เทคโนโลยีการสำรวจทางอากาศ เพื่อการบริหารจัดการ น้ำท่วม

เรื่อง : ดร.จิระกานต์ ศิริวิชญ์ไมตรี*
รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์*

คำนำ

มหาอุทกภัย 2554 ก่อให้เกิดความสูญเสียเกินกว่าที่จะบรรยายได้ หลายล้านไร่ต้องจมอยู่ใต้น้ำ นับล้านครอบครัวต้องประสบอุทกภัย ต้องอพยพหนีน้ำจนหลายร้อยหมู่บ้านร้างผู้คน อุตสาหกรรมหลักของประเทศได้รับความเสียหายจนต้องหยุดการผลิต เส้นทางการคมนาคมถูกตัดขาด คนเมืองหลวงต้องทนมานั่งเรือแทนรถ รัฐบาลต้องระดมสรรพกำลังทุกอย่างที่มีออกต่อกรกับมหาอุทกภัย ทหารนับหมื่นถูกระดมเข้าประจำการช่วยเหลือบรรเทาทุกข์ให้ผู้คนในเมืองหลวง เครื่องสูบน้ำเกือบทั้งประเทศถูกระดมมาสูบน้ำออกจากกรุงเทพและปริมณฑล คงไม่มีใครอยากเห็นอุทกภัยแบบนี้อีกแล้วในชาตินี้

*ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงการชลประทานฉะเชิงเทรา
ตำบลบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24140
โทร.0-3853-7094 แฟกซ์. 0-3853-7093
อภินันทนาการ : โครงการชลประทานฉะเชิงเทรา

คำถามที่ไม่มีใครสามารถให้คำตอบที่แน่ชัดได้ คือ บ้านผมจะถูกน้ำท่วมหรือไม่ ท่วมถึงอกไหม น้ำจะมาถึงเมื่อไร แล้วเมื่อไรน้ำจะแห้ง สถาบันการศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญเรื่องน้ำก็ถูกน้ำท่วม ผู้เชี่ยวชาญเรื่องน้ำหลายคนก็ถูกน้ำท่วมทั้งบ้านและที่ทำงาน หลายคนต้องอพยพแล้วอพยพอีกจนไม่รู้จะไปอยู่ที่ไหน จึงควรที่จะได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาต่อกรกับอุทกภัยเช่นนี้ในอนาคต ดังนั้นในบทความนี้จะได้กล่าวถึงแนวคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจวัดการเคลื่อนที่ของมวลน้ำขนาดใหญ่เพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการอุทกภัยในอนาคต

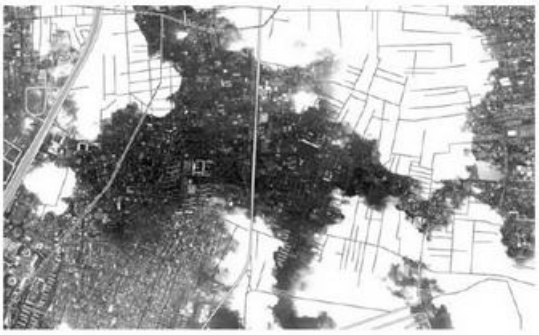
ข้อจำกัดของเทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียม

เทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียมทำให้สามารถสำรวจพื้นที่น้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างได้อย่างรวดเร็วและทันต่อสถานการณ์ การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมด้วยการจำแนกสี ทำให้สามารถจำแนกพื้นผิวที่มีลักษณะแตกต่างกันได้ เช่น การจำแนกพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยน้ำหรือพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังและพื้นที่ที่แห้งออกจากกัน ความสามารถในการจำแนกพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง ดังรูปที่ 1 เมื่อนำภาพถ่ายดาวเทียมในลักษณะดังรูปที่ 1 ที่เวลาต่างๆกันมาเปรียบเทียบกัน จะทราบว่ามวลน้ำเคลื่อนที่ไปในทิศทางใด และสามารถประเมินความเร็วของการเคลื่อนที่และการแพร่กระจายของมวลน้ำได้อย่างคร่าวๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการประเมินสถานการณ์ เพื่อการแจ้งเตือนภัย การเตรียมการป้องกันพื้นที่ที่สำคัญ หรือการอพยพคนออกจากพื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบได้ ถึงแม้ว่าการใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียมสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินสถานการณ์น้ำท่วมในบริเวณกว้างได้ แต่ยังมีข้อจำกัดหลายประการ อาทิเช่น ค่าใช้จ่ายของการจัดการระบบดาวเทียม สภาพภูมิอากาศที่มักจะมีเมฆปกคลุม ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีอุทกภัย (รูปที่ 2) วงรอบการโคจรของดาวเทียมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้ไม่สามารถถ่ายภาพได้ตลอดเวลา ความละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้เป็นข้อจำกัดที่ทำให้การวิเคราะห์สถานการณ์น้ำท่วมในบางพื้นที่ไม่สามารถทำได้ทันต่อสถานการณ์และมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร นอกจากนี้ภาพถ่ายดาวเทียมยังไม่สามารถให้ข้อมูลสำคัญในการบริหารจัดการน้ำท่วม

โครงการชลประทานชัยนาท
หมู่ 3 ตำบลหนองบัว อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท 17120
โทร. 0-5646-1332 แฟกซ์. 0-5646-1607
อภินันทนาการจาก : โครงการชลประทานชัยนาท สำนักชลประทานที่ 12

เช่น อัตราการไหลของน้ำ (Discharge) ในทิศทางต่างๆ ได้ ดังนั้นในบทความนี้จะขอนำเสนอ แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่ควรได้มีการพัฒนาเพื่อนำมาใช้ต่อกรกับมหาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งได้แก่ เทคโนโลยีเครื่องบินไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายอนุภาคขนาดใหญ่

รูปที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่น้ำท่วมจากสถาบัน (Unosat)



รูปที่ 2 ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีเมฆบัง
ทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมได้ (Unosat)

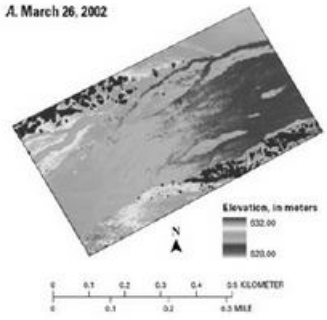
เทคโนโลยีเครื่องบินไร้คนขับ

ทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์น้ำท่วมคือ การใช้ภาพถ่ายทางอากาศในการสำรวจพื้นที่ เพื่อแก้ไขจุดอ่อนของเทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียม การถ่ายภาพทางอากาศสามารถทำได้โดยอาศัยเครื่องบินไร้คนขับหรือ

UAV (Unman Aerial Vehicle) ดังรูปที่ 3 ทำการบินถ่ายภาพภาคพื้นดินบริเวณที่มีน้ำปกคลุม การวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศมีจุดเด่นหลายประการ เช่นค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าภาพถ่ายดาวเทียม ความต่อเนื่องของภาพและความแม่นยำของภาพความละเอียดของภาพถ่ายที่คมชัด มีตำแหน่งที่แน่นอนชัดเจน และไม่มีการบดบังของเมฆในภาพถ่ายเนื่องจากเป็นการบินต่ำกว่าระดับเมฆ

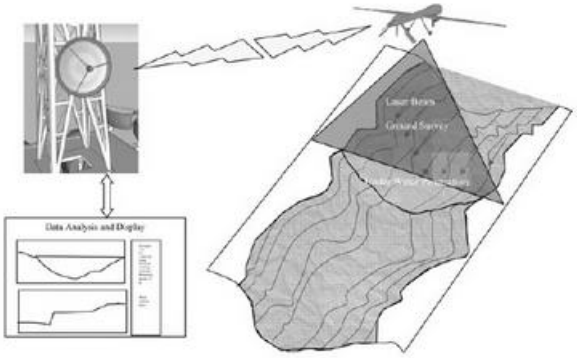
รูปที่ 3 เครื่องบินไร้คนขับ UAV(Unman Aerial Vehicle)

หลักการทำงานของระบบการถ่ายภาพทางอากาศด้วย UAV จะประกอบด้วย (1) การถ่ายภาพนิ่งเพื่อนำไปวิเคราะห์มวลน้ำและทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่น้ำท่วมโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป และ (2) การใช้ลำแสงเลเซอร์วัดระดับพื้นและระดับความลึกของน้ำด้วยระบบ EAARL (Experiment Advance Airborne Research LiDAR) ที่มีประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการประมวลผลสูง เทคโนโลยีนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน NASA และได้มีการนำไปใช้โดยหน่วยงาน USGS เพื่อทำการสำรวจ The Platte River ในรัฐ Nebraska สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 4) ซึ่งพบว่าการสำรวจทางอากาศด้วย UAV สามารถใช้ทดแทนการสำรวจภาคพื้นดินแบบเดิมได้อย่างดี อีกทั้งช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายได้อย่างมาก



รูปที่ 4 ผลการสำรวจแม่น้ำ Platte ในปี 2002 โดยเทคนิค EAARL

หลักการทำงานของระบบ EAARL คือการใช้ระบบ GPS(Global Positioning System) เพื่อระบุพิกัดในการสำรวจ และใช้ระบบ (IMU)Inertial Measurement Unit เพื่อวัดระดับภาคพื้นดิน IMU จะทำงานโดยการยิงแสงเลเซอร์ลงสู่ภาคพื้นดินเพื่อวัดระยะทางระหว่างพื้นดินและเครื่องบิน แล้วทำการส่งสัญญาณกลับไปที่สถานีภาคพื้นดินเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผล (รูปที่ 5) ซึ่งระบบ IMU จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลสองส่วนคือ (1) ระยะทางระหว่างเครื่องบินกับพื้นดิน และ (2) ระดับความลึกของน้ำ



รูปที่ 5 การสำรวจเพื่อถ่ายภาพทางอากาศและการประมวลผล

การวิเคราะห์การไหลของน้ำโดยเทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายอนุภาคขนาดใหญ่

การวิเคราะห์การไหลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายและสมการสมดุลมวลรวมเป็นเทคนิคที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณและทิศทางการเคลื่อนที่ของมวลน้ำที่มีความละเอียดกว่าการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม การวิเคราะห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

(1) การหาทิศทางการเคลื่อนที่ของมวลน้ำโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุภาคขนาดใหญ่หรือ LSPIV (Large-Scale Particle Image Velocity) อยู่ระหว่างการพัฒนาในห้องปฏิบัติการทดลองชลศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเร็วและอัตราการไหลของน้ำ เป็นวิธีที่อาศัยการเปรียบเทียบภาพสองภาพที่เวลาต่างกัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของมวลน้ำดังสมการ

$$\Delta d = (S(1)-S(2))/\Delta t \qquad \text{---------- (1)}$$

เมื่อ

Δd = การเคลื่อนที่ (m/s)

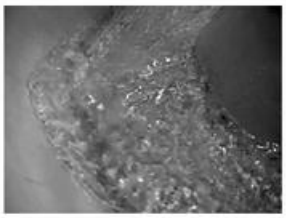
S(1) = ตำแหน่งที่ 1 (m)

S(2) = ตำแหน่งที่ 2 (m)

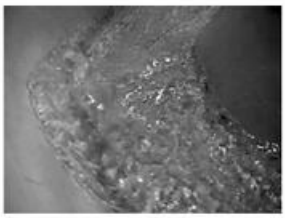
Δt = ระยะเวลาที่แตกต่าง (s)

ในการวิเคราะห์จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลภาพถ่ายที่มีความต่อเนื่องของการไหล ดังแสดงในตัวอย่างรูปที่ 6(1) และ 6(2) ซึ่งเป็นรูปที่ถ่ายในเวลาใกล้เคียงกัน เมื่อทำการวิเคราะห์ประมวลผลภาพทั้งสองเปรียบเทียบกัน จะทราบความเร็วและทิศทางของการไหลของน้ำ (รูปที่ 7) ซึ่งสามารถนำไปคำนวณอัตราการไหลของน้ำได้

ผลของการวิเคราะห์การไหลโดยวิธี LSPIV จะแสดงให้เห็นทิศทางการไหลและความเร็วของการไหล ที่มีความแม่นยำ เมื่อนำข้อมูลความเร็วและทิศทางการไหลที่คำนวณได้มาซ้อนทับกับภาพจริงดังรูปที่ 8 จะทำให้สามารถอธิบายรูปแบบการไหลของน้ำได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

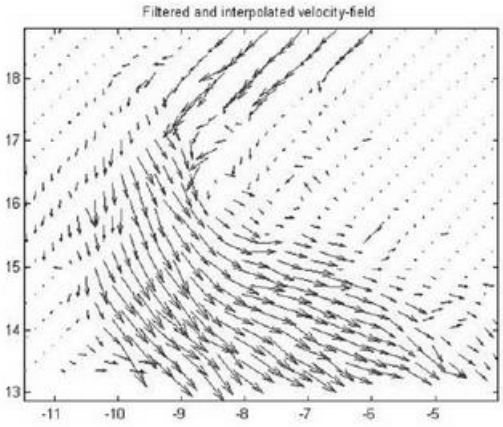


รูปที่ 6-1 Image 1 : T = 0.00 sec

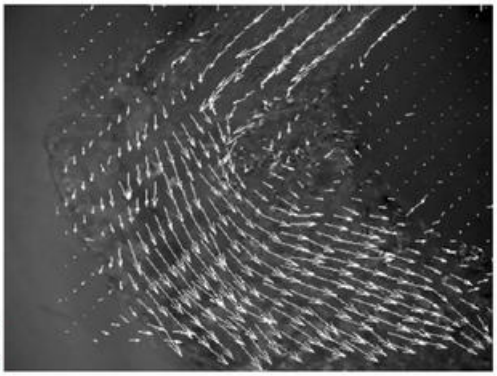


รูปที่ 6-2 Image 2 : T = 0.0042 sec

เมื่อนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากเทคนิค LSPIV และEAARL มารวมกันจะทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณและทิศทางการไหลของมวลน้ำที่แผ่กระจายไปในบริเวณกว้างได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

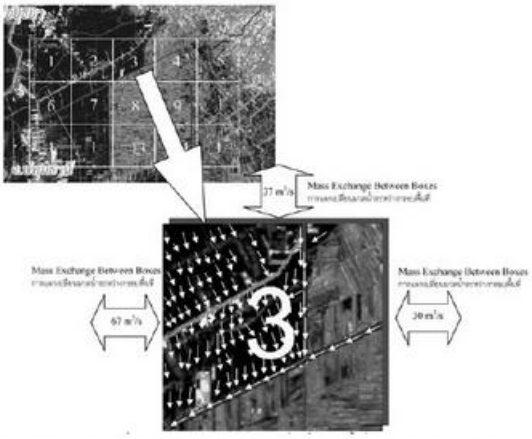


รูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์การไหล
จากภาพการเคลื่อนที่ของน้ำ



รูปที่ 8 การซ้อนทับผลการวิเคราะห์การไหล
ลงบนภาพจริงเพื่อแสดงผลข้อมูล

(2) การหาปริมาณน้ำภายใน Block โดยใช้สมการสมดุลมวลรวม(Continuity Equation) โดยวิธีนี้จะต้องกำหนด Block หรือพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ และทำการวิเคราะห์สมดุลน้ำบริเวณภายใน Block จากภาพถ่ายทางอากาศที่ได้ สมมติพื้นที่น้ำท่วมถูกแบ่งออกเป็น Block ต่างๆ ดังรูปที่ 9 และจากข้อมูลการไหลของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ (1) จะสามารถวิเคราะห์สมดุลของมวลน้ำในแต่ละ Block ซึ่งจะช่วยทำให้ทราบว่ามวลน้ำกำลังเคลื่อนที่ไปในทิศทางใด ด้วยความเร็วมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการอุทกภัยของชาติในอนาคต



รูปที่ 9 ตัวอย่างแสดงการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของมวลน้ำที่วิเคราะห์

สรุป

เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การใช้เทคโนโลยีเครื่องบินไร้คนขับ ซึ่งติดตั้งระบบการถ่ายภาพนิ่ง ระบบการใช้ลำแสงเลเซอร์วัดระดับพื้นและระดับความลึกของน้ำด้วยระบบ EAARL จะทำให้ได้ข้อมูลสำคัญที่สามารถนำมาวิเคราะห์ทิศทางการไหลและอัตราการไหลของน้ำโดยเทคนิคการวิเคราะห์อนุภาคขนาดใหญ่ และสุดท้ายสามารถวิเคราะห์สมดุลน้ำในพื้นที่ (Block) ต่างๆ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากต่อการแจ้งเตือนภัย การเตรียมการป้องกันพื้นที่ที่สำคัญ หรือการอพยพคนออกจากพื้นที่ที่ได้ จึงควรได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวให้พร้อมก่อนที่อุทกภัยครั้งต่อไปจะเกิดขึ้น...

เอกสารอ้างอิง

1. ทิพยกาญจน์ บุญชุ่ม, วินัย แก้วไทรอินทร์, ดิริพร ศรีตนไชย, อัญชลี เปาลิวัฒน์ และจิระกานต์ ศิริวิชญ์ไมตรี. 2554. การวัดความเร็วการไหลในคลองชลประทานโดยเทคนิคการถ่ายภาพอนุภาคขนาดใหญ่. ประกระชุมวิชาการครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.
2. Kinzel, P.J., and Wright C.W., 2002, Evaluation of EAARL, an experimental bathymetric and terrestrial LIDAR, for collecting river channel topography along the Platte River, Nebraska, Abstracts with Programs - Geological Society of America, in Geological Society of America, 2002 annual meeting. v. 34, no. 6, October 2002. p. 232.
3. www.unitar.org/unosat

โครงการชลประทานสตูล
173 หมู่ 4 ถนนยนตรการกำธร ตำบลเกตรี อำเภอเมือง จังหวัดสตูล 91140
โทร. 0-7477-0117 แฟกซ์. 0-7477-0113
อภินันทนาการจาก : โครงการชลประทานสตูล