

บทที่ 1

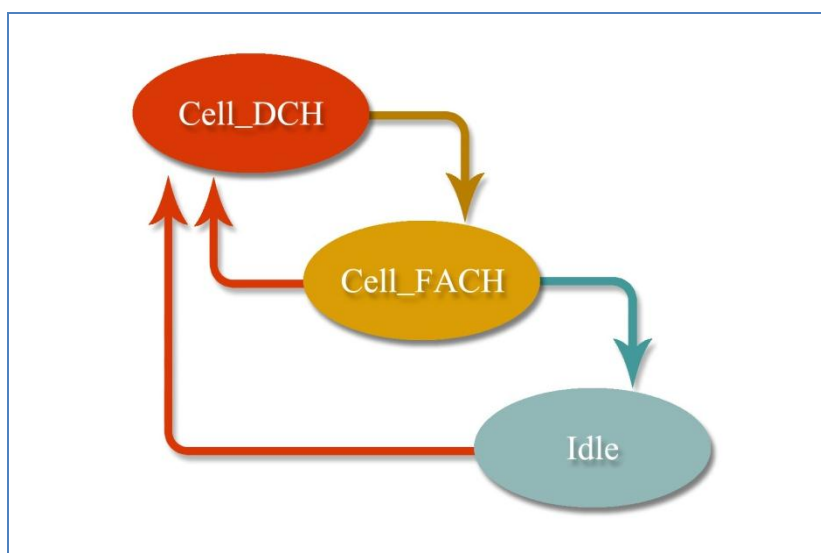
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ที่มีความสามารถมากมายที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน เช่น การส่งข้อความสั้นเอสเอ็มเอส ปฏิทิน นาฬิกาปลุก ตารางนัดหมาย เกม การใช้งานอินเทอร์เน็ต บลูทูธ อินฟราเรด กล้องถ่ายภาพ เอ็มเอ็มएस วิทยุ เครื่องเล่นเพลง และ จีพีเอส เป็นต้น ในปัจจุบันผู้ใช้นิยมใช้งานสมาร์ทโฟนมากขึ้น ในประเทศไทยมียอดขายจำหน่ายสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ยอดขายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบฟิเจอร์โฟนนั้นลดลง เช่นเดียวกับยอดขายจำหน่ายของสมาร์ทโฟนทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนสมาร์ทโฟนมากกว่าฟิเจอร์โฟนในอนาคตอันใกล้ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์พกพาอื่นๆ ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคตด้วยเช่นกัน อาทิเช่น คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต โดยในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 (3G : Third Generation) จะใช้ชื่อเรียกแทนโทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์พกพาเหล่านี้ว่ายูอี (UE : User Equipment)

การใช้งานบริการข้อมูลในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ระหว่างยูอีและอาร์เอ็นซี (RNC : Radio Network Controller) มีโพรโตคอลอาร์อาร์ซี (RRC : Radio Resource Control) ใช้ในการกำหนดความสามารถในการรับ-ส่งข้อมูลของยูอี จำกัดปริมาณทรัพยากรของระบบที่ยูอีจะสามารถใช้ได้ในช่วงที่กำลังใช้งานบริการข้อมูล โดยการกำหนดสถานะที่แตกต่างกันให้แก่ยูอี สถานะต่างๆ ของโพรโตคอลอาร์อาร์ซี ประกอบไปด้วยสถานะเซลล์ดีชีเอช (Cell_DCH) เซลล์เอฟเอชีเอช (Cell_FACH) และสถานะว่าง (Idle) ดังภาพที่ 1.1 โดยสถานะที่สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้เร็วที่สุดคือสถานะเซลล์ดีชีเอชจะใช้ทรัพยากรของระบบอย่างเต็มที่ (ตามที่ได้รับการจัดสรรไว้) แต่ก็ต้องใช้เวลาสูงเช่นกัน ส่วนสถานะที่รับ-ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วต่ำคือสถานะเซลล์เอฟเอชีเอชซึ่งมีการใช้ทรัพยากรร่วมกับสมาร์ทโฟนเครื่องอื่นๆ ก็จะใช้พลังงานแบตเตอรี่น้อยลง และสถานะที่ไม่สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้คือสถานะว่างนั้นใช้พลังงานน้อยมาก โดยสมาร์ทโฟนจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะเซลล์ดีชีเอชมาเป็นสถานะเซลล์เอฟเอชีเอชก็ต่อเมื่อไม่มีการรับ-ส่งข้อมูลและคงอยู่ในสถานะเซลล์ดีชีเอช ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการลดการใช้

พลังงานแบตเตอรี่ของยูอีและเปลี่ยนสถานะจากสถานะเซลล์เอฟเอชไอเอสไปเป็นสถานะว่างตามระยะเวลาที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีความต้องการใช้บริการข้อมูลความเร็วสูงอีกครั้งจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะไปเป็นสถานะเซลล์ดีซีเอสอีกครั้ง ในการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซี ในแต่ละครั้งจะมีการส่งสัญญาณควบคุม (Signaling Control) ระหว่างยูอีกับอาร์เอ็นซีเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะนั้นๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะบ่อยครั้งก็ยิ่งเพิ่มจำนวนสัญญาณควบคุมในระบบมากยิ่งขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันมียูอีจำนวนมากจึงสร้างสัญญาณควบคุมจำนวนมหาศาล จึงเป็นภาระให้แก่อาร์เอ็นซีที่ต้องจัดการกับสัญญาณควบคุมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระบบส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบลดลงเนื่องจากต้องประมวลผลสัญญาณควบคุมมากเกินไป มีการตั้งชื่อปรากฏการณ์นี้ว่า พายุสัญญาณ (Signaling Storm)¹



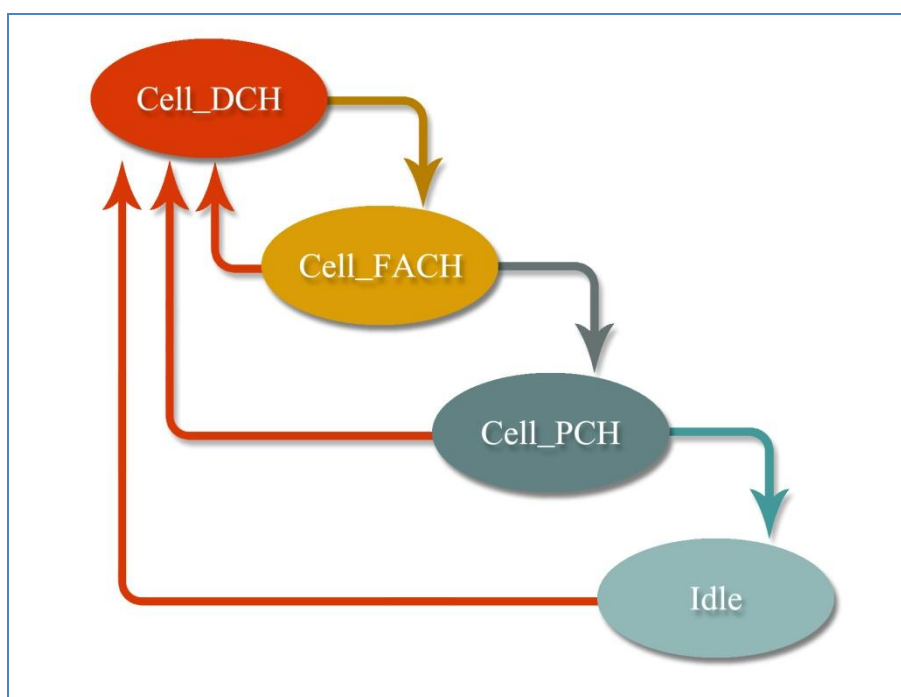
ภาพที่ 1.1 แสดงสถานะอาร์อาร์ซีในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3

ที่มา: Nokia Siemens Networks (2011, p. 7)

ในการนำไปใช้งานจริง ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มักจะกำหนดระยะเวลาคงอยู่ในสถานะแบบคงที่ โดยกำหนดระยะเวลาแตกต่างกันไปหรือกำหนดตามค่าเริ่มต้นของ

¹ Yang, C (2011). *Weather the signaling storm* . Huawei Communicate. SEP 2011.

อุปกรณ์ตามที่ผู้ผลิตอุปกรณ์กำหนดไว้ แต่ระยะเวลาเหล่านั้นมักเป็นระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้บริการข้อมูลของผู้ใช้ในปัจจุบันที่นิยมใช้บริการข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีบางแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้ใช้งานอยู่มีการเชื่อมต่อแบบตลอดเวลา (Always on) ส่งผลให้ยู่อีคงอยู่ในสถานะเซลล์ดีซีเอชอย่างต่อเนื่อง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเป็นจำนวนมาก จึงมีการพัฒนากลไกการลดระยะเวลาการคงอยู่ในสถานะลง เรียกว่าฟาสต์ดอร์มแมนซี (Fast Dormancy)² ที่มีการกำหนดให้ระยะเวลาการคงอยู่สั้นลงและเพิ่มสถานะที่มีการใช้พลังงานน้อยใกล้เคียงกับสถานะว่างแต่สามารถเปลี่ยนไปเป็นสถานะเซลล์ดีซีเอชได้อย่างรวดเร็ว เรียกว่าสถานะเซลล์พีซีเอช (Cell_PCH) ดังภาพที่ 1.2 แต่การกำหนดระยะเวลาคงอยู่ในสถานะยังคงเป็นแบบคงที่เช่นเดิม มีการพยายามหาค่าระยะเวลาคงอยู่ในแต่ละสถานะที่เหมาะสมแต่ก็ยังไม่สามารถลดปริมาณสัญญาณควบคุมจำนวนมากในระบบลงได้



ภาพที่ 1.2 แสดงสถานะอาร์อาร์ซีในกลไกฟาสต์ดอร์มแมนซี

ที่มา: Nokia Siemens Networks (2011, p. 7)

² Nokia Siemens Networks, Signals Research Group. (2010). *Smartphones and a 3G network: Reducing the impact of smartphone-generated signaling traffic while increasing the battery life of the phone through the use of network optimization techniques*. N.P.: Author.

งานวิจัยนี้นำเสนอกลไกเพื่อลดสัญญาณที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนสถานะอาร์อาร์ซี ที่จะช่วยลดความคับคั่งของสัญญาณในระบบเครือข่ายลง โดยการพิจารณาพฤติกรรมในการสร้างสัญญาณควบคุมจากการใช้งานจริงของสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแตกต่างกันและใช้เป็นข้อมูลในการปรับระยะเวลาคงอยู่ของสถานะอาร์อาร์ซีตามเกณฑ์ความคับคั่งของระบบเครือข่าย เมื่อระบบเครือข่ายมีปริมาณสัญญาณน้อยและไม่มีปัญหาความคับคั่งของสัญญาณในระบบ อาร์เอ็นซี จะกำหนดระยะเวลาคงอยู่ของสถานะอาร์อาร์ซีตามกลไกปกติให้แก่ยูอี แต่เมื่อระบบเครือข่ายมีความคับคั่งของสัญญาณในระบบเกินเกณฑ์ความคับคั่งของสัญญาณที่กำหนดไว้ อาร์เอ็นซีจะกำหนดระยะเวลาคงอยู่ของสถานะอาร์อาร์ซีแก่ยูอีที่ใช้ระบบปฏิบัติการของสมาร์ตโฟนที่มีพฤติกรรมในการสร้างสัญญาณควบคุมจำนวนมากในระหว่างการใช้งานให้มีระยะเวลานานขึ้น เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซี ทั้งนี้สมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการที่มีพฤติกรรมในการสร้างสัญญาณควบคุมจำนวนมากจะมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในขณะที่สมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการอื่นยังคงใช้พลังงานเท่าเดิมเนื่องจากใช้การกำหนดระยะเวลาคงอยู่ของสถานะอาร์อาร์ซีตามกลไกปกติ และเมื่อระบบเครือข่ายมีความคับคั่งของสัญญาณในระบบเกินเกณฑ์ความคับคั่งของสัญญาณในระดับสูง อาร์เอ็นซีจะกำหนดระยะเวลาคงอยู่ของสถานะอาร์อาร์ซีแก่ยูอีทั้งหมดให้นานขึ้น โดยที่ระยะเวลาคงอยู่ของสถานะอาร์อาร์ซีของระบบปฏิบัติการของสมาร์ตโฟนที่มีพฤติกรรมในการสร้างสัญญาณควบคุมจำนวนมากจะมีระยะเวลานานกว่าระบบปฏิบัติการของสมาร์ตโฟนที่มีพฤติกรรมในการสร้างสัญญาณควบคุมจำนวนเล็กน้อย เพื่อเป็นการควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีให้น้อยลง จะช่วยให้ผู้ใช้บริการไม่ต้องลงทุนจำนวนมากเพื่อขยายความจุสูงสุดของระบบเครือข่ายโดยไม่จำเป็น และผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีจากการใช้งานข้อมูลในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 7.0.3 และ Android เวอร์ชัน 4.3.1
2. เพื่อนำเสนอกลไกที่สามารถลดจำนวนสัญญาณควบคุมจากการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานของกลไกที่นำเสนอ กับผลการทำงานของกลไกการควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีแบบคงที่หรือแบบดั้งเดิม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีขอบเขตของงานวิจัยดังนี้

1. ตรวจสอบพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีจากการใช้งานข้อมูลในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 7.0.3 และ Android เวอร์ชัน 4.3.1
2. สร้างแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงสถานะระบบอาร์อาร์ซีของสมาร์ทโฟนบนคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB) และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองกับบทความวิจัยในระดับนานาชาติ
3. วิเคราะห์การใช้พลังงานและปริมาณสัญญาณควบคุมที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานจากการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีตามแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น
4. นำเสนอแนวทางการปรับระยะเวลา Timeout ที่สามารถลดความคับคั่ง และลดจำนวนสัญญาณควบคุมของสมาร์ทโฟนในระบบโครงข่ายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 โดยเครื่องสมาร์ทโฟนจะมีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นในระดับที่ยอมรับได้
5. ทดสอบการใช้งานข้อมูลด้วยกลไกที่นำเสนอในแบบจำลองคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับการใช้งานของระบบเดิม เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสัญญาณควบคุมและการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ของเครื่องสมาร์ทโฟนที่เปลี่ยนแปลงไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีดังนี้

1. ได้ทราบถึงการทำงานของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ในส่วนของยูทราน (UTRAN: Universal Terrestrial Radio Access) และโพรโตคอลอาร์อาร์ซี
2. ช่วยลดจำนวนสัญญาณควบคุมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่จำเป็นต้องขยายความจุของเครือข่ายเพื่อรองรับปริมาณสัญญาณที่มากเกินไป
3. ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง ระบบไม่ล่มเนื่องจากการที่มีสัญญาณในระบบมากเกินไปหรือเกิดปัญหาพายุสัญญาณ

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ฮาร์ดแวร์ ที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

1.1 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows7) ในการเขียนโปรแกรมในการสร้างแบบจำลอง

1.2 โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน Samsung GalaxyS2 ในการตรวจวัดพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีจากการใช้งานข้อมูลของสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.3 โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน iPhone 4S ใช้ในการตรวจวัดพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซีจากการใช้งานข้อมูลของสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส

1.4 ซิมการ์ดซึ่งสามารถใช้งานบริการข้อมูลบนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3

1.5 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (MacBook Pro) ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการใช้งานสมาร์ตโฟน iPhone

2. ซอร์ฟแวร์ ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กมีดังนี้

2.1 โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB) ใช้ในการเขียนโปรแกรมในการสร้างแบบจำลอง

2.2 โปรแกรม WireShark เวอร์ชัน 1.8.3 ใช้ในการวิเคราะห์ไฟล์การจราจรของข้อมูล (data traffic) ที่ตรวจวัดได้จากการใช้งานสมาร์ตโฟน

2.3 โปรแกรม AT&T Application Resource Optimizer (ARO) ใช้วิเคราะห์สถานะ อาร์อาร์ซีจากไฟล์การจราจรของสมาร์ตโฟนที่ตรวจวัดได้จากการใช้งานสมาร์ตโฟน

3. ซอร์ฟแวร์ ที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟน Samsung Galaxy S2 มีดังนี้

3.1 ระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชัน 4.3.1 Jelly Bean

3.2 โปรแกรม Shark for Root เวอร์ชัน 1.0.2 เพื่อใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูล (data traffic) ในระหว่างการใช้งานข้อมูลของสมาร์ตโฟน

3.3 โปรแกรม Angry Birds เวอร์ชัน 3.3.1 เพื่อใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในระหว่างการเล่นเกม

3.4 โปรแกรม Android Web browser ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการเรียกดูเว็บไซต์

3.5 โปรแกรม Mail ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการใช้งานอีเมลล์

3.6 โปรแกรม Facebook เพื่อใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการใช้งานสังคมออนไลน์

3.7 โปรแกรม Youtube ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการชมวิดีโอผ่านบริการอินเทอร์เน็ต

4. ซอร์ฟแวร์ ที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟน iPhone 4S มีดังนี้

4.1 ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 7.0.3

4.2 โปรแกรม Angry Birds เวอร์ชัน 3.3.1 เพื่อใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในระหว่างการเล่นเกม

4.3 โปรแกรม Safari ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการเรียกดูเว็บไซต์

4.4 โปรแกรม Mail ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการใช้งานอีเมลล์

4.5 โปรแกรม Facebook ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการใช้งานสังคมออนไลน์

4.6 โปรแกรม Youtube ใช้ในการตรวจวัดการจราจรของข้อมูลในการชมวิดีโอผ่านบริการอินเทอร์เน็ต

5. ซอร์ฟแวร์ ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (MacBook Pro) มีดังนี้

5.1 โปรแกรม Tcpdump สำหรับการตรวจวัด traffic ที่เกิดขึ้น

5.2 โปรแกรม Xcode สำหรับเรียกดูรหัสเพื่อระบุตัวตนของสมาร์ตโฟน iPhone ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์นี้

5.3 เครื่องมือ rvictl สำหรับสร้าง remote virtual interface (RVI) สำหรับสมาร์ตโฟนแบรนด์ iPhone ในการตรวจวัด Traffic

1.6 แผนการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ได้วางแผนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลา(เดือน)				
	ก.พ.56	มี.ค.56	เม.ย.56	พ.ค.56	มิ.ย.56
1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้องานวิจัย	↔				
2. ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดการจราจรเครือข่ายและเครื่องมือในการวิเคราะห์สถานะอาร์อาร์ซีจากการจราจรเครือข่าย	↔				
3. ตรวจวัดการจราจรเครือข่ายของอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ต้องการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซี	↔				
4. ออกแบบกลไกควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะอาร์อาร์ซี และวิธีการนำไปใช้งานร่วมกับกลไกอื่นๆ		↔			
5. ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับทดสอบการทำงาน		↔			
6. พัฒนาแบบจำลองสำหรับทดสอบการทำงาน		↔			
7. ทดสอบการทำงานและประเมินผล				↔	
8. สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์				↔	