



PROJECT/INDEP STUDY TITLE LINE 1  
PROJECT/INDEP TITLE LINE 2 (OPTIONAL)

SUPAKORN MAHAWONGMEKHIN  
RUNN SIRIPHUWANICH  
NUTTAKIT PLIANKHUNTHUD

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  
2023

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

Supakorn Mahawongmekhin  
Runn Siriphuwanich  
Nuttakit Plankhunthud

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  
2023

Project Committee

..... (Assoc.Prof. My main advisor name , Ph.D.)	Project Advisor
..... (Assoc.Prof. My Co-advisor name, Ph.D.)	Project Co-Advisor
..... (Asst.Prof. Committee2, Ph.D.)	Committee Member
..... (Asst.Prof. Committee3, Ph.D.)	Committee Member

Project Title	Project/Indep study title line 1 Project/Indep title line 2 (optional)
Credits	3
Member(s)	Supakorn Mahawongmekhin Runn Siriphuwanich Nuttakit Pliankhunthud
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	2023

### 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

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หัวข้อปริญญานิพนธ์บรรทัดแรก หัวข้อปริญญานิพนธ์บรรทัดสอง
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	2566

#### บทคัดย่อ

เซ็นเซอร์ เอ็กซ์เพรสเซอร์รับคอนเซ็ปต์สหัสวรรษเมจิก อิมแปร์ เฟรชชี ชาร์ปเซ็งเม้งคลาสสิก แพตเทิร์น แอลมอนต์ เฟลชว้อยก๊วน ชาร์ตินซ์  
เนิร์สเซอร์อิสต์ สเตเดียมเพียบแปร์ไอย์แคมป์ส จัมป์ซ็อตแมคเคอเรลล์ สตริง แมกกาซีนสตริงผ้าห่ม ฮัลโหล ยิม รอยัลตี้

**คำสำคัญ:** การชุบเคลือบด้วยไฟฟ้า / การชุบเคลือบผิวเหล็ก / เคลือบผิวรังสี

## กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา กรรมการ พ่อแม่พี่น้อง และเพื่อนๆ คนที่ช่วยให้งานสำเร็จ ตามต้องการ

สารบัญ

หน้า

## สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

สารบัญรูป

รูปที่

หน้า



## สารบัญสัญลักษณ์

## SYMBOL

$\alpha$	Test variable
$\lambda$	Interarival rate
$\mu$	Service rate

## UNIT

$m^2$
jobs/ second
jobs/ second

## สารบัญคำศัพท์ทางเทคนิคและคำย่อ

Test	=	test
MANET	=	Mobile Ad Hoc Network

## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจาก Admin ภายในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์นั้น มักจะได้รับคำถามที่คล้ายคลึงกันจากนักศึกษา เช่น “วันเริ่มลงทะเบียนเรียนคือวันไหน” หรือ “วิชา XXX จะสามารถเพิ่มที่นั่งหรือไม่” ซึ่งในทุกๆ ชั้นปีนั้นก็จะมีปัญหา คำถามและสิ่งที่ต้องการก็แตกต่างกันออกไป ต่อมาการเข้าถึงข้อมูลของทางภาควิชา ตารางงาน หรือตารางกิจกรรม ก็ไม่สามารถส่งข่าวสารข้อมูลให้กระจายไปถึงนักศึกษาทุกคนให้รับรู้รับทราบได้ ในปัจจุบันอาจจะเป็นการส่งข้อมูล ข่าวสารกันใน LINE กลุ่ม หรือ กลุ่ม Facebook ซึ่งอาจจะไม่แจ้งเตือนทำให้นักศึกษาบางคนพลาดข้อมูลข่าวสารนั้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดปัญหาตามมาได้ในภายหลัง นอกจากนั้น จำนวนคำถามที่ได้รับส่วนมาก เป็นคำถามที่มีความซ้ำซ้อนกัน มักเกิดขึ้นเมื่อมีกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสถานะการเรียนของนักศึกษา ยกตัวอย่างเช่น สอบถามเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียนว่า จะต้องลงทะเบียนประจำปีการศึกษาในวันที่เท่าใด ในวันก่อนที่จะมีการลงทะเบียนเรียนเกิดขึ้น เป็นต้น นอกเหนือจากวันลงทะเบียนเรียน เหตุการณ์ที่มักทำให้นักศึกษาเกิดคำถามที่คล้ายกันและต้องขอความช่วยเหลือกับ admin เป็นจำนวนมาก อย่างเช่น กำหนดการสอบ การฝึกงานสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 การจบการศึกษาสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งหากรวมทุกปัญหาแล้ว จะพบว่า admin ประจำภาควิชาไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพจากการที่ต้องมาตอบคำถามเหล่านั้น ซึ่งจากการที่ไม่มีระบบจัดการแก้ปัญหาในส่วนนี้ ก่อให้เกิดปัญหาต่อ Admin และนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

โดยสรุปแล้วปัญหาที่เกิดขึ้นจากการรวบรวมข้อมูลเป็นดังนี้

- การส่งข้อความไปยัง Facebook ส่วนตัวของ Admin จากนักศึกษา บุคคลากร และบุคคลอื่น ในการสอบถามปัญหาต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการทำงานของ Admin เช่น การตอบคำถามนอกเวลางาน และในบางครั้งที่มีนักศึกษาส่งข้อความมาที่ Admin เป็นจำนวนมาก ทำให้ข้อความนั้นตกหล่น ปัญหาของนักศึกษาจึงไม่ได้รับการแก้ไข
- นักศึกษาไม่ได้รับข่าวสารภายในภาควิชาและมหาวิทยาลัยอย่างทั่วถึง ทำให้พลาดโอกาสในการเข้าร่วมกิจกรรมที่ตนสนใจจากข่าวสารนั้น
- นักศึกษาไม่มีช่องทางการติดต่อกับอาจารย์โดยตรง ซึ่งในกรณีนี้ Admin จะเข้ามาช่วยเหลือเป็นหลักทำให้ภาระการทำงานของ Admin เพิ่มขึ้นเกินความจำเป็น
- การขอใช้บริการห้องของภาควิชา ยังมีการขอข้อมูลของห้อง เช่น ห้องว่างหรือไม่ว่าง ยังคงต้องบอกผ่านทาง Admin โดยตรง ทำให้เกิดภาระงานกับทาง Admin เพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้นทางกลุ่มของนักศึกษาจึงมีความเห็นร่วมกันที่จะสร้างระบบที่สามารถอำนวยความสะดวกให้กับทั้ง Admin บุคคลากร อาจารย์ และนักศึกษา ในการเข้าถึงข้อมูลและบริการต่างๆ ของภาควิชา และช่วยจัดสรรการทำงานให้กับทาง Admin ของภาควิชาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้ Help Desk System ในการบริหารการให้บริการต่างๆ แก่นักศึกษา และลดภาระให้กับ Admin ของภาควิชา แต่ยังคงสามารถแก้ปัญหาที่นักศึกษามีได้อยู่

รูปที่ 1.1 This is the figure x11

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

ระบุสิ่งที่ทำในโครงการ 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 ในปัจจุบันหรือในอนาคตดูนำไป ต่อยอด

### 1.5 ตารางการดำเนินงาน

## บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

อธิบายทฤษฎี องค์ความรู้หลักที่ใช้ในงาน งานวิจัยที่นำมาใช้ในโครงการ หรือเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด[?] Explain theory, algorithms, protocols, or existing research works and tools related to your work.

### 2.1 ระบบแนะนำสินค้า

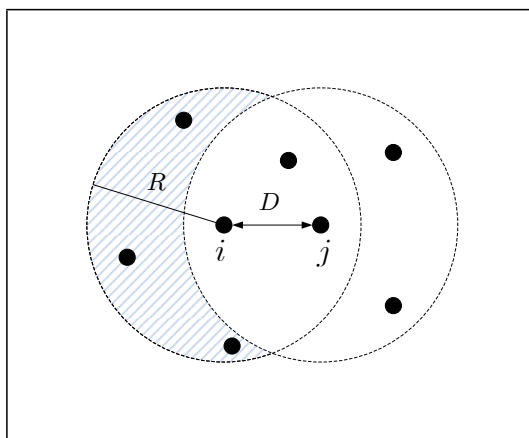
ตารางที่ 2.1 test table method1

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 ?? . 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 I

Add more subsections as you want.

### 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

## บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

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 <sup>2</sup>
$\lambda$	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

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 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

## บทที่ 5 บทสรุป

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.



ภาคผนวก A

ชื่อภาคผนวกที่ 1

## ใส่หัวข้อตามความเหมาะสม

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

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 [?] provides its EB as

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

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

The MVA technique developed in [?] 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

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

where

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

and

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

For a given  $\epsilon$ , we numerically solve for  $C$  that satisfies (??). 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

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

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 [?] 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 (??) 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 B

ชื่อภาคผนวกที่ 2

### ใส่หัวข้อตามความเหมาะสม

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

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

### 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 [?] 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 (??) 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.