บทคัดย่อ

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ทำงานอย่างกระจายและอัตโนมัติ โดยแต่ละเซ็นเซอร์สามารถติดต่อสื่อสารกับเซ็นเซอร์อื่นๆ เพื่อทำการตรวจรู้และประมวลข้อมูลร่วมกัน อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดของทรัพยากรบนบอร์ดเซ็นเซอร์ จึงมีความจำเป็นต้องลดการใช้พลังงานลง รูปแบบการควบคุมพื้นที่ครอบคลุมซึ่งมักอาศัยความร่วมมือระหว่างโหนดจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามโหนดอาจถูกโจมตีจากโหนดที่เป็นอันตรายซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อพื้นที่สังเกตการณ์ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้คือการพัฒนาการควบคุมพื้นที่ครอบคลุมที่ไม่ซับซ้อนและทำงานอย่างกระจายตัว และยังสามารถป้องกันการโจมตีในโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้ งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอวิธีการของการควบคุมพื้นทีครอบคลุมที่ใช้การเรียนรู้แบบมัลติเอเจนท์รีอินฟอร์สเมนท์ร่วมกับโปรโตคอลรักษารูปร่างเครือข่าย เพื่อที่จะได้กลยุทธ์การจัดการพื้นที่ครอบคลุมที่ปลอดภัยและใกล้เคียงกลยุทธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยวิธีการที่นำเสนอถูกออกแบบให้โหนดหนึ่งๆ ทำการตัดสินใจ โดยพิจารณาข้อมูลจากโหนดข้างเคียงหลายโหนด เพื่อรับมือกับข้อมูลที่ผิดพลาดจากโหนดที่เป็นอันตราย

ผลการทำลองชี้ให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีความทนทานและมีประสิทธิภาพกว่าโดยได้รับพื้นที่ครอบคลุมต่อพลังงานหนึ่งหน่วยที่มีค่าสูงและได้รับเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ครอบคลุมมากกว่าวิธีการดีวีเอฟ (DVF) เดิมถึง 6 - 12% ภายใต้การโจมตีแบบไม่ให้หลับและการโจมตีแบบให้หลับ นอกจากนี้จากการศึกษาการโจมตีแบบยึดครองโหนดในเครือข่ายซึ่งทำให้โหนดแลกเปลี่ยนข้อมูลที่คลาดเคลื่อนระหว่างโหนด พบว่าวิธีการที่นำเสนอได้รับพื้นที่ครอบคลุมที่มากกว่าวิธีการเดิมถึง 19% 32% และ 37% เมื่อเกิดการยึดครองโหนดอย่างเดียวหรือเกิดการยึดครองโหนดร่วมกับการโจมตีแบบไม่ให้หลับ และการโจมตีแบบให้หลับตามลำดับ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าวิธีการที่รวมโปรโตคอลรักษารูปร่างเครือข่ายนั้นสามารถลดความเสี่ยงของการโดนโจมตีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้รายงานฉบับนี้ยังพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการเฝ้าระวังตรวจสอบคุณภาพสารละลายในแปลงผักไฮโดรโพนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยการนำระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายมาประยุกต์ใช้เพื่อประหยัดเวลาในการตรวจวัดปัจจัยต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโพนิกส์ ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งไปยังสถานีฐานด้วยการส่งข้อมูลแบบไร้สาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และประมวลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ทำให้ผู้เพาะปลูกสามารถควบคุมและดูแลปัจจัยต่างๆได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และต่อเนื่องตลอดเวลา

Abstract

A wireless sensor network (WSN) is a wireless network consisting of spatially distributed autonomous sensory devices that can communicate with each other to perform sensing and data processing cooperatively. However, due to limited onboard resources, power consumption must be reduced. Coverage control schemes, where nodes typically cooperate with each other, are therefore essential for effective condition monitoring of the environment. However, nodes are vulnerable to malicious attacks which directly affect the area under observation. Therefore, the underlying aim of this thesis is to develop a distributed light-weight coverage control scheme which countermeasures against malicious attacks in WSNs. This thesis proposed a coverage control algorithm based on multi-agent reinforcement learning integrated with a topology maintenance protocol in order to obtain a secure and near-optimal coverage allocation strategy. The proposed algorithm was designed in such a way that a node makes its decisions by considering inputs from multiple neighboring nodes in order to tolerate false messages created by malicious nodes.

Simulation results showed that our algorithm was more robust and efficient by consistently attaining higher coverage per unit energy consumed, and achieving 6-12% of coverage greater than the original DVF algorithm under sleep deprivation and snooze attacks. Furthermore, the network substitution attack was studied where inaccurate information was exchanged between nodes. The proposed algorithm gained up to 19%, 32% and 37% of coverage higher than the DVF algorithm for the network substitution attack alone, and network substitution paired with sleep deprivation and snooze attacks, respectively. By integrating the secure topology maintenance protocol, our results suggested that vulnerability to such attacks can efficiently be reduced.