ศุภกิตติ์ ศิริพนาดร : การตรวจจับความผิดปกติในโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายเพื่อการเฝ้าระวังเชิงการเกษตร (ANOMALY DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR AGRICULTURE MONITORING) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หัตถกรรม, 98 หน้า.

โครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายได้ถูกพัฒนา และนำมาใช้งานเพื่อการเฝ้าระวังเชิงการเกษตรอย่างกว้างขวาง โดยโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายมีความสามารถในการเฝ้าระวัง และเก็บข้อมูลทางกายภาพภายในพื้นที่เฉพาะ หรือสิ่งแวดล้อมที่สนใจ ดังนั้นโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายจึงเปรียบเสมือนฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งข้อมูลที่เก็บมานั้นอาจจะเกิดความผิดปกติอันเนื่องมาจากความผิดปกติของตัวตรวจรู้ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ผิดปกติ หากส่งข้อมูลทั้งหมดซึ่งมีปริมาณมาก จะทำให้สูญเสียพลังงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการที่จะลดปริมาณการใช้พลังงานในการส่งข้อมูล ควรมีการจัดการข้อมูลก่อนการส่งข้อมูลดังกล่าว โดยยังคงความแม่นยำในการตรวจจับความผิดปกติ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือการนำเสนอกระบวนการการตรวจจับความผิดปกติที่แม่นยำในขณะที่สามารถลดการใช้พลังงานในการส่งข้อมูล ณ สถานีฐาน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการตรวจจับความผิดปกติโดยใช้ Self-Organizing Map (SOM) และ Discrete Wavelet Transform (DWT) ในการลดขนาดของข้อมูลก่อนทำการส่ง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการสังเคราะห์ และจากเครือข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายในสภาพแวดล้อมจริง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ประกอบด้วย การทดลองที่ 1 ซึ่งแทรกความผิดปกติที่จำลองขึ้น เข้าไปในข้อมูลจำลอง และข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมจริง ซึ่งกระบวนการที่นำได้เสนอ (SOMDWT) สามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นจริงได้ 65% และ 69% ในกรณีของข้อมูลสงเคราะห์ที่ถูกแทรกด้วยความผิดปกติแบบสปาร์ส (Sparse faults) และแบบเบิรสต์ (Bursty faults) และ 67% และ 80% สำหรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมจริง ที่ถูกแทรกความผิดปกติแบบสปาร์ส และแบบเบิรสต์ ตามลำดับ การทดลองที่ 2 ซึ่งตรวจจับความผิดปกติจากข้อมูลจริงที่ได้มาจากโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายในสถานที่ต่าง ๆ กัน ประกอบด้วย NAMOS INTEL SensorScope weather station no.39 และ SensorScope pdg-2008 จากผลการทดลองพบว่ากระบวนการตรวจจับความผิดปกติที่ได้นำเสนอสามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นจริงได้ 99% สำหรับชุดข้อมูล NAMOS 100% สำหรับชุดข้อมูล INTEL 83% สำหรับชุดข้อมูล SensorScope weather station no.39 และ 100% สำหรับชุดข้อมูล SensorScope pdg-2008 ตามลำดับ การทดลองสุดท้ายคือ การตรวจจับความผิดปกติจากชุดข้อมูลที่บันทึกมาจากโรงงานต้นแบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยผลการตรวจจับความผิดปกติที่ได้จาก

กระบวนการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ SOM และมีประสิทธิภาพสูงกว่า DWT ถึง 75% จากผลการทดลองพบว่า กระบวนการที่ได้นำเสนอสามารถคงประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดปกติในขณะที่ใช้ข้อมูลเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณข้อมูลทั้งหมด (โดย DWT อันดับที่ 1)

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SUPAKIT SIRIPANADORN : ANOMALY DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR AGRICULTURE MONITORING.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WIPAWEE HATTAGAM, Ph.D.,
98 PP.

WIRELESS SENSOR NETWORKS (WSNs)/AGRICULTURE MONITORING/ ANOMALY DETECTION/DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT)/ SELF-ORGANIZING MAP (SOM)

Wireless Sensor Networks (WSNs) have been developed and extensively applied in agriculture monitoring. WSNs can be used to monitor and collect various physical attributes within a specific area or environment of interest. Therefore, WSNs can be viewed as a large database whose data readings from the sensors may be abnormal due to faulty sensors or unusual phenomenon in the monitored domain. However, with huge amount data, much energy is wasted in transmitting all of the measured data to the base station. Hence, in order to reduce energy consumption of transmitting all data, the data should be preprocessed prior to transmission while still maintaining the acceptable anomaly detection rate.

The underlying aim of this research is therefore to propose an anomaly detection algorithm which is able to detect anomalies accurately by means of reducing wasted energy caused by transmitting all measurement data for anomaly detection at the base station. The contribution of this research centers on the anomaly detection using Self-Organizing Map and Discrete Wavelet Transform in order to reduce the size of transmitted data without losing the significant features of the data obtained from

both random number generator and collected from wireless sensor networks in a real environment.

In the experiments, the data were tested in 3 scenarios. Firstly, synthetic faults were added into synthetic and real data. The results showed that our SOMDWT algorithm can achieve true alarm rate up to 65% and 69% in case of synthetic data, and 67% and 80% in real data for the bursty and sparse faults, respectively. Note that most results had low false alarm rates, i.e., less than 1 % except in the case of sparse faults due to the increased detection difficulty. Secondly, the real faults obtained from four separate real-world datasets, namely, NAMOS, INTEL, and 2 datasets from SensorScope (pdg2008 file and SensorScope weather station no.39) were tested. The results showed that our algorithm can attain up to 99%, 100%, 83%, and 100% of true alarm rates in the NAMOS, INTEL, and SensorScope (pdg2008 file and SensorScope weather station no.39) dataset, respectively. All of the results suggested that their false alarm rates were negligible. Finally, we developed a prototype of a WSN and deployed it in a biororganic fertilizer (BOF) plant, located at the SUT university farm. The proposed SOMDWT algorithm was then tested with the real faults from the dataset acquired from the prototype. The results showed that our algorithm also performed as well as the SOM algorithm and outperformed the DWT algorithm by up to 75%. All of the results demonstrated that our proposed algorithm can maintain acceptable anomaly detection accuracy while using just half of the input data (using level 1 DWT).

School of Telecommunication Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2010 Advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____