บทที่ 1
บทนำ

1. แนวเหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์

ปัญหาของระบบการสื่อสารโทรคมนาคมแบบเข้าถึงหลายทาง (Multiple-access System) เป็นปัญหาที่สืบเนื่องจากความพยายามในการแบ่งสรรทรัพยากรในการสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในระบบสื่อสารที่ผู้ใช้ในระบบมีพฤติกรรมความต้องการใช้ช่องสัญญาณอย่างเร่งด่วนหรือลักษณะแบบ Bursty กล่าวคือ โดยทั่วไปหากพิจารณาในช่วงระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าผู้ใช้ไม่มีความต้องการใช้ช่องสัญญาณ (Low Duty Cycle) หากแต่เมื่อมีความต้องการใช้ช่องสัญญาณ ผู้ใช้จะมีความต้องการการตอบสนองของระบบในการเข้าใช้ช่องสัญญาณอย่างเร่งด่วน ซึ่งโดยทางทฤษฎีหรือแนวอุดมคติแล้ว ผู้ใช้ในระบบจะมีความต้องการแถบความกว้าง (Bandwidth) ในกรณีของการเข้าถึงหลายทางบนพื้นฐานของการแบ่งความถี่ หรือต้องการความจุของช่องสัญญาณทั้งหมดในกรณีของการเข้าถึงหลายทางที่มีพื้นฐานบนการแบ่งเวลาการใช้ทรัพยากร

พฤติกรรมของผู้ใช้ในระบบลักษณะดังกล่าวนั้น มักจะพบในกรณีของการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม (Satellite Data Communication) การสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายวิทยุท้องถิ่น (Local Packet Radio Network)ตลอดจนโครงข่ายการตรวจจับสัญญาณ (Sensor Network)

เป็นที่ทราบกันดีว่า ระบบการเข้าถึงหลายทางซึ่งผู้ใช้ในระบบจะต้องแข่งขันเพื่อเข้าใช้ช่องสัญญาณที่มีความจุเพียงพอสำหรับผู้ใช้ในระบบเพียงรายเดียว จะมีปัญหาเกี่ยวกับเสถียรภาพของระบบอันเนื่องมาจากการเข้าใช้ช่องสัญญาณบนพื้นฐานของความต้องการ (Contention Based) ซึ่งจะนำไปสู่ข้อขัดแย้งในการเข้าใช้ช่องสัญญาณ อาทิ ในกรณีที่ผู้ใช้ในระบบตั้งแต่ 2 รายขึ้นไปมีความต้องการใช้ช่องสัญญาณพร้อมกัน และส่งแพ็คเก็ตเข้าสู่ช่องสัญญาณในเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดความเสียหายของการสื่อสารเนื่องจากผู้ใช้ในระบบที่เป็นผู้รับจะไม่ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งหากระบบขาดวิธีการแก้ไขข้อขัดแย้งที่มีความเหมาะสม จะส่งผลให้ระดับของข้อขัดแย้งเพิ่มมาขึ้นอย่างต่อเนื่อง และทำให้ช่องสัญญาณอยู่ในสภาวะล้มเหลวในที่สุด

ในโพรโตคอล (Protocol) ของระบบเข้าถึงหลายทางแบบดั้งเดิมคือระบบอโลฮา (ALOHA) และระบบสล็อตเต็ดอโลฮา (Slotted ALOHA) [12] นั้น การแก้ไขปัญหาจะใช้แนวทางให้ผู้ใช้ที่มีปัญหาจากการส่งแพ็คเก็ตส่งแพ็คเก็ตซ้ำภายในระยะเวลา (ไทม์สล็อต) ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นแนวทางที่ไม่ได้แก้ไขปัญหาที่เกิดจากการส่งข้อมูลแบบ Contention และยังไม่ได้มีการจัดลำดับความสำคัญให้กับแพ็คเก็ตหรือผู้ใช้ที่มีปัญหา เนื่องจากในระหว่างช่วงเวลาที่ระบบอโล

ฮาเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ที่มีปัญหาส่งแพ็คเก็ตซ้ำนั้น ระบบไม่ได้ห้ามให้ผู้ใช้ที่มีแพ็คเก็ตใหม่ส่งแพ็คเก็ตเข้าสู่ช่องสัญญาณ ด้วยลักษณะดังกล่าวทำให้ในโพรโตคอลสำหรับระบบสื่อสารแบบการเข้าถึงหลายทางในแรกเริ่มประสบปัญหาปริมาณงานออกของระบบ (Throughput) มีค่าต่ำ และเสถียรภาพ (Stability) ของระบบไม่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปริมาณทราฟฟิค (Traffic) ของช่องสัญญาณมีค่าสูงขึ้น

สำหรับโพรโตคอลที่มีการมุ่งเน้นการแก้ปัญหาโดยการให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้ที่มีปัญหาจากการส่ง อาทิ โพรโตคอลแบบวินโดว์ (Window Protocol) [4] [7] หรือโพรโตคอลแบบไบนารีทรี (Binary Tree Algorithm) [5] ซึ่งจะกำหนดมิให้ผู้ใช้ที่มีแพ็คเก็ตใหม่ส่งแพ็คเก็ตในระหว่างที่ระบบหรือโพรโตคอลทำการแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้ง เป็นโพรโตคอลที่ลดพฤติกรรมการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ Contention Basis จึงมีปริมาณงานออก และเสถียรภาพของระบบที่ดีกว่าโพรโตคอลแบบอโลฮา

อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะใช้โพรโตคอลรูปแบบใดในการแก้ไขปัญหาการเข้าใช้ช่องสัญญาณในระบบการสื่อสารแบบเข้าถึงหลายทาง ลักษณะประการสำคัญของระบบการเข้าถึงหลายทางคือ ลักษณะของความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม (Trade-off Characteristic) [12] ระหว่างปริมาณงานออกของระบบ และค่าหน่วงเวลาของระบบ กล่าวคือ หากต้องการให้ระบบมีปริมาณงานออกที่สูงขึ้น หรือมีเสถียรภาพดีขึ้น ผู้ใช้โดยเฉลี่ยจะต้องใช้เวลามากขึ้นในการส่งแพ็คเก็ตหนึ่งมากขึ้น หรือค่าหน่วงเวลาโดยเฉลี่ยของแพ็คเก็ต (Average Packet Delay) เพิ่มมากขึ้น ลักษณะสำคัญในลักษณะนี้เป็นจุดเริ่มของการพัฒนาโครงงานวิจัยเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสม (Optimum) ในการพัฒนาโพรโตคอลสำหรับระบบการเข้าถึงหลายทางจากอดีตถึงปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาถึงพัฒนาการของระบบการสื่อสารในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารเสียง ข้อมูล ภาพ หรือพหุสื่อในรูปแบบอื่น ในปัจจุบันการสื่อสารจะเป็นรูปแบบดิจิตอลทั้งสิ้น และรูปแบบของข้อมูลดิจิตอลนั้นก็มักจะอยู่บนพื้นฐานของรูปแบบแพ็คเก็ต ซึ่งในการสื่อสารบางประเภทนั้นเงื่อนไขของเวลาจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งจากการเข้าใช้ช่องสัญญาณจึงจะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขของเวลาด้วย

อย่างไรก็ดี เมื่อพัฒนาการของความสามารถของตัวประมวลผล และการเข้ารหัสพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ช่องสัญญาณจึงมีความสามารถในการป้อนข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้ใช้ ข้อมูลที่ช่องสัญญาณให้แก่ผู้ใช้ในระบบนั้นจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพการเข้าใช้ช่องสัญญาณในไทม์สล็อตนั้นๆ [6] ซึ่งในระบบที่ช่องสัญญาณสามารถกระจายข้อมูลได้อย่างทั่วถึง (Broadcast Capability) ผู้ใช้ในระบบจะใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลย้อนกลับเป็นอย่างดีโดยเฉพาะเพื่อให้การ

ตัดสินใจการเข้าใช้ช่องสัญญาณทำได้ดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบในภาพรวมดีขึ้น อาทิ การใช้จำนวนไทม์สล็อตน้อยลงในการแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้ง อาทิ โพรโตคอลแบบไบนารีทรีที่มีการชดเชย (Compensated Binary Tree) [10]

เพื่อสนองตอบต่อความต้องการของผู้ใช้ที่มีเงื่อนไขของเวลา วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จึงได้ตั้งเป้าหมายที่จะศึกษาลักษณะสมบัติของระบบการเข้าถึงหลายทาง ที่มีความสามารถในการป้อนกลับข้อมูลการเข้าใช้ช่องสัญญาณ และมีโพรโตคอลแบบไบนารีทรีในการแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่มีเงื่อนไขของเวลา เพื่อให้ผลของการศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาโพรโตคอลที่มีความเหมาะสม (Optimum Protocol) สำหรับระบบการสื่อสารแบบการเข้าถึงหลายทางต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาการเข้าใช้ช่องสัญญาณของระบบเข้าถึงหลายทาง
2) เพื่อศึกษาถึงลักษณะสมบัติของปริมาณงานออก และค่าหน่วงเวลาที่เปลี่ยนไปในกรณีมีเงื่อนไขของเวลา
3) เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบเข้าถึงหลายทางที่มีเงื่อนไขของเวลา

3. ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1) ทำการศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบการเข้าถึงหลายทางที่มีการป้อนกลับแบบเทอนารี
2) สร้างแบบจำลอง (Simulation Model) เพื่อทำการทดสอบผลที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบของพารามิเตอร์ของการควบคุมป้อนกลับแบบเทอนารี และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขของเวลา โดยการแปรค่าจำนวนสล็อตเวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการเข้าใช้ช่องสัญญาณ (K) และจำนวนผู้ใช้ในระบบ (N) หรืออัตราการเข้าใช้ช่องสัญญาณ (α) เพื่อพิจารณาปริมาณงานออก และค่าหน่วงเวลาที่เปลี่ยนไป
3) วิเคราะห์ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีและผลที่ได้รับจากแบบทดลองเพื่อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมสำหรับระบบการเข้าถึงหลายทางซึ่งมีจำนวนผู้ใช้ในระบบจำกัด

4. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการเข้าถึงหลายทาง และแบบจำลองที่ได้มีการนำเสนอในโครงการวิจัยอ้างอิง
2) พิจารณาพารามิเตอร์สำคัญของระบบการเข้าถึงหลายทาง ที่มีการป้อนกลับแบบเทอนารี เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบ
3) วิเคราะห์ และกำหนดพารามิเตอร์สำคัญที่ต้องการทำการทดสอบผลของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ
4) สร้างแบบจำลองเพื่อทำการทดสอบพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดไว้ และทำการทดสอบในกรณีที่ผู้ใช้มีจำนวนจำกัด
5) วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง พิจารณาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง และทำการสรุปผลที่ได้จากการทดลอง
6) สรุปผลงานวิจัย และเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทำให้เกิดความเข้าใจลักษณะสมบัติของระบบการเข้าถึงหลายทาง และทำให้ทราบถึงเงื่อนไขสำคัญในการออกแบบระบบดังกล่าว ในกรณีที่มีเงื่อนไขของเวลาเป็นตัวกำหนดความต้องการของผู้ใช้ในระบบ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าจำนวนสล็อตเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาการเข้าใช้ช่องสัญญาณ อัตราการมาถึงของแพ็คเก็ต และค่าปริมาณงานออก
2) ทำให้ทราบถึงข้อแตกต่างของผลการวิเคราะห์ในทางทฤษฎี และผลการทดลองในทางปฏิบัติ
3) ทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการพัฒนาระบบการเข้าถึงหลายทางที่มีการป้อนกลับ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะสมบัติของระบบ รวมถึงมีแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองของระบบในกรณีพิเศษอื่นๆ