การพัฒนาโปรแกรมเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวัน ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน

Software Development of Missing Daily Rainfall Data using Inverse Distance Weighting

จันทนา ปัญญาวราภรณ์[1*] และ ศรีสุนี วุฒิวงศ์โยธิน[2]

Jantana Panyavaraporn[1*] and Srisunee Wuthiwongyothin[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[2]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University

[2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University

*Email: jantanap@eng.buu.ac.th

Received: March 19, 2022; Revised: April 28, 2022; Accepted: April 29, 2022

บทคัดย่อ

การประมาณค่าสูญหายของฝนรายวันใช้สำหรับเติมชุดข้อมูลฝนให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปวิเคราะห์หรือประเมินปริมาณน้ำในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การพัฒนาโปรแกรมเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวันโดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผันที่สามารถปรับสถานีฐานและค่ายกกำลังได้ จากผลการทดสอบข้อมูลฝนรายวันของสถานีเป้าหมายที่ต้องการเติมค่าสูญหายพบว่าระยะเวลาในการประมวลผลต่อรอบอยู่ที่ประมาณ 9-20 วินาทีขึ้นอยู่กับปริมาณฝนรายวันและเปอร์เซ็นต์การสูญหาย นอกจากนี้ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีส่วนต่อประสานผู้ใช้ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและประมวลผลที่รวดเร็วขึ้น

คำสำคัญ : การพัฒนาโปรแกรม, วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน, ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน

Abstract

Gap filling daily rainfall data is an important step to obtain a complete data set before further study that related to water resources. Therefore, this paper presented a software development to fill the missing daily rainfall data using Inverse Distance Weighting (IDW) method that can adjust the number of base stations and powers. The testing result showed that the processing time per round was 9-20 seconds based on daily rainfall data and percent of missing rainfall. Moreover, the program has a user interface (UI) that makes it easy to use and fast processing.

Keywords : Software Development, Inverse Distance Weighting, User Interface

1. บทนำ

ข้อมูลฝนและน้ำเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต หากข้อมูลฝนรายวันที่มีเป็นชุดข้อมูลที่สมบูรณ์จะทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น และเพิ่มความปลอดภัยทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน อีกทั้ง มีประโยชน์ต่อการศึกษา เช่น ป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติทางน้ำ [1-2] การออกแบบเขื่อนและสะพานตามขนาดที่เหมาะสมและปลอดภัย เป็นต้น

ปัจจุบันการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยอุปกรณ์หรือเครื่องมืออาจจะเก็บข้อมูลฝนไม่ครบถ้วน ซึ่งจะมีบางส่วนของข้อมูลที่สูญหายไป [3] ข้อมูลฝนที่สูญหายอาจจะเกิดจากเครื่องตรวจวัดปริมาณน้ำฝนชำรุด เจ้าหน้าที่ไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูล หรือมีเหตุสุดวิสัยจากภัยธรรมชาติ เช่น เกิดจากพายุฝนตกหนักทำให้เครื่องมือทำงานผิดปกติในบางช่วงเวลา [4] เป็นต้น การประมาณค่าข้อมูลฝนรายวันที่ขาดหายหรือสูญหายไปจึงเป็นส่วนสำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์และถูกต้องก่อนนำไปใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ต่อไป

การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) คือวิธีที่ใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบหรือค่าสูญหายจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยวิธีนี้จำเป็นต้องมีข้อมูลที่ทราบค่าเพื่อใช้ในการประมาณหรือเติมค่าสูญหาย งานวิจัยนี้จะใช้หลักการประมาณค่าในช่วงโดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่จากสถานีข้างเคียงหรือคัดเลือกจากลักษณะเงื่อนไขบางอย่างที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า เช่น อยู่ในพื้นที่เดียวกัน มีลักษณะพื้นที่แบบเดียวกัน เป็นต้น โดยทั่วไปมักจะเลือกใช้จากตำแหน่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน วิธีการประมาณค่าในช่วงมีหลายวิธีทั้งวิธีอย่างง่ายไปจนวิธีที่ซับซ้อน เช่น วิธีการประมาณค่าเชิงเส้น วิธีระยะทางผกผัน วิธีคริกกิ้ง (Kriging) ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าในช่วงขั้นสูง การประมาณค่าในช่วงด้วยวิธีต่าง ๆ อาจให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน อีกทั้ง ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ยืนยันได้ว่าวิธีใดดีที่สุด หลักในการเลือกวิธีการประมาณค่าในช่วงจึงต้องใช้ความเข้าใจและความเหมาะสมของการเลือกใช้วิธีนั้นในการนำไปประยุกต์ใช้

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการศึกษาและวิจัยที่เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสูญหายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา โดยมีทั้งวิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่หรือการปรับปรุงจากวิธีดั้งเดิม ยกตัวอย่างเช่นงานวิจัย [1-3, 5-8] แต่จากการสำรวจงานวิจัยพบว่าวิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน (IDW) มักพบในงานวิจัยเพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าข้อมูลที่สูญหาย [1-2, 5, 6, 9-12]

นอกจากนี้ วิธี IDW มีการใช้งานเรื่อยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น งานวิจัยที่ [9] ใช้วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผันสำหรับข้อมูลฝนในประเทศไต้หวัน และงานวิจัยที่ [13] ศึกษาวิธีการประมาณค่าและเปรียบเทียบจำนวน 4 วิธีในประเทศออสเตรเลีย และพบว่าวิธี IDW ให้ผลการคำนวณดีกว่าวิธีอื่นที่ใช้ในการศึกษา แม้ว่าวิธี IDW ในงานวิจัยอื่นจะไม่ใช่วิธีการประมาณค่าที่ดีที่สุดในหลายงานวิจัย แต่วิธี IDW ยังเป็นวิธีหลักที่นิยมใช้เติมค่าสูญหายหรือใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีอื่นอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ ยังมีการนำวิธี IDW ไปประยุกต์ใช้เพื่อเติมข้อมูลลักษณะอื่น เช่น ข้อมูลฝนจากภาพถ่ายดาวเทียม [14] และมีการนำไปใช้ในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ โปรแกรม ArcGIS และ QGIS ในการสร้างแบบจำลองพื้นผิวการประมาณค่าในช่วงอีกด้วย

วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน (IDW) เป็นวิธีการประมาณค่าในช่วงจากสถานีข้างเคียงและจัดเป็นการประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบตายตัว (Deterministic Spatial Interpolation) เหตุผลหลักที่วิธี IDW ยังเป็นที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา เนื่องจากเป็นวิธีที่คำนวณได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ทั้งนี้วิธี IDW เติมค่าสูญหายโดยใช้ข้อมูลจากสถานีหรือตำแหน่งใกล้เคียงที่มีข้อมูล โดยตัวแปรในการถ่วงน้ำหนักได้แก่ ระยะห่างของสถานีข้างเคียงที่ใช้ข้อมูลและค่ายกกำลังที่ใช้คำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก โดยทั่วไปค่ายกกำลัง (k) ในสมการที่ (2) ที่ใช้สำหรับคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักควรมีการทดสอบเพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งนิยมใช้ค่ายกกำลังเท่ากับ 2 และสถานีข้างเคียงที่ใช้สถานีที่อยู่ใกล้ก็จะส่งผลให้การเติมค่าแม่นยำกว่าสถานีที่ไกลออกไป ทั้งนี้จำนวนสถานีข้างเคียงที่เลือกใช้ก็ส่งผลต่อการประมาณค่าเช่นกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การพัฒนาโปรแกรมที่มีส่วนประสานงานผู้ใช้ (User Interface)

ที่สะดวกและง่ายต่อการเติมค่าฝนรายวันที่สูญหายแบบรายสถานีซึ่งมีตำแหน่งเฉพาะจุด (Point Location) ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผันและสามารถกำหนดค่ายกกำลัง (สมการที่ (2)) เพื่อใช้หาค่ายกกำลังที่เหมาะสมได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์การใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

2. วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน

การเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวันด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน (IDW) โดยใช้ข้อมูลจาก [12] เพื่อเติมข้อมูลฝนให้กับสถานีเป้าหมายที่มีข้อมูลสูญหายจะใช้ข้อมูลจากสถานีข้างเคียง (P_i) ที่อยู่ใกล้ที่สุดจำนวน N สถานีที่มีข้อมูลนำมาคำนวณตามสมการที่ (1) โดยค่าถ่วงน้ำหนัก (W_i) แต่ละสถานีคำนวณจากส่วนกลับของระยะห่างระหว่างสถานีเป้าหมายและสถานีข้างเคียงและค่ายกกำลัง (k) ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$P_x = \sum_{i=1}^{N} W_i P_i \qquad (1)$$

$$W_i = \frac{d_i^{-k}}{\sum_{i=1}^{N} d_i^{-k}} \qquad (2)$$

เมื่อ P_x คือปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดที่ไม่ทราบค่า (มม.)

P_i คือปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดที่ทราบค่า (มม.) จากสถานีข้างเคียง

k คือค่ายกกำลัง ซึ่งค่าพื้นฐานจะเท่ากับ 2

N คือจำนวนสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ทราบค่า

d_i คือระยะระหว่างสถานีเป้าหมายกับสถานีข้างเคียงที่คำนวณระยะห่างระหว่างจุด (d_i) หรือเรียกว่า “Euclidean distance” (กม.) จากสมการที่ (3)

$$d_i = \sqrt{(x_x - x_i)^2 + (y_x - y_i)^2} \qquad (3)$$

เมื่อ x_x คือพิกัดแกน x ของสถานีเป้าหมาย

x_i คือพิกัดแกน x ของสถานีข้างเคียง

y_x คือพิกัดแกน y ของสถานีเป้าหมาย

y_i คือพิกัดแกน y ของสถานีข้างเคียง

ถ้าค่ายกกำลัง (k) เท่ากับ 1 การประมาณค่าสูญหายเพื่อเติมให้กับสถานีเป้าหมาย (P_x) จะเป็นการเฉลี่ยค่าจากสถานีข้างเคียงแบบวิธีปกติ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การเตรียมข้อมูล และการพัฒนาโปรแกรมเติมค่าสูญหายข้อมูลฝน

3.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

จัดเตรียมข้อมูลฝนรายวันทั้งหมดให้อยู่ในไฟล์ excel ที่ประกอบด้วย 2 ชีทคือ Coordinate และ data อธิบายองค์ประกอบของข้อมูลในแต่ละชีทดังตารางที่ 1

พิกัดสถานีตามระบบ Universal Transverse Mercator (UTM) ที่ประกอบด้วยค่าในแกน x จำนวน 6 หลักและค่าในแนวแกน y จำนวน 7 หลัก (รูปที่ 1(ก)) ใช้สำหรับคำนวณระยะห่างระหว่างสถานีตามสมการที่ (3) ข้อมูลฝนรายวันของสถานีที่ต้องการเติมค่าสูญหายประกอบด้วย วัน เดือน ปี และข้อมูลฝนดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 1(ข)

ตารางที่ 1 กำหนดองค์ประกอบของข้อมูล

ชื่อชีท	หน้าที่
Coordinate	คอลัมน์ที่ A ระบุรหัสของสถานีฐาน คอลัมน์ที่ B และ C ระบุพิกัดสถานีฐานในแนวแกน x และ y ตามลำดับ
data	คอลัมน์ที่ A ลำดับข้อมูล คอลัมน์ที่ B ค.ศ. คอลัมน์ที่ C เดือน คอลัมน์ที่ D วัน คอลัมน์ที่ E ข้อมูลฝนรายวันของสถานที่แรก คอลัมน์อื่น ๆ ข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานี

	A	B	C
1	Station Code	x	y
2	70480	495,017	2,112,268
3	70420	497,908	2,100,463
4	70440	497,677	2,105,663
5	70391	501,446	2,077,638
6	70450	499,718	2,093,492
7	70540	518,154	2,081,210
8	70550	516,550	2,072,269
9	327016	496,159	2,141,311
10	327006	521,160	2,141,291
11	327005	494,176	2,114,116

(ก) ค่าพิกัด

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Year	Month	Date	70480	70420	70440	70391	70450	70540
2	1	1953	1	1/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
3	2	1953	1	2/1/1953	0	0	0	NA	0.1	NA
4	3	1953	1	3/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
5	4	1953	1	4/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
6	5	1953	1	5/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
7	6	1953	1	6/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
8	7	1953	1	7/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
9	8	1953	1	8/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
10	9	1953	1	9/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
11	10	1953	1	10/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
12	11	1953	1	11/1/1953	0	0	0	NA	0	NA
13	12	1953	1	12/1/1953	0	0	0	NA	0	NA

(ข) ข้อมูล

(ค)

รูปที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลในไฟล์ excel

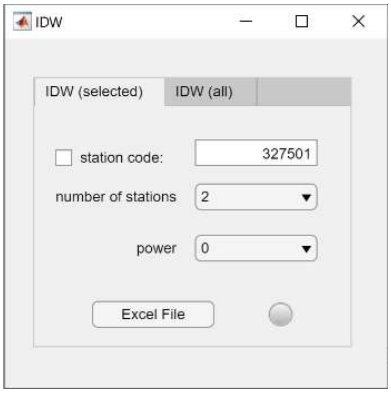
*NA คือค่าสูญหายในข้อมูล (missing data)

3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเติมค่าสูญหายข้อมูลฝน

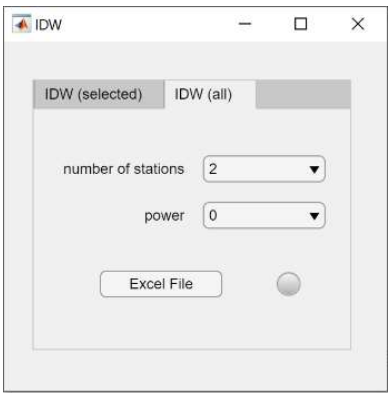
งานวิจัยนี้ใช้วิธีดำเนินการตามวัฏจักรของการพัฒนาซอฟต์แวร์ (SDLC) มีขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์ความต้องการ (Requirements) ด้วยความต้องการนำข้อมูลฝนรายวันไปใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านแหล่งน้ำ เช่น ใช้ข้อมูลฝนรายวันสำหรับบริหารจัดการน้ำ ลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติทางน้ำ เป็นต้น แต่ข้อมูลที่เก็บได้จากสถานีตรวจวัดมีข้อมูลฝนบางวันที่สูญหายไป จึงพัฒนาโปรแกรมที่ใช้วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน (IDW) สำหรับเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวัน จากเหตุผลข้างต้นพบว่าความต้องการเบื้องต้นประกอบด้วย กลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่กรมชลประทานและนักวิจัยที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับแหล่งน้ำ และส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI) ที่มีปุ่มปรับค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ จำนวนสถานีฐานและค่ายกกำลัง (สมการที่ (1-2)) พร้อมทั้งผลที่ได้หลังจากการเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนด้วยวิธี IDW ที่อยู่ในไฟล์ excel เดิม

2) การวิเคราะห์และออกแบบ (Analysis and Design) โดยนำความต้องการของผู้ใช้มาวิเคราะห์และออกแบบส่วนประสานผู้ใช้ดังรูปที่ 2



(ก) เติมค่าสูญหายเฉพาะสถานี



(ข) เติมค่าสูญหายทุกสถานี

รูปที่ 2 การออกแบบส่วนประสานผู้ใช้

ออกแบบโปรแกรมโดยพิจารณาจาก 2 เงื่อนไขที่ผู้ใช้งานต้องการ ดังนี้

2.1) ต้องการเติมค่าสูญหายเฉพาะสถานี

จากรูปที่ 2(ก) มีองค์ประกอบ 4 ส่วน คือ Edit Field, Drop Down, Button และ Lamp แสดงหน้าที่การใช้งานของแต่ละองค์ประกอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทำงานของส่วนต่อประสานผู้ใช้

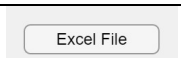
องค์ประกอบ	หน้าที่
station code: 327501	ใส่รหัสสถานีที่ต้องการเติมค่าสูญหาย
number of stations 2 power 0	เลือกจำนวนสถานีที่อ้างอิง ปรับค่ายกกำลัง (สมการที่ (1-2))
Excel File	กดปุ่มเพื่อโหลดไฟล์ excel
	ไฟสถานะทำงาน

หลักการทำงานของโปรแกรม เริ่มต้นจากระบุสถานีที่ต้องการเติมค่าสูญหาย เลือกจำนวนสถานีอ้างอิงและปรับค่ายกกำลัง หลังจากนั้น โหลดไฟล์ excel ที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูล โปรแกรมจะทำงานทันทีหลังจากโหลดไฟล์เสร็จในขั้นตอนนี้ไฟสถานะจะเป็นสีขาว เมื่อประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไฟสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวทันที หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจะมีข้อความแจ้งเตือน และไฟสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

2.2) ต้องการเติมค่าสูญหายทุกสถานี

จากรูปที่ 2(ข) มีองค์ประกอบทั้งหมด 3 ส่วน คือ Drop Down, Button และ Lamp แสดงหน้าที่การใช้งานของแต่ละองค์ประกอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทำงานของส่วนต่อประสานผู้ใช้

องค์ประกอบ	หน้าที่
	เลือกจำนวนสถานีที่อ้างอิง ปรับค่ายกกำลัง (สมการที่ (1-2))
	กดปุ่มเพื่อโหลดไฟล์ excel
	ไฟสถานะทำงาน

หลักการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้นจากเลือกจำนวนสถานีอ้างอิงและปรับค่ายกกำลัง หลังจากนั้น โหลดไฟล์ excel ที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูล โปรแกรมจะทำงานทันทีหลังจากโหลดไฟล์เสร็จ ไฟสถานะจะเป็นสีขาวขณะโปรแกรมกำลังประมวลผล เมื่อประมวลผลเสร็จเรียบร้อย ไฟสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวทันที หากเกิดข้อผิดพลาดจะมีข้อความแจ้งเตือนและไฟสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีแดงดัง แสดงความหมายของไฟสถานะดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ไฟสถานะ

สีของไฟสถานะ		ความหมาย
สีเทา		เริ่มต้นเปิดใช้งานโปรแกรม
สีขาว		กำลังประมวลผล
สีเขียว		ประมวลผลเสร็จสมบูรณ์แล้ว
สีแดง		มีข้อผิดพลาด (error)

3) การพัฒนา (Development) โปรแกรมเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวันด้วยวิธี IDW พัฒนาจากโปรแกรม MATLAB ที่แสดงในรูปของ UI เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

ขั้นตอนการเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวัน เริ่มต้นจากการคำนวณระยะห่างระหว่างสถานีเป้าหมายและสถานีข้างเคียง (สมการที่ (3)) หลังจากนั้น เรียงค่าระยะห่างจากมากไปน้อย และเลือกใช้สถานีข้างเคียงที่มีระยะห่างมากสุดจำนวน N สถานีคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก (สมการที่ (2)) และปริมาณน้ำฝนของสถานีเป้าหมาย (สมการที่ (1))

4) การทดสอบ (Testing) แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ทดสอบองค์ประกอบย่อย เช่น ความถูกต้องของการคำนวณจากทฤษฎี โดยปรับค่าสถานีฐาน ปรับค่าสถานีอ้างอิง และปรับค่ายกกำลัง เป็นต้น และทดสอบภาพรวมของโปรแกรม เช่น ผลลัพธ์ที่ได้ การกดปุ่ม และการใช้งานโดยรวม เป็นต้น

5) การสนับสนุนและการบำรุงรักษา (Support and Maintenance) หลังจากให้ผู้เชี่ยวชาญนำข้อมูลฝนรายวันที่สูญหายมาทดสอบประสิทธิภาพ ความแม่นยำ ความเร็วในการประมวลผลของโปรแกรม

6) การวิเคราะห์และการประเมินผล

4. ผลการทดสอบโปรแกรม

ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การทดสอบภาพรวมของโปรแกรม การทดสอบปรับสถานีฐาน และการทดสอบปรับค่ายกกำลัง โดยจะคำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของแต่ละตำแหน่งที่ข้อมูฝนรายวันเกิดการสูญหาย (E_i) ดังสมการที่ (4)

$$E_i = |P_x - P_{real}| \quad (4)$$

เมื่อ P_x คือปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดที่ไม่ทราบค่า (มม.)

P_{real} คือปริมาณน้ำฝนจริง (มม.)

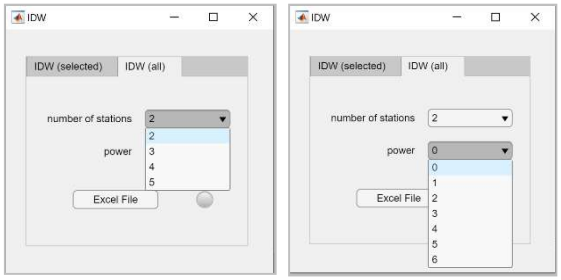
การทดสอบโปรแกรมจะใช้คอมพิวเตอร์ที่มีคุณลักษณะในการประมวลผล ดังนี้ Processor: Intel(R) Core(TM) i5-6300U CPU @ 2.40GHz 2.50 GHz, RAM 8 GB

4.1 ทดสอบภาพรวมของโปรแกรม

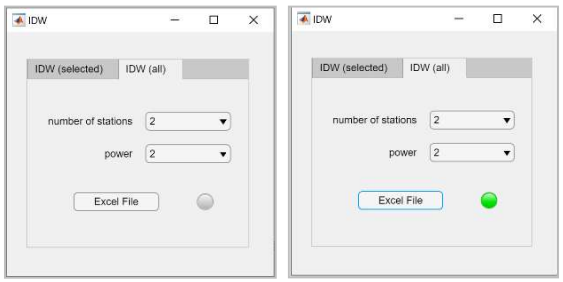
ทดสอบการใช้งานส่วนประสานงานผู้ใช้ (UI) ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ระบุจำนวนสถานีอ้างอิงตั้งแต่ 2-5 สถานี (รูปที่ 3(ก))

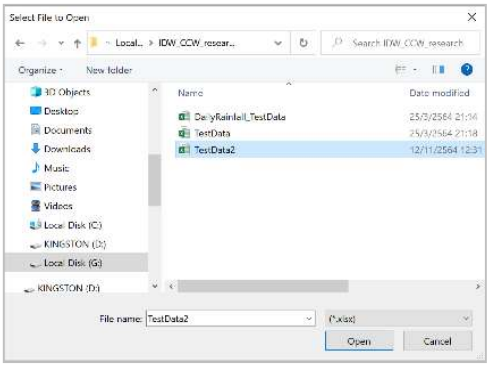
2) ระบุค่ายกกำลังโดยเลือกจาก 0 ถึง 6 (รูปที่ 3(ข)) ทำการทดลองโดยระบุสถานีอ้างอิงเป็น 2 และค่ายกกำลังเป็น 2 (รูปที่ 3 (ค))



(ก) (ข)



(ค) (ง)

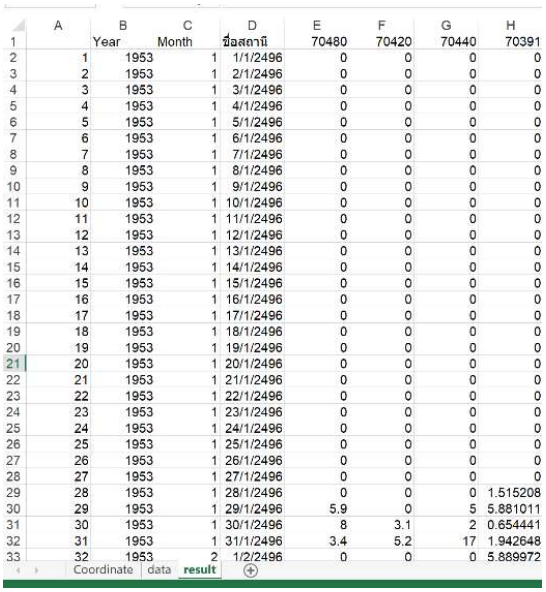


(จ)

รูปที่ 3 ขั้นตอนการใช้งานของวิธี IDW

3) กดปุ่มเพื่อโหลดไฟล์ excel ที่จัดเตรียมไว้ตามหัวข้อที่ 3.1 ดังตัวอย่างในรูปที่ 3(จ) หลังจากนั้น โปรแกรมจะเริ่มประมวลผล หากโปรแกรมทำงานเสร็จแล้วสัญญาณไฟจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว (รูปที่ 3(ง))

4) ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในไฟล์ excel เดิมในชีทชื่อ result ดังตัวอย่างในรูปที่ 4



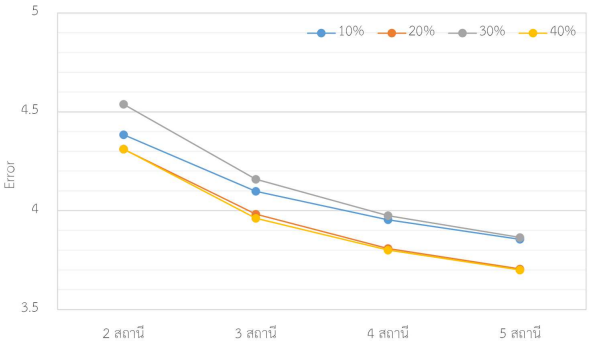
	A	B Year	C Month	D ชื่อสถานี	E 70480	F 70420	G 70440	H 70391
2	1	1953	1	1/1/2496	0	0	0	0
3	2	1953	1	2/1/2496	0	0	0	0
4	3	1953	1	3/1/2496	0	0	0	0
5	4	1953	1	4/1/2496	0	0	0	0
6	5	1953	1	5/1/2496	0	0	0	0
7	6	1953	1	6/1/2496	0	0	0	0
8	7	1953	1	7/1/2496	0	0	0	0
9	8	1953	1	8/1/2496	0	0	0	0
10	9	1953	1	9/1/2496	0	0	0	0
11	10	1953	1	10/1/2496	0	0	0	0
12	11	1953	1	11/1/2496	0	0	0	0
13	12	1953	1	12/1/2496	0	0	0	0
14	13	1953	1	13/1/2496	0	0	0	0
15	14	1953	1	14/1/2496	0	0	0	0
16	15	1953	1	15/1/2496	0	0	0	0
17	16	1953	1	16/1/2496	0	0	0	0
18	17	1953	1	17/1/2496	0	0	0	0
19	18	1953	1	18/1/2496	0	0	0	0
20	19	1953	1	19/1/2496	0	0	0	0
21	20	1953	1	20/1/2496	0	0	0	0
22	21	1953	1	21/1/2496	0	0	0	0
23	22	1953	1	22/1/2496	0	0	0	0
24	23	1953	1	23/1/2496	0	0	0	0
25	24	1953	1	24/1/2496	0	0	0	0
26	25	1953	1	25/1/2496	0	0	0	0
27	26	1953	1	26/1/2496	0	0	0	0
28	27	1953	1	27/1/2496	0	0	0	0
29	28	1953	1	28/1/2496	0	0	0	1.515208
30	29	1953	1	29/1/2496	5.9	0	5	5.881011
31	30	1953	1	30/1/2496	8	3.1	2	0.654441
32	31	1953	1	31/1/2496	3.4	5.2	17	1.942648
33	32	1953	2	1/2/2496	0	0	0	5.889972

Coordinate | data | result

รูปที่ 4 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี IDW

4.2 ปรับสถานีอ้างอิง

ทดลองปรับสถานีอ้างอิงจาก 2-5 สถานีโดยใช้ข้อมูลฝนรายวันจำนวน 21 สถานีที่เก็บข้อมูลฝนตั้งแต่ปีค.ศ. 1953-2017 และให้สถานี 327009 คือสถานีเป้าหมายที่มีค่าสูญหาย 10%, 20%, 30% และ 40% ตามลำดับ



รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด

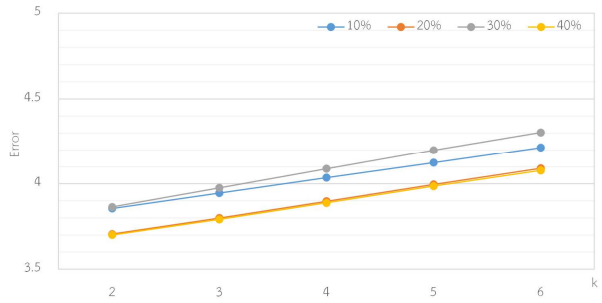
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด เมื่อปรับค่าสถานีอ้างอิง

% ค่าสูญหาย	2 สถานี	3 สถานี	4 สถานี	5 สถานี
10	4.3841	4.0980	3.9541	**3.8548**
20	4.3106	3.9830	3.8085	**3.7054**
30	4.5379	4.1592	3.9744	**3.8643**
40	4.3118	3.9619	3.8007	**3.6998**

ผลการทดลองปรับจำนวนสถานีอ้างอิงเป็นดังรูปที่ 5 และตารางที่ 5 พบว่าจำนวนสถานีอ้างอิงที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดน้อยลง สรุปได้ว่าผลการเติมค่าสูญหายจะแม่นยำขึ้น เมื่อใช้จำนวนสถานีอ้างอิงเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนสถานีที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เวลาในการประมวลผลเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

4.3 ปรับค่ายกกำลัง

ทดลองปรับค่ายกกำลัง (k) โดยใช้ข้อมูลฝนรายวันจากกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 21 สถานีที่เก็บข้อมูลฝนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1953-2017 กำหนดสถานีอ้างอิงไว้ที่ 5 สถานีตามผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2 ทำการปรับค่ายกกำลัง (k) จาก 2 ถึง 6 และให้สถานี 327009 คือสถานีเป้าหมายที่มีค่าสูญหาย 10%, 20%, 30% และ 40% ตามลำดับ



รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด เมื่อปรับค่ายกกำลัง

% ค่าสูญหาย	ค่ายกกำลัง (k)				
	2	3	4	5	6
10	**3.8548**	3.9448	4.0350	4.1239	4.2142
20	**3.7054**	3.7988	3.8962	3.9956	4.0902
30	**3.8643**	3.9753	4.0876	4.1992	4.3033
40	**3.6998**	3.7906	3.8881	3.9859	4.0787

ผลการทดลองปรับค่ายกกำลัง (k) ดังแสดงในรูปที่ 6 และตารางที่ 6 พบว่าค่ายกกำลังที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลนี้ คือ ค่ายกกำลังสอง (k = 2) เนื่องจากค่าเฉลี่ยความผิดพลาดจะมีค่าน้อยที่สุด อีกทั้งการใช้ค่ายกกำลังที่สูงจะส่งผลให้เวลาในการประมวลผลเพิ่มมากขึ้นด้วย

เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของตารางที่ 5-6 อยู่ที่ประมาณ 9-20 วินาที เนื่องจากระยะเวลาการประมวลผลขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น จำนวนสถานีอ้างอิงและค่ายกกำลัง เป็นต้น

5. สรุปผล

โปรแกรมเติมค่าสูญหายข้อมูลฝนรายวันโดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผันสามารถปรับสถานีอ้างอิงจาก 2 ถึง 5 สถานีและค่ายกกำลังจาก 2 ถึง 6 จากผลการทดลองใช้ข้อมูลฝนรายวันปีค.ศ. 1953-2017 พบว่าระยะเวลาในการประมวลผลต่อรอบอยู่ที่ประมาณ 9-20 วินาที ระยะเวลาการประมวลผลต่อรอบที่น้อยที่สุดอยู่ที่ประมาณ 9 วินาที เมื่อค่ายกกำลังเป็น 2 และสถานีอ้างอิง 2 สถานีที่ความสูญหาย 10%

เมื่อค่ายกกำลัง สถานีฐาน และค่าสูญหายของฝนรายวันมากขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาในการประมวลผล เมื่อค่ายกกำลังเป็น 6 และสถานีอ้างอิง 5 สถานีที่ความสูญหาย 40% จะใช้ระยะเวลาการประมวลผลต่อรอบอยู่ที่ประมาณ 20 วินาที ทั้งนี้จำนวนสถานีอ้างอิงที่มากขึ้นจะทำให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดน้อยลง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการสนับสนุนทุนนักวิจัยใหม่ วท. (A New Researcher Scholarship of CSTS , MOST) โดยศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Coordinating Center for Thai Government Science and Technology Scholarship Students (CSTS)) สำนักงานพัฒนางานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ National Science and Technology Development Agency) – NSTDA

7. เอกสารอ้างอิง

[1] R. P. De Silva, N. D. K. Dayawansa, and M. D. Ratnasiri, "A comparison of methods used in estimating missing rainfall data," *The Journal*

of Agricultural Sciences, vol. 3, no. 2, pp. 101-108, May. 2007.

[2] R. Teegavarapu and V. Chandramouli, "Improved Weighting Methods, Deterministic and Stochastic Data-Driven Models for Estimation of Missing Precipitation Records," *Journal of Hydrology*, vol. 312, pp. 191-206, Oct. 2005.

[3] J. Kim and J. H. Ryu, "A Heuristic Gap Filling Method for Daily Precipitation Series," *Water Resources Management,* vol. 30, no. 7, pp. 2275-2294, May. 2016.

[4] C. Simolo, M. Brunetti, M. Maugeri, and T. Nanni, "Improving estimation of missing values in daily precipitation series by a probability density function-preserving approach," *International Journal of Climatology,* vol. 30, no. 10, pp. 1564-1576, July. 2010.

[5] I. F. Kamaruzaman, W. Z. W. Zin, and N. M. Ariff, "A comparison of method for treating missing daily rainfall data in Peninsular Malaysia," *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences,* vol. 13, pp. 375-380, 2017.

[6] N. A. Rahman, S. M. Deni, N. M. Ramli, and N. Shaadan, "The Improvement of Missing Rainfall Data Estimation During Rainy Season at Ampang Station," *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 7, no. 4.18, pp. 204-212, 2018.

[7] R. S. V. Teegavarapu, " Missing precipitation data estimation using optimal proximity metric-based imputation, nearest-neighbour classification and cluster-based interpolation methods," *Hydrological Sciences Journal,* vol. 59, no. 11, pp. 2009-2026, 2014.

[8] J. Suhaila, M. D. Sayang and A. A. Jemain, "Revised Spatial Weighting Methods for Estimation of Missing Rainfall Data," *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences,* vol. 44, no. 2, pp. 93-104, 2008.

[9] F.-W. Chen and C.-W. Liu, "Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan," *Paddy and Water Environment,* vol. 10, pp. 209-222, Feb. 2012.

[10] Y. Xia, P. Fabian, A. Stohl, and M. Winterhalter, "Forest climatology: estimation of missing values for Bavaria, Germany," *Agricultural and Forest Meteorology,* vol. 96, no. 1-3, pp. 131-144, Aug. 1999.

[11] M.-T. Sattari, A. R.-Joudi, and A. Kusiak, "Assessment of different methods for estimation of missing data in precipitation studies," *Hydrology Research,* vol. 48, no. 4, pp. 1032-1044, 2017.

[12] S. Wuthiwongyothin, C. Kalkan, and J. Panyavaraporn, "Evaluating Inverse Distance Weighting and Correlation Coefficient Weighting Infilling Methods on Daily Rainfall Time Series," *SNRU Journal of Science and Technology,* vol. 13, no. 2, pp. 71-79, 2021.

[13] X. Yang, X. Xie, D. L. Liu, F. Ji, and L. Wang, "Spatial Interpolation of Daily Rainfall Data for Local Climate Impact Assessment over Greater Sydney Region," *Advances in Meteorology,* vol. 2015, pp. 1-12, 2015.

[14] S. Stisen and M. Tumbo, "Interpolation of daily rain gauge data for hydrological modeling in data sparse regions using pattern information from satellite data," *Hydrological Sciences Journal,* vol. 60, no. 11, pp. 1911-1926, 2015.