บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโครงข่ายเทคโนโลยีสื่อสารแบบไร้สายนั้น ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีเหตุมาจากความสะดวกสบายในการใช้บริการ เทคโนโลยีสื่อสารแบบไร้สายได้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องหลากหลายเทคโนโลยี อาทิเช่น เซลลูลาร์ (Cellular), IEEE 802.11 (Wi-Fi), ไวแม็กซ์ (WiMAX) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีสื่อสารแต่ละชนิดก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ซึ่งการใช้งานแต่ละเทคโนโลยีล้วนมีความแตกต่างกันในเรื่องของการรองรับบริการชนิดต่างๆ ระยะครอบคลุมการให้บริการ และความเร็วในการส่งประเภทข้อมูล อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่อง ข้อจำกัดทางด้านความจุ (capacity) ของระบบที่มีอยู่จำกัด จึงเป็นเหตุให้เกิดแนวคิดที่จะนำโครงข่ายการสื่อสารไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ (heterogeneous wireless network) มาใช้งานร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่สามารถติดต่อผ่านระบบได้หลายระบบในอุปกรณ์เดียว (multi-mode equipment) ซึ่งแนวคิดนี้จะสามารถลดปัญหาการรองรับบริการชนิดต่างๆ เพิ่มระยะครอบคลุมการให้บริการ ความเร็วในการส่งข้อมูล และยังสามารถเพิ่มความจุรวมของระบบให้มากขึ้น

การที่อุปกรณ์มีสามารถติดต่อผ่านระบบได้หลายระบบในอุปกรณ์เดียวอาจส่งผลให้เกิดปัญหาขึ้นเนื่องจากผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ทำการเลือกใช้ระบบใดๆเพียงชนิดเดียว ทำให้ระบบเกิดความคับคั่งของการเข้าใช้งาน (congestion) และเมื่อมีการเรียกที่ถูกปฏิเสธของระบบ (blocking) เพิ่มขึ้น จะทำให้ระบบไม่สามารถรับรองคุณภาพของการให้บริการ (quality of service, QoS) ได้ จึงมีการเสนอระบบการตัดสินใจเลือกโครงข่าย (network selection) ขึ้น ซึ่งการเลือกเข้าใช้บริการในระบบนั้นนอกจากจะทำให้ผู้ให้บริการสามารถจัดสรรทรัพยากรได้เหมาะสมแล้วสามารถเพิ่ม

จำนวนการรองรับผู้ใช้บริการ ซึ่งส่งผลให้ความน่าจะเป็นของการเรียกที่ถูกปฏิเสธของระบบ (blocking probability) ลดลง

การตัดสินใจเลือกโครงข่าย (network selection) ในงานวิจัยผ่านมานั้น ได้ถูกเสนอขึ้นโดยมีจุดประสงค์ที่จะเลือกให้บริการในโครงข่ายที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการที่มีความต้องการขอใช้บริการกับระบบซึ่งคำนึงถึงตัวชี้วัดต่างๆกัน ใน [1] ได้เสนอวิธีการคัดเลือกโครงข่ายที่เหมาะสมโดยพิจารณาจาก ค่าอรรถประโยชน์ (utility value) ที่มากที่สุดที่คำนวณจาก อัตราการส่งข้อมูล (data rate) เวลาประวิงในการส่งข้อมูล (delay), อัตราความผิดพลาดในการส่งแพ็กเก็ต (packet error rate) และความสามารถในการเคลื่อนที่ (mobility) ในโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ที่มีการให้บริการหลายประเภท ซึ่งใน [1] นั้นยังขาดในส่วนของการพิจารณาในด้านของการปรับปรุงประสิทธิภาพของโครงข่ายที่ใช้งาน

ใน [2] ได้นำฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่ใช้ในเศรษฐศาสตร์หลายรูปแบบมาเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด เพื่อจะนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงข่าย โดยได้นำเสนอในรูปแบบของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่พิจารณาหลายเกณฑ์ (multi-criterion utility function) แล้วทำการตัดสินใจเลือกโครงข่ายจากโครงข่ายที่มีค่าอรรถประโยชน์ที่สูงที่สุด โดยพิจารณาจากค่าแบนด์วิดท์ที่จัดสรรให้ (allocated bandwidth) กับราคาของบริการ ในงานวิจัยนี้ยังขาดการพิจารณาในด้านของประสิทธิภาพของโครงข่ายที่ใช้งาน

ใน [3] ได้พิจารณาจากค่า SINR (Signal to interference plus noise ratio) เพื่อหาค่าแบนด์วิดท์ที่ให้บริการได้ซึ่งจะพิจารณาถึงความสามารถในการรองรับระบบว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยพิจารณาในรูปแบบของฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (cost function) แล้วทำการเลือกโครงข่ายที่มีค่า Cost มากที่สุดในการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสมโดยในงานวิจัยนี้ยังขาดการพิจารณาในส่วนของความจุซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาการเข้าใช้งานของโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์

ใน [4] ได้พิจารณาถึง วิธีการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากฟังก์ชันค่าใช้จ่ายซึ่งจะพิจารณาถึง แบนด์วิดท์ที่เหลืออยู่ (available bandwidth) และค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ (received signal strength) และได้ทำการวิเคราะห์ระบบโดยใช้แบบจำลอง

มาร์คอฟ(Markov Model) เพื่อวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นของการเรียกที่ถูกปฏิเสธของระบบ (blocking probability) และยังพิจารณาถึงข้อแลกเปลี่ยนระหว่างค่าของความน่าจะเป็นของการเรียกที่ถูกปฏิเสธของระบบและค่าเฉลี่ยของความแรงสัญญาณที่วัดได้ โดยงานวิจัยนี้จะยังขาดการพิจารณาในส่วนของการให้บริการหลายชนิด (multi service) และฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นยังขาดการอธิบายถึงที่มาของค่าของน้ำหนักที่ถ่วง (weighting) ในแต่ละเกณฑ์ที่พิจารณาอีกด้วย

ใน [5] ได้เสนอการใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์สำหรับการจัดสรรแบนด์วิดท์สำหรับโครงข่ายที่ให้บริการหลายชนิด และได้เสนอการจัดสรรแบนด์วิดท์อย่างยุติธรรม (fair bandwidth allocation) สำหรับทุกบริการในทุกๆโครงข่ายแต่จะไม่ได้พิจารณาถึงความเหมาะสมในการเข้าใช้งานในแต่ละโครงข่าย

ใน [6] ได้มีการเสนอขั้นตอนการตัดสินใจเลือกเข้าใช้งานโครงข่ายและใช้ฟังก์ชันค่าใช้จ่ายในการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสม โดยจะวิเคราะห์จากหลายองค์ประกอบ เช่น ความชอบของผู้ใช้บริการ (user preference) เช่น ค่าใช้จ่ายชั่วขณะ (momentary cost) การใช้พลังงาน (power consumption) ระดับของความปลอดภัย เป็นต้นแล้วในแต่ละองค์ประกอบนั้นจะมีการพิจารณาถึงค่าของน้ำหนักถ่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง (dynamic weighting) โดยตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่ให้ค่าใช้จ่าย (cost value) น้อยที่สุด แต่ในงานวิจัยชิ้นนี้เพียงจำลองการเปลี่ยนแปลงในกรณีของผู้ใช้งาน 1 ราย ในหลากหลายสถานการณ์ จึงเป็นเหตุให้ขาดการพิจารณาในส่วนของประสิทธิภาพของระบบ

ในส่วนของ [7] ได้เสนอถึงการตัดสินใจเลือกโครงข่ายโดยนำฟังก์ชันอรรถประโยชน์มาใช้คำนวณค่าขององค์ประกอบต่างๆ และทำการตัดสินใจเลือกเข้าใช้โดยพิจารณาจากหลายองค์ประกอบ (Multiple Criteria Network Selection) ซึ่งใช้วิธี AHP (Analysis Hierarchy Process) ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบต่างๆ เช่น คุณภาพของบริการ (QoS), สถานะของโครงข่าย, ความพอใจของผู้ใช้บริการ เป็นต้น มาใช้ในการคำนวณและเรียงลำดับ (Ranking) เพื่อจะเลือกโครงข่ายลำดับแรกที่มีความเหมาะสมที่สุด ใน [8] และ [9] ได้

ใช้เสนอวิธีการตัดสินใจจากหลายองค์ประกอบโดยใช้วิธี TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ซึ่งจะทำการเลือกค่าที่มีความใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติที่สุด โดยจะพิจารณาจากองค์ประกอบต่างๆแล้วนำมาจัดเรียงลำดับของแต่ละโครงข่าย จากนั้นจึงทำการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่ดีที่สุด โดยงานวิจัยทั้ง 3 งานนี้ได้ทำการหาค่าน้ำหนักที่ใช้ถ่วงของแต่ละองค์ประกอบโดยใช้วิธีพิจารณาที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถปรับหาค่าน้ำหนักถ่วงที่เหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบได้ โดยใน [7], [8] และ [9] นั้นจะสนใจในส่วนของความพอใจของผู้ใช้บริการเท่านั้น แต่ไม่ได้คำนึงถึงมุมมองของผู้ให้บริการ

ในงานวิจัยที่ [2] ถึง [9] นั้นเป็นงานวิจัยที่พิจารณาโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ที่ให้บริการเพียงประเภทเดียวเท่านั้น จึงเป็นเหตุให้ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาถึงการเพิ่มประเภทของบริการโดยจะพิจารณาในส่วนของระบบที่ให้บริการประเภทเสียงและบริการประเภทข้อมูลร่วมกัน ซึ่งทำให้ระบบที่นำเสนอนั้นมีความใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากขึ้น และงานวิจัย [1], [2], [6] – [9] นั้นไม่ได้ทำการพิจารณาถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่ควรจะพิจารณาสำหรับมุมมองของผู้ให้บริการระบบจึงเป็นเหตุให้ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการพิจารณาเพิ่มเติมถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบด้วย

จากงานวิจัยในอดีตที่กล่าวมาข้างต้นนั้นไม่ได้ทำการพิจารณาถึงประเภทของบริการที่มีความเหมาะสมกับประเภทของเทคโนโลยีโครงข่าย ซึ่งการใช้ประเภทของบริการที่เหมาะสมกับโครงข่ายนั้น ผู้ใช้บริการจะได้รับการรับรองคุณภาพของบริการ จึงเป็นมุมมองที่ควรจะนำมาพิจารณาด้วย

เนื่องจากโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ ที่ให้บริการทั้งประเภทเสียงและประเภทข้อมูล นั้นมีข้อจำกัดทางด้านความจุของเทคโนโลยีโครงข่าย ความแรงของสัญญาณที่รับได้ และความเหมาะสมของเทคโนโลยีโครงข่ายต่อประเภทของบริการ จึงเป็นที่มาของการเสนอกลยุทธ์การควบคุมการเรียกโดยใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ในการเลือกเข้าใช้โครงข่ายที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากพารามิเตอร์ความจุของเทคโนโลยีโครงข่าย ความแรงของสัญญาณที่รับได้ และความเหมาะสมของเทคโนโลยีโครงข่ายต่อประเภทของบริการ โดยผู้ให้บริการจะตัดสินใจเลือกโครงข่าย

ที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้บริการ ส่งผลให้ผู้ให้บริการสามารถควบคุมประสิทธิภาพของโครงข่าย และยังสามารถรับรองคุณภาพในการบริการให้กับผู้ใช้บริการได้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิทยานิพนธ์

เพื่อพัฒนาฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมการอนุญาตการเรียก (call admission control, CAC) ในกลยุทธ์การเลือกโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์เพื่อปรับปรุงค่าชี้วัดทางประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งประกอบด้วยการลดค่าความน่าจะเป็นของการถูกปฏิเสธของการเข้าใช้บริการโดยรวม (overall blocking probability) และเพิ่มค่าความแรงสัญญาณเฉลี่ยที่ผู้ใช้บริการแต่ละรายได้รับในแต่ละโครงข่าย (average receive signal strength per user in each network) สำหรับการขอเข้าใช้งานโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์(heterogeneous wireless network) ซึ่งประกอบด้วยระบบ 3G เซลลูลาร์, Wi-Fi (IEEE 802.11x) และ WiMAX (IEEE 802.16x) ที่ให้บริการหลายชนิด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. พิจารณาโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ที่มีโครงข่ายสามชนิดในระบบ คือ 3G cellular, Wi-Fiและ WiMAX โดยในส่วนของ cell นั้นจะประกอบด้วยพื้นที่ที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งแยกตามประเภทของเทคโนโลยีที่ให้บริการ โดยกำหนดให้ผู้ใช้บริการทุกรายใช้อุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่สามารถติดต่อผ่านระบบได้หลายระบบในอุปกรณ์เดียว และพิจารณาเฉพาะการเรียกเข้าใช้งานใหม่ที่เกิดขึ้นในระบบโดยไม่ได้คำนึงถึงการเคลื่อนที่ของผู้ใช้บริการภายใน cell และการเปลี่ยนโครงข่ายขณะใช้งานของผู้ใช้บริการ
2. พิจารณาการขอเข้าใช้บริการที่แตกต่างกันโดยจะแบ่งออกเป็นบริการ สองชนิดคือ การเรียกใช้บริการประเภทเสียง (voice call) และการเรียกใช้บริการประเภทข้อมูล (data call)
3. นำเสนอกระบวนการควบคุมการเรียกเข้าใช้งานของระบบเมื่อเกิดการร้องขอเข้าใช้งานในระบบและเมื่อผู้ขอใช้บริการอยู่ในพื้นที่ที่สามารถเข้าใช้งานได้หลายเทคโนโลยี โดยผู้ให้บริการจะเป็นผู้ดำเนินการพิจารณากระบวนการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีโครงข่ายที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้บริการ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชัน

อัตราการลดของแบนด์วิดท์ต่อรายของผู้ใช้บริการประเภทข้อมูล ฟังก์ชันความสัมพันธ์ของความแรงสัญญาณที่รับได้ และฟังก์ชันความพอใจของบริการ ซึ่งผู้ใช้บริการจะไม่สามารถเลือกเทคโนโลยีโครงข่ายเองได้

4. ประเมินคุณภาพของระบบโดยคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการปฏิเสธการร้องขอจากระบบและค่าความแรงสัญญาณเฉลี่ยที่ผู้ใช้บริการแต่ละรายได้รับในแต่ละโครงข่าย โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการส่งข้อมูลที่ให้แก่ผู้ใช้บริการประเภทข้อมูลและการรับรองอัตราการส่งข้อมูลที่ให้แก่ผู้ใช้บริการ
5. พิจารณาถึงผลกระทบต่อการกำหนดน้ำหนักที่ถ่วงในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของวิธีการตัดสินใจเลือกโครงข่าย และมีผลให้ค่าตัวชี้วัดทางประสิทธิภาพของระบบ คือ ค่าความน่าจะเป็นของการปฏิเสธการร้องขอจากระบบและค่าเฉลี่ยของความแรงสัญญาณที่ผู้ใช้บริการแต่ละรายได้รับในแต่ละโครงข่าย นั้นให้ผลการปรับปรุงที่แตกต่างกัน
6. ทำการทดลองระบบที่นำเสนอด้วยโปรแกรมจำลองระบบโดยใช้ขั้นตอนวิธี (algorithm) ที่นำเสนอเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต โดยทำการเปรียบเทียบค่าชี้วัดทางประสิทธิภาพของโครงข่าย และวิเคราะห์ถึงผลกระทบของการกำหนดค่าน้ำหนักถ่วงที่ใช้ในแต่ละองค์ประกอบซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าชี้วัดทางประสิทธิภาพของโครงข่าย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แนวทางวิทยานิพนธ์ที่นำเสนอนี้สามารถนำขั้นตอนวิธี (algorithm) ที่นำเสนอมาใช้งานในการควบคุมและตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ โดยสามารถปรับปรุงค่าประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งประกอบด้วยการลดค่าความน่าจะเป็นของการถูกปฏิเสธของการเข้าใช้บริการโดยรวมของระบบ และการเพิ่มค่าเฉลี่ยของความแรงสัญญาณที่ผู้ใช้บริการแต่ละรายได้รับในแต่ละโครงข่าย แล้วยังสามารถหาผลกระทบของการกำหนดค่าน้ำหนักถ่วงในแต่ละฟังก์ชัน ซึ่งส่งผลให้เกิดการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพของระบบ ในแบบจำลองของเซลล์โครงข่าย (network cell) ที่นำเสนอ

1.5 ประมวลวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 บทนำ: งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกเชื่อมต่อเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายในโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในอดีต พร้อมทั้งเสนอกลยุทธ์กลยุทธ์ควบคุมการเข้าใช้งานและตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการในโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ ที่ให้บริการหลายชนิด

บทที่ 2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและทฤษฎี: กล่าวถึงคุณลักษณะของเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยระบบ 3G เซลลูลาร์, Wi-Fi (IEEE 802.11x) และ WiMAX (IEEE 802.16x) พร้อมทั้งกล่าวถึงขั้นตอนวิธี (algorithm) ที่ประกอบด้วยการควบคุมการอนุญาตการเรียกและฟังก์ชันอรรถประโยชน์ แล้วยังกล่าวถึงวิธีการคำนวณค่าชี้วัดทางประสิทธิภาพของโครงข่ายด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ

บทที่ 3 กลยุทธ์การเลือกโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์โดยใช้การควบคุมการอนุญาตการเรียกและฟังก์ชันอรรถประโยชน์: กล่าวถึงขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ประกอบด้วยการควบคุมการอนุญาตการเรียกที่ตัดสินการเข้าใช้งานและฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่ใช้สำหรับการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

บทที่ 4 ผลการทดลอง: แสดงผลการทดสอบโครงข่ายวิวิธพันธุ์ที่ใช้กลยุทธ์การเลือกโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์โดยใช้การควบคุมการอนุญาตการเรียกและฟังก์ชันอรรถประโยชน์

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ: สรุปงานวิจัยทั้งหมดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้และเสนอแนวทางพัฒนางานวิจัยในอนาคต