

การปรับแก้และนำเสนอข้อมูลระดับน้ำที่ถูกต้องตามเวลาจริงสำหรับระบบเฝ้า ระวังอุทกภัย

Water Level Data Correction and Real-time Presentation for Flooding Monitoring System

บงกช สุขอนันต์* มงคล ปุษยตานนท์ กฤษณ์ ศรีวรมาศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

Bongkoj Sookananta* Mongkol Pusayatanont Krit Sriworamas

Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubonratchathani 34190

E-mail: enbongso@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอ การปรับแก้และนำเสนอข้อมูลระดับน้ำที่ถูกต้องตามเวลาจริง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยประยุกต์ในการสร้างระบบเฝ้าระวังอุทกภัยด้วยการใช้ข้อมูลระดับน้ำ เนื่องจากข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์มีค่าผิดปกติ บทความนี้จึงเสนอการใช้วิธีคำนวณทางตัวเลขเพื่อทำนายข้อมูลใหม่จากข้อมูลเก่าที่ถูกต้อง และใช้แทนข้อมูลตัวที่ผิด วิธีการที่ศึกษา ได้แก่ การถดถอยกำลังสองน้อยสุด การประมาณค่านอกช่วง และ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยวิธีการดังกล่าว ควรเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน สามารถคำนวณโดยใช้เวลาไม่นานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ทุกวิธีเมื่อทำงานร่วมกับเปรียบเทียบค่าเพื่อกรองข้อมูลที่ผิดออกก่อน สามารถให้ค่าการทำนายที่ถูกต้อง โดยวิธีที่เลือกใช้จริงเพื่อปรับแก้ข้อมูลก่อนนำเสนอตามเวลาจริง คือวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เนื่องจากให้ค่าข้อมูลที่เรียบ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้นจริงได้ดีที่สุด และใช้เวลาคำนวณน้อยที่สุด ข้อมูลที่ได้ถูกนำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของกราฟเส้น และเก็บเป็นฐานข้อมูลซึ่งเป็นค่าระดับน้ำในหน่วย ม.รทก. (เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ที่ผู้เข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์สามารถเข้าถึงข้อมูลนี้ได้ด้วย

คำหลัก ระดับน้ำ การถดถอยกำลังสองน้อยสุด การประมาณค่านอกช่วง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ระบบเฝ้าระวังอุทกภัย

Abstract

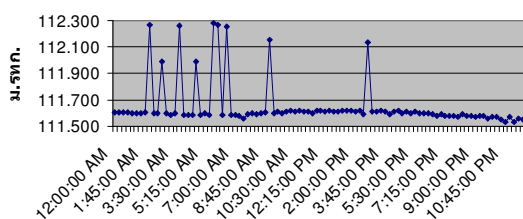
This paper presents data correction and presentation of the applied research on the flooding monitoring system using water level. As the data obtained from ultrasonic sensor contains some bad values, numerical methods are utilized in this paper in order to forecast new data from corrected old data. Bad value is then replaced by a forecasted one. The numerical methods that are studied in this research are least-squares regression, extrapolation and moving average. The methods should be uncomplicated as computation can proceed in a short time using microcontroller. From a study, all methods associated with bad data indication can provide good forecasted value along considered time series. The method implemented in the flood monitoring system is moving average method as it presents smooth variation of water level and provides fastest calculation. The data is presented in form of line graph and a set of water level values in m-MSL (meter – Mean Sea Level) which can be downloaded by website visitors.

Keywords: Water level, least-square regression, extrapolation, moving average, flooding monitoring system

1. บทนำ

เนื่องด้วยพื้นที่ภายในเขตเมืองของจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ในการวิจัยเพื่อวัดเก็บค่าระดับน้ำในแม่น้ำมูล เกิดอุทกภัยเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเป็นประจำ และการเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ มีน้ำไหลป่าเข้าท่วมบ้านเรือน ยังความเสียหายให้แก่ราษฎรในเขตพื้นที่ในบริเวณกว้าง มีแนวโน้มการเกิดถี่ขึ้น จึงทำให้การตรวจวัดระดับน้ำเพื่อใช้ในการเฝ้าระวังการเกิดอุทกภัยมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้เซนเซอร์ประเภทคลื่นเสียงความถี่สูงในการตรวจวัด และแปลผลเป็นระดับน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งรายละเอียด ระบบวัดและเก็บข้อมูลได้นำเสนอใน [1] โดยพบว่า ข้อมูลดิบที่แปลได้จากเซนเซอร์ มีความผิดพลาดอยู่ ดังตัวอย่างข้อมูลที่ผิดพลาดเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับน้ำที่รวดเร็วผิดปกติ เช่น จากการจากระดับน้ำ ตั้งแต่ช่วงเวลา 0.00 - 23.45 น. ของวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ตามรูปที่ 1 น้ำในแม่น้ำมูล ณ จุดที่วัด มีระดับ +111.61 ม.รทก. ที่เวลา 1.45 น. แต่ 15 นาทีต่อมา คือที่เวลา 2.00 น. วัดได้ระดับ +112.27 ม.รทก. และวัดได้ระดับ +111.60 ม.รทก. ที่เวลา 2.15 น. ซึ่งหมายถึง ระดับน้ำขึ้น 66 เซนติเมตร ในช่วงเวลา 15 นาที และลดต่ำลง 67 เซนติเมตร ในช่วงเวลา 15 นาทีต่อมา เป็นการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่ไม่ได้ในความเป็นจริง



รูปที่ 1 ระดับน้ำในแม่น้ำมูล ณ จุดวัดน้ำสถานีวัดน้ำ M7
วันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553

จากเหตุผลข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องใช้กระบวนการทางตัวเลข เพื่อแก้ไขให้ข้อมูลถูกต้อง ก่อนนำไปแสดงผล โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้วิธีการปรับค่าข้อมูล ด้วยการใช้วิธีทางตัวเลขเพื่อทำนายค่าที่ควรจะเป็น ณ เวลาถัดไปจากข้อมูลที่มีอยู่เดิม โดยเป็นลักษณะ

การทำนายแบบอนุกรมเวลา (time series forecasting)

วิธีการคำนวณทางตัวเลขเพื่อใช้ปรับค่าข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่วัดได้ ควรเป็นวิธีการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อความเป็นไปได้ในการคำนวณโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อย่างไรก็ตาม หากไม่มีการส่งค่าเข้าโทรศัพท์ติดตามตัว การคำนวณนี้สามารถทำบนเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล ก่อนนำออกแสดงผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้

โดยทั่วไปแล้ว ค่าข้อมูลที่ต้องการทำนายเป็นข้อมูลที่ได้มาตามลำดับเวลา เช่น ความเร็วลม [2] ข้อมูลตัวเลขการท่องเที่ยว [3] และการไหลของน้ำ [4] เป็นต้น วิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณ มีหลายวิธี เช่น วิธี การประมาณค่านอกช่วง (extrapolation, EP) [5] และวิธี ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average, MA) [6] แต่เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทำนาย อาจปรับค่าพารามิเตอร์ในการคำนวณ เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก (weighted moving average) [7] ใช้การให้ค่าน้ำหนักข้อมูลแต่ละจุดต่างกัน ดังนั้นการนำวิธีนี้มาใช้ ต้องทราบความถูกต้องของข้อมูลแต่ละค่า หรือมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่ละค่า โดยจุดที่มีความถูกต้องมากกว่า ก็ให้ค่าน้ำหนักมากกว่าจุดอื่น และวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง (exponential moving average) [8] ใช้ค่าคงที่เป็นตัวคูณที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมีความเรียบมาก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงรวดเร็ว แต่ค่าทำนายจากวิธีนี้ก็สามารถทำให้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลผิดไปได้ หากเลือกใช้ค่าตัวคูณที่ไม่เหมาะสม

มีการพัฒนาและเพิ่มขั้นตอนการคำนวณ เพื่อให้มีความแม่นยำและรองรับความไม่แน่นอนของข้อมูล เช่น การใช้วิธีการถดถอยกำลังสองน้อยสุด (least-squares regression, LS) ร่วมกับวิธีฟัซซี่ หรือทฤษฎีคลุมเครือ (fuzzy) [9] หรือใช้ร่วมกับวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดอย่าง ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (genetic algorithm) [10] อีกวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ร่วมกับวิธีการพื้นฐานคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) [10-11] โดยเพิ่มขั้นตอนการเรียนรู้ทางตัวเลขเข้าไป

อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้แม้จะเพิ่มความถูกต้องของการทำนาย แต่ก็เพิ่มความซับซ้อนและเวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วย ดังนั้นจึงควรมีการทบทวนความจำเป็นและความสำคัญในการเพิ่มขั้นตอนเหล่านี้

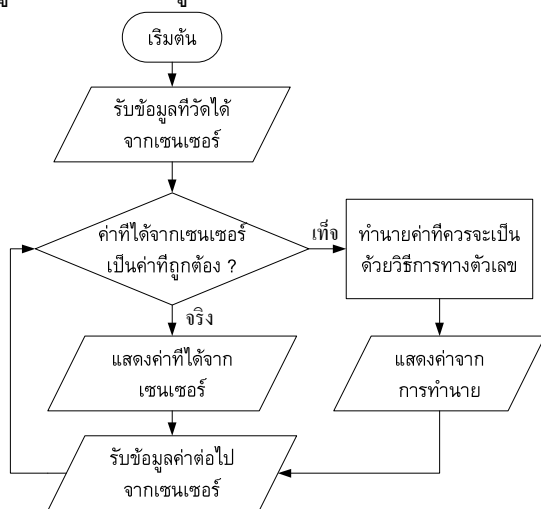
เข้าไป ดังเห็นได้จากงานวิจัย เปรียบเทียบการคำนวณดัชนีหุ้นด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เชิงเดี่ยว (Simple Moving Average, SVA) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบปรับตัวได้ (Adaptive Moving Average, AMA) ซึ่งได้ผลว่า AMA ซึ่งมีความซับซ้อนกว่า SVA ไม่ได้เพิ่มความถูกต้องให้กับการทำนายค่า [12] นั่นคือในการใช้งานบางอย่าง วิธีการที่มีความซับซ้อนมากขึ้นไม่มีความจำเป็น ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ จึงเลือกศึกษาวิธีการคำนวณพื้นฐานซึ่งไม่ซับซ้อนและใช้ทรัพยากรในการคำนวณน้อย เพื่อทดสอบความถูกต้องในคำนวณปรับแก้ค่าระดับน้ำ ก่อนนำไปใช้จริง

งานวิจัยนี้ต้องใช้การทำนายค่าข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้อตามลำดับเวลา คือข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำมูล เพื่อจุดประสงค์ในการปรับค่าการวัดให้ถูกต้องก่อนนำเสนอตั้งรายละเอียดในหัวข้อต่อไปเสนอวิธีการและการศึกษาเพื่อเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับงาน

2. วิธีการทำนายค่าข้อมูลระดับน้ำ

วิธีการคำนวณทางตัวเลข ที่ศึกษาในบทความนี้ เพื่อใช้ในการทำนายค่าข้อมูลระดับน้ำ เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน 3 วิธี จุดประสงค์เพื่อการใช้ค่าจากการทำนายแทนค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ที่พบว่าเป็นค่าผิด

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อปรับแก้ข้อมูลให้มีความถูกต้อง แสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อปรับแก้ข้อมูล

2.1 การถดถอยกำลังสองน้อยสุด

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ทั้งในช่วง

ขึ้นและลง เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ดังนั้น จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้การทำนายแนวโน้มค่าที่เป็นแบบเชิงเส้น โดยมีข้อดีคือ ง่าย ไม่ซับซ้อน ดังนั้นจึงใช้เวลาการคำนวณน้อยกว่า เมื่อเทียบกับแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น

สมการเชิงเส้นเขียนได้โดย

$$y = b + ax \quad (1)$$

เมื่อ y เป็นค่าที่ต้องการทำนาย ในที่นี้คือระดับน้ำในหน่วย ม.รทก.

x เป็นค่าตัวแปรข้อมูล ในที่นี้ ลำดับของค่าข้อมูล

a และ b เป็นสัมประสิทธิ์ของสมการ ซึ่งหาค่าได้จากข้อมูลเดิมที่มีอยู่โดยให้ค่ากำลังสองของค่าผิดพลาดจากการทำนายน้อยที่สุด (least squares error) [13]

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2)$$

เมื่อ n เป็นค่าจำนวนข้อมูลที่ใช้

x_i และ y_i เป็นข้อมูล x และ y ตัวที่ i เมื่อ $i = 1, 2, \dots, n$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad (3)$$

เมื่อ $\bar{y}$ และ $\bar{x}$ เป็นค่าเฉลี่ยของค่าข้อมูล y และ x ตามลำดับ

สมการเชิงเส้นนี้ ใช้เมื่อต้องการทำนายค่า โดยค่าที่ต้องการทำนาย หาได้โดยใช้สมการที่ (1)

2.2 การประมาณค่านอกช่วง

การประมาณค่านอกช่วง เป็นวิธีประมาณค่า ที่อยู่นอกเหนือช่วงค่าที่ทราบ ในบทความนี้ศึกษาการทำ การประมาณค่านอกช่วง ด้วยสมการ การประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (linear interpolation) เนื่องจากเหตุผลที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำเป็นไปอย่างช้าๆ

โดยเขียนสมการ การประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นจากจุดข้อมูลสองจุด ได้สมการ ซึ่งสามารถใช้ทำนายค่าที่ต้องการได้ดังนี้ [13]

$$y = y_{i-1} + \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}(x - x_{i-1}) \quad (4)$$

2.3 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

วิธีนี้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าข้อมูลเดิมมาทำนายค่าใหม่

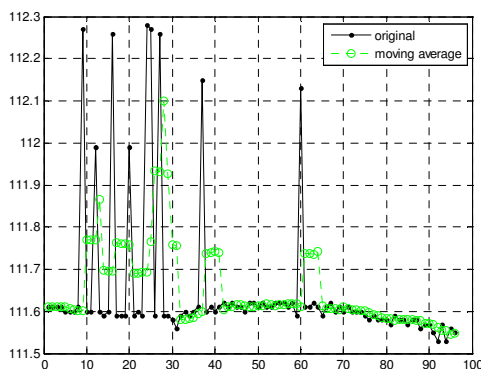
เนื่องจากความไม่ซับซ้อนในการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำที่สนใจ จึงเลือกศึกษาวิธี SMA ซึ่งมีสมการ การทำนายค่าดังนี้

$$y = \frac{\sum y_{i-n}}{n} \quad (5)$$

โดยวิธีการนี้เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล n จุดก่อนหน้าจุดที่ต้องการทำนาย

3. การระบุค่าข้อมูลที่ผิด

การทำนายค่าด้วยวิธีการที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น มีข้อจำกัดคือ ค่าข้อมูลที่นำมาใช้ในการทำนาย ต้องเป็นค่าข้อมูลที่ถูกต้อง โดยหากค่าข้อมูลที่นำมาใช้ มีค่าผิดปกติอยู่ด้วย จะทำให้ค่าที่ทำนายผิดพลาดไปด้วย ดังเห็นได้จากรูปกราฟตัวอย่างการทำนายข้อมูลจากข้อมูลที่ปนค่าผิดด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ในรูปที่ 3 ดังนั้นจึงต้องมีการชี้ค่าข้อมูลที่ผิด เพื่อกำจัดออกและแทนด้วยค่าที่ทำนายได้ และเก็บค่าที่ทำนายไว้ในชุดข้อมูลโดยถือเป็นค่าที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการทำนายค่าต่อไป



รูปที่ 3 ผลการทำนายข้อมูลจากข้อมูลที่ปนค่าผิด

วิธีการที่สามารถใช้ในการระบุค่าที่ผิดได้คือ การกำหนดค่าอัตราการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของระดับน้ำ ที่ยอมรับได้ (threshold) เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่า ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์นั้น เป็นค่าที่ยอมรับว่าถูกต้องหรือไม่ แต่เนื่องจากเงื่อนไขนี้ไม่เพียงพอ หากได้รับค่าข้อมูลที่ผิดจากเซนเซอร์ติดต่อกัน จึงต้องเพิ่มการตรวจสอบค่าข้อมูลที่ผิดพลาดซ้อนกันสองค่าด้วย โดยการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าข้อมูลจากเซนเซอร์และค่าข้อมูลที่ทำนาย ถือเป็นวิธีการตัดสินใจแบบสองเงื่อนไข

จากข้อมูลน้ำท่วมหนักที่จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2549 น้ำในแม่น้ำปิงเพิ่มระดับสูงขึ้น 7 เซนติเมตร

ต่อชั่วโมง [14] หรือประมาณ 2 เซนติเมตรใน 15 นาที และจากการวัดข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำมูล ในช่วงฤดูน้ำหลาก อันเป็นเหตุให้เกิดน้ำท่วม มีอัตราการเพิ่มสูงของระดับน้ำสูงสุด 23 เซนติเมตรต่อวัน หรือประมาณชั่วโมงละ 1 เซนติเมตร และในช่วงนอกฤดูน้ำหลาก มีอัตราการลดหรือเพิ่มระดับของน้ำ สูงสุดที่ 7 เซนติเมตรต่อวัน

อย่างไรก็ตาม การวัดระดับน้ำได้เปลี่ยนแปลงในช่วง 1 – 2 เซนติเมตร ในแต่ละครั้ง อาจเกิดขึ้นจากข้อผิดพลาดของเซนเซอร์ ซึ่งมีอัตรา 1 เซนติเมตร หรืออาจเกิดขึ้นจาก การกระเพื่อมของน้ำ ดังนั้น ในงานวิจัยชิ้นนี้ จึงกำหนดค่าอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับน้ำ ที่ยอมรับได้สูงสุด 2 เซนติเมตร หากมีอัตรามากกว่านี้ กำหนดให้ใช้ค่าที่ได้จากการทำนายแทนค่าที่ได้จากเซนเซอร์ โดยควรใช้ค่ามากกว่านี้ หากรับค่าจากเซนเซอร์ในคาบเวลาที่กว้างกว่านี้ เช่น ทุกหนึ่งชั่วโมง และการวัดทำในช่วงฤดูน้ำหลาก ส่วนค่าที่ใช้ตรวจสอบการรับค่าผิดพลาดจากเซนเซอร์ติดต่อกัน ใช้ค่าสูงคือ 7 เซนติเมตร

จากการศึกษาวิธีการแบบสองเงื่อนไขที่อธิบายข้างต้นเทียบกับการตัดสินใจแบบฟัซซี่ที่กำหนดชุดตัวเลขแบบสามเหลี่ยม (triangular fuzzy number) [10] ซึ่งเขียนเป็นการตัดสินใจได้สี่เงื่อนไข พบว่าการใช้สองเงื่อนไข สามารถใช้ในการแยกและแทนข้อมูล เพื่อปรับให้เป็นข้อมูลที่ถูกต้องได้ ใช้เวลาการคำนวณน้อยกว่าการใช้วิธีฟัซซี่ และระดับน้ำที่ปรับแก้แล้วมีค่ากระเพื่อมน้อยกว่าค่าที่ได้จากวิธีฟัซซี่

4. ผลการทำนายและปรับแก้ค่าข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบวิธีการทำนายค่าข้อมูลเพื่อใช้ตรวจสอบ และปรับแก้ค่าข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากเซนเซอร์ให้มีความถูกต้อง เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับน้ำในแม่น้ำมูลในหน่วย ม.รทก. ณ จุดวัดระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำ M7 ซึ่งตั้งอยู่ทางขวามือของแม่น้ำมูล อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จากช่วงเวลา 0.00 น. ถึงเวลา 23.45 น. ของวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เป็นข้อมูลทั้งหมดจำนวน 96 ค่า ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงที่ระดับน้ำในแม่น้ำมูล ณ จุดวัด อยู่ในช่วงลดระดับลง โดยข้อมูลระดับน้ำที่ได้วัดห่างกันครั้งละสิบห้านาที

ข้อมูลชุดนี้ถูกเลือกมาทดสอบเนื่องจากเป็นชุด

ข้อมูลที่เริ่มต้นด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง และปรากฏค่าที่ผิดอยู่เป็นระยะ จำนวนทั้งหมด 9 ค่า และมีค่าที่ผิดอยู่ติดกัน 2 ค่าด้วย

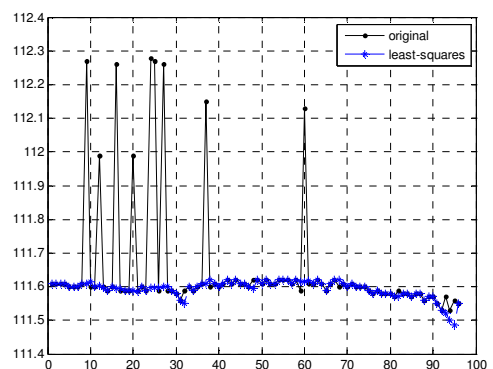
ตารางที่ 1 ข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำมูล วันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553

เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)
00.00	111.61	12.00	111.62
00.15	111.61	12.15	111.61
00.30	111.61	12.30	111.62
00.45	111.61	12.45	111.61
01.00	111.60	13.00	111.61
01.15	111.60	13.15	111.62
01.30	111.60	13.30	111.62
01.45	111.61	13.45	111.62
02.00	112.27	14.00	111.61
02.15	111.60	14.15	111.62
02.30	111.60	14.30	111.59
02.45	111.99	14.45	112.13
03.00	111.60	15.00	111.61
03.15	111.59	15.15	111.61
03.30	111.60	15.30	111.62
03.45	112.26	15.45	111.61
04.00	111.59	16.00	111.59
04.15	111.59	16.15	111.61
04.30	111.59	16.30	111.62
04.45	111.99	16.45	111.60
05.00	111.59	17.00	111.61
05.15	111.60	17.15	111.60
05.30	111.59	17.30	111.61
05.45	112.28	17.45	111.60
06.00	112.27	18.00	111.60
06.15	111.59	18.15	111.60
06.30	112.26	18.30	111.59
06.45	111.59	18.45	111.58
07.00	111.59	19.00	111.59
07.15	111.58	19.15	111.58
07.30	111.56	19.30	111.58
07.45	111.59	19.45	111.58
08.00	111.60	20.00	111.57
08.15	111.59	20.15	111.59
08.30	111.60	20.30	111.58
08.45	111.61	20.45	111.58
09.00	112.15	21.00	111.57

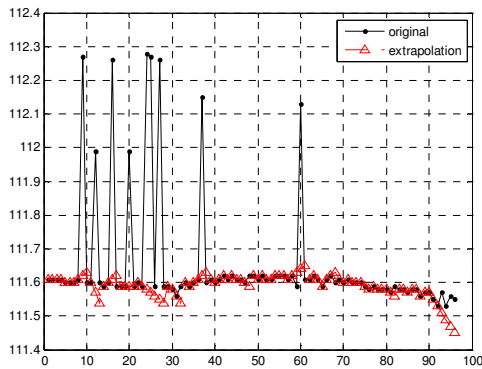
เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)
09.15	111.60	21.15	111.58
09.30	111.61	21.30	111.58
09.45	111.60	21.45	111.56
10.00	111.61	22.00	111.57
10.15	111.62	22.15	111.57
10.30	111.61	22.30	111.55
10.45	111.62	22.45	111.53
11.00	111.61	23.00	111.57
11.15	111.61	23.15	111.53
11.30	111.60	23.30	111.56
11.45	111.62	23.45	111.55

ในการใช้งานจริง ค่าระดับน้ำที่วัดได้แต่ละค่า จะถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ปรับแก้หากจำเป็น และแสดงผลทันที ดังนั้นการได้รับข้อมูลมาประมวลผลจะเรียงกันทีละค่า ตามขั้นตอนการตรวจสอบ และปรับแก้ค่าก่อนนำไปแสดงผล แสดงไว้ในรูปที่ 2

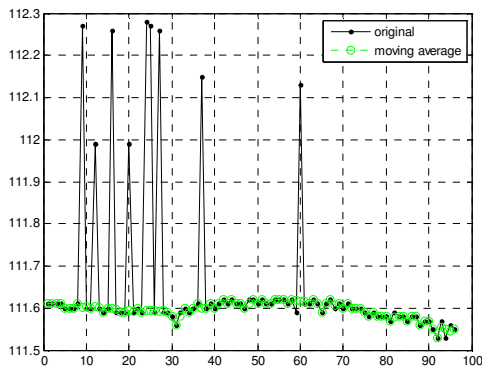
ผลที่ได้จากการตรวจสอบและปรับแก้ข้อมูลสามารถกำจัดค่าข้อมูลผิดปกติออกไปได้ ดังเห็นได้จากกราฟที่ได้รับการปรับแก้แล้ว มีความเรียบมากขึ้น โดยเส้นระดับน้ำที่ปรับแก้ด้วยการใช้ค่าจากวิธีการถดถอยกำลังสองน้อยสุด เทียบกับเส้นระดับน้ำที่ได้จากเซนเซอร์ แสดงไว้ในรูปที่ 4 เส้นระดับน้ำที่ปรับแก้ด้วยการใช้ค่าจากวิธีการประมาณค่านอกช่วง เทียบกับเส้นระดับน้ำที่ได้จากเซนเซอร์แสดงไว้ในรูปที่ 5 และเส้นระดับน้ำที่ปรับแก้ด้วยการใช้ค่าจากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เทียบกับเส้นระดับน้ำที่ได้จากเซนเซอร์แสดงไว้ในรูปที่ 6 โดยทั้งสามวิธีทำให้ได้ค่าระดับน้ำเปลี่ยนแปลงอยู่ในขอบเขตที่เป็นไปได้ ซึ่งมีความถูกต้องมากขึ้น



รูปที่ 4 ระดับน้ำที่วัดได้จากเซนเซอร์เทียบกับระดับน้ำหลังปรับแก้ด้วยวิธีการถดถอยกำลังสองน้อยสุด

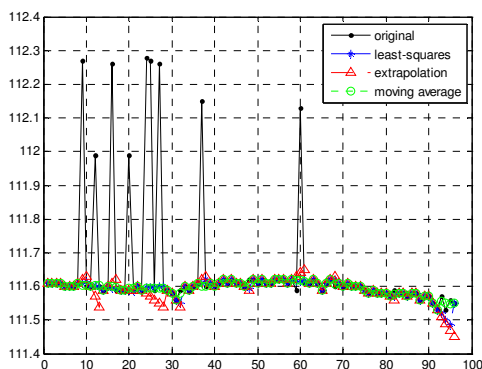


รูปที่ 5 ระดับน้ำที่วัดได้จากเซนเซอร์เทียบกับระดับน้ำหลังปรับแก้ด้วยวิธีประมาณค่านอกช่วง



รูปที่ 6 ระดับน้ำที่วัดได้จากเซนเซอร์เทียบกับระดับน้ำหลังปรับแก้ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาค่าปรับแก้ที่ดีที่สุดระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณทางตัวเลข 3 วิธี ค่าระดับน้ำหลังการปรับแก้จากทั้ง 3 วิธี เทียบกับค่าที่ได้จากเซนเซอร์ แสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ระดับน้ำก่อนและหลังปรับแก้ด้วยวิธีการที่ต่างกัน 3 วิธี

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 7 แล้ว วิธีที่ให้ค่าปรับแก้ที่ดีที่สุดคือวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซึ่งในรูปแสดงด้วยการใช้สัญลักษณ์วงกลม เป็นค่าปรับแก้ซึ่งทำให้เส้นกราฟเรียบ มีการกระเพื่อมน้อยที่สุด และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าใกล้เคียงกับค่าระดับน้ำถูกต้องที่วัดได้จากเซนเซอร์มากที่สุด วิธีที่ให้ค่าที่ดีที่สุดที่ตรงลงมา คือวิธีการถดถอยกำลังสองน้อยสุด ดังในรูปแสดงค่าด้วยการใช้สัญลักษณ์จุด ส่วนวิธีการประมาณค่านอกช่วง ให้ค่าปรับแก้ที่เรียบน้อยที่สุด ดังในรูปแสดงค่าด้วยการใช้สัญลักษณ์สามเหลี่ยม

เพื่อความชัดเจนในการเปรียบเทียบค่าการปรับแก้ค่าที่คำนวณได้จากวิธีต่างๆกัน จากการปรับแก้ค่าระดับน้ำ ณ เวลา 9.00 น. และ เวลา 9.30 น. ของวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 นำเสนอในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าจากการวัดและการปรับแก้ด้วยวิธีต่างๆ

ค่าที่วัดได้ (ม. รทก.)	ค่าปรับแก้จากการคำนวณ (ม. รทก.)		
	LS	EP	MA
เวลา 9.00 น. 112.15	111.60	111.60	111.60
เวลา 9.30 น. 111.61	111.61	111.62	111.60

ค่าที่นำมาทดสอบและแสดงไว้ในตารางที่ 2 ค่า ณ เวลา 9.00 น. เป็นค่าที่วัดผิด ซึ่งวิธีการปรับแก้ค่าทั้งสามวิธีให้ค่าคำนวณที่เท่ากันคือ 111.60 ม.รทก. ส่วนค่า ณ เวลา 9.30 น. เป็นค่าที่วัดได้ถูกต้องอยู่แล้ว ซึ่งหากคำนวณตรวจสอบด้วยวิธีการปรับแก้ จะเห็นว่า ได้ค่าที่ใกล้เคียงกันกับค่าเดิมที่วัดได้

ทั้งนี้พบว่า นอกจากวิธี ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ จะให้ค่าปรับแก้ที่ดีที่สุดแล้ว ยังพบว่า วิธีนี้ใช้เวลาในการคำนวณสั้นที่สุดอีกด้วย

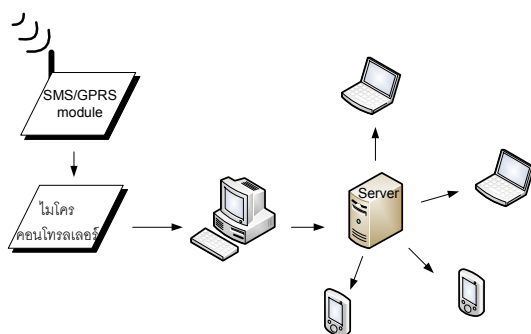
5. การแสดงระดับน้ำตามเวลาจริง

การแสดงผลระดับน้ำตามเวลาจริง เพื่อให้มีการเผยแพร่เป็นสาธารณะ และให้ง่ายต่อการเข้าถึงโดยบุคคลทั่วไป จึงเลือกนำเสนอบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำเสนอในรูปของกราฟเหมือนกับที่แสดงไว้ในรูปที่ 1 เนื่องจากการเป็นสื่อที่เข้าใจง่าย เห็นได้ชัดว่าน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นหรือลง ในอัตราเร็วมากหรือน้อย และหากผู้สนใจต้องการข้อมูลในอดีตเพื่อการวิเคราะห์เพิ่มเติมก็

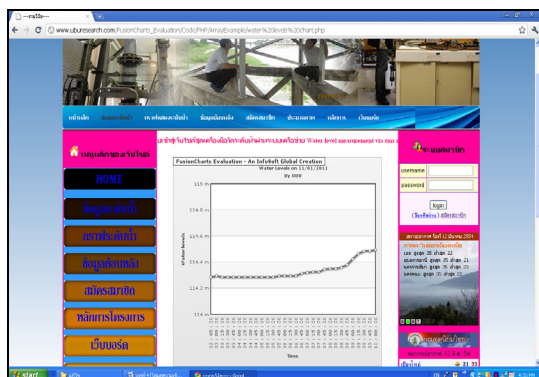
สามารถเข้าถึงแฟ้มข้อมูลเก่าที่เก็บตัวเลขค่าระดับน้ำในหน่วย ม.รทก.ได้

ขั้นตอนการรับค่าข้อมูลมาแสดงผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 โดยภาครับสัญญาณของชุดวัดระดับน้ำ รับสัญญาณจากภาคส่งซึ่งติดตั้งอยู่กับเซนเซอร์ ณ ตำแหน่งที่วัดระดับน้ำ ผ่านทางเครือข่ายไร้สาย ด้วยอุปกรณ์ SMS หรือ GPRS module และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งระบุลำดับของข้อมูล เซนเซอร์ที่ส่ง วัน เวลา และค่าระดับน้ำเขียนลงในไฟล์ logfile.txt

ค่าระดับน้ำที่ได้รับการปรับแก้แล้ว ถูกอ่านจากไฟล์อัปเดตและโหลดขึ้นไปที่ Server โดยอัตโนมัติ ด้วยการโปรแกรมโดยใช้ Hypertext processor, PHP ซึ่งเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน serial port RS 232 ให้อ่านค่าระดับน้ำจาก logfile และอัปเดตไปบน Server เพื่อแสดงผล ตามเวลาที่กำหนดไว้คือทุก 15 นาที ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 9



รูปที่ 8 ชุดวัดระดับน้ำ
ภาครับข้อมูลและส่งไปที่ Server เพื่อแสดงผล



รูปที่ 8 ตัวอย่างการแสดงระดับน้ำบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. สรุป

บทความนี้นำเสนอส่วนภาครับข้อมูลระดับน้ำจากชุดการวัดด้วยเซนเซอร์ชนิดคลื่นความถี่สูงเพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังการเกิดอุทกภัย โดยภาครับนี้ประกอบไปด้วย การรับค่าระดับน้ำมาตรวจสอบความถูกต้อง หากพบว่าผิดพลาดก็ปรับแก้โดยใช้วิธีการทางตัวเลข ซึ่งวิธีการที่ศึกษาประกอบไปด้วยวิธีการพื้นฐาน วิธีการถดถอยกำลังสองน้อยสุด วิธีการประมาณค่านอกช่วง และวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ พบว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีที่ดีที่สุด และได้เลือกใช้ในการปรับข้อมูล ก่อนอ่านไปแสดงผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยอัตโนมัติผ่านการส่งด้วยโปรแกรมซึ่งเขียนด้วย PHP โดยขั้นตอนการทำงานดังกล่าว สามารถใช้งานจริงได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เขียนจากงานวิจัยซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] มงคล ปุษยตานนท์, บงกช สุขอนันต์, กฤษณ์ ศรีวิธมาศ. 2011. ระบบวัดและเก็บข้อมูลระดับน้ำสำหรับระบบเฝ้าระวังอุทกภัย. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อ. 4(1): 25-33.
- [2] Torres, J.L. Garcia, A. Blas, M.D. and Francisco, A.D. 2005. Forecast of hourly average wind speed with ARMA models in Navarre (Spain). Solar Energy, 79:65-77.
- [3] Andrawis, R.R. Atiya, A.F. and El-Shishiny, H. 2011. Combination of long term and short term forecasts, with application to tourism demand forecasting. International Journal of Forecasting, 27:870-886.
- [4] Maity, R. Bhagwat, P.P. and Bhatnagar, A. 2010. Potential of support vector regression for prediction of monthly streamflow using endogenous property. Hydrological Processes, 24:917-923.
- [5] Schnaars, S.P. 1986. A comparison of extrapolation models on yearly sales forecasts.

- International Journal of Forecasting, 2(1):71-85.
- [6] Mohammadipour, M. and Boylan, J.E. 2012. Forecast horizon aggregation in integer autoregressive moving average (INARMA) models. Omega, 40:703-712.
- [7] Holt, C.C. 2004. Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. International Journal of Forecasting, 20:5- 10.
- [8] Billah, B. King, M.L. Snyder, R.D. and Koehler, A.B. 2006. Exponential smoothing model selection for forecasting. International Journal of Forecasting, 22:239- 247.
- [9] Chang, P.-T. and Lee, E.S. 1996. A generalized fuzzy weighted least-squares regression. Fuzzy Sets and Systems, 82:289-298.
- [10] Lin, K.-P. Pai, P.-F. Lu, Y.-M. and Chang, P.-T. 2011. Revenue forecasting using a least-squares support vector regression model in a fuzzy environment. Information Sciences.
- [11] Khashei, M. Bijari, M. and Ardali, G.A.R. 2012. Hybridization of autoregressive integrated moving average (ARIMA) with probabilistic neural networks (PNNs). Computers & Industrial Engineering, 63:37-45.
- [12] Ellis, C.A. and Parbery, S.A. 2005. Is smarter better A comparison of adaptive, and simple moving average trading strategies. Research in International Business and Finance, 19:399-411.
- [13] Chapra, S.C. and Canale, R.P. 2003. Numerical methods for engineers. Fourth ed McGraw-Hill, New York.
- [14] บันทึกเหตุการณ์น้ำ. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) [cited พ.ศ. 2554 27 เมษายน]; Available from: <http://www.thaiwater.net/web/index.php/archive.html>.