

การบูรณาการข้อมูลสารสนเทศระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์
เพื่อพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จ
ในการปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษาภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย
Integrating Remote Sensing and Geographic Information for The
Development of Weather Forecasting and Chances of Success
Model for Royal Rainmaking in Upper Northern
Region of Thailand

จักรกฤษณ์ แสงแก้ว^{1*}
ดร.กุลธิดา ท้วมสุข²
ดร.รัชนิวรรณ ตาพุมาศสวัสดิ์³

¹นักศึกษาลัทธิสุตรปรัชญาดุสิตบัณฑิตสาขาวิชาสารสนเทศศึกษา
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น E-mail: electoday@gmail.com
²รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาสารสนเทศและการสื่อสาร คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น E-mail: kultua@kku.ac.th
³ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร
E-mail: rachaneewan.t@gmail.com

บทคัดย่อ : งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยด้วยการบูรณาการสารสนเทศระยะไกลและการเรียนรู้ของเครื่องจักร โดยใช้ทรัพยากรสารสนเทศระยะไกลต่อไปนี้ ก) สารสนเทศระยะไกลจากวิทยุห้วงอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ข) สารสนเทศระยะไกลปริมาณน้ำฝนและสถานีตรวจวัดน้ำฝนจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตรเป็นการรายงานปริมาณน้ำฝนผ่านเว็บไซต์โดยต้องทำการสกัดข้อมูลก่อนการนำไปใช้งาน ค) สารสนเทศระยะไกลจากภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยม ค้างฟ้า MTSAT2 ประเทศญี่ปุ่น ง) สารสนเทศระยะไกลจากวิทยุห้วงอากาศที่ผ่านโปรแกรม SONDE2 เพื่อให้ได้เป็นตัวแปร GPCM จากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ใช้ข้อมูลระหว่าง วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมข้อมูลที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด 626 วัน เลือกตัวแปรพยากรณ์ด้วยวิธีสหสัมพันธ์เพียร์สันได้ตัวแปร GPCM จำนวน 16 ตัวแปร และตัวแปรภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 109 ตัวแปร จากนั้นนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ด้วยวิธีซอฟต์แวร์แมชชีน

ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยด้วยข้อมูล GPCM+MTSAT2 มีประสิทธิภาพ 84.98% ซึ่งมากกว่า GPCM เพียงอย่างเดียวที่มีประสิทธิภาพ 78.27%

คำสำคัญ : การสกัดข้อมูล, สารสนเทศระยะไกล, ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา, ดาวเทียม MTSAT2, GPCM, โทรมาตรวัดปริมาณน้ำฝน, สารสนเทศภูมิศาสตร์

Abstract : This research aims for the development of weather forecasting and chances of success model for royal rainmaking in upper northern region of Thailand by integrating remote sensing data and machine learning method. The remote sensing data was extracted from the following resources: a) Radiosonde from Thai Meteorology Department, b) Rainfall and rainfall monitoring stations from the Hydro and Agro Informatics Institute, c) Meteorological Satellite MTSAT2 from Japan, and d) Radiosonde parameters via program SONDE2 from the Department of Royal Rainmaking and Agricultural Aviation. The data was retrieved during 1 January 2012 to 31 December 2014, including a total of 626 days completed data. The Pearson correlation was used for variables' selection which resulted in 16 GPCM variables and 109 MTSAT2 variables. A forecasting model was developed by using Support Vector Machine. It was founded that the effectiveness of weather forecasting and chances of success for royal rainmaking in upper northern region of Thailand using GPCM+MTSAT2 is 84.98% higher than using GPCM with the effectiveness at 78.27%.

Keywords : Data Extraction, Remote Sensing Data, Meteorological Satellite, MTSAT2, GPCM, Rain Gauge Telemetry, Geographic Information

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนพลเมืองมีอาชีพในการทำไร่ ทำนา ทำสวน เป็นส่วนใหญ่ การเกษตรต้องอาศัยน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญ แม้ว่าจะได้มีการพัฒนาในด้านชลประทานแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่เพียงพอ ยังคงต้องอาศัยน้ำฝนที่ตกลงมาตามฤดูกาล บางทีฝนน้อยเกินไปจนเกิดความแห้งแล้งทำให้พืชนาชนิดเหี่ยวแห้งล้มตายไป

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงห่วงใยพสกนิกรในท้องถิ่นที่ประสบความแห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูเพาะปลูก ชาวไร่ชาวนามักประสบความทุกข์ยากเนื่องจากปัญหาฝนทิ้งเป็นช่วงระยะยาว ทำให้พืชผลเสียหายเสมอมา [2]

เมื่อ พ.ศ. 2494 ๗พณฯ ม.ล. เดช สนิทวงศ์ ในฐานะองคมนตรีได้อัญเชิญพระราชปรารภของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในรัชกาลปัจจุบันเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาน้ำขาดแคลนน้ำในภาคอีสานของประเทศ ว่าจะมีวิธีการที่จะทำให้อากาศนอกเหนือจากฝนที่ตกลงตามธรรมชาติเพื่อช่วยเหลือราษฎรทางภาคอีสานได้หรือไม่ ซึ่งหากมีลู่ทางก็น่าจะได้มีการค้นคว้ากันต่อไปอีกกว่าวิธีการอย่างไหนที่เหมาะสมและใช้ได้ผลดี เนื่องจากเหตุดังกล่าวนี้ มจ.จักรพันธ์ เพ็ญศิริ จักรพันธ์ ซึ่งดำรงตำแหน่งอธิบดีกรมการข้าว จึงได้ส่งเรื่องพระราชปรารภนี้พร้อมด้วยเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำฝนเทียม (Rain Making หรือ Cloud Seeding) ของสถาบันต่าง ๆ มาให้ ม.ร.ว.เทพฤทธิ์ เทวกุล ทำการศึกษาหาลู่ทางเพื่อนำเสนอ ๗พณ.ฯ ม.ล.เดช สนิทวงศ์ กราบบังคมทูลเกล้าถวายรายงานต่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่ง ม.ร.ว.เทพฤทธิ์ เทวกุล ได้ศึกษาเกี่ยวกับ

การทำให้ฝนตก จากเอกสารและการติดต่อกับสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้โดยละเอียดถี่ถ้วน และได้รับความร่วมมือ จาก ดร.เรณู สุวรรณสิทธิ์ ซึ่งในขณะนั้นดำรงตำแหน่งผู้ช่วยเทคนิคการคลังถาวร (Permanent Technical Assistant for Finance) จัดทำเอกสารบางส่วนและร่วมกัน จัดการทำฝนเทียมเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำฝนตามธรรมชาติเสนอขึ้นตามลำดับขั้นแล้วครั้งหนึ่ง แต่มิได้มีการดำเนินการก้าวหน้าแต่ประการใด เนื่องจากขาดการสนับสนุนจากระดับต่าง ๆ ในขณะนั้นประการหนึ่งขาดปัจจัยทางด้านงบประมาณและอุปกรณ์ในการดำเนินงานอีกประการหนึ่ง [2]

ม.ร.ว.เทพฤทธิ์ เทวกุล ยังคงสนใจศึกษาค้นคว้าและติดตามเรื่องนี้เสมอมาและได้จัดตั้งคณะปฏิบัติการขึ้นจัดทำโครงการส่งเขปเพื่อเสนอแนะลู่ทางที่จะปฏิบัติการให้ได้ผลดีที่สุดและวิธีดำเนินการต่อท่านปลัดกระทรวงซึ่งเมื่อได้รับอนุมัติแล้ว ได้เริ่มลงมือปฏิบัติการตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2512

การที่จะทำให้อากาศในบรรยากาศกลั่นตัวลงมาเป็นฝนนั้น มนุษย์สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำเป็นผลสำเร็จมาแล้ว การที่มนุษย์พยายามเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนั้นเริ่มในปี ค.ศ. 1946 เมื่อ วินเซนต์ เจ เซฟเฟอร์ และเออร์วิง แลงเมออร์ (Vincent J. Schaefer and Irving Langmuir) ซึ่งทำงานอยู่กับบริษัท General Electric Laboratories ในนิวยอร์ก ได้ทำการทดลองโดยใช้น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) 2-3 กำมือโปรยจากเครื่องบินสูงก่อนเมฆทำให้บางส่วนของเมฆสลายตัวไป ขณะเดียวกันหิมะค่อย ๆ ตกลงสู่พื้นดิน จากประสบการณ์นี้ทำให้เป็นความรู้เบื้องต้นแก่ นักฟิสิกส์เมฆ (Cloud

Physicist) ใช้สร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการแปลงสภาพอากาศ (The Scientific Basic of Weather Modification) [9] หลังจากนั้นได้มีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ชาติต่าง ๆ พยายามปรับปรุงหลักการและวิธีการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศกันอย่างแพร่หลายทั้งในสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียและอังกฤษ

การทดลองปฏิบัติการฝนหลวงไม่อาจจะทำในห้องปฏิบัติการใด ๆ ได้ ต้องทดลองปฏิบัติในท้องฟ้าในช่วงที่เกิดความแห้งแล้งอย่างแท้จริง ดังนั้นผลของการค้นคว้าทดลองปฏิบัติการจึงเป็นประโยชน์โดยตรงต่อราษฎร [1]

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่จะบังคับเมฆให้กลายเป็นฝนตกลงสู่พื้นดินนั้นคือเวลาของการปฏิบัติการต้องทันช่วงที่กับการก่อตัวของเมฆชนิดที่ทำให้เกิดฝน เพราะเมฆชนิดนี้เปรียบเสมือนคลั่งที่เก็บเอาความชุ่มชื้นไว้ตามธรรมชาติ มิฉะนั้นเมฆที่ก่อตัวมานั้นอาจสลายตัวหรือลอยผ่านพ้นไปแหล่งอื่นเสียก่อน [7]

ฝนเทียมของประเทศไทยนั้นชื่อเสียงขจรขยายไปทั่วโลกแล้ว ในฐานะที่เป็นประเทศแรกในโลก ที่ทำฝนได้ผลดีมีราคาถูกที่สุดและสามารถทำให้ฝนตกลงได้ตรงเป้าหมาย

การเรียกชื่อว่า "ฝนเทียม" จนเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายซึ่งเป็นคำหนังสือพิมพ์และบุคคลทั่วไปเรียกกันจนติดปาก ความจริงแล้วฝนเทียมคือน้ำฝนแท้แน่นอน แต่ที่มนุษย์เราได้พยายามนำเอาวิทยาศาสตร์เข้าไปช่วยธรรมชาติทำให้เกิดในเวลาและตามบริเวณที่กำหนด

แท้ที่จริงแล้วน้ำฝนที่ตกลงมานั้น มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับน้ำฝนที่ตกลงมาตามธรรมชาตินั่นเอง ฝนธรรมชาตินั้นเกิดจากไอน้ำในอากาศรวมตัวกันเกิดเป็นเมฆ เมื่อเมฆรวมตัวกัน

หนาแน่นและสภาพของอากาศอำนวยจะทำให้เกิดฝนตกขึ้นเองตามธรรมชาติ หากว่าสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย เมฆจะลอยกระจัดกระจายเคลื่อนตัวไปตามทิศทางลม การกระตุ้นหรือใช้สารเคมีที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดเมฆ ตลอดจนการรวมเมฆเหล่านั้น จนเป็นก้อนใหญ่ มีความหนาแน่นอย่างเพียงพอแล้วจึงใช้สารเคมีไปบังคับให้ฝนตกลงสู่พื้นที่เป้าหมายในระยะเวลาที่ต้องการแทนที่จะปล่อยให้เมฆล่องลอยไปตามสายลม จึงมีผู้คิดว่า ฝนนี้นี้ไม่เหมาะเพราะน้ำฝนที่ตกลงมาเป็นน้ำฝนธรรมชาติ จนเมื่อคราวที่ไปทำฝนพิชิตน้ำเน่าที่ราชบุรี เมื่อเดือนพฤษภาคม 2516 ราษฎรพากันเรียกฝนที่ตกลงมาครั้งนี้ว่า "ฝนหลวงพระราชทาน" ราษฎรทั่วไปจึงเรียกว่า "ฝนหลวง"

ในการวางแผนปฏิบัติการฝนหลวงในแต่ละวันต้องใช้ความรู้ในการพยากรณ์อากาศและข้อมูลที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจการปฏิบัติการฝนหลวงให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่งกรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้มีการใช้แบบจำลอง GPCM (Great Plains Cumulus Model) ของ United States Bureau of Reclamation (USBR) Upper Air Analysis Program หรือ Sonde2 ซึ่งได้มีการนำมาใช้ในโครงการวิจัยทรัพยากรบรรยากาศประยุกต์ (AARRP) ที่จังหวัดเชียงใหม่ตั้งแต่ พ.ศ. 2534 และหลังจากเสร็จสิ้นโครงการฯ ได้มีการนำมาใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวงในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ

ในขณะที่เทคโนโลยีด้านริโมทเซนซึ่งมีการพัฒนาและเติบโตอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2549 ประเทศญี่ปุ่นได้ปล่อยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา คางาฮารุ ที่ตำแหน่ง 140° ที่ความสูง 35,800

กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก ดาวเทียม MT-SAT-2 (Multifunction Transport Satellite) ขึ้นปฏิบัติการแทนดาวเทียมดวงก่อนที่ชื่อว่า GMS-5 โดยสามารถถ่ายภาพดาวเทียมในทุก 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ และความละเอียดเชิงเวลาที่สูง ข้อมูลในลักษณะดังกล่าวมีประโยชน์สำหรับการบริหารจัดการน้ำ กสิกรรม อุตสาหกรรม และเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติ

ในงานวิจัยนี้เห็นว่า หากมีการนำข้อมูล รีโมทเซนซิงจากดาวเทียม MTSAT-2 [19] มาร่วมกับ GPCM เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวงและใช้เทคนิควิธีด้านการเรียนรู้ของเครื่องจักรเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลองการพยากรณ์กว่าการใช้ GPCM ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบันเพียงอย่างเดียว โดยในบทความนี้จะเน้นที่การบูรณาการสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ ตลอดจนการสกัดข้อมูล การเลือกตัวแปรพยากรณ์และการสร้างแบบพยากรณ์ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อบูรณาการสารสนเทศระยะไกลจากแหล่งทรัพยากรที่มีความแตกต่างกัน มาใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

2.2 เพื่อนำเสนอการสกัดปริมาณน้ำฝนรายวัน, รายช้อสถานีโทรมาตร และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนจากเว็บรายงานผลของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและ

การเกษตร ด้วยวิธีเท็กซ์โปรเซสซิงและการจับรูปแบบคำ (Regular Expression)

2.3 เพื่อเลือกตัวแปรพยากรณ์จากข้อมูล GPCM และ MTSAT2 สำหรับนำไปใช้สร้างแบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือตอนบน

2.4 เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือตอนบนด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

2.5 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของแบบจำลอง GPCM และ GPCM+MTSAT2

3. ขอบเขตการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการบูรณาการข้อมูลสารสนเทศระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงกรณีศึกษาภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยมีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาค้างฟ้า MTSAT2 ร่วมกับข้อมูล GPCM ที่มีการใช้งานในกรมฝนหลวงและการบินเกษตร เพื่อพัฒนาตัวแบบพยากรณ์สภาวะอากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวง ทั้งนี้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยมาจากแหล่งทรัพยากรสารสนเทศระยะไกลหลายหน่วยงาน ได้แก่ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร, กรมอุตุนิยมวิทยา, สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (สสนก) และภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาค้างฟ้า MTSAT2 จากมหาวิทยาลัยโคชิ ประเทศญี่ปุ่น

3.1 ขอบเขตการศึกษาในพื้นที่

กำหนดพื้นที่ศึกษาครอบคลุมการตรวจวัดกลุ่มฝนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่, แม่ฮ่องสอน, ลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน และพะเยา โดยพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเป็นพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์ปฏิบัติการฝนหลวงที่ 1 (ภาคเหนือ) ซึ่งสามารถติดตามสถานการณ์น้ำที่เกิดจากฝนได้ อีกทั้งพื้นที่ภาคเหนือเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำสำคัญหลายสาย ทั้งยังมีพื้นที่ลุ่มเพื่อรับน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลฯ ที่สามารถรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้ พื้นที่เศรษฐกิจภาคเหนือต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่กวงอุดมธารา อ่างเก็บน้ำแม่แตง อ่างเก็บน้ำสะแกกรัง จังหวัดเชียงใหม่เพื่อบริโภคและการเกษตรกรรม รวมถึงอุตสาหกรรมตลอดทั้งปี ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณต่ำกว่าร้อยละ 25 ของปริมาณของอ่างเก็บน้ำ ส่งผลให้มีกำหนดให้เป็นแผนในการปฏิบัติการฝนหลวงประจำปี กล่าวคือให้เพิ่มน้ำกับอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในฤดูแล้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณอ่างรวมถึงให้เพิ่มน้ำกับแหล่งกักเก็บน้ำตามธรรมชาติ [8]

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา/ประเด็นในการศึกษา

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อ 1) สกัดข้อมูลการรายงานปริมาณน้ำฝนและสถานีโทรมาตรจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร 2) เลือกตัวแปรพยากรณ์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง 3) พัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือโดยใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการ

พยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมค้างฟ้า MTSAT2 ร่วมกับข้อมูล GPCM

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้ประกอบด้วยการสกัดข้อมูลและการพัฒนาโมเดลพยากรณ์ ได้แก่ 1) ทฤษฎีการจับรูปแบบข้อความ[12] (Regular Expression) 2) การสกัดข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรด้วยวิธีเท็กซ์โปรเซสซิง[17] (Text Processing) 3) ทฤษฎีแม็ปรีดิวส์[16] (Mapreduce) 4) การอ่านข้อมูลจากเว็บไซต์[11] 5) ทฤษฎีอิมเมจโปรเซสซิง[9] เพื่อคำนวณค่าระดับเกรย์สเกลจากภาพถ่ายดาวเทียมอูดุณิยัมค้างฟ้า MTSAT2 ในบริเวณพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (Grayscale Extraction) 6) การเลือกพีเจอร์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้วยสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน[8] (Pearson Correlation) 7) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)

4.1 ทฤษฎีการจับรูปแบบข้อความ (Regular Expression)

การจับรูปแบบข้อความเป็นการค้นหาหรือแทนที่ค่าที่มีรูปแบบโดยจะใช้สัญลักษณ์พิเศษเพื่อแทนข้อความที่ต้องการค้นหา เรียกว่า "Meta-character" ประกอบด้วย สัญลักษณ์ต่อไปนี้ \, |, (,), [, {, ^, \$, *, +, ? และ .

4.1.1 สัญลักษณ์ (|) อ่านว่า "pipe" ทำหน้าที่เป็นทางเลือกมีหลักการทำงานเหมือนโอเปอเรเตอร์ OR คือเลือกจับคู่นิพจน์

4.1.2 สัญลักษณ์ (.) แทนอักขระใด ๆ จำนวน 1 อักขระ

4.1.3 สัญลักษณ์ (^) อ่านว่า "carat" สำหรับตรวจสอบว่าเริ่มต้นบรรทัดใหม่ด้วยอักขระที่ตามหลัง carat หรือไม่

4.1.4 สัญลักษณ์ (\$) อ่านว่า "Dollar Sign" ใช้สำหรับตรวจสอบว่าเป็นอักขระที่อยู่ท้ายสุดของบรรทัดหรือไม่

4.1.5 สัญลักษณ์ ([]) อ่านว่า "bracket" สำหรับกำหนดช่วงอักขระ เช่น "[bcr]at" จะค้นหาคำว่า bat, cat และ rat

4.1.6 สัญลักษณ์ (-) อ่านว่า "Hyphen" นำมาใช้กับสัญลักษณ์ [] เพื่อสร้างช่วงอักขระ เช่น "F[0-3]" จะจับคู่คำว่า F0, F1, F2 และ F3

4.1.7 สัญลักษณ์ (*) อ่านว่า "star" หรือ "asterisk" ทำหน้าที่จับคู่คำที่ซ้ำกันหรือไม่ซ้ำกันเลย ถ้าซ้ำจะซ้ำได้ไม่รู้จบ เช่น "01*" จะจับคู่ 0, 01, 011, 0111, 01111

4.1.8 สัญลักษณ์ (+) อ่านว่า "plus" ใช้จับคู่อย่างน้อยต้องมีการซ้ำหนึ่งครั้งขึ้นไป เช่น "01" จะจับคู่กับ 01, 011, 0111, 01111

4.1.9 สัญลักษณ์ (?) อ่านว่า "Question Mark" สำหรับจับคู่คำที่ไม่ซ้ำหรือซ้ำกันได้เพียง 1 ตัวเท่านั้น เช่น "01?" จับคู่กับ 01 และ 011

4.1.10 สัญลักษณ์ ({ }) อ่านว่า "brace" ใช้กำหนดจำนวนที่สามารถซ้ำกัน เช่น "1{2,4}" จับคู่กับ 11, 111 และ 1111

4.2 การสกัดข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรด้วยวิธีเท็กซ์โปรเซสซิง (Text Processing)

การสกัดข้อมูลด้วยเท็กซ์โปรเซสซิงเป็นการดำเนินการโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลโดยควบคุมผ่านการโปรแกรมชุดคำสั่งเพื่อทำการแยกสกัดส่วนของทรัพยากรที่ต้องการภายในชุดข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในรูปแบบสตริง สำหรับการประมวลผลเท็กซ์นั้นจะใช้วิธีการพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย 1) การตรวจสอบความยาว 2) การตรวจสอบความเท่ากัน 3) การ

เลือกบางช่วงของเท็กซ์ด้วยช่วงตัวเลข 4) การลบอักขระที่มองไม่เห็นรอบข้างทิ้งไป (Whitespace Striping) 5) การแยกข้อความด้วยตัวคั่น (Split text)

4.3 ทฤษฎีแมพ-รีดิวซ์ (Mapreduce)

MapReduce ได้รับการนำเสนอเป็นครั้งแรกโดยกูเกิ้ลเพื่อใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลที่มีการการประมวลผลแบบแบ่งงานเป็นส่วน ๆ กระจายไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยกันประมวลผล (map) และนำผลลัพธ์ที่ได้มารวมกันด้วยการทำรีดิวซ์ (reduce) คำสั่ง map และ reduce เป็นคำสั่งที่อยู่ในหลักการเชิงฟังก์ชัน (Functional Programming) และคำสั่ง map/reduce เป็นคำสั่งพื้นฐานของภาษาไพธอน (Python Programming Language) หลักการทำงานเป็นการรวมกันของตัวแมพ (Mapper) และรีดิวเซอร์ (Reducer) ที่ทำงานร่วมกันเพื่อประมวลผลข้อมูล โดยที่ตัวแมพจะประมวลผลข้อมูลดิบและเก็บข้อมูลไว้ในรูปของคีย์และค่าข้อมูล (key/value) ซึ่งจะเรียกว่าเป็นผลลัพธ์ที่อยู่ท่ามกลางก่อนจะได้ผลลัพธ์ (Intermediate Results) ในขั้นสุดท้ายตัวรีดิวซ์เซอร์จะทำการรวมผลลัพธ์ที่อยู่ท่ามกลางก่อนได้ผลลัพธ์เพื่อสร้างเป็นผลลัพธ์สุดท้าย

4.3.1 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง map และ reduce ในภาษาไพธอนแสดงดังนี้

```
>>> def adder(a,b): return a+b
>>> map(adder, [3,2,1], [4,3,1])
ผลลัพธ์มีค่า [7,5,2]
```

4.3.2 ตัวอย่างการใช้คำสั่งรีดิวซ์ (reduce) ซึ่งเป็นการรวมผลลัพธ์ สามารถเขียนด้วยภาษาไพธอน ดังนี้

```
>>> reduce(adder,[7,5,2])
ผลลัพธ์มีค่า : 14
```

4.3.3 คำสั่ง lambda เป็นการสร้างฟังก์ชัน
ขณะโปรแกรมทำงาน โดยไม่ต้องกำหนด
ฟังก์ชันก่อนเหมือนการประกาศใช้ฟังก์ชันโดย
ทั่วไป มีความยืดหยุ่นสูงมาก แสดงตัวอย่างการ
ใช้ lambda ด้วยภาษาไพธอน ดังนี้

```
>>> adder = lambda a,b:a+b  
จากนั้นสามารถเรียกใช้ฟังก์ชัน adder () ได้เลย  
ซึ่งมีสามารถใช้งาน โดยไม่ต้องสร้างฟังก์ชันชื่อ  
ฟังก์ชันได้ด้วย เช่น
```

```
>>> map(lambda a,b:a+b, [3,2,1],  
[4,3,1]) ซึ่งมีผลลัพธ์เป็น [7, 5, 2]
```

4.4 การอ่านข้อมูลจากเว็บไซต์

การอ่านข้อมูลจากเว็บไซต์สามารถใช้ภาษา
โปรแกรมมิ่งเพื่ออ่านเนื้อหาของเว็บจากยูอาร์แอล
(URL) ในภาษาไพธอนใช้คำสั่ง urlopen
ภายใต้โมดูล urllib เมื่ออ่านข้อมูลเข้ามาแล้วจะ
ทำให้ได้เนื้อหาของเว็บ เป็นข้อมูลตัวแปรสตริง
และสามารถนำไปใช้กับกระบวนการเท็กซ์โปร
เซสซึ่งและตรวจจับรูปแบบ (Regular Expres-
sion) ได้ แสดงตัวอย่างการใช้งานดังนี้

```
>>> from urllib import urlopen  
>>> txt = urlopen("http://your-url").  
read()
```

4.5 ทฤษฎีอิมเมจโพรเซสซิง

ทฤษฎีอิมเมจโพรเซสซิง คือ การใช้วิธีการ
ใด ๆ กับข้อมูลภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ
และทำให้ภาพที่ได้มีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น
การกำจัดสัญญาณรบกวน การจำแนกภาพ การ
หาขอบภาพ การทำให้มีความคมชัด เป็นต้น
ทฤษฎีของเกรย์สเกล (Gray Scale) เป็นการ
ทำให้ความเข้มของแม่สีทั้ง 3 (R,G,B) มีระดับ
เดียวกัน(Intensity Transformation) มี 2 รูปแบบ
คือ 1) การเฉลี่ยค่าของแม่สีทั้งสาม 2) การ

ติดตามความสว่างของแต่ละแม่สี ในงานวิจัยนี้ใช้
การคำนวณค่าระดับเกรย์สเกลเฉลี่ยรายวันจาก
ภาพถ่ายดาวเทียมออดินิยามค่างฟ้า MTSAT2 ใน
บริเวณพื้นที่ภาคเหนือตอนบนด้วยภาพอินฟราเรด
IR1 (10.3-11.3 um) ซึ่งเป็นภาพที่ผ่านการทำ
โปรเจ็คชันและการอ้างอิงพิกัด (Georeference)

4.5.1 การเข้าถึงตำแหน่งของภาพ
หากขยายภาพหนึ่ง ๆ จะพบว่า ภายในภาพ
เหล่านั้นประกอบด้วยจุดสีขนาดเล็กมากมาย
ที่วางเรียงต่อกันไป จุดสีที่เล็กที่สุดเรียกว่า
พิกเซล (Picture Elements ; pixel) ในการ
เขียนโปรแกรมอ่านค่าสีจากจุดพิกเซล จะใช้
คำสั่ง GetPixel() โดยกำหนดตำแหน่ง x และ y ที่
ต้องการอ่านค่าสีนั้น ผลลัพธ์ คือ ค่าสีของพิกัดที่
ต้องการ ในทางกลับกัน คำสั่ง putpixel(x,y, สี)
คือการใส่ค่าสีลงในตำแหน่ง x,y ของภาพ

4.5.2 ระดับเกรย์สเกล (Gray Scale)
การแสดงผลภาพ เกรย์ สเกลคือค่าสีที่จุดพิกเซล
หนึ่ง ๆ แสดงความเข้มของสี โดยมีค่าในช่วงสีเทา
ที่ขึ้นกับจำนวนบิตที่ใช้แทนจุดพิกเซล สำหรับ
ภาพเกรย์สเกลระดับสีเทา 8 บิตจะมีระดับ 256
ความแตกต่าง มีค่าในช่วง 0-255 และมีการไล่
ระดับระหว่างสีขาวไปจนถึงสีดำอย่างต่อเนื่อง
แต่ละพิกเซลจะแสดงความเข้มแสงที่ตำแหน่ง
นั้น ๆ ในรูประดับสีเทา สมการในการแปลงภาพ
สี (RGB) เป็นระดับเกรย์สเกล (Gray Scale)
ใช้สมการต่อไปนี้

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

เมื่อ Y แทนระดับเกรย์สเกลของจุดพิกเซล

R แทน ค่าสีแดงของจุดพิกเซล

G แทน ค่าสีเขียวของจุดพิกเซล

B แทน ค่าสีน้ำเงินของจุดพิกเซล

4.5.3 ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแสดงความถี่ของระดับเกรย์สเกล (Gray Scale) โดยแกน X แสดงระดับค่าความเทา หากใช้ข้อมูล 8 บิตต่อหนึ่งจัดภาพพิกเซลจะมีความเทาทั้งหมด 256 ระดับ คือ ระดับ 0 คือ (ดำ) ไปจนถึง 255 (ขาว)

4.6 การเลือกพีเจอร์

การเลือกพีเจอร์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยใช้ สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) ซึ่งเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวสามารถดูด้วย Scatter Plot เพียงอย่างเดียวสามารถอธิบายความแตกต่างได้ไม่ละเอียดพอ ดังนั้น Coefficient of Correlation หรือ Pearson's product moment นำเสนอโดย Karl Pearson คือค่าที่ใช้บอกระดับความสัมพันธ์ และบอกด้วยว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นชนิดใด โดยมีความระหว่าง -1.0 ถึง 1.0 หากมีความสัมพันธ์มากที่สุดจะเข้าใกล้ -1 หรือ +1 ในขณะที่หากค่าความสัมพันธ์มีค่า 0 หมายถึงตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนเครื่องหมายบวก (+) และลบ (-) เป็นการบอกความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ตัวแปรหนึ่งเพิ่มแต่ตัวหนึ่งลด หรือว่าตัวแปรหนึ่งเพิ่มตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะเพิ่มตามกันไป ใช้สมการสหสัมพันธ์ดังนี้

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

เมื่อ x_i, y_i คือลำดับข้อมูลที่มีลำดับเดียวกันแต่คนละตัวแปร
 \bar{x}, \bar{y} คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแต่ละชุด

4.7 ทฤษฎีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)

ปัจจุบันงานวิจัยจำนวนมากใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งเป็นเทคนิคของการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) ที่ได้รับความนิยม โดยใช้หลักการสร้างไฮเปอร์เพลน (Hyper Plane) บนระนาบข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน โดยระยะห่างระหว่างจุดข้อมูลที่อยู่ใกล้กับไฮเปอร์เพลนมากที่สุดทั้งสองด้าน ซึ่งระยะไฮเปอร์เพลนที่เหมาะสมที่สุดคือมีค่าขอบกว้างที่สุดและข้อมูลที่อยู่นอกขอบจะเรียกว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์ (Support Vector) ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือตอนบน โดยใช้ข้อมูล GPCM และ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT2

4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือด้วยการบูรณาการสารสนเทศระยะไกลจากแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ (Remote Sensing Information) และแสดงวิธีการสกัดข้อมูลและการพัฒนาแบบจำลองต่อไป งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง ของศูนย์ฝนหลวงหัวหิน กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี พ.ศ. 2555, 2556 และ 2557 ตามลำดับ ดังนี้

4.8.1 ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [3] ทำการศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษาภาคเหนือตอนบน โดยใช้ข้อมูลตรวจสภาพอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหึ่งอากาศ และข้อมูลเรดาร์เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การทำฝน โดยพัฒนามาจากแบบจำลอง GPCM ที่ใช้ในปัจจุบัน โดยใช้ข้อมูลการสอบจำนวน 47 วันและข้อมูลทดสอบ 50 วัน พบว่าให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์ในช่วงนอกฤดูฝนของงานวิจัยมีค่าที่ 54.09% ในช่วงฤดูฝนแบบจำลองมีประสิทธิภาพ 45.5% และแบบจำลอง GPCM มีประสิทธิภาพ 66.7%

4.8.2 ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [4] ทำการศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษาภาคกลาง โดยใช้ข้อมูลตรวจสภาพอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหึ่งอากาศ และข้อมูลเรดาร์เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การทำฝน โดยพัฒนามาจากแบบจำลอง GPCM ที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่าช่วงนอกฤดูฝนมีประสิทธิภาพพยากรณ์เท่ากับแบบจำลอง GPCM โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับคือ 71% ส่วนในช่วงฤดูฝนแบบพยากรณ์มีประสิทธิภาพ 49% และ GPCM มีประสิทธิภาพ 28% ตามลำดับ

4.8.3 ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [5] ทำการศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศ

ชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษาภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลตรวจสภาพอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหึ่งอากาศ และข้อมูลเรดาร์เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การทำฝน โดยพัฒนามาจากแบบจำลอง GPCM ที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่าช่วงนอกฤดูฝนมีประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ 50.00% และ GPCM มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ 45.5% ขณะที่ในฤดูฝนงานวิจัยมีประสิทธิภาพการพยากรณ์ 38.24% และ GPCM มีประสิทธิภาพ 32.35% ตามลำดับ

5. การดำเนินการวิจัย

5.1 การสกัดข้อมูลสำหรับแบบจำลองการพยากรณ์อากาศ

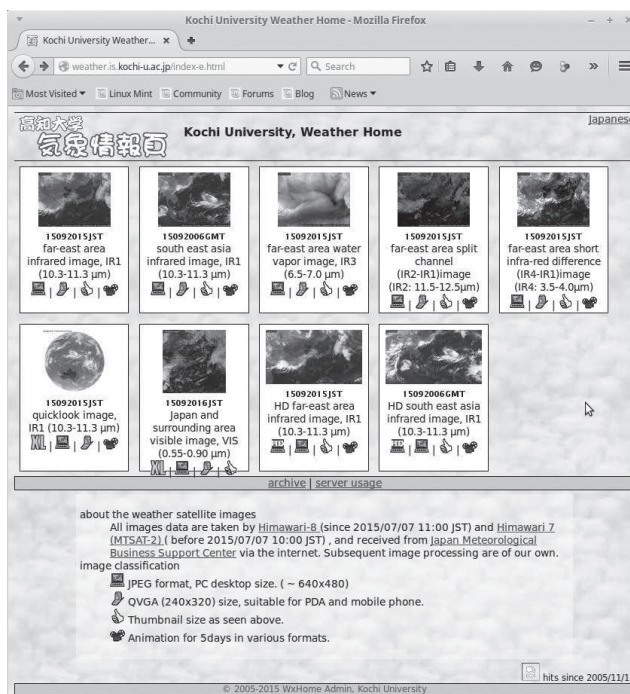
งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรสารสนเทศระยะไกล (Remote Sensing Resources) จาก 4 แหล่งทรัพยากร ได้แก่ 1) แหล่งทรัพยากรสารสนเทศด้านวิทยุหึ่งอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา 2) แหล่งทรัพยากรสารสนเทศโทรมาตรวัดน้ำฝนจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) 3) แหล่งทรัพยากรสารสนเทศภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ค้างฟ้าจากมหาวิทยาลัยโคชิ ประเทศญี่ปุ่น และ 4) แหล่งสารสนเทศที่ได้จากการนำข้อมูลจากทรัพยากรสารสนเทศด้านวิทยุหึ่งอากาศมาผ่านโปรแกรม SONDE2 ของกรมฝนหลวงเพื่อสังเคราะห์ตัวแปร GPCM ซึ่งข้อมูลที่ได้จากทรัพยากรสารสนเทศเหล่านี้จะนำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์อากาศและโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือ (กรณีศึกษาภาคเหนือตอนบน 8

จังหวัด) นอกจากนั้นได้นำเทคนิคทางด้านการเรียนรู้ของเครื่องจักรมาใช้สร้างเป็นโมเดลการพยากรณ์ ในหัวข้อนี้กล่าวถึงเทคนิคและวิธีในการสกัดข้อมูล มีสาระที่สำคัญดังต่อไปนี้

5.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ค้างฟ้าจากมหาวิทยาลัยโคชิ (ประเทศญี่ปุ่น)

การรวบรวมข้อมูลและสกัดพีเจอร์จากภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งรวบรวมจากมหาวิทยาลัยโคชิ รายละเอียดดังนี้

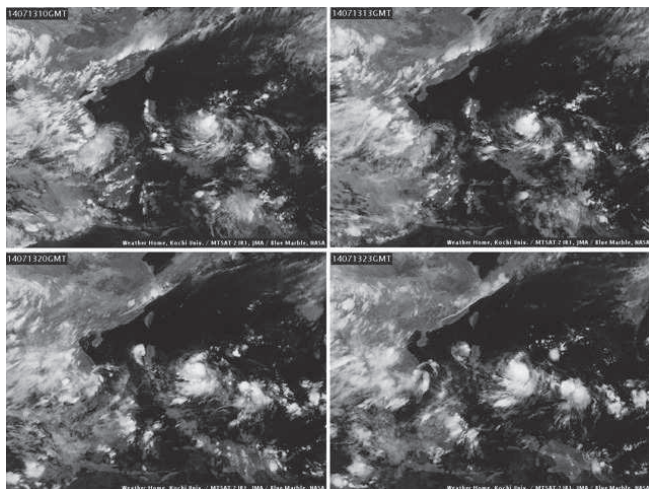
5.2.1 การเข้าถึงแหล่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาค้างฟ้าจากมหาวิทยาลัยโคชิ เผยแพร่ที่ลิงค์ <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/index-e.html> สามารถเลือกใช้งานได้หลายแบบ ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และขนาดที่เหมาะสมสำหรับโมบายคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้ใช้ภาพอินฟราเรด IR1 (10.3-11.3 um) โดยใช้โปรแกรม GNU wget ในระบบปฏิบัติการลินุกซ์เพื่อเข้าถึงไฟล์จากแหล่งทรัพยากรบนเว็บไซต์ <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/archive-e.html>



ภาพที่ 1 แสดงแหล่งสารสนเทศภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาค้างฟ้า MTSAT2

5.2.2 รูปแบบคำสั่ง GNU wget โปรแกรม wget มาพร้อมกับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติม แต่ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ต้องติดตั้งก่อนการใช้งาน เพื่อเข้าถึงภาพถ่ายดาวเทียม โดยติดตั้งได้จากเว็บ <http://www.gnu.org/software/wget/> ในการใช้งานโปรแกรม wget ควรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้งาน CLI (Command Line Interface) โดยต้องกำหนดค่า `~/.wgetrc` ให้มีค่า `robots` เป็น `off` เนื่องจากแม่ข่ายของมหาวิทยาลัยโคชิ กำหนดสิทธิ์ไม่สามารถเข้าถึงไดเรกทอรี `/sat` ผ่านไฟล์ `/robots.txt` ตัวอย่างต่อไปนี้ใช้อ่านไฟล์ภาพถ่ายดาวเทียม

```
$wget -m -np -nH --cut-dir=1 --wait=3  
http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.  
fareast/2014/01
```



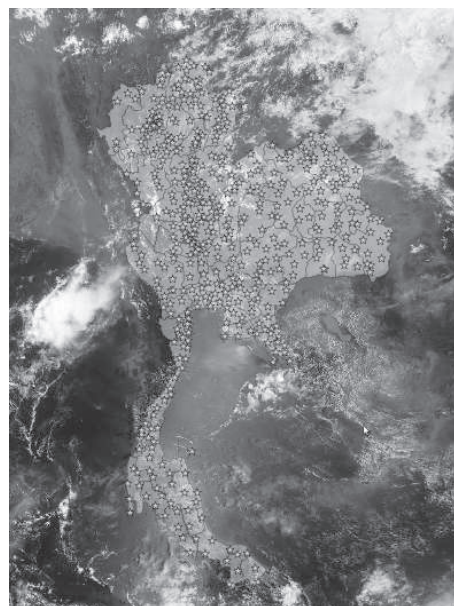
ภาพที่ 2 แสดงข้อมูลภาพถ่ายดาวอุตุนิยมคังฟ้า MTSAT2 จากมหาวิทยาลัยโคชิ ประเทศญี่ปุ่น

ผลจากการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาคังฟ้า MTSAT2 จากมหาวิทยาลัยโคชิ ประเทศญี่ปุ่นจากเว็บ <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/archive-e.html> ในย่าน IR1 (10.3-11.3 um) ระหว่าง พ.ศ. 2555-2557 รวมระยะเวลา 3 ปี ได้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้งหมด 32,339 ภาพ

5.3 การรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีโทรมาตรสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำฯ

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2541 เพื่อทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำในประเทศไทยและเผยแพร่ข้อมูลให้กับหน่วยงานต่าง ๆ เว็บไซต์ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ

และการเกษตร อยู่ที่ <http://www.haii.or.th/> นอกจากนั้น สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร ได้มีโครงการติดตั้งระบบโทรมาตรขนาดเล็ก สำหรับตรวจวัดปริมาณน้ำฝน, ความชื้นและอุณหภูมิผิวพื้น โดยติดตั้งในพื้นที่ประเทศไทย จำนวน 470 สถานี โดยระบบโทรมาตรขนาดเล็กจะทำการส่งข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมงผ่านข้อความสั้น ๆ (SMS : Short Message) และ GPRS (General Package Radio Service) ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เพื่อส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนและตัวแปรที่เกี่ยวข้องเข้ามายังระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เป็นศูนย์กลางการรับข้อมูลจากระบบโทรมาตรเพื่อทำการเก็บรวบรวมเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลและรายงานผลผ่านเว็บไซต์แบบเรียลไทม์



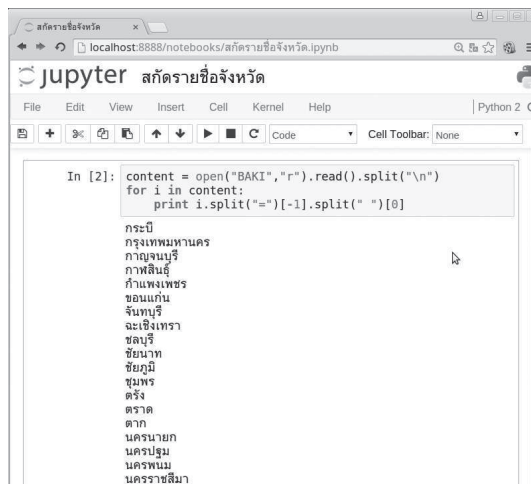
ภาพที่ 3 แสดงสถานีโทรมาตรสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร

แม้ว่าในประเทศไทย จะมีหลากหลายหน่วยงานที่ทำการติดตั้งโทรมาตรวัดน้ำฝน เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา, กรมชลประทาน และหน่วยงานอื่น ๆ อีกจำนวนมาก แต่ข้อมูลเหล่านั้นไม่ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกัน ในงานวิจัยนี้เลือกใช้สถานีโทรมาตรของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร 94 สถานีครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จากทั้งสิ้น 470 สถานีทั่วประเทศ โดยเลือกสถานที่ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ซึ่งอยู่ในขอบเขตพื้นที่ศึกษา 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และพะเยา และใช้ข้อมูลจากรายงานปริมาณน้ำรายชั่วโมงจากเว็บไซต์เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร

5.4 การสกัดรายชื่อจังหวัดที่มีสถานีโทรมาตรในเขตพื้นที่รับผิดชอบ

เว็บไซต์รายงานข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (สสนก) ให้บริการที่ <http://wea.haii.or.th/graph/zcgraph.php> ในการสกัดรายชื่อจังหวัดที่มีรายงานปริมาณน้ำฝนออกมาด้วยหลักการเท็กซ์โปรเซสซิ่ง โดยใช้ฟังก์ชัน split ซึ่งเขียนด้วยภาษาไพธอนและทำงานบน Ipython Notebook [14] เพื่อสกัดรายชื่อจังหวัดที่มีการรายงานผลปริมาณน้ำฝน

ภาพที่ 4 แสดงซอร์สโค้ดผลการแสดงปริมาณน้ำฝนของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ



ภาพที่ 5 แสดงรายชื่อจังหวัดที่มีการรายงานปริมาณน้ำฝนของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ

5.5 การสกัดรายชื่อสถานีโทรมาตรของแต่ละจังหวัด

เมื่อได้รายชื่อจังหวัดทั้งหมดจากนั้นส่งรีเควส (Request) ด้วยตัวแปร province ใส่เข้าไปให้กับสคริปต์ zcgraph.php หลังจากการส่งรายชื่อจังหวัดเข้าไปในแต่ละรอบ เพื่อสกัดเอารายชื่อของสถานีในแต่ละจังหวัด ด้วยเทคนิคการจับรูปแบบคำ (Regular Expression) ร่วมกับคำสั่ง map และ lambda

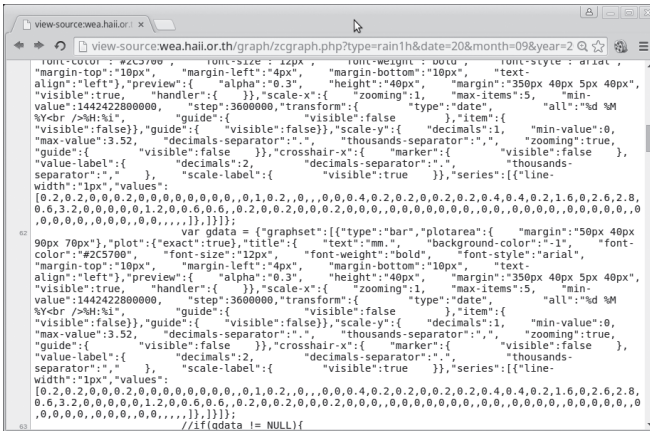
```
from re import findall
content = open("data/stations/raw/เชียงใหม่").read()
match = findall("value=\w{4} ",content)
print map(lambda x:x[6:-1],match)

['BKLK', 'BMKN', 'CGDO', 'CHKG', 'CPKC', 'DITO', 'DSKT', 'FANG', 'HOT', 'KUAM', 'MEWG', 'MKWF', 'MNDM', 'NTNG', 'OMKI', 'PRAO', 'SBR5', 'SKPG', 'SNSI', 'TAPE', 'TTON', 'WGHG']
```

ภาพที่ 6 แสดงรายชื่อสถานีโทรมาตรที่ได้จากการป้อนจังหวัดเข้าไปในรีเควส (Request)

5.6 สกัต์ตัวแปรปริมาณฝนในตัวแปร JSON

การป้อนรหัสสถานีโทรมาตรส่งไปให้ตัวแปร code ของ zcgraph.php ระบบสารสนเทศของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตรจะรายงานปริมาณน้ำฝนจะคืนผลลัพธ์เป็นกราฟแสดงปริมาณฝนแต่ละช่วงเวลาโดยที่ตัวแปรปริมาณฝนจะอยู่ในรูป JSON (JavaScript Object Notation) จากนั้นใช้เท็กซ์โปรเซสซึ่งโดยใช้โค้ดภาษาไพธอนสกัต์เอาตัวแปร JSON [18] ซึ่งเป็นตัวแปรปริมาณฝนออกมาในขั้นตอนนี้จะวนทำซ้ำให้ครบทุกสถานีโทรมาตรโดยดำเนินการเป็น batch processing และเขียนสคริปต์ด้วยภาษาไพธอน



ภาพที่ 7 แสดงผลลัพธ์ตัวแปรปริมาณน้ำฝนจากโทรมาตรในรูปแบบ JSON

5.7 การสังเคราะห์ ปีเดือนวัน

ในขั้นตอนการรายงานผลปริมาณน้ำฝนของแต่ละสถานีเลือกช่วงเวลาจากวันที่ 1 มกราคม 2555 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2557 รวมเวลา 3 ปี ดังนั้น ต้องทำการสร้างรายชื่อวันเดือนปี ให้ครอบคลุมช่วงเวลาของรายงานปริมาณ

น้ำฝน โดยทำการสังเคราะห์รูปแบบของวัน ตามมาตรฐาน W3CDF คือ ปีเดือนวัน และต้องพิจารณาปีอธิกสุรทิน (Leap Year) คือ ปีที่เดือนกุมภาพันธ์ มี 29 วัน หลักการคือ ปีที่หารแล้วเศษเป็นศูนย์ ในการโปรแกรมภาษาไพธอนใช้เครื่องหมาย % เป็นการหารเอาเศษหรือเรียกว่ามอดูโล (Modulo) ทำการเขียนโค้ดภาษาไพธอนเพื่อสังเคราะห์วันเดือนปีชื่อฟังก์ชัน gen_dt() โดยป้อนอาร์กิวเมนต์เป็นปี เข้าไปในฟังก์ชันดังกล่าว และจะได้รายชื่อปีเดือนวันของปีนั้น ๆ ออกมา ในตัวอย่างนี้กำหนดช่วงปีระหว่าง 2012 ถึง 2014 รวมเวลา 3 ปี แสดงได้ดังนี้

```
>>> def gen_dt(y):
    result = []
    if y%4 == 0:
        leap = 29
    else:
        leap = 28
    M = [31, leap, 31, 30, 31, 30]
    M += [31, 31, 30, 31, 30, 31]
    for i in range(len(M)):
        for j in range(1,M[i]+1):
            result.append('%s%s%s%' % \
                (y,str(i+1).zfill(2),str(j).zfill(2)))
    return result
```

สำหรับการตั้งชื่อไฟล์ภาพถ่ายดาวเทียมนั้น ในส่วนของข้อมูลวันเดือนปีจะใช้แบบสกีมาของ W3CDF กล่าวคือ อยู่ในรูปแบบปีเดือนวัน โดยการเติมตัวเลข 0 เข้าไปด้านหน้าตัวเลขเดือนและวันเพื่อให้ครบสองหลัก เช่น เดือน 1 เติมเลข 0 ด้านหน้า เขียนได้ว่า 01 ดังนั้น เขียนวันที่ 1 เดือน มกราคม ปี ค.ศ. 2012 ตาม W3CDF Schema ได้ว่า 20120101

5.8 การสกัดพิกัดของโทรมาตรแต่ละสถานี
 ในขั้นตอนการสกัดพิกัดของสถานีโทรมาตร เพื่อนำไปใช้พล็อตสถานีโทรมาตรลงบนแผนที่ หรืองานด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศนั้น โดยนำรหัสของสถานีโทรมาตรเพื่อส่งไปยัง เว็บไซต์ รายงานสถานะน้ำฝนแบบเรียลไทม์ ซึ่งอยู่ที่ http://www.thaiwater.net/mediabox/demo/show_tele.php โดยทำการป้อนรหัสสถานีโทรมาตรให้กับตัวแปร code และส่งให้กับสคริปต์ show_tele.php และจะได้ผลลัพธ์เป็น ที่อยู่ของสถานีโทรมาตร อุณหภูมิผิวพื้น ความชื้น ความกดอากาศ และพิกัด โดยทำการสกัดเอาเฉพาะข้อมูลที่ตั้งสถานีออกมาด้วย เท็กซ์โปรเซสซิ่งและการจับรูปแบบคำ (Regular Expression)

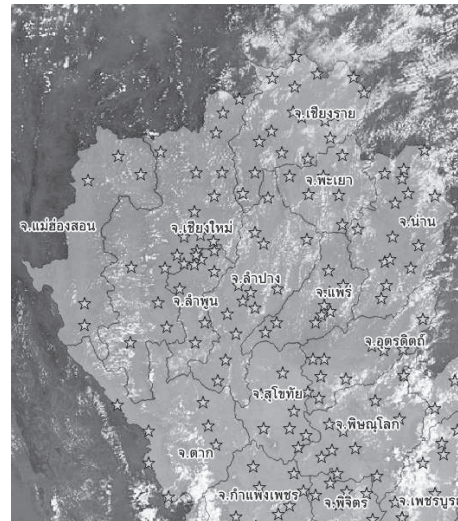
```
from urllib import urlopen
from re import findall
content = urlopen("http://www.thaiwater.net/mediabox/\
demo/show_tele.php?code=bklk").read()
match = findall("&#966;.*\&#966;",content)
lat = match[0][6:-5]
match = findall("&#955;.*</",content)
lon = match[0][6:-7]
print "latitude : %s, longitude : %s"%(lat,lon)
latitude : 98.94, longitude : 19.01
```

ภาพที่ 8 แสดงการสกัดพิกัดของโทรมาตรแต่ละสถานี ด้วยภาษาไพธอน

5.9 การพล็อตสถานีโทรมาตรลงบนโปรแกรมควอนตัม (QGIS)

โปรแกรมควอนตัม[15] เป็นซอฟต์แวร์ ภูมิศาสตร์สารสนเทศที่อยู่ในกลุ่มโอเพ่นซอร์ส ใช้งานได้โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ โดยนำข้อมูลพิกัดโทรมาตรมาทำการพล็อตลงใน QGIS ด้วยภาษาไพธอนเพื่อแสดงสถานีโทรมาตรของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตรมีการกระจายตัวเป็นอย่างไรบ้าง และพบว่ามีการ

กระจายตัวของสถานีโทรมาตรมีความถี่สูงและครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย



ภาพที่ 9 แสดงพิกัดของสถานีโทรมาตรของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร

5.10 การรวบรวมข้อมูลชาวตั้งจากกรมอุตุนิยมวิทยา

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีฝนหลวงกรมฝนหลวงและการบินเกษตร โดยอนุญาตให้เข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศที่ใช้ในการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวันของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลชาวตั้งของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้มีการทำสำเนาเก็บไว้ในแหล่งทรัพยากรสารสนเทศกรมฝนหลวง โดยข้อมูลที่ได้อมาเป็นข้อมูลดิบของการปล่อยบอลลูนเพื่อหยั่งอากาศหรือเรียกว่า วิทยุหยั่งอากาศ โดยวิทยุหยั่งอากาศนั้นจะประกอบด้วยลูกโป่งที่เติมก๊าซไฮโดรเจน เพื่อให้สามารถลอยขึ้นไปในชั้นบรรยากาศได้เนื่องจากคุณสมบัติของก๊าซไฮโดรเจนจะเบากว่าอากาศ จากนั้นทำการ

ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น เข้าไปที่บอลูน การปล่อยบอลูนตรวจอากาศนั้น อุตุนิยมวิทยา สากลกำหนดการตรวจสอบชั้นบรรยากาศ เวลา 00.00 น. ซึ่งตรงกับเวลา 7.00 น. ของ ประเทศไทย จากนั้นข้อมูลชาวดิ่งเหล่านี้จะถูก ส่งไปยังไวโอมิง (WMO : World Meteorological Organization) และเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ให้ ใช้งานต่อไป

5.11 การรวบรวมข้อมูล GPCM

ข้อมูล GPCM เป็นข้อมูลชาวดิ่งที่ผ่าน การประมวลผลโปรแกรม SONDE2 ของกรม ฝนหลวง ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2534 โดยที่ โปรแกรม SONDE2 นั้นมีความเป็นมาจากในปี พ.ศ. 2534 กรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้ ใช้แบบจำลอง GPCM (Great Plains Cumulus Model) ของ United States Bureau of Re- chamation (USBR) Upper Air Analysis Pro- gram หรือโปรแกรม SONDE2 มาใช้ในโครงการ วิจัยทรัพยากรบรรยากาศประยุกต์ (AARRP) ที่ จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากเสร็จสิ้นโครงการฯ ได้ มีการนำมาใช้เพื่อช่วยการตัดสินใจปฏิบัติการ ฝนหลวงในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ โปรแกรม SONDE2 ทำงานบนระบบปฏิบัติการดอส (DOS : Disk Operating System) สามารถดาวน์โหลด โปรแกรม SONDE2 ได้ที่ลิงค์ <https://docs.google.com/uc?authuser=0&id=0B1aE6tVB2avaM1d2dTdFaFZSc2M&export=download> ในการจะใช้งานโปรแกรม SONDE2 ต้อง มีข้อมูลชาวดิ่ง สามารถดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์ ของไวโอมิง (WMO) ของอุตุนิยมวิทยา สากลที่ อุตุนิยมวิทยา

5.12 การพัฒนาแบบจำลองด้วยวิธี ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ในปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากใช้วิธี ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งเป็นเทคนิคของการ เรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) ที่ได้ รับความนิยม โดยใช้หลักการสร้างไฮเปอร์เพลน (Hyper Plane) บนระนาบข้อมูลที่มีความ แตกต่างกัน โดยระยะห่างระหว่างจุดข้อมูลที่อยู่ใกล้กับไฮเปอร์เพลนมากที่สุดทั้งสองด้าน ซึ่ง ระยะไฮเปอร์เพลนที่เหมาะสมที่สุดคือมีค่าขอบ กว้างที่สุดและข้อมูลที่อยู่บนขอบจะเรียกว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์ (Support Vector) ในงาน วิจัยนี้ใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเพื่อสร้าง แบบจำลองการพยากรณ์อากาศและโอกาส ความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคเหนือ ตอนบน โดยใช้ข้อมูล GPCM และ ข้อมูลภาพถ่าย ดาวเทียม MTSAT2

6. สรุปผลการวิจัย

ในการนำเสนอครั้งนี้นำเสนอการสกัด ข้อมูลจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและ การเกษตร ใช้ใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล โมเดล โดยงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ทำการเลือกตัวแปร ที่ใช้สำหรับการสร้างแบบพยากรณ์ฯ เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูล GPCM และข้อมูล MTSAT2 โดย จะทำการเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในการนำมา ใช้พัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ ด้วยการวิเคราะห์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ของตัวแปรจากทั้งสองกลุ่มร่วมกับข้อมูลปริมาณ น้ำฝนในแต่ละวัน ได้แก่กลุ่มตัวแปร GPCM และ กลุ่มตัวแปรข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียม โดย ข้อมูลที่ใช้งานจะประกอบด้วยวันที่มีการปล่อย บอลูนตรวจอากาศ หรือการตรวจวิทยุหยั่ง อากาศ และวันที่มีการตรวจด้วยข้อมูลภาพถ่าย ดาวเทียม จะพบว่าในรอบ 3 ปี จากวันที่ 1

มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง 31 ธันวาคม 2557 รวมทั้งสิ้น 1,096 วัน โดยมีปี พ.ศ. 2555 เป็นปีอธิกสุรทิน พบว่า ข้อมูลตรวจวิทยุหึ่งอากาศซึ่งเป็นตัวแปรในกลุ่ม GPCM รวมทั้งสิ้น 635 วัน และมีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรวม 1,096 วัน ซึ่งความละเอียดในเชิงเวลาของภาพถ่ายดาวเทียมมีความละเอียดที่สูง แต่ทั้งนี้เพื่อให้งานวิจัยสามารถเทียบกับโมเดลแบบเดิมคือ GPCM ใช้ข้อมูลที่มีทั้งข้อมูลชาวดิ่งและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งมีทั้งหมด 626 ตัวอย่าง แสดงการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละกลุ่มได้ดังนี้

6.1 สรุปการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร GPCM และปริมาณฝน

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร GPCM และปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง พบว่าตัวแปร GPCM ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดคือ ตัวแปร MEAN_RH_20000_25000_FT คือ 0.42 และต่ำสุดคือ LIFTED_INDEX_100_MBAR_LAYER_ADI-ABATIC มีค่า-0.28 ในขณะที่ตัวแปร k-index เป็นดัชนีที่บอกถึงศักยภาพในการก่อตัวของเมฆแนวตั้งที่มีความสำคัญในการเกิดฝน มีค่า 0.31 ด้วยเหตุที่ไม่มีตัวแปรใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ดังนั้นจึงเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ที่มากกว่า 0.3 ขึ้นไป เพื่อให้ยังคงใช้ตัวแปร K-index เป็นตัวแปรพยากรณ์สำหรับแบบพยากรณ์ โดยตัวแปรที่ผ่านการคัดเลือกจะประกอบด้วย 16 ตัวแปร แยกเป็น กลุ่มได้ ดังนี้ 1) ตัวแปรความชื้นเฉลี่ยในระดับผิวพื้นถึงความสูง 25,000 ฟุต ได้แก่ ความชื้นเฉลี่ย 1,000 - 5,000 ฟุต (MEAN RH 1000 - 5000 FT) ความชื้นเฉลี่ย 5,000 -

10,000 ฟุต (MEAN RH 5000 - 10000 FT), ความชื้นเฉลี่ย 10,000 - 15,000 ฟุต (MEAN RH 10000 - 15000 FT) และ ความชื้นเฉลี่ย 20,000 - 25,000 ฟุต (MEAN RH 20000 - 25000 FT) 2) ความชื้นที่ฐานเมฆ (RH AT THE CCL) ความชื้นเฉลี่ยที่ระดับ 0 - 10,000 ฟุต (AVG RH 0 - 10000 FT) และความชื้นเฉลี่ยที่ระดับ 10,000 - 18,000 ฟุต (AGV RH 10 - 18000 FT) 3) ตัวแปรปริมาณน้ำในอากาศจากระดับผิวพื้น ตั้งแต่ระดับ 100 มิลลิบาร์ ถึง 700 มิลลิบาร์ ได้แก่ ปริมาณน้ำในอากาศจากระดับผิวพื้นถึง 100 มิลลิบาร์ (PRECIPITABLE WATER TOTAL) ปริมาณน้ำในอากาศจากระดับผิวพื้นถึงระดับ 500 มิลลิบาร์ (PRECIPITABLE WATER SFC500) ปริมาณน้ำในอากาศจากระดับผิวพื้นถึง 700 มิลลิบาร์ (PRECIPITABLE WATER SFC700) 4) ตัวแปรค่าเฉลี่ยส่วนผสมของมวลน้ำต่อมวลอากาศแห้งที่ระดับผิวพื้นสูงถึงระดับ 100 มิลลิบาร์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยส่วนผสมของมวลน้ำต่อมวลอากาศแห้งที่ระดับ 50 มิลลิบาร์ (MEAN MIXING RATIO LOWEST 50 MB) ค่าเฉลี่ยส่วนผสมของมวลน้ำต่อมวลอากาศแห้งที่ระดับ 100 มิลลิบาร์ (MEAN MIXING RATIO LOWEST 100 MB) และ อุณหภูมิฐานเมฆคำนวณจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิความกดของมวลอากาศ 50 มิลลิบาร์ (CLOUD BASE TEMPERATURE CCL) 5) อัตราส่วนผสมมวลน้ำต่ออากาศแห้งคำนวณจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิความกดของมวลอากาศ 50 มิลลิบาร์ (SUB CLOUD MIXING RATIO CCL) 6) ตัวแปรอุณหภูมิที่ระดับ 850 มิลลิบาร์ร่วมกับอุณหภูมิน้ำค้างที่ 850 มิลลิบาร์ ลบสองเท่าอุณหภูมิที่ 400 มิลลิบาร์ (K-Index)

ตารางที่ 1 การทดสอบสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร GPCM และปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง

ตัวแปร	สหสัมพันธ์	ตัวแปร	สหสัมพันธ์
MEAN_RH_20000_25000_FT	0.42	MEAN_WIND_10000_15000_FT_DEG	0.18
AVG_RH_10_18000_FT	0.40	MEAN_WIND_1000_5000_FT_DEG	0.16
MEAN_RH_10000_15000_FT	0.37	CONVECTIVE_TEMPERATURE	0.14
PRECIPITABLE_WATER_TOTAL	0.35	SURFACE_CONVECTIVE_TEMPERATURE	0.14
RH_AT_THE_CCL	0.34	MEAN_WIND_5000_10000_FT_KTS	0.13
PRECIPITABLE_WATER_SFC500	0.34	AVG_5_10K_FT_WD_SP	0.11
CLOUD_BASE_TEMPERATURE_CCL	0.34	MEAN_WIND_20000_25000_FT_KTS	0.08
AVG_RH_0_10000_FT	0.32	MEAN_WIND_10000_15000_FT_KTS	0.08
MEAN_RH_5000_10000_FT	0.32	CLOUD_BASE_HEIGHT_LCL	0.04
PRECIPITABLE_WATER_SFC700	0.31	MEAN_WIND_20000_25000_FT_DEG	0.04
K_INDEX	0.31	MEAN_WIND_1000_5000_FT_KTS	0.02
SWEAT_INDEX	0.31	CLOUD_BASE_HEIGHT_CCL	-0.04
MEAN_RH_1000_5000_FT	0.31	CCL_HEIGHT	-0.04
MEAN_MIXING_RATIO_LOWEST_50_MB	0.30	TIME_CONV_TEMP_REACHED	-0.08
MEAN_MIXING_RATIO_LOWEST_100_MB	0.30	SFC_TEMP_RISE_REQUIRED_FOR_CCL	-0.09
SUB_CLOUD_MIXING_RATIO_CCL	0.30	SHOWALTER_INDEX	-0.16
PRECIPITABLE_WATER_SFC850	0.30	LIFTED_INDEX_50_MBAR_LAYER_MEAN_VALUES	-0.26
MEAN_DEW_POINT_TEMP_LOWEST_50_MB	0.30	LIFTED_INDEX_100_MBAR_LAYER_ADIABATIC	-0.28
CLOUD_BASE_TEMPERATURE_LCL	0.29		
CLOUD_BASE_PRESSURE_CCL	0.28		
LEVEL_OF_FREE_CONVECTION_LFC_wrtTma	0.24		
ISOTHERM_HEIGHTS_minus15c	0.24		
ISOTHERM_HEIGHTS_minus10c	0.24		
ISOTHERM_HEIGHTS_minus5c	0.24		
RAOB_SURFACE_TEMPERATURE	0.23		
TOTAL_TOTALS_INDEX	0.23		
ISOTHERM_HEIGHTS_0c	0.23		
MEAN_PRESSURE_LOWEST_50_MB	0.22		
TOP_OF_LATENT_INSTABILITY_LAYER_wrtTma	0.21		
MEAN_WIND_5000_10000_FT_DEG	0.20		
POTENTIAL_BUOYANCY_INDEX	0.19		
LEVEL_OF_NEUTRAL_BUOYANCY_LNB	0.19		

6.2 สรุปการหาค่าสหสัมพันธ์ตัวแปร

ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT2 และปริมาณฝน

ในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ระดับเกรย์สเกลของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT2 โดยกรองจากขอบเขตพื้นที่ที่ครอบคลุมภาคเหนือตอนบนทั้ง 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา เชียงราย และ แม่ฮ่องสอน โดยจะใช้ระดับเกรย์สเกลราย 24 ชั่วโมงและหาค่าเฉลี่ยของแต่ละวัน ซึ่งสามารถคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับเกรย์สเกลที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาและปริมาณฝนราย 24 ชั่วโมง โดยทำการเลือกตัวแปรระดับเกรย์สเกลใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่มี

ค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป เนื่องจากตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณฝนสูงสุดคือ 0.59 และต่ำสุดคือ -0.49 ดังนั้น เลือกตัวแปรพยากรณ์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มากกว่า 0.5 ทำให้ได้กลุ่มตัวแปรในระดับเกรย์สเกลทั้งหมด 109 ตัวแปร จากทั้งหมด 256 ตัวแปร ได้แก่ 1. ระดับเกรย์สเกลในช่วง GL72 ถึง GL 94 2. ระดับเกรย์สเกลในช่วง GL136 ถึง GL 221

ตารางที่ 2 การทดสอบสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกรย์สเกลของ MTSAT2 และปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง ที่ค่าสหสัมพันธ์ ≥ 0.5

ตัวแปร	สหสัมพันธ์
GL189, GL191, GL200, GL203, GL205	0.59
GL179-GL184, GL186-GL190, GL192-GL199	0.58
GL102-GL202, GL204, GL206-GL208	0.58
GL171, GL173-GL175, GL177-178	0.57
GL185, GL209-GL211	0.57
GL155, GL157, GL160, GL162, GL163	0.57

** สัญลักษณ์ (-) หมายถึงระดับเกรย์สเกลเลขซ้ายมือถึงระดับเกรย์สเกลเลขขวามือ

ตัวแปรระดับเกรย์สเกลที่มีค่าต่ำกว่า 0.5 แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การทดสอบสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกรย์สเกลของ MTSAT2 และปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง ที่ค่าสหสัมพันธ์ < 0.5

ตัวแปร	สหสัมพันธ์
GL133, GL134, GL135, GL222, GL223	0.49
GL131, GL132	0.48
GL130	0.47
GL128, GL129, GL224	0.46
GL126, GL127, GL255	0.45
GL125	0.44
GL124, GL226	0.43
GL122, GL123, GL227	0.42
GL121	0.40
GL120, GL228	0.39
GL119, GL229	0.38
GL118	0.37
GL230	0.36
GL117, GL231	0.35
GL116	0.33
GL232	0.32
GL115, GL233	0.31
GL114, GL234	0.29
GL113	0.27
GL235	0.26
GL112, GL236	0.25
GL237	0.24
GL111, GL238, GL239	0.23
GL240-GL241	0.21
GL110	0.20
GL242	0.19
GL109, GL243	0.18
GL108, GL246, GL251-GL253	0.14
GL244, GL249	0.13
GL248	0.12
GL107, GL254	0.11

** สัญลักษณ์ (-) หมายถึงระดับเกรย์สเกลเลขซ้ายมือถึงระดับเกรย์สเกลเลขขวามือ

6.3 สรุปประสิทธิภาพของแบบพยากรณ์

การพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์อากาศ และความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษาภาคเหนือตอนบน ใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยแบ่งข้อมูลสำหรับการสอนและการทดสอบเป็น 70/30 และทำการทดสอบแบบไขว้ โดยแบ่งเป็น 10 ส่วน (10 Folds Cross Validation) พบว่า การใช้ข้อมูล GPCM เพียงอย่างเดียวให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์โอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงที่ระดับ 78.27% ในขณะที่การใช้ข้อมูล GPCM+MTSAT2 ให้ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่ระดับ 84.98%

7. ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยในอนาคตควรใช้วิธีการอนุกรมเวลา (Time Series) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากข้อมูล GPCM ไม่สามารถใช่วิธีอนุกรมเวลาเพราะขาดความต่อเนื่องของข้อมูล กล่าวคือ การปล่อยบอลลู่นตรวจอากาศไม่ได้ทำทุกวัน ขึ้นกับหน่วยงานเจ้าของข้อมูล ดังนั้น การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยข้อมูล MTSAT2 ร่วมกับข้อมูลโทรมาตร จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจมากเพราะมีความละเอียดเชิงเวลาที่สูง ข้อเสนอแนะอีกประการคือ ข้อมูลที่นำมาใช้ไม่มีมาตรฐาน ข้อมูลในการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากโทรมาตร ไม่มีมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ทำให้นักวิจัยไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้โดยตรง อีกทั้งต้องทำหนังสือราชการเพื่อขอใช้ข้อมูลและอาจใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ ทำให้ภาพรวมงานวิจัยในประเทศมีปริมาณไม่สูงมาก ดังนั้น หากข้อมูลภาครัฐมีการเผยแพร่และเผยแพร่อย่างมีมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล จะช่วยให้เกิดการวิจัยและพัฒนาของประเทศได้ทัดเทียมอารยะประเทศ

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณนายวราวุธ ชันติยานันท์ อธิบดีกรมฝนหลวงและการบินเกษตร และ ดร.รัชนีวรรณ ตาพุมาศสวัสดิ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลและเครื่องมือเพื่อนำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) หน่วยงานเจ้าของข้อมูลระบบโทรมาตร ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่เอื้อเพื่อข้อมูลวิทยุหยังอากาศและทำยสุดขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยโคชิประเทศญี่ปุ่นที่อนุญาตให้นำภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT2 มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

บรรณานุกรม

- (1) คณะปฏิบัติการฝนเทียม. 2513. สรุปผลการปฏิบัติการฝนเทียม ใน อนุสรณ์งานณาปณกิจ นายอรุณ จักกะนาท, หน้า 60-111. กรุงเทพฯ: สหมิตรการพิมพ์.
- (2) คณะปฏิบัติการฝนหลวง. 2518. การทำฝนหลวงในประเทศไทย. (เอกสารโรเนียว) กรุงเทพฯ: กรมฝนหลวง.
- (3) ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน. 2555. โครงการศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษา: ภาคเหนือตอนบน. (เอกสารวิจัย). กรุงเทพฯ : กรมฝนหลวง.
- (4) ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน. 2556. โครงการศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษา : ภาคกลาง. (เอกสารวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมฝนหลวง.
- (5) ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน. 2557. โครงการศึกษาพัฒนาระบบพยากรณ์สภาวะอากาศชั้นบนช่วยในการตัดสินใจปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษา: ภาคตะวันออก. (เอกสารวิจัย). กรุงเทพฯ : กรมฝนหลวง.
- (6) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2554. คู่มือการติดตามสภาพอากาศด้วยตนเองผ่านเว็บไซต์ www.thaiwater.net. (คู่มือ). กรุงเทพฯ: สสนก.

- (7) สนิธ เวสารัชชานันท์. 2512. การทำฝนเทียม. กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- (8) สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร. 2547. เป็นฝนสู่ประชา จากบิดาของแผ่นดิน. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- (9) Battan and Louse J., 1962. Cloud Physics and Cloud Seeding, New York: Doubleday & Compay.
- (10) Garcia,GB., 2015. Learning Image Processing with OpenCV. English: Packt Publishing.
- (11) Hetland,ML., 2010. Python Algorithms. English : Apress.
- (12) Lopez,F., 2014. Master Python Regular Expression. English: PACKT Publishing.
- (13) McKinney,W. Python for Data Analysis. English : O'Reilly Media.
- (14) Martins,L.F. 2014. IPython notebook Essentials. English: Packt Publishing.
- (15) Menke,K. 2015. Mastering QGIS. English: Packt Publishing.
- (16) Miner,D. and Shook,A. 2012. Map/Reduce Design Patterns. English: O'Reilly Media.
- (17) Perkins,J. 2010. Python Text Processing with NLTK 2.0 Cookbook. English: PACKT Publishing.
- (18) Rischpater,R. 2015. JavaScript JSON Cookbook. English: Packt Publishing.
- (19) United Nations Office for Outer Space Affairs. 2010. Current and planned global and regional navigation satellite system and satellite-based augmentation systems. New York: United Nations.