ต้นแบบประตูยนต์

(Robogate)

โดย ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์[1/] และ นายวิชญ์ ศรีวงษา[2/]

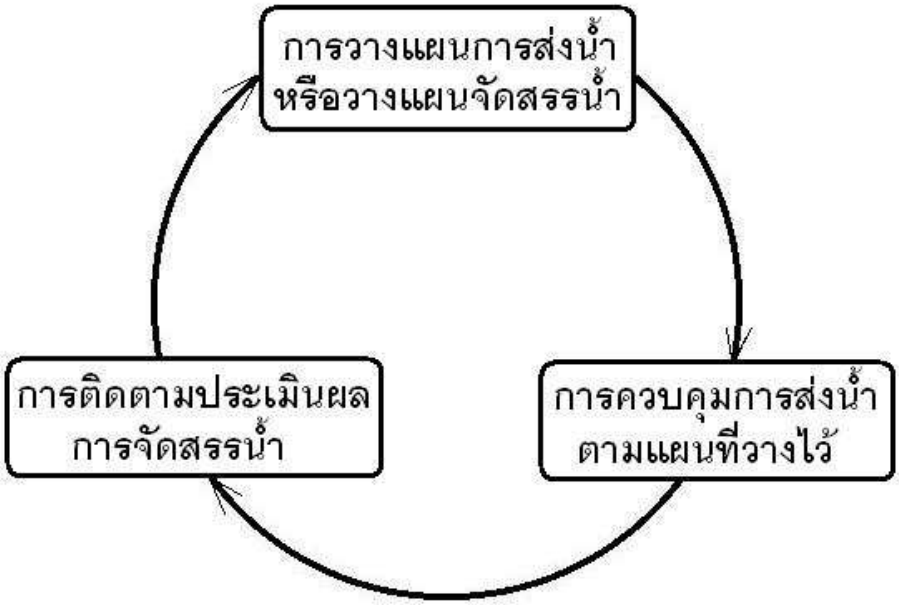
ปัญหาในการส่งน้ำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ชลประทานเกือบ 30 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ส่งน้ำแบบ Gravity โดยมีระบบคลองชลประทานและระบบคูน้ำช่วยส่งและกระจายน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก มีประตูระบาย (ปตร.) ปากคลอง (Discharge Regulator) เพื่อควบคุมปริมาณน้ำให้ไหลเข้าคลองตามที่กำหนด และ ปตร. กลางคลอง (Water Level Regulator) เพื่อควบคุมระดับน้ำในคลองให้อยู่ที่ FSL ตามหลักการส่งน้ำแบบควบคุมเหนือน้ำ (Upstream Control) มีพนักงานส่งน้ำทำหน้าที่ปิด-เปิด-ปรับ ปตร. ทั้ง 2 แบบ เพื่อควบคุมการส่งน้ำให้เป็นไปตามแผน

หัวใจสำคัญของการจัดสรรน้ำคือ การวางแผน การควบคุมและการติดตามประเมินผลการส่งน้ำดังรูปที่ 1 (วราวุธ. 2539) ปัจจุบันจะได้มีความพยายามพัฒนาวิธีการและเครื่องมือช่วยในการวางแผนจัดสรรน้ำโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย เช่น มีการพัฒนาโปรแกรม WASAM (วราวุธ และวัชระ. 2538; วราวุธ และลำจวน. 2539; ภราดา และวราวุธ. 2542) มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ระดับต่างๆเกี่ยวกับการใช้ WASAM ในการจัดสรรน้ำของโครงการ แต่เครื่องมืออุปกรณ์และเทคนิคการควบคุมการส่งน้ำในสนามยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร การควบคุมน้ำในคลองยังคงเป็นระบบ Manual (รูปที่ 2) ซึ่งต้องใช้พนักงานส่งน้ำจำนวนมาก และปัญหาที่ทุกโครงการชลประทานประสบอยู่คือขาดอัตรากำลังด้านงานส่งน้ำ ถึงแม้ว่าจะมีการนำเอาประตูน้ำอัตโนมัติแบบ Hydraulic (รูปที่ 3) มาใช้ แต่การใช้งานยังจำกัดเฉพาะบางคลองในบางโครงการเท่านั้น เช่น โครงการคลองตรอนและโครงการสองพี่น้อง

[1/] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

[2/] นิสิตปริญญาโท โครงการปริญญาโทสาขาวิชาวิศวกรรมชลประทาน ภาคพิเศษ วิทยาลัยการชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปที่ 1 หลักการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

รูปที่ 2 ระบบควบคุมการส่งน้ำในคลองชลประทานแบบ Manual

รูปที่ 3 ประตูน้ำอัตโนมัติแบบ Hydraulic ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง

ในยุคคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เริ่มมีการนำระบบการตรวจวัดและควบคุมระยะไกลหรือระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) มาช่วยในการบริหารน้ำในบางโครงการ แต่ส่วนใหญ่ยังอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนและค่าใช้จ่ายสูง มีความพยายามในการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดและควบคุมระยะไกล (วิชญ์และวราวุธ. 2546) และกำลังทดสอบการใช้งานที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน (รูปที่ 4) แต่การพัฒนายังอยู่ในระยะเริ่มต้นยังขาดแคลนงบประมาณและบุคลากรสำหรับการวิจัยและพัฒนา (R&D) อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถใช้งานในการควบคุมน้ำในคลองชลประทานในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

บทความนี้จะขอเสนอแนวคิดในการควบคุมการส่งน้ำในคลองแบบอัตโนมัติ และการพัฒนาต้นแบบประตูยนต์ (Robogate) เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านการส่งน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิผลในการควบคุมการส่งน้ำในโครงการชลประทานซึ่งอาจต้นแบบที่เป็นประโยชน์ต่อการชลประทานในประเทศไทยในอนาคต ถ้าได้รับการสนับสนุนให้มีการพัฒนาอย่างจริงจังต่อไป

ปตร. โครงการฯบางเลนและระบบควบคุม

สถานีแม่ข่ายระบบ SCADA

สถานีลูกข่าย

ลูกลอยที่ติดตั้งตัวต้านทานปรับค่าได้และสเกลเอียงวัดระดับน้ำที่สถานีลูกข่าย

อุปกรณ์วงจรภายในสถานีลูกข่าย

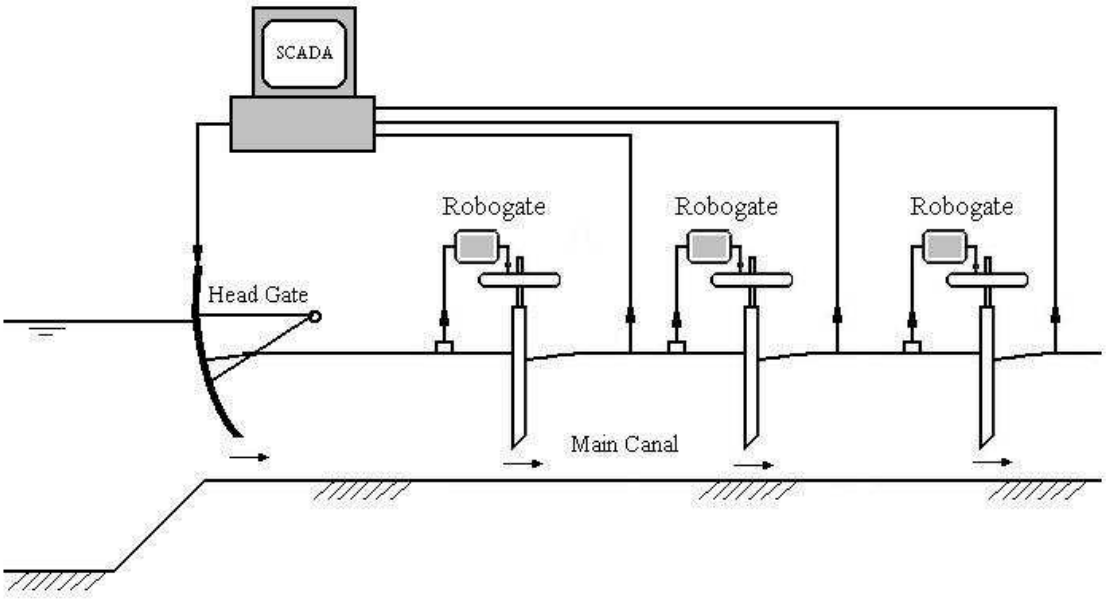
การติดตั้งระบบสายอากาศที่สถานีลูกข่าย

การติดตั้งระบบสายอากาศที่สถานีลูกข่าย

รูปที่ 4 ระบบ SCADA รุ่นแรกที่พัฒนาและกำลังทดสอบการใช้งานที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

แนวคิดในการควบคุมการส่งน้ำในคลองแบบอัตโนมัติ
(Concept of Automatic Canal Regulation)

ระบบควบคุมการส่งน้ำในคลองอัตโนมัติที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้พัฒนาจาก **หลักการส่งน้ำแบบควบคุมทั้งท้ายน้ำและเหนือน้ำ** (Combined Downstream and Upstream Control) เพื่อให้การส่งน้ำเป็นไปตามความต้องการให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ระบบควบคุมการส่งน้ำในคลองอัตโนมัติประกอบด้วย 2 ส่วน (รูปที่ 5) คือ (1) **ระบบ** SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบระดับน้ำในช่วงคลองต่างๆ ว่าต่ำกว่าความต้องการหรือไม่ ถ้าต่ำกว่าจะส่งสัญญาณควบคุม ปตร. ปากคลองให้ส่งน้ำเข้าคลองมากขึ้น ถ้าสูงกว่าจะควบคุม ปตร. ปากคลองให้ลดปริมาณน้ำที่ส่งเข้าคลองลง และ (2) **ประตูน้ำอัตโนมัติ** (Automatic gate) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำในคลองให้อยู่ที่ FSL ตลอดเวลา ประตูน้ำอัตโนมัติดังกล่าวจะทำงานในลักษณะเดียวกับหุ่นยนต์ (Robot) ดังนั้นต่อไปจะขอเรียกสั้นๆว่า**ประตูยนต์** (Robogate) ซึ่งอยู่ระหว่างการพัฒนาต้นแบบและทดสอบการทำงานในห้องปฏิบัติงาน โดยคุณวิชญ์ ศรีวงษา นิสิตปริญญาโท โครงการปริญญาโทสาขาวิชาวิศวกรรมชลประทาน ภาคพิเศษ วิทยาลัยการชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บทความนี้จะกล่าวถึงประตูยนต์ในรายละเอียดในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 5 Automatic Canal Regulation

ประตูยนต์ (Robogate) ถูกออกแบบให้ทำงานในโมด (Mode) ของ Upstream Control มีหน้าที่ควบคุมระดับน้ำในคลองสายใหญ่ให้อยู่ที่ FSL ประตูยนต์แต่ละตัวจะทำงานเป็นเอกเทศต่อกัน มี Sensor วัดระดับน้ำหน้า ปตร. ถ้าพบว่าระดับน้ำลดต่ำกว่า FSL กล่องควบคุม (Microcontroller) จะสั่งการให้ลดบานลง ถ้าระดับน้ำสูงกว่า FSL จะสั่งการให้เปิดบานเพิ่ม โดยสามารถเขียนโปรแกรมให้กล่องควบคุมคอยตรวจสอบระดับน้ำด้านหน้า ปตร. ตามระยะเวลาที่กำหนด แล้วทำการปรับบานเพิ่มหรือลดตามที่กำหนด สำหรับต้นแบบประตูยนต์ที่กำลังทดสอบการใช้งาน ได้กำหนดให้กล่องควบคุมตรวจสอบระดับน้ำหน้าอาคารทุก 6 วินาที แล้วปรับบานเพิ่มหรือลดครั้งละ 1 ซม. ยิ่งช่วงเวลาในการตรวจวัดและปรับบานสั้นจะยิ่งสามารถควบคุมระดับน้ำให้เข้าใกล้ FSL ได้มากเท่าขึ้นเท่านั้น

ตามรูปที่ 5 **ระบบ SCADA** จะทำงานในทำนองเดียวกับประตูยนต์แต่ซับซ้อนกว่า (หรือฉลาดกว่า) และทำงานในโมดของ Downstream Control เพื่อควบคุมการปรับ ปตร. ปากคลองให้ส่งน้ำเข้าสู่คลองสายใหญ่ตามความต้องการ มี Sensor ตรวจวัดระดับน้ำในช่วงคลองต่างๆ แล้วส่งข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์กลางเพื่อประมวลว่ามีการขาดน้ำในช่วงคลองไหน ขาดเป็นปริมาณเท่าใด เพื่อจะได้สั่ง ปตร. ปากคลองให้ส่งน้ำเข้าสู่คลองสายใหญ่เพิ่มตามปริมาณที่ต้องการ ในทางตรงกันข้ามถ้ามีน้ำเกินความต้องการ จะสั่งให้ลดปริมาณน้ำที่ส่งเข้าคลองลง ระบบ SCADA จะวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ขาดหรือเกิน แล้ววิเคราะห์ว่าต้องเปิดบานเพิ่มหรือลดบานลงเท่าใด ระบบ SCADA จะคอยตรวจสอบระดับน้ำและปรับ ปตร.ปากคลองตามความต้องการท้ายน้ำในช่วงเวลาที่กำหนด

ข้อมูลเบื้องต้นของประตูยนต์ต้นแบบ

ในปัจจุบันหุ่นยนต์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากทั้งทางการทหาร และในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆมากมาย จึงน่าจะได้มีการสร้างหุ่นยนต์ไว้ช่วยควบคุมระดับน้ำในคลองชลประทานตามแนวความคิดของระบบการควบคุมการส่งน้ำในคลองแบบอัตโนมัติที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่แล้ว โดยใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมเครื่องกล

วิศวกรรมไฟฟ้าอิเลคทรอนิกส์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างเป็นนวัตกรรมใหม่ในวงการชลประทานในประเทศไทย

ประตูยนต์ต้นแบบที่กำลังพัฒนาประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน (รูปที่ 6) คือ

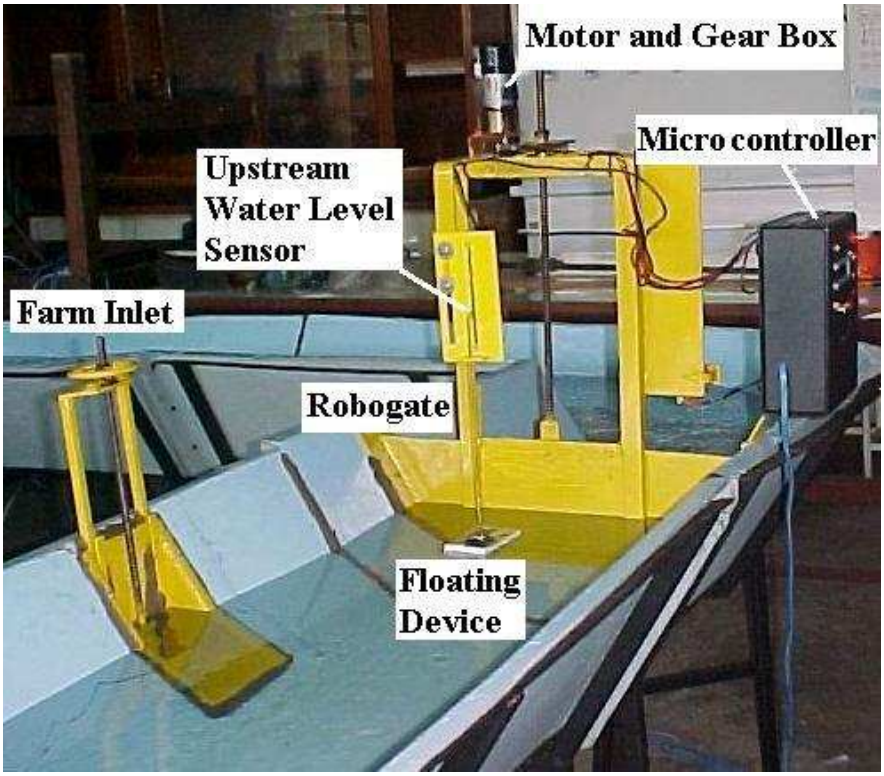
(1) ส่วนควบคุม (Microcontroller)

(2) ส่วนตรวจจับหรือเซนเซอร์ (Sensor)

(3) บานประตู (Gate)

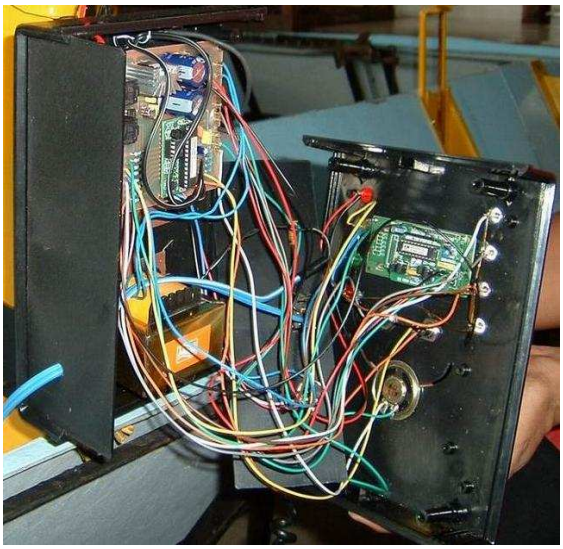
(4) ชุดเฟืองและมอเตอร์ (Gear box and motor)

หัวสมองหรือส่วนควบคุมที่สำคัญของประตูยนต์ที่กำลังพัฒนาและทดสอบการใช้งาน ในห้องปฏิบัติการโดยใช้รางน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมูขนาดความกว้างที่ก้น 30 ซม. ลึก 30 ซม. สามารถระบายน้ำได้ด้วยอัตรา 12 ลิตร/วินาที ได้เลือกใช้ Microcontroller ตระกูลเบสิคแสตมป์ 2SX (วรพจน์ และคณะ. 2545; วรพจน์และชัยวัฒน์. 2545) ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมไม่ยากเกินไป แต่การทำงานเป็นที่น่าพอใจ ใช้พอร์ท P0 - P3 สำหรับควบคุมการยกบานประตูน้ำขึ้น - ลง โดยเกียร์มอเตอร์ที่มีแรงบิด 10 กก.-ซม. ใช้พอร์ท P12 สำหรับการตรวจวัดระดับน้ำ ทำงานในฟังก์ชั่น RCTIME โดยมีตัวต้านทานแบบลิเนียร์ 10 กิโลโอห์มชนิดสไลด์ต่อกับลูกลอยขนาดเล็กทำหน้าที่เป็น Sensor วัดระดับน้ำ ที่ต้องการควบคุมหน้าปตร. ให้คงที่ตลอดเวลา (รูปที่ 6(1)) สัญญาณจากการตรวจวัดแบบลอจิคจะส่งเข้าประมวลผลที่ CPU ภายในตัว Microcontroller ตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ถ้าระดับน้ำสูงเกินกว่าที่กำหนด (FSL) เกียร์มอเตอร์จะยกบานขึ้น แต่ถ้าระดับน้ำหน้าประตูลดต่ำลงมากกว่าที่กำหนด (FSL) เกียร์มอเตอร์จะลดระดับบานประตูลง แต่ถ้าไม่มีน้ำไหลผ่าน ปตร. จะปิดสนิทเพื่อรอให้น้ำที่ไหลยกระดับขึ้นตามต้องการ นอกจากนี้ยังใช้พอร์ท P9 และ P10 สำหรับระบบป้องกันมอเตอร์ และใช้พอร์ท P15 สำหรับการแสดงผลทางหน้าจอ LCD ส่งสัญญาณแบบสายเดี่ยว(The Dallas 1- Wire bus) นอกจากนั้นยังสามารถแสดงผลการทำงานด้วยหลอด LED ได้อีกด้วย



(1) ประตูยนต์ต้นแบบ

(2) Microcontroller



(3) รายละเอียดภายใน Microcontroller

รูปที่ 6 ประตูยนต์ต้นแบบที่กำลังพัฒนาและทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การพัฒนาและทดสอบต้นแบบประตูยนต์ควบคุมระดับน้ำในคลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาไปใช้งานในโครงการนำร่องปรับปรุงระบบควบคุมประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน อ.พังโคน จ.สกลนคร ซึ่งโครงการฯน้ำอูนได้เลือกคลอง LMC เป็นโครงการนำร่องเพื่อติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ สภาพโดยทั่วไปของโครงการมี ทรบ. 1 แห่งระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำสู่ LMC และ ปตร.ทดน้ำกลางคลอง 4 แห่ง มีกิจกรรมการใช้น้ำในช่วงเวลา 01:00 – 9:00น. สาเหตุของการส่งน้ำในเวลาดังกล่าวเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Hour การจ่ายน้ำเข้าสู่แปลงเพาะปลูกจะใช้วิธีสูบน้ำจากคลอง LMC ระดับน้ำที่หน้าโรงสูบน้ำจะต้องสูงและคงที่ตลอดเวลา จากการตรวจสอบสภาพโครงการในเบื้องต้นพบว่าควรปรับปรุงประตูระบายน้ำกลางคลองทั้ง 4 แห่ง เป็นประตูยนต์เพื่อควบคุมระดับน้ำให้คงที่ตลอดเวลา ผลการทดสอบการทำงานของประตูยนต์ในห้องปฏิบัติการเบื้องต้นให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ที่สำคัญคือการพัฒนาประตูยนต์นี้ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาด มีราคาไม่แพง ทำให้ค่าลงทุนถูก สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ถ้าหากมีปัญหาในการใช้งานในสนาม

เอกสารอ้างอิง

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และ วัชระ เสือดี. 2538. การพัฒนาโปรแกรม WASAM Version 2 วิศวกรรมสาร มก. 25:98-115.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2539. แนวความคิดในการจัดสรรน้ำระดับโครงการ. ดงตาลสัมพันธ์. สมาคมนิสิตเก่าวิศวกรรมศาสตร์ มก. 30-41.

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และ ลำจวน เขียวแก่. 2539. การพัฒนา WASAM 2.2 สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน วิศวกรรมสาร มก. 28:59-72.

ภราดา มีอำพล และ วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2542 การพัฒนาโปรแกรม WASAM 3.01. ชลกร ฉบับวันชูชาติ สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์. 4 มกราคม 2542. น.77-95.

วิชญ์ ศรีวงษา และ วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2546. การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูน้ำระยะไกล ในการประชุมทางวิชาการประจำปี 2546ซ วิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. น.549-559.

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , อรรถพล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545. คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์และชุดคำสั่งของเบสิกแสตมป์ 2SX . บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด , กรุงเทพ ฯ. 124 น.

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทลเลอร์อย่างง่ายด้วยเบสิคแสตมป์ 2SX Easy learning MCU with BASIC Stamp 2SX. บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด , กรุงเทพ ฯ. 383 น.