การประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาความเท่าเทียมและประสิทธิผลของการควบคุมการตอบรับการเรียก โดยการวิเคราะห์ความร่วมมือภายในกลุ่มย่อยของผู้เล่นทั้งหมด

นาย จักรกฤษณ์ จันทฤทธิ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-53-2303-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF COOPERATIVE GAME THEORY TO SOLVE THE FAIR-EFFICIENT PROBLEM IN CALL ADDMISSION CONTROL USING COALITIONAL ANALYSIS SUB-GROUP OF THE PLAYERS

Mr. Jakkrit Jantarit

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-53-2303-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาความเท่าเทียมและประสิทธิผลของการควบคุมการตอบรับการเรียก โดยการวิเคราะห์ความร่วมมือภายในกลุ่มย่อยของผู้เล่นทั้งหมด
โดย	นายจักรกฤษณ์ จันทฤทธิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาวดี อร่ามวิทย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จักรกฤษณ์ จันทฤทธิ์ : การประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาความเท่าเทียมและประสิทธิผลของการควบคุมการตอบรับการเรียก โดยการวิเคราะห์ความร่วมมือภายในกลุ่มย่อยของผู้เล่นทั้งหมด (APPLICATION OF COOPERATIVE GAME THEORY TO SOLVE THE FAIR-AND-EFFICIENT PROBLEM IN CALL ADDMISSION CONTROL USING COALITION ANALYSIS WITHIN SUB-GROUP OF THE PLAYERS) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร. วาทิต เบญจพลกุล, 68 หน้า. ISBN 974-53-2303-9.

การออกแบบวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกในระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบมัลติมีเดีย โดยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการเพิ่มค่าการใช้ประโยชน์ทรัพยากรให้มีค่ามากที่สุด และอาจไม่คำนึงถึงความเท่าเทียมกันของบริการแต่ละระดับ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการปรับปรุงวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกให้สามารถให้ความเท่าเทียมแก่บริการในระดับต่างๆ รวมทั้งใช้ประโยชน์ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทฤษฎีเกมเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาเรื่องประสิทธิภาพและความเท่าเทียม ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมกับวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกในระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบมัลติมีเดีย เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ควบคุมการตอบรับการเรียกที่มีประสิทธิภาพและให้ความเท่าเทียม แก่บริการในแต่ละระดับ โดยพิจารณาระดับของบริการในระบบเป็นผู้เล่นแต่ละคนในเกม และกำหนดฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในรูปแบบต่างๆเพื่อใช้วัดปริมาณความพึงพอใจของผู้เล่น

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้พิจารณาปัญหาเรื่องความเท่าเทียมกันของการควบคุมการตอบรับการเรียกในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นที่มีระดับการให้บริการ 3 ระดับ โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของความร่วมมือภายในกลุ่มย่อยของผู้เล่นทั้งหมด เพื่อเลือกค่าพารามิเตอร์ควบคุมการตอบรับการเรียกที่มีประสิทธิผลและให้ค่าความเท่าเทียม ค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นในกลุ่มย่อยจะถูกพิจารณาในรูปของฟังก์ชันคุณลักษณะ ซึ่งมีด้วยกัน 3 รูปแบบคือ Minimax representation, Defensive equilibrium และ Rational-threat representation และสามารถหาผลเฉลยของเกมได้จากค่า Shapley ซึ่งเป็นค่าอรรถประโยชน์ที่ผู้เล่นแต่ละคนควรจะได้

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต จักรกฤษณ์ จันทฤทธิ์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2548

4570239821 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: CALL ADMISSION CONTROL / GAME THEORY / COOPERATIVE GAME / COALITIONAL ANALYSIS

JAKKRIT JANTARIT : APPLICATION OF COOPERATIVE GAME THEORY TO SOLVE THE FAIR-AND-EFFICIENT PROBLEM IN CALL ADDMISSION CONTROL USING COALITIONAL ANALYSIS WITHIN SUB-GROUP OF THE PLAYERS. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF.WATIT BENJAPOLAKUL, D. Eng., 68 pp. ISBN 974-53-2303-9.

Most of the call Admission Control (CAC) design approaches in mobile multimedia communication aim to maximize the utilization of resource, ignoring the fairness among service classes. Therefore, the improvement of the Call Admission Control in order to efficiently utilize resources while the fairness of all services has been considered in notable. Game theory is a mathematical theory providing an appropriate framework for formulating such fair and efficient problem. In this thesis, a framework to select fair-efficient control parameters in the CAC scheme in mobile multimedia communications based on Game theory has been proposed. Call classes are viewed as the players of the game. By considering the player satisfactions, many types of utility functions were defined.

In this thesis, the fair-efficient problem in CAC with three classes of service for the uplink traffic case is considered. The cooperative game framework with a theory of coalitional analysis which considers the possibility of cooperation within sub-group of the players is applied to select fair-efficient CAC control parameters. The utility of the sub-group of the players is considered in the form of the characteristic function. The characteristic function can be represented in 3 ways which are Minimax, Defensive equilibrium and Rational-threat. The solutions are determined from the shapely values which are considered to be the deserved utility for the players.

Department Electrical Engineering Student's signature จักรกฤษณ์ จันทร์ฤทธิ์

Field of study Electrical Engineering Advisor's signature Watit

Academic year 2005

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ แนวทาง รวมทั้งข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัย ข้าพเจ้าจึงต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา และ ทุน AUN/SEED-Net Collaborative Research Project ที่ได้เอื้อเฟื้อให้ใช้คอมพิวเตอร์ในงานวิจัย

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณพี่เจนจบ วีระพานิชเจริญ รวมทั้งเพื่อน ๆ ทั้งในและนอกห้องปฏิบัติการวิจัยระบบโทรคมนาคมและกรรมวิธีสัญญาณดิจิตอล ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ทั้งในงานวิจัยและนอกงานวิจัย รวมทั้งความช่วยเหลือและแรงดลใจที่ดีตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าต้องขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัวของข้าพเจ้า ซึ่งคอยให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจเสมอมา ตั้งแต่เริ่มต้นจบจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 แนวทางวิทยานิพนธ์..... 5

1.3 วัตถุประสงค์..... 5

1.4 เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์..... 6

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน..... 6

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 6

2 ความรู้พื้นฐาน..... 7

2.1 การควบคุมการตอบรับการเรียก..... 7

2.1.1 วิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1..... 9

2.1.1.1 Flow Balance Equations..... 11

2.1.1.2 ค่าที่ใช้ในการวัดสมรรถนะ..... 13

2.1.1.3 การหาอัตราการมาถึงของการเรียกจากการแฮนด์ออฟ 14

2.1.2 วิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2..... 16

2.1.2.1 การคำนวณค่า E_b / N_0 โดยเฉลี่ยในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น 17

2.1.2.2 การควบคุมการตอบรับการเรียก..... 18

2.1.2.3 การกำหนดค่าจุดเริ่มเปลี่ยนสำหรับการควบคุมการตอบรับการเรียก..... 19

2.1.2.4 ค่าที่ใช้ในการวัดสมรรถนะ..... 19

2.2 ทฤษฎีเกม..... 21

2.1.1 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์..... 21

บทที่ หน้า

2.3 เกมไม่ร่วมมือ..... 22

2.3.1 สมดุลของแนช..... 24

2.4 เกมร่วมมือ..... 25

2.4.1 เกมร่วมมือระหว่างผู้เล่น 2 คน..... 25

2.4.1.1 วิธีปัญหาการต่อรอง..... 26

2.4.1.2 ผลเฉลยปัญหาการต่อรอง..... 27

2.4.2 เกมร่วมมือระหว่างผู้เล่น n คนเมื่อ n>2..... 28

2.4.2.1 ฟังก์ชันคุณลักษณะ..... 28

2.4.2.2 The Shapley Value..... 30

3 การควบคุมการตอบรับการเรียกร่วมกับทฤษฎีเกม..... 31

3.1 การกำหนดฟังก์ชันอรรถประโยชน์..... 31

3.2 การกำหนดเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่น..... 32

3.3 ผลเฉลยของเกมระหว่างผู้เล่น 3 คน..... 33

4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล..... 36

4.1 เกมระหว่างผู้เล่น 3 คนของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 36

4.1.1 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ชุดที่ 1..... 36

4.1.2 การหาค่าฟังก์ชันคุณลักษณะในรูปแบบต่างๆ..... 40

4.1.2 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ชุดที่ 2..... 42

4.2 เกมระหว่างผู้เล่น 3 คน ของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2. 48

4.2.1 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลของการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 2..... 49

5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 57

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 57

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต..... 59

รายการอ้างอิง..... 60

ภาคผนวก..... 62

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 68

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	สถานการณ์วิกฤตของนักโทษ.....	22
ตารางที่ 4.1	แบบจำลองของระบบของพารามิเตอร์ชุดที่ 1	36
ตารางที่ 4.2	ค่าอรรถประโยชน์ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ที่เซตกลยุทธ์ค่าต่าง ๆ.....	41
ตารางที่ 4.3	แบบจำลองของระบบของพารามิเตอร์ชุดที่ 2.....	43

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนสถานะของการบริการของแต่ละระดับ..... 9

รูปที่ 2.2 เซตการต่อรอง..... 26

รูปที่ 3.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการจำลองปัญหาเรื่องประสิทธิผลและความเท่าเทียมของวิธีการควบคุมการตอบรับการเรียกประเภทที่ 1 และ 2 ให้เป็นเกม..... 35

รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่เมื่อ $\Delta_0 = \Delta_1 = \Delta_2 = 0.03$ เมื่อกำหนดความสำคัญให้ค่าแฮนด์ออฟมีความสำคัญสูงกว่าค่าการบล็อกการเรียกใหม่..... 37

รูปที่ 4.2 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 (Δ_0) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.8$ 39

รูปที่ 4.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 (Δ_1) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.8$ 39

รูปที่ 4.4 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 3 (Δ_2) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.8$ 40

รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่เมื่อ $\Delta_0 = \Delta_1 = \Delta_2 = 0.01$ เมื่อกำหนดความลำดับสำคัญให้แก่ระดับการบริการ..... 44

รูปที่ 4.6 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 (Δ_0) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.4$ 46

รูปที่ 4.7 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 (Δ_1) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.4$ 46

รูปที่ 4.8 การหาค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 3 (Δ_2) เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์, $\Lambda = 0.4$ 47

รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาดและความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่เมื่อ $\beta_0^h = 1.03, \beta_1^h = 1.06, \beta_2^h = 1.09, \beta_0^n = 1.12, \beta_1^n = 1.15$ และ $\beta_2^n = 1.18$ โดยกำหนดการเรียกจากการแฮนด์ออฟมีลำดับสำคัญสูงกว่าการเรียกใหม่..... 49

รูปที่ 4.10 ค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ $\Lambda = 0.8$ 50

หน้า

รูปที่ 4.11 ค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 2 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ $\Lambda = 0.8$ 51

รูปที่ 4.12 ค่าพารามิเตอร์ค่าสุดท้ายของเซตของกลยุทธ์ของผู้เล่นคนที่ 1 และ 2 เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ $\Lambda = 0.8$ 51

รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบผลการทำงานของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ β_i^h และ β_i'' ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference [11] เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์..... 53

รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์รวมของผลการทำงานของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ β_i^h และ β_i'' ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference [11] เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็นของการตอบรับการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟสำเร็จ..... 54

รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์ของบริการแต่ละระดับของผลการทำงานของวิธีควบคุมการตอบรับการเรียกที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ β_i^h และ β_i'' ที่ได้จากผลเฉลยค่า Shapley และจาก reference [11] เมื่อค่าอรรถประโยชน์ของผู้เล่นคือค่าผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็นของการตอบรับการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟสำเร็จ..... 55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย