ระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสน

Kamphaengsean Canal Automation System (KPS CAS)

วิชญ์ ศรีวงษา[1] และ วราวุธ วุฒิวณิชย์[2]

Vich Sriwongsa[1] and Varawoot Vudhivanich[2]

บทคัดย่อ

ระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสนใช้เป็นต้นแบบทดสอบการทำงานและพัฒนาโปรแกรมให้ดีก่อนนำไปสร้างใช้งานในระดับโครงการชลประทาน แนวทางพัฒนาใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติคือ robogate ver.5 ที่ใช้ระบบฝังตัว ประกอบด้วยไมโครคอนโทลเลอร์ 2 ตัว เขียนโปรแกรมควบคุม DC เกียร์มอเตอร์เพื่อเปิด-ปิด บาน ปตร. ควบคุมการส่งน้ำอัตโนมัติแบบ downstream water level control สถานีแม่ข่ายสามารถติดตามวิเคราะห์การส่งน้ำและสั่งเปิด-ปิดบานประตูในระยะไกล รับค่าตรวจวัดระดับน้ำ และระยะยกบานประตูผ่านคลื่นวิทยุ CB 245 MHz automatic data logger และ automatic upload เพื่อนำเสนอข้อมูลผ่าน internet ทุก ½ ชั่วโมง ใช้พลังงานแสงแดดสำหรับสถานีที่ติดตั้งบริเวณไม่มีกระแสไฟฟ้า ติดตั้งเครื่องมือเพื่อทดสอบใช้งานในคลองส่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม จำนวน 7 สถานีคือ สถานี robogate 901–903 สถานี telemetering 904–905 สถานีตรวจอากาศชลประทาน 906 และสถานีแม่ข่ายที่ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ทดสอบวัดระดับน้ำ การควบคุมเปิด-ปิดประตูระยะไกลระหว่างเดือนมิถุนายน - กันยายน 2549 ได้ผลดีน่าพอใจ ขณะนี้อยู่ระหว่างเขียนโปรแกรม KPS CAS เพื่อให้เครื่องมือทำงานเป็นคลองอัตโนมัติที่สมบูรณ์ต่อไป

ABSTRACT

The prototype of Kamphaengsean canal automation system using for water delivery was studied and developed CAS programing. Firstly the robogate ver.5 was developed used robot and embedded technology, dual core microcontroller for operating and communication. The robogates were programed for gate adjustment and downstream water level control. Base station was designed for monitoring and remote via CB 245MHz radio. The interface programming uses PC for automatic data logger and automatic internet data upload. Second used solar cell as power supply for some station without power line. All devices of 7 stations were installed for irrigation canal testing in Kamphaengsean Campus, robogate 901-903, telemetering 904-905, weather watch and base station at irrigation engineering faculty. The devices have worked well for field test during June-September 2006. Finally canal automation programming is developing for completely KPS CAS field working.

Key words: canal automation, water deliverly

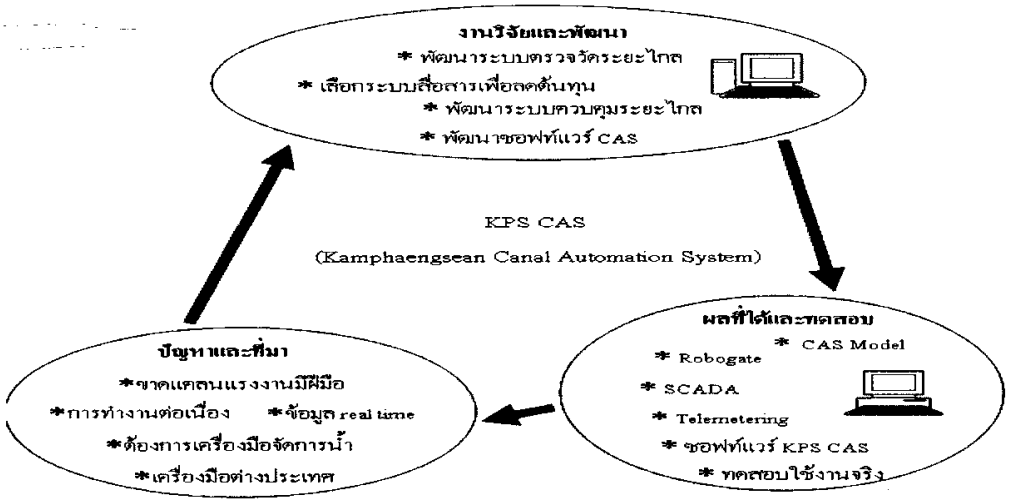
V. Sriwongsa: canal_auto@yahoo.com

[1] นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม
Department of Irrigation Enginerring, Faculty of Enginerring, Kasetsart University Kamphaengsaen Campus Nakhon Pathom

[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม
Department of Irrigation Enginerring, Faculty of Enginerring, Kasetsart University Kamphaengsaen Campus Nakhon Pathom

คำนำ

ความต้องการเครื่องมือบริหารจัดการน้ำแบบ real time เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือที่ต้องทำงานควบคุมอาคารชลประทานอย่างต่อเนื่อง และความต้องการพัฒนาสร้างเครื่องมือขึ้นใช้งานเองเพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการจัดซื้อเครื่องมือต่างประเทศที่มีราคาแพง จึงเกิดวงจรเป้าหมายงานวิจัยพัฒนาระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสน ใช้เป็นต้นแบบ เครื่องมือที่ได้จะนำกลับไปแก้ปัญหาที่กล่าว ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรเป้าหมายงานวิจัยพัฒนาระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสน

การพัฒนาเทคโนโลยีระบบควบคุมน้ำในคลองอัตโนมัติ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ

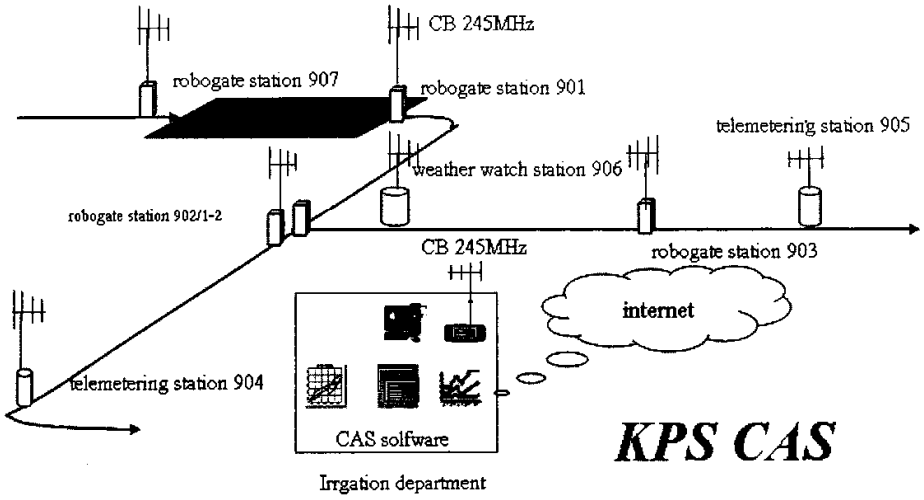
1. ระบบโทรมาตร (Telemetering) คือ ระบบตรวจวัดน้ำและเก็บบันทึกข้อมูลระยะไกลแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบสื่อสาร เช่น วิทยุ โทรศัพท์ โทรศัพท์ไร้สาย หรือระบบ GPRS (General Packet Radio Service) เป็นต้น แต่ระบบไม่สามารถตัดสินใจ และทำการควบคุมระยะไกลได้

2. ระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) คือ ระบบการตรวจวัดและควบคุมระยะไกล (วราวุธ และวิชญ์, 2546) ระบบ SCADA มีระบบโทรมาตรเป็นพื้นฐานในการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจก่อนทำการสั่งการเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำ (ปตร.) ระยะไกล ระบบ SCADA สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายระดับ เช่น ระบบ SCADA แบบใช้คนเป็นผู้ตัดสินใจและสั่งการ หรือระบบที่ก้าวหน้ากว่า คือ มีระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) อย่างไรก็ตาม ระบบ SCADA ส่วนใหญ่ยังต้องมีคนเป็นหลักในการตัดสินใจก่อนการสั่งการควบคุมระยะไกล

3. ระบบคลองอัตโนมัติ (Canal Automation System, CAS) คือ ระบบ SCADA ที่ก้าวหน้ามากขึ้น สามารถทำการตรวจวัดและควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติ ระบบนี้สามารถตัดสินใจและสั่งการตามตรรกะ (Logic) ที่กำหนดไว้ ระบบคลองอัตโนมัติอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ ระบบควบคุมอัตโนมัติเฉพาะจุด (Localized Control) โดยใช้ Microcontroller หรือ Embeded System มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของปตร. แต่ละตัวให้ทำงานอย่างเป็นอิสระ ปตร. ที่ทำงานในลักษณะนี้ เรียกว่า ประตูยนต์ (Robogate) (วราวุธ และวิชญ์, 2547) ซึ่งเรียกระบบคลองอัตโนมัติแบบนี้ว่า CAS(Robogate) ระบบคลองอัตโนมัติที่ก้าวหน้ากว่า คือ

แบบ Computerized Centralized Control (CCC) ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่ที่ศูนย์ควบคุม (Operation Center) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากระบบโทรมาตรต่างๆ เก็บบันทึกข้อมูลลงใน Data Base (Zimbelman and Bedworth 1983) มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถพยากรณ์ (Forecast) และจำลอง (Simulate) สถานการณ์ล่วงหน้าก่อนตัดสินใจและสั่งการควบคุม ปตร. ระยะไกลแบบอัตโนมัติในช่วงเวลาปกติ แต่ในช่วงเวลาวิกฤติจำเป็นต้องใช้คนตัดสินใจและสั่งการ ระบบคลองอัตโนมัติแบบนี้เรียกว่าระบบ CAS (CCC)

ระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสนที่พัฒนาขึ้นด้วยอุปกรณ์อิเลคทรอนิค (Ploss, 1987) ใช้เป็นต้นแบบทดสอบการทำงาน และพัฒนาเขียนโปรแกรม CAS ให้ดีก่อนนำไปสร้างใช้งานในระดับโครงการชลประทาน การเขียนโปรแกรมให้ทำงานดีต้องอาศัยข้อมูลจากการทดสอบใช้งาน (Burt,1983) และการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นร่วมกับอุปกรณ์ของจริงอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา อีกทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหลายท่านร่วมกันทำงานพร้อมกันซึ่งเป็นการยากที่จะมีเวลาพร้อมกัน ดังนั้นเพื่อให้งานพัฒนา CAS(Robogate) ทำได้ต่อเนื่องและนำเทคโนโลยีส่งไปใช้กับ NAM-OON CAS หรือโครงการชลประทานแห่งอื่นที่อยู่ห่างไกล ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน ได้พัฒนา KPS CAS (Kamphaengsean canal automation system) ติดตั้งทดสอบการใช้งานที่คลองส่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม แนวคิดการออกแบบ (ภาพที่ 2) ให้เป็นระบบที่ใช้ต้นทุนต่ำ ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Chevereau and Schwartz-Benezeth, 1987) ข้อมูลจากสนามส่งผ่านคลื่นวิทยุ CB(citizen band) 245 MHz กำลังส่ง 0.5 W รัศมีการใช้งานครอบคลุมคลองส่งน้ำทั้งหมด คัดแยกช่องความถี่ย่อยโดยใช้ CTCSS tone รับ-ส่งข้อมูลเข้ารหัส DTMF encoder/decoder ที่พัฒนาขึ้น การนำเสนอข้อมูล automatic upload ที่หน้าเวปเพจพร้อมกับใช้ host ของ internet เป็น data logger



ภาพที่ 2 แนวคิดออกแบบ KPS CAS (Kamphaengsean canal automation system)

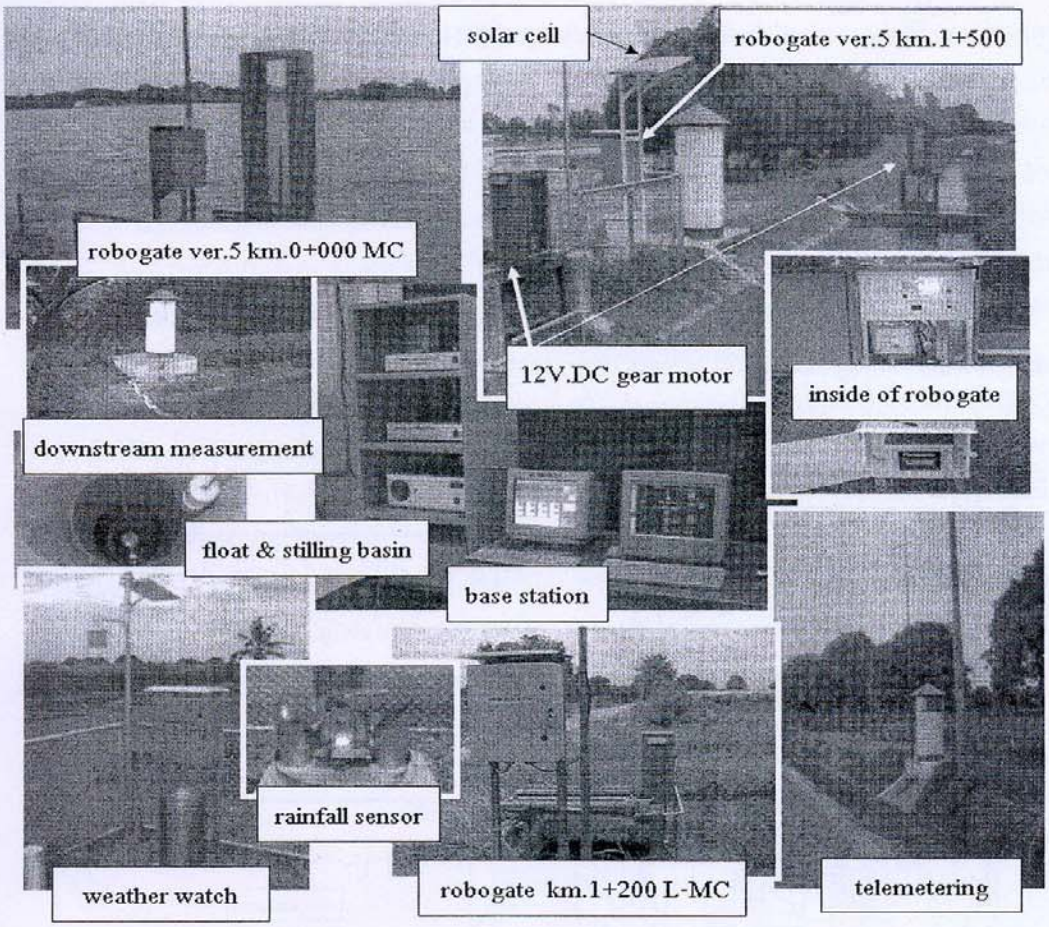
อุปกรณ์และวิธีการ

ส่วนประกอบสำคัญคือใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ควบคุมปริมาณน้ำภายในคลองส่งน้ำ (robogate) สามารถติดตามวิเคราะห์และรับ-ส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ CB 245 MHz ใช้พลังงานแสงแดดสำหรับเครื่องมือที่ติดตั้ง

บริเวณที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า ประตูยนต์รุ่นที่ 5 (robogate ver.5) ใช้ระบบฝังตัวมีไมโครคอนโทลเลอร์ 2 ตัว การทำงานของ mcu1 และ mcu2 เป็นอิสระต่อกัน mcu1 ทำหน้าที่รับและแปลงสัญญาณตรวจวัดแบบ ADC ของระดับน้ำหน้า-ท้ายประตูระบายน้ำจาก sensor ชนิด potensiometer ที่ต่อกับเฟืองโซ่เบอร์ 25 และลูกลอย การตรวจวัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำใช้ sensor แบบเดียวกันต่อกับแกนเครื่องกว้านบาน ใช้ DS1307 เป็นฐานเวลาจริงเพื่อกำหนดระยะเวลาทำงานของ mcu1 ใช้ 24LC128 เป็น data logger สำรองข้อมูลภายในเครื่องเฉพาะกรณีฉุกเฉินแม่ข่ายเกิดขัดข้อง เพราะเวลาปกติเครื่องจะส่งข้อมูลให้แม่ข่ายทุก ½ ชม. มีสวิทช์เลือกโหมดการทำงานแบบ auto/manual สวิทช์และรีเลย์เปิด-ปิดประตูระบายน้ำได้ 2 บาน ใช้ LCD 4x20 แสดงผลการตรวจวัดระดับน้ำมีหน่วยเป็น เมตร รทก. ระยะเปิดประตูมีหน่วยเป็น เมตร แสดงเวลาจริงของเครื่อง แสดงโหมดการทำงานของเครื่องขณะนั้น mcu1 ใช้ภาษาสูง (basic) เขียนควบคุมให้ทำงานตามต้องการ mcu2 รับ-ส่งข้อมูลการตรวจวัด ข้อมูลจะพักไว้ที่หน่วยความจำของ mcu2 รอส่งข้อมูลแบบ DTMF encoder ให้แม่ข่ายผ่าน mic วิทยุรับ-ส่ง และ DTMF decoder ใช้ IC 8870 และ mcu2 ตามตารางที่ 1 การถอดรหัสจะได้เป็นเลขฐาน 16 ที่มีค่าระหว่าง 1 - F และเลขฐานสอง จากนั้นนำมา format ใหม่เป็นกลุ่มคำสั่งควบคุม หรืออักษรพิเศษ การคัดแยกช่องความถี่ของ KPS CAS ใช้ CTCSS ช่องที่ 1 (67Hz) ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบใช้งานตามภาพที่ 2 และการติดตั้งอุปกรณ์จริงในภาพที่ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่ารหัสที่ถอดได้จาก IC 8870 และ mcu2

Low frequency	High frequency	Hex	binary				Format
			D_3	D_2	D_1	D_0	
697	1209	1	0	0	0	1	1
697	1336	2	0	0	1	0	2
697	1477	3	0	0	1	1	3
770	1209	4	0	1	0	0	4
770	1336	5	0	1	0	1	5
770	1447	6	0	1	1	0	6
852	1209	7	0	1	1	1	7
852	1336	8	1	0	0	0	8
852	1447	9	1	0	0	1	9
941	1336	0	1	0	1	0	0
941	1209	A	1	0	1	1	stop
941	1477	B	1	1	0	0	call
697	1633	C	1	1	0	1	station
770	1633	D	1	1	1	0	end
852	1633	E	1	1	1	1	:
941	1633	F	0	0	0	0	.



ภาพที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบใช้งานจริง

1. สถานี 901 robogate ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ กม. 0 + 000 ควบคุมปริมาณน้ำไหลผ่านประตูแบบ down stream volume control อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดลูกลอย วัดระดับน้ำในบ่อ 1 และทางท้ายน้ำที่ กม. 0 + 020 ส่งข้อมูลให้ robogate ควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำโดย DC เกียร์มอเตอร์ ที่สถานีแม่ข่ายควบคุมจะรับ-ส่งข้อมูลระดับน้ำและการทำงานผ่านคลื่นวิทยุ CB

2. สถานี 902/1 และ 902/2 robogate คลองส่งน้ำสายใหญ่และปากคลองซอย กม. 0 + 000 ควบคุมปริมาณน้ำไหลผ่านประตูแบบ up stream water level control อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดลูกลอย วัดระดับน้ำด้านเหนือน้ำ-ท้ายน้ำ ส่งข้อมูลให้ robogate ควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำพร้อมกันจำนวน 2 แห่ง บริเวณที่ตั้งแห่งนี้ใช้พลังงานแสงแดดแปลงเป็นไฟฟ้า

3. สถานี 903 robogate กลางคลองซอยหน้าศูนย์วิจัยการใช้น้ำของอ้อย ควบคุมปริมาณน้ำไหลผ่านประตูแบบ up stream water level control อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดลูกลอย วัดระดับน้ำด้านเหนือน้ำ-ท้ายน้ำ

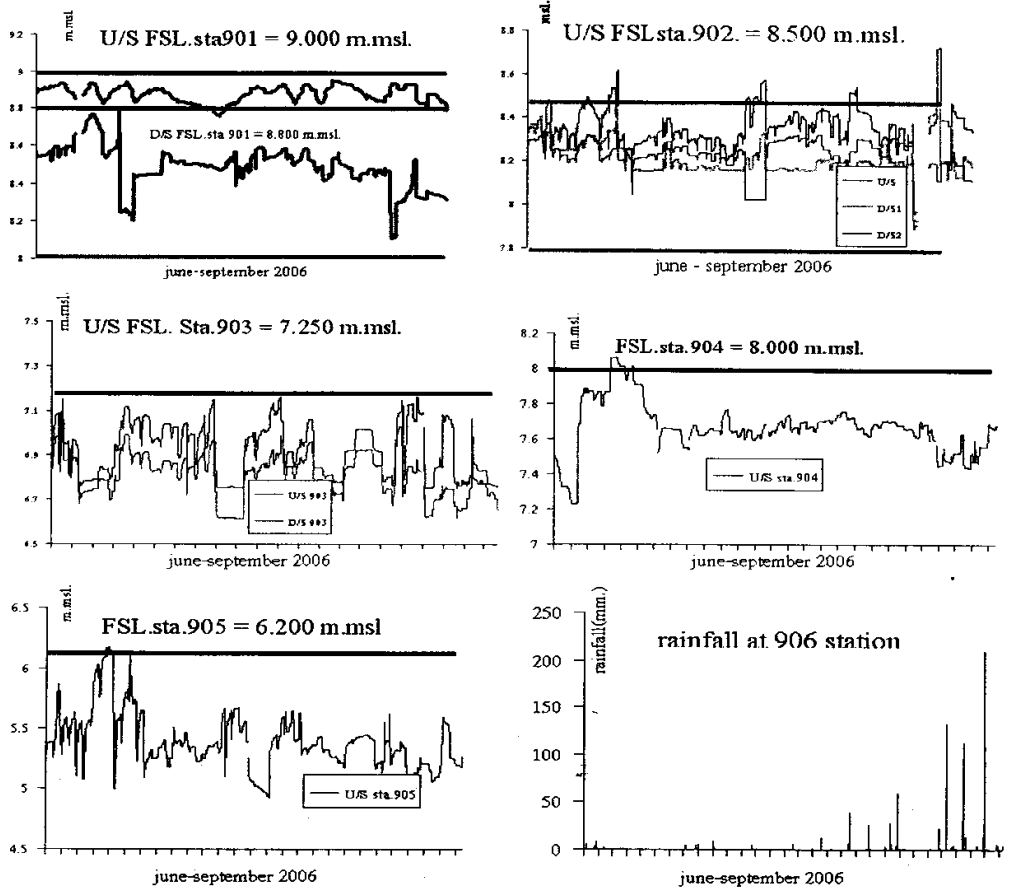
4. สถานี 904-905 วัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติ (telemetering) จำนวน 2 แห่งติดตั้งที่คลองส่งน้ำสายใหญ่ข้างคอกวัวสัตวบาล และคลองซอยที่หน้าสถานีวิจัยคณะประมง ใช้อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดลูกลอย

5. สถานี 906 ตรวจวัดอากาศชลประทานจำนวน 1 แห่งประกอบด้วยเครื่องวัดน้ำฝนชนิดถ้วยกระดก sensor วัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแบบอัตโนมัติ สถานีนี้ใช้พลังงานจากแสงแดด

6. สถานีแม่ข่าย (base station) ควบคุม ประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อ PC ผ่าน serial port เขียนโปรแกรม KPS CAS เรียกรับข้อมูลจาก robogate สถานีวัดระดับน้ำ (telemetering) และสถานีตรวจวัดอากาศชลประทานแบบอัตโนมัติ ผ่านคลื่นวิทยุ CB ข้อมูลเก็บแบบ data logger ลงในฮาร์ทดิสของ PC และ automatic upload ขึ้น internet ที่ http://pirun.ku.ac.th/~g4785009 ทุก ½ ชั่วโมง

ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบใช้งานจริงระหว่างเดือน มิถุนายน-กันยายน 2549 โดยให้เครื่องมือตรวจวัดและส่งข้อมูลให้สถานีแม่ข่ายบันทึกลงฐานข้อมูลและ upload เข้าเครือข่าย internet แบบอัตโนมัติทุก ½ ชั่วโมง ซึ่งผลการตรวจวัดระดับน้ำหน้า-ท้ายของสถานี 901-905 และปริมาณฝนตกที่สถานี 906 แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการทดสอบใช้งานสถานี 901-906 ระหว่างมิถุนายน-กันยายน 2549

อุปกรณ์ทั้งระบบทำงานตรวจวัดระยะไกลได้ดีตลอดช่วงทดสอบ ในปัจจุบันยังคงทดสอบใช้งาน เก็บข้อมูลการส่งน้ำเพื่อใช้ประกอบการเขียนโปรแกรมควบคุมระดับน้ำในคลอง ซึ่งในขณะนี้ KPS CAS อยู่ระหว่างเขียนโปรแกรมที่สามารถจำลองสถานการณ์ประมวลผลและสั่งการอย่างถูกต้อง เพิ่มระบบความปลอดภัยในการควบคุมระดับน้ำในคลอง เพื่อยกระดับให้เป็นระบบคลองอัตโนมัติแบบ CAS (CCC) ซึ่งเป็นระบบที่ค่อนข้างสมบูรณ์แบบ การตรวจวัดและควบคุมการส่งน้ำจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติ โดยมีเจ้าหน้าที่ชำนาญการประจำศูนย์

ควบคุมเพื่อคอยตรวจสอบว่าเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้ตามปกติ ให้ผลการส่งน้ำตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำได้ดีตลอดช่วงการเพาะปลูกพืช

สรุป

ระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสนเป็นแบบ CAS (Robogate) คือ การแปลง ปตร. ธรรมดา ให้เป็นประตูยนต์ ทำการควบคุมระดับน้ำด้านเหนือน้ำหรือด้านท้ายน้ำตามที่กำหนดไว้ เนื่องจากประตูยนต์ทำการควบคุมระดับน้ำเฉพาะจุด ผลการควบคุมเฉพาะจุดจะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำด้านเหนือและท้ายประตู และมีผลต่อการทำงานของประตูยนต์ด้านเหนือและท้ายน้ำ เช่น ประตูยนต์แบบควบคุมเหนือน้ำจะพยายามควบคุมระดับน้ำหน้าประตู โดยไม่คำนึงถึงปริมาณน้ำที่ส่งให้ท้ายน้ำ ถ้าน้ำที่ส่งเข้าคลองมีน้อยกว่าความต้องการ ประตูท้ายน้ำอาจไม่ได้รับน้ำก็ได้ ต้องเพิ่มระบบช่วยปรับแก้กรณีที่ Supply ไม่เท่ากับ Demand และการพัฒนาระบบควบคุมน้ำในคลองอัตโนมัติขึ้นใช้งานเอง จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มให้กับเครื่องมืออีกคือ ประสิทธิภาพ-ประสิทธิผลในการส่งน้ำ ค่าลงทุน ความรู้ความชำนาญของเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร ลักษณะอาคารควบคุมน้ำของโครงการ ระบบส่งกระแสไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ปริมาณฝนที่ตก ปริมาณน้ำที่ใช้เพาะปลูกของเกษตรกร การดูแลรักษาเครื่องมือตลอดระยะเวลาการใช้งาน จะเป็นส่วนที่เติมให้การพัฒนาระบบคลองอัตโนมัติสมบูรณ์และใช้เป็นเครื่องมือช่วยงานส่งน้ำได้อย่างแท้จริง

คำนิยม

ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

วิชญ์ ศรีวงษา และ วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2546. การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำระยะไกล. การประชุมวิชาการประจำปี 2546 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และวิชญ์ ศรีวงษา. 2547. ประตูยนต์. วันชูชาติ 4 มกราคม 2547. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์. นนทบุรี.

Burt, C.M. 1983. Regulation of sloping canals by automatic downstream control. PhD dissertation, Utah State University, Logan, Utah. USA.

Chevereau, G., and Schwartz-Benezeth,.S. 1987. BIVAL system for downstream control. Planing, operation, rehabilitation and automation of irrigation water delivery system. Zimbelman, ed., ASCE, New York. USA.

Ploss, L. 1987. Canal automation using the electronic filter level offset (EL-FLO) method. Planing, operation, rehabilitation and automation of irrigation water delivery system. Zimbelman, ed., ASCE, New York. USA.

Zimbelman, D.D., and Bedworth, D.D. 1983. Computer control for irrigation-canal system. J. Irrigation Drain Eng., ASCE. USA.