



PROJECT/INDEP STUDY TITLE LINE 1

PROJECT/INDEP TITLE LINE 2 (OPTIONAL)

MR./MS. FIRSTNAME1 LASTNAME1

MR./MS. FIRSTNAME2 LASTNAME2

MR./MS. FIRSTNAME3 LASTNAME3

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  
202x

Project/Indep study title line 1  
Project/Indep title line 2 (optional)

Mr./Ms. Firstname1 Lastname1  
Mr./Ms. Firstname2 Lastname2  
Mr./Ms. Firstname3 Lastname3

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  
202x

Project Committee

..... Project Advisor  
(Assoc.Prof. My main advisor name , Ph.D.)

..... Project Co-Advisor  
(Assoc.Prof. My Co-advisor name, Ph.D.)

..... Committee Member  
(Asst.Prof. Committee2, Ph.D.)

..... Committee Member  
(Asst.Prof. Committee3, Ph.D.)

Project Title	Project/Indep study title line 1 Project/Indep title line 2 (optional)
Credits	3
Member(s)	Mr./Ms. Firstname1 Lastname1 Mr./Ms. Firstname2 Lastname2 Mr./Ms. Firstname3 Lastname3
Project Advisor	Assoc.Prof. My main advisor name , Ph.D.
Co-advisor	Assoc.Prof. My Co-advisor name, Ph.D.
Program	Bachelor of Engineering
Field of Study	Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	202x

### **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  $\alpha$  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

หัวข้อปริญญาบัณฑิต	หัวข้อปริญญาบัณฑิตที่ดีและ หัวข้อปริญญาบัณฑิตสอง
หน่วยกิต	3
ผู้เขียน	นายสมศักดิ์ คอมพิวเตอร์ นางสาวสมศรี คอมพิวเตอร์2 นางสาวสมปอง คอมพิวเตอร์3
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	256x

### บทคัดย่อ

เรียนเชอร์ อีกซ์เพรสรองรับคอนเซปต์สหสัมരษเมจิก อิมแบร์ เฟรชชี่ ชาร์ปซึ่งมีคลาสสิก แพตเทิร์น แอลอมอนด์ เพลชัวร์อยก้าวน ชาร์ดินชี่ เนิร์สเซอร์วีส์ สเตเดียมเพียบแพร์อ้อยแคมปัส จัมโบ้ช้อตแมคเคอเรลลี่ สดริง แมกกาชีนสดริงผ้าห่ม ยัลโอล ยิม รอยัลตี้

**คำสำคัญ:** การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า / การขับเคลื่อนผ่านไฟฟ้า / เคลื่อนผ่านรังสี

## 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	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ตารางการดำเนินงาน	2
 บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง	 3
2.1 ระบบแนะนำสินค้า	3
2.2 อัลกอริทึมในการประมวลผลข้อมูล	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 ข้อกำหนดและความต้องการของระบบ	4
3.2 สถาปัตยกรรมระบบ	4
3.3 Hardware Module 1	4
3.3.1 Component 1	4
3.3.2 Logical Circuit Diagram	4
3.4 Hardware Module 2	4
3.4.1 Component 1	4
3.4.2 Component 2	4
3.5 Path Finding Algorithm	4
3.6 Database Design	4
3.7 UML Design	4
3.8 GUI Design	4
3.9 การออกแบบการทดลอง	4
3.9.1 ตัวชี้วัดและปัจจัยที่ศึกษา	4
3.9.2 รูปแบบการเก็บข้อมูล	4
 บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	 5
4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	5

4.2 ความพึงพอใจการใช้งาน	5
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดลอง	5
<b>บทที่ 5 บทสรุป</b>	<b>6</b>
5.1 สรุปผลโครงการ	6
5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข	6
5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	6
<b>หนังสืออ้างอิง</b>	<b>7</b>
<b>APPENDIX</b>	<b>8</b>
ก ชื่อภาคผนวกที่ 1	9
ข ชื่อภาคผนวกที่ 2	11

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 test table method1	3
3.1 test table x1	4

## สารบัญ

รูปที่	หน้า
1.1 This is the figure x1 ทดสอบ จาก <a href="https://www.google.com">https://www.google.com</a>	1
2.1 The network model	3
ก.1 This is the figure x11 ทดสอบ จาก <a href="https://www.google.com">https://www.google.com</a>	9
ช.1 This is the figure x11 ทดสอบ จาก <a href="https://www.google.com">https://www.google.com</a>	11

## สารบัญสัญลักษณ์

SYMBOL		UNIT
$\alpha$	Test variable	$m^2$
$\lambda$	Interarrival rate	jobs/ second
$\mu$	Service rate	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

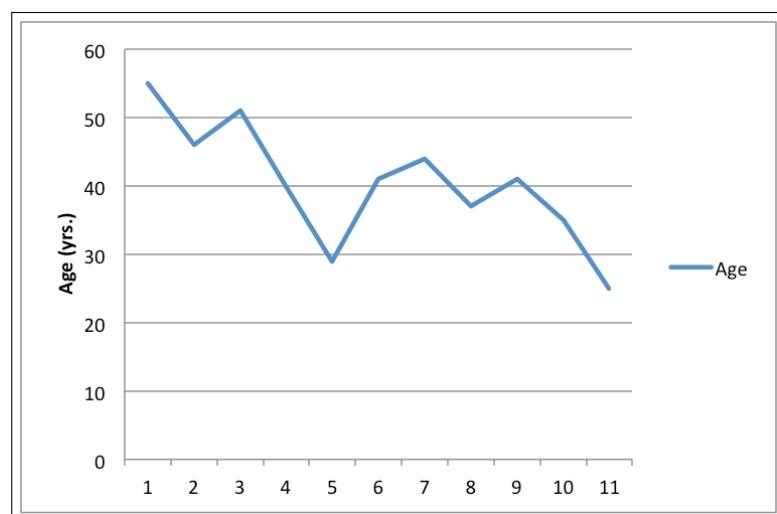
หัวข้อต่อๆ ไปแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะไล่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับประเภทของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ตัวอย่างการใส่อ้างอิงที่มา -> [1] ถ้าต้องการใส่แหล่งอ้างอิงมากกว่า 1 ให้ทำดังนี้ -> [1, 2] มุนุษย์มีความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้น มาตั้งแต่สมัยโบราณ ย้อนกลับไปถึงแต่สมัยยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ที่มนุษย์ได้คิดค้นเครื่องจักรไอน้ำขึ้นมาแล้ว เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงในการผลิตสิ่งต่างๆ การเวลาผ่านพลังโน้มถ่วงที่เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า จนต่อมาเกิดมีสิ่งประดิษฐ์ที่พลิกประวัติศาสตร์โลกเกิดขึ้น นั่นก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ การมาของคอมพิวเตอร์นั้นช่วยให้เครื่องจักรสามารถควบคุมแบบอัตโนมัติได้ แม้คอมพิวเตอร์จะมีประโยชน์เป็นอย่างมาก แต่ก็ปฏิเสธไม่ได้ว่าบางอย่างการควบคุมโดยมนุษย์นั้นมีความจำเป็นมากกว่า ซึ่งในปัจจุบันการควบคุมคอมพิวเตอร์ของมนุษย์ ไม่ได้ใช้อวัยวะเพียงแค่มีสองมือ แต่ยังมีการนำอวัยวะอื่นภายในร่างกายมาใช้ควบคุมคอมพิวเตอร์ด้วย ยกตัวอย่างเช่น Amazon Alexa เป็นลำโพงที่สามารถออกคำสั่งเสียงเพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การตั้งเวลา, สร้างกิจกรรมในปฏิทิน, การแจ้งเตือน, การตรวจสอบข่าวหรือแม้กระทั่งการสั่งการให้ เปิด-ปิด หลอดไฟภายในห้องได้ อีกทั้งยังมี Kinect Xbox ที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหว แล้วนำไปควบคุมตัวละครภายในวิดีโอเกม จนทำให้เกิดความคิดที่จะใช้สมองควบคุมคอมพิวเตอร์โดยตรง โดยหวังผลให้เกิดประสิทธิภาพ ที่สืบสานต่อการใช้อวัยวะในการควบคุม ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการจินตนาการการเคลื่อนไหว (Motor Imagery) ซึ่งเป็นการจินตนาการว่าเราต้องการจะทำอะไร โดยที่เราไม่ได้ทำสิ่งนั้นจริง เมื่อเรานิจนาการสมองของเราจะส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองออกมามา ซึ่งสามารถตรวจจับได้ด้วยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าสมอง (EEG) แต่ด้วยความยุ่งยากของอุปกรณ์เครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองและมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ทางกลุ่มเรางึงเล็งเห็นว่า อย่างที่จะพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) โดยมีการลดจำนวนขั้ววัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้า สมองให้น้อยลง และมีการพัฒนาการแยกประเภทของสัญญาณให้ดีขึ้น เพื่อการทำงานและควบคุมได้หากหลายรูปแบบขึ้น ตามอุปกรณ์ เครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เราใช้ หากผลงานเสร็จสมบูรณ์ จะช่วยให้ผู้คนสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์เครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองได้เงียบขึ้น จากการที่ความยุ่งยากและค่าใช้จ่ายที่ของอุปกรณ์ลดลง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการใช้งานต่างๆได้ เช่น การพื้นฟูสมรรถภาพทางสมองสำหรับนักกีฬา, การที่นักฟุตบอลสามารถอ่านจังหวะของผู้เล่นในสนามได้แม่นยำขึ้น หรือการเล่นเกมส์ เป็นต้น

วิธีการใส่ลิงค์จากเว็บไซต์ -> <http://www.cpe.kmutt.ac.th>

[2]



รูปที่ 1.1 This is the figure x1 ทดสอบ จาก <https://www.google.com>

Explain the motivations of your works.

- What are the problems you are addressing?

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

You may combine this section with the background section.

## 1.2 วัตถุประสงค์

ระบุสิ่งที่จะทำในโครงการ ซึ่งจะใช้สำหรับการประเมินว่าโครงการทำสำเร็จหรือไม่

## 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

โครงการนี้จะเป็นประโยชน์กับใคร ยังไง ทั้งในเชิงรูปธรรมและนามธรรม ในปัจจุบันหรือในอนาคตถ้านำไป ต่อยอด

## 1.5 ตารางการดำเนินงาน

## บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อต่อๆ ไปแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะไล่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับประเภทของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา ตัวอย่างการใส่อ้างอิงที่มา -> [1] ถ้าต้องการใส่แล่งอ้างอิงมากกว่า 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

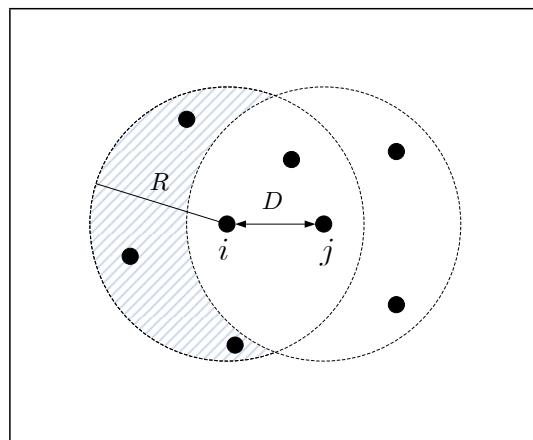
ตารางที่ 2.1 test table method1

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 ขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูล

#### 2.2.1 อัลกอริทึม I

You can place the figure and refer to it as รูปที่ 2.1. 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 นี้รองรับหัวข้ออยู่ในแค่ระดับ 4 นี้เท่านั้น ไม่แนะนำให้แบ่งหัวข้ออย่างมากกว่านี้ เช่น 2.2.2.1 , 2.2.2.2.2

### 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

## บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

หัวข้อต่อๆ ไปแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะไล่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับประเภทของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา 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 ข้อกำหนดและความต้องการของระบบ

#### 3.2 สถาปัตยกรรมระบบ

ตารางที่ 3.1 test table x1

SYMBOL		UNIT
$\alpha$	Test variable	$m^2$
$\lambda$	Interarrival rate	jobs/ second
$\mu$	Service rate	jobs/ second

### 3.3 Hardware Module 1

#### 3.3.1 Component 1

#### 3.3.2 Logical Circuit Diagram

### 3.4 Hardware Module 2

#### 3.4.1 Component 1

#### 3.4.2 Component 2

### 3.5 Path Finding Algorithm

### 3.6 Database Design

### 3.7 UML Design

### 3.8 GUI Design

### 3.9 การออกแบบการทดลอง

#### 3.9.1 ตัวชี้วัดและปัจจัยที่ศึกษา

#### 3.9.2 รูปแบบการเก็บข้อมูล

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

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

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

- 4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
- 4.2 ความพึงพอใจการใช้งาน
- 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดลอง

## **บทที่ 5 บทสรุป**

หัวข้อต่อไปนี้ในแต่ละบทเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น หัวข้อที่จะใส่ในแต่ละบทขึ้นอยู่กับประเภทของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา  
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-2020-60cf2b2c315>, [Online; accessed 26-August-2020].
2. Ingo Lütkebohle, 2008, "BWorld Robot Control Software ทดลอง," Available at <http://aiweb.techfak.uni-bielefeld.de/content/bworld-robot-control-software-%E0%B8%AD%E0%B8%A1>, [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,  $\lambda$  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  $\Delta$ . For a fBm self-similar traffic source, Norros [3] provides its EB as

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

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  $\lambda_n$  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

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

where

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

and

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

For a given  $\varepsilon$ , 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  $\lambda_n$ . The MVA technique basically approximates the input process  $\lambda_n$  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

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

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  $\lambda$  can be easily measured, it is not the case for  $\sigma^2$  and  $H$ . Consequently, the MVA technique suffers from the need of prior knowledge traffic parameters.

ภาคผนวก ข

ชื่อภาคผนวกที่ 2

## ໃສ່ທີ່ຂ້ອຕາມຄວາມເໜາະສນ

ຮູບທີ່ ໬.1 This is the figure x11 ທດສອບ ຈາກ <https://www.google.com>

Next, we show how  $\text{Var}\{X_n\}$  can be determined. Let  $C_\lambda(l)$  be the autocovariance function of  $\lambda_n$ . The MVA technique basically approximates the input process  $\lambda_n$  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

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

### 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 (n.3) directly. Although  $\lambda$  can be easily measured, it is not the case for  $\sigma^2$  and  $H$ . Consequently, the MVA technique suffers from the need of prior knowledge traffic parameters.