช้สัญลักษณ์ S) คือ ปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ที่มีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงซ้ำๆ กัน เมื่อถึงเวลาหรือฤดูกาลเดิมในฤดูกาลหนึ่งๆอาจจะเป็นรายไตรมาส รายเดือน ราย

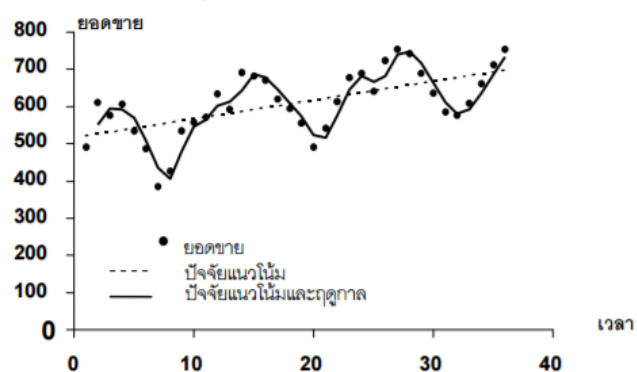
สัปดาห์หรือรายวันก็ได้ การเคลื่อนไหวที่ซ้ำๆกันในช่วงเวลาเดียวกันนั้น อาจจะมีอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อฤดูกาลหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ เทศกาล วัฒนธรรมทางสังคมและงบประมาณของทางภาครัฐ เป็นต้น มีลักษณะคล้ายกับการผันแปรแบบวัฏจักร แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สั้นกว่า เช่นภายในเวลา 1 ปีทำให้สามารถคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ เช่น ในช่วงเทศกาลปีใหม่ ตรุษจีน สงกรานต์ มักจะมีผู้นิยมเดินทางท่องเที่ยวจำนวนมากทั้งทางรถไฟ รถยนต์ และเครื่องบิน ข้อมูลเกี่ยวกับราคาผลไม้มักจะตกต่ำลงในฤดูเก็บเกี่ยว และจะมีราคาสูงขึ้นในฤดูหนาวหรือฤดูกาลอื่นๆและจะเกิดซ้ำๆกันตามฤดูกาลในแต่ละปี โดยตัวอย่างดังภาพที่ 2

(3) อิทธิพลของวัฏจักร (Cycle หรือใช้สัญลักษณ์ C) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีลักษณะขึ้นลงของการเคลื่อนไหวที่ซ้ำๆ กันคล้ายกับอิทธิพลของฤดูกาล แต่เป็นอย่างช้า ๆ โดยจะใช้ เวลานานหลายปีในการเปลี่ยนแปลง โดยแบบแผนของวัฏจักรของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันไป และช่วงของเวลาที่จะสั้นยาวไม่เท่ากัน สาเหตุของปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ มีลักษณะการขึ้นลงแบบวัฏจักร เนื่องมาจากวัฏจักรทางธุรกิจ(Business Cycle) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเติบโตหรือถดถอยของเศรษฐกิจ และสาเหตุอีกประการหนึ่งคือวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือบริการ (Product Life Cycle) จะขึ้นกับว่าผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้นๆ อยู่ ในช่วงใด ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นเมื่อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เข้าสู่ตลาดจนถึงช่วงถดถอย โดยในแต่ละช่วงเวลาจะมีปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไป โดยวัฏจักรหนึ่ง ๆ อาจจะครอบคลุมเวลาตั้งแต่ 5 – 10 ปีขึ้นไป การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรทางเศรษฐกิจของประเทศใด รับผลกระทบจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งเหตุการณ์ทางการเมืองต่าง ๆ ด้วย โดยตัวอย่างดังภาพที่ 3

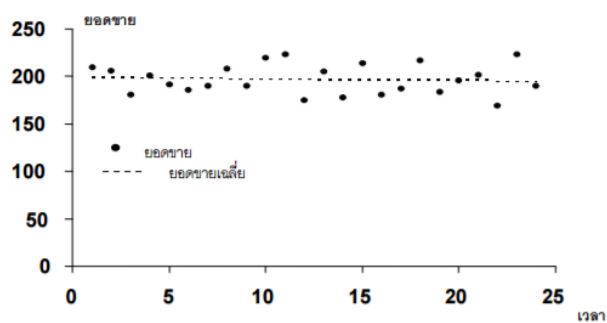
(4) เหตุการณ์ที่ผิดปกติหรือปริมาณความต้องการเป็นแบบสุ่ม (Random variation หรือใช้สัญลักษณ์ I) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากอิทธิพลแนวโน้ม ฤดูกาลหรือวัฏจักรเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้า หรือพยากรณ์ได้และไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยโดยอาจจะเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วมแผ่นดินไหว คลื่นสึนามิ วิกฤติภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก หรือการนัดหยุดงาน เป็นต้น เหตุการณ์ ดังกล่าวส่งผลให้ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่มีแบบแผนที่แน่นอน และมีความแปรปรวนเข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อมูลสูง โดยตัวอย่างดังภาพที่ 4



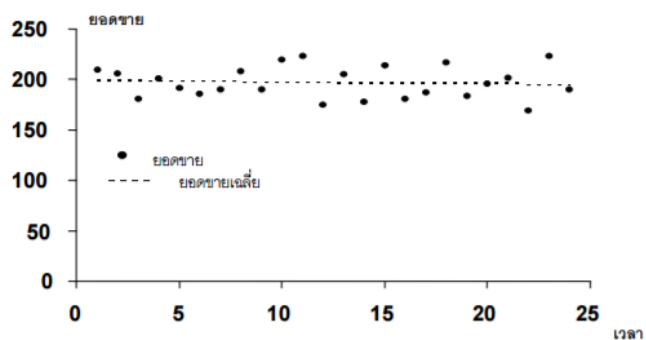
ภาพที่ 1 การแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีปัจจัยแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ[7]



ภาพที่ 2 การแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลและแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ[7]



ภาพที่ 3 การแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการผันแปรเชิงสุ่มเป็นส่วนประกอบ[7]

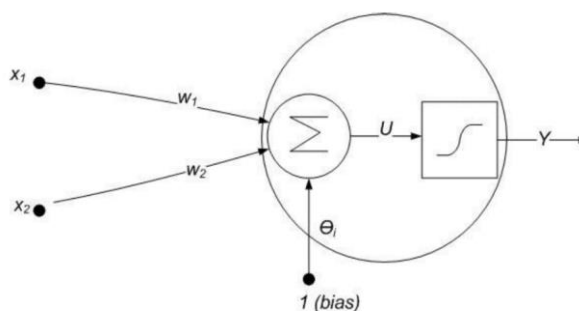


ภาพที่ 4 การแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการผันแปรเชิงสุ่มเป็นส่วนประกอบ[7]

1.2 ข่ายงานประสาทเทียม (Neural Networks)

1.2.1 ความหมายของข่ายงานประสาทเทียม

ประสาทเทียม คือการรวมกลุ่มแบบขนานของหน่วยประมวลผลย่อยๆ ซึ่งการเชื่อมต่อในโครงสร้าง ทำให้เกิดความรู้ ประสบการณ์ ความฉลาดของข่ายงาน ซึ่งนำรูปแบบที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์ ตีความหรือหาความหมายของข้อมูลที่อยู่ในลักษณะคล้ายกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นการเลียนแบบวิธีการทำงานของสมอง เป็นการรวมกลุ่มแบบขนานของหน่วยประมวลผลย่อย ซึ่งการเชื่อมต่อในโครงสร้างทำให้เกิดความรู้ประสบการณ์ความฉลาดของข่ายงาน ซึ่งนำรูปแบบที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์ ตีความหรือหาความหมายของข้อมูลที่อยู่ในลักษณะคล้ายกัน โดยตัวอย่างดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แบบจำลองเซลล์ประสาทเทียม 1 เซลล์ [3]

1.2.2 การทำงานพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียม

การปรับค่าน้ำหนัก (Adjusting Weight) หรือ การปรับค่าของ w แต่ละตัว การประมวลผลของข่ายงานประสาทเทียมนั้น ยินยอมให้มีกระบวนการปรับค่าน้ำหนักในระหว่างการเรียนรู้ของระบบ เพื่อให้ข่ายงานสามารถเรียนรู้พฤติกรรมของข้อมูลใช้ฝึกสอน (training data) จนกระทั่งบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้[3] โดยมีสมการพื้นฐาน ดังนี้

- (1) เวกเตอร์ของข้อมูลนำเข้า (Input data) มีขนาด n มิติ คือ $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$
- (2) เวกเตอร์น้ำหนักที่ให้กับข้อมูลเข้าแต่ละตัว มีขนาด n มิติ คือ $\mathbf{w} = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$
- (3) U คือฟังก์ชันของข่ายงาน (Network Functions) โดยคำนวณจาก $\sum_i w_i x_i + b$
- (4) Y คือค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการตีความ ของค่า U เมื่อผ่านฟังก์ชันกระตุ้น ดังนี้

เชิงเส้น (Linear) : $f(u) = y = au + b$

เรเดียล เบสิส (Radial Basis) : $f(u) = y = e^{(-\beta \|u - u_0\|^2)}$

ไฮเพอร์โบลิค แทนเจนต์ (Hyperbolic Tangent) : $f(u) = y = \tanh\left(\frac{u}{T}\right)$

ซิกมอยด์ (Sigmoid) : $f(u) = y = \frac{1}{1 + e^{(-u/T)}}$

ขีดแบ่ง (Threshold) : $f(u) = y = \begin{cases} 1, & u > u_1 \\ -1, & u < u_1 \end{cases}$

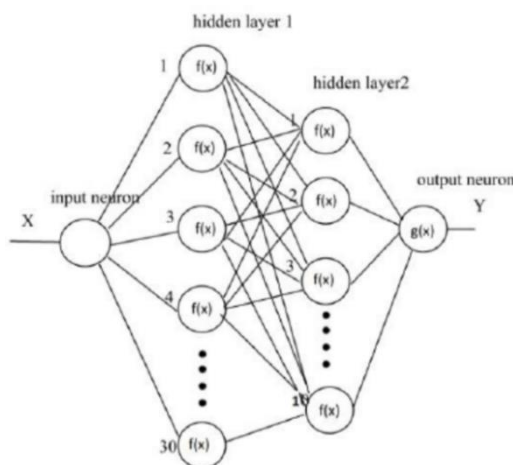
1.2.3 การเรียนรู้แบ่งตามประเภทของข้อมูลฝึก (Traning data) สามารถแบ่งโดยกว้างๆได้ดังนี้

- (1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (supervised learning) คือการฝึกสอนที่ตัวระบบทราบค่าจริงของผลลัพธ์ว่ามีค่าเป็นเท่าใด
- (2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (unsupervised learning) คือการฝึกสอนที่ตัวระบบไม่ทราบค่าเป้าหมายจริงของผลลัพธ์ ระบบหรือข่ายงานจะทำการปรับตัวระบบเองตามพฤติกรรมของข้อมูล
- (3) การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (reinforcement learning) คือคอมพิวเตอร์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปตลอดเวลาโดยคอมพิวเตอร์จะต้องทำงานบางอย่าง (เช่น ขับรถ) โดยที่ไม่มี"ผู้สอน"คอยบอกอย่างจริงจังว่าวิธีการที่ทำอยู่นั้นเข้าใกล้เป้าหมายแล้วหรือไม่ ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้เพื่อเล่นเกม [3]
- (4) การเรียนรู้กึ่งอาศัยตัวอย่าง (Semi-supervised Learning) คือการเรียนรู้ที่อาศัยทั้งตัวอย่างที่ยังไม่ได้จัดประเภทและตัวอย่างที่ถูกจัดประเภทไว้แล้ว เพื่อสร้างฟังก์ชันหรือตัวจำแนกประเภทที่เหมาะสม

1.3 สถาปัตยกรรมของข่ายงาน (Network Architecture)

1.3.1 รูปแบบของข่ายงานประสาทเทียม

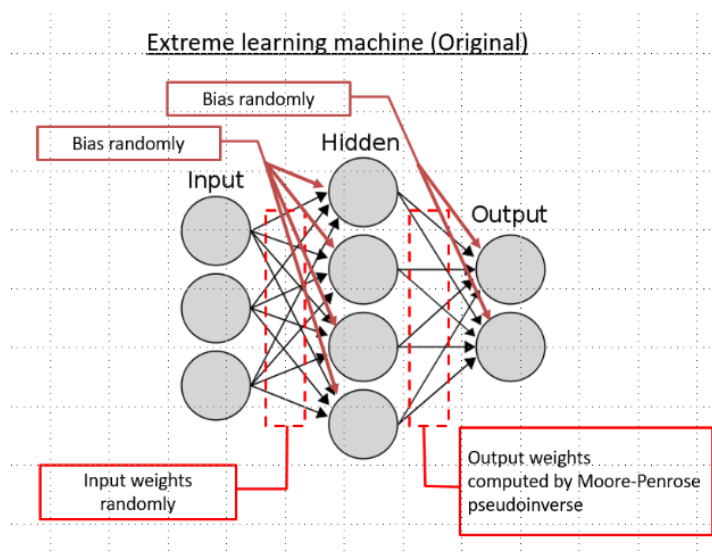
ข่ายงานประสาทเทียมประกอบไปด้วย หลายๆชั้น (Layer) ของข่ายงานในแต่ละชั้นของข่ายงานจะประกอบไปด้วย เซลล์ประสาท (Neuron) ซึ่งอาจมีได้หลายเซลล์ประสาทในชั้นขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมของข่ายงาน โดยตัวอย่างดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมแบบชั้นเดียวป้อนไปข้างหน้า (SLFNs) [11]

1.3.2 เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม (Extreme Learning Machine)

การทำงานของเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม จะทำได้โดยวิเคราะห์ปัญหาที่ได้ แล้วนำมาปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาชุดข้อมูลโดยชุดข้อมูลที่ได้ต้องอยู่ในช่วง $(-1,1)$ หลังจากนั้นทำการสุ่มค่าน้ำหนัก และค่า biases ของอินพุตของซ่อนนั้น สำหรับค่าน้ำหนักในส่วนชั้นผลลัพธ์จะถูกคำนวณด้วยวิธี Moore-Penrose pseudo inverse หรือเรียกว่าโดยใช้แมทริกซ์ผกผัน ซึ่งในลักษณะการแก้สมการแมทริกซ์ผกผันแบบปกตินี้ไม่สามารถทำได้ [6] ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากอดีตที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าเช่น โครงสร้างแบบพอร์เซปตรอนหลายชั้นใช้แก้ปัญหาที่ยากและมีความซับซ้อนสูงได้นั้น ซึ่งโครงข่ายดังกล่าวต้องอาศัยวิธีการ gradient descent นั้นเพื่อปรับค่าน้ำหนัก ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้แบบการวนรอบและใช้เวลานาน[6] แต่เนื่องจากโครงข่ายงานประสาทเทียมแบบชั้นเดียว SLFNs (single-hidden layer feed-forward neural networks) มีข้อดีในเรื่องของความเร็ว ดังนั้น Hueng และ คณะ จึงได้นำเสนอ ตัวแบบ Extreme Learning Machine ซึ่งมีวิธีการเรียนรู้ที่ง่ายและมีความเร็วในการทำงาน[6] โดยตัวอย่างดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 สถาปัตยกรรมโดยทั่วไปสำหรับ ELM เป็น แบบมีชั้นซ่อน 1 ชั้นแบบป้อนไปข้างหน้า [6]

2.ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล

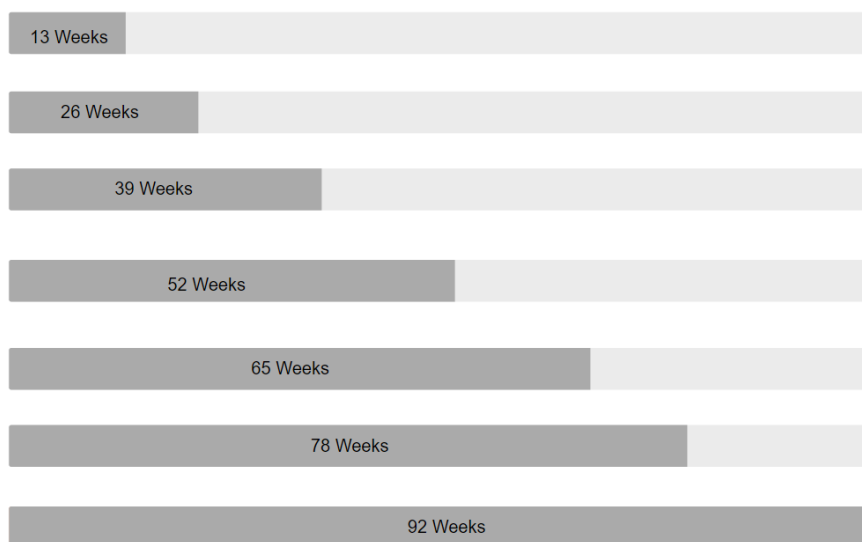
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปราณบุรี ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ 1) การถดถอยเชิงเส้น 2) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น และ 3) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย ในการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่อัลกอริทึมในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำ ผู้วิจัยทำการแปลงข้อมูล(DataTransformation) จากข้อมูลที่มีการจัดเก็บรายวัน (Day) ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลรายสัปดาห์ (Week) เพื่อใช้ในกระบวนการวิเคราะห์หาชุดข้อมูลย้อนหลัง

(Lagged Data) จากชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) ที่มีความเหมาะสมในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ ปริมาณน้ำ สำหรับรูปแบบการพยากรณ์จะมีลักษณะเป็นแบบ Sliding Window ซึ่งเป็นเทคนิควิธีในการจัดเรียง ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา โดยสร้างชุดข้อมูลในปี 2556 - 2557 เป็นชุดข้อมูลทดสอบแบ่งเป็นชุดข้อมูลย้อนหลัง (Lagged) ซึ่งข้อมูลย้อนหลังจะเทียบได้กับตัวแปรหรือแอตทริบิวต์(Attribute) ที่จะนำเข้าสู่กระบวนการเหมือน ข้อมูล โดยหลังจากการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์จะวัดประสิทธิภาพด้วยค่าความเคลื่อนที่กำลังสองและค่าเฉลี่ย ความเคลื่อนที่กำลังสอง เพื่อเลือกเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการ

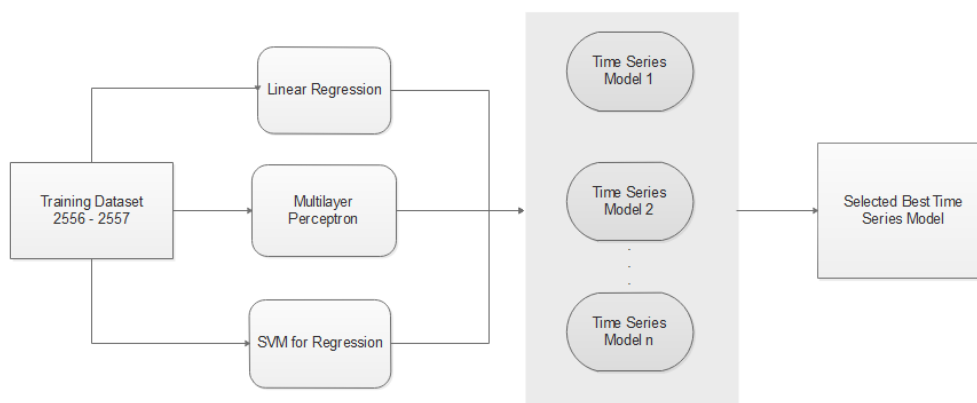
แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปรางบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล จากการทดลองพบว่าชุดข้อมูล อนุกรมที่มีการแบ่งเป็นรายสัปดาห์ หากมีชุดข้อมูลย้อนหลังมากกว่า 65 สัปดาห์จะทำให้ประสิทธิภาพการทดลอง ลดลง ซึ่งรายละเอียดการวัดประสิทธิภาพดังตารางที่ 1 เทคนิควิธีและขั้นตอน ดังภาพที่ 8 และ 9 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ข้อมูลการวัดประสิทธิภาพความแม่นยำในการทำนายของแต่ละตัวแบบ

วิธี (Method)	จำนวนชุดข้อมูลย้อนหลัง (Lagged time)	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE)
ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการ ถดถอย(Support Vector Machine for Regression)	65 สัปดาห์	18.55%
โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ หลายชั้น (Multilayer Perceptron)	65 สัปดาห์	33.61%



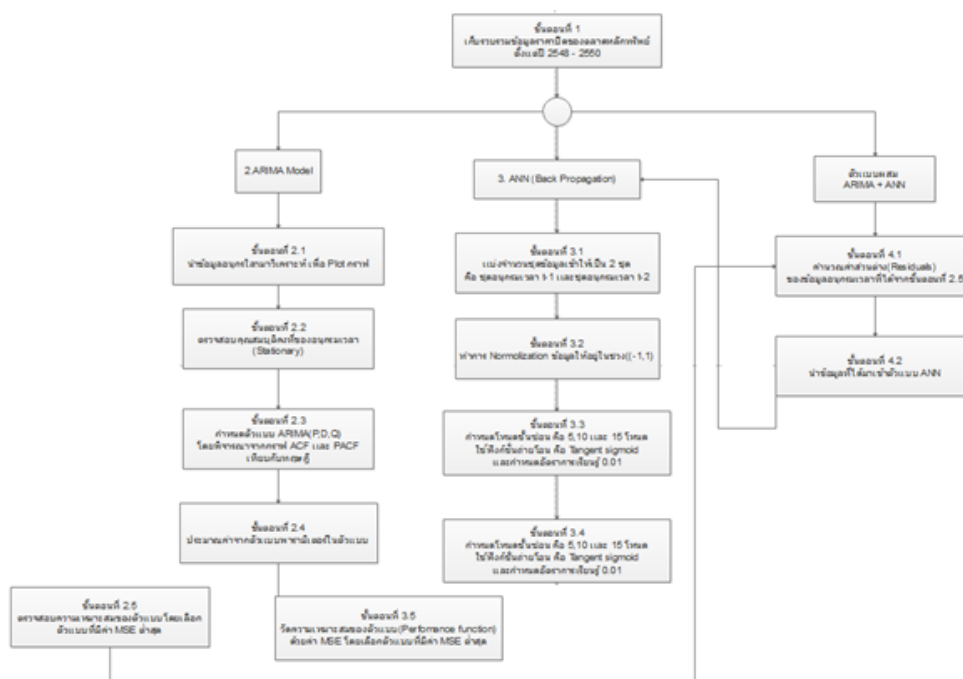
ภาพที่ 8 เทคนิควิธีในการจัดเรียงข้อมูลแบบอนุกรมเวลาแบบ Sliding Window [8]



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปรางบุรี [8]

2.2 การพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสมระหว่าง ARIMA และเครือข่ายประสาทเทียม

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์โดยพบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาทางธุรกิจส่วนใหญ่ มักมีโครงสร้างซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นแบบเชิงเส้นและแบบไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นวิธีการทาง ARIMA หรือ ANN เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถอธิบายลักษณะความผันแปรของข้อมูลอนุกรมเวลาเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องนัก Zhang(2003)[8] พัฒนารูปแบบการผสมระหว่าง ARIMA และ ANN เพื่อพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยตัวแบบ ARIMA จะอธิบายส่วนประกอบที่มีลักษณะเชิงเส้น และตัวแบบ ANN จะอธิบายส่วนประกอบที่ไม่เชิงเส้น หลังจากนั้นรวมทั้งส่วนประกอบนี้เข้าด้วยกันเพื่อสร้างตัวแบบวิธีการพยากรณ์ที่เรียกว่าตัวแบบผสม เนื่องจาก ARIMA เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงซึ่งค่าส่วนที่เหลือที่ได้จากการวิเคราะห์โดย ARIMA คือข้อมูลแบบไม่เชิงเส้นจึงนำไปใช้กับการวิเคราะห์โดย ANN เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมและทำการสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบผสม ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือข้อมูลอนุกรมเวลาทุก 3 เดือนตั้งแต่ปี 1947 -2001 ของบริษัทอุตสาหกรรม ในการสร้างตัวแบบ ANN พิจารณาตัวแบบทั้งสิ้น 60 ตัวแบบประกอบด้วยตัวแบบที่ขึ้นข้อมูลเข้าเป็นอนุกรมเวลาที่ได้กำจัดแนวโน้มออกจากตัวข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ถดถอยแล้ว ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบผสมให้ค่าพยากรณ์ที่ถูกต้องกว่าตัวแบบ ARIMA และตัวแบบ ANN ดังขั้นตอนวิธีในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย [9]

2.3 เว็บไซต์ให้ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา (Web API TMD)

การบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและแผ่นดินไหวผ่าน API กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการข้อมูลและสารสนเทศอุตุนิยมวิทยาและแผ่นดินไหว มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนภารกิจของกรมอุตุนิยมวิทยาด้านการติดตาม รายงานสภาวะอากาศ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ พยากรณ์อากาศ เตือนภัยและรายงานการเกิดแผ่นดินไหวด้วยความรวดเร็ว และทันเหตุการณ์ ส่งเสริมการขับเคลื่อนนโยบายดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ของประเทศและของกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สนับสนุนการเปิดเผย แลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ ตามมาตรฐาน Open Data เพื่อยกระดับการให้บริการภาครัฐตามนโยบาย e-Government โดยจะทำการเปรียบเทียบเว็บไซต์ของคณะผู้จัดทำกับเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกันในการให้ข้อมูล ดังตารางที่ 2

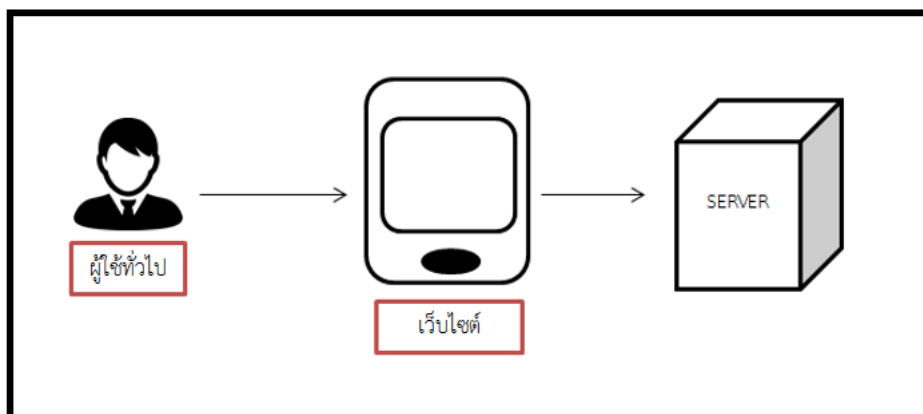
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบจุดเด่น – จุดด้อย

คุณสมบัติ	ระบบบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและแผ่นดินไหว	ระบบบริการข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน
ให้บริการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน	X	/
การใช้งานยืดหยุ่นตามขนาดหน้าจอ (Responsive Design)	X	/

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

1. โครงสร้างของระบบ



ภาพที่ 11 โครงสร้างของระบบเว็บไซต์ให้บริการการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนจังหวัดขอนแก่น



1.1 อธิบายโครงสร้างของระบบเว็บไซต์ให้บริการการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนจังหวัดขอนแก่น

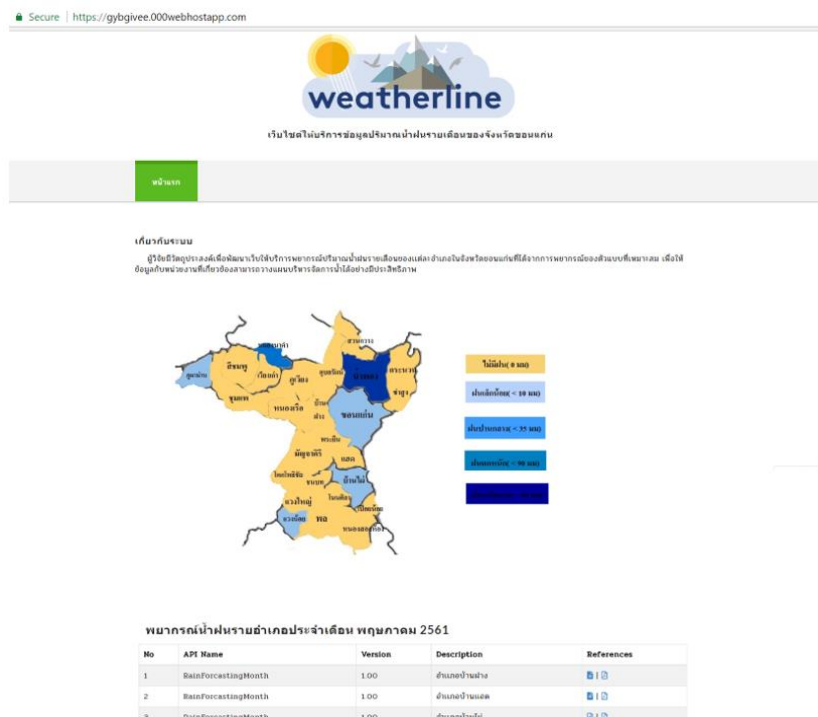
รูปแบบโครงสร้างการใช้งานเว็บไซต์มีประเภทของผู้ใช้เพียงประเภทเดียวนั้นคือผู้ใช้ประเภททั่วไปโดยผู้ใช้ทุกคนมีสิทธิ์ใช้งานผ่านระบบโดยไม่ต้องสมัครสมาชิก แต่มีข้อจำกัดในด้านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ในส่วนของการทำงานนั้น ผู้ใช้จะสามารถใช้งานในส่วนของการตรวจสอบข้อมูลในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของแต่ละอำเภอในจังหวัดขอนแก่น เข้าใช้งานเว็บไซต์ผ่าน URL : <https://kkrainforecasting.000webhostapp.com/> จากนั้นจะแสดงหน้าจอแรกของแอปพลิเคชันซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

(1) ส่วนของการแสดงผลการพยากรณ์บนแผนที่ของจังหวัดขอนแก่น

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่เว็บไซต์หน้าแรกของระบบ ผู้ใช้จะพบกับหน้าหลัก ดังภาพแสดงที่ 3 ในส่วนของแผนที่ โดยในส่วนนี้จะแสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของแต่ละอำเภอ โดยใช้สีเป็นสัญลักษณ์ในการบอกระดับปริมาณน้ำฝนของรายเดือนในปัจจุบันแก่ผู้ใช้ทุกคน ดังภาพที่ 12

(2) ส่วนของการดาวน์โหลด

- ปุ่ม  จะแสดงผลเป็นข้อมูลในรูปแบบxml ของการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนของอำเภอ
- ปุ่ม  จะแสดงผลเอกสารอธิบายรายละเอียดข้อมูลในการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนของอำเภอนั้น โดยจะอยู่ในรูปแบบเอกสารไฟล์ pdf



ภาพที่ 12 ภาพแสดงหน้าหลักของผู้ใช้ทั่วไป

1.2 รายละเอียดขั้นตอนการทำนายปริมาณน้ำฝน

ขั้นตอนที่ 1 : การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณย้อนหลังน้ำฝนจังหวัดขอนแก่นปี 2550 – 2560 โดยเป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนเพื่อหาวัฏจักร โดยขั้นตอนดังภาพที่ 13 และกราฟดังภาพที่ 14

ขั้นตอนที่ 2 : การเตรียมข้อมูล โดยชุดข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา(T=12) เป็นข้อมูลแบบมิติเดียว โดยหาคาบเวลาจากการดูความสัมพันธ์ของกราฟในขั้นตอนที่ 1 แล้วพบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแบบวัฏจักร จะเกิดซ้ำกันในทุกช่วงฤดูกาลของทุกๆปี ซึ่งสมการของข้อมูลแบบอนุกรมเวลามีดังนี้ $y_{n+1} = f(y_1, y_2, y_3 \dots y_n)$ โดยรายละเอียดดังภาพที่ 15

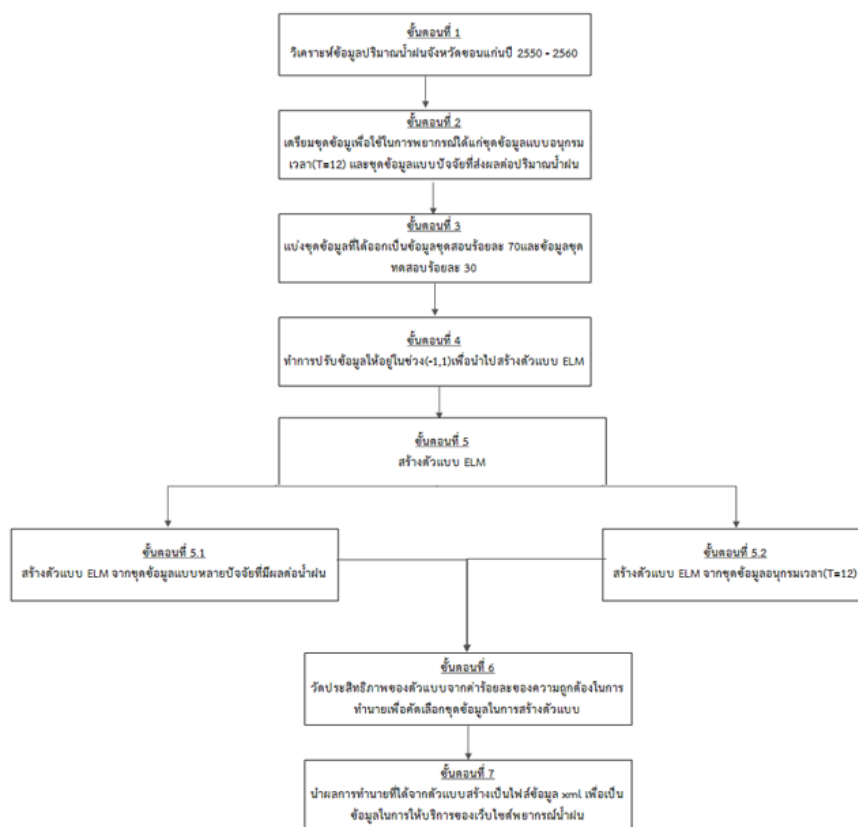
ข้อมูลแบบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อน้ำฝน เป็นข้อมูลแบบหลายมิติ ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 ปัจจัยประกอบไปด้วย ความกดอากาศเฉลี่ย, ภูมิอากาศเฉลี่ย และความชื้นเฉลี่ยน้ำระเหย

ข้อมูลของตัวแบบผสม เป็นข้อมูลที่เกิดจากการรวมตัวของข้อมูลอนุกรมเวลาและข้อมูลแบบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝน

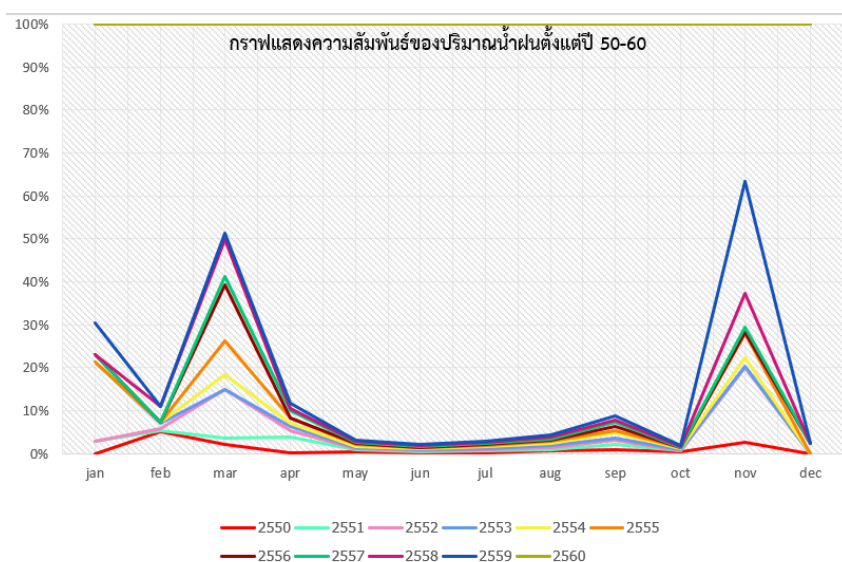
ขั้นตอนที่ 3 ทำการแบ่งชุดข้อมูลให้เป็นชุดข้อมูลสอนร้อยละ 70 และชุดข้อมูลทดสอบร้อยละ 30

ขั้นตอนที่ 4 ทำการปรับชุดข้อมูลที่ได้ทั้งหมดให้อยู่ในช่วง(-1,1) และปรับค่าจริง(target)ให้อยู่ในรูปแบบของแต่ละคลาสของน้ำฝน

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเข้าตัวแบบ ELM เพื่อทำนายแล้ววัดผลด้วยร้อยละการทำนาย ถูกต้องจากการเปรียบเทียบค่าที่ทำนายกับค่าจริง เพื่อใช้คัดเลือกชุดข้อมูลที่เหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 13 ภาพแสดงขั้นตอนการทำงานโดยรวม



ภาพที่ 14 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดขอนแก่นตั้งแต่ปี 2550 – 2560

ปริมาณน้ำฝนของปีที่ x เดือนที่ 1 – 12

Input data												Target
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ปริมาณน้ำฝนของปีที่ $x + 1$ เดือนที่ 1 – 12

หมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เดือนของปีที่ x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

หมายเลข	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
เดือนของปีที่ $x+1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่างตารางการสร้างชุดข้อมูลแบบอนุกรมเวลาของ 12 เดือน

2. เครื่องมือที่ใช้

2.1 Eclipse



ภาพที่ 16 ภาพแสดงโลโก้โปรแกรม Eclipse

Eclipse คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาภาษา Java ซึ่งโปรแกรม Eclipse เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนา Application Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเนื่องจาก Eclipse เป็นที่มีองค์ประกอบที่เรียกว่า Plug-in Development Environment (PDE) ซึ่งใช้ในการเพิ่มความสามารถในการพัฒนาซอฟต์แวร์มากขึ้น เครื่องมือภายนอกจะถูกพัฒนาในรูปแบบที่เรียกว่า Eclipse plug-ins ดังนั้นหากต้องการให้ Eclipse ทำงานใดเพิ่มเติม ก็เพียงแค่พัฒนา plugin สำหรับงานนั้นขึ้นมา และนำ Plug-in นั้นมาติดตั้งเพิ่มเติมให้กับ Eclipse ที่มีอยู่เท่านั้น Eclipse Plug-in ที่มีมาพร้อมกับ Eclipse เมื่อเรา download มาครั้งแรกก็คือองค์ประกอบที่เรียกว่า Java Development Toolkit (JDT) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเขียนและ Debug โปรแกรมภาษา Java

2.2 MATLAB



ภาพที่ 17 ภาพแสดงโลโก้โปรแกรม MATLAB

MATLAB เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Computing) แสดงผลกราฟฟิก และเขียนแอปพลิเคชัน ทำให้เราสามารถคำนวณผลลัพธ์ พัฒนาอัลกอริทึม สร้างแบบจำลอง และแอปพลิเคชันได้ง่าย และรวดเร็วมาก ภายในตัว Matlab ประกอบ ด้วยฟังก์ชันการคำนวณพื้นฐานจำนวนมาก ทำให้การวิเคราะห์ทำได้หลากหลายวิธี พร้อมกับคำตอบที่รวดเร็วกว่าโปรแกรมตารางคำนวณ(Spreadsheet)

บทที่ 4

การวิเคราะห์ระบบ และพัฒนาโปรแกรม

1. การวิเคราะห์ระบบ

1.1 ความต้องการฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.1.1 ซอฟต์แวร์

ตารางที่ 4 ตารางแสดงความต้องการซอฟต์แวร์

ความต้องการของระบบ	ความต้องการขั้นพื้นฐาน
Eclipse	Eclipse Neon (Java SE 10.0.1 : jdk)
Matlab	Matlab R2015a

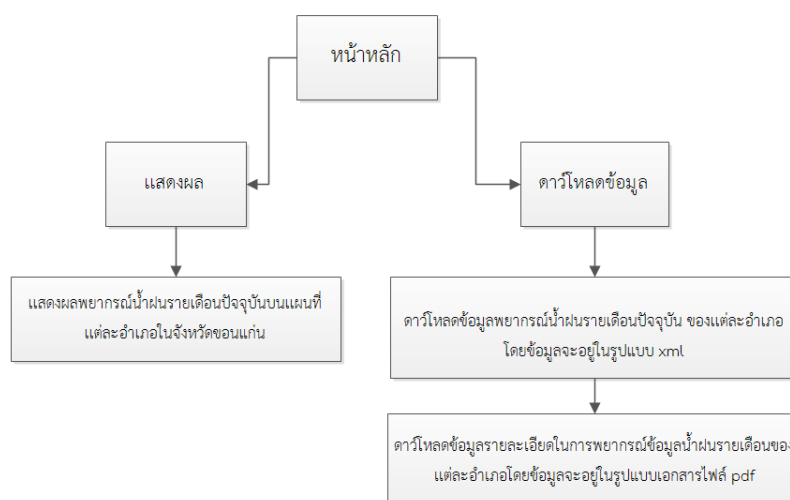
1.1.2 ฮาร์ดแวร์

ตารางที่ 5 ตารางแสดงความต้องการฮาร์ดแวร์

ความต้องการของระบบ	ความต้องการขั้นพื้นฐาน
หน่วยความจำ	4 GB
หน่วยประมวลผล	CPU Intel core i5
กราฟฟิกการ์ด	1 GB

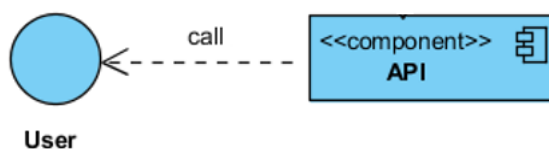
2. การออกแบบระบบ

2.1 แผนผังแสดงรายละเอียดของเว็บไซต์ให้บริการการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือน จังหวัดขอนแก่น ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ภาพแสดงรูปแบบโครงสร้างการใช้งานของผู้ใช้ประเภททั่วไป

2.2 แนวคิดภาพรวมการออกแบบ ดังภาพที่ 19




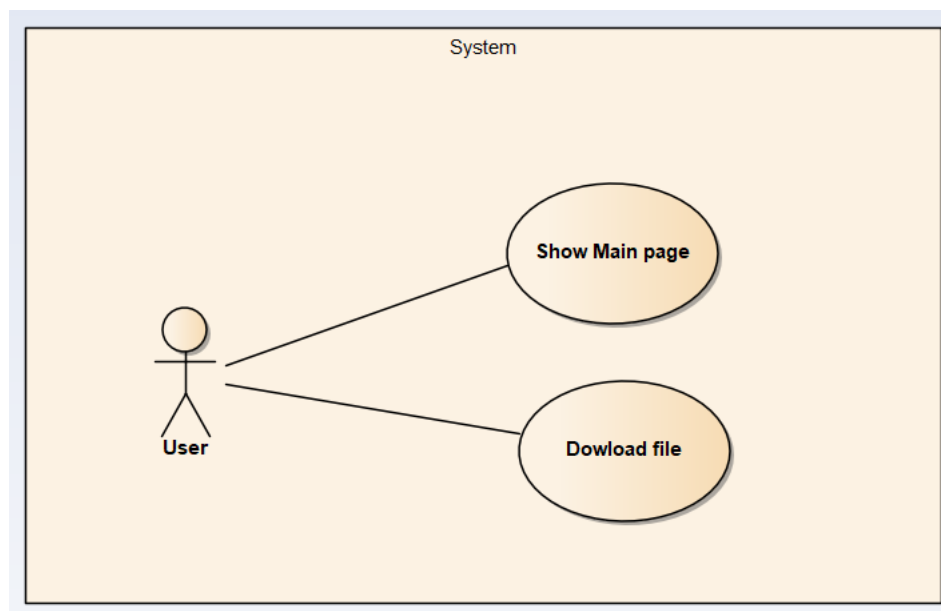
ภาพที่ 19 แนวคิดภาพรวมของระบบ

2.3 Use case diagram ดังภาพที่ 20

2.3.1 ความหมายของสัญลักษณ์

ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์
Actor	เป็นผู้ใช้ระบบหรือสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบ แต่มีการติดต่อกับระบบ โดยปกติแล้ว แอคเตอร์จะมีการติดต่อกับยูสเคสเสมอ	 Actor
Use Case	เป็นการทำงานที่เกิดจากแอกเตอร์โดยยูสเคสจะถูกกำหนดในรูปของจำนวนและลำดับของการกระทำที่เกิดขึ้นในระบบ ซึ่งมีผลต่อแอกเตอร์	 Use Case
Association	เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างยูสเคสกับแอกเตอร์ ซึ่งโดยปกติจะเป็นการรับและส่งแมสเสจระหว่างกัน	
Generalization	เป็นความสัมพันธ์แบบสืบทอดจากแอกเตอร์หรือ ยูสเคสที่มีลักษณะโดยทั่วไปกับแอกเตอร์หรือยูสเคสที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง	
Extend	เป็นความสัมพันธ์จากยูสเคสที่ขยายความสามารถมาจากยูสเคสหลักโดยวิธีการที่พฤติกรรมของยูสเคสขยายการทำงานร่วมกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในยูสเคสหลัก	
Include	เป็นความสัมพันธ์จากยูสเคสหลักที่รวบรวมการทำงานของยูสเคสอื่นไว้ด้วยกัน โดยวิธีการที่พฤติกรรมของยูสเคสอื่นที่สามารถทำงานร่วมกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในยูสเคสหลัก	

ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง	บทบาทหน้าที่
 ผู้ขอใช้บริการ	มีสถานะภาพเป็นผู้ใช้ทั่วไป โดยสามารถเข้าใช้งานเว็บไซต์ได้โดยไม่ต้องสมัครสมาชิก

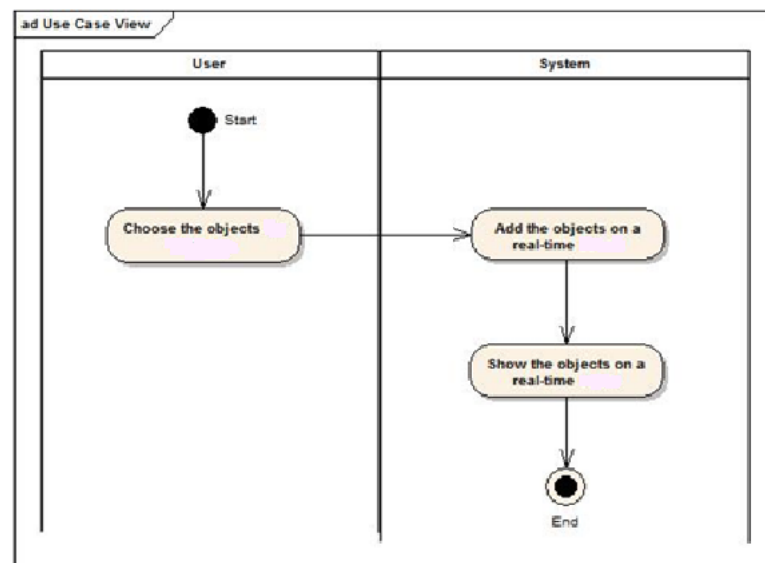


ภาพที่ 20 ภาพแสดง Use case diagram ของระบบ

2.4 Use case text

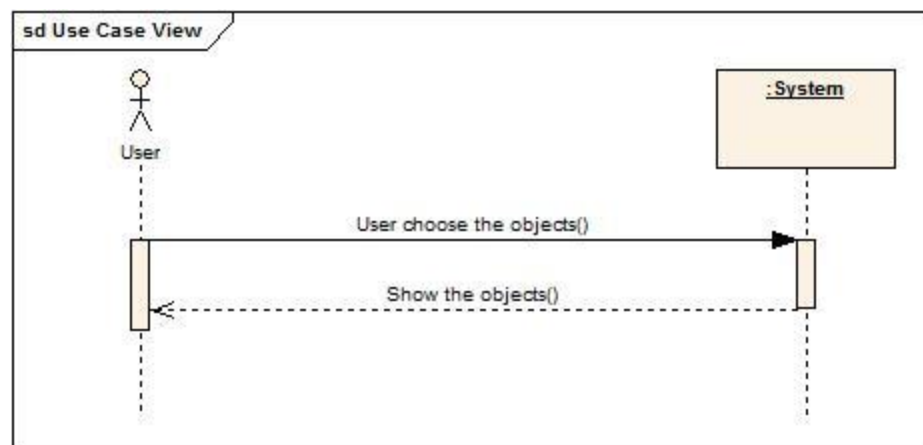
รหัสยูสเคส	UC001
ชื่อยูสเคส	ดาวโหลดข้อมูล
แอดเตอร์ที่เกี่ยวข้อง	ผู้ให้บริการ
รายละเอียดการทำงานสังเขป	ผู้ใช้งานจะต้องเรียกใช้งานจาก URL : https://kkrainforecasting.000webhostapp.com/
เงื่อนไขก่อนการทำงาน	-
เงื่อนไขหลังการทำงาน	ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลในหน้าหลักและยังสามารถเรียกดาวโหลดข้อมูลเพิ่มเติมได้
รายละเอียดการทำงานสังเขป	
การทำงานของแอดเตอร์	การทำงานของระบบ
1) กรอก url ของเว็บไซต์	2) แสดงหน้าหลักของระบบ
การทำงานที่เป็นทางเลือก	3) การกดดาวโหลดข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนของแต่ละอำเภอเมื่อผู้ใช้งานต้องการ

2.4 Activity diagram ดังภาพที่ 21



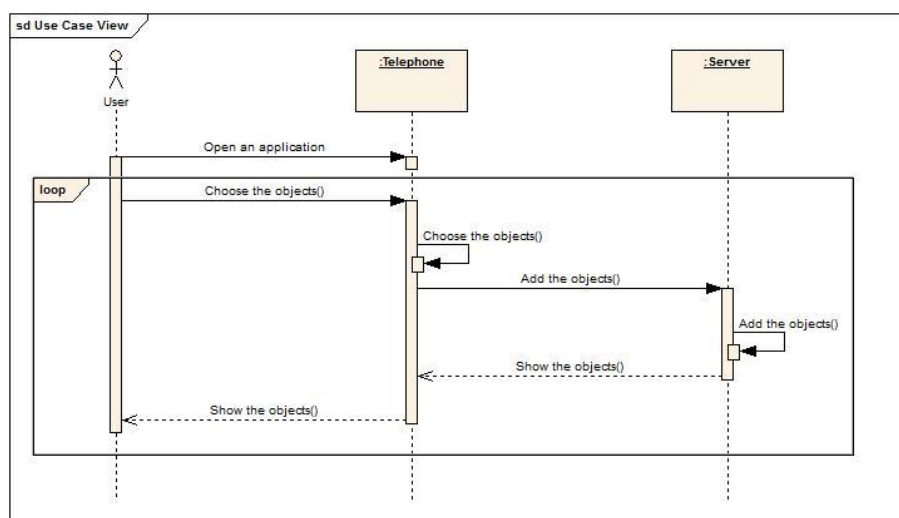
ภาพที่ 21 ภาพแสดงแอคทิวิตีไดอะแกรมการเลือกดาวโหลดข้อมูลบนเว็บไซต์

2.5 System sequence diagram ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ภาพแสดง System sequence diagram การเลือกข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนที่จะดาวโหลด

2.6 Sequence Diagram ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ภาพแสดง Sequence diagram การเลือกข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนที่จะดาวโหลด

3. การพัฒนาโปรแกรม

3.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนา

(1) Eclipse

Eclipse คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาภาษา Java ซึ่งโปรแกรม Eclipse เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนา Application Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) Matlab

MATLAB เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Computing) แสดงผลกราฟฟิก และเขียนแอปพลิเคชัน ทำให้เราสามารถคำนวณผลลัพธ์ พัฒนาอัลกอริทึม สร้างแบบจำลอง

3.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

- Inter Core i7 Processor
- Memory 4 GB
- Graphics AMD Redeon HD8570M 2GB DDR3
- RAM 2 GB
- การ์ดหน่วยความจำ: microSD 64 GB

4. การทดสอบระบบ

4.1 วิธีการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบที่ทำนาย

4.2.1 คำนวณความถูกต้องในการทำนายคลาส

$$\text{Porportion of accuracy} = 1 - \left(\frac{\text{Miss Classification}}{\text{number of data}} \right)$$

Miss Classification หมายถึง จำนวนทั้งหมดที่ตัวแบบทำนายไม่ถูกต้องตามค่าจริง

Number of data หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตารางที่ 6 ตารางแสดงประสิทธิภาพของตัวแบบกับจำนวนชุดข้อมูล


ตัวแบบ	ค่าร้อยละของความถูกต้องในการทำนาย		
เครื่องจักรเรียนรู้ เอ็กซ์ตรีม (ELM)	อนุกรมเวลา T=12 (12 col)	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน (4 col)	ตัวแบบผสม (16 col)
	90%	72.50%	50%

4.2 การทดสอบระบบในการใช้งานของเว็บไซต์ จะเป็นการทดสอบแยกเฉพาะส่วน ดังนี้


ตารางที่ 7 ตารางแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์

Test ID	Test Action & Test Case	Expected Result	Actual Result	Pass	Fail
01	1. เปิดเว็บไซต์เว็บไซต์ให้บริการข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดขอนแก่น URL : https://kkrainforecasting.000webhostapp.com 2. แสดงหน้าหลักของเว็บไซต์	แสดงหน้าหลัก		/	

ตารางที่ 8 ตารางแสดงข้อมูลเมื่อกดดาวโหลดไฟล์ xml

Test ID	Test Action & Test Case	Expected Result	Actual Result	Pass	Fail
02	<p>1. เปิดเว็บไซต์เว็บไซต์ให้บริการข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดขอนแก่น</p> <p>URL : https://kkrainforecasting.000webhostapp.com/</p> <p>2. กดดาวโหลดข้อมูล Xml ในการพยากรณ์น้ำฝนอำเภอที่ต้องการ</p>	<p>แสดงข้อมูลไฟล์ xml</p>		/	

ตารางที่ 9 ตารางแสดงข้อมูลเมื่อกดดาวโหลดไฟล์ pdf

Test ID	Test Action & Test Case	Expected Result	Actual Result	Pass	Fail
03	<p>1. เปิดเว็บไซต์เว็บไซต์ให้บริการข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดขอนแก่น</p> <p>URL : https://kkrainforecasting.000webhostapp.com/</p> <p>2. กดดาวโหลดข้อมูลเอกสารรายลเอียดในการพยากรณ์น้ำฝนอำเภอที่ต้องการ</p>	<p>แสดงข้อมูลไฟล์ pdf</p>		/	

บทที่ 5

บทสรุป

1. สรุปผลการดำเนินโครงการ

เว็บไซต์ให้บริการข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนรายเดือนของแต่ละอำเภอในจังหวัดขอนแก่น มีตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการทำนายคือตัวแบบเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม โดยมีโหนดชั้นซ่อนที่เหมาะสม 300 โหนด และใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ โดยทำการพยากรณ์ชุดข้อมูลสอนและชุดข้อมูลทดสอบ พบว่าชุดข้อมูลแบบปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝน มีค่าร้อยละในการทำนายน้อย เนื่องจากค่าจากตัวแปรอื่นยังมีบางส่วนที่ข้อมูลผูกพันกับปริมาณน้ำฝน เนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติยกตัวอย่างเช่น เหตุการณ์ฝนตกหนักอันเนื่องมาจากพายุฤดูร้อน เป็นต้น ในส่วนของตัวแบบผสมนั้นมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด เนื่องจากปัจจัยปริมาณน้ำฝนอนุกรมเวลาไม่ได้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝน แต่พบว่าในข้อมูลแบบอนุกรมเวลา($T=12$) มีค่าร้อยละความถูกต้องในการทำนายมากที่สุด เนื่องจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาแบบวัฏจักร ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะคล้ายกันในทุกปีตามช่วงฤดูกาล ดังนั้นเมื่อแยกกลุ่มของข้อมูลในการทำนายทำให้ลักษณะของข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และข้อมูลที่ใช้ในการทำนายเป็นข้อมูลเฉพาะปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียวทำให้ตัวแบบสามารถทำนายได้อย่างแม่นยำโดยไม่มีค่ารบกวนจากปัจจัยอื่น โดยรายละเอียดของตัวแบบจะแสดงดังตารางที่ 10-14

ตารางที่ 10 รายละเอียดตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการทำนาย

ตัวแบบ	โหนดชั้นซ่อน	ฟังก์ชัน	การทำนาย
ELM (Extreme learning machine)	300	Sigmoid	Classification

ตารางที่ 11 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน

ปัจจัย	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน
1	ความกดอากาศเฉลี่ย
2	ภูมิอากาศเฉลี่ย
3	ความชื้นเฉลี่ย
4	น้ำระเหย

ตารางที่ 12 คลาสในการจำแนกปริมาณน้ำฝน

คลาส	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	ความหมาย
0	0	ไม่มีฝน
1	มากกว่า 0 แต่น้อยกว่า 10	ฝนเล็กน้อย
2	มากกว่า 10 แต่น้อยกว่า 35	ฝนปานกลาง
3	มากกว่า 35 แต่น้อยกว่า 90	ฝนหนัก
4	มากกว่า 90	ฝนหนักมาก

ตารางที่ 13 รายละเอียดโครงสร้างตัวแบบ

เทคนิคข้อมูลในการพยากรณ์	Input layer	Hidden layer	Output layer
ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนแบบอนุกรมเวลา(T=12)	12	300	4
ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนแบบหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝน ได้แก่ ความกดอากาศเฉลี่ย, ภูมิอากาศเฉลี่ย, ความชื้นเฉลี่ย, น้ำระเหย	4	300	4
ตัวแบบผสม	16	300	4

ตารางที่ 14 ตารางแสดงประสิทธิภาพของตัวแบบกับจำนวนชุดข้อมูล

ตัวแบบ	ค่าร้อยละของความถูกต้องในการทำนาย		
เครื่องจักรเรียนรู้ เอ็กซ์ตรีม (ELM)	อนุกรมเวลา T=12 (12 col)	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน (4 col)	ตัวแบบผสม (16 col)
	90%	72.50%	50%

2. ข้อจำกัดของระบบ

- 2.1 ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมเน้นการพยากรณ์ข้อมูลน้ำฝนในจังหวัดขอนแก่นเท่านั้น
- 2.2 การใช้ระบบต้องทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก่อนการใช้งานทุกครั้ง

3. ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่ 1: จากเดิมตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมยังมีประสิทธิภาพน้อย แต่ได้ทำการปรับชุดข้อมูลนำเข้า ทำให้ตัวแบบมีความถูกต้องและทำนายผลแม่นยำมากขึ้น

แนวทางการแก้ไข : ปรึกษาอาจารย์และทำการปรับแก้ชุดข้อมูล

ปัญหาที่ 2 : การพยากรณ์ยังไม่เฉพาะเจาะจงในพื้นที่

แนวทางการแก้ไข : ปรึกษาอาจารย์และเปลี่ยนจากทำนายปริมาณน้ำฝนของจังหวัดขอนแก่นเป็นรายอำเภอ ในจังหวัดขอนแก่น เพื่อให้เฉพาะเจาะจงพื้นที่มากขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้จริง

4. ข้อเสนอแนะ ในการพัฒนาครั้งต่อไป

4.1 ควรออกแบบเว็บไซต์ให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น

4.2 พัฒนาเป็นระบบเว็บไซต์ให้บริการข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนจังหวัดอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] การเรียนรู้ของเครื่อง. (2558). ค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2559, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/การเรียนรู้ของเครื่อง>
- [2] นาย วิทยา พรพชรพงศ์. (2008). **โครงข่ายประสาทเทียม**. ค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2559, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/163433>
- [3] ผศ.ดร.สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา. (2552). บทที่ 1 บทนำข่ายงานประสาทเทียม. **เอกสารประกอบการสอนวิชาประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) 322 752 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2552)**. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [4] ผศ.ดร.สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา. (2552). บทที่ 2 พื้นฐานข่ายงานประสาทเทียม. **เอกสารประกอบการสอนวิชาประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) 322 752 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2552)**. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [5] ผศ.ดร.สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา. (2552). บทที่ 6 เพอร์เซพตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับ. **เอกสารประกอบการสอนวิชาประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) 322 752 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2552)**. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [6] ผศ.ดร.สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา. (2552). บทที่ 7 Extreme Learning Machine Chapter7: Extreme Learning Machines (ELM) . **เอกสารประกอบการสอนวิชาประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) 322 752 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2552)**. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [7] จินตามาส สุทธิชัยเมธี.[ม.ป.ป.].**สุทธิปริทัศน์**,พิมพ์ครั้งที่ 1. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]
- [8] ระยุด,ปริยาภรณ์และบุษกร.[2552].การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล,พิมพ์ครั้งที่ 1. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]
- [9] พงษ์ศิริ ศิริพานิช .[พ.ศ.2550]. **การพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสมระหว่าง ARIMA และเครือข่ายประสาทเทียม**,พิมพ์ครั้งที่ 1. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]
- [10] กรมอุตุนิยมวิทยา (พ.ศ.2558). ค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560, <http://data.tmd.go.th/api/index1.php>

ภาคผนวก

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกมลชนก บัวโรยครบุรี เกิดเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุนทรารวีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2555 เข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2557

นายณโชติ กมลรัตนาก เกิดเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2555 เข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2556

ลงชื่อผู้ทำโครงการ

(นางสาวกมลชนก บัวโรยครบุรี)

วันที่/...../.....

ลงชื่อผู้ทำโครงการ

(นายณโชติ กมลรัตนาก)

วันที่/...../.....

ลงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(ผศ.ดร. สิริภัทร เขียวชาญวัฒนา)

วันที่/...../.....