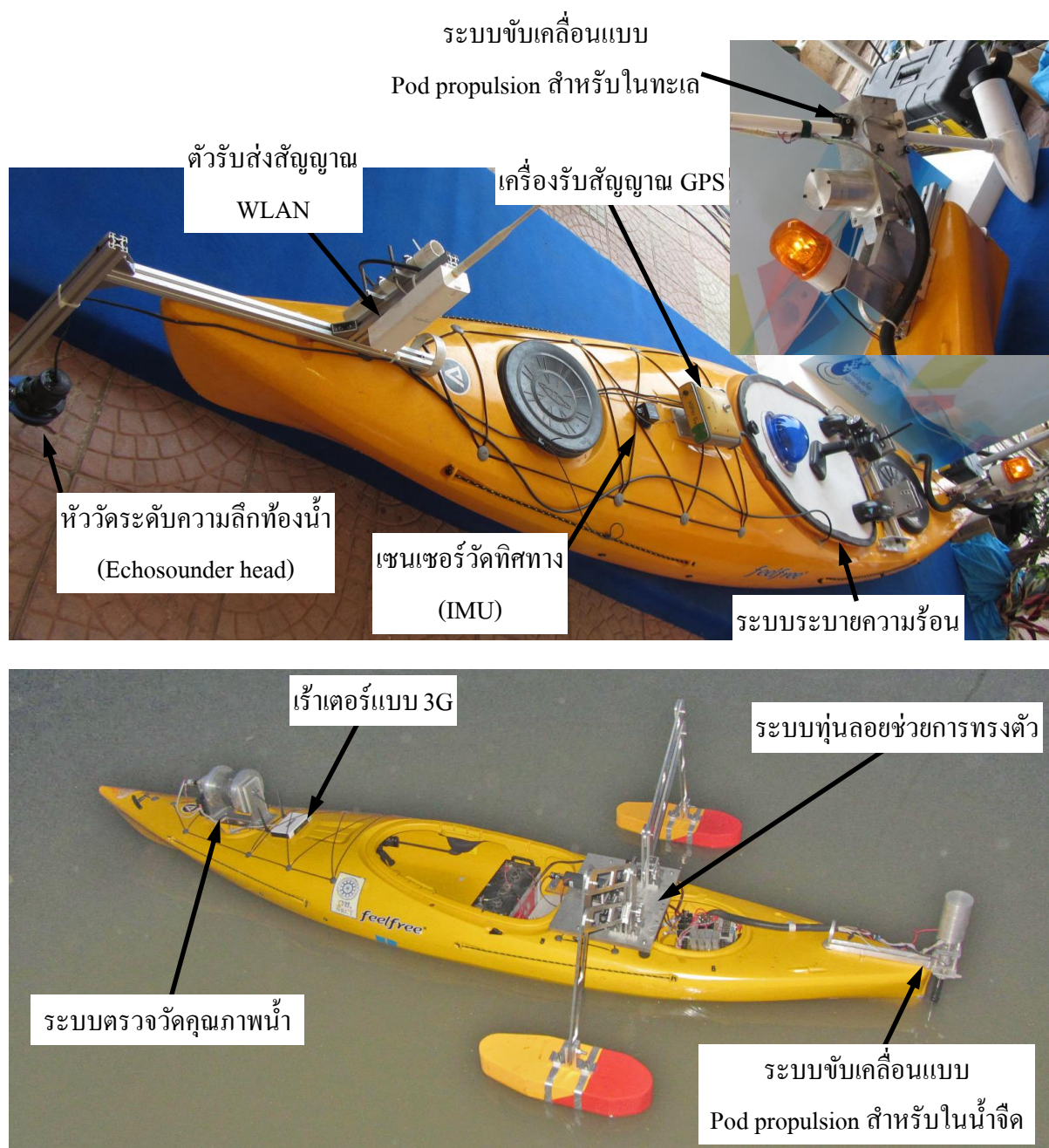


7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะของโครงการย่อยที่ 1

ในโครงการย่อยที่ 1 นี้จะเน้นการพัฒนาควบคุมแบบอัตโนมัติของเรือคายัคให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และ ปรับปรุงระบบขับเคลื่อนที่สามารถปฏิบัติการได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม และ ระบบหุ่นลอยเพื่อช่วยการทรงตัวและเพิ่มเสถียรภาพในการลอยตัวเมื่อปะทะกับคลื่นลมแรง เพื่อให้สามารถนำเรือไปประยุกต์ใช้งานในน้ำทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วยังได้พัฒนาระบบระบายความร้อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อป้องกันไอน้ำหือไอเกลือที่อาจจะทำให้อุปกรณ์เกิดการเสื่อมภาพเร็วขึ้นเมื่อใช้งานนานๆ ซึ่งต้องใช้การบูรณาการของเทคโนโลยีในหลายๆด้านเข้าด้วยกัน ภาพรวมของเรืออัตโนมัติที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้แสดงในรูปที่ 7.1



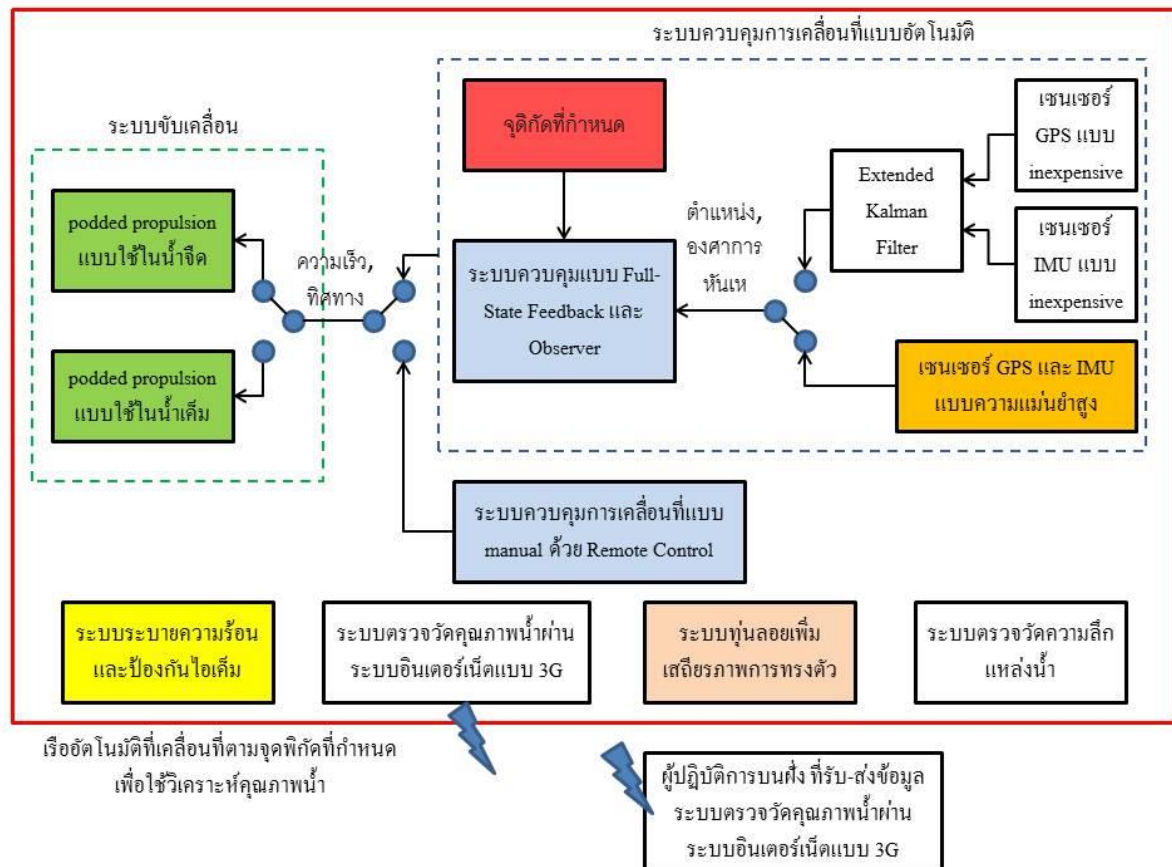
รูปที่ 7.1 ภาพรวมของระบบทั้งหมดที่ได้ติดตั้งกับเรือคายัค

ตารางที่ 7.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเซนเซอร์ที่ใช้และระบบต่างของเรือในโครงการย่อยที่ 1

ขนาด : กว้าง x ยาว	0.68 x 3.85 เมตร
กินน้ำลึก	0.60 เมตร
น้ำหนักเรือเปล่า	18.5 กิโลกรัม
น้ำหนักบรรทุก	100 กิโลกรัม
ความเร็วเฉลี่ย	7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
เซนเซอร์นำร่อง	Topcon GPS และ Micro-strain IMU
เซนเซอร์วัดความลึกแหล่งน้ำ	Echo Sounder จาก Garmin 421s วัดความสูงสุด 457 เมตร
ระบบขับเคลื่อน	Podded Propulsion ที่ใช้งานได้ในน้ำจืดและน้ำเค็ม
ระบบควบคุมการเคลื่อนที่	รีโมทบังคับวิทยุ 2.4 GHz หรือ แบบอัตโนมัติตามจุดพิกัด GPS
ระบบระบายความร้อน	พัฒนาระบายความร้อนและสารดูดความชื้น
ระบบหุ่นช่วยการทรงตัว	เพิ่มเสถียรภาพในการลอยตัวให้โคลงน้อยกว่า ± 20 องศา
ระบบจ่ายพลังงาน	แบตเตอรี่ deep-cycle 12 โวลต์

1. ในการสร้างและพัฒนาปรับปรุงระบบโดยรวมของเรืออัตโนมัติในโครงการย่อยที่ 1 จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ดังแสดงในรูปที่ 7.2 ที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้ คือ
 - i. ระบบกลไกการควบคุมการบังคับเลี้ยวของ podded propulsion ที่ประกอบไปด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อน (thruster) ที่ทนการกัดกร่อนของน้ำทะเล และ มอเตอร์บังคับเลี้ยว (heading motor) ที่หุ้มอยู่ในโครงสร้างที่กันน้ำและสามารถยกพับเก็บให้ขนานกับท้ายเรือได้ เพื่อให้เรือคายัคนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในทะเลได้
 - ii. ระบบระบายความร้อนอากาศสำหรับห้องเก็บอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ภายในเรือ โดยการใช้พัดลมช่วยในการดูดอากาศที่ร้อนออก และ มีช่องนำอากาศที่มีสารดูดความชื้นติดตั้งอยู่เพื่อช่วยนำอากาศจากภายนอกเข้ามาหมุนเวียน
 - iii. ระบบหุ่นช่วยการทรงตัว เพื่อเพิ่มเสถียรภาพในการทรงตัวหรือกันการโคลงของเรือหรือพลิกคว่ำของเรือ เมื่อนำไปปฏิบัติการในทะเลที่คลื่นลมมาประทะ และ จะไม่เพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนที่จากน้ำเมื่อไม่ใช้งาน
 - iv. ระบบตรวจวัดความลึกของแหล่งน้ำโดยใช้เซนเซอร์คลื่นเสียง (Echo Sounder) เพื่อช่วยบ่งบอกถึงความลึกในแหล่งน้ำที่ปฏิบัติการ
2. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่กำหนดแบบอัตโนมัติของเรือคายัค (kayak) ที่ขับเคลื่อนด้วย podded propulsion ถูกพัฒนาและปรับปรุงโดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับตัวแปรสถานะ (Full-State Feedback) ร่วมกับตัวสังเกตการณ์สถานะ (Observer) และ ทำการเปรียบเทียบการจำลองการเคลื่อนที่โดยใช้สมการพลศาสตร์ (ทางคณิตศาสตร์) เพื่อศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเรือก่อนนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

เรือคายัคที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถควบคุมได้ 2 ระบบ คือ ใช้การควบคุมระยะไกลผ่านคลื่นวิทยุ โดยผู้ปฏิบัติการ และใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ ในโหมดอัตโนมัติ จุดพิกัดในการเคลื่อนที่จะถูกกำหนดโดยผู้ปฏิบัติการในโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเรือ จากนั้นระบบควบคุมแบบป้อนกลับตัวแปรสถานะที่ได้พัฒนาขึ้น ก็จะพยายามรักษาเส้นทางการเคลื่อนที่ของเรือให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดพิกัดสองจุด โดยการปรับหัวเรือให้เข้าสู่เส้นตรงนี้เสมอ



รูปที่ 7.2 แผนภาพรวมของระบบต่างๆทั้งหมดของเรือคายัคสำหรับโครงการย่อยที่ 1 (เฉพาะที่มีสี)

แต่ในการนำเรือคายัคที่ควบคุมแบบอัตโนมัตินี้ไปใช้งานได้ในคลองหรือแม่น้ำจริงนั้นจะกระทำได้อย่าง เนื่องจากมีอุปสรรคสิ่งกีดขวางมากมาย เช่น อวน ยอ กอผักตบชวา และ สะพานไม้ที่เตี้ย ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้ ไม่ได้ถูกกำหนดไว้หรือที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า จากประสบการณ์ในการลงพื้นที่เพื่อการสำรวจคลอง จริงนั้นยังจำเป็นต้องพึ่งการควบคุมผ่านคลื่นวิทยุโดยผู้ปฏิบัติการ แต่ถ้าเป็นการสำรวจรอบชายฝั่งทะเลที่มี อุปสรรคสิ่งกีดขวางที่น้อย นั้นการใช้งานของระบบควบคุมแบบอัตโนมัตินั้นจะมีความเหมาะสมมากกว่า ซึ่งก็ ยังจำเป็นที่จะต้องพัฒนาระบบหลักสิ่งกีดขวางเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้ระบบการควบคุมสามารถหลบอุปสรรค หรือสิ่งกีดขวาง เช่น เรือ หรือ หุ่นในทะเล ได้ ซึ่งควรที่จะใช้ Sonar หรือ Laser Range Finder ในการ ตรวจจับวัตถุในเส้นทางการเคลื่อนที่เพื่อที่จะวางแผนปรับเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่ได้ล่วงหน้า ก่อนที่จะเข้า ใกล้สิ่งกีดขวางต่างๆ

ปัญหาสำคัญอีกประเด็นหนึ่งที่ประสบในการนำเรือคายัคนี้ไปประยุกต์ใช้งานในภาคสนามจริงคือ แหล่งพลังงานที่จะใช้กับระบบขับเคลื่อนแบบ podded propulsion นั้นเป็นระบบไฟฟ้าซึ่งจะจ่ายจาก แบตเตอรี่แบบ deep-cycle ที่สามารถให้พลังงานได้อย่างต่อเนื่องนานเฉลี่ยได้น้อยประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วจะต้องนำเรือคายัคเข้าเทียบท่าเพื่อทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ ดังนั้นถ้าสามารถนำแหล่งพลังงานอื่นที่มี อัตราการเก็บพลังงานต่อหน่วยได้มากกว่าแบตเตอรี่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน หรือ เป็นแหล่งพลังงานอื่นที่สามารถ นำมาแปลงเป็นกระแสไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับระบบไฮบริดที่มีการใช้พลังงานน้ำมันควบคู่ไปกับมอเตอร์ไฟฟ้าจะ ทำให้สามารถปฏิบัติงานได้เป็นระยะทางที่ไกลหรือทำงานได้เป็นระยะเวลานานขึ้นก็จะสามารถช่วยลดเวลาใน การทำงานจริงโดยลดจำนวนครั้งที่นำเรือเข้าเทียบท่าลง

เมื่อต้องการวัดความลึกของแหล่งน้ำโดยใช้ echosounder ให้ได้อย่างแม่นยำของข้อมูลความลึกมาก ยิ่งขึ้น นั้นควรจะต้องมีมาตรการปรับแก้การโคลงของตัวเรือหรือเซนเซอร์ echosounder โดยสามารถใช้ IMU เป็นตัวเก็บค่าองศาการโคลง (roll angle) เพื่อนำมาปรับแก้กับข้อมูลความลึกที่วัดได้ในภายหลัง หรือ สร้างระบบ active control สำหรับหัว echosounder ให้สามารถรักษาระดับแนวตั้งได้อยู่เสมอ ในส่วนของ ตำแหน่งการติดตั้งหัว echosounder นั้นสามารถย้ายมาติดตั้งทางด้านท้ายเรือได้ เพื่อป้องกันการไปชนหรือ กระแทกเมื่อเรือวิ่งเข้าใกล้ฝั่งหรือตลิ่งได้ โดยตำแหน่งที่ติดตั้งทางท้ายเรื่อนั้นจะต้องอยู่ทางด้านข้างชิดกับเรือ เพื่อหลีกเลี่ยงฟองอากาศที่เกิดจากระบบขับเคลื่อนแบบ podded propulsion

6.1 บทความทางวิชาการ

1. P. Prempraneerach, K. Thamchaitas, P. Kulvanit, “Autonomous Waypoint Tracking of Kayak Boat using State-Variable Feedback Control”, OCEANS 2012 MTS/IEEE YEOSU, May 21-24, 2012.
2. **ปาชาณ กุลวานิช**, สุรเดช สุรัตติศักดิ์, ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์, “เรือหุ่นยนต์สำหรับเก็บข้อมูล สิ่งแวดล้อมทางน้ำ”, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, เมษายน 2555

6.2 การนำเสนอผลงานวิจัยและนิทรรศการ

- 1) ในงาน “Thailand Research Expo 2011” จัดโดย วช. ระหว่างวันที่ 26-30 สิงหาคม 2554 ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ชั้น 22 เซ็นทรัลเวิลด์ ราชประสงค์ กรุงเทพฯ โดยการ บรรยายในหัวข้อเรื่อง : “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ได้ภาคสนามสำหรับงานเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม” และโปสเตอร์เรื่อง “เรืออัตโนมัติควบคุมการเคลื่อนที่ด้วย GPS สำหรับงานทางด้านสิ่งแวดล้อม”



รูปที่ 7.3 Powerpoint และ การนำเสนอผลงาน ในงาน Thailand Research Expo 2011

- 2) ในงาน “โครงการสัมมนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผลงานวิชาการ/ผลงานวิจัย ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ครั้งที่ 2” จัดโดยกรมทรัพยากรน้ำ ระหว่างวันที่ 26-27 กรกฎาคม 2555 ณ โรงแรมรอยัลริเวอร์ กรุงเทพฯ โดยการบรรยายในหัวข้อเรื่อง “เรืออัตโนมัติที่ขับเคลื่อนโดย Podded propulsion ตามเส้นทางที่กำหนดเพื่อใช้เก็บตัวอย่างน้ำ”



รูปที่ 7.4 Powerpoint และ การนำเสนอผลงาน ในงาน โครงการสัมมนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผลงานวิชาการ/ผลงานวิจัย ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ครั้งที่ 2

- 3) ในงานนิทรรศการ “วันนักประดิษฐ์” ประจำปี 2555 ระหว่างวันที่ 2-5 กุมภาพันธ์ 2555 ณ อิมแพคเมืองทองธานี โพสต์เตอร์เรื่อง : หุ่นยนต์ดำน้ำเพื่องานทางสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 7.5 โพสต์เตอร์และวิดิทัศน์ ที่ใช้ในการนำเสนอผลงานในงานวันนักประดิษฐ์