

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการอภิปรายเพื่อสรุปผลที่ได้จากการทดสอบงานวิจัย รวมทั้งข้อจำกัดของระบบที่พบจากการทดสอบระบบ และข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไป เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 งานวิจัยนี้ได้ตรวจวัดพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีจากการใช้งานข้อมูลในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS และ Android ด้วยโปรแกรมการตรวจจับทราฟฟิก โดยแบ่งออกเป็นทราฟฟิกจากสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS และ Android ในการใช้เว็บเบราว์เซอร์ท่องเว็บไซต์ จำนวน 3 ไฟล์ การเล่นเกม Angry Bird จำนวน 3 ไฟล์ การใช้งานอีเมลล์ จำนวน 3 ไฟล์ การใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้โปรแกรม Facebook จำนวน 3 ไฟล์ และการดูวิดีโอผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้โปรแกรม Youtube จำนวน 3 ไฟล์ รวมทั้งสิ้น 30 ไฟล์ แล้วสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีจากข้อมูลทราฟฟิกที่ตรวจจับได้

5.1.2 ผู้วิจัยได้จัดทำแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อจำลองการแบบจำลองการวิเคราะห์การกำหนดสถานะอาร์อาร์ซีของสมาร์ตโฟน และการทำงานของระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ในส่วนของยูทราเน โดยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้ที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองตามข้อมูลของงานวิจัย Adaptive Radio Resource Management Scheme for UMTS Packet Data

5.1.3 จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานและปริมาณสัญญาณควบคุมที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานจากการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีด้วยแบบจำลองการวิเคราะห์การกำหนดสถานะอาร์อาร์ซีของสมาร์ตโฟนที่สร้างขึ้น พบว่าสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยมากกว่าและมีการเปลี่ยนสถานะอาร์อาร์ซีโดยเฉลี่ยน้อยกว่าสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS

5.1.4 ผู้วิจัยได้นำเสนอกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของโพรโตคอลอาร์อาร์ซี ซึ่งใช้การพิจารณาความคับคั่งของระบบควบคู่กับพฤติกรรมในการสร้างสัญญาณที่แตกต่างกันของระบบปฏิบัติการ โดยเมื่อระบบมีความคับคั่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะพิจารณาเพิ่มระยะเวลา

Timeout ของโปรโตคอลอาร์อาร์ซีให้ยาวนานขึ้นเพื่อให้สมาร์ทโฟนคงอยู่ในสถานะเดิมนานขึ้น ลดการเปลี่ยนแปลงสถานะที่จะทำให้เกิดสัญญาณควบคุมในระบบ อีกทั้งนำเสนอระยะเวลา Timeout ที่เหมาะสม ที่สามารถลดสัญญาณควบคุมในขณะที่สมดุลกับการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นของสมาร์ทโฟน คือ เพิ่มระยะเวลา Timeout ของสถานะเซลล์ดีซีเอช เป็นเวลา 39 วินาที สถานะเซลล์เอฟเฟซีเอช เป็นเวลา 45 วินาที และสถานะเซลล์พีซีเอช เป็นเวลา 55 วินาที

5.1.5 ทดสอบการทำงานของกลไกที่นำเสนอด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับกลไกการกำหนดระยะเวลา Timeout แบบคงที่ พบว่ากลไกการปรับระยะเวลา Timeout ที่นำเสนอใช้งานได้ดี ในกรณีที่เครือข่ายที่มีสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android มาก โดยสามารถลดสัญญาณควบคุมในระบบเครือข่ายโดยรวมได้เฉลี่ย 54.40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนโดยรวมทั้งเครือข่ายเฉลี่ย 6.87 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการสร้างสัญญาณควบคุมต่อสมาร์ทโฟนเฉลี่ย 43.97 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานต่อสมาร์ทโฟนขึ้นเฉลี่ย 31.34 เปอร์เซ็นต์

ในเครือข่ายที่มีสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS จำนวนมากนั้น สามารถลดสัญญาณควบคุมในระบบเครือข่ายโดยรวมได้เฉลี่ย 50.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนโดยรวมทั้งเครือข่ายเฉลี่ย 9.29 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการสร้างสัญญาณควบคุมต่อสมาร์ทโฟนเฉลี่ย 33.09 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานต่อสมาร์ทโฟนขึ้นเฉลี่ย 46.41 เปอร์เซ็นต์

สำหรับในเครือข่ายที่มีความคับคั่งมาก มีอัตราการเพิ่มขึ้นของสมาร์ทโฟนในเครือข่าย 60 - 100 TPS กลไกการปรับระยะเวลา Timeout ที่นำเสนอสามารถช่วยลดสัญญาณควบคุมในระบบเครือข่ายโดยรวมได้เฉลี่ย 35.47 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนโดยรวมทั้งเครือข่ายเฉลี่ย 11.19 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการสร้างสัญญาณควบคุมต่อสมาร์ทโฟนเฉลี่ย 8.87 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานต่อสมาร์ทโฟนขึ้นเฉลี่ย 57.04 เปอร์เซ็นต์

ในเครือข่ายที่มีความคับคั่งน้อย มีอัตราการเพิ่มขึ้นของสมาร์ทโฟนในเครือข่าย 10 - 50 TPS สามารถลดสัญญาณควบคุมในระบบเครือข่ายโดยรวมได้เฉลี่ย 33.87 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนโดยรวมทั้งเครือข่ายเฉลี่ย 11.36 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการสร้างสัญญาณควบคุมต่อสมาร์ทโฟนเฉลี่ย 15.89 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มการใช้พลังงานต่อสมาร์ทโฟนขึ้นเฉลี่ย 41.84 เปอร์เซ็นต์

กลไกการปรับระยะเวลา Timeout ที่นำเสนอ ช่วยลดจำนวนการยุติอยู่ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบเนื่องจากระบบมีความคับคั่งสูง โดยลดลงโดยเฉลี่ย 81.81 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพิ่มจำนวน

การปฏิเสธการใช้งานของสมาร์ทโฟนใหม่ที่ต้องการใช้งานมากขึ้น โดยเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 3.70 เปอร์เซ็นต์

5.2 ปัญหาอุปสรรคและข้อจำกัดของระบบ

ข้อจำกัดของกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของโพรโตคอลอาร์อาร์ซี สามารถแยกข้อจำกัดออกเป็นข้อๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

5.2.1 การศึกษาพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีของสมาร์ทโฟนนั้นไม่สามารถวัดสัญญาณจากการใช้งานจริงจากอุปกรณ์อาร์เอ็นซีในระบบเครือข่ายจริงได้ ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีของสมาร์ทโฟนจากข้อมูลทราฟฟิกในการใช้งานของสมาร์ทโฟนทดแทน

5.2.2 ระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ไม่ได้เป็นระบบปฏิบัติการรุ่นใหม่ล่าสุด อันเนื่องมาจากการพัฒนาและเปิดตัวระบบปฏิบัติการรุ่นใหม่อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีที่แตกต่างจากรุ่นเดิม ซึ่งยังไม่มีกลไกของอาร์เอ็นซีที่จะทำให้ทราบถึงรุ่นของระบบปฏิบัติการที่สมาร์ทโฟนใช้งานอยู่ได้

5.2.3 งานวิจัยนี้ยังไม่ได้ครอบคลุมถึงระบบปฏิบัติการอื่นๆ ที่พัฒนาขึ้นใหม่ในปัจจุบันยกตัวอย่างเช่น ระบบปฏิบัติการวินโดวส์โฟน 8 (Windows Phone 8) เป็นต้น

5.2.4 จากผลการทดลองพบว่ากลไกที่นำเสนอ จะเพิ่มการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนมากขึ้น อาจต้องเพิ่มความจุของแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนให้มากขึ้นเพื่อรองรับการใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ของกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของโพรโตคอลอาร์อาร์ซี สามารถแยกข้อจำกัดออกเป็นข้อๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

5.3.1 การศึกษาพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีของสมาร์ทโฟนนั้น ควรจะวัดสัญญาณจากการใช้งานจริงจากอุปกรณ์อาร์เอ็นซีในระบบเครือข่ายจริง จะทำให้ได้ทราบถึงพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีที่เกิดขึ้นจริงในระบบเครือข่าย และทราบถึงปริมาณของสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้น

5.3.2 ควรจะมีการเพิ่มกลไกในการแยกแยะรุ่นของระบบปฏิบัติการซึ่งอาจจะทำให้การปรับระยะเวลา Timeout ได้ตรงกับพฤติกรรมการสร้างสัญญาณของระบบปฏิบัติการรุ่นนั้นๆ ได้อย่างเหมาะสม

5.3.3 มีการศึกษาพฤติกรรมการสร้างสัญญาณของระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนใหม่ๆ
เช่น ระบบปฏิบัติการวินโดวส์โฟน 8