



ระบบศูนย์กลางที่จอดรถอัจฉริยะ(SMART CENTRAL PARKING HUB)

นายกัณฑ์ดนัย ศรีวัณนะ	65070507203
นายอัษฎาวุธ โหมตเทศ	65070507228
นายบุรินทร์ ราชกิจจา	65070507235
นายสหัสวรรษ ศรีแจ่มใส	65070507237

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING (COMPUTER ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2025

ระบบศูนย์กลางที่จอดรถอัจฉริยะ(Smart Central Parking Hub)

นายกัณฑ์ดนัย ศรีวัฒนะ	65070507203
นายอัษฎาภรณ์ โหมตเทศ	65070507228
นายปฐมนิธิ ราชกิจจา	65070507235
นายสทศวรรษ ศรีแจ่มใส	65070507237

A Project Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for
the Degree of Bachelor of Engineering (Computer Engineering)
Faculty of Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2025

Project Committee

..... (Assoc.Prof. ดร.ประพงษ์ ปรีชาประพาฬวงศ์ , Ph.D.)	Project Advisor
..... (Asst.Prof. ผศ. ดร. สุรชาติพิทย์ มณีวงศ์วัฒนา, Ph.D.)	Committee Member
..... (Asst.Prof. ดร. ณัฐชา เดชดำรง, Ph.D.)	Committee Member

Project Title	ระบบศูนย์กลางที่จอดรถอัจฉริยะ(Smart Central Parking Hub)		
Credits	3		
Member(s)	นายกัณฑ์ดนัย ศรีวิพัฒนะ	65070507203	
	นายอัษฎาวุธ โหมดเทศ	65070507228	
	นายบุรินทร์ ราชกิจจา	65070507235	
	นายสทศวรรษ ศรีแจ่มใส	65070507237	
Project Advisor	Assoc.Prof. ดร.ประพงษ์ ปรีชาประพาฬวงศ์ , Ph.D.		
Program	Bachelor of Engineering		
Field of Study	Computer Engineering		
Department	Computer Engineering		
Faculty	Engineering		
Academic Year	2025		

Abstract

In a multihop ad hoc network, the interference among nodes is reduced to maximize the throughput by using a smallest transmission range that still preserve the network connectivity. However, most existing works on transmission range control focus on the connectivity but lack of results on the throughput performance. This paper analyzes the per-node saturated throughput of an IEEE 802.11b multihop ad hoc network with a uniform transmission range. Compared to simulation, our model can accurately predict the per-node throughput. The results show that the maximum achievable per-node throughput can be as low as 11% of the channel capacity in a normal set of α operating parameters independent of node density. However, if the network connectivity is considered, the obtainable throughput will reduce by as many as 43% of the maximum throughput.

Keywords: Multihop ad hoc networks / Topology control / Single-Hop Throughput

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หัวข้อปริญญานิพนธ์บรรทัดแรก หัวข้อปริญญานิพนธ์บรรทัดสอง
หน่วยกิต	3
ผู้เขียน	นายกันต์ดนัย ศรีวัฒนะ นายอัษฎาวุธ โหมตเทศ นายบุรินทร์ ราชกิจจา นายสทสวรรษ ศรีแจ่มใส
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ประพงษ์ ปรีชาประพาฬวงศ์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2568

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้ใช้งานในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น สถานที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า และพื้นที่บริการทั่วไป มักพบปัญหาความยุ่งยากในการค้นหาที่จอดรถ เนื่องจากขาดข้อมูลสถานะที่จอดรถที่ชัดเจนและระบบจัดการที่ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เสียเวลาและสร้างความไม่สะดวกในการเข้าใช้พื้นที่ โครงการนี้นำเสนอระบบศูนย์กลางจัดการที่จอดรถอัจฉริยะ FastPass ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้การค้นหา ตรวจสอบสถานะที่จอดรถแบบเรียลไทม์ และการจองพื้นที่เป็นไปอย่างง่ายและทันที ระบบรองรับการขยายตัวและสามารถเชื่อมต่อกับบริการอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น ระบบตรวจจ่ายทะเบียนรถ เพื่อให้กระบวนการเข้า-ออกพื้นที่เป็นไปอย่างราบรื่นและลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น [ผลลัพธ์อยู่ในระหว่างรอดำเนินงาน]

คำสำคัญ: ระบบที่จอดรถอัจฉริยะ / ระบบจองที่จอดรถ / การจัดการที่จอดรถแบบเรียลไทม์ / ระบบอัตโนมัติ / FastPass

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา กรรมการ พ่อแม่พี่น้อง และเพื่อนๆ คนที่ช่วยให้งานสำเร็จ ตามต้องการ

สารบัญ

หน้า

ABSTRACT	ii
บทคัดย่อ	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	v
สารบัญตาราง	vii
สารบัญรูปภาพ	viii
สารบัญสัญลักษณ์	ix
สารบัญคำศัพท์ทางเทคนิคและคำย่อ	x
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ตารางการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบแนะนำสินค้า	3
2.2 อัลกอริทึมในการประมวลผลข้อความ	3
2.2.1 อัลกอริทึม I	3
2.2.2 อัลกอริทึม II	3
2.2.2.1 ขั้นตอนที่ 1	3
2.2.2.2 ขั้นตอนที่ 2	3
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	4
3.1 การสำรวจความต้องการกับผู้ใช้	4
3.2 ความสามารถของระบบ	4
3.2.1 Use Case Diagram	4
3.2.2 Use Case Narrative	5
3.2.2.1 การนำรถเข้าจอด	5
3.2.2.2 การจองที่จอดรถ	6
3.2.2.3 บันทึกส่วนลดค่าจอดรถ	6
3.2.2.4 คู่มือสถานที่จอดรถ	7
3.2.2.5 จัดการช่องจอดรถรายการโปรด	7
3.2.2.6 คู่มือการแจ้งเตือน	8
3.2.2.7 รายงาน Report ของลานจอดรถ	9
3.2.2.8 กำหนดค่าระบบจอดรถ	10
3.2.2.9 จัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน	11
3.2.2.10 ควบคุมไม้กั้นทางเข้า-ออก	12
3.2.2.11 จัดการสถานะช่องจอดรถ	12
3.2.2.12 มอบสิทธิ์ Visitor ให้ Guest	13
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	14

4.1	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	14
4.2	ความพึงพอใจการใช้งาน	14
4.3	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง	14
บทที่ 5	บทสรุป	15
5.1	สรุปผลโครงงาน	15
5.2	ปัญหาที่พบและการแก้ไข	15
5.3	ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	15
	หนังสืออ้างอิง	16
	APPENDIX	17
ก	ชื่อภาคผนวกที่ 1	18
ข	ชื่อภาคผนวกที่ 2	20

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1 test table method1

3

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	The network model	3
3.1	Ues Case Diagram (ระบบจองรถ)	4
3.2	Ues Case Diagram (ระบบจัดการส่วนกลาง)	5
ก.1	This is the figure x11 ทดสอบ จาก https://www.google.com	18
ข.1	This is the figure x11 ทดสอบ จาก https://www.google.com	20

สารบัญสัญลักษณ์

SYMBOL

α	Test variable
λ	Interarival rate
μ	Service rate

UNIT

m^2
jobs/ second
jobs/ second

สารบัญคำศัพท์ทางเทคนิคและคำย่อ

Test	=	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nullam non condimentum purus. Pellentesque sed augue sapien. In volutpat quis diam laoreet suscipit. Curabitur fringilla sem nisi, at condimentum lectus consequat vitae.
MANET	=	Mobile Ad Hoc Network

บทที่ 1 บทนำ

หัวข้อต่าง ๆ ในแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะใส่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับโปรเจกของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันในสังคมมีการใช้รถยนต์ในการโดยสารจำนวนมาก ผู้คนอาจต้องเจอกับปัญหาคือการเสียเวลาในการหาที่จอดรถในช่วงเวลาเร่งด่วน ส่งผลทำให้เช้างานหรือเข้าเรียนสาย แถมยังส่งผลต่อโอกาสในการทำงานและหน้าที่การงานเสียรายได้ นอกจากนี้ความไม่แน่นอนว่าจะมีที่จอดรถหรือไม่ ทำก่อให้เกิดความไม่สบายใจตั้งแต่ก่อนออกจากบ้านหรือระหว่างเดินทาง คนที่ใช้รถยนต์มีความกังวลเพราะไม่มั่นใจว่าจะหาที่จอดได้ทันเวลาเมื่อถึงสถานที่ทำงานหรือมหาวิทยาลัย การวนหาที่จอดซ้ำๆ สร้างไม่พอใจเป็นอย่างมากและทำให้เสียพลังงานโดยไม่จำเป็น และในบางครั้งต้องจอดไกลจากอาคารที่ทำงานหรืออาคารเรียน ทำให้ต้องเสียเวลาเดินเพิ่มและไม่สะดวกสบาย นอกจากนี้ยังมีปัญหาที่บุคคลภายนอกเข้ามาใช้พื้นที่ที่จอดรถร่วมกันโดยไม่มีการแบ่งโซนชัดเจน ส่วนใหญ่มักต้องการที่จอดใกล้อาคารเพื่อความสะดวก แต่เมื่อไม่มีการจัดการที่ดีทำให้เกิดการแย่งพื้นที่ระหว่างบุคคลภายนอกและพนักงานประจำและกีดขวางทางเดินรถ นอกจากนี้ยังมี ผู้มาติดต่อราชการ ผู้รับเหมา หรือผู้มาใช้พื้นที่ บุคคลภายนอกเหล่านี้บางครั้งเข้ามาใช้พื้นที่จอดโดยไม่มีการควบคุมหรือจำกัดสิทธิ์ ส่งผลให้จำนวนที่จอดรถลดลงไปอีกและสร้างความไม่พอใจให้กับผู้ใช้งานหลักเช่น เจ้าหน้าที่และพนักงานประจำ การที่ผู้ใช้หลายกลุ่มมาใช้พื้นที่ร่วมกันโดยไม่มีการจัดการที่เป็นระบบ ทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ แถมอาจทำพนักงานประจำรู้สึกโดนเอาเปรียบเพราะโอกาสหาที่จอดน้อยลง ทั้งที่มีความจำเป็นต้องใช้เพื่อเข้าทำงานตรงเวลา เพราะเมื่อหาที่จอดไม่ได้ทำให้กระทบต่อการทำงาน อีกหนึ่งปัญหาที่พบได้บ่อยในที่จอดรถห้างสรรพสินค้าคือ การใช้แอสมป์สัญลักษณ์ เพื่อยืนยันสิทธิ์จอดฟรีหรือขยายเวลาจอดในห้างสรรพสินค้าหรือสถานที่ราชการ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายให้ผู้มาใช้บริการ แต่กลับทำให้เกิดความล่าช้าและความไม่สะดวก เช่น ต้องเสียเวลาต่อคิวเพื่อรับการแอสมป์ ต้องเดินไปกลับระหว่างจุดบริการกับลานจอด แถมยังต้องยืนให้บุคคลทางออกตรวจสอบสิทธิ์ให้อีกซึ่งเพิ่มความไม่สะดวกสบาย ส่งผลให้ระบบแบบนี้ไม่ตอบสนองต่อผู้ใช้งานในปัจจุบันที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว และยืดหยุ่น

จากที่กล่าวมาข้างต้น กลุ่มของพวกเราจึงเกิดแนวคิดพัฒนาระบบที่จอดรถแบบเรียลไทม์และปรับปรุงระบบมอบสิทธิพิเศษแก่ผู้มาใช้งานที่สะดวกมากยิ่งขึ้น และแก้การใช้แอสมป์เพื่อเพิ่มเวลาจอดรถฟรีแบบเดิมๆ เพื่อช่วยให้วางแผนการเดินทางได้ดีขึ้น ลดความกังวลและความเครียดจากการหาที่จอด เมื่อมีระบบจัดการที่มีประสิทธิภาพ จะสามารถใช้เวลาได้คุ้มค่ามากขึ้นและใช้ชีวิตได้อย่างเต็มที่

1.2 วัตถุประสงค์

ระบุสิ่งที่จะทำในโครงการ ซึ่งจะใช้สำหรับการประเมินว่าโครงการสำเร็จหรือไม่

- เพื่อศึกษาและจับจุดสำคัญของข้อมูลภายในเรซูเม่ของนักศึกษาในกลุ่มเป้าหมาย
- เพื่อพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเรซูเม่ของนักศึกษาออกมาเป็นอาชีพที่เหมาะสมกับตัวนักศึกษาได้
- เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับนำมาใช้เป็นตัวกลางในการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ เป็นชุมชนและตัวช่วยด้านการพัฒนาตนเองของกลุ่มเป้าหมายได้
- เพื่อลดปัญหาการค้นหาสิ่งที่เหมาะสมและพัฒนาตนเอง ช่วยเหลือการปรับข้อมูลเรซูเม่ และเป็นชุมชนแก่นักศึกษาในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

Explain the scope of your works.

- What are the problems you are addressing?
- Why they are important?
- What are the limitations of existing approaches?

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงการนี้เป็นประโยชน์กับใคร ยังไง ทั้งในเชิงรูปธรรมและนามธรรม ในปัจจุบันหรือในอนาคตถ้านำไป ต่อยอด

1.5 ตารางการดำเนินงาน

บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อต่าง ๆ ในแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะใส่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับโปรเจคของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา

ตัวอย่างการใส่อ้างอิงที่มา -> [1] ถ้าต้องการใส่แหล่งอ้างอิงมากกว่า 1 ให้ทำดังนี้ -> [1, 2] อธิบายทฤษฎี องค์ความรู้หลักที่ใช้ในงาน งานวิจัยที่นำมาใช้ในโครงงาน หรือเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด[2] Explain theory, algorithms, protocols, or existing research works and tools related to your work.

2.1 ระบบแนะนำสินค้า

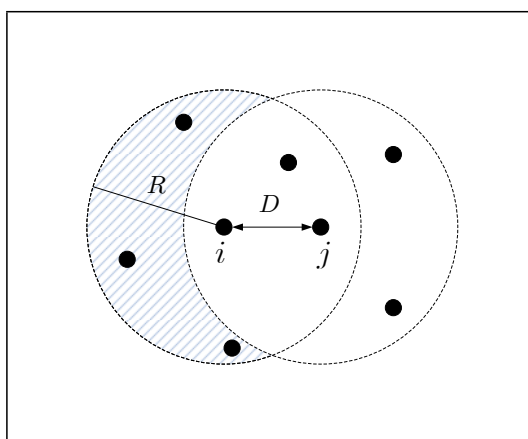
ตารางที่ 2.1 test table method1

Center	Center	left aligned	Right	Right aligned
Center	Center	left aligned	Right	Right aligned
Center	Center	left aligned	Right	Right aligned
Center	Center	left aligned	Right	Right aligned
Center	Center	left aligned	Right	Right aligned

2.2 อัลกอริทึมในการประมวลผลข้อความ

2.2.1 อัลกอริทึม I

You can place the figure and refer to it as รูปที่ 3.2. The figure and table numbering will be run and updated automatically when you add/remove tables/figures from the document.



รูปที่ 2.1 The network model

2.2.2 อัลกอริทึม II

Add more subsections as you want.

2.2.2.1 ขั้นตอนที่ 1

2.2.2.2 ขั้นตอนที่ 2

Latex Format นี้รองรับหัวข้อย่อยถึงแค่ระดับ 4 นี้เท่านั้น ไม่แนะนำให้แบ่งหัวข้อย่อยไปมากกว่านี้ เช่น 2.2.2.2.1 , 2.2.2.2.2

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

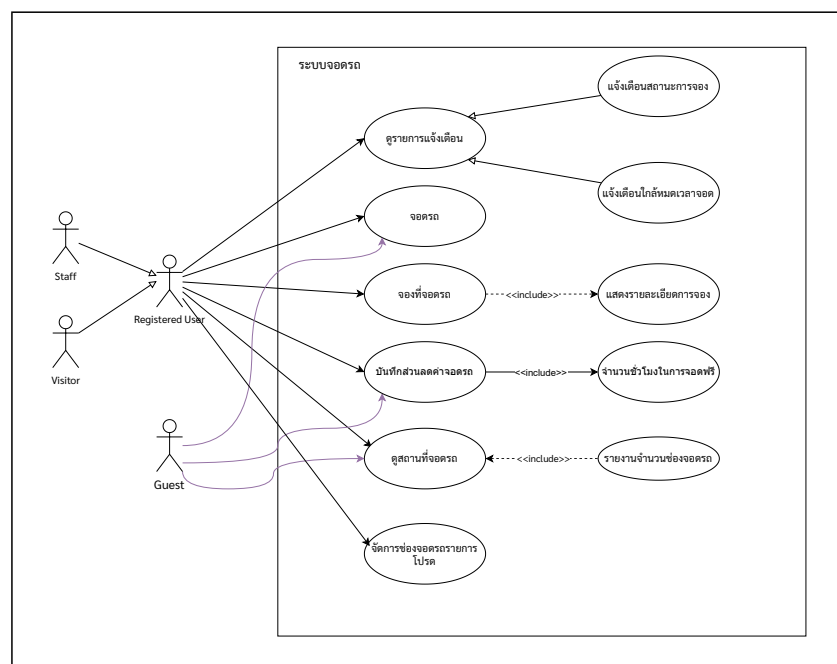
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

หัวข้อต่าง ๆ ในแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะใส่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับโครงร่างของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา ตัวอย่างการใส่อ้างอิงที่มา -> [1] ถ้าต้องการใส่แหล่งอ้างอิงมากกว่า 1 ให้ทำดังนี้ -> [1, 2] Explain the design (how you plan to implement your work) of your project. Adjust the section titles below to suit the types of your work. Detailed physical design like circuits and source codes should be placed in the appendix.

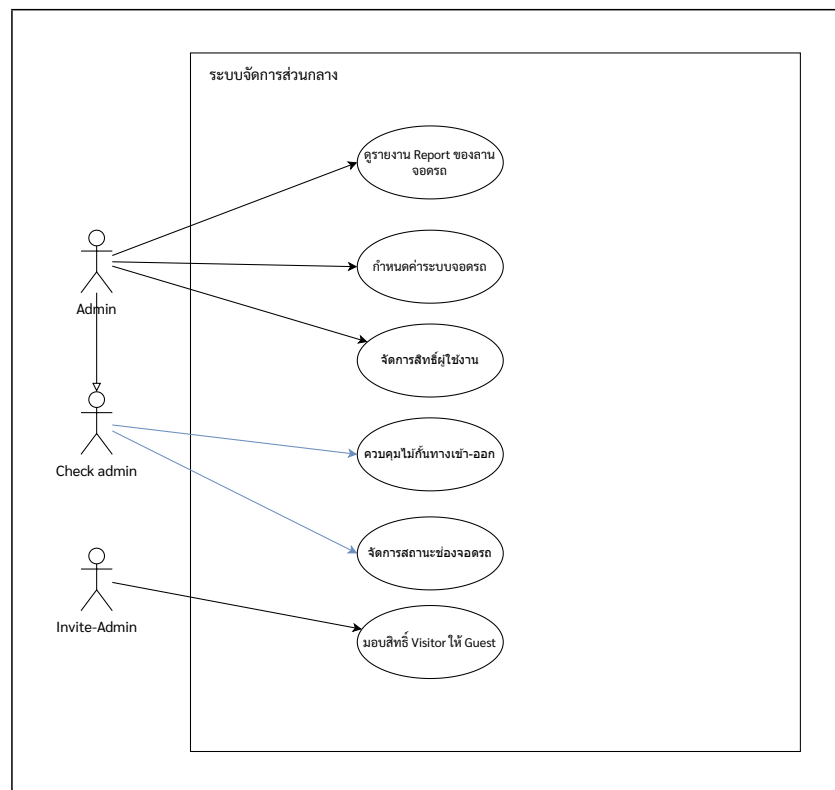
3.1 การสำรวจความต้องการกับผู้ใช้

3.2 ความสามารถของระบบ

3.2.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.1 Ues Case Diagram (ระบบจองรถ)



รูปที่ 3.2 Ues Case Diagram (ระบบจัดการส่วนกลาง)

3.2.2 Use Case Narrative

3.2.2.1 การนำรถเข้าจอด

Use Case Name	การนำรถเข้าจอด (Park Vehicle)
Actor	บุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / บุคคลภายนอก(Guest)
Goal	เพื่อนำรถผ่านไม้กั้นและเข้าจอดในช่องจอดที่กำหนด
Precondition	ผู้ใช้งานต้องมีการจองในระบบ หรือได้รับสิทธิ์ Visitor เรียบร้อยแล้ว
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานขับรถมาถึงจุดทางเข้า (Barrier Gate) 2. ผู้ใช้งานแสดงหลักฐาน (เช่น กดรับ QR Code ที่ตู้ Kiosk หรือระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ) 3. ระบบตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งานจากฐานข้อมูล 4. ระบบยืนยันสิทธิ์ถูกต้องและบันทึกเวลาเข้า 5. ระบบสั่งเปิดไม้กั้นทางเข้า 6. ผู้ใช้งานขับรถผ่านไม้กั้นเข้าไปยังลานจอด 7. ระบบตรวจนับว่ารถผ่านไปแล้วและสั่งปิดไม้กั้น 8. ระบบอัปเดตสถานะช่องจอดเป็น "ไม่ว่าง"
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 3a. ระบบตรวจสอบไม่พบข้อมูลการจอง หรือสิทธิ์ไม่ถูกต้อง 4a. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือน "ไม่พบสิทธิ์การเข้าใช้งาน" ที่หน้าจอ 5a. ไม้กั้นยังคงปิดอยู่ 6a. กลับไปที่ขั้นตอนที่ 2 (เพื่อให้ลองใหม่ หรือติดต่อเจ้าหน้าที่)
Postcondition	รถของผู้ใช้งานเข้าจอดในพื้นที่ และสถานะช่องจอดในระบบถูกอัปเดตเรียบร้อยแล้ว

3.2.2.2 การจองที่จอดรถ

Use Case Name	จองที่จอดรถ
Actor	บุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / ผู้ใช้งานทั่วไป (User)
Goal	เพื่อทำการจองช่องจอดรถล่วงหน้าสำหรับการใช้งาน
Precondition	ผู้ใช้งานต้องเข้าสู่ระบบ (Login) เรียบร้อยแล้ว และเป็นบุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / ผู้ใช้งานทั่วไป (User)
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานใช้งานเมนู "แผนที่" 2. ระบบแสดงแผนที่และสถานะช่องจอด 3. ผู้ใช้งานเลือกสถานที่ที่ต้องการ และระบุรายละเอียด ชั้น (Floor), โซน (Zone) 4. ผู้ใช้กดปุ่ม "จอง" ระบบแสดง modal ให้เลือก วันที่-เวลาที่ต้องการเลือก 5. ผู้ใช้กดปุ่ม "ตรวจสอบการจองสิทธิ์" 6. ระบบเรียกฟังก์ชัน "แสดงรายละเอียดการจอง" เพื่อแสดงรายละเอียดการจองให้ผู้ใช้งานเห็นทันที 7. ผู้ใช้งานยืนยันการจอง 8. ระบบบันทึกข้อมูลการจองลงในฐานข้อมูล
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 4a. ช่องจอดที่เลือกถูกจองไว้แล้ว หรือไม่ว่างในช่วงเวลานั้น 5a. ระบบแจ้งเตือน "ไม่สามารถเลือกที่จอดได้เนื่องจาก เต็ม!" 6a. ระบบจะให้ผู้ใช้งานเลือกวันที่และเวลาการจองใหม่
Postcondition	ข้อมูลการจองถูกบันทึก และสถานะของช่องจอดในช่วงเวลานั้นถูกเปลี่ยนเป็น "อยู่ระหว่างการจอง"

3.2.2.3 บันทึกส่วนลดค่าจอดรถ

Use Case Name	บันทึกส่วนลดค่าจอดรถ (Record Parking Discount)
Actor	บุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / ผู้ใช้งานทั่วไป (User) / บุคคลภายนอก (Guest)
Goal	เพื่อบันทึกสิทธิ์ส่วนลดค่าจอดรถจากการใช้บริการร้านค้าหรือโปรโมชั่นต่างๆ
Precondition	ผู้ใช้งานต้องมีสถานะการจอดรถอยู่ในระบบ Check-in แล้ว และกำลังใช้บริการร้านค้าหรือโปรโมชั่นต่างๆ
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานเลือกเมนู "ส่วนลดค่าจอดรถ" หรือสแกน QR Code ส่วนลดจากใบเสร็จ 2. ผู้ใช้งานกรอกรหัสส่วนลด หรือให้ศูนย์บริการแสดง QR Code ของลูกค้าที่อยู่ในเว็บแอป 3. ระบบตรวจสอบความถูกต้อง 4. ระบบยืนยันว่าส่วนลดสามารถใช้งานได้ 5. ระบบเรียกใช้ "จำนวนชั่วโมงในการจอดฟรี" เพื่อคำนวณและเพิ่มสิทธิ์ส่วนลดเป็นเวลาจอดฟรีให้กับผู้ใช้งาน 6. ระบบแสดงผลจำนวนชั่วโมงที่ได้รับฟรี และเวลาการจอดรถฟรีที่เหลือ 7. ระบบบันทึกข้อมูลส่วนลดลงในประวัติการจอดรถ
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 3a. รหัสส่วนลดไม่ถูกต้อง หมดอายุ หรือถูกใช้งานไปแล้ว 4a. ระบบแจ้งเตือน "ไม่สามารถใช้ส่วนลดได้ เนื่องจากสิทธิ์ถูกใช้ไปเรียบร้อยแล้ว พร้อมระบุเวลาที่โดนใช้ไป DD-MM-YYYY HH:MM"
Postcondition	สิทธิ์ส่วนลดถูกนำไปคำนวณค่าจอดรถ และสถานะค่าบริการได้รับการอัปเดต

3.2.2.4 ดูสถานที่จอดรถ

Use Case Name	ดูสถานที่จอดรถ (View Parking Status)
Actor	บุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / ผู้ใช้งานทั่วไป (User) / บุคคลภายนอก(Guest)
Goal	เพื่อดูสถานะและตำแหน่งของช่องจอดรถในปัจจุบัน
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าถึงระบบผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ในส่วนนี้ไม่จำเป็นต้อง Login สำหรับ Guest
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานเข้ามาระบบจะแสดงแผนที่ของลานจอดรถ 2. ระบบแสดงแผนที่ของลานจอดรถจอดรถทั้งหมด 3. ผู้ใช้งานเลือกโซนหรือชั้นที่ต้องการดู 4. ระบบเรียก "รายงานจำนวนช่องจอดรถ" เพื่อดึงข้อมูล Real-time ของจำนวนช่องจอดที่ว่างในโซนที่ผู้ใช้เลือก 5. ระบบแสดงผลกราฟิกแผนที่ พร้อมระบุสถานะและจำนวนช่องว่างคงเหลือ
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 4a. ระบบไม่สามารถเชื่อมต่อกับเซนเซอร์หรือฐานข้อมูลสถานะได้ 5a. ระบบแสดงข้อความ "ไม่สามารถแสดงสถานะล่าสุดได้ (Offline)" 6a. ระบบแสดงข้อมูลล่าสุดที่แคชไว้พร้อมระบุเวลาอัปเดต
Postcondition	ผู้ใช้งานได้รับทราบข้อมูลสถานะที่จอดรถเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกช่องจอดรถ

3.2.2.5 จัดการช่องจอดรถรายการโปรด

Use Case Name	จัดการช่องจอดรถรายการโปรด (Manage Favorite Spots)
Actor	บุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / ผู้ใช้งานทั่วไป (User)
Goal	เพื่อเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขรายการช่องจอดรถที่ใช่บ่อย เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการจอง
Precondition	ผู้ใช้งานต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานเลือกเมนู "บันทึกแล้ว" 2. ระบบแสดงรายชื่อช่องจอดที่บันทึกไว้ (ถ้ามี) 3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม "เพิ่มรายการบันทึก" จากช่องจอดที่เลือก หรือกด "ลบ" รายการเดิม 4. ระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลงลงในฐานข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 4a. กรณีเพิ่มช่องจอดที่ซ้ำกับที่มีอยู่แล้ว 5a. ระบบแจ้งเตือน "ยกเลิกรายการบันทึก" 6a. ระบบยกเลิกการเพิ่ม
Postcondition	รายการช่องจอดรถโปรดของผู้ใช้งานได้รับการอัปเดต บันทึกเป็นรายการบันทึก / เลิกบันทึกเป็นรายการบันทึก

3.2.2.6 ดูรายการแจ้งเตือน

Use Case Name	ดูรายการแจ้งเตือน (View Notifications)
Actor	บุคลากร (Staff) / ผู้มาติดต่อ (Visitor) / ผู้ใช้งานทั่วไป (User)
Goal	ผู้ใช้งานได้รับการแจ้งเตือนต่างๆ เช่น สถานะการจอง หรือเตือนเวลาจอดเมื่อใกล้หมดเวลา
Precondition	ผู้ใช้งานต้องเข้าสู่ระบบและทำการจองเรียบร้อยแล้ว
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานกดที่ไอคอน "กระดิ่งแจ้งเตือน" บนหน้าจอหลัก 2. ระบบแสดงรายการแจ้งเตือนของผู้ใช้งาน 3. ระบบแสดงรายการแจ้งเตือน โดยเรียงจากใหม่สุดไปเก่าสุด 4. ผู้ใช้งานเลือกกดดูรายละเอียดของรายการที่ต้องการ 5. ระบบแสดงรายละเอียดของแจ้งเตือนนั้นๆอย่างครบถ้วน 6. ระบบเปลี่ยนสถานะของรายการนั้นเป็น "อ่านแล้ว" (กระดิ่งแจ้งเตือนจะไม่แสดงปุ่มสีแดงหากผู้ใช้อ่านทุกรายการแจ้งเตือนแล้ว)
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 2a. กรณีไม่มีรายการแจ้งเตือนเลย 3a. ระบบแสดงข้อความ "กระดิ่งแจ้งเตือน" (ไม่แสดงปุ่มสีแดง) 4b. ผู้ใช้งานต้องการลบการแจ้งเตือน 5b. ผู้ใช้งานปิดรายการหรือกดปุ่มลบ 6b. ระบบลบรายการนั้นออกจากรายการแสดงผล
Postcondition	ผู้ใช้งานได้รับทราบข้อมูลข่าวสารหรือสถานะล่าสุด และสถานะการอ่านถูกอัปเดต

3.2.2.7 รายงาน Report ของลานจอดรถ

Use Case Name	ดูรายงาน Report ของลานจอดรถ (View Parking Report)
Actor	Admin (ผู้ดูแลระบบ), SuperAdmin (ผู้ดูแลระบบขั้นสูง)
Goal	เพื่อดูภาพรวมสถิติ, รายได้, และสถานะการใช้งานของลานจอดรถสำหรับการวิเคราะห์และบริหารจัดการ
Precondition	Admin หรือ SuperAdmin ต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> Admin เลือกเมนู "หน้าหลัก" หรือ "รายงานและวิเคราะห์" ระบบดึงข้อมูลสรุปทางสถิติจากฐานข้อมูล ระบบแสดงผล "สรุปข้อมูลสำคัญ" ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> จำนวนลานจอดรถทั้งหมดและที่เพิ่มใหม่ ที่ว่างขณะนี้ (จำนวนคัน) เทียบกับความจุทั้งหมด อัตราการใช้งาน (%) และแนวโน้มเทียบกับเมื่อวาน รายได้วันนี้ (บาท) และแนวโน้มเทียบกับเมื่อวาน ระบบแสดง "กราฟและแผนภูมิ" <ul style="list-style-type: none"> กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนประเภทรถ (รถยนต์, มอเตอร์ไซด์, EV) กราฟแท่งแสดงแนวโน้มการใช้งานรายวัน/รายเดือน ระบบแสดง "สถานะเรียลไทม์" ของแต่ละลานจอด (เช่น ตึก S2 ว่างกี่ช่อง, ตึก N18 เต็มหรือไม่) Admin สามารถใช้งาน "ตัวกรอง" (Filter) เพื่อเลือกดูข้อมูลตามวันที่ (dd/mm/yyyy), ประเภทพาหนะ หรือสถานะ ระบบอัปเดตข้อมูลบนหน้าจอตามเงื่อนไขที่ Admin เลือก
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> กรณีเลือกช่วงเวลาที่ไม่มีข้อมูลการใช้งาน ระบบแสดงกราฟว่างเปล่า และแจ้งเตือนว่า "ไม่พบข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าว" ระบบฐานข้อมูลสถิติขัดข้อง ระบบแสดงข้อความ "Failed to load dashboard data"
Postcondition	Admin ได้รับทราบข้อมูลสรุปผลการดำเนินงานเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในอนาคต

3.2.2.8 กำหนดค่าระบบจอดรถ

Use Case Name	กำหนดค่าระบบจอดรถ (Configure Parking System Settings)
Actor	Admin (ผู้ดูแลระบบ), SuperAdmin (ผู้ดูแลระบบขั้นสูง)
Goal	เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของลานจอดรถ เช่น อัตราค่าบริการ, เวลาเปิด-ปิด และสถานะการเปิดใช้งานของช่องจอดต่างๆ
Precondition	Admin หรือ SuperAdmin ต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> Admin เลือกเมนู "จัดการข้อมูลจอดรถ" จากแถบเมนูด้านซ้าย ระบบแสดงรายการลานจอดรถทั้งหมด (เช่น ลานจอดรถ 14 ชั้น S2, อาคาร N16) พร้อมสถานะปัจจุบัน, ราคา, และความจุ Admin เลือกกดปุ่ม "แก้ไข" (Edit) ที่รายการที่ต้องการปรับปรุง หรือกด "เพิ่มสถานที่ใหม่" ระบบแสดงฟอร์มสำหรับกำหนดค่า <ul style="list-style-type: none"> ข้อมูลทั่วไป: ชื่อสถานที่, ที่อยู่ การใช้งาน: ประเภทพาหนะที่รองรับ (รถยนต์, EV, มอเตอร์ไซด์) ความจุ (Capacity): จำนวนช่องจอดสูงสุด ค่าบริการ: ราคาต่อชั่วโมง (เช่น 10 บาท/ชม.) เวลาทำการ: เวลาเปิด-ปิด (เช่น 08:00 - 20:00 น.) สถานะลานจอด: ต้องการปรับเปลี่ยนสถานะลานจอด Admin ทำการแก้ไขข้อมูลที่ต้องการเปลี่ยนแปลง Admin กดปุ่ม "บันทึก" ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Validation) และบันทึกลงฐานข้อมูล ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือน "บันทึกข้อมูลสำเร็จ" และกลับสู่หน้ารายการ
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> Admin ต้องการปิดปรับปรุงลานจอดชั่วคราว Admin กดปุ่ม "แก้ไข" จากนั้นเปลี่ยนสถานะเป็น "ปิดใช้งาน" ระบบอัปเดตสถานะใน Real-time Dashboard เพื่อไม่ให้ User จองเข้ามาได้
Postcondition	ค่าการตั้งค่าใหม่ (เช่น ราคาใหม่, สถานะเปิด/ปิด) ถูกนำไปใช้ในระบบทันที

3.2.2.9 จัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน

Use Case Name	จัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน (Manage User Permissions)
Actor	Admin (ผู้ดูแลระบบ), SuperAdmin (ผู้ดูแลระบบขั้นสูง)
Goal	เพื่อจัดการบัญชีผู้ใช้งาน, กำหนดบทบาท (Role), และอนุมัติคำขอสิทธิ์การเข้าถึงระบบ
Precondition	Admin หรือ SuperAdmin ต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> Admin เลือกเมนู "จัดการผู้ใช้งาน" ระบบแสดงรายการผู้ใช้งานทั้งหมด พร้อมสถานะ (เช่น ใช้งานอยู่, ระงับ), วันที่หมดอายุ, และประเภทบัญชี Admin ค้นหาชื่อผู้ใช้งานที่ต้องการ หรือใช้ตัวกรอง (Filter) เพื่อดูเฉพาะกลุ่ม เช่น พนักงานภายนอก, พนักงานประจำ Admin เลือกกดปุ่ม "แก้ไข" (Edit) ที่รายการที่ต้องการปรับปรุง: <ul style="list-style-type: none"> แก้ไขข้อมูล: ประเภทบัญชี, หรือสถานะบัญชี, วันที่หมดอายุ ปรับประเภทบัญชี: เปลี่ยน Role เช่น จาก "Invite admin" เป็น "รปภ. (Check admin)," แต่ต้องได้รับการอนุมัติจาก Superadmin ระงับ/ลบ: เปลี่ยนสถานะเป็น "ระงับ" หรือลบบัญชีออกจากระบบ ระบบแสดงหน้าต่างยืนยันการทำรายการ Admin กดยืนยัน ระบบบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลอัปเดตสถานะไปยังหน้า "ขออนุมัติสิทธิ์"
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> กรณีจัดการคำขออนุญาตสิทธิ์ (Permission Request Flow) Superadmin เลือกเมนู "ขออนุญาตสิทธิ์" (Permission Requests) ระบบแสดงรายการคำขอที่สถานะเป็น "รออนุมัติ" (Pending) Superadmin ตรวจสอบรายละเอียดของผู้ขอใช้สิทธิ์ Superadmin กดปุ่ม "อนุมัติ" (Approve) หรือ "ไม่อนุมัติ" (Reject) ระบบส่งการแจ้งเตือนผลการพิจารณาไปยังผู้ใช้งานคนนั้น ระบบบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลอัปเดตสถานะไปยังฐานข้อมูล
Postcondition	สิทธิ์การเข้าใช้งานในระบบต่างๆของผู้ใช้ถูกปรับปรุงให้ตรงกับปัจจุบัน

3.2.2.10 ควบคุมไม้กั้นทางเข้า-ออก

Use Case Name	ควบคุมไม้กั้นทางเข้า-ออก (Control Barrier Gate)
Actor	Check admin (เจ้าหน้าที่พนักงาน), Admin (ผู้ดูแลระบบ), SuperAdmin (ผู้ดูแลระบบขั้นสูง)
Goal	เพื่อสั่งการเปิดหรือปิดไม้กั้นด้วยระบบ Manual ในกรณีที่ระบบอัตโนมัติไม่ทำงาน หรือมีเหตุฉุกเฉิน
Precondition	ต้องเข้าสู่ระบบและมีสิทธิ์ในการเข้าถึงเมนูควบคุมอุปกรณ์
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกเมนู "สถานะเรียลไทม์" 2. ระบบแสดงรายชื่อจุดเข้า-ออกและสถานะปัจจุบันของไม้กั้น (Open/Closed) 3. เลือกจุดที่ต้องการควบคุม 4. กดปุ่มคำสั่ง "ควบคุมไม้กั้นแบบ Manual" 5. ระบบแสดงหน้าต่างยืนยัน และขอให้ระบุเหตุผลในการสั่งการ เช่น ป้ายทะเบียนอ่านไม่ออก, เหตุการณ์ฉุกเฉิน 6. ระบบส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมไม้กั้น (Gate Controller) เพื่อให้ไม้กั้นทำตามคำสั่ง 7. ไม้กั้นทำงานตามคำสั่ง 8. ระบบบันทึก Action Log ลงในฐานข้อมูล
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 7a. อุปกรณ์ไม้กั้นไม่ตอบสนอง หรือขาดการเชื่อมต่อ (Device Offline) 8a. ระบบแจ้งเตือน "ไม่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ กรุณาตรวจสอบการเชื่อมต่อ" 9a. ผู้ใช้งานต้องทำการตรวจสอบและ ทำการควบคุมที่หน้างาน
Postcondition	การเปิด-ปิดของ ไม้กั้นเปลี่ยนแปลงตามคำสั่ง และ Action Log ถูกบันทึกไว้ตรวจสอบย้อนหลัง

3.2.2.11 จัดการสถานะช่องจอดรถ

Use Case Name	จัดการสถานะช่องจอดรถ (Manage Parking Slot Status)
Actor	Check admin (เจ้าหน้าที่พนักงาน), Admin (ผู้ดูแลระบบ), SuperAdmin (ผู้ดูแลระบบขั้นสูง)
Goal	เพื่อเปลี่ยนสถานะของช่องจอดรถเฉพาะจุดแบบ Manual
Precondition	ต้องเข้าสู่ระบบและมีสิทธิ์จัดการสถานะช่องจอดรถ
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกเมนู "สถานะเรียลไทม์" 2. ระบบแสดงสถานะของช่องจอดรถทุกช่องจอด 3. ผู้ดูแลคลิกเลือกสถานที่ที่ต้องการ และระบุรายละเอียด ชั้น (Floor), โซน (Zone), ช่องจอด (Slot) 4. ผู้ดูแลเลือกสถานะใหม่ที่ต้องการ เช่น เปลี่ยนเป็น "ปิดซ่อมแซม" หรือ "จอง VIP" 5. ผู้ใช้งานกดยืนยันการเปลี่ยนสถานะ 6. ระบบอัปเดตสถานะในฐานข้อมูล
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 5a. กรณีช่องจอดนั้นมีรถจอดอยู่จริง แต่ระบบขึ้นว่าว่าง 6a. ผู้ดูแลเลือกเปลี่ยนสถานะเป็น "ไม่ว่าง" 7a. ระบบบันทึกเวลาเริ่มจอด (Manual Check-in) เพื่อเริ่มคำนวณค่าบริการ พร้อมค่าปรับ 8b. การอัปเดตล้มเหลวเนื่องจากมี User กดจองช่องนั้นพอดี 9b. ระบบแจ้งเตือน "เนื่องจากช่องจอดถูกจองแล้ว ผู้ดูแลต้องแจ้งผู้ใช้งานให้ทราบก่อน!" 10b. ระบบแสดงหน้าต่างยืนยัน และขอให้ระบุเหตุผลในการสั่งการ 11b. ผู้ใช้งานกดยืนยันการเปลี่ยนสถานะ 12b. ระบบอัปเดตสถานะในฐานข้อมูล
Postcondition	สถานะช่องจอดถูกต้องตรงตามความเป็นจริงหน้างาน

3.2.2.12 มอบสิทธิ์ Visitor ให้ Guest

Use Case Name	มอบสิทธิ์ Visitor ให้ Guest (Grant Visitor Privileges)
Actor	Invite-Admin, SuperAdmin (ผู้ดูแลระบบขั้นสูง)
Goal	เพื่อลงทะเบียนและมอบสิทธิ์การเข้าจอตรถชั่วคราวให้กับบุคคลภายนอก (Guest) ที่มาติดต่องาน โดยเฉพาะ
Precondition	เจ้าหน้าที่ต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว และผู้มาติดต่อมีชื่อในระบบลานจอดรถ
Main success scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. เจ้าหน้าที่เลือกเมนู "จัดการผู้ใช้งาน" 2. เจ้าหน้าที่กรอกข้อมูลของ Guest (เช่น ชื่อ-นามสกุล, เบอร์โทรศัพท์, ทะเบียนรถ, และ วัตถุประสงค์การมาติดต่อ) 3. เจ้าหน้าที่ระบุระยะเวลาที่อนุญาตให้จอด เช่น 2 ชั่วโมง, หรือตลอดวัน 4. ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 5. เจ้าหน้าที่กดยืนยันการมอบสิทธิ์ 6. ระบบแสดงหน้าต่างยืนยันการทำรายการ 7. ระบบบันทึกข้อมูลทะเบียนรถเข้า Whitelist 8. ระบบแสดงผลการลงทะเบียนสำเร็จและแสดงรายละเอียดผู้ใช้งาน สถานะ, วันที่หมดอายุ, และ ประเภทบัญชี 9. ระบบบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลอัปเดตสถานะไปยังหน้า "ขออนุมัติสิทธิ์"
Extensions (a)	<ol style="list-style-type: none"> 4a. กรณีทะเบียนรถติด Blacklist 5a. ระบบแจ้งเตือน "ทะเบียนรถนี้อยู่ในบัญชีดำ ไม่อนุญาตให้เข้าพื้นที่" 6a. เจ้าหน้าที่แจ้งผู้มาติดต่อและปฏิเสธการมอบสิทธิ์ 6b. ระบบไม่สามารถอัปเดตสถานะ "อนุมัติสิทธิ์" 7b. ระบบแจ้งเตือนข้อผิดพลาด 8b. เจ้าหน้าที่แจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องและใช้ระบบ ส่วนลดค่าจอด เพื่อแก้ไขระบบที่ไม่สามารถทำงานได้
Postcondition	Guest ได้รับสิทธิ์ในการนำรถเข้าจอดตามระยะเวลาที่กำหนด และข้อมูลการเข้าออกถูกบันทึกไว้

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

หัวข้อต่าง ๆ ในแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะใส่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับโปรเจคของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา ตัวอย่างการใส่อ้างอิงที่มา -> [1] ถ้าต้องการใส่แหล่งอ้างอิงมากกว่า 1 ให้ทำดังนี้ -> [1, 2]

You can title this chapter as **Preliminary Results** ผลการดำเนินงานเบื้องต้น or **Work Progress** ความก้าวหน้าโครงงาน for the progress reports. Present implementation or experimental results here and discuss them. ใส่เฉพาะหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทำ

- 4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
- 4.2 ความพึงพอใจการใช้งาน
- 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

บทที่ 5 บทสรุป

หัวข้อต่าง ๆ ในแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะใส่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับโปรเจกต์ของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา
This chapter is optional for proposal and progress reports but is required for the final report.

5.1 สรุปผลโครงการ

สรุปว่าโครงการบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข

State your problems and how you fixed them.

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของโครงการ What could be done in the future to make your projects better.

หนังสืออ้างอิง

1. Hypersense, 2020, "Is the virtual celebrity industry still on the rise in 2020? ," Available at <https://arvrjourney.com/is-the-virtual-celebrity-industry-still-on-the-rise-in-2020-60cfd2b2c315>, [Online; accessed 26-August-2020].
2. Ingo Lütkebohle, 2008, "BWorld Robot Control Software ทดสอบ," Available at <http://aiweb.techfak.uni-bielefeld.de/content/bworld-robot-control-software-ทดสอบ/>, [Online; accessed 19-July-2008].
3. I. Norros, 1995, "On the use of Fractional Brownian Motion in the Theory of Connectionless Networks," **IEEE J. Select. Areas Commun.**, vol. 13, no. 6, pp. 953--962, Aug. 1995.
4. H.S. Kim and N.B. Shroff, 2001, "Loss Probability Calculations and Asymptotic Analysis for Finite Buffer Multiplexers," **IEEE/ACM Trans. Networking**, vol. 9, no. 6, pp. 755--768, Dec. 2001.
5. D.Y. Eun and N.B. Shroff, 2001, "A Measurement-Analytic Framework for QoS Estimation Based on the Dominant Time Scale," in **Proc. IEEE INFOCOM'01**, Anchorage, AK, Apr. 2001.

ภาคผนวก ก

ชื่อภาคผนวกที่ 1

ใส่หัวข้อตามความเหมาะสม

This is where you put hardware circuit diagrams, detailed experimental data in tables or source codes, etc..

รูปที่ ก.1 This is the figure x11 ทดสอบ จาก <https://www.google.com>

This appendix describes two static allocation methods for fGn (or fBm) traffic. Here, λ and C are respectively the traffic arrival rate and the service rate per dimensionless time step. Their unit are converted to a physical time unit by multiplying the step size Δ . For a fBm self-similar traffic source, Norros [3] provides its EB as

$$C = \lambda + (\kappa(H)\sqrt{-2\ln\epsilon})^{1/H} a^{1/(2H)} x^{-(1-H)/H} \lambda^{1/(2H)} \quad (ก.1)$$

where $\kappa(H) = H^H(1-H)^{(1-H)}$. Simplicity in the calculation is the attractive feature of (ก.1).

The MVA technique developed in [4] so far provides the most accurate estimation of the loss probability compared to previous bandwidth allocation techniques according to simulation results. Consider a discrete-time queueing system with constant service rate C and input process λ_n with $\mathbb{E}\{\lambda_n\} = \lambda$ and $\text{Var}\{\lambda_n\} = \sigma^2$. Define $X_n \equiv \sum_{k=1}^n \lambda_k - Cn$. The loss probability due to the MVA approach is given by

$$\varepsilon \approx \alpha e^{-m_x/2} \quad (ก.2)$$

where

$$m_x = \min_{n \geq 0} \frac{((C - \lambda)n + B)^2}{\text{Var}\{X_n\}} = \frac{((C - \lambda)n^* + B)^2}{\text{Var}\{X_{n^*}\}} \quad (ก.3)$$

and

$$\alpha = \frac{1}{\lambda\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(\frac{(C - \lambda)^2}{2\sigma^2}\right) \int_C^\infty (r - C) \exp\left(\frac{(r - \lambda)^2}{2\sigma^2}\right) dr \quad (ก.4)$$

For a given ε , we numerically solve for C that satisfies (ก.2). Any search algorithm can be used to do the task. Here, the bisection method is used.

Next, we show how $\text{Var}\{X_n\}$ can be determined. Let $C_\lambda(l)$ be the autocovariance function of λ_n . The MVA technique basically approximates the input process λ_n with a Gaussian process, which allows $\text{Var}\{X_n\}$ to be represented by the autocovariance function. In particular, the variance of X_n can be expressed in terms of $C_\lambda(l)$ as

$$\text{Var}\{X_n\} = nC_\lambda(0) + 2 \sum_{l=1}^{n-1} (n-l)C_\lambda(l) \quad (ก.5)$$

Therefore, $C_\lambda(l)$ must be known in the MVA technique, either by assuming specific traffic models or by off-line analysis in case of traces. In most practical situations, $C_\lambda(l)$ will not be known in advance, and an on-line measurement algorithm developed in [5] is required to jointly determine both n^* and m_x . For fGn traffic, $\text{Var}\{X_n\}$ is equal to $\sigma^2 n^{2H}$, where $\sigma^2 = \text{Var}\{\lambda_n\}$, and we can find the n^* that minimizes (ก.3) directly. Although λ can be easily measured, it is not the case for σ^2 and H . Consequently, the MVA technique suffers from the need of prior knowledge traffic parameters.

ภาคผนวก ข

ชื่อภาคผนวกที่ 2

ใส่หัวข้อตามความเหมาะสม

รูปที่ ข.1 This is the figure x11 ทดสอบ จาก <https://www.google.com>

Next, we show how $\text{Var}\{X_n\}$ can be determined. Let $C_\lambda(l)$ be the autocovariance function of λ_n . The MVA technique basically approximates the input process λ_n with a Gaussian process, which allows $\text{Var}\{X_n\}$ to be represented by the autocovariance function. In particular, the variance of X_n can be expressed in terms of $C_\lambda(l)$ as

$$\text{Var}\{X_n\} = nC_\lambda(0) + 2 \sum_{l=1}^{n-1} (n-l)C_\lambda(l) \quad (ข.1)$$

Add more topic as you need

Therefore, $C_\lambda(l)$ must be known in the MVA technique, either by assuming specific traffic models or by off-line analysis in case of traces. In most practical situations, $C_\lambda(l)$ will not be known in advance, and an on-line measurement algorithm developed in [5] is required to jointly determine both n^* and m_x . For fGn traffic, $\text{Var}\{X_n\}$ is equal to $\sigma^2 n^{2H}$, where $\sigma^2 = \text{Var}\{\lambda_n\}$, and we can find the n^* that minimizes (ข.3) directly. Although λ can be easily measured, it is not the case for σ^2 and H . Consequently, the MVA technique suffers from the need of prior knowledge traffic parameters.