บทที่ 4
แบบจำลองและวิธีการจำลอง

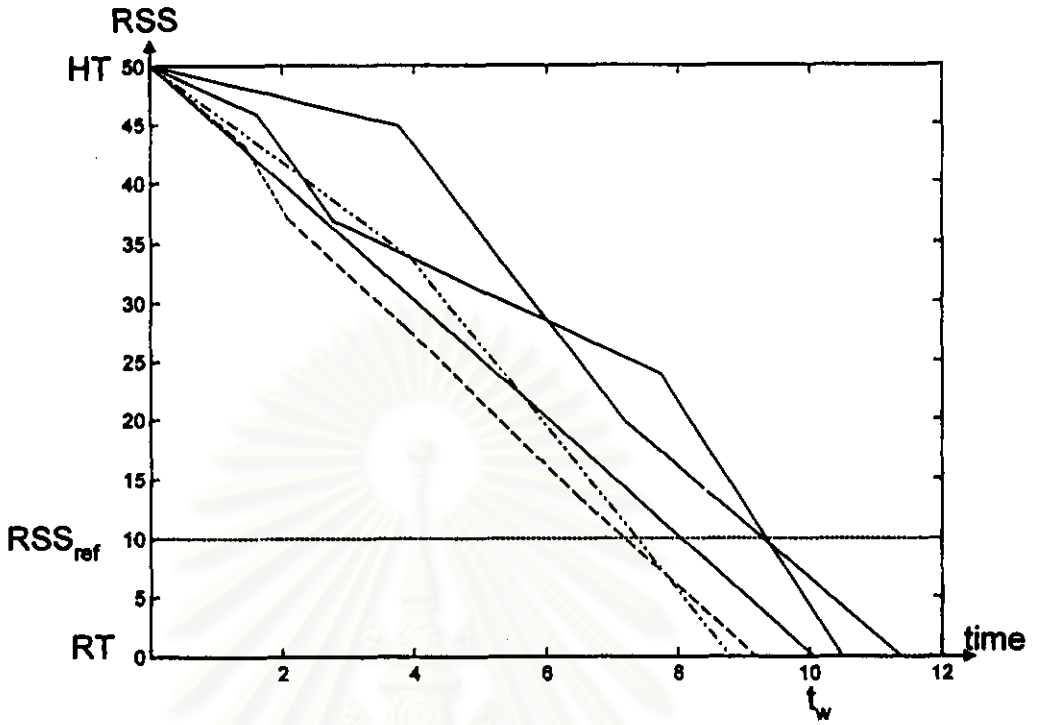
4.1 วิธีจำลองแบบ

สำหรับการทดสอบวิธีการจัดคิวเพื่อร้องขอการทำแฮนด์โอเวอร์จะใช้วิธีการสร้างแบบจำลองขึ้นมา โดยในแบบจำลองการทดสอบจะจำลองเซลล์จำนวนหนึ่งเซลล์ขึ้นมาและทำการเปลี่ยนแปลงค่าทราฟฟิกโหลด (Traffic load) เป็นค่าต่างๆ อีกทั้งทำการกำหนดอัตราส่วนของการเรียกที่เกิดขึ้นมาใหม่ต่อการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์โอเวอร์ หรือเปอร์เซ็นต์ของปริมาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่การเรียกเกิดจากการแฮนด์โอเวอร์

ในการรันโปรแกรม ในแต่ละครั้งจะทำจนกระทั่งการเรียกที่เกิดขึ้นทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1,000,000 การเรียก โดยไม่นับรวม 1,000 การเรียกแรกที่เกิดขึ้น เพราะในช่วงเริ่มต้น ช่องสัญญาณทั้งหมดว่างอยู่ และรันโปรแกรมทั้งหมดสามครั้ง นำค่า Call Blocking Probability และค่า Forced Terminating Probability ที่ได้จากการทดสอบนำมาหาค่าเฉลี่ย

แบบจำลองที่สร้างขึ้นมานี้เรากำหนดสมมุติฐานต่าง ๆ ดังนี้ [8]

1. การจัดสรรช่องสัญญาณภายในเซลล์เป็นแบบตายตัว (Fixed Channel Allocation)
2. การเรียกที่เกิดขึ้นใหม่ และการเรียกที่เกิดจากการขอทำแฮนด์โอเวอร์ มีการกระจายแบบ Poisson
3. เวลาของการใช้ช่องสัญญาณของการเรียกมีการกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียลเชิงลบ
4. ช่วงระยะเวลาในการเข้าคิว ตั้งแต่เริ่มขอทำการแฮนด์โอเวอร์จนกระทั่งการเรียกนั้นยุติลงเนื่องจากไม่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณ (Maximum tolerable degradation) มีการกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียลเชิงลบ
5. ความแรงสัญญาณในแต่ละการเรียกที่เกิดจากการขอทำแฮนด์โอเวอร์ มีอัตราการลดลงที่มีรูปแบบแตกต่างกันไป เนื่องจากเฟดดิ้ง โดยสมมติให้มีความแรงสัญญาณลดลงแบบสุ่ม คือเป็นสมการที่มีความชันลดลงเป็นช่วงๆ ซึ่งในแต่ละช่วงจะมีค่าความชันเป็นแบบสุ่ม ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การลดลงของความแรงสัญญาณรูปแบบต่างๆในแบบจำลอง

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความแรงสัญญาณเป็นดังนี้

$$f(t) = \left(\frac{f(t_1) - f(t_2)}{t_1 - t_2} \right) x(t - t_1) + f(t_1) \qquad (4.1)$$

โดยที่ $f(t_1) > f(t_2)$ และ $t_1 < t_2$

4.2 การนำเสนอผลการจำลองแบบ

ในการทดสอบแบบจำลองนี้จะทำการเปรียบเทียบค่า Call Blocking Probability และค่า Forced Terminating Probability ของวิธีการเข้าคิวต่าง ๆ คือ แบบ FIFO, MBPS, SPPQ และ MBPS-SPPQ (วิธีที่เสนอ) โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของค่า Call Blocking Probability และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่า Forced Terminating Probability ของวิธี MBPS, SPPQ และ MBPS-SPPQ เทียบกับวิธี FIFO ที่ปริมาณทราฟฟิก เท่ากับ 20~23 เออร์แลง (ค่า Call Blocking Probability เท่ากับ 1~4%) เมื่อเปอร์เซ็นต์ของปริมาณการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์โอเวอร์เท่ากับ 20%, 50% และ 80% ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ทดสอบใน [6,8] เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

4.3 ข้อกำหนดของแบบจำลอง

ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองการทดสอบ มีดังนี้ [8]

1. จำนวนช่องสัญญาณที่มีอยู่ในเซลล์ (n) : 30 ช่องสัญญาณ
2. ระยะเวลาของการใช้ช่องสัญญาณสำหรับการเรียกที่เกิดขึ้นใหม่ (t_c) มีค่าเฉลี่ย (T_c) เท่ากับ 60 วินาที
3. ระยะเวลาของการใช้ช่องสัญญาณสำหรับการเรียกที่เกิดจากการขอทำการแฮนด์โอเวอร์ (t_h) มีค่าเฉลี่ย (T_h) เท่ากับ 30 วินาที
4. ระยะเวลาในการเข้าคิวจนถึงการเรียกยุติลงเนื่องจากไม่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณสำหรับแต่ละการเรียก (t_w) มีค่าเฉลี่ย (T_w) เท่ากับ 10 วินาที
5. ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มเข้าคิวของแต่ละการเรียกที่เกิดจากขอทำการแฮนด์โอเวอร์ (t_i) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง t_w วินาที
6. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำเอ็กตราโปเลต (Δt) : 0.5 วินาที
7. ระยะเวลาที่คาดการณ์ว่าการเรียกที่เกิดจากการขอทำแฮนด์โอเวอร์สิ้นสุดลงเนื่องจากไม่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณ (t_L)

$$t_L = \frac{[f(t) - RT]\Delta t}{[f(t - \Delta t) - f(t)]} \qquad (4.2)$$

8. ปริมาณทราฟฟิกที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ (Λ) มีหน่วยเป็น เออร์แลง (erlang)
9. เปอร์เซ็นต์ของปริมาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่การเรียกเกิดจากการแฮนด์โอเวอร์ (P_h) : 20%, 50%, 80%
10. ระดับค่าอ้างอิงที่เริ่มต้นทำกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ (HT) : -90 dBm
11. ระดับค่าอ้างอิงที่เปลี่ยนวิธีการจัดลำดับคิวแบบ SPPQ เป็น MBPS. (RSS_{ref})
12. ระดับค่าอ้างอิงต่ำสุดที่สามารถทำกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ได้ (RT) : -110 dBm

เราสามารถหาค่าเฉลี่ยของระยะห่างทางช่วงเวลาของการเรียกที่เกิดขึ้นใหม่ และ ค่าเฉลี่ยของระยะห่างทางช่วงเวลาของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์โอเวอร์ ได้ดังนี้

กำหนดให้

λ_h คือ อัตราการมาถึงของการเรียกที่เกิดจากการขอทำแฮนด์โอเวอร์ มีหน่วยเป็น วินาที$^{-1}$

λ_c คือ อัตราการมาถึงของการเรียกที่เกิดขึ้นใหม่ มีหน่วยเป็น วินาที$^{-1}$

M_h คือ ค่าเฉลี่ยของระยะห่างทางช่วงเวลาของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์โอเวอร์

M_c คือ ค่าเฉลี่ยของระยะห่างทางช่วงเวลาของการเรียกที่เกิดขึ้นใหม่

$$M_h = \frac{1}{\lambda_h} \quad \text{วินาที} \qquad M_c = \frac{1}{\lambda_c} \quad \text{วินาที}$$

เนื่องจาก P_h คือเปอร์เซ็นต์ของปริมาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่การเรียกเกิดจากการแฮนด์โอเวอร์

ดังนั้น
$$\frac{\lambda_h}{\lambda_c} = \frac{P_h}{100 - P_h} \tag{4.3}$$

$$\frac{M_c}{M_h} = \frac{P_h}{100 - P_h} \tag{4.4}$$

เนื่องจาก

Λ คือปริมาณทราฟฟิกที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

T_c เท่ากับค่าเฉลี่ยของระยะเวลาของการใช้ช่องสัญญาณสำหรับการเรียกที่เกิดขึ้นใหม่

T_h เท่ากับค่าเฉลี่ยของระยะเวลาของการใช้ช่องสัญญาณสำหรับการเรียกที่เกิดจากการขอทำการแฮนด์โอเวอร์

ดังนั้น
$$\Lambda = \lambda_h T_h + \lambda_c T_c$$

$$\Lambda = \frac{T_h}{M_h} + \frac{T_c}{M_c} \tag{4.5}$$

จากสมการที่ (4.4) และ (4.5) จะได้

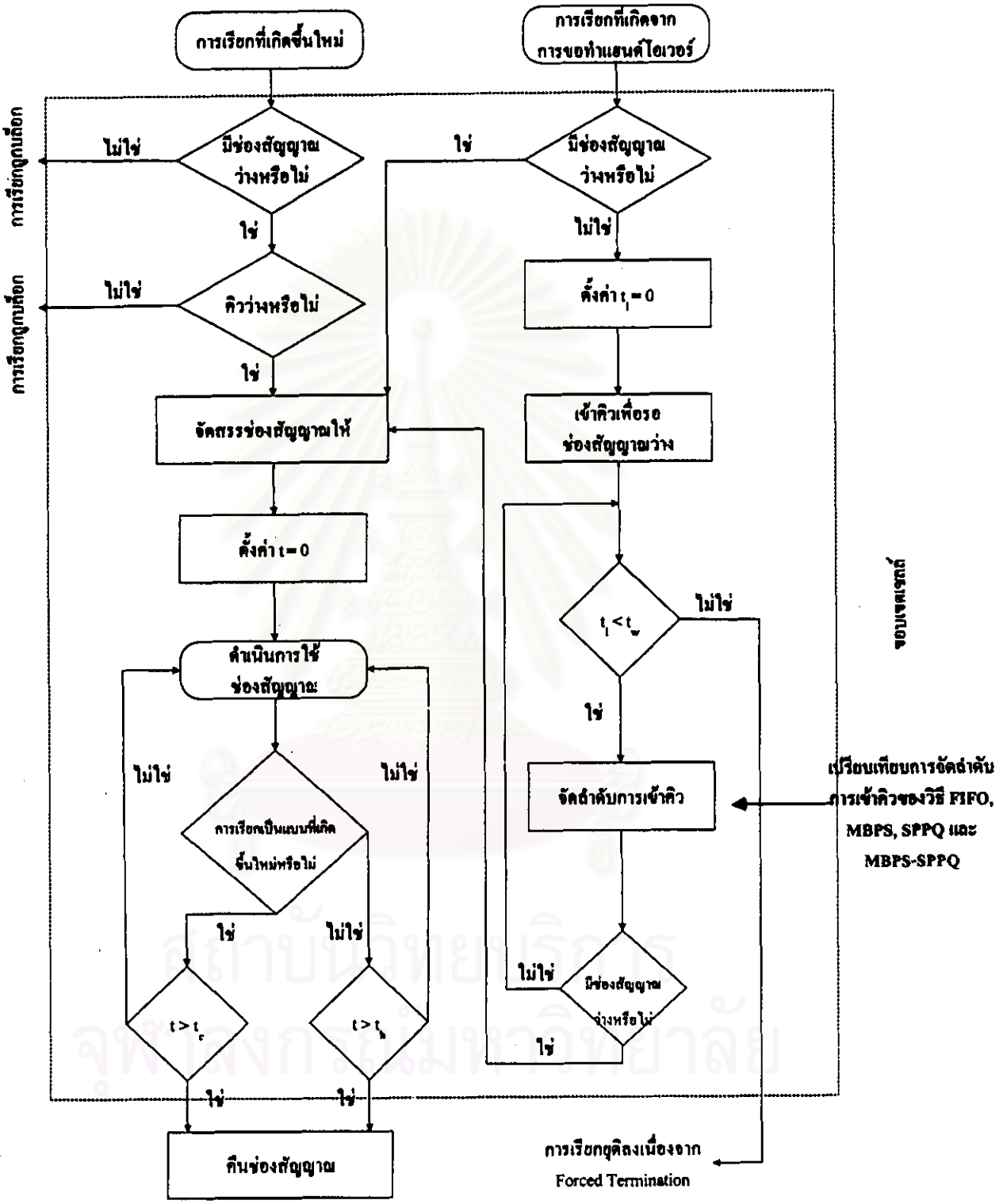
$$M_c = \frac{1}{\Lambda}\left[\frac{P_h T_h}{100 - P_h} + T_c\right] \quad \text{วินาที} \tag{4.6}$$

$$M_h = \left[\frac{100}{P_h} - 1\right] M_c \quad \text{วินาที} \tag{4.7}$$

4.4 แบบจำลองของระบบเพื่อทดสอบการจัดลำดับการเข้าคิวในกระบวนการแฮนด์โอเวอร์

อัลกอริทึมของแบบจำลองที่ใช้ทดสอบการจัดลำดับการเข้าคิวของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์โอเวอร์ ของวิธี FIFO, MBPS, SPPQ และ MBPS-SPPQ แสดงดังรูปที่ 4.2

ทั้งสี่วิธีที่ทำการทดสอบใช้แบบจำลองรูปที่ 4.2 เหมือนกันหมด แตกต่างกันเฉพาะในส่วนที่ทำการจัดลำดับคิวเท่านั้น



รูปที่ 4.2 อัลกอริทึมของกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง

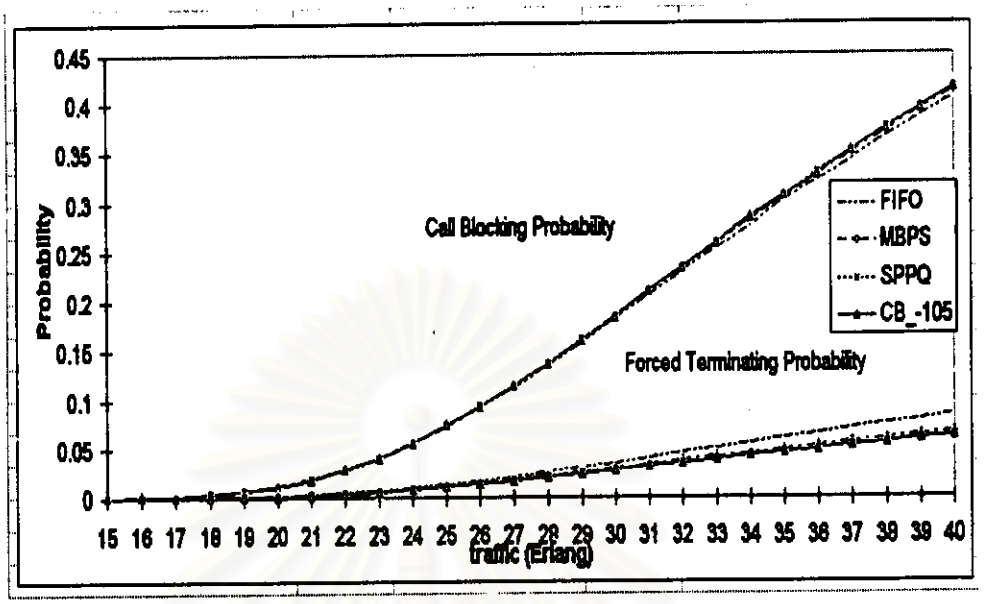
4.5 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบ

แบบจำลองที่ใช้ทดสอบวิธีต่างๆในการจัดลำดับคิวของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์โอเวอร์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นแบบจำลองเดียวกับในเอกสารอ้างอิงที่ [6] และ [8] สำหรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆใช้เหมือนกับในเอกสารอ้างอิงที่ [8] แตกต่างกันเพียงในเอกสารอ้างอิงที่ [8] ความแรงสัญญาณในแต่ละการเรียกที่เกิดจากแฮนด์โอเวอร์ มีอัตราการลดลงคงที่ แต่ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ความแรงสัญญาณในแต่ละการเรียกที่เกิดจากแฮนด์โอเวอร์ มีอัตราการลดลงแบบสุ่ม เนื่องจากคิดเฟดดิงด้วย

แบบจำลองที่ใช้นี้อยู่บนหลักการของมาร์คอฟเชน (Markov chain) ซึ่งช่วงระยะเวลาในการเข้าคิวตั้งแต่เริ่มขอทำการแฮนด์โอเวอร์จนกระทั่งการเรียกนั้นยุติลงเนื่องจากไม่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณ (Maximum tolerable degradation) จะต้องมีการกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียล โดยการกำหนดดังกล่าวข้างต้นจะขัดแย้งกับเอกสารอ้างอิงที่ [6] ที่มีการกระจายแบบนอร์มอล ซึ่งไม่ใช่การกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียล ดังเอกสารอ้างอิงที่ [8-9]

เมื่อทำการทดสอบระบบเปรียบเทียบผลกับในเอกสารอ้างอิงที่ [8] โดยกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่การเรียกเกิดจากการแฮนด์โอเวอร์เท่ากับ 50 ปรากฏว่าที่ปริมาณทราฟฟิกเท่ากับ 21 เออร์แลง มีค่า Call Blocking Probability เท่ากับ 0.02 การลดลงของค่า Forced Terminating Probability ที่ใช้การจัดคิวแบบ SPPQ เทียบกับวิธี FIFO เท่ากับ 13.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในเอกสารอ้างอิงได้ค่าประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้นี้ต่างกัน 1.18 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของค่า Call Blocking Probability ที่ใช้การจัดคิวแบบ SPPQ เทียบกับวิธี FIFO เท่ากับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปตามเอกสารอ้างอิง สรุปว่าผลที่ได้จากแบบจำลองที่ใช้นี้สอดคล้องกับในเอกสารอ้างอิงที่ [8] รูปที่ 4.3 แสดงผลที่ได้จากการจำลองแบบของทั้ง 4 วิธี คือ FIFO, MBPS, SPPQ และ CB_105 (ตัวอย่างวิธี MBPS-SPPQ ที่ RSS_{th} เท่ากับ -105 dBm)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า Call Blocking Probability และค่า Forced Terminating Probability ของวิธีต่างๆ ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่การเรียกเกิดจากการแฮนด์โอเวอร์ เท่ากับ 50

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย