

โครงการ การออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่มีประสิทธิภาพเพื่อคุณภาพการให้บริการ
ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีการแบบหลายวัตถุประสงค์

Efficient Wireless Local Area Network Design for Quality-of-Services Optimization Using
Multi-Objective Approaches

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (Wireless Local Area Network หรือ WLAN) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งเข้ามามีบทบาทในการสื่อสารข้อมูลอย่างมากและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายสามารถทำการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ ตลอดจนเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารไร้สายอื่นๆ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งสายนำสัญญาณ แต่จะใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการเชื่อมต่อ ที่เรียกว่า จุดเข้าถึง (Access Point) และวงจรรับ-ส่งสัญญาณไร้สาย ซึ่งถูกติดตั้งที่เครื่องผู้ใช้ (user terminals) เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังจุดเข้าถึง โดยจุดเข้าถึงจะเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครื่องผู้ใช้ภายในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายเข้ากับอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการรับ-ส่งข้อมูลกับเครือข่ายภายนอก รวมถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้งานเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายอย่างแพร่หลายภายในหน่วยงาน องค์กร สถานศึกษา ตลอดจนในพื้นที่ต่างๆ เช่น ที่พักผู้โดยสารของท่าอากาศยาน และสถานีขนส่ง โรงแรม ร้านอาหาร ห้องสมุด และสถานที่จัดการประชุม เป็นต้น โดยลักษณะของข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่ายมีแนวโน้มว่าจะเป็นข้อมูลประเภทโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดีย (multimedia applications) ที่มีภาพเคลื่อนไหวและเสียงเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการชมภาพยนตร์ ฟังเพลง การประชุมทางไกล รวมถึงการศึกษาทางไกลระบบออนไลน์ ปริมาณข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดียต่างๆดังกล่าวจะมีขนาดใหญ่ ซึ่งต้องการแบนด์วิธหรือความจุของเครือข่ายเพื่อใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลที่เพียงพอเพื่อที่จะสามารถให้บริการสื่อสารได้อย่างมีคุณภาพ

ในการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย สิ่งที่ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดคือ จำนวนจุดเข้าถึงที่ต้องใช้ติดตั้งในพื้นที่ให้บริการ นอกจากนั้นยังต้องกำหนดตำแหน่งที่ติดตั้งที่เหมาะสม รวมถึงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของจุดเข้าถึงแต่ละเครื่อง อันได้แก่ ความแรงของสัญญาณที่ส่งออก (transmitted power), และช่องความถี่ของสัญญาณ (frequency channel) ซึ่งจะต้องถูกเลือกอย่างเหมาะสม เพื่อให้เครือข่ายสามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือมีสัญญาณครอบคลุมอาณาบริเวณที่ต้องการและความแรงของสัญญาณเพียงพอที่จะทำให้การรับสัญญาณเป็นไปอย่างถูกต้อง แต่ก็ไม่แรงจนทำให้เกิดปัญหาสัญญาณรบกวนขึ้นระหว่างจุดเข้าถึงที่ใช้ช่องสัญญาณความถี่เดียวกัน นอกจากนั้นเครือข่ายที่ได้จากการออกแบบและติดตั้งควรมีความสามารถในการรองรับปริมาณข้อมูลข่าวสาร เพื่อบริการเครื่องผู้ใช้ภายในเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือในเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย ถ้าติดตั้งจำนวนจุดเข้าถึงน้อยเกินไป อาจทำให้สัญญาณครอบคลุมไม่ทั่วถึง และมีขนาดความจุของเครือข่ายไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณข้อมูล

ข่าวสารในเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่หากว่าเครือข่ายใช้จำนวนจุดเข้าถึงมากเกินไป หรือมีการกำหนดตำแหน่งติดตั้งและค่าพารามิเตอร์ที่ไม่เหมาะสมก็อาจส่งผลให้สัญญาณรบกวนในเครือข่ายสูงจนเป็นอุปสรรคต่อระบบรับส่งสัญญาณแบบไร้สายได้ ดังนั้นในการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายจึงควรทำด้วยความระมัดระวังโดยต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆที่สามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพการให้บริการของเครือข่าย นั่นคือความแรงของสัญญาณ ระดับของสัญญาณรบกวน และความจุของเครือข่ายเพื่อรองรับปริมาณข้อมูลสื่อสารของผู้ใช้งานในเครือข่าย

ในระยะแรกวิธีการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายมุ่งสนใจเรื่องการหาตำแหน่งสำหรับติดตั้งจุดเข้า ถึงเพื่อให้มีสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ให้บริการอย่างทั่วถึง (signal coverage-based network design) โดยทำการสุ่มตำแหน่งของจุดเข้าถึงตามความสะดวกในการติดตั้ง (opportunistic approaches) วิธีนี้เหมาะกับการกรณีที่พื้นที่ให้บริการของเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก และมุ่งรองรับข้อมูลข่าวสารแบบไม่ต้องการการรับรองคุณภาพการให้บริการ (best effort service) เช่น อีเมล (e-mail) และการถ่ายโอนแฟ้ม (file transfer) เป็นต้น หากพิจารณาการออกแบบเครือข่ายสำหรับพื้นที่ให้บริการขนาดใหญ่ซึ่งอาจครอบคลุมเนื้อที่จำนวนหลายชั้นในตัวอาคารหรือครอบคลุมทั้งตัวอาคาร การออกแบบวิธีนี้จะไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากต้องทำการลองผิดลองถูก (trial and error) เพื่อกำหนดตำแหน่งสำหรับติดตั้งจุดเข้าถึง และหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมให้กับจุดเข้าถึงจำนวนหลายๆเครื่อง ผลลัพธ์ของเครือข่ายที่ได้อาจไม่สามารถรับรองคุณภาพของสัญญาณภายในบริเวณที่ต้องการจะให้บริการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายได้

ต่อมาได้มีการนำเสนอเทคนิคการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ใช้แนวทางการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem formulation) แล้วทำการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการออกแบบเครือข่าย (network design optimization) การกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวเป็นการสร้างสมการที่รวบรวมปัจจัยและพารามิเตอร์ที่พิจารณาในการออกแบบเครือข่ายเข้าในสมการ แล้วทำการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดให้กับพารามิเตอร์ของจุดเข้าถึง ซึ่งการออกแบบวิธีนี้เหมาะสำหรับการออกแบบเครือข่ายในกรณีที่พื้นที่ให้บริการมีขนาดใหญ่ และอาจครอบคลุมเนื้อที่จำนวนหลายชั้นในตัวอาคาร แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายด้วยแนวทางดังกล่าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน เป็นการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้พิจารณาพารามิเตอร์ที่สำคัญของจุดเข้าถึงอย่างครบถ้วน แต่จะมุ่งเน้นการหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งจุดเข้าถึงเท่านั้น และไม่ได้ทำการพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายอย่างครบถ้วน ส่วนใหญ่มุ่งเน้นปัจจัยเรื่องของสัญญาณครอบคลุมพื้นที่เท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องความจุของเครือข่าย ตลอดจนลักษณะและประเภทของข้อมูลข่าวสาร รวมถึงจำนวนของผู้ใช้งานภายในพื้นที่ให้บริการ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลถึงปริมาณของข้อมูลข่าวสารที่เครือข่ายต้องรองรับ ดังนั้นเครือข่ายที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีดังกล่าวจึงอาจจะไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการรองรับการสื่อสารข้อมูลประเภทโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดีย และไม่สามารถรับประกันคุณภาพการให้บริการได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น โครงการนี้ (โดยการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) จึงได้เสนอการวิจัยและพัฒนาอัลกอริทึมการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการให้บริการสื่อสารของเครือข่ายอย่างครบถ้วน เพื่อทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้กับจุดเข้าถึง ซึ่งจะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการออกแบบ การ

ปรับแต่งพารามิเตอร์ และการโยกย้ายตำแหน่งการติดตั้งจุดเข้าถึง โครงการนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อหน่วยงานหรือองค์กรที่ต้องการออกแบบและปรับปรุงคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย ยังถือเป็นองค์ความรู้ใหม่ในด้านอัลกอริทึมการออกแบบเครือข่ายและการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและพัฒนาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ของจุดเข้าถึง (access point) ซึ่งประกอบด้วย ตำแหน่งที่ติดตั้ง ความแรงในการส่งสัญญาณ และช่องความถี่ โดยในอัลกอริทึมการออกแบบจะพิจารณาวัตถุประสงค์ที่ประกอบด้วย ปริมาณงานของเครือข่าย (network throughput) และคุณภาพของสัญญาณครอบคลุมภายในบริเวณที่ต้องการให้บริการสื่อสาร
2. เพื่อพัฒนาเทคนิคการหาคำตอบที่เหมาะสมให้กับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังกล่าวในข้อ 1. ซึ่งจะเป็นเทคนิคการหาคำตอบที่จะพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่น่าเสนอโดยเฉพาะ
3. เพื่อวิเคราะห์และประเมินคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ได้จากการออกแบบด้วยอัลกอริทึมดังกล่าวในข้อ 1.
4. เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ต่อคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ได้จากการออกแบบด้วยอัลกอริทึมดังกล่าวในข้อ 1.
5. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณภาพการให้บริการสื่อสารของเครือข่ายที่ได้จากการออกแบบด้วยอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมากับคุณภาพของเครือข่ายที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีการอื่น

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. การพัฒนาอัลกอริทึมและโปรแกรมการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ใช้สมการเชิงเส้น (linear programming) ในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบเครือข่าย โดยมีตัวแปรตัดสินใจ (decision variables) ประกอบด้วย ตำแหน่งที่ติดตั้ง ความแรงในการส่งสัญญาณ และช่องความถี่ของจุดเข้าถึง โดยในอัลกอริทึมการออกแบบจะพิจารณาวัตถุประสงค์ที่ประกอบด้วย ปริมาณงานของเครือข่าย (network throughput) และคุณภาพของสัญญาณครอบคลุมภายในบริเวณที่ต้องการให้บริการสื่อสาร
2. การพัฒนาเทคนิคและโปรแกรมเพื่อการหาค่าที่เหมาะสมให้กับตัวแปรตัดสินใจของปัญหาการออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายดังกล่าวในข้อ 1. โดยใช้แนวทางการแก้ปัญหาและหาคำตอบแบบศึกษาสำนึก (heuristic approach) ซึ่งจะเป็นกระบวนการหาคำตอบที่จะพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบนี้โดยเฉพาะ
3. การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ได้จากการออกแบบด้วยอัลกอริทึมดังกล่าวในข้อ 1.