1. บทคัดย่อภาษาไทย ของโครงการย่อยที่ 2

การตรวจวัดมลพิษของน้ำ นับปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินสถานภาพมลพิษของน้ำในแหล่งน้ำสำคัญต่างๆ เช่น คุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม ซึ่งวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดคุณภาพของน้ำนี้ จะสามารถนำมาใช้ประเมินถึงสภาพของคุณภาพน้ำได้อย่างทันทีและสามารถปฏิบัติการได้บ่อยครั้ง และ ซึ่งจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ทันท่วงที นอกจากนั้นแล้วข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ คณะผู้วิจัยจึงได้มีความคิดที่จะพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สามารถรายงานค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และ ความเค็มหรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ได้แบบ ณ เวลาจริง ผ่านระบบโทรมาตร นอกจากนั้นแล้วคณะผู้วิจัยยังได้มีแนวคิดในการลดต้นทุนของเซนเซอร์สำหรับระบบนำร่องที่ราคาสูง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ GPS และ IMU ที่ราคาไม่แพงหลายตัว มาบรูณาการเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ข้อมูลของตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือให้มีความแม่นยำใกล้เคียงกับเซนเซอร์ราคาแพง เพื่อที่จะได้ลดต้นทุนโดยรวมของเรืออัตโนมัติที่ใช้ในการวัดคุณภาพน้ำ ซึ่งจะส่งผลให้องค์กรต่างๆทั้งในภาครัฐและเอกชนสามารถในไปใช้งานได้จริงและแพร่หลายเพิ่มมากขึ้น และ จะได้เทคโนโลยีของระบบนำร่องที่พัฒนาในประเทศและจะช่วยลดการนำเข้าของเซนเซอร์ราคาแพงจากต่างประเทศในอนาคตได้อีกด้วย ในโครงการวิจัยย่อยที่ 2 นี้จะประกอบไปด้วย

1. พัฒนาระบบนำร่องของเรือโดยการบูรณาการข้อมูลจากเซนเซอร์ GPS ที่ให้ค่าพิกัดตำแหน่ง เข้ากับ ข้อมูลจากเซนเซอร์ Accelerometer ที่ให้ค่าความเร่งใน 3 แกนและเซนเซอร์ Gyroscope ที่ให้ค่าอัตราเร็วเชิงมุมในการเคลื่อนที่ใน 3 แกน โดยใช้เทคนิค Extended Kalman Filter เพื่อให้ได้ค่าประมาณของตำแหน่งและองศาการหันเหของหัวเรือที่จะใช้สำหรับควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือคายัคแบบอัตโนมัติ โดยในขั้นแรกได้ทำการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของเซนเซอร์ Topcon GPS ที่มีความแม่นยำสูงแต่ราคาแพง เมื่อเทียบกับเซนเซอร์ GPS หลายตัวที่ราคาประหยัดในพื้นที่สี่เหลี่ยม จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของพิกัดจาก GPS ที่ราคาประหยัดหลายๆตัวจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าพิกัดของ GPS ที่มีความแม่นยำสูง โดยจะต้องตัดค่าพิกัดที่ไม่เกาะกลุ่มค่าพิกัดจาก GPS ตัวอื่นๆออกไป เพื่อให้ได้ความแม่นยำของค่าเฉลี่ยที่ดีขึ้น หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลจากเซนเซอร์ Accelerometer และ Gyroscope มาบรูณาการกับข้อมูลพิกัดของ GPS ด้วยเทคนิค Extended Kalman Filter เพื่อให้ได้ค่าพิกัดตำแหน่ง องศาการหันเห ความเร็วในการเคลื่อนที่ สามมิติ พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนของสัญญาณต่างๆด้วย ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าค่าความแม่นยำของระดับความสูงนั้นมีความผิดพลาดมากกว่าค่าความแม่นยำของพิกัดระนาบอย่างน้อยสิบเท่า
2. ออกแบบและสร้างระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ ที่สามารถวัดคุณภาพน้ำ คือ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าความเค็มหรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยสามารถตรวจสอบค่าเหล่าน้ำได้ที่ระดับความลึกต่างๆไม่เกิน 5เมตร ตามคำสั่งของผู้ปฏิบัติการผ่านเราเตอร์อินเตอร์เน็ตแบบ 3G ที่ติดตั้งไว้ทั้งบนเรือและบนฝั่ง โดยข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้นี้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบ 3G ไปยัง Web Server หรือ คอมพิวเตอร์ของผู้ปฏิบัติการ ได้แบบ ณ เวลาจริง (real time) ในพื้นที่ๆครอบคลุมด้วยระบบเครือข่ายมือแบบ 3G โดยจะมีค่า

หน่วงเวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 6 วินาที ในการรับข้อมูลจากเรือมายังผู้ปฏิบัติการ หรือ ในการส่งคำสั่งจากผู้ปฏิบัติการไปยังเรือในการปรับระดับความลึกของหัววัดคุณภาพน้ำ

โดยเรือที่ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติด้วย podded propulsion ที่พัฒนาขึ้นมานี้ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และตรวจวัดคุณภาพน้ำได้ตามจุดที่ต้องการต้องการ ทำให้ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน และ จะช่วยลดความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงาน เมื่อออกตรวจสอบในภาคสนาม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่การพัฒนาและปรับปรุงระบบนำร่องให้มีประสิทธิภาพดีและช่วยลดต้นทุน และ จะเป็นการเพิ่มศักยภาพให้แก่ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำและระบบการรายงานข้อมูลและควบคุมการทำงานโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบ 3G ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งข้อมูลที่ได้จะส่งไปยัง Web Server ทำให้หน่วยงานต่างสามารถเข้าถึงและนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยนช์ได้แพร่หลายยิ่งขึ้นอีกด้วย

1. บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ของโครงการย่อยที่ 2 (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. Moreover, this water quality information can be used as a database for water resource managements in several aspects. Thus, our research group proposes to develop an in situ water-quality measurement system that can collect dynamic water quality information (pH and temperature and salinity or dissolved oxygen) and transfer this data from sampling points to a user in real time through 3G internet network. Another concept of our team in this research is to reduce a high cost of navigation sensors by fusing signals from several low-cost GPS and IMU sensors together. Results from the sensor fusion provide boat's estimated position and orientation with similar accuracies as those of high-cost sensors. Therefore, overall cost of autonomous boat is reduced so that public and private organizations could afford to use this kayak boat for a wide range of real applications. This research also yields the navigation technology, developed within our country, and reduces imports of expensive sensors from aboard in near future. The second part of these research projects includes the following topics

1. Development of the navigation system for kayak boat by using the Extended Kalman Filter technique to fuse the following information: Latitude and Longitude coordinate from GPS and 3-axis acceleration from Accelerometer and

3-axis angular rotation from Gyroscope such that estimated position and orientation of kayak can be used to perform a kayak way-point tracking control. In the first step, a comparison between a high-accuracy expensive Topcon GPS and several low-accuracy inexpensive GPSs in terms of horizontal accuracy is performed within a rectangular surveying area. A mean horizontal position from several inexpensive GPSs is almost equivalent to the horizontal position from the high-accuracy GPS, when horizontal-position outliers from some GPS are excluded from the mean position calculation. In the second step, signals from both Accelerometer and Gyroscope sensors are integrated with GPS position using the Extended Kalman Filter such that three-dimensional positions, attitudes, velocities along with their standard deviations. Results show that the vertical-position accuracy is at least ten times smaller than the horizontal-position accuracy.

2. Design and construction of a water quality measurement system that can measure water quality (pH and temperature and salinity or dissolved oxygen) at various depths up to the maximum depth of 5 meter according to specified operator's command transmitted through 3G internet routers, which are installed on the boat as well as on the shore. Then the water quality information can be reported to the user in real time through Web Server using the 3G internet network with average delay of 6 second. The same 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 kayak boat driven by podded propulsion can be conveniently used in real applications 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 navigation systems to reduce a construction cost and to increase capabilities of the water quality measurement as well as the telemetry system and control through internet using 3G internet network. All measured information will be transmitted to Web Server, as a result other organizations can securely access these information and put them to good use more easily and broadly.