เสาวลักษณ์ ตะเคียนงาม : การบีบอัดข้อมูลและการตรวจจับความผิดปกติในเครือข่ายตัวตรวจรู้ไร้สาย (DATA COMPRESSION AND ANOMALY DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี หัตถกรรม, 179 หน้า.

เครือข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น หน่วยความจำ, ความกว้างแถบความถี่ (แบนด์วิธ), อัตราการส่งข้อมูลต่ำ, แหล่งพลังงานและการใช้พลังงาน, และความสามารถเชิงประมวลผล เป็นต้น ข้อจำกัดของอุปกรณ์เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติของตัวตรวจรู้ และสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้ นอกจากนี้ข้อจำกัดด้านแหล่งพลังงานในเครือข่ายตัวตรวจรู้ไร้สาย ต้องการใช้พลังงานให้น้อยที่สุด เนื่องจากการส่งข้อมูลในเครือข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายนั้น ใช้พลังงานมากกว่ากระบวนการในการประมวลผล และการคำนวณข้อมูลที่มีขนาดเล็กจะใช้พลังงานน้อยกว่าการคำนวณข้อมูลขนาดใหญ่ด้วย

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะผสมผสานการทำงานระหว่าง การบีบอัดข้อมูลด้วย Discrete Wavelet Transform (DWT) และ Lifting Wavelet Transform (LWT) ร่วมกับ การตรวจจับความผิดปกติของข้อมูลโดยใช้ One-Class Support Vector Machine (OCSVM)

วิธีการแรกที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ คือ OCSVM + DWT เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการก่อนหน้านี้ที่ถูกนำเสนอมาแล้ว เช่น Self-Organizing Map (SOM) + DWT พบว่า OCSVM + DWT สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดปกติได้ สำหรับการทดลองกับข้อมูลสังเคราะห์พบว่า OCSVM + DWT ที่เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ มีอัตราความถูกต้องในการตรวจจับความผิดปกติถึง 100% ในขณะที่อัตราความผิดพลาดในการตรวจจับข้อมูลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ และในการทดลองกับชุดข้อมูลจริงพบว่า OCSVM + DWT ที่เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ ทำงานได้ดีที่สุด โดยมีอัตราความถูกต้องในการตรวจจับความผิดปกติสูงถึงเกือบ 100% แม้ว่าในการทดลองกับข้อมูลที่มีความผิดปกติแบบ Short หรือ Noise จะให้อัตราการตรวจจับข้อมูลที่ผิดพลาดสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ ก็ตาม จากการทดลองจะเห็นว่า OCSVM + DWT ที่เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ เหมาะกับการตรวจจับข้อมูลที่มีความผิดปกติแบบ Short หรือ Noise เป็นองค์ประกอบ ในขณะที่ SOM + DWT ที่เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ เหมาะกับการตรวจจับข้อมูลที่มีความผิดปกติแบบ Constant เป็นองค์ประกอบ

อีกวิธีการหนึ่งที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ คือ OCSVM + LWT ซึ่งจะถูกนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานกับวิธีการอื่น ซึ่งได้แก่ OCSVM + DWT และ OCSVM + Principal

Component Analysis (PCA) สำหรับการทดลองกับข้อมูลสังเคราะห์และข้อมูลจริงที่มีความผิดปกติแบบ Short เป็นองค์ประกอบ พบว่า OCSVM + LWT มีประสิทธิภาพการทำงานใกล้เคียงกับ OCSVM, OCSVM + DWT และ OCSVM + PCA สำหรับการทดลองกับข้อมูลสังเคราะห์และข้อมูลจริงที่มีความผิดปกติแบบ Noise และ Constant เป็นองค์ประกอบ พบว่า OCSVM + LWT และ OCSVM + DWT ที่เลือกใช้สัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า OCSVM และ OCSVM + PCA ในทางกลับกัน OCSVM + LWT และ OCSVM + DWT ที่เลือกใช้สัมประสิทธิ์ความถี่สูง มีประสิทธิภาพการทำงานที่แย่ที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า LWT มีความต้องการที่น้อยกว่า DWT ในแง่ของหน่วยความจำที่ใช้งาน และเวลาในการคำนวณ และจากผลการทดลองของเราแสดงให้เห็นว่า OCSVM + LWT เหมาะที่จะนำไปติดตั้งเครือข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายมากกว่าวิธีการอื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

SAOWALUK TAKIANNGAM : DATA COMPRESSION AND ANOMALY DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WIPAWEE HATTAGAM, Ph.D., 179 PP.

DATA COMPRESSION / ANOMALY DETECTION / WIRELESS SENSOR NETWORKS / ONE-CLASS SUPPORT VECTOR MACHINES (OCSVM) / SELF-ORGANIZING MAP (SOM) / LIFTING WAVELET TRANSFORM (LWT) / DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT) / PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)

Wireless sensor networks (WSNs) have many limitations such as memory, bandwidth, low-rate radio communication, energy supply and consumption, and computational capabilities. These limitations can affect the sensor node ability to detect anomalies and can damage produce. Furthermore, the battery supply limitations in WSNs require minimal energy consumption. Since radio communication in WSNs consume more energy than processing and computing, computation with small datasets is likely to consume less energy than a large dataset.

Therefore, this research is focused on incorporating the discrete wavelet transform (DWT) and lifting wavelet transform (LWT) data compression schemes with one-class support vector machine (OCSVM) anomaly detection.

Our first proposed algorithm (OCSVM + DWT) was compared with a previous algorithm i.e., self-organizing map (SOM) + DWT. We found the OCSVM + DWT can increase the efficiency of anomaly detection. For synthetic data, the OCSVM + DWT with low-pass coefficients (LP) achieved 100% detection rate (DR)

with marginal increase in false positive rate (FPR) when compared with all other algorithms. For real world datasets, the OCSVM + DWT with LP coefficients performed best by achieving nearly 100% DR although with slightly higher FPR for datasets containing short and noise faults. These results suggest that OCSVM + DWT (LP) algorithm is suited for short and noise faults whereas SOM + DWT (LP) is suited for short and constant faults.

Our second proposed algorithm (OCSVM + LWT) was compared with other variants of integration such as OCSVM + DWT and OCSVM + principal component analysis (PCA) and OCSVM alone (with uncompressed data). For synthetic data and real world datasets with short faults, the OCSVM + LWT performed equally well as the OCSVM alone, OCSVM + DWT and OCSVM + PCA. For synthetic data and real world datasets with noise and constant faults, the OCSVM + LWT [LP] and the OCSVM + DWT [LP] gave better performance than the OCSVM alone and OCSVM + PCA. On the contrary the OCSVM + LWT [HP] with high-pass coefficients and the OCSVM + DWT [HP] gave the worst performance. It was also demonstrated that LWT was less demanding in terms of memory requirement and computation time than DWT. Our results therefore suggest that OCSVM + LWT was more suitable for implementation in WSNs.

School of Telecommunication Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2011 Advisor's Signature _____