

โครงการเลขที่ วศ.คพ. S054-1/2568

เรื่อง

การใช้สมการสมดุลของแนชกับความมั่นคงความปลอดภัยทางไซเบอร์ในกลศาสตร์ควอนตัม

โดย

นางสาวกมลลัส รัตนภาค รหัส 650610743

นางสาวแก้วตา ลุงโต๊ะ รหัส 650610750

นายธีระพันธุ์ พันธุ์วรรณะสิน รหัส 650610773

โครงการนี้

เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2568

**PROJECT No. CPE S054-1/2568**

**Achieving a Nash-equilibrium in cyberseecurity quantum mechanically**

**Kanonlas Rattanapak      650610743**

**Kaewtar Lungta      650610750**

**Theeraphan Phanwattanasin      650610773**

**A Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for the Degree of Bachelor of Engineering  
Department of Computer Engineering  
Faculty of Engineering  
Chiang Mai University  
2025**

หัวข้อโครงการ : การใช้สมการสมดุลของแนชกับความมั่นคงความปลอดภัยทางไซเบอร์ในกลศาสตร์ควอนตัม  
: Achieving a Nash-equilibrium in cybersecurity quantum mechanically  
โดย : นางสาวกมลลัส รัตนภาค รหัส 650610743  
นางสาวแก้วตา ลุงต๊ะ รหัส 650610750  
นายธีระพันธุ์ พันธุ์วรรณะสิน รหัส 650610773  
ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สรรพวรรณ ก้นตะบุตร  
ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา : 2568

---

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
(รศ.ดร. สันติ พิทักษ์กัญญกุล)

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ  
(รศ.ดร. สรรพวรรณ ก้นตะบุตร)

..... กรรมการ  
(ผศ.ดร. นวदनย์ คุณเลิศกิจ)

..... กรรมการ  
(รศ.ดร. สันติ พิทักษ์กัญญกุล)

..... กรรมการ  
(ผศ.ดร. วรานนท์ อนุกุล)

หัวข้อโครงการ : การใช้สมการสมดุลของแนชกับความมั่นคงความปลอดภัยทางไซเบอร์ในกลศาสตร์ควอนตัม  
: Achieving a Nash-equilibrium in cybersecurity quantum mechanically  
โดย : นางสาวกมลลัส รัตนภาค รหัส 650610743  
นางสาวแก้วตา ลุงต๊ะ รหัส 650610750  
นายธีระพันธุ์ พันธุ์วรรณะสิน รหัส 650610773  
ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สรรพวรรณ ก้นตะบุตร  
ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา : 2568

---

### บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมและการคำนวณเชิงควอนตัม โดยนำไปแก้ไขปัญหาด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ ซึ่งมองจากสองมุมมองหลัก อันได้แก่ ฝ่ายป้องกันและฝ่ายโจมตี ภายใต้บริบทของทฤษฎีเกม โดยสมมติให้ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายประกอบไปด้วย ผู้ป้องกัน และ ผู้โจมตี

โครงการนี้ได้พัฒนารูปแบบของระบบความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แบบหลายชั้น ผ่านรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ (tree) จากทฤษฎีกราฟ ซึ่งโหนดแต่ละจุดจะแทนรางวัลหรือข้อมูลที่ผู้โจมตีจะได้รับหลังจากเลือกโหนดนั้น และผู้ป้องกันต้องปกป้องแต่ละโหนดโดยการลดจำนวนรางวัลที่ผู้โจมตีจะได้รับ และเส้นเชื่อม (edge) จะแทนต้นทุนที่ใช้ในการโจมตีเพื่อเข้าถึงรางวัลนั้น ๆ หลังจากนั้นจะทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ บนแบบจำลองดังกล่าว พร้อมทั้งประยุกต์ใช้แนวคิด ดุลยภาพแนช (Nash Equilibrium) และประมวลผลของผลลัพธ์ด้วยกระบวนการ ควอนตัมแอนนีลลิง (Quantum Annealing) เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาในแบบจำลอง

Project Title : Achieving a Nash-equilibrium in cyberseecurity quantum mechanically  
Name : Kanonlas Rattanapak 650610743  
Kaewtar Lungta 650610750  
Theeraphan Phanwattanasin 650610773  
Department : Computer Engineering  
Project Advisor : Assoc. Prof. Sanpawat Kantabutra, Ph.D.  
Degree : Bachelor of Engineering  
Program : Computer Engineering  
Academic Year : 2025

---

## ABSTRACT

This project is conducted to present the application of game theory and quantum computation to address cybersecurity issues from two main perspectives: the defender and the attacker, within the framework of game theory. The model assumes two players, namely the defender and the attacker.

The project develops a multi-layered cybersecurity system represented through a tree structure based on graph theory. Each node represents a reward or information that the attacker may obtain upon selecting that node, while the defender's role is to protect each node by reducing the rewards accessible to the attacker. The edges represent the costs incurred by the attacker to reach the corresponding rewards. Subsequently, the project investigates and analyzes problems within this model, applying the concept of Nash Equilibrium and leveraging Quantum Annealing to process the results. This approach aims to determine the optimal solution for the modeled problem.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และการสนับสนุนจากหลายฝ่ายทั้งคณาจารย์ และเพื่อนร่วมงาน ผู้จัดทำขอ กราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ความรู้ และแนวทางในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้จัดทำสามารถพัฒนาโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้และทักษะที่จำเป็นในการจัดทำโครงการ รวมทั้งเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่ให้ข้อเสนอแนะและกำลังใจตลอดระยะเวลาการทำงานและสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำโครงการครั้งนี้ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม

นางสาวกมลลัส รัตนภาค

นางสาวแก้วตา ลุงตะ

นายธีระพันธุ์ พันธุ์วรรณะสิน

25 พฤษภาคม 2563

## สารบัญ

บทคัดย่อ . . . . .	ข
Abstract . . . . .	ค
กิตติกรรมประกาศ . . . . .	ง
สารบัญ . . . . .	จ
สารบัญรูป . . . . .	ช
สารบัญตาราง . . . . .	ซ
<b>1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาของโครงการ . . . . .	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ . . . . .	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ . . . . .	1
1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์ . . . . .	1
1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์ . . . . .	1
1.3.3 ขอบเขตด้านทฤษฎีและการจำลอง . . . . .	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ . . . . .	2
1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้ . . . . .	2
1.5.1 เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์ . . . . .	2
1.5.2 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ . . . . .	2
1.6 แผนการดำเนินงาน . . . . .	2
1.7 บทบาทและความรับผิดชอบ . . . . .	3
1.8 ผลกระทบด้านสังคม สุขภาพ ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรม . . . . .	3
<b>2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>4</b>
2.1 The first section . . . . .	4
2.2 Second section . . . . .	4
2.2.1 Subsection heading goes here . . . . .	4
2.3 Third section . . . . .	4
2.4 About using figures in your report . . . . .	4
2.5 Overfull hbox . . . . .	7
2.6 ความรู้ตามหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ . . . . .	7
2.7 ความรู้นอกหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ . . . . .	7
<b>3 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน</b>	<b>8</b>
3.1 Alice in Wonderland . . . . .	8
3.1.1 The Black Kitten . . . . .	8
3.1.2 The Reproach . . . . .	8
<b>4 การทดลองและผลลัพธ์</b>	<b>10</b>
<b>5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>	<b>11</b>
5.1 สรุปผล . . . . .	11
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข . . . . .	11
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ . . . . .	11
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>12</b>

ก The first appendix	13
ก.1 Appendix section . . . . .	13
ข คู่มือการใช้งานระบบ	14
ประวัติผู้เขียน	15



## ສາລະພັນຮູບ

2.1	Sample figure . . . . .	5
3.1	Poem . . . . .	8

## สารบัญตาราง

2.1 Sample landscape table . . . . .	6
--------------------------------------	---

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาของโครงการ

ระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ใช้งานโดยทั่วไปก็มีบทบาทสำคัญต่อทุกภาคส่วนของสังคม แต่ในขณะเดียวกัน ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) ก็กลายเป็นความท้าทายประการหนึ่งซึ่งมีความซับซ้อนและยากต่อการจัดการ อันเนื่องจากผู้โจมตีมักจะพัฒนากลยุทธ์ใหม่ ๆ อยู่อย่างเสมอ เพื่อนำมาแทรกแซงระบบซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ตามกาลเวลา ทำให้ในขณะเดียวกันนั่นเอง ผู้ป้องกันก็จำเป็นต้องหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการรับมือ

โครงการวิจัยนี้จึงนำเสนอการใช้ **ทฤษฎีเกม (Game Theory)** มาเป็นกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยมองว่าการโจมตีและการป้องกันเป็นเกมที่มีผู้เล่นสองฝ่าย ได้แก่ **ผู้โจมตี (Attacker)** และ **ผู้ป้องกัน (Defender)**

นอกจากนี้ โครงการยังมีการประยุกต์ใช้ **การคำนวณเชิงควอนตัม (Quantum Computing)** โดยเฉพาะการแก้ปัญหาแบบ **ควอนตัมแอนนีลลิ่ง (Quantum Annealing)** เพื่อนำมาหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งวิธีการนี้จะสามารถช่วยลดเวลาในการคำนวณและช่วยหาผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ กว่าวิธีการคำนวณแบบดั้งเดิม

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสร้างความเข้าใจในการประยุกต์การใช้ทฤษฎีเกมกับปัญหาด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ ผ่านการออกแบบให้อยู่ในรูปสมการเชิงควอนตัม
2. เพื่อออกแบบแบบจำลองระบบความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แบบหลายชั้น โดยใช้โครงสร้างต้นไม้ (Tree) จากทฤษฎีกราฟ
3. เพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดดุลยภาพแนช (Nash Equilibrium) ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของเกมระหว่างผู้โจมตีและผู้ป้องกันผ่านมูลค่าของผลลัพธ์ที่แต่ละฝ่ายได้รับ
4. เพื่อประยุกต์ใช้การคำนวณเชิงควอนตัมแบบ ควอนตัมแอนนีลลิ่ง (Quantum Annealing) ในการแก้ปัญหามแบบจำลองโครงสร้างต้นไม้ที่สร้างขึ้น

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

#### 1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

ใช้เพียงคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊กทั่วไปที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ โดยไม่ลงลึกถึงการพัฒนาหรือใช้งานฮาร์ดแวร์ควอนตัมโดยตรงอย่างควอนตัมโพรเซสเซอร์ (Quantum Processor)

#### 1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

เนื่องจากประเทศไทย ไม่มีเครื่องควอนตัมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการประมวลผลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แบบคลาสสิกแพลตฟอร์ม Quantum Simulation ที่มีให้

บริการออนไลน์ เช่น D-Wave Leap และใช้ไลบรารีโอเพนซอร์สที่เกี่ยวข้อง เช่น Dimod สำหรับการคำนวณเชิงควอนตัม โดยภาษาโปรแกรมที่ใช้เป็นหลักคือ Python สำหรับการทดลองนี้

### 1.3.3 ขอบเขตด้านทฤษฎีและการจำลอง

มุ่งเน้นการสร้างแบบจำลองระบบความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์เชิงลำดับชั้นด้วยโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure) โดยโหนด (Node) แทนทรัพยากรหรือรางวัลของระบบ ที่ฝ่ายโจมตีต้องการ โดยอาจจะเป็นข้อมูลหรือทรัพยากรที่สำคัญในบริบทของไซเบอร์ และเส้นเชื่อม (Edge) แทนต้นทุนของการโจมตีเพื่อเข้าถึงรางวัลนั้น ๆ ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ปัญหาผ่านแนวคิด ดุลยภาพแนช (Nash Equilibrium) และ ควอนตัมแอนนีลลิง (Quantum Annealing) โดยจะเน้นไปในบริบทของ ระบบความปลอดภัยเครือข่าย (Network Security) และระบบที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ กับความปลอดภัยไซเบอร์

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ความรู้และความเข้าใจในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมกับปัญหาด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์
2. เข้าใจหลักการและศักยภาพของการคำนวณเชิงควอนตัม โดยเฉพาะการแก้ปัญหาเพื่อหากระบวนการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization)
3. สามารถนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเชิงลึกด้านการป้องกันและการโจมตีภายในระบบความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์
4. เป็นพื้นฐานให้กับงานวิจัยในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับการผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีเกมและการคำนวณเชิงควอนตัม

## 1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้

### 1.5.1 เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์

คอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊กส่วนตัวที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

### 1.5.2 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์

1. Web Browser สำหรับเข้าใช้งาน Quantum Platform เช่น D-Wave
2. ไลบรารี Python สำหรับ Quantum Simulation เช่น dimod

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ม.ย. 2568	ก.ค. 2568	ส.ค. 2568	ก.ย. 2568	ต.ค. 2568	พ.ย. 2568	ธ.ค. 2568	ม.ค. 2569	ก.พ. 2569	มี.ค. 2569
รวบรวมสมาชิกและกำหนดหัวเรื่องโครงการ										

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มี.ย. 2568	ก.ค. 2568	ส.ค. 2568	ก.ย. 2568	ต.ค. 2568	พ.ย. 2568	ธ.ค. 2568	ม.ค. 2569	ก.พ. 2569	มี.ค. 2569
ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
พัฒนา แบบ จำลอง ขั้นตอน ของอัล กอ ริ ทึม โดยใช้ ปัญหาของทฤษฎีเกมขั้นพื้นฐาน										
รวบรวม ข้อมูล และ ออกแบบ แบบ จำลอง ในบริบท ปัญหาของไซเบอร์										
นำอัลกอริทึมไปรันบนแพลตฟอร์มจำลองเพื่อทดสอบหาค่าผลลัพธ์										
บันทึกผล วิเคราะห์ผลดีผลเสีย และสรุปผล										
จัดทำรายงาน โปสเตอร์ และสื่อนำเสนอ										

## 1.7 บทบาทและความรับผิดชอบ

เนื่องจากหัวข้อโครงการต้องอาศัยศาสตร์แขนงของความรู้ที่หลากหลาย ทั้งในด้านของ ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์, ทฤษฎีเกม และการคำนวณเชิงคอนตัม ทำให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนต่างก็มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน โดยจะเน้นการทำงานร่วมกันในแต่ละขั้นตอนของโครงการพร้อม ๆ กัน ช่วยเหลือกันแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้า ออกแบบ และตรวจสอบผลลัพธ์ เพื่อให้โครงการดำเนินไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหลัก ๆ ได้ดังนี้

1. นางสาวกมลลัส รัตนภาค รับผิดชอบหน้าที่หลักในการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสรุปองค์ความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ ทั้งทฤษฎีเกม สมการเชิงคอนตัม รวมไปถึง ออกแบบโครงสร้างแผนภาพต้นไม้ทั้งหมดก่อนนำไปแปลงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์
2. นายธีระพันธุ์ พันธุ์วรรณสิน ทำหน้าที่ในการแปลงปัญหาในทฤษฎีเกม ทั้งในแบบจำลองตั้งต้นกับปัญหาทางไซเบอร์ซึ่งเป็นแผนภาพต้นไม้ให้ออกมาอยู่ในรูปแบบของสมการคณิตศาสตร์ที่มีตัวแปรและอัลกอริทึมเพื่อที่จะสามารถแปลงเป็นโค้ด Python ได้
3. นางสาวแก้วตา ลุงตะ รับผิดชอบหน้าที่หลักในการเขียนโค้ด Python ของอัลกอริทึม โดยอาศัยจากสมการคณิตศาสตร์ที่ได้แปลงจากแผนภาพต้นไม้มาแล้ว นำไปเขียนรูปแบบใหม่ในรูปของโค้ด Python โดยอาศัยไลบรารี dimod เพื่อวัดดูประสิทธิภาพและคำตอบของอัลกอริทึมในตอนสุดท้าย

## 1.8 ผลกระทบด้านสังคม สุขภาพ ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรม

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมเข้ากับความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ เป็นการส่งเสริมการพัฒนาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ที่สามารถต่อยอดไปสู่การป้องกันการโจมตีทางไซเบอร์ในอนาคต ซึ่งนำมาสนับสนุนการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะถูกโจมตีเพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยของระบบเครือข่าย และอีกทั้งยังช่วยให้หน่วยงานหรือองค์กรที่เป็นเจ้าของระบบความปลอดภัยสามารถนำแนวคิดนี้ไปปรับใช้เพื่อป้องกันความเสียหายจากการโจมตี ผ่านการออกแบบเชิงนโยบายและกฎหมายให้รัดกุมมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำโครงงาน เริ่มต้นด้วยการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หรือ งานวิจัย/โครงงาน ที่เคยมีผู้นำเสนอไว้แล้ว ซึ่งเนื้อหาในบทนี้ก็จะเกี่ยวกับการอธิบายถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาในบทถัดๆ ไปได้ง่ายขึ้น

#### 2.1 The first section

The text for Section 1 goes here.

#### 2.2 Second section

Section 2 text.

##### 2.2.1 Subsection heading goes here

Subsection 1 text

##### Subsubsection 1 heading goes here

Subsubsection 1 text

##### Subsubsection 2 heading goes here

Subsubsection 2 text

#### 2.3 Third section

Section 3 text. The dielectric constant at the air-metal interface determines the resonance shift as absorption or capture occurs is shown in Equation (2.1):

$$k_1 = \frac{\omega}{c(1/\epsilon_m + 1/\epsilon_i)^{1/2}} = k_2 = \frac{\omega \sin(\theta) \epsilon_{air}^{1/2}}{c} \quad (2.1)$$

where  $\omega$  is the frequency of the plasmon,  $c$  is the speed of light,  $\epsilon_m$  is the dielectric constant of the metal,  $\epsilon_i$  is the dielectric constant of neighboring insulator, and  $\epsilon_{air}$  is the dielectric constant of air.

#### 2.4 About using figures in your report

Using `\label` and `\ref` commands allows us to refer to figures easily. If we can refer to Figures 3.1 and 2.1 by name in the L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X source code, then we will not need to update the code that refers to it even if the placement or ordering of the figures changes.

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

รูปที่ 2.1: This figure is a sample containing lorem ipsum, showing you how you can include figures and glossary in your report. You can specify a shorter caption that will appear in the List of Figures.

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud*

ตารางที่ 2.1: Sample landscape table

Year	A	B
1989	12	23
1990	4	9
1991	3	6



*exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

## 2.5 Overfull hbox

When the `semifinal` option is passed to the `cpecmu` document class, any line that is longer than the line width, i.e., an overfull hbox, will be highlighted with a black solid rule:

juxtaposition■

## 2.6 ความรู้ตามหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ

อธิบายถึงความรู้ และแนวทางการนำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนตามหลักสูตร ซึ่งถูกนำมาใช้ในโครงการ

## 2.7 ความรู้นอกหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ

อธิบายถึงความรู้ต่างๆ ที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และแนวทางการนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในโครงการ

## บทที่ 3

### โครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการ และการออกแบบระบบ

#### 3.1 Alice in Wonderland

##### 3.1.1 The Black Kitten

One thing was certain, that the WHITE kitten had had nothing to do with it:—it was the black kitten’s fault entirely [?]. For the white kitten had been having its face washed by the old cat for the last quarter of an hour (and bearing it pretty well, considering); so you see that it COULDN’T have had any hand in the mischief.

The way Dinah washed her children’s faces was this: first she held the poor thing down by its ear with one paw, and then with the other paw she rubbed its face all over, the wrong way, beginning at the nose: and just now, as I said, she was hard at work on the white kitten, which was lying quite still and trying to purr—no doubt feeling that it was all meant for its good.

But the black kitten had been finished with earlier in the afternoon, and so, while Alice was sitting curled up in a corner of the great arm-chair, half talking to herself and half asleep, the kitten had been having a grand game of romps with the ball of worsted Alice had been trying to wind up, and had been rolling it up and down till it had all come undone again; and there it was, spread over the hearth-rug, all knots and tangles, with the kitten running after its own tail in the middle.

##### 3.1.2 The Reproach

‘Oh, you wicked little thing!’ cried Alice, catching up the kitten, and giving it a little kiss to make it understand that it was in disgrace. ‘Really, Dinah ought to have taught you better manners! You OUGHT, Dinah, you know you ought!’ she added, looking reproachfully at



รูปที่ 3.1: The Walrus and the Carpenter

the old cat, and speaking in as cross a voice as she could manage—and then she scrambled back into the arm-chair, taking the kitten and the worsted with her, and began winding up the ball again. But she didn't get on very fast, as she was talking all the time, sometimes to the kitten, and sometimes to herself. Kitty sat very demurely on her knee, pretending to watch the progress of the winding, and now and then putting out one paw and gently touching the ball, as if it would be glad to help, if it might.

'Do you know what to-morrow is, Kitty?' Alice began. 'You'd have guessed if you'd been up in the window with me—only Dinah was making you tidy, so you couldn't. I was watching the boys getting in stick for the bonfire—and it wants plenty of sticks, Kitty! Only it got so cold, and it snowed so, they had to leave off. Never mind, Kitty, we'll go and see the bonfire to-morrow.' Here Alice wound two or three turns of the worsted round the kitten's neck, just to see how it would look: this led to a scramble, in which the ball rolled down upon the floor, and yards and yards of it got unwound again.

'Do you know, I was so angry, Kitty,' Alice went on as soon as they were comfortably settled again, 'when I saw all the mischief you had been doing, I was very nearly opening the window, and putting you out into the snow! And you'd have deserved it, you little mischievous darling! What have you got to say for yourself? Now don't interrupt me!' she went on, holding up one finger. 'I'm going to tell you all your faults. Number one: you squeaked twice while Dinah was washing your face this morning. Now you can't deny it, Kitty: I heard you! What that you say?' (pretending that the kitten was speaking.) 'Her paw went into your eye? Well, that's YOUR fault, for keeping your eyes open—if you'd shut them tight up, it wouldn't have happened. Now don't make any more excuses, but listen! Number two: you pulled Snowdrop away by the tail just as I had put down the saucer of milk before her! What, you were thirsty, were you?

## บทที่ 4

### การทดลองและผลลัพธ์

ในบทนี้จะทดสอบเกี่ยวกับการทำงานในฟังก์ชันหลักๆ

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

นศ. ควรสรุปถึงข้อจำกัดของระบบในด้านต่างๆ ที่ระบบมีในเนื้อหาส่วนนี้ด้วย

#### 5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

ในการทำโครงงานนี้ พบว่าเกิดปัญหาหลักๆ ดังนี้

#### 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ

ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป มีดังนี้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

## The first appendix

Text for the first appendix goes here.

### ก.1 Appendix section

Text for a section in the first appendix goes here.

test ทดสอบฟอนต์ serif ภาษาไทย

test ทดสอบฟอนต์ sans serif ภาษาไทย

test ทดสอบฟอนต์ teletype ภาษาไทย

test ทดสอบฟอนต์ teletype ภาษาไทย

ตัวหนา serif ภาษาไทย **sans serif ภาษาไทย teletype ภาษาไทย**

ตัวเอียง *serif ภาษาไทย sans serif ภาษาไทย teletype ภาษาไทย*

ตัวหนาเอียง ***serif ภาษาไทย sans serif ภาษาไทย teletype ภาษาไทย***

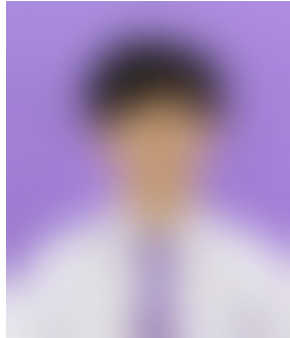
[https://www.example.com/test\\_ทดสอบ\\_url](https://www.example.com/test_ทดสอบ_url)

ภาคผนวก ข  
คู่มือการใช้งานระบบ

Manual goes here.



ประวัติผู้เขียน



Your biosketch goes here. Make sure it sits inside the biosketch environment.