บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองของการจำลองปัญหาเรื่องประสิทธิผลและความเท่าเทียมของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่มัลติมีเดียที่ให้บริการ 3 ระดับ เป็นเกมร่วมมือที่มีผู้เล่น 3 คน

4.1 เกมระหว่างผู้เล่น 3 คนของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1

กำหนดค่าพารามิเตอร์ด้วยกัน 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เป็นการกำหนดให้ค่าแบนด์วิดท์ประสิทธิผลมีค่าใกล้เคียงกัน และชุดที่ 2 เป็นการกำหนดให้ค่าแบนด์วิดท์ประสิทธิผลมีค่าแตกต่างกัน

4.1.1 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ชุดที่ 1

ค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 1 ของระบบสื่อสารเคลื่อนที่มัลติมีเดียรองรับการให้บริการ 3 ระดับที่ใช้มีค่าดังแสดงในตารางที่ 4.1 กำหนดให้การเข้ามาของการเรียกใหม่เป็นไปตามกระบวนการปัวส์ซองด้วยอัตรา Λ โดยการเรียกใหม่จะถูกตัดสินให้เป็นการเรียกในระดับที่ 0,1 และ 2 ด้วยความน่าจะเป็น 0.4, 0.3 และ 0.3 ตามลำดับ กำหนดให้ความจุภายในเซลล์คือ 350 Kbps

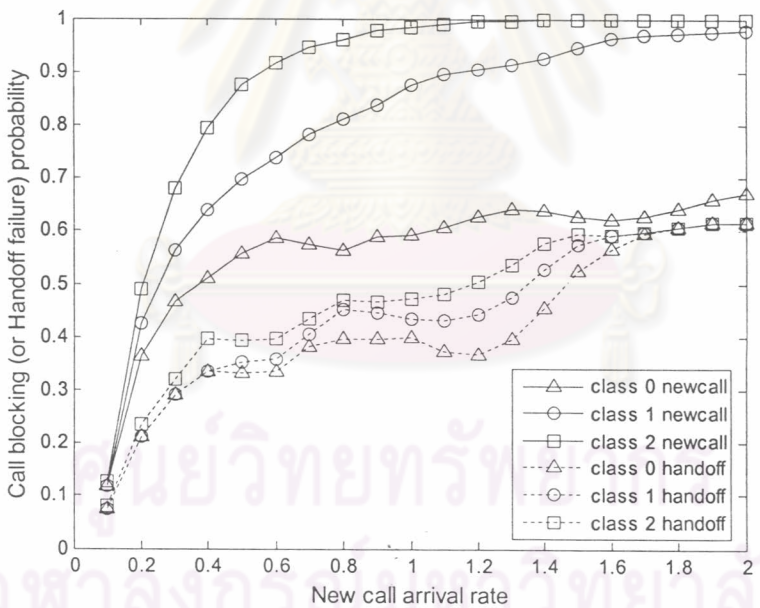
ตารางที่ 4.1 แบบจำลองของระบบของพารามิเตอร์ชุดที่ 1

Parameters	Classes		
	Class 0	Class 1	Class 2
Effective Bandwidth	12 kbps	11 kbps	10 kbps
Mean Call Duration Time $(1/\mu)$	120	420	540
Mean Cell Dwell Time $(1/\nu)$	300	360	420
Priority	High	Medium	Low
Example Service	Voice	E-mail	Fax

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่าค่าแบนด์วิดท์ประสิทธิผลของแต่ละระดับมีค่าใกล้เคียงกันคือ 12 kbps, 11 kbps และ 10 kbps ซึ่งแบนด์วิทด์ประสิทธิผลที่ใช้นี้ เป็นแบนด์วิดท์ที่สมมติขึ้น แต่สามารถใช้งานได้จริง [7] ดังตัวอย่างบริการที่แสดง โดยลำดับความสำคัญ บริการประเภทที่ 1 บริการทางเสียงมีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากบริการเสียงมีความต้องการทางเวลา คือ ต้องใช้งานแบบเวลาจริง (real time) และข้อมูลที่ส่งไปจะต้องถูกต้องและรวดเร็ว ส่วนบริการประเภทที่ 2 และ 3 ประเภทข้อมูลมัลติมีเดียเป็นการใช้งานแบบไม่ใช่เวลาจริง ซึ่ง บริการไปรษณีย์อิเล็คทรอนิกส์นั้น ไม่ต้องใช้เวลาในการรับส่งที่รวดเร็วมาก แต่ต้องให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ส่วนบริการทาง Fax นั้นไม่ต้องการส่งข้อมูลแบบเวลาจริงมากนัก โดยข้อมูลที่ส่งอาจมีความผิดพลาดได้ แต่สามารถที่จะรับรู้ได้ โดยไม่ทำให้ข้อมูลที่ได้รับนั้นผิดพลาดไป เช่น เมื่อส่งรูปภาพอาจจะมีบางบริเวณของรูปภาพที่ผิดพลาด แต่ก็สามารถรู้ได้ว่ารูปภาพที่ส่งนั้นเป็นรูปภาพของอะไร

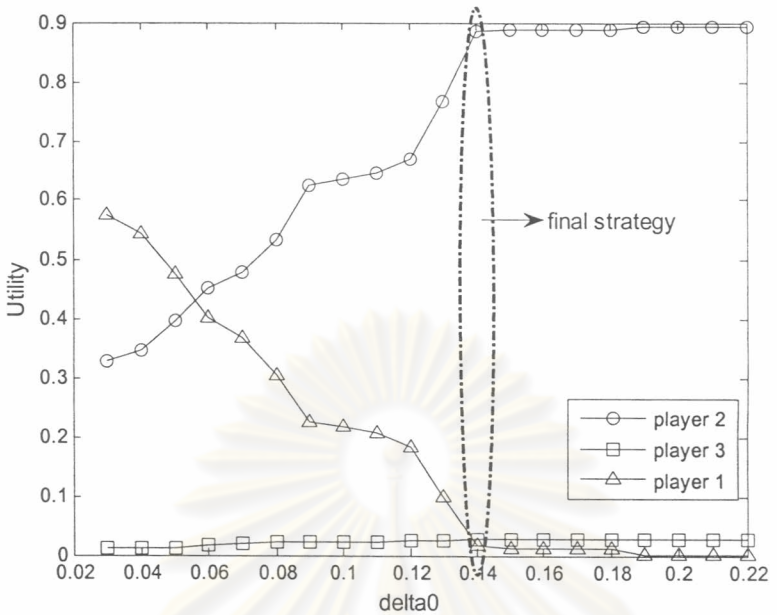
การกำหนดพารามิเตอร์ตามตารางที่ 4.1 ทำให้สามารถรับรองการเรียงลำดับความสำคัญของบริการแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง ตามที่กำหนดไว้



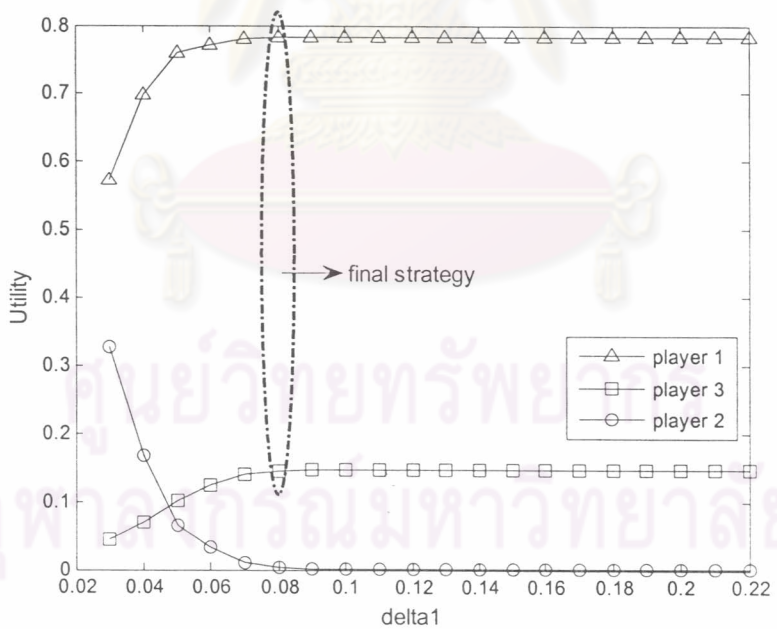
รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ เมื่อ $\Delta_0 = \Delta_1 = \Delta_2 = 0.03$ เมื่อกำหนดความลำดับสำคัญให้ค่าแฮนด์ออฟมีความสำคัญสูงกว่าค่าการบล็อกการเรียกใหม่

รูปที่ 4.1 แสดงความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ พบว่าลำดับความสำคัญของบริการแต่ละระดับมีการจัดเรียงอย่างถูกต้อง โดยสังเกตได้จากการที่ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่แต่ละระดับมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับความสำคัญที่มีค่าลดลง โดยเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มีค่าเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย กำหนดให้การเรียกจากการแฮนด์ออฟมีลำดับความสำคัญสูงกว่าการเรียกใหม่ของทุกระดับ (ภาคผนวก ก.1 แสดงผลการทดสอบกรณีกำหนดลำดับความสำคัญโดยแบ่งตามระดับการให้บริการ) จะสังเกตได้ว่าความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดระหว่างระดับการบริการต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มีค่าเพิ่มมากขึ้นถึง $\Lambda = 1.6$ ระดับของการบริการทั้งสามระดับจะมีค่าความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดแตกต่างกันน้อยมากซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการจัดเรียงลำดับความสำคัญผิดพลาดได้

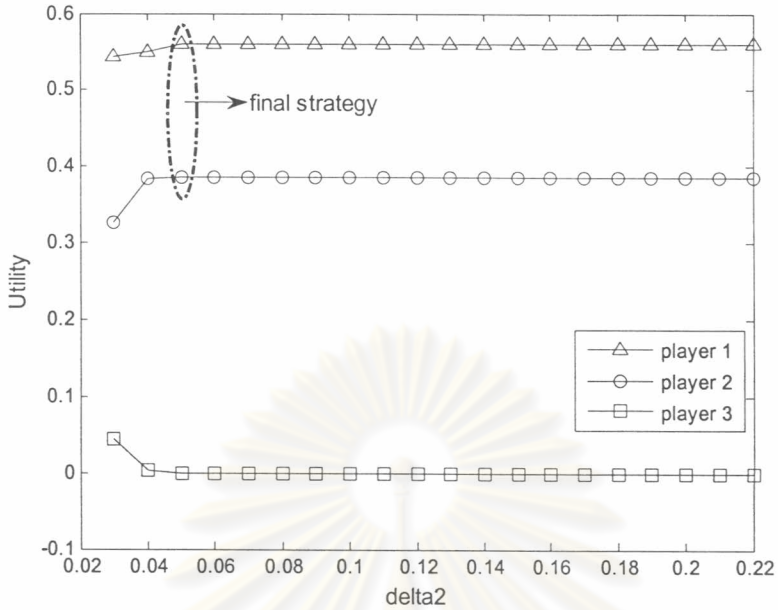
ต่อไปพิจารณาเกมร่วมมือระหว่างผู้เล่น 3 คนเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่น คือ ค่าการใช้ประโยชน์แบนวิดท์ วิเคราะห์ผลการทดสอบพื้นฐานของทฤษฎีเกมร่วมมือเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ $\Lambda = 0.8$ พบว่าเมื่อกำหนดให้ Δ_0, Δ_1 และ Δ_2 มีค่าเท่ากันและน้อยกว่า 0.03 วิธีควบคุมการตอบรับการเรียกจะไม่สามารถรับรองลำดับความสำคัญที่ถูกต้องของบริการแต่ละระดับได้ โดยจะเกิดกรณีที่ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดของการเรียกที่มีลำดับความสำคัญสูงมีค่ามากกว่าการเรียกที่มีความสำคัญต่ำกว่า ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของเซตกลยุทธ์ของผู้เล่นทั้งสามคนมีค่าเท่ากับ 0.03 และจะเห็นได้ว่าที่ค่า Δ_i หนึ่ง ๆ ของผู้เล่นแต่ละคน ผู้เล่นคนอื่น ๆ จะสามารถตอบสนองด้วยค่า Δ_j, Δ_k ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นได้จากการสังเกตค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ของผู้เล่นคนที่ 1, 2 และ 3 คือ เมื่อเพิ่มค่าของ Δ_i ของผู้เล่นคนที่ i ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ของผู้เล่นคนอื่น ๆ เริ่มมีค่าคงที่ ค่า Δ_i ที่จุดนั้นจะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ เช่น เมื่อต้องการหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 จะต้องเพิ่มค่า Δ_0 ไปจนกว่าค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ของผู้เล่นคนที่ 2 และ 3 มีค่าคงที่ ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาเพิ่มค่า Δ_i ครั้งละ 0.01



รูปที่ 4.2 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 (Δ_0) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.8$



รูปที่ 4.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 (Δ_1) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.8$



รูปที่ 4.4 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 3 (Δ_2) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.8$

รูปที่ 4.2, 4.3 และ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 1, 2 และ 3 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์และ $\Lambda = 0.8$ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 1 ใช้คือ $\Delta_0 = 0.14$ และค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 2 ใช้คือ $\Delta_1 = 0.08$ และค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 3 ใช้คือ $\Delta_2 = 0.05$

4.1.2 การหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะในรูปแบบต่าง ๆ

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นและค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายแล้ว หาค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ของผู้เล่นคนที่ 1, 2 และ คนที่ 3 บนเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่น เพื่อนำไปคำนวนค่าของฟังก์ชันคุณลักษณะ 3 รูปแบบได้แก่ minimax representation, defensive equilibrium representation และ rational-threat representation ซึ่งเป็นการพิจารณาเกมร่วมมือของผู้เล่นในกลุ่มย่อยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน โดยในเกมร่วมมือที่มีผู้เล่น 3 คนนั้น จะได้ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มร่วมมือย่อยทั้งหมด 7 กลุ่ม คือ ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มผู้เล่นคนที่ 1

(v_1), ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มผู้เล่นคนที่ 2 (v_2), ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มผู้เล่นคนที่ 3 (v_3), ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มผู้เล่นคนที่ ที่ 1 ร่วมมือกับคนที่ 2 (v_{12}), ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มผู้เล่นคนที่ 1 ร่วมมือกับคนที่ 3 (v_{13}), ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มผู้เล่นคนที่ 2 ร่วมมือกับคนที่ 1 (v_{21}) และกรณีสุดท้ายคือค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของกลุ่มที่ผู้เล่นทั้ง 3 คนร่วมมือกัน (v_{123})

ตัวอย่างการหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะทั้ง 3 รูปแบบจากข้อมูลจริงที่อัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ $\Lambda = 0.8$ เมื่อ $\Delta_0 = 0.03 - 0.14, \Delta_1 = 0.03 - 0.08$ และ $\Delta_2 = 0.03 - 0.05$
เมื่อให้กลุ่มย่อยที่ 1 คือ ผู้เล่นคนที่ 1 และกลุ่มย่อยที่ 2 คือ กลุ่มร่วมมือระหว่างผู้เล่นคนที่ 2 และ 3 ซึ่งได้ค่าของ v_0 และ v_{12} จากค่าอรรถประโยชน์ในตารางที่ 4.2 (นำมาแสดงเพียงบางส่วน)

ตารางที่ 4.2 ค่าอรรถประโยชน์ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ที่เซตกลยุทธ์ค่าต่าง ๆ

Delta 0 / Delta 1,2	0.03,0.03	0.03,0.04	0.03,0.05	0.05,0.03	0.05,0.04	0.05,0.05
0.03	0.573,0.373	0.612,0.337	0.613,0.334	0.65,0.283	0.708,0.231	0.710,0.229
0.04	0.541,0.402	0.579,0.365	0.581,0.363	0.629,0.307	0.659,0.272	0.658,0.272
0.05	0.493,0.446	0.525,0.411	0.526,0.410	0.591,0.342	0.609,0.314	0.610,0.313
0.06	0.373,0.561	0.453,0.476	0.456,0.473	0.551,0.376	0.558,0.362	0.587,0.333
0.07	0.318,0.613	0.310,0.621	0.311,0.619	0.490,0.434	0.525,0.392	0.521,0.398

- **รูปแบบ** minimax จากตารางที่ 4.2 สามารถหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะจากรูปแบบ minimax ได้ดังนี้ กลุ่มย่อยที่ 1 พิจารณาค่าอรรถประโยชน์ของกลุ่มย่อยที่ 1 ที่มีค่ามากที่สุดที่ตอบสนองต่อแต่ละกลยุทธ์ของกลุ่มย่อยที่ 2 ซึ่งคำตอบที่ได้ คือ ค่าอรรถประโยชน์ในแถวที่ 1 หลังจากนั้นให้พิจารณาค่าอรรถประโยชน์ที่น้อยที่สุดจากค่าอรรถประโยชน์ของกลุ่มย่อยที่ 1 ที่ได้ในขั้นตอนแรก (ค่าอรรถประโยชน์ในแถวที่ 1) ซึ่งค่าที่ได้คือค่าฟังก์ชันคุณลักษณะ $v_0 = 0.573$ ในทำนองเดียวกันกับกลุ่มย่อยที่ 1 กลุ่มย่อยที่ 2 จะหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะได้คือ $v_{12} = 0.373$
- **รูปแบบ** defensive equilibrium จากตารางที่ 4.2 สามารถหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะจากรูปแบบ defensive equilibrium ได้จากการหาจุดสมดุล โดย กลุ่มย่อยที่ 1 พิจารณาค่า

อรรถประโยชน์ที่มีค่ามากที่สุดที่ตอบสนองต่อกลยุทธ์ของกลุ่มย่อยที่ 2 ซึ่งคำตอบที่ได้ คือค่าที่พิกัด (1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(1,5) และ (1,6) แล้วพิจารณากลุ่มย่อยที่ 2 โดยหาค่าอรรถประโยชน์ที่มีค่ามากที่สุดที่ตอบสนองต่อกลยุทธ์ของกลุ่มย่อยที่ 1 ซึ่งค่าที่ได้คือค่าที่พิกัด (1,1),(2,1),(3,1),(4,1) และ (5,1)จากนั้นหาจุดร่วมกัน ซึ่งค่าที่ได้คือ พิกัด (1, 1) ดังนั้นจะได้ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะ $v_0 = 0.573$ และ $v_{12} = 0.373$

- **รูปแบบ** rational-threat เป็นการหาจุดสมดุลลักษณะเดียวกับรูปแบบ defensive equilibrium แต่ต่างกันที่พิจารณาค่าอรรถประโยชน์ของกลุ่มย่อยเป็นค่าการได้ประโยชน์สัมพัทธ์ซึ่งจะทำให้กลายเป็นเกมแบบ zero-sum ดังนั้นจะได้ค่าฟังก์ชันคุณลักษณะ $v_0 = 0.573$ และ $v_{12} = 0.373$

การหา v_1, v_{02}, v_2, v_{01} และ v_{012} สามารถทำได้ในลักษณะเดียวกัน จากนั้นนำค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของแต่ละรูปแบบไปค่าผลเฉลย Shapley โดยค่า Shapley จะเป็นค่าอรรถประโยชน์ที่ผู้เล่นแต่ละคนสมควรจะได้รับโดยการพิจารณาจากค่าฟังก์ชันคุณลักษณะ พบว่าค่าฟังก์ชันคุณลักษณะทั้งสามรูปแบบให้ค่า Shapley ค่าเดียวกัน คือ $s_0 = 0.5737, s_1 = 0.3145$ และ $s_2 = 0.0605$ จากนำค่าเหล่านี้ไปหาค่าเซตของกลยุทธ์ $(\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2)$ ที่มีค่าอรรถประโยชน์ใกล้เคียงค่า Shapley มากที่สุด เซตกลยุทธ์ที่ได้คือ $\Delta_0 = 0.03, \Delta_1 = 0.03$ และ $\Delta_2 = 0.03$

เมื่อพิจารณาที่ค่าอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เป็นค่าอื่น ๆ $(\Lambda = 0.9 - 1.5)$ จะได้ค่า Shapley จากค่าฟังก์ชันคุณลักษณะของทั้งสามรูปแบบมีค่าที่แตกต่างกัน แต่เมื่อหาเซตกลยุทธ์ที่ใกล้ค่า Shapley มากที่สุด เซตของกลยุทธ์ที่ได้จะเป็นชุดเดิมคือ $\Delta_0 = 0.03, \Delta_1 = 0.03$ และ $\Delta_2 = 0.03$ ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ควบคุมที่ได้จาก Shapley จึงเป็นผลเฉลยเดียวกับผลเฉลยที่ได้จากจุดสมดุลที่ได้จากเกมไม่ร่วมมือ

4.1.3 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ชุดที่ 2

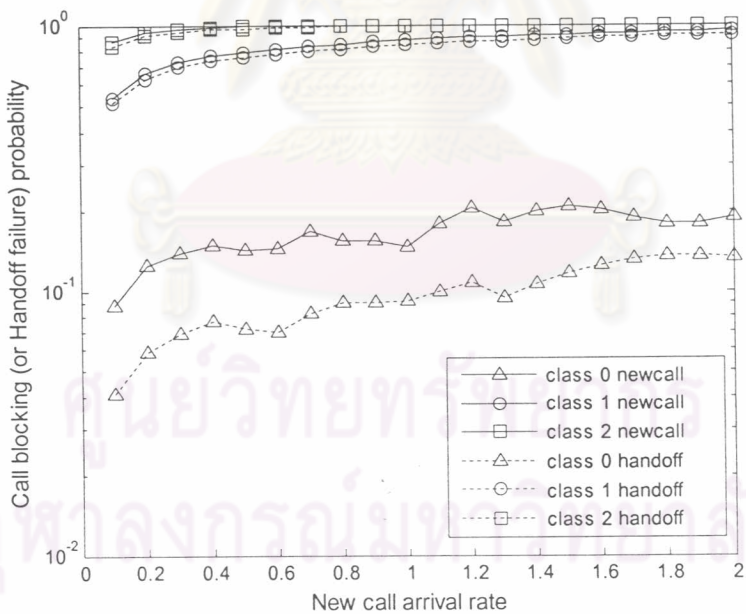
ค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 2 ของระบบสื่อสารเคลื่อนที่มัลติมีเดียรองรับการให้บริการ 3 ระดับที่ใช้มีค่าดังแสดงในตารางที่ 4.2 กำหนดให้การเข้ามาของการเรียกใหม่เป็นไปตามกระบวนการปัวส์ซงด้วยอัตรา Λ โดยการเรียกใหม่จะถูกตัดสินให้เป็นการเรียกในระดับที่ 0,1 และ 2 ด้วยความน่าจะเป็น 0.4, 0.3 และ 0.3 ตามลำดับ กำหนดให้ความจุภายในเซลล์คือ 1000 Kbps

ตารางที่ 4.3 แบบจำลองของระบบของพารามิเตอร์ชุดที่ 2 [3]

Parameters	Classes		
	Class 0	Class 1	Class 2
Information rate, R	12.2	64	144
Activity Factor, α	0.4	1	1
Effective Bandwidth	4.8 kbps	64 kbps	144 kbps
Mean Call duration Time $(1/\mu)$	120 sec	600 sec	3000 sec
Mean Cell Dwell Time $(1/\nu)$	300 sec	540 sec	1200 sec
Priority	High	Medium	Low
Service example	Voice	Video	Multimedia

จากตารางที่ 4.3 เห็นได้ว่าค่าของแบนด์วิดท์ประสิทธิผลของแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกันมาก ดังนั้น เมื่อกำหนดลำดับของบริการ โดยให้ความสำคัญของการแฮนด์ออฟทุกระดับมีความสำคัญสูงกว่าการเรียกใหม่ในทุกระดับจึงไม่สามารถทำได้ เนื่องมาจากเมื่อพิจารณาถึงค่าการแฮนด์ออฟผิดพลาดและการบล็อกการเรียกใหม่นั้น โดยพิจารณาจากสมการ 2.15 และ 2.17 ซึ่งเห็นได้ว่าจะเกิดการบล็อกการเรียกเมื่อแบนด์วิดท์ที่ต้องการ (B_i) มีค่ามากกว่าค่าแบนด์วิดท์ที่เหลืออยู่ลบค่าแบนด์วิดท์ที่ถูกกัน ซึ่งถ้าดูที่บริการระดับที่ 0 แบนด์วิดท์ประสิทธิผลมีค่าน้อยกว่าบริการระดับที่ 1 และ 2 มาก ดังนั้นถึงแม้ว่ามีแบนด์วิดท์ที่ถูกกันของการบล็อกการเรียกใหม่ของระดับที่ 0 แต่แบนด์วิดท์ที่ต้องการมีค่าน้อย ทำให้ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่มีค่าน้อย ซึ่งทำให้ลำดับความสำคัญเกิดความผิดพลาด คือค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ของระดับที่ 0 มีค่าสูงกว่าค่าความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดของระดับที่ 1 และ 2 ซึ่งในทำนองเดียวกัน ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ของระดับที่ 1 จะมีค่าสูงกว่าความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดของระดับที่ 2 ดังนั้น จึงกำหนดลำดับความสำคัญใหม่ โดยให้ความสำคัญแก่ระดับของการบริการ คือ ให้การเรียกจากการแฮนด์ออฟและการเรียกใหม่ของบริการที่ 0 มีความสำคัญสูงกว่าบริการระดับที่ 1,2 และการเรียกจากการแฮนด์ออฟและการเรียกใหม่ของบริการที่ 1 มีความสำคัญสูงกว่าบริการระดับที่ 2 โดยที่การเรียกจากการแฮนด์ออฟและการเรียกใหม่ของบริการที่ 2 มีความสำคัญต่ำที่สุด ดังนั้นจึงต้องกำหนดแบนด์วิดท์ที่ถูกกันของบริการระดับต่าง ๆ ใหม่ (ภาคผนวก ก.)

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาดเวลล์และเวลาในการใช้บริการของบริการทั้ง 3 ระดับ จะเห็นได้ว่ากำหนดให้มีค่าที่แตกต่างกัน โดยเวลาในการใช้บริการเป็นช่วงเวลาเฉลี่ยที่มีการติดต่อทั้งหมด ส่วนเวลาดเวลล์เป็นช่วงเวลาเฉลี่ยที่มีการเรียกดำเนินอยู่ภายในเซลล์ โดย 2 ค่านี้มีความสัมพันธ์ที่ไม่ขึ้นแก่กัน คือ เวลาในการใช้บริการอาจมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่าเวลาดเวลล์ได้ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้ การบริการประเภทที่ 1 เป็นการบริการข้อมูลทางเสียง เช่น การโทรศัพท์ ซึ่งเห็นได้ว่าเวลาในการบริการเฉลี่ยมีค่า 3 นาทีและเวลาดเวลล์มีค่า 5 นาที หมายความว่า การใช้โทรศัพท์โดยส่วนใหญ่คนใช้เวลาคุยน้อยกว่าเวลาที่อยู่ในเซลล์ใช้ในการเปลี่ยนเซลล์ การบริการประเภทที่ 2 เป็นการบริการวีดีโอ เวลาในการบริการเฉลี่ยเป็น 10 นาทีและเวลาดเวลล์มีค่า 9 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่ใกล้เคียงกัน หมายความว่า โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนเซลล์ก่อนที่การติดต่อจะสิ้นสุด การบริการประเภทที่ 3 เป็นบริการมัลติมีเดีย เช่น อินเทอร์เนต เวลาในการใช้บริการเฉลี่ยเป็น 50 นาที และเวลาดเวลล์เป็น 20 นาที หมายความว่า โดยส่วนใหญ่เวลาใช้งานอินเทอร์เนตมีค่ามากกว่าเวลาที่เปลี่ยนเซลล์มาก เนื่องจากการใช้งานอินเทอร์เนตโดยส่วนใหญ่แล้วใช้เวลานาน จนทำให้มีการเปลี่ยนเซลล์เกิดขึ้น

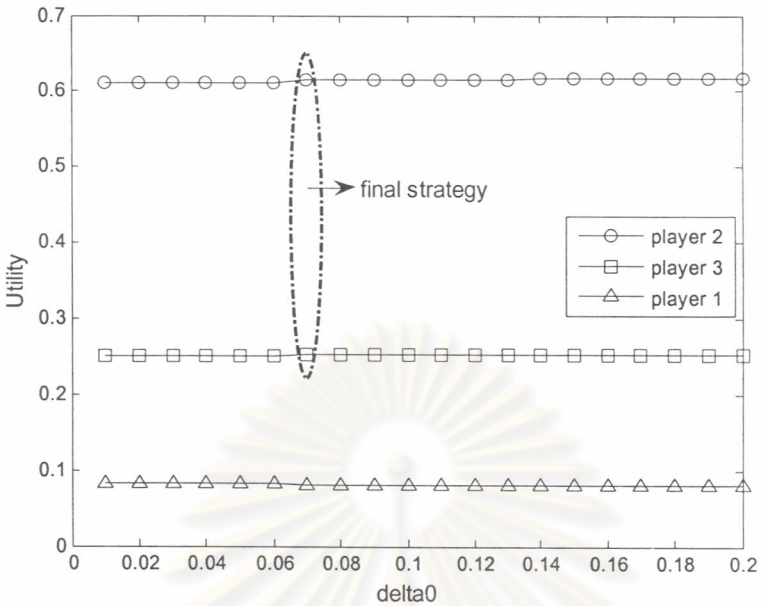


รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่เมื่อ $\Delta_0 = \Delta_1 = \Delta_2 = 0.01$ เมื่อกำหนดความลำดับสำคัญให้แก่ระดับการบริการ

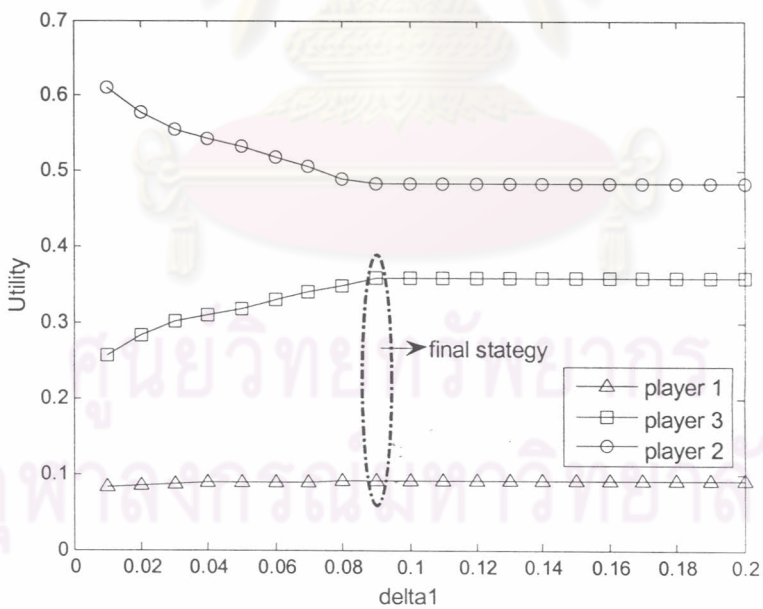
รูปที่ 4.5 แสดงความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ เมื่อใช้พารามิเตอร์ชุดที่ 2 เมื่อกำหนดลำดับความสำคัญตามระดับการบริการ จะเห็นได้ว่าลำดับความสำคัญของบริการแต่ละระดับมีการจัดเรียงอย่างถูกต้อง เมื่อค่า $\Delta_0 = \Delta_1 = \Delta_2 = 0.01$ จะเห็นได้ว่าพารามิเตอร์ชุดที่ 2 ที่ได้มีค่าน้อยกว่า Δ_i ของชุดที่ 1 เนื่องมาจากการกำหนดลำดับความสำคัญใหม่และค่าของแบนด์วิดท์ของบริการแต่ละระดับที่มีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาที่อัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ที่ค่าต่าง ๆ พบว่าการบริการระดับที่ 2 เมื่ออัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่มีค่าตั้งแต่ 0.6 ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่มีค่าเป็น 1 และเมื่ออัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่มีค่าตั้งแต่ 0.8 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดมีค่าเป็นเท่ากับค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ซึ่งมีค่าเป็น 1 หมายความว่า เมื่ออัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่มีค่าตั้งแต่ 0.8 จะไม่มีการตอบรับการเรียกของบริการระดับที่ 2 เลย เพราะแบนด์วิดท์ประสิทธิผลของบริการระดับที่ 2 นั้นมีค่ามาก ดังนั้นเมื่อมีการใช้งานมากขึ้น ระบบจึงไม่สามารถรองรับต่อการเพิ่มขึ้นของการเข้ามาได้

พิจารณาเกมร่วมมือระหว่างผู้เล่น 3 คนเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่น คือ ค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของเซตกลยุทธ์ของผู้เล่นทั้งสามคนมีค่าเป็น 0.01 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดที่รับรองลำดับความสำคัญได้ถูกต้อง และสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ได้ ด้วยวิธีเดียวกับกรณีที่ใช้พารามิเตอร์ชุดที่ 1 แต่พิจารณาเมื่ออัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ $\Lambda = 0.4$ ซึ่งเป็นแตกต่างจากพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เพราะ ที่อัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ 0.8 นั้น ค่าความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ของบริการระดับที่ 2 นั้น มีค่าสูงจนเกือบถูกปฏิเสธการตอบรับการเรียกทั้งหมด ดังนั้นจึงเลือกที่อัตรา 0.4 ซึ่งเป็นค่ากึ่งกลางระหว่างอัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ที่ 0.1 และ 0.8

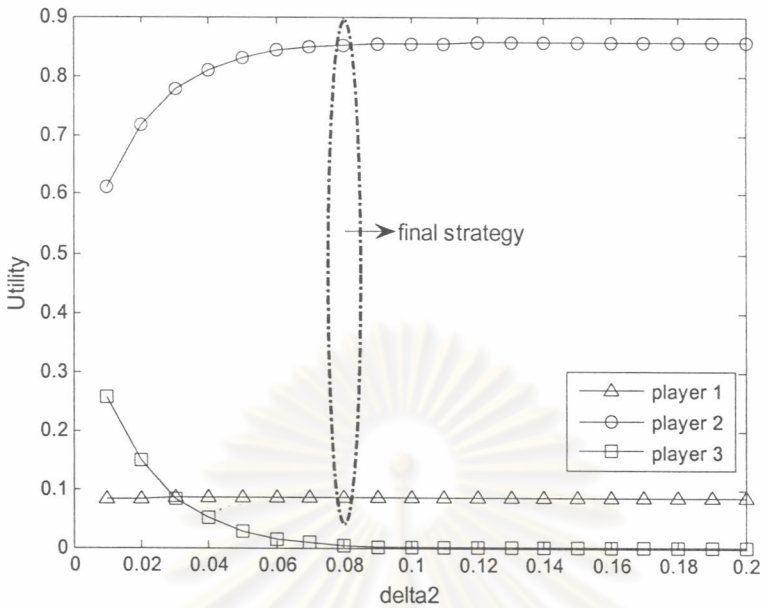
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 (Δ_0) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.4$



รูปที่ 4.7 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 (Δ_1) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.4$



รูปที่ 4.8 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 3 (Δ_2) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.4$

รูปที่ 4.6, 4.7 และ 4.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 1, 2 และ 3 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ที่ $\Lambda = 0.4$ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 1 ใช้คือ $\Delta_0 = 0.07$ และค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 2 ใช้คือ $\Delta_1 = 0.09$ และค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ที่ผู้เล่นคนที่ 3 ใช้ คือ $\Delta_2 = 0.08$ ดังนั้น ได้ค่าค่ากลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 (Δ_0) มีค่าอยู่ในช่วง $\Delta_0 = 0.01 - 0.07$ ค่ากลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 (Δ_1) มีค่าอยู่ในช่วง $\Delta_1 = 0.01 - 0.09$ และ ค่ากลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 3 (Δ_2) มีค่าอยู่ในช่วง $\Delta_2 = 0.01 - 0.09$

นำไปหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะในรูปแบบต่าง ๆ คือ ฟังก์ชันคุณลักษณะรูปแบบ Minimax , ฟังก์ชันคุณลักษณะรูปแบบ defensive equilibrium และ ฟังก์ชันคุณลักษณะรูปแบบrational-threat นำค่าฟังก์ชันคุณลักษณะแต่ละรูปแบบไปหาค่า Shapley ปรากฏว่าได้ค่า Shapley ค่าเดียวกันคือ $s_0 = 0.086, s_1 = 0.6106$ และ $s_2 = 0.2576$ เมื่อไปหาค่าเซตกลยุทธ์ที่ให้ค่าอรรถประโยชน์ใกล้เคียงกับค่า Shapley มากที่สุด ค่าเซตกลยุทธ์ที่ $\Delta_0 = 0.01, \Delta_1 = 0.01$ และ $\Delta_2 = 0.01$ จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้เป็นค่าของเซตกลยุทธ์เริ่มต้น ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่าน้อยที่สุด

เมื่ออัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่เป็นค่าอื่น คือ $\Lambda = 0.1 - 0.3$ และ $\Lambda = 0.5 - 2.0$ ค่า Shapley ที่ได้มีค่าเปลี่ยนไปตามอัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ แต่ที่ค่าอัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ที่ค่าหนึ่ง ๆ ฟังก์ชันคุณลักษณะของผู้เล่นทั้ง 3 รูปแบบจะให้ค่า Shapley เดียวกัน และเมื่อนำไปหาค่าเซตกลยุทธ์ที่ให้ค่าอรรถประโยชน์ใกล้เคียงค่า Shapley มากที่สุด ค่าเซตกลยุทธ์ที่ได้ $\Delta_0 = 0.01, \Delta_1 = 0.01$ และ $\Delta_2 = 0.01$ ซึ่งจะเป็นค่าเซตกลยุทธ์ชุดนี้ในทุก ๆ อัตราการเข้ามาของการเรียก ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ควบคุมที่ได้จาก Shapley จึงเป็นผลเฉลยเดียวกับผลเฉลยที่ได้จากจุดสมดุลที่ได้จากเกมไม่ร่วมมือ

วิธีที่พิจารณานี้ใช้ทฤษฎีเกมร่วมมือเข้ามาช่วยที่มีการวิเคราะห์ความร่วมมือภายในกลุ่มย่อย ซึ่งเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีค่าเท่ากับค่าเริ่มต้นของเซตของกลยุทธ์ และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกในกรณีระดับการให้บริการ 2 ระดับ [9], [11] ที่กำหนดให้ค่าเริ่มต้นมีค่าเท่ากันและมีค่าน้อย ๆ จะเห็นได้ว่าผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน แต่วิธีดังกล่าวไม่ได้กล่าวถึงประเด็นในเรื่องความเท่าเทียมกันของบริการแต่ละประเภท

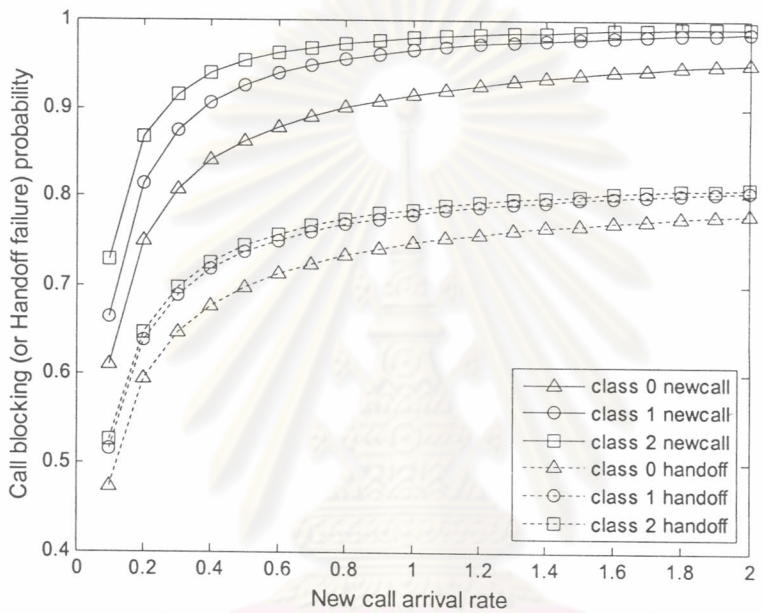
4.2 เกมระหว่างผู้เล่น 3 คนของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมกับวิธีการควบคุมการตอบบรับการเรียกประเภทที่ 2 โดยพิจารณาค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 1 ที่ใช้ในการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.1 เช่นเดียวกับวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 กำหนดให้การมาถึงของการเรียกใหม่เป็นไปตามกระบวนการปัวส์ซงด้วยอัตรา Λ โดยการเรียกใหม่จะถูกตัดสินให้เป็นการเรียกในระดับที่ 0, 1 และระดับที่ 2 ด้วยความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.4, 0.3 และ 0.3 ตามลำดับ กำหนดให้ความจุทั้งหมดภายในเซลล์คือ 350 kbps กำหนดให้ค่า E_b / N_0 ที่ต้องการสำหรับการเรียกแต่ละระดับมีค่าดังนี้ $\gamma_0 = \gamma_1 = \gamma_2 = 4dB$ อัตราส่วนของกำลังของสัญญาณแทรกสอดจากเซลล์ข้างเคียงต่อกำลังของสัญญาณแทรกสอดภายในเซลล์มีค่า $\varsigma = 0.5$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลของการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2

พิจารณาวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2 ที่รับรองลำดับความสำคัญที่ถูกต้องของบริการแต่ละระดับ โดยกำหนดให้ $\beta_0^h = 1.03, \beta_1^h = 1.06, \beta_2^h = 1.09, \beta_0^n = 1.12, \beta_1^n = 1.15$ และ $\beta_2^n = 1.18$ ตามลำดับ

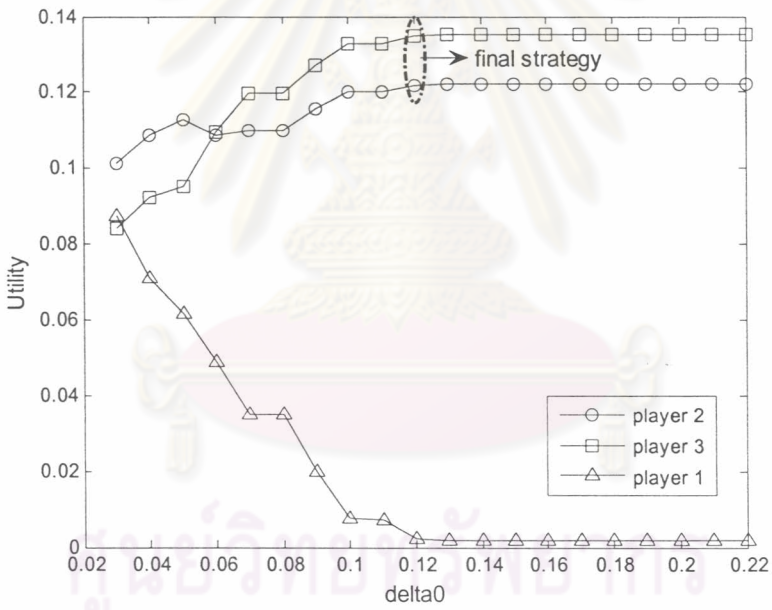


รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ เมื่อ $\beta_0^h = 1.03, \beta_1^h = 1.06, \beta_2^h = 1.09, \beta_0^n = 1.12, \beta_1^n = 1.15$ และ $\beta_2^n = 1.18$ โดยกำหนดการเรียกจากการแฮนด์ออฟมีลำดับสำคัญสูงกว่าการเรียกใหม่

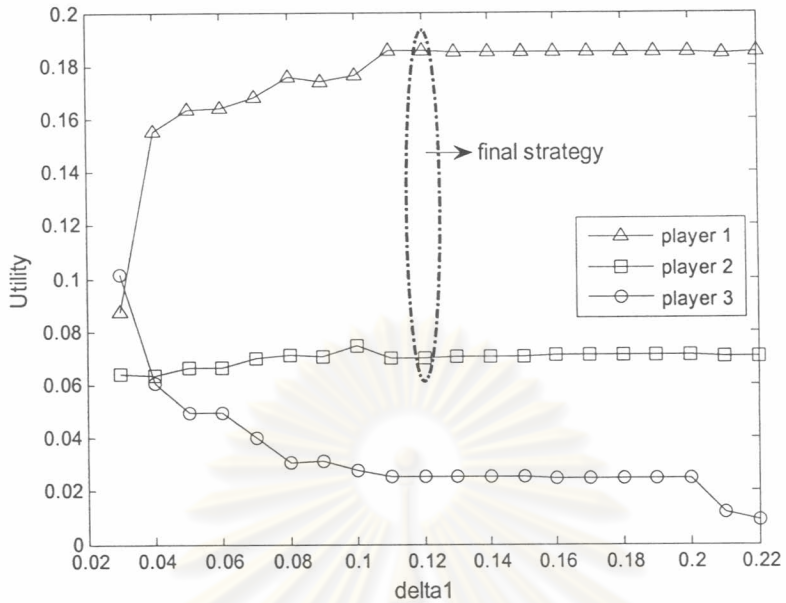
จากรูปที่ 4.5 แสดงความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ พบว่าลำดับความสำคัญของบริการแต่ละระดับมีการจัดเรียงอย่างถูกต้อง โดยสังเกตได้จากการที่ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดแต่ละระดับมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับความสำคัญที่มีค่าลดลง และกำหนดให้การเรียกจากการแฮนด์ออฟมีลำดับความสำคัญสูงกว่าการเรียกใหม่ของทุกระดับ (ภาคผนวก ก.2 แสดงผลการทดสอบกรณีกำหนดลำดับความสำคัญโดยแบ่งตามระดับการให้บริการ)

ต่อมาพิจารณาเกมร่วมมือระหว่างผู้เล่น 3 คนเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ วิเคราะห์ผลการทดสอบพื้นฐานของทฤษฎีเกมร่วมมือเมื่ออัตราการมาถึงของการ

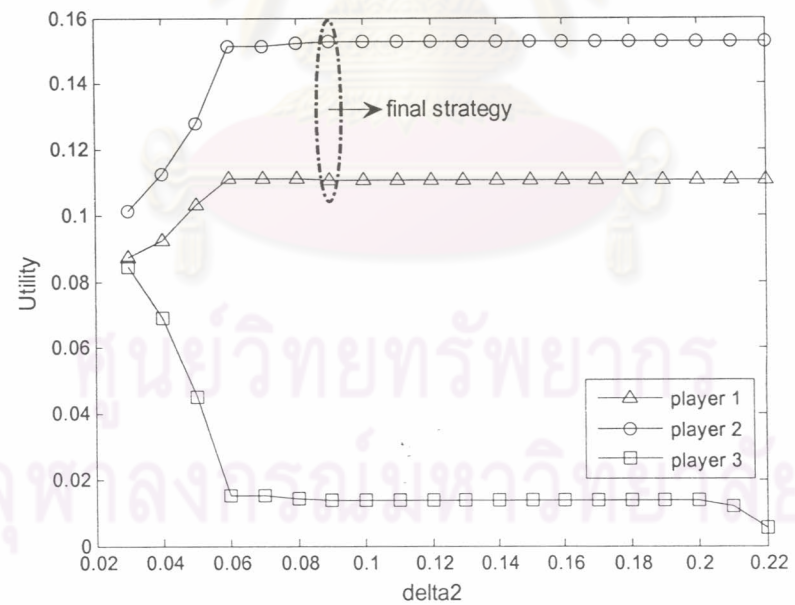
เรียกใหม่ $\Lambda = 0.8$ โดยเริ่มจากการกำหนดเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นสำหรับวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2 เช่นเดียวกับกรณีของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 กำหนดให้ค่า $w = 0.03$ และจะได้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเป็นดังนี้คือ $\beta_0^h =$ 1.03, $\beta_1^h =$ 1.06, $\beta_2^h =$ 1.09, $\beta_0^n =$ 1.12, $\beta_1^n =$1.15 และ $\beta_2^n =$ 1.18 ซึ่งถ้าค่า $w = 0.03$ มีค่าน้อยกว่า 0.03 พบว่าวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกจะไม่สามารถรับรองลำดับความสำคัญที่ถูกต้องของบริการแต่ละระดับได้ โดยจะเกิดกรณีที่ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดของการเรียกที่มีลำดับความสำคัญสูงมีค่ามากกว่าการเรียกที่มีความสำคัญต่ำกว่า ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่าชุดนี้เป็นค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของกลยุทธ์ของผู้เล่น จากนั้นพิจารณาหาค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์ของผู้เล่นเช่นเดียวกับการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 โดยการเพิ่มค่า w ครั้งละ 0.01 เพื่อหาค่าสัมประสิทธ์ค่าสุดท้ายของเซตกลยุทธ์



รูปที่ 4.10 ค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ $\Lambda = 0.8$



รูปที่ 4.11 ค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ $\Lambda = 0.8$



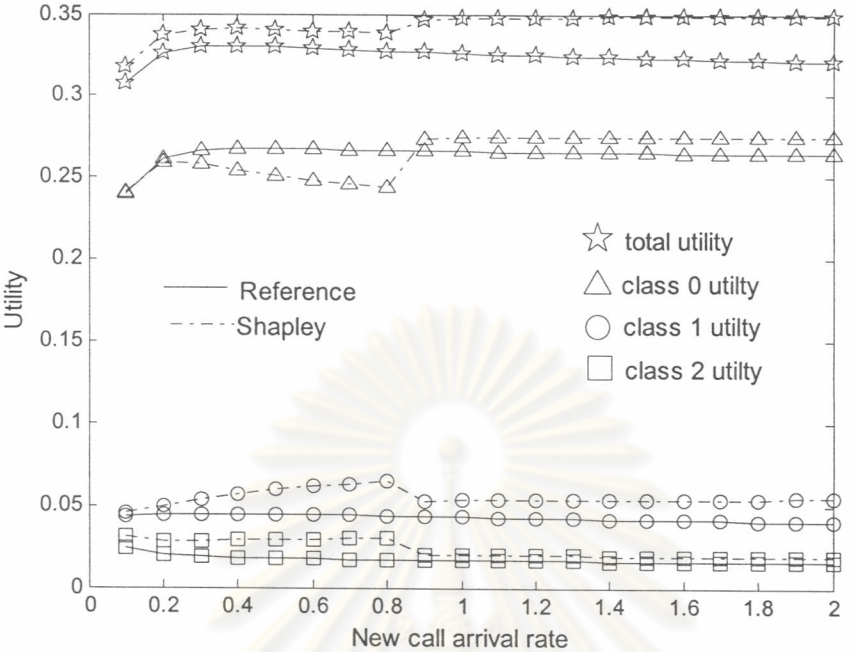
รูปที่ 4.12 ค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 และ 2 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ $\Lambda = 0.8$

จากรูปที่ 4.10, 4.11 และ 4.12 สามารถหาค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตได้ดังนี้ $\beta_0^h = 1.12, \beta_1^h = 1.12, \beta_2^h = 1.08$ และ $\beta_i^n = \beta_i^h + 0.09$ เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของเซตกลยุทธ์ค่าสุดท้ายแล้วนำไปหาค่าของฟังก์ชันคุณลักษณะทั้งสามรูปแบบเช่นเดียวกับวิธีควบคุมตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 แล้วนำไปหาค่าผลเฉลย Shapley ของแต่ละรูปแบบ ซึ่งจะได้ค่าอรรถประโยชน์ที่ผู้เล่นแต่ละคนสมควรจะได้รับ จากนั้นคำนวนหาเซตของกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับค่า Shapley

เมื่อได้ค่า Shapley ของแต่ละแบบแผนแล้ว ซึ่งทั้งสามแบบแผนให้ค่า Shapley ที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อนำค่า Shapley ที่ได้นี้ไปหาเซตกลยุทธ์ที่ใกล้เคียงกับค่า Shapley มากที่สุดเพื่อในใช้ควบคุมการตอบรับการเรียก พบว่าจะได้ค่าพารามิเตอร์ดังนี้คือ $\beta_0^h = 1.07, \beta_1^h = 1.06, \beta_2^h = 1.09$, $\beta_0^n = 1.16, \beta_1^n = 1.15$ และ $\beta_2^h = 1.18$ ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการควบคุมการตอบรับการเรียก

จากนั้นพิจารณาผลการทดสอบที่ค่าอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ที่ช่วงจุดต่างๆ โดยพิจารณาตั้งแต่ $\Lambda = 0.1 - 1.8$ สามารถหาค่า Shapley ทั้งสามแบบแผนได้ค่าใกล้เคียงกัน โดยที่อัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ตั้งแต่ 0.1-0.8 ได้พารามิเตอร์ควบคุมที่ $\beta_0^h = 1.07$, $\beta_1^h = 1.06$, $\beta_2^h = 1.09$, $\beta_0^n = 1.16$, $\beta_1^n = 1.15$ และ $\beta_2^h = 1.18$ และที่อัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ตั้งแต่ 0.9 - 1.8 ได้ค่าพารามิเตอร์ควบคุมชุดใหม่ คือ $\beta_0^h = 1.05$, $\beta_1^h = 1.06$, $\beta_2^h = 1.09$, $\beta_0^n = 1.14$, $\beta_1^n = 1.15$ และ $\beta_2^h = 1.18$ ดังนั้นเซตของกลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการควบคุม 2 ชุด คือ พารามิเตอร์ที่ควบคุมการตอบรับการเรียกที่อัตราเข้ามาของการเรียกใหม่ตั้งแต่ 0.1 - 0.8 และชุดที่ 2 พารามิเตอร์ที่ควบคุมการตอบรับการเรียกที่อัตราเข้ามาของการเรียกใหม่ตั้งแต่ 0.9 - 1.8 โดยที่เมื่อค่าอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มีค่ามากกว่า 1.8 ค่าความจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่จะมีค่าสูงเกินระดับที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงวิเคราะห์การทำงานของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกในช่วง $\Lambda = 0.1 - 1.8$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

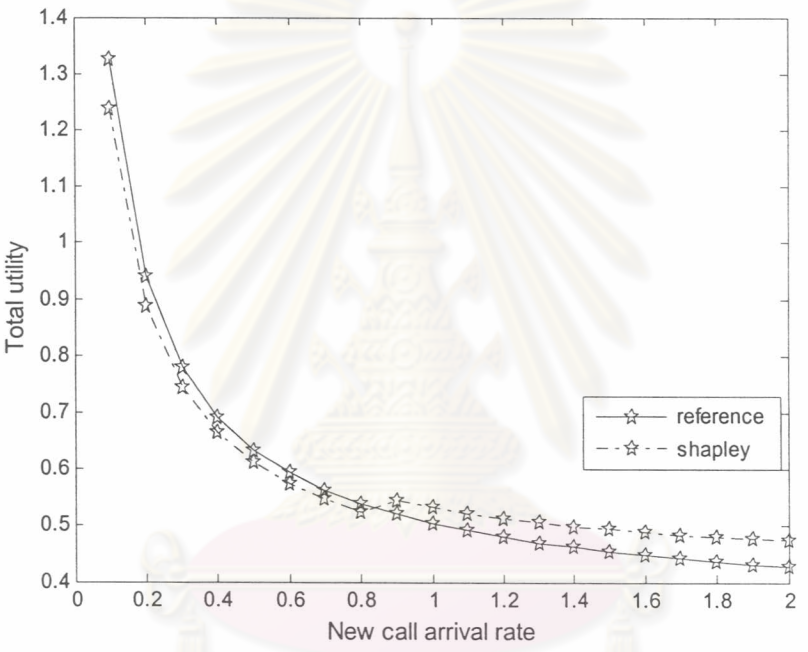


รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบผลการทำงานของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ β_i^h และ β_i'' ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference [11] เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์

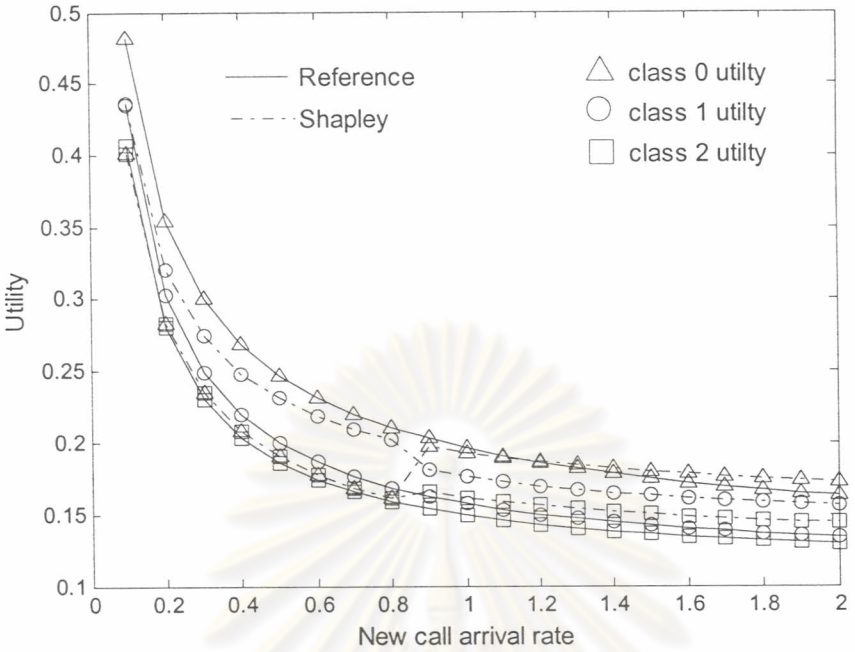
รูปที่ 4.13 แสดงค่าอรรถประโยชน์ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference เทียบกับอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ สำหรับเกมที่ใช้ค่าอรรถประโยชน์เป็นค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก reference จะเป็นค่าเดียวกันกับค่าพารามิเตอร์ที่จุดสมดุล (equilibrium point) ซึ่งเป็นผลเฉลยของเกมไม่ร่วมมือ เป็นค่าพารามิเตอร์ของเซตกลยุทธ์ที่มีค่าน้อยที่สุดที่สามารถรับรองระดับความสำคัญของบริการต่าง ๆ ได้ถูกต้อง พบว่าเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอรรถประโยชน์ของการบริการระดับที่ 0 มีค่าลดลงตลอดช่วงที่พิจาณาในกรณีของจุดสมดุล แต่ในกรณีของผลเฉลย Shapley ค่าจะลดลงในช่วง $\Lambda = 0.1 - 0.8$ และอยู่ต่ำกว่าค่าที่จุดสมดุล แต่เมื่อ $\Lambda = 0.9 - 1.8$ ค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นของผลเฉลย Shapley จะมีค่าเพิ่มขึ้นและ อยู่สูงกว่าค่าจุดสมดุลเพราะเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มีค่ามากกว่า 0.8 พารามิเตอร์ควบคุมที่เหมาะสมจะมีค่าเปลี่ยนไป เมื่อพิจารณาค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคนที่ 2 และคนที่ 3 พบว่าในกรณีของจุดสมดุลค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคนที่ 2 และคนที่ 3 จะมีค่าลดลงตลอดช่วงที่พิจารณา ส่วนในกรณีของผลเฉลย Shapley ค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคนที่ 2 และคนที่ 3 จะมี

ค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ $\Lambda = 0.1 - 0.8$ และลดลงมาเมื่อ $\Lambda = 0.9 - 1.8$ แต่ก็ยังมีค่าสูงกว่าค่าที่จุดสมดุล เมื่อพิจาณาค่าอรรถประโยชน์รวมที่จุดสมดุลและที่ผลเฉลย Shapley ปรากฏว่าค่าที่ผลเฉลย Shapley มีค่ามากกว่าค่าค่าของผลเฉลยที่จุดสมดุลตลอดช่วงที่พิจาณา

เมื่อพิจารณาค่าอรรถประโยชน์โดยรวมที่ใช้ค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์แล้วค่าที่ได้จากพารามิเตอร์ควบคุมผลเฉลย Shapley นั้นมีค่าสูงกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากจุดสมดุล และยังมีความเท่าเทียมกันจากการใช้ทฤษฎีที่ใช้ในการพิจารณาอีกด้วย



รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์รวมของผลการทำงานของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ β_i^h และ β_i'' ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference [11] เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็นของการตอบรับการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟสำเร็จ



รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์ของบริการแต่ละระดับของผลการทำงานของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ β_i^h และ β_i^n ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference [11] เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็นของการตอบรับการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟสำเร็จ

รูปที่ 4.14 และ 4.15 แสดงค่าอรรถประโยชน์ที่ได้จากค่าผลเฉลย Shapley และได้จาก reference เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็นของการตอบรับการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟสำเร็จ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก reference จะเป็นค่าเดียวกันกับค่าพารามิเตอร์ที่จุดสมดุล (equilibrium point) ซึ่งเป็นผลเฉลยของเกมไม่ร่วมมือ พบว่าค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคนที่ 1, 2 และ 3 และอรรถประโยชน์โดยรวมของจุดสมดุลมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของอัตราการเข้ามาของการเรียกใหม่ แต่ในกรณีของค่าผลเฉลย Shapley นั้นค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นที่คนที่ 1, 2 และ 3 และค่าอรรถประโยชน์โดยรวมจะแบ่งเป็น 2 ช่วงเนื่องจากใช้เซตกลยุทธ์ 2 ชุดในการควบคุม คือ ที่ค่า $\Lambda = 0.1 - 0.8$ ค่าอรรถประโยชน์ที่ได้จากผลเฉลย Shapley จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จุดสมดุล ยกเว้นของบริการระดับที่ 1 ที่มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากจุดสมดุล และที่ค่า $\Lambda = 0.9 - 1.8$ ค่าอรรถประโยชน์ที่ได้จากผลเฉลย Shapley จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากจุดสมดุล โดยที่บริการระดับที่ 1 จะมีค่าลดลงแต่ก็มีค่าสูงกว่าค่าที่จุดสมดุล

เมื่อพิจารณาค่าอรรถประโยชน์โดยรวมที่ใช้ค่าผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็นของการตอบรับการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟสำเร็จแล้วค่าที่ได้จากพารามิเตอร์ผลเฉลย Shapley นั้นมีค่าสูงกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากจุดสมดุล ตั้งแต่ช่วงที่ $\Lambda = 0.9 - 1.8$ หมายความว่า เมื่ออัตราการเข้ามาของการเรียกที่มีค่าสูง การใช้พารามิเตอร์ผลเฉลย Shapley มีค่าเหมาะสมกว่าการใช้ค่าพารามิเตอร์จากจุดสมดุลเนื่องจากให้ค่าอรรถประโยชน์ที่สูงกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย