

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



249312



การควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ทฤษฎีเกม
TRAFFIC LIGHT CONTROL BY GAME THEORY

นายอานนท์ ศิริไทย

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

๖๐๑๒๕๓๗๗

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



249312



การควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ทฤษฎีเกม
TRAFFIC LIGHT CONTROL BY GAME THEORY



นายอานนท์ ศิริไทย

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. ๒๕๕๔

การควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ทฤษฎีเกม

นายอานนท์ สิริไทย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

TRAFFIC LIGHT CONTROL BY GAME THEORY

MR. ARNONT SIRITHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING

IN COMPUTER ENGINEERING

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

2011



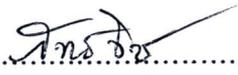
ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: การควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ทฤษฎีเกม

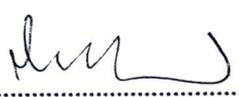
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายอานนท์ ศิริไทย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชเนศ เสถียรนาม	ประธานกรรมการ
ดร. วรณพร สรรประเสริฐ	กรรมการ
ดร. ภัทรวิทย์ พลพิณีจ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.......... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร. ภัทรวิทย์ พลพิณีจ)

..........
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

..........
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ชีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

อานนท์ สิริไทย. 2554. การควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ทฤษฎีเกม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ดร. ภัทรวิทย์ พลพินิจ

บทคัดย่อ

249312

การควบคุมการจราจรบนถนน โดยเฉพาะบริเวณทางแยกสามารถทำได้หลายวิธีอาทิเช่น การควบคุมระบบจราจรโดยใช้ตำรวจจราจร, การควบคุมการจราจรโดยระบบสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น โดยพบว่า การควบคุมการจราจรโดยระบบสัญญาณไฟจราจรเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุด และโดยทั่วไป การจัดการระบบสัญญาณไฟจราจรในเมืองไทยเป็นแบบเวลาคงที่ (Fixed-time Control)

ระบบสัญญาณไฟจราจรแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1. ระบบการควบคุมเวลาแบบคงที่ (Fixed-time Control) เป็นระบบที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนเวลาการควบคุมสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรที่เหมาะสมได้ 2. ระบบการควบคุมเวลาแบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ (Adaptive Control) ใช้การเชื่อมโยงระหว่างเครื่องตรวจนับปริมาณการจราจร และใช้การคำนวณหาเวลาสัญญาณไฟจราจรให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ตัวอย่างเช่น ระบบ MODERATO, ระบบ SCOOT และระบบ SCATS เป็นต้น ระบบเหล่านี้มีความสามารถในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรได้ดีกว่าการควบคุมเวลาแบบคงที่ อย่างไรก็ตามระบบเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายสูง และไม่สามารถนำมาพัฒนาเองได้เพราะเป็นลิขสิทธิ์ของประเทศนั้น ๆ แต่ละประเภทมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ไปซึ่งออกแบบตามความเหมาะสมของสภาพการจราจรประเทศนั้น ๆ

งานวิจัยนี้จึงคิดค้นและนำเสนอระบบและวิธีการที่มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมร่วมกับคุณภาพของแนช (Nash Equilibrium) เปรียบเสมือนเกมการแข่งขันของผู้เล่น ซึ่งในถนนแต่ละเส้นทางเปรียบเหมือนผู้เล่นที่ต้องการให้ปริมาณรถบนถนนของตนต่อหนึ่งรอบสัญญาณไฟจราจรมีปริมาณน้อยที่สุด การควบคุมสัญญาณไฟจราจรเสมือนเกมแบบไม่ร่วมมือกัน (Non-cooperative game) ของผู้เล่นแต่ละคน เพื่อหาเวลาสัญญาณไฟเขียวและไฟแดงในการควบคุมสี่แยกไฟจราจรที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการลดปริมาณรถในสี่แยกสัญญาณไฟจราจร

การจำลองการจราจรเป็นแบบเรียงแถว เข้าก่อนออกก่อน (FIFO queue) และใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (Poisson distribution) เข้าช่วยเป็นการสุ่มจากค่าเฉลี่ยของปริมาณรถที่วิ่งเข้า และปริมาณรถที่วิ่งออกจากสี่แยกสัญญาณไฟจราจรที่กำหนดเพื่อให้เหมือนจริงมากขึ้น โดยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพระบบคุณภาพของแนชที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับ การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเวลาคงที่ เพื่อหาปริมาณรถติดรวมในแต่ละรอบสัญญาณไฟจราจรว่าระบบใดมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน

Arnont Sirithai. 2011. **Traffic Light Control by Game Theory**. Master of Engineering
Thesis in Computer Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Dr. Pattarawit Polpinit

ABSTRACT

249312

Street traffic control, especially at the cross junctions, can be managed by using many methods such as use of traffic police, use of traffic light system. It was found that the use of traffic light system is the commonly accepted worldwide as the most efficient method. In Thailand, "Fixed-time Control" is used as the traffic light management system.

Traffic light management system is classified into 2 categories: 1. Fixed-time Control is a system that has time fixed for optimizing suitable traffic light control in such situation and 2. Adaptive Control is required connection between traffic counters and optimal time calculation of traffic lights, for example, MODERATO, SCOOT and SCATS system. These systems are capable of controlling traffic lights better than the Fixed-time control. However, their operating cost is high and copyright of each system is protected. Each system is developed for each country with pros and cons and suitability for particular traffic situation.

This research is initiated and presented the system with the method applying game theory with Nash Equilibrium. This is similar to a game of multiple players. Each street direction is assumed as a player who wants the minimum number of vehicles per one cycle of traffic light change. The traffic light control is comparable to the Non-cooperative game of each player to find out the optimal duration between green and red traffic lights in such junction traffic light control to minimize the number of vehicles at that junction.

In traffic simulation, first in – first out queue (FIFO) and Poisson distribution were used to randomly take mean values of incoming and outgoing vehicles at that traffic junction as similar as what is happening in the real world. Efficiency evaluation was carried out by comparing the developed model of the Nash Equilibrium to the Fixed – time traffic light control one to examine traffic jams of each traffic light cycle and decide the better one.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือ และการให้คำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ภทรวินัย พลพินิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ เสถียรนาม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่กรุณาถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์รวมทั้งสละเวลาอันมีค่ายิ่ง เพื่อช่วยให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งแก่ศิษย์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในสำนักงานเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัณฑิตศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทางเอกสารต่าง ๆ เป็นอย่างดี

อานนท์ ศรีไทย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญ	1
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
3. ขอบเขตของการศึกษา	3
4. นิยามศัพท์เฉพาะ	3
5. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษา	4
6. สถานที่ทำวิจัย	4
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
8. โครงสร้างวิทยานิพนธ์	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
1.1 หลักการพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาการจราจร	6
1.2 แนวคิดเกี่ยวกับวิศวกรรมจราจร	6
1.3 ทฤษฎีการไหลของการจราจร	7
1.4 แนวคิดเกี่ยวกับระบบควบคุมการจราจร	9
1.5 สัญญาณไฟจราจร	13
1.6 ระบบรอกอย	13
1.7 การจำลองจำนวนรถเข้า และรถออกแบบ การแจกแจงแบบปัวส์ซอง	15
1.8 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการทดลองโดยใช้ระบบทฤษฎีเกม และการหาจุดสมดุลของระบบ โดยใช้ดุลยภาพแนช	15
1.9 การจำลองระบบ	17
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา และการสร้างแบบจำลองระบบสัญญาณไฟจราจร	20
1. ขั้นตอนดำเนินการทดลองระบบสัญญาณไฟจราจร	20
2. แบบจำลองระบบสัญญาณไฟจราจร	21
3. แบบสัญญาณไฟจราจรแบบเกม	23
4. จุดคุณภาพของแนช	24
5. แบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนวงเวียนเดียว	24
5.1 ระบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนวงเวียนเดียว	24
5.2 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนวงเวียนเดียว	25
5.3 ระบบเวลาสัญญาณไฟจราจรที่ใช้คุณภาพของแนช	25
5.4 ระบบการตัดสินใจเลือกเวลาสัญญาณไฟจราจร	26
5.5 ขั้นตอนการหาเวลาสัญญาณไฟจราจรระบบคุณภาพแนชที่มีจุดสมมูลน้อยกว่าหรือมากกว่า 1 ค่า	26
5.6 ขั้นตอนหรือกลวิธีในการดำเนินงานระบบการจราจรแบบเวลาคงที่	27
6. แบบสัญญาณไฟจราจรบนสามแยกถนน โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	27
6.1 ระบบสัญญาณไฟจราจรบนสามแยกสัญญาณไฟจราจร	27
6.2 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสามแยกถนน โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	27
6.3 ระบบเวลาสัญญาณไฟจราจรที่ใช้คุณภาพของแนช	28
6.4 ระบบการตัดสินใจเลือกเวลาสัญญาณไฟจราจร	28
6.5 ขั้นตอนการหาเวลาสัญญาณไฟจราจรระบบคุณภาพแนชที่มีจุดสมมูลน้อยกว่าหรือมากกว่า 1 ค่า	29
6.6 ขั้นตอนหรือกลวิธีในการดำเนินงานระบบการจราจรแบบเวลาคงที่	29
7. แบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนน โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	30
7.1 ระบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนน โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	30
7.2 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนน โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	30
7.3 ระบบเวลาสัญญาณไฟจราจรที่ใช้คุณภาพของแนช	30
7.4 ระบบการตัดสินใจเลือกเวลาสัญญาณไฟจราจร	31
7.5 ขั้นตอนการหาเวลาสัญญาณไฟจราจรระบบคุณภาพแนชที่มีจุดสมมูลน้อยกว่าหรือมากกว่า 1 ค่า	31
7.6 ขั้นตอนหรือกลวิธีในการดำเนินงานระบบการจราจรแบบเวลาคงที่	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปราย	33
บทที่ 5 สรุป วิเคราะห์ผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	38
1. สรุปผลการศึกษา	38
2. วิเคราะห์ผลการทดลอง	38
3. ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ประวัติผู้เขียน	44

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ไคอะแกรมของเวลาและระยะห่าง	8
ภาพที่ 2 ไคอะแกรมของเวลาและจำนวนรถคิดรวมขณะเกิดสัญญาณไฟแดง	9
ภาพที่ 3 แนวคิดความกว้างสูงสุด	10
ภาพที่ 4 แนวคิดระบบ SCOOT	12
ภาพที่ 5 การประมาณระดับความอึดตัวของระบบ SCATS	12
ภาพที่ 6 แบบจำลองแถวแนวตั้งและแนวนอน	14
ภาพที่ 7 การสิ้นข้ามทางแยกของยานพาหนะ	14
ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบการจำลองระบบไฟจราจรแบบคุณภาพของแนช กับแบบเวลาคงที่	21
ภาพที่ 9 ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตามระบบสัญญาณไฟจราจร	21
ภาพที่ 10 ระบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนวิงทางเดียว	25
ภาพที่ 11 ระบบการตัดสินใจเลือกเวลาสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนวิงทางเดียว	26
ภาพที่ 12 ระบบสัญญาณไฟจราจรบนสามทางแยกโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	27
ภาพที่ 13 ระบบการตัดสินใจเลือกเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบสามทางแยก	28
ภาพที่ 14 ระบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนน โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	30
ภาพที่ 15 ระบบการตัดสินใจเลือกเวลาสัญญาณจราจรไฟบนสี่แยก โดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง	31
ภาพที่ 16 เปรียบเทียบเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	33
ภาพที่ 17 เปรียบเทียบจำนวนรถคิดรวมทั้งระบบ แบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	33
ภาพที่ 18 เปรียบเทียบเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	34
ภาพที่ 19 เปรียบเทียบจำนวนรถคิดรวมทั้งระบบ แบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	34
ภาพที่ 20 เปรียบเทียบเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	35
ภาพที่ 21 เปรียบเทียบจำนวนรถคิดรวมทั้งระบบ แบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	35
ภาพที่ 22 เปรียบเทียบเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	36
ภาพที่ 23 เปรียบเทียบจำนวนรถคิดรวมทั้งระบบ แบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	36
ภาพที่ 24 เปรียบเทียบเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	37
ภาพที่ 25 เปรียบเทียบจำนวนรถคิดรวมทั้งระบบ แบบคุณภาพแนชกับแบบเวลาคงที่ (0.5/0.5)	37