

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาและพัฒนาเทคนิคการออกแบบและวางแผนโครงสร้างเครือข่ายตรวจรู้ไร้สายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครือข่าย ทำให้เครือข่ายสามารถมีอายุการทำงานได้นานตามที่กำหนด โดยเทคนิคที่นำเสนอนี้ได้พัฒนาขึ้นในรูปของสมการคณิตศาสตร์แบบโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มไบนารี (Binary Integer Linear Programming) แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objectives) ซึ่งวัตถุประสงค์ที่พิจารณาได้แก่ วัตถุประสงค์เพื่อให้โนดตรวจรู้ในเครือข่ายมีการใช้พลังงานในการรับ และส่งข้อมูลให้น้อยที่สุดตลอดอายุการใช้งาน และวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสถานีถ่ายทอดน้อยที่สุด เนื่องจากงบประมาณในการสร้างเครือข่ายที่มีจำกัด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ได้แก่การพัฒนาเทคนิคการออกแบบโครงสร้างเครือข่ายตรวจรู้ไร้สายที่ทำให้ได้เครือข่ายที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโนดในเครือข่าย โดยเทคนิคที่นำเสนอมุ่งเน้นการออกแบบเครือข่ายในส่วนของกำหนดยานและตำแหน่งในการติดตั้งสถานีฐานถ่ายทอดที่เหมาะสมที่สุดในเครือข่าย รวมถึงการกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการส่งข้อมูลจากโนดตรวจรู้ไปยังสถานีฐาน ซึ่งสามารถส่งผ่าน โนดตรวจรู้หรือผ่านสถานีถ่ายทอดหรือส่งให้สถานีฐานโดยตรงก็ได้ โดยมีหลักการเพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากการส่งผ่านข้อมูลของ โนดตรวจรู้ และสามารถรับประกันคุณภาพการสื่อสารข้อมูลระหว่าง โนดตรวจรู้ไปยังสถานีฐาน ทั้งนี้ยังสามารถทำงานได้ในระยะเวลาที่กำหนดด้วย

ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้กับปัญหาการออกแบบโครงสร้างเครือข่ายตรวจรู้ไร้สายที่อยู่ในรูปของโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มไบนารีที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีผลรวมค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighted sum method) และวิธีลำดับชั้น (Hierarchical method) จากการทดลองพบว่าทั้งสองวิธีให้ลักษณะคำตอบในแนวเดียวกัน แต่วิธีลำดับชั้นสามารถหาคำตอบได้ละเอียดกว่าวิธีผลรวมค่าถ่วงน้ำหนัก กล่าวคือสามารถหาคำตอบได้ทุกค่าของจำนวนสถานีถ่ายทอดที่ติดตั้งในเครือข่าย ทำให้สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบโครงสร้างเครือข่ายได้ทุกกรณีของการใช้จำนวนสถานีถ่ายทอดที่ต่างกัน

## Abstract

This research presents a study and development of network design and planning techniques for Wireless Sensor Networks (WSNs) to improve energy consumption performance. We model the proposed network design problems as Binary Integer Linear Programming using Multiple Objectives. The proposed model aims to not only minimize the energy consumption of sensor nodes in the network but also minimize the network cost of relay-station installation.

Our key contribution is that the proposed models not only guarantee the network lifetime but also ensure the radio communication between the energy-limited sensor nodes so that the network can guarantee packet delivery from sensor nodes to the base station. The proposed model can determine efficient number and location of relay stations. Moreover, suitable routes for delivering packets were also determined. The packets can be sent via sensor nodes or relay stations or sent directly to the base station.

Solution techniques for the proposed Binary Integer Linear Programming using Multiple Objectives problem apply two approaches including the weighted sum method and the hierarchical method. Numerical experiments demonstrate that both methods could yield efficient results. Specifically, the hierarchical method could produce more solutions than that of the weighted sum method. The hierarchical method could determine solutions for all number of relay stations to be installed in the network. As a result, the comparison and analysis could be conducted for all cases that use different number of relay stations.