บทที่ 5 สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของสิ่งกีดขวางต่อสมรรถนะในเครือข่ายเมชไร้สายเพื่อนำเสนอวิธีการออกแบบการติดตั้งโหนดของเครือข่ายเมชไร้สายภายในตัวอาคารโดยนำผลกระทบจากสิ่งกีดขวางมาพิจารณา ในขั้นแรกได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณงานโดยได้นำเสนอ สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้คำนวณในการหาตัวแปรเพื่อใช้ในการออกแบบการวางตำแหน่งที่เหมาะสมของโหนด พร้อมทั้งศึกษาหาปัจจัยและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการออกแบบ เช่น ผลกระทบของสิ่งกีดขวาง และหาแนวทางแก้ไขปัญหาไปพร้อมกัน

เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์ การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษาปริทัศวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการหาปริมาณงานนั้นยังไม่ครอบคลุมถึงปัญหาเมื่อนำไปปฏิบัติจริง ซึ่งก็คือ จากการศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่ามีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบเครือข่ายเมชไร้สาย ในด้านสมรรถนะต่าง ๆ เช่น การหาจุดสมดุลที่สุดระหว่าง ปริมาณงาน การพิจารณาปริมาณงาน ในการส่งต่อหลาย ๆ ครั้ง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีปริทัศน์วรรณกรรมใดนำเสนอผลกระทบจากสิ่งกีดขวางมาพิจารณา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สนใจศึกษาถึงผลกระทบของสิ่งกีดขวางเหล่านั้นต่อสมรรถนะของเครือข่ายโดยพิจารณาจาก ค่าความแรงของสัญญาณ ที่มีผลต่อความสำเร็จในการส่งข้อมูล ซึ่งตัวแปรที่สนใจนี้ในทางทฤษฎีของระบบเครือข่ายเมชไร้สายนั้นจะถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งจะเท่ากันเสมอไม่ว่าโหนดจะติดตั้งอยู่ในบริเวณใดก็ตาม แต่ตามความเป็นจริงค่าความน่าจะเป็นของการส่งข้อมูลสำเร็จ น่าจะมีผลมาจากปัจจัยภายนอกหลาย ๆ ประการ โดยในงานงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์และออกแบบตำแหน่งโหนดที่สามารถติดตั้งภายในอาคาร และมีปริมาณงานที่ดีที่สุดได้ ภายใต้ข้อจำกัดของกำลังงานส่งที่เท่า ๆ กันในแต่ละโหนดได้ และได้มีการพัฒนาสมการของค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จ เพื่อนำไปสู่ การวิเคราะห์ถึงความเท่าเทียมกันของปริมาณงานในทุก ๆ โหนด ซึ่งเป็นเพียงปัจจัยอย่างหนึ่งที่จะนำไปวิเคราะห์ในการออกแบบเครือข่ายเมชไรสาย ซึ่งสามารถนำไปประกอบกับการพิจารณาในการออกแบบเครือข่ายที่สามารถออกแบบได้จริงในทางปฏิบัติได้

สมการและตัวแปรที่สำคัญและนำมาใช้วิเคราะห์ในการออกแบบหาการวางตำแหน่งที่เหมาะสมของโหนดที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ได้แก่

สมการเพื่อหา อัตราการส่งข้อมูล ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จ

$$\mu(x_1, x_2, ..., x_l) \approx \frac{1}{t_c} \ln\left(\frac{1}{1 - p(x_1, x_2, ..., x_l)}\right)$$

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จโดยพิจารณาสิ่งกีดขวาง

$$P_r(x_1, x_2, ...x_l) = P_t - 10\log\left(\frac{\lambda}{4\pi}\right)^2 + G_t + G_r - Loss - 20\log\left(\frac{d(x_1, x_2, ..x_l)}{d_0}\right)$$

$$A(x_1, x_2, ..x_l) = 0.1840 * \mathbf{exp}((-0.0358)(\mathrm{P}_r(x_1, x_2, ..x_l))$$

$$p(x_1, x_2, ..x_l) = 1 - A(x_1, x_2, ..x_l)$$

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จโดยใช้หลักการความเท่าเทียมกันของปริมาณงาน

$$\frac{p(x_1, x_2, ..., x_l)}{p(x_1, x_2 ... x_{l-1})} = \left(\frac{\sum_{i=l}^{H} N(x_1, x_2, ..x_i)}{\left(N(x_1, x_2, ..x_l) . \sum_{i=l+1}^{H} N(x_1, x_2, ..x_i) + N(x_1, x_2, ..x_l)\right)}\right)$$

$$\left(\frac{1 - A(x_1, x_2, ..., x_l)}{1 - A(x_1, x_2, ..., x_{l-1})}\right)$$

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณงาน

$$T(x_1, x_2, ..., x_l) = \begin{cases} \sigma_s(1) & , l = 1 \\ \sigma_s(x_1, x_2, ..., x_l).[1 - P_{br}(x_1)].[1 - P_{br}(x_1, x_2)]...[1 - P_{br}(x_1, x_2, ..., x_l)] & \\ & , l = 2, ..., H \end{cases}$$

ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการออกแบบเพื่อให้ได้ค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จที่เหมาะสม และทำให้ปริมาณงานในทุก ๆ โหนดมีความเท่าเทียมกัน มี 2 ปัจจัยคือ

1 ปัจจัยทางด้านระยะทาง ซึ่งมีสมการที่ใช้ในการคำนวณหาระยะทางเพื่อติดตั้งตำแหน่งของโหนด กรณีปริมาณงานเท่าเทียมกันทุกโหนด

$$d(x_1, x_2 \ldots x_{l+1}) = 10^{\left(\frac{L_0 + Loss - P_t + B}{-20}\right)}$$

$$B = 27.93\left[\begin{array}{l} 1.69 - \ln\dfrac{p(x_1, x_2 \ldots x_{l+1})}{0.184\, p(x_1, x_2, \ldots, x_l)} \\ -0.358(P_t - L_0 - Loss - 20\log\left(\dfrac{d(x_1, x_2 \ldots x_l)}{d_0}\right)) \ln\dfrac{p(x_1, x_2 \ldots x_{l+1})}{p(x_1, x_2, \ldots, x_l)} \end{array}\right]$$

2 ปัจจัยทางด้านอัตราการส่งข้อมูลซึ่งสามารถจะปรับค่าได้จากตัวอุปกรณ์เมชเราเตอร์และมีสมการที่สัมพันธ์กับค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จดังต่อไปนี้

$$\frac{p(x_1, x_2, \ldots, x_l)}{p(x_1, x_2 \ldots x_{l+1})} = \left[\frac{\mu(x_1, x_2, \ldots, x_l)}{\mu(x_1, x_2 \ldots x_{l+1})}\right]\left[\frac{1 - A(x_1, x_2, \ldots, x_l)}{1 - A(x_1, x_2 \ldots x_{l+1})}\right]$$

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้คือ การพัฒนาสมการในการวิเคราะห์หาปริมาณงาน เพื่อนำสมการและตัวแปรที่ได้นั้นไปคำนวณหาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ วิธีการปรับอัตราการส่งข้อมูลด้วยการปรับเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จโดยการปรับอัตราการส่งข้อมูล และสามารถปรับได้ที่ตัวอุปกรณ์เมชเราเตอร์

วิธีในการออกแบบการหาตำแหน่งของโหนดที่เหมาะสมที่สุด สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นด้วยการกำหนดพื้นที่ในการออกแบบ
2. เลือกวางตำแหน่งของโหนดที่เป็นไปได้ของพื้นที่นั้น ๆ
3. วางตำแหน่งของโหนดในระยะทางและมีรัศมีการส่งที่เท่า ๆ กัน
4. คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลสำเร็จโดยใช้สมการที่ใช้วิเคราะห์หาความเท่าเทียมกันของปริมาณงาน
5. คำนวณหาปริมาณงานที่ได้โดยดูผลของปริมาณงานที่สูงที่สุดของแต่ละรูปแบบที่ใช้ในการจำลองการวางตำแหน่งของโหนด

ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาสมการต่าง ๆ ขึ้นมา โดยสร้างวัตถุประสงค์ของการออกแบบคือเพื่อให้ได้ปริมาณงานที่สูงที่สุดของรูปแบบที่จำลองขึ้นมา ประกอบกับการกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการออกแบบให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการศึกษาหาสมการที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการนำไปวิเคราะห์ในการออกแบบและผลที่ได้คือสามารถนำสมการดังกล่าวไปประกอบการการออกแบบหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งโหนดของเครือข่ายเมชไร้สายภายในพื้นที่ที่กำหนดและสามารถนำวิธีในการออกแบบไปใช้งานกับเครือข่ายเมชไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงปัจจัยและผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อนำไปติดตั้งและใช้งานจริง

5.2 ข้อแสนอแนะ

เนื่องจากการวิเคราะห์หาปริมาณงานรวมที่สูงที่สุดที่ได้จากการออกแบบการติดตั้งตำแหน่งของโหนดที่เหมาะสมนั้น ได้อาศัยหลักการของความน่าจะเป็นในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์และรูปร่างของพื้นที่ที่ใช้ในการออกแบบที่ได้ทำการพิจารณานั้นเป็นรูปร่างที่ไม่ซับซ้อนนัก ทว่า ความต้องการใช้งานเครือข่ายเมชไร้สายมีปริมาณเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้นการออกแบบการวางตำแหน่งของโหนด อาจมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ประกอบกับเทคโนโลยีของระบบสื่อสัญญาณ (Transmission technology) ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หากต้องการหาวิธีที่ใช้ในการออกแบบเครือข่ายเมชไร้สายที่ซับซ้อนมากขึ้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องอาศัยหลักการซึ่งอาจจะมีตัวแปรหรือฟังก์ชันอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาสมการหรือตัวแปรที่เหมาะสมที่มีความซับซ้อนและอาศัยโปรแกรมที่เกี่ยวข้องมาใช้คำนวณในการออกแบบเพื่อคำนวณหาค่าปริมาณงานที่ได้ให้มีค่าสูงที่สุด และในอนาคตจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเครือข่าย ดังนั้น การกำหนดเงื่อนไขของสมการที่จะนำไปสู่การหาปริมาณงานนั้น จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับลักษณะปัญหารวมถึงการพัฒนาเงื่อนไขและข้อจำกัดที่ซับซ้อน รัดกุม มากขึ้น ในเชิงพาณิชย์ควรจะต้องให้สามารถกำหนดรูปแบบของเงื่อนไขการออกแบบได้หลากหลายขึ้น เช่น การคำนึงถึงปริมาณงานสูงสุด การคำนึงถึงอัตราการส่งซ้ำ หรือ load balance หรือ การกำหนด traffic profile ในการส่งต่อหลายๆ ครั้งเป็นต้น เพื่อส่งผลให้สมการดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาในการใช้งานในเครือข่ายเมชไร้สายได้จริง