

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) เป็นเครือข่ายที่ประกอบด้วยกลุ่มของเซ็นเซอร์โหนด (Sensor Node) ที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่เป้าหมายและเชื่อมโยงเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับโหนดที่อยู่ข้างเคียง (Neighbor Nodes) เป็นเครือข่ายที่ทำหน้าที่ตรวจวัดหรือตรวจจับสัญญาณต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การสั่นสะเทือน แรงดัน การเคลื่อนที่ หรือ ปริมาณสารพิษ เป็นต้น และรายงานข้อมูลที่ได้ผ่านทางช่องสัญญาณสื่อสารไร้สาย เช่น สัญญาณวิทยุ หรือ สัญญาณดาวเทียม ไปยังสถานีฐาน (Base Station) เพื่อประมวลผลข้อมูลต่อไป โดยสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การสื่อสารข้อมูลที่ถูกต้อง รวดเร็ว และมีความแม่นยำ ซึ่งในปัจจุบันความก้าวหน้าในเรื่องการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาให้ลดการใช้พลังงานในการทำงานและลดความผิดพลาดในการทำงานของเซ็นเซอร์โหนด ให้มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลได้อย่างไม่มีขอบเขตจำกัดในระยะทางที่สั้นๆ [11] จึงทำให้ในปัจจุบัน เซ็นเซอร์โหนดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น บริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ภายในเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ ได้มหาสมุทร ภายในป่าชุมชน ในสนามรบ ภายในบ้าน หรือภายในอาคารได้เป็นอย่างดีโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยมนุษย์เข้าไปทำงานในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้น สิ่งสำคัญก็คือ เซ็นเซอร์โหนด จะต้องมีความทนต่อข้อผิดพลาดของระบบเครือข่ายได้เป็นอย่างดี ซึ่งความทนต่อข้อผิดพลาดของระบบเครือข่ายเป็นตัวช่วยเสริมความมั่นใจในเทคนิคการทำ Sensing สำหรับงานด้านการทหาร เช่น การควบคุม การสื่อสาร การติดตาม การตรวจตรา การลาดตระเวน และการระบุเป้าหมายให้มีความน่าเชื่อถือ โดยที่จำนวนเซ็นเซอร์โหนดจะถูกโปรยให้กระจายตัวกันในพื้นที่ต่างๆ และเชื่อมโยงถึงกันเป็นระบบเครือข่าย ตำแหน่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนดที่ถูกโปรยลงไปในพื้นที่ ไม่จำเป็นต้องมีการคาดเดาหรือการตัดสินใจล่วงหน้า นั่นคือยอมให้มีการสุ่มที่จะมีการปรับปรุงการกระจายตัวลงไปปฏิบัติหน้าที่ในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากและพื้นที่ที่ประสบภัยพิบัติได้ตลอดเวลา ดังนั้น โพรโทคอลที่ใช้ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทาง (Routing Algorithm) จะต้องควบคุมสมรรถภาพการทำงานของแต่ละโหนดให้

ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถรับและส่งข้อมูลต่างๆ จากต้นทาง (Source) ไปยังปลายทาง (Destination) ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยทั่วไปจะมีการสันนิษฐานว่าแต่ละเซ็นเซอร์โหนด จะทราบว่าตัวเองตั้งอยู่ในตำแหน่งใดของเครือข่ายและทราบว่าตัวเองมีความเกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์โหนดอื่นๆ อย่างไร จึงจะสามารถระบุเส้นทางในการเดินทางของ Packet ได้ [3,14] อย่างไรก็ตาม การสันนิษฐานดังกล่าวมีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการให้ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง (Location Information) ของเซ็นเซอร์โหนดที่ไม่ถูกต้องซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบ กล่าวคือ

- เส้นทางที่ได้ไม่ถูกต้อง ทำให้ Packet ไม่สามารถเดินทางไปยังจุดหมายปลายทางได้
- สูญเสียพลังงานที่ใช้ในการหาเส้นทาง และ การส่งข้อมูล
- มี Packet ที่ไม่สามารถเดินทางไปยังปลายทางได้ค้างค้างอยู่ในเครือข่ายจำนวนมากส่งผล

ให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครือข่ายลดลง

เนื่องจากตำแหน่งของเซ็นเซอร์โหนดที่ถูกโปรยลงไปนั้นไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าและยอมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้ ดังนั้น ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละเซ็นเซอร์โหนดจึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาและไม่สามารถบอกแหล่งที่ตั้งได้โดยตรง แต่ต้องอาศัยการประมาณจากเซ็นเซอร์โหนดข้างเคียงแทนเพื่อให้ได้แหล่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนดนั้น วิธีการที่จะช่วยให้ทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนด คือ การใช้โปรโตคอลที่ทำงานบนพื้นฐานของตำแหน่งที่ตั้ง (Location Based Protocol) เนื่องจาก โปรโตคอลดังกล่าวมีขั้นตอนวิธีในการเผยแพร่ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนด ซึ่งปัจจุบันมีนักวิจัยจำนวนมากที่หันมาสนใจดังในงานวิจัย GPSR[2], GAF[22], GEAR[23], SPAN[12] เป็นต้น ซึ่งจัดเป็นขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ (Geographic Routing Algorithm) ที่ประสบความสำเร็จในการให้ข้อมูลภูมิศาสตร์ของเซ็นเซอร์โหนดที่อ้างอิงถึงเซ็นเซอร์โหนดใดๆ โดยใช้ข้อมูลแหล่งที่ตั้งและการคำนวณความแตกต่างจากระยะทางของโหนดข้างเคียงจากการประมาณกำลังของสัญญาณที่ได้รับ และสร้างความสัมพันธ์กับโหนดข้างเคียงจากการแลกเปลี่ยนข้อมูล [12] โดยขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์จะใช้แหล่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนดนั้นเป็นตำแหน่งของเซ็นเซอร์โหนดในเครือข่าย และทำการส่งต่อ Packet (เมื่อสามารถส่งได้) โดยใช้วิธีการเชิงละโมภ (Greedy) เพื่อให้ได้เส้นทางที่จะไปยังแหล่งปลายทางที่ต้องการ [3] ขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์สามารถปรับขนาดในการค้นหาเส้นทางได้ โดยแต่ละโหนดจะเก็บข้อมูลสถานะของโหนดข้างเคียงและสนับสนุนรูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบ Any-to-Any ซึ่งไม่จำเป็นต้องสร้างเส้นทางที่ชัดเจน[4] วิธีการอีกอย่างหนึ่งที่สามารถระบุตำแหน่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนด คือ การติดตั้งอุปกรณ์เฉพาะ

ด้าน เช่น GPS (Global Positioning System) อย่างไรก็ตามระบบ GPS ยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของ ค่าใช้จ่ายและตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ เนื่องจากหากอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณอยู่ภายในอาคาร ใต้ ทะเล หรือใต้พื้นดินก็จะไม่สามารถให้ข้อมูลได้ จึงทำให้บางเครือข่ายไม่สามารถติดตั้งระบบ GPS เพื่อใช้งานได้ ดังนั้นวิธีการที่จะช่วยให้สามารถส่งข้อมูลผ่านเซ็นเซอร์โหนดโดยไม่จำเป็นต้อง พึ่งพา GPS คือการใช้ขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะมีวิธีการ ที่สามารถสร้างเส้นทางเดินของข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลแหล่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนด จาก GPS แต่ขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ ก็ยังคงต้องการให้เซ็นเซอร์โหนดนั้น ทราบถึงแหล่งที่ตั้งของตัวเองจึงจะสามารถสร้างเส้นทางเดินของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง [10] ดังนั้น หากจำเป็นที่จะต้องให้เซ็นเซอร์โหนดทราบถึงแหล่งที่ตั้งทุกโหนดจะส่งผลให้การใช้พลังงาน ในภาพรวมสำหรับการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น แต่หากสามารถสร้างเส้นทางในการส่งข้อมูลได้โดยไม่ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งที่ตั้งทั้งหมดของเซ็นเซอร์โหนด ก็จะทำให้การใช้พลังงานลดลง แต่มี ประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการใช้ข้อมูลแหล่งที่ตั้งทั้งหมดของเซ็นเซอร์โหนด

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทาง เชิงภูมิศาสตร์ ให้สามารถสร้างเส้นทางเดินของข้อมูลได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งที่ตั้งของ เซ็นเซอร์โหนดทุกโหนด ทั้งนี้ เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานในการส่งข้อมูล โดยผู้วิจัยเลือกใช้ GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing) เป็นขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ต้นแบบใน การทดลองเนื่องจาก GPSR สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นเครือข่ายไร้สายได้และมีเทคนิค ในการประหยัดพลังงาน รวมถึงมีอายุการทำงานที่ยาวนานและลดทอนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นของ ระบบเครือข่ายไร้สายได้ดี [2]

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ปรับปรุงขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ให้สามารถสร้างเส้นทางสำหรับส่งข้อมูล ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยไม่คำนึงถึงข้อมูลแหล่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนดทุกตัวได้

1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้วให้ ใช้พลังงานในการส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ออกแบบขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ให้สามารถสร้างเส้นทางในการส่งข้อมูล สำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยไม่คำนึงถึงข้อมูลแหล่งที่ตั้งของเซ็นเซอร์โหนดทุกตัว

1.3.2 ปรับปรุงขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ให้สามารถสร้างเส้นทางในการส่งข้อมูลสำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้

1.3.3 ทดสอบประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ที่ได้โดยใช้ The Network Simulator (NS-2) ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux Fedora Core 5

1.3.4 ทดสอบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้วกับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 ความผิดพลาดจากการหาตำแหน่ง จะทำให้ประสิทธิภาพของการหาเส้นทางลดลง

1.4.2 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์จะไม่ส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการส่งข้อมูลไปยังจุดหมายปลายทาง

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1.1 ศึกษาการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1.5.1.2 ศึกษาการทำงานของ ขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางสำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เช่น On-demand Routing Algorithm และขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ที่มีการใช้งานในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1.5.1.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการส่งข้อมูลของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1.5.1.4 ทดลองสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยใช้การเขียนโปรแกรมชุดคำสั่ง และจำลองการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดด้วย NS-2

1.5.1.5 นำผลการศึกษาที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.5.1.6 ใช้ NS-2 ตรวจสอบประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูล การเกิดความล่าช้าในการรับส่งข้อมูลและการใช้พลังงานของขั้นตอนวิธีการค้นหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์บนเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1.5.2 เครื่องมือที่ใช้

1.5.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook Intel Pentium M Processor 1.73 GHz RAM 768 MB

1.5.2.2 ระบบปฏิบัติการ Linux Fedora Kernel Version 5

1.5.2.3 The Network Simulation NS-2 version 2.28

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลการวิจัย

ขั้นตอนวิธีการหาเส้นทางเชิงภูมิศาสตร์ที่ปรับปรุงขึ้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อให้ใช้พลังงานในการส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ