

1. บทคัดย่อภาษาไทย

สนใจติดต่อ “บริการห้องสมุด” : info@dss.go.th

การตรวจวัดมลพิษของน้ำ นับปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินสถานภาพมลพิษของน้ำในแหล่งน้ำสำคัญต่างๆ เช่น คุณภาพน้ำที่จากแหล่งชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม การตรวจวัดคุณภาพของน้ำจะสามารถนำมาใช้ประเมินถึงสภาพของคุณภาพน้ำได้อย่างรวดเร็วและบ่อยครั้ง และสามารถช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ทันที่ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีบุคลากรที่เพียงพอที่จะช่วยเฝ้าระวังการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่เพียงพอ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาเรืออัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วย podded propulsion ให้สามารถปฏิบัติงานได้ทั้งในน้ำจืดและในทะเล โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเล พร้อมทั้งมีระบบตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปแบบที่เป็นพลศาสตร์ ให้สามารถรายงานผลไปยังผู้ปฏิบัติการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบ 3G แบบ ณ เวลาจริง เพื่อลดความเสี่ยงและอำนวยความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติการในการออกสำรวจพื้นที่จริง โดยในแผนงานนี้นั้นจะประกอบไปด้วยระบบหลักๆดังนี้

1. ระบบขับเคลื่อนแบบ podded propulsion ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถทำงานได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล ซึ่งจะให้แรงผลักดันสูงสุดถึง 356 นิวตัน ทำให้ด้านกระแสน้ำในทะเลได้ดี และได้สร้างชุดบังคับลิ้นวแบบสายพานและบังคับความเร็วของใบพัดที่ติดตั้งไว้ทางท้ายเรือ ให้สามารถพับเก็บให้ขนานกับลำเรือได้เพื่อสะดวกต่อการหลบหลีกสิ่งกีดขวางในน้ำและต่อการขนย้าย ในการปฏิบัติงานจะสามารถควบคุมความเร็วใบพัดและทิศทางการหมุนของใบพัดผ่านคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้ร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ
2. ระบบระบายความร้อนและป้องกันไอน้ำและไอเค็มจากทะเลสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับระบบควบคุมต่างๆ โดยออกแบบให้ห้องเก็บอุปกรณ์นั้นกันน้ำกระเด็นและมีพัดลมดูดอากาศเข้าออกจากห้องเก็บอุปกรณ์ พร้อมทั้งมีสารดูดความชื้นเพื่อป้องกันไอน้ำที่อาจเข้ามาได้ ซึ่งจากการทดสอบจะช่วยให้ระบบปฏิบัติการได้นานกว่า 2 ชั่วโมง
3. ระบบหุ่นลอยช่วยการทรงตัวและเพิ่มเสถียรภาพในการลอยตัวของเรือคายัคเมื่อเผชิญกับคลื่นลม โดยใช้หุ่นโพงทรงระบอติดกับแกนที่ยึดออกไปทางด้านข้างของเรือเพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่สัมผัสน้ำทางด้านข้าง ซึ่งช่วยป้องกันการโคลงของเรือคายัคเมื่อมุมโคลงน้อยกว่า 30 องศา เมื่อลงปฏิบัติการในพื้นที่ที่มีคลื่นต่ำกว่า 50 cm และลมแรงได้ เช่นใน ทะเล หรือ บริเวณรอบชายฝั่งทะเล นอกจากนี้หุ่นลอยในรูปแบบที่สองจะสามารถพับเก็บแนบกับเรือได้อีกด้วยเมื่อต้องการหลบสิ่งกีดขวางและไม่ใช้งาน
4. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่กำหนดแบบอัตโนมัติของเรือคายัคที่ขับเคลื่อนด้วย podded propulsion ใช้การควบคุมแบบป้อนกลับตัวแปรสถานะและตัวสังเกตการณ์สถานะ โดยเริ่มต้นได้สร้างแบบจำลองของเรือคายัคที่ขับเคลื่อนด้วย podded propulsion และสร้างระบบควบคุม แล้วทดสอบปรับปรุงประสิทธิภาพการควบคุมการเคลื่อนที่ในโปรแกรมจนดีแล้ว จึงนำระบบควบคุมที่ได้มาประยุกต์ใช้กับเรือคายัคจริง ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มเสถียรภาพและเพิ่มความแม่นยำในการเคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่กำหนด
5. ระบบนำร่องของเรือโดยการบูรณาการข้อมูลจากเซนเซอร์ GPS ที่ให้ค่าพิกัดตำแหน่ง เข้ากับ เซนเซอร์ Accelerometer และ Gyroscope ที่ให้ค่าความเร่งและค่าอัตราเร็วเชิงมุมใน 3 แกน ตามลำดับ โดยใช้เทคนิค Extended Kalman Filter (EKF) เพื่อให้ได้ค่าประมาณของตำแหน่งและองศาการหันเหของหัวเรือที่จะใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของเรือคายัคแบบอัตโนมัติ ในขั้นแรกได้ทำการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของ GPS ที่มีความแม่นยำสูงแต่ราคาแพง กับ GPS หลายตัวที่ราคาประหยัดในพื้นที่

สี่เหลี่ยม ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพิกัดจาก GPS ที่ราคาประหยัดหลายๆตัวเมื่อตัดค่าพิกัดที่ไม่เกาะกลุ่มกับตัวอื่นๆออกไป จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าพิกัดของ GPS ที่มีความแม่นยำสูง หลังจากนั้นจึงทำการบูรณาการข้อมูลจาก GPS Accelerometer และ Gyroscope ด้วยเทคนิค EKF จะได้ค่าพิกัดตำแหน่ง องศาการหันเห ความเร็วในการเคลื่อนที่ใน 3 มิติ พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนของค่าต่างๆด้วย

- ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ ที่สามารถวัดคุณภาพน้ำ (ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าความเค็มหรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ) โดยสามารถตรวจสอบค่าเหล่านี้ได้ที่ระดับความลึกต่างๆไม่เกิน 5 เมตร ตามคำสั่งของผู้ปฏิบัติการผ่านเราเตอร์อินเทอร์เน็ตแบบ 3G ที่ติดตั้งไว้ทั้งบนเรือและบนฝั่ง โดยข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้นี้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบ 3G ไปยัง Web Server และคอมพิวเตอร์ของผู้ปฏิบัติการ ได้แบบ ณ เวลาจริง ในพื้นที่ๆครอบคลุมด้วยระบบเครือข่าย 3G โดยจะมีค่าหน่วยเวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 6 วินาที ในการรับข้อมูลจากเรือมายังผู้ปฏิบัติการ หรือ ในการส่งคำสั่งจากผู้ปฏิบัติการไปยังเรือในการปรับระดับความลึกของหัววัดคุณภาพน้ำ

โดยเรือที่ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติด้วย podded propulsion ที่พัฒนาขึ้นมาจะ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ตรวจวัดคุณภาพน้ำตามจุดที่ต้องการ จะช่วยลดความเสี่ยงและประหยัดเวลาของผู้ปฏิบัติงานในภาคสนาม ในงานวิจัยนี้ได้เน้นไปที่การพัฒนาและปรับปรุงระบบต่างๆให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นและช่วยลดต้นทุนในการนำเข้าอุปกรณ์ราคาแพง และ เพิ่มศักยภาพให้แก่ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำและระบบการรายงานข้อมูลโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้แล้วเรือคายัคนั้นถูกติดตั้งด้วยเซนเซอร์ echosounder และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในภาคสนามจริง เพื่อช่วยสำรวจความลึกของคลองต่างๆในจังหวัดกรุงเทพฯ และ ปทุมธานี โดยได้รับความร่วมมือจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำและเพื่อเป็นฐานข้อมูลของประเทศอีกด้วย

1. บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

Measurement of water pollution is one of the most significant factors in evaluating pollution condition in various important water resources, like drainage water from communities, from industrial and agricultural areas. The objective of water quality measurement is to quickly and frequently monitor water quality state and to quickly resolve environmental problem in time. However, one of the existing problems is insufficient knowledgeable personnel to help monitoring water quality. Thus, our research group proposes to develop a kayak boat driven by podded propulsion that can be operated in both fresh- and salt-water, especially along the costal lines. In additions, we developed an in situ water-quality measurement system that can collect dynamic water quality information and transfer this data from sampling points to a user in real time through 3G internet network. As a result, this system can help reducing the risk as well as increasing flexibility in field operations. This research project includes the following topics:

1. Developed podded propulsion system is capable to operate in both fresh- and salt-water. New podded propulsion provides maximum thrust of 356 N, as a result the kayak

boat can overcome stronger flow current. This new design for timing-belt steering and controlling speed of podded propulsion can be folded parallel to the boat such that it can avoid obstacle in water and it is convenient for transporting. In field operation, both propeller speed as well as propeller thrust direction can be controlled through computer, which is useful for the autonomous way-point tracking integration.

2. Cooling and water-tight system can prevent electrical and electronics equipment for all control systems from over-heating in long and continuous operation and from fresh-water and sea-water corrosion. This electronics compartment is designed to protect water splash and to circulate internal air flow with inlet- and outlet-fans, to absorb internal moisture with silica gel. From testing, boat equipment can be operated more than 2 hour without any accumulated heat.
3. Buoy system helps increasing boat stabilizing when the boat encounters strong wind or wave in field operation. This buoy system, built from cylindrical foams, can extend outward along boat side to increase side-span water-contact area. As a result, rolling stability for roll angle $< 30^\circ$ and wave height < 50 cm can be achieved with this buoy system, thus the boat can operate in mild sea or along shore line. Moreover, the second buoy system can be folded along boat side for avoiding obstacle and for transporting.
4. Automatic way-point tracking system for the kayak driven by podded propulsion combines a full-state feedback with an observer. First, the way-point tracking controller is constructed, tested, and improved using a mathematical model of kayak boat driven by podded propulsion. Second, this controller is then applied to use with the actual kayak boat to guarantee control system stability and to increase way-point tracking accuracy.
5. Navigation system for the kayak boat can fuse Latitude and Longitude coordinate from GPS with 3-axis acceleration and angular rotation from Accelerometer and Gyroscope, respectively, using the Extended Kalman Filter (EKF) technique. As a result, estimated position and orientation of kayak can be used for a kayak way-point tracking control. In the first step, a high-accuracy expensive GPS is compared against several low-accuracy inexpensive GPSs in terms of horizontal accuracy within a rectangular surveying area. A mean horizontal position from several inexpensive GPSs, excluding GPS outliers, is almost equivalent to the horizontal position from the high-accuracy GPS. In the second step, signals from both Accelerometer and Gyroscope sensors are integrated with GPS position using EKF such that 3-dimensional positions, attitudes, velocities along with their deviations are obtained.

6. Water-quality measurement system can measure water quality (temperature, pH, salinity and dissolved oxygen) at various depths upto the maximum depth of 5 meter according to operator's command. The command is transmitted through 3G internet routers, installed on the boat and on the shore. Then, the water-quality information can be reported to the operators in real time through Web Server using the 3G internet network with an average delay of 6 second. This delay time exists in both transmitting water-quality information from the measurement system to operator and transmitting depth command from operator to the measurement system.

This developed kayak boat driven by podded propulsion can be conveniently used for water-quality measurement at desired points such that the operating time and users' risk to expose to contamination in the field can be reduced. This research emphasizes on developing and improving of all systems to increase efficiency and to lessen overall cost, particularly expensive sensors. At the same time, the performance of water-quality monitoring and measurement is enhanced with 3G internet network. Moreover, this kayak boat, equipped with an echo sounder, has been deployed to survey canals' depth in Bangkok and Pathumthani provinces by Hydro and Agro Informatics Institute cooperation. The canals' and rivers' depth information will be used in water management and updated Thailand water resource database as well.

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำสำคัญ	ณ
สารบัญเรื่อง	ช
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทนำรวม	1
โครงการย่อยที่ 1	
บทคัดย่อโครงการย่อยที่ 1	12
บทนำโครงการย่อยที่ 1	15
การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของโครงการย่อยที่ 1	18
ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัยที่ 1	34
ผลการวิจัยของโครงการย่อยที่ 1	36
อภิปรายและวิจารณ์ผลของโครงการย่อยที่ 1	77
สรุปผลการวิจัยแลข้อเสนอแนะของโครงการย่อยที่ 1	85
บรรณานุกรมของโครงการย่อยที่ 1	90
โครงการย่อยที่ 2	
บทคัดย่อโครงการย่อยที่ 2	91
บทนำโครงการย่อยที่ 2	94
การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของโครงการย่อยที่ 2	97
ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัยที่ 2	120

สารบัญเรื่อง (Table of Contents) (ต่อ)

	หน้า
ผลการวิจัยของโครงการย่อยที่ 2	122
อภิปรายและวิจารณ์ผลของโครงการย่อยที่ 2	136
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะของโครงการย่อยที่ 2	160
บรรณานุกรมของโครงการย่อยที่ 2	163
ประวัติคณะผู้วิจัย	165

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2554 และ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติในการสนับสนุนงานวิจัยนี้

ด้วยฉันทินันตนาการ
จาก
ดร.ปวีณา เปรื่องปราชญ์วิจิตร

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



1110015908

วิจัย
เลขหมู่ 363.739464
ป431
2554
เลขทะเบียน ม 599
วันที่ 23 ก.พ. 2558
115693