การวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับกองทัพเรือ

A RESEARCH AND DEVELOPMENT ON COMPUTER NETWORK FOR ROYAL THAI NAVY

นาวาเอกหญิง วรรณาภา พรหมภิบาล

CAPT. WANNAPA PROMPIBARN WRTN.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-174-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลขหมู่.....
ลขทะเบียน 31012
น, เดือน, ปี 8 ก.ย. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

A RESEARCH AND DEVELOPMENT ON COMPUTER NETWORK FOR ROYAL THAI NAVY

WANNAPA PROMPIBARN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1998

ISBN 974-622-174-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับกองทัพเรือ
ชื่อนักศึกษา	น.อ.หญิง วรรณาภา พรหมภิบาล
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. รัตติกร วราภูลศิริพันธุ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	พ.ศ. 2541

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับกองทัพเรือ โดยการนำเสนอการออกแบบโครงสร้างสำหรับเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ จุดประสงค์เพื่อการเชื่อมโยงหน่วยสื่อสารต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในสถานที่ห่างไกล ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งจริง และให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยสื่อสาร

ในการออกแบบ ได้ใช้หลักการวิเคราะห์โครงสร้างทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลระยะทางระหว่างหน่วยสื่อสารที่เป็นจริง เป็นตัวกำหนดความถี่ที่จะติดต่อสื่อสารกันระหว่างหน่วยสื่อสาร ซึ่งทำให้สามารถกำหนดการเชื่อมต่อที่เหมาะสม และแบ่งประเภทของหน่วยสื่อสารตามสภาพของการใช้งานได้ จากโครงสร้างและประเภทของหน่วยสื่อสารดังกล่าว ประกอบกับความเร็วของการส่งข้อมูลระหว่างหน่วยสื่อสารทางกายภาพที่เป็นจริง ได้วิเคราะห์หลักการกำหนดเนื้อที่เก็บพักข้อมูลภายในแต่ละหน่วยที่เหมาะสมกับปริมาณข้อมูลภายในเครือข่าย รวมทั้งคำนวณหาค่าความจุของลิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Research and Development on Computer Network for Royal Thai Navy
Student	Capt. Wannapa Prompibarn WRTN.
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Ruttikorn Varakulsiripunth
Level of Study	Master of Science in Computer Science and Information Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1998

Abstract

This thesis presents the topology design for computer communication network of Royal Thai Navy. The objective is to interconnect each communication departments or units where are located far away into the optimal structure. It will reduce the expense of real system establishment and obtain the highest efficiency of data transmission between each communication units.

The design is statistical topology analysis by using the real distance between communication units to define the frequency of data transmission between each other. Accordingly, the optimal interconnection is determined and the type of communication units is categorised in according to their real operation. Finally, under the designed topology and the types of communication units, the analitical determination of the message buffer in each individual communication unit which is suitable to the traffic load in the network, is also presented.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ และหัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัย Communication Networks (ReCCIT) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ , นาวาโท ศูนย์ปืน โสมภีร์ และ นาวาโท ดร. อรัญ นำผล ซึ่งท่านได้เสียสละเวลา ความคิด ประสบการณ์ และคำปรึกษาแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดี จนกระทั่งแล้วเสร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ นาวาเอก สุรกิจ สังข์กลมเกลี้ยง ผู้อำนวยการกองการจำลองยุทธ์ ศูนย์ศึกษายุทธศาสตร์ทหารเรือ สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง ,นาวาเอก ชนินทร์ ชุณหรัชพันธุ์ ผู้อำนวยการศูนย์ประสานกรรมวิธีข้อมูล สำนักงานปลัดบัญชีทหารเรือ , เรือตรี ธวัชชัย เพิ่มลาภ , เจ้าหน้าที่แผนกกรรมวิธีข้อมูล กองการจำลองยุทธ์ ฯ และเจ้าหน้าที่แผนกธุรการ ภาควิชาอิเลกทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้มีส่วนร่วมในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ซึ่งได้มอบทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ทุกท่าน ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้มีพระคุณอันหาที่เปรียบมิได้ ที่ได้ส่งกำลังใจมาจากสรวงสวรรค์ รวมทั้งพี่สาว คุณพรพรรณ พรหมภิบาล ที่ได้ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

นาวาเอกหญิง วรรณาภา พรหมภิบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง V
สารบัญภาพ VII
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์ 1
1.2 จุดประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.4 โครงร่างวิทยานิพนธ์ 4
2. การออกแบบโครงสร้างเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ 5
2.1 บทนำ 5
2.2 การกำหนดตำแหน่งโหนดและการวัดระยะทางระหว่างโหนด 5
2.3 การแบ่งโหนดออกเป็นกลุ่มเครือข่ายย่อย 8
2.4 การกำหนดโหนดศูนย์กลาง 9
2.5 การเชื่อมโยงระหว่างโหนด 13
2.6 การเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลาง 13
2.7 การเชื่อมต่อโหนดศูนย์กลางภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน 15
2.8 การเชื่อมเครือข่ายย่อยระหว่างโหนดศูนย์กลาง 17
3. บทนำ 20
3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.2 การกำหนดโหนดศูนย์กลาง 22
3.3 การหาตำแหน่งโหนดศูนย์กลาง 24
3.4 การเชื่อมโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลาง 25
3.5 การเชื่อมเครือข่ายย่อยระหว่างโหนดศูนย์กลาง 26
4. การกำหนดค่าจำเพาะของเครือข่าย 28
4.1 การกำหนดเนื้อที่เก็บพักข้อมูลภายในโหนด 28
4.2 ตัวอย่างการคำนวณบัฟเฟอร์ 33
4.3 การกำหนดความจุของตัวนำสัญญาณ 34
4.4 สูตรการคำนวณหา delay time 35
4.5 ตัวอย่างการคำนวณหาความจุของลิงค์ในเครือข่ายกองทัพเรือ 39
5. บทสรุป 43
5.1 บทนำ 43
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ 43
5.3 การนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น 44
5.4 แนวทางการในทำวิจัยต่อ 44
บรรณานุกรม 45
ภาคผนวก 46
ประวัติผู้เขียน 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงตัวอย่างระยะทางระหว่างโหนด 7
2 แสดงผลการหาความถี่ของแต่ละโหนดในแต่ละเครือข่ายย่อย 10
3 แสดงระยะทางระหว่างโหนดของแต่ละหน่วยงาน หน่วยเป็นกิโลเมตร 22
4 แสดงความถี่แต่ละโหนด 24
5 แสดงปริมาณเนื้อที่พักข้อมูลของแต่ละโหนด 34
6 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าความจุของลิงค์ของเครือข่ายกองทัพเรือ 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แสดงตัวอย่างแผนที่ที่ตั้งหน่วยงาน 6
2. แสดงตัวอย่างการแบ่งเครือข่าย 8
3. แสดงผลตัวอย่างการกำหนดโหนดศูนย์กลางของแต่ละเครือข่ายย่อย 12
4. แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่1...14
5. แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่2..14
6. แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่3..15
7. แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่4..15
8. แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 1 16
9. แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 2 16
10. แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 3 17
11. แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 4 17
12. แสดงโครงข่ายคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบ 18
13. แสดงตำแหน่งโหนดตามพื้นที่ต่าง ๆ 21
14. แสดงกลุ่มโหนดตามพื้นที่ภายในเครือข่ายย่อย 23
15. แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดในพื้นที่กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล 25
16. แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดในพื้นที่ชลบุรี 26
17. แสดงโครงข่ายกองทัพเรือที่ออกแบบ 27
18. แสดง M/M/1 Queueing Model ของโหนด 29
19. แสดง State-Transition-Rate-Diagram สำหรับโหนด i 30
20. แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง B_i กับ ρ_i 32
21. แสดง M/M/1 Queueing Model ของโหนด 35
22. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t_j และค่า β_j 38
23. แสดงการกำหนดลำดับของลิงค์ของโครงข่ายกองทัพเรือ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

24. แสดงการไหลของข้อมูลจากโหนดที่ 4 ไปยังโหนดอื่น ๆ 49
25. แสดงการหาความจุของลิงค์ของโครงข่ายกองทัพเรือ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์

เนื่องจากวิวัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์ ผสมผสานกับเทคโนโลยีด้านการสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้โลกปัจจุบันได้ก้าวเข้าสู่ยุคใหม่อีกยุคหนึ่ง คือ ยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology - IT) ซึ่งความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศนั้น มีบทบาทต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิตของประชากร ตลอดจนกระตุ้นให้องค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน เกิดความตื่นตัวในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้สนับสนุนการดำเนินงานมากขึ้น อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตและการบริการเพิ่มขึ้น

กองทัพเรือ ได้ริเริ่มนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยงานในฝ่ายอำนวยการมาเป็นเวลาช้านาน โดยเริ่มตั้งแต่การเช่าเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับ Mainframe จากบริษัทเอกชนซึ่งมีการประมวลผลแบบรวมศูนย์ (Centralized Processing) มาใช้ในงานด้านการเงิน การบัญชีการงบประมาณ และกำลังพล แต่เนื่องจากการบำรุงรักษา และการขยายขีดความสามารถของอุปกรณ์ในระบบคอมพิวเตอร์ Mainframe มีความยุ่งยากและต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น ในปี พ.ศ.2533 กองทัพเรือจึงได้เปลี่ยนแนวความคิดมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการประมวลผลแบบกระจายศูนย์ (Distributed Processing) ที่ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computers) หลายเครื่องเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย (Local Area Network - LAN) เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้ตามวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศที่เปลี่ยนไป ซึ่งในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา การ Downsizing ระบบคอมพิวเตอร์เป็นแนวโน้มที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพื่อต้องการเปลี่ยนจากระบบที่มีขนาดใหญ่ ราคาแพง และมีลักษณะที่ต้องผูกติดกับผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง (Proprietary System หรือ Close System) มาเป็นระบบที่มีขนาดเล็กลง ค่าใช้จ่ายต่ำกว่า และมีลักษณะเป็นระบบเปิด (Open System) คือเป็นระบบที่สามารถจัดหาอุปกรณ์ Hardware และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software เพิ่มเติมได้ตลอดเวลา โดยไม่ต้องยึดติดกับผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง นอกจากนี้ เทคโนโลยีการผลิตหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ซึ่งเปรียบเสมือนสมองกลางของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีความก้าวหน้าในอัตราที่รวดเร็ว และมีแนวโน้มว่าจะพัฒนาต่อไปอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีขีดความสามารถในการประมวลผลสูงขึ้นตามลำดับ

หลังจากกองทัพเรือได้ตั้งระบบ LAN แทน ระบบ Mainframe แล้ว หน่วยต่าง ๆ ในกองทัพได้เริ่มดำเนินการเปลี่ยนแปลงระบบงานจากโปรแกรมที่ใช้ภาษา COBOL ภายใต้ระบบ Mainframe เป็นภาษา Foxbase ภายใต้ระบบ LAN รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมระบบงานขึ้นมาใหม่ เป็นผลให้โปรแกรมระบบงานเกิดขึ้นมาเป็นจำนวนมาก เช่น ระบบงานเงินเดือน ระบบงานบำนาญ ระบบควบคุมงบประมาณ ระบบงานฐานข้อมูลข้าราชการ ระบบควบคุมพัสดุสายช่าง และระบบบริหารงานซ่อมสร้างของอู่เรือ เป็นต้น

เนื่องจากระบบ LAN เป็นระบบเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ในระยะใกล้ ภายในสำนักงานเดียวกัน หรือภายในพื้นที่เดียวกัน ข้อมูลข่าวสารที่ไหลเวียนในระบบอยู่ในวงจำกัดไม่ทันสมัย จะเป็นผลทำให้การวางแผนด้านยุทธศาสตร์กับหน่วยที่ตั้งในพื้นที่ที่ห่างไกล เช่น กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ชลบุรี จันทบุรี พังงา สงขลา นราธิวาส และ นครพนม ไม่มีประสิทธิภาพ

ด้วยวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลปัจจุบัน ซึ่งทำให้แนวโน้มการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ายุคของระบบเครือข่าย (Network) นั้น กองทัพเรือจึงได้นำเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลมาพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในกองทัพเรือ โดยพิจารณาจัดวางระบบเครือข่ายสื่อสารระยะไกล (Wide Area Network - WAN) ด้วยการเชื่อมระบบคอมพิวเตอร์ที่กระจายอยู่ห่างไกลคนละพื้นที่ดังกล่าวเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง โดยพิจารณาจากสื่อต่าง ๆ ที่กองทัพเรือมีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งกองทัพเรือได้มีนโยบาย จะดำเนินการจัดทำระบบข่าวสารเพื่อการบริหาร (Management Information System - MIS) เพื่อเป็นพื้นฐานของระบบข่าวสารจัดการทางทหาร (Defense Management Information System - DMIS) ซึ่งเป็นส่วนที่เตรียมข้อมูลด้านยุทธศาสตร์เพื่อสนับสนุนให้กับระบบการบังคับบัญชา การควบคุมสั่งการ และการข่าวกรอง (Command Control Communication and Intelligence - C^3I) ในการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชา การที่จะจัดทำระบบ MIS ให้สำเร็จได้นั้น ข่าวสารข้อมูลจากหน่วยต่าง ๆ ในกองทัพเรือทั้งใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับผู้บริหาร และในระดับหน่วยปฏิบัติจะต้องสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งเครือข่ายระยะใกล้ (LAN) และเครือข่ายระยะไกล (WAN)

เนื่องจากระบบ LAN มีขีดความสามารถในการสื่อสารข้อมูล ด้วยความเร็ว 10 - 100 MBPS[1] เฉพาะภายในวงเท่านั้น การที่จะจัดระบบฐานข้อมูลกระจายนั้น จะต้องเก็บข้อมูลไว้ที่หนึ่ง และประมวลผลอีกที่หนึ่ง เวลาจะสรุปข้อมูล จะต้องนำข้อมูลทั้งหมดผ่านเครือข่ายมาประมวลผลและสรุปผล จึงต้องใช้ความเร็วสูง ฉะนั้น เมื่อ วง LAN ของหน่วยในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล ต้องการข้อมูลจาก LAN อีกวงหนึ่งที่ต่างพื้นที่กัน ข้อมูลจาก LAN วงหนึ่ง ไปยัง LAN อีกวงหนึ่ง ต้องผ่านเส้นทางสื่อสารเชื่อมระหว่าง LAN 2 วง แต่เส้นทางสื่อสารของกองทัพเรือที่ใช้อยู่เป็นลักษณะของวงจรโทรศัพท์ ซึ่งบางสื่อยังมีขีดความสามารถไม่เพียงพอในการส่งข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ฉะนั้นเมื่อปริมาณข้อมูลตามหน่วยต่าง ๆ ที่มีการติดต่อ แลกเปลี่ยน ซึ่งกันและกัน มีความต้องการสูงมาก จะทำให้เกิดความแออัด (Congestion) ของข้อมูลในสายส่งข้อมูล และใช้เวลาในการส่งข้อมูลเพิ่มมากขึ้น และเมื่อถึงขีดจำกัด จะทำให้ระบบเกิดการชะงัก เป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารข้อมูลในที่สุด

1.2 จุดประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ศึกษาการเชื่อมโยงระบบคอมพิวเตอร์ภายในกองทัพเรือ โดยพิจารณาจากปริมาณงานความต้องการข้อมูลของแต่ละหน่วยงาน และสื่อต่าง ๆ ของกองทัพเรือ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อออกแบบโครงสร้างเครือข่ายของกองทัพเรือให้ถูกต้อง และแนะแนวทางแก้ไขระบบในอนาคต โดยครอบคลุมพื้นที่ที่สำคัญ คือ กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล และ ชลบุรี เท่านั้น

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงเครือข่ายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ โดยใช้หลักการวิเคราะห์โครงสร้างทางสถิติ (Statistical Topology Analysis) เพื่อหารูปแบบโครงสร้างการเชื่อมต่อที่เหมาะสม (Optimal Network Topology) ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ โดยพิจารณาจากระยะทางที่เป็นจริงระหว่างหน่วยงาน เป็นพารามิเตอร์ในการกำหนดความถี่ที่จะติดต่อสื่อสารกันระหว่างหน่วยงานทั้งสองนั้น และอาศัยหลักการวิเคราะห์นี้เพื่อกำหนดหน่วยงานที่จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง (Central Unit) ของการสื่อสารข้อมูลภายในเครือข่าย (ในที่นี้จะเรียกหน่วยงานว่า หน่วยสื่อสาร หรือ โหนด (Node)) ภายหลังจากกำหนดหน่วยสื่อสารศูนย์กลาง (หรือ Concentrator -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนเซ็นเตรเตอร์) ได้แล้ว จะทำการเชื่อมต่อหน่วยสื่อสารที่เหลือเข้ากับหน่วยสื่อสารศูนย์กลางพร้อมกับเชื่อมต่อหน่วยสื่อสารศูนย์กลางด้วยขบวนการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path Algorithm)

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณาการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ

ผลของโครงสร้างที่ได้นี้จะเป็นโครงสร้างที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการติดตั้งสื่อนำสัญญาณ (Transmission Media) เพราะเป็นเส้นทางที่สั้น และมีการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยสื่อสารที่เป็นระบบการไหลของข้อมูลแบบต่อเนื่อง ไม่ซับซ้อนและยุ่งยาก และยังสามารถควบคุมการใช้งานเครือข่ายได้สะดวกอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นโครงสร้างแบบกระจายรวมศูนย์ (Concentrator Oriented Distributed System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การออกแบบโครงสร้างเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์

2.1 บทนำ

การออกแบบโครงสร้างเครือข่าย (Network Topology) เป็นการกำหนดลักษณะการเชื่อมต่อโหนดต่าง ๆ ด้วยสายนำสัญญาณ (Transmission Line) และกำหนดความจุของสายนำสัญญาณ (Link Capacity) ที่นำมาเชื่อมต่อโหนด การเชื่อมต่อสายนำสัญญาณ และความเร็วของสายนำสัญญาณ (Transmission Line Speed) จะเป็นปัจจัยในการกำหนดเวลาหน่วงการส่งข้อมูลข่าวสารผ่านเครือข่าย (Delay Time) ดังนั้น วิธีการออกแบบโครงสร้างเครือข่าย ต้องเลือกสายนำสัญญาณและความจุของสายนำสัญญาณภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ เช่น การเชื่อมต่อ เวลาการส่งผ่านข้อมูลในเครือข่าย ค่าใช้จ่าย อัตราการใช้งานของเครือข่าย (Utilization) และความสามารถรองรับการขยายเครือข่ายในอนาคต ซึ่งการขยายเครือข่าย อาจจะเป็นความต้องการที่จะเพิ่มความจุของสายนำสัญญาณ หรือการเพิ่มสายนำสัญญาณ หรือเพิ่มโหนดในเครือข่าย

การออกแบบโครงสร้างเครือข่ายของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ใช้หลักการวิเคราะห์โครงสร้างทางสถิติเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดตำแหน่งโหนดต่าง ๆในเครือข่าย และระยะทางระหว่างโหนด

ขั้นตอนที่ 2 แบ่งโหนดออกเป็นกลุ่มเครือข่ายย่อย

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดโหนดศูนย์กลางของแต่ละเครือข่ายย่อย

ขั้นตอนที่ 4 เชื่อมโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลางในแต่ละเครือข่ายย่อย และเชื่อมโหนดศูนย์กลางเข้าด้วยกัน

2.2 การกำหนดตำแหน่งโหนดและการวัดระยะทางระหว่างโหนด

ตำแหน่งของโหนดในเครือข่ายที่กล่าวถึงนี้ ได้แก่ หน่วยงานที่เป็นสถานที่ตั้งของระบบคอมพิวเตอร์ ที่จะทำการเชื่อมโยงกับระบบคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานอื่น ดังนั้น ตำแหน่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

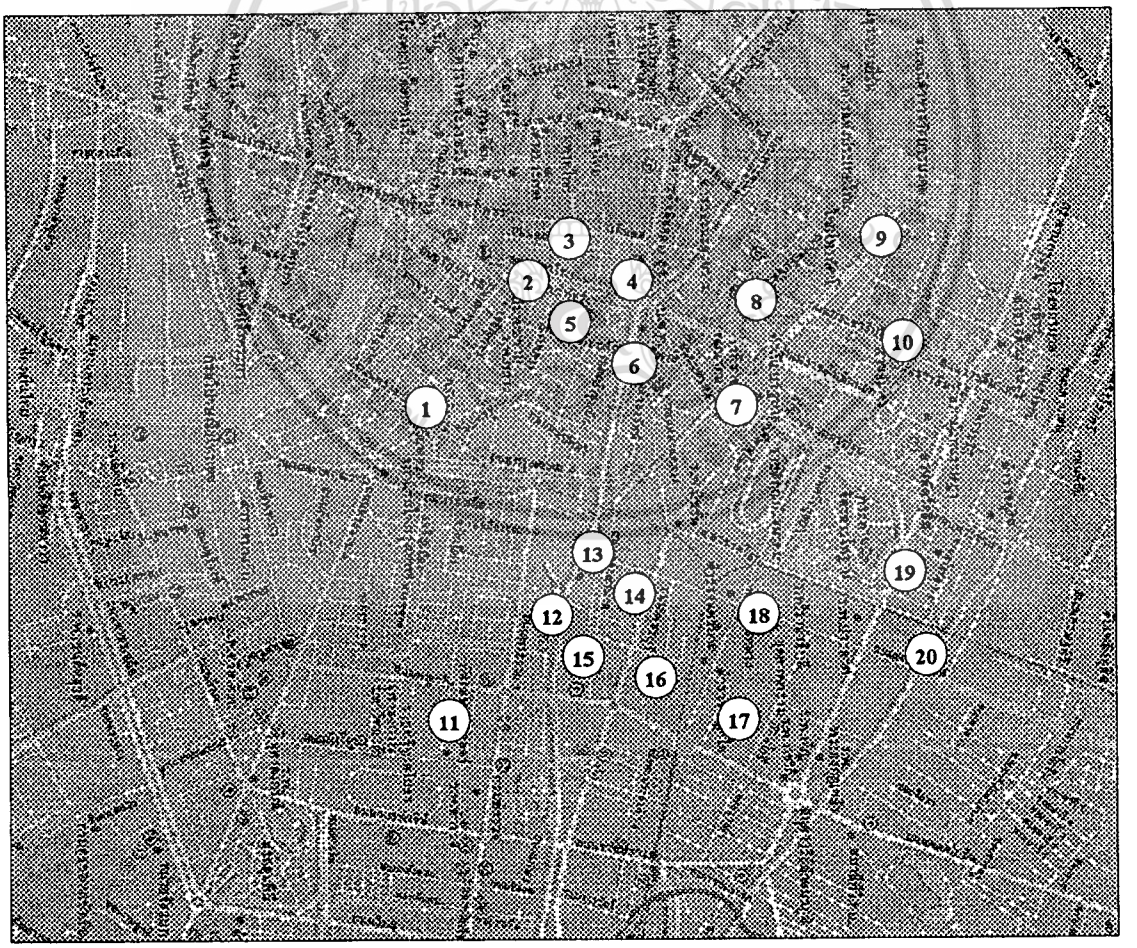
หน่วยงานที่แท้จริง จะปรากฏอยู่ในแผนที่ หรือแผนภูมิทางภูมิศาสตร์ ที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานแต่ละแห่ง ที่จะกำหนดให้เป็นโหนดของเครือข่าย

ในงานวิจัยนี้ จะใช้แผนที่ทางภูมิศาสตร์ที่แสดงสถานที่ตั้งของหน่วยงาน เป็นข้อมูลในการกำหนดตำแหน่งของโหนด ที่จะทำการเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย และจะใช้แผนที่ดังกล่าววัดระยะทางระหว่างโหนดในแนวเส้นตรง โดยอาศัยมาตราส่วนของแผนที่ในการคำนวณหาระยะทางจริง

ระยะทางจริงระหว่างโหนดที่คำนวณได้ จะใช้เป็นตัวประกอบในการพิจารณากำหนดความถี่ของการเชื่อมต่อระหว่างโหนดนั้น ๆ

ขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งโหนด และระยะทางระหว่างโหนด จากแผนที่ดังกล่าวเป็นขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ตัวอย่างเช่น จากรูปแผนที่แสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1



มาตราส่วน 1 : 1000 เมตร

แสดงตัวอย่างแผนที่ที่ตั้งหน่วยงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่า มีหน่วยงานที่จะทำการเชื่อมต่อทั้งหมด 20 หน่วยงาน ดังปรากฏสถานที่ตั้งในแผนที่ภาพที่ 1 กำหนดให้แต่ละหน่วยงานเป็นโหนด เมื่อทำการวัดระยะทางระหว่างโหนดทั้ง 20 โหนด เทียบกับมาตราส่วนของแผนที่ (ในตัวอย่างนี้คือ 1 : 1000 เมตร) ทำการคำนวณระยะทางจริงได้ดังแสดงในตารางที่ 1 เช่น วัดระยะทางจากแผนที่ระหว่างโหนด 1 และ 2 ได้ 18 หน่วย เมื่อคำนวณจากมาตราส่วน 1 : 18 จะได้ระยะทางระหว่างโหนด 1 และ 2 เป็น 18 กิโลเมตร

ข้อมูลของระยะทางระหว่างโหนดดังตัวอย่างข้างต้น จะถูกนำไปใช้เป็นตัวประกอบในการวิเคราะห์หาโหนดที่ควรทำหน้าที่เป็นโหนดศูนย์กลางต่อไป

ตารางที่ 1

แสดงตัวอย่างระยะทางระหว่างโหนด

โหนด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	X	18	28	30	18	26	42	47	69	67	42	28	28	37	36	48	64	56	71	73
2	18	X	3	8	2	14	32	29	49	51	63	42	36	43	49	58	70	57	66	76
3	28	3	X	2	6	15	30	23	41	45	71	48	42	48	55	62	73	59	65	76
4	30	8	2	X	4	8	21	14	34	37	66	42	35	40	48	55	64	49	55	66
5	18	2	6	4	X	6	24	23	44	45	58	35	29	36	42	50	61	49	57	67
6	26	14	15	8	6	X	11	14	36	34	57	31	23	28	36	42	51	37	45	55
7	42	32	30	21	24	11	X	9	26	19	62	36	27	27	38	38	42	25	27	38
8	47	29	23	14	23	14	9	X	14	15	76	50	41	42	53	55	58	41	38	52
9	69	49	41	34	44	36	26	14	X	7	95	69	60	60	70	70	69	52	41	55
10	67	51	45	37	45	34	19	15	7	X	86	61	51	50	61	59	56	40	27	40
11	42	63	71	66	58	57	62	76	95	86	X	18	28	30	18	26	42	47	69	67
12	28	42	48	42	35	31	36	50	69	61	18	X	3	8	2	14	32	29	44	51
13	28	36	42	35	29	23	27	41	60	51	28	3	X	2	6	15	30	23	41	45
14	37	43	48	40	36	28	27	42	60	50	30	8	2	X	4	8	21	14	34	37
15	36	49	55	48	42	36	38	53	70	61	18	2	6	4	X	6	24	23	44	45
16	48	58	62	55	50	42	38	55	70	59	26	14	15	8	6	X	11	14	36	34
17	64	70	73	64	61	51	42	58	69	56	42	32	30	21	24	11	X	9	26	19
18	56	57	59	49	49	37	25	41	52	40	47	29	23	14	23	14	9	X	14	15
19	71	66	65	55	57	45	27	38	41	27	69	49	41	34	44	36	26	14	X	7
20	73	76	76	66	67	55	38	52	55	40	67	51	45	37	45	34	19	15	7	X

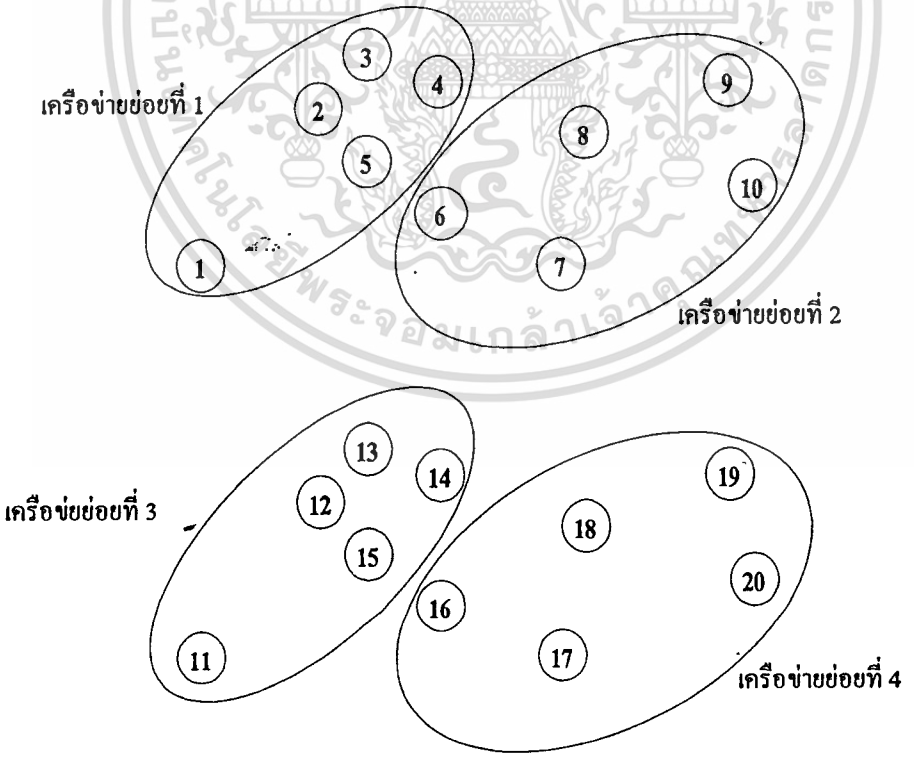
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การแบ่งโหนดออกเป็นกลุ่มเครือข่ายย่อย

ภายหลังจากที่ได้ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของโหนด และระยะทางระหว่างโหนดทั้งหมด จะทำการแบ่งโหนดออกเป็นกลุ่มเครือข่ายย่อย โดยใช้วิธีการทางฮิวริสติค (Heuristic) คือ การพิจารณาจากสภาพความเหมาะสมทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ ระยะทางระหว่างโหนดในเครือข่ายย่อยเดียวกันไม่ควรจะไกลเกินไป ดังนั้น จึงควรมีการกำหนดระยะทางที่เป็นจุดแบ่งกลุ่มเครือข่ายย่อยตามสภาพภูมิศาสตร์ที่ต้องการประกอบกับการกำหนดขีดจำกัดของจำนวนโหนดในแต่ละเครือข่ายย่อย เพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดของการสื่อสารข้อมูลในแต่ละเครือข่ายย่อย

จากตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 1 เช่นถ้ากำหนดให้ระยะทางระหว่างโหนดที่ใกล้เคียงกันหรือโหนดที่อยู่ใกล้กันที่สุด ต้องมีระยะทางห่างกันไม่เกิน 20 กิโลเมตร เป็นจุดแบ่งกลุ่มเครือข่ายย่อย และในแต่ละเครือข่ายย่อยมีโหนดได้ไม่เกิน 5 โหนด จะได้ผลลัพธ์ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มเครือข่ายย่อย ดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2

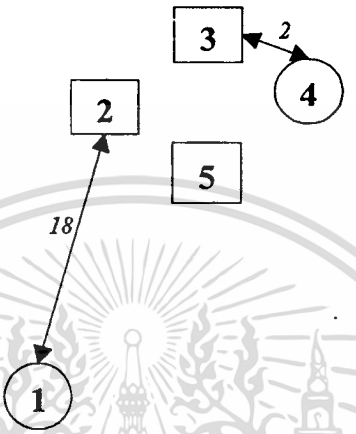


แสดงตัวอย่างการแบ่งเครือข่ายย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์การเชื่อมโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางของเครือข่ายย่อยที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 4

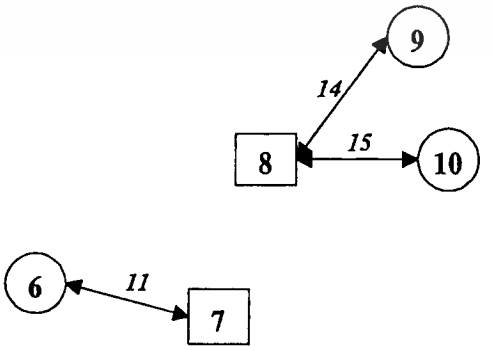
ภาพที่ 4



แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่ 1

ด้วยหลักการเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณากับเครือข่ายย่อยที่ 2 , 3 และ 4 จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 5 , 6 และ 7 ตามลำดับ

ภาพที่ 5



แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การกำหนดโหนดศูนย์กลาง (Concentrator Node)[2]

การกำหนดโหนดศูนย์กลางภายในเครือข่ายย่อย เป็นขบวนการคัดเลือกโหนดที่สมควรทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนด และระหว่างเครือข่ายย่อย นอกจากนั้น ให้ทำหน้าควบคุมการใช้งานเครือข่าย ดังนั้น ในการคัดเลือก ได้ใช้พื้นฐานวิเคราะห์ว่า ควรเป็นโหนดที่เป็นทางผ่านของข้อมูลจากโหนดอื่นๆ มากที่สุด มีสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสม และมีขนาดองค์กรที่สามารถรองรับภาระหน้าที่นี้ได้

ในขั้นตอนนี้ จะประยุกต์วิธีการของ Dysart-Geoganas[2] มากำหนดโหนดศูนย์กลาง กล่าวคือ พิจารณาบนพื้นฐานว่า โหนดใด ๆ จะเลือกติดต่อสื่อสารกับโหนดข้างเคียงที่อยู่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbouring Nodes) เป็นลำดับแรก เมื่อมีการกำหนดขอบเขตของจำนวนลิงค์ที่แต่ละโหนดสมควรจะมีได้ ในการถูกเชื่อมต่อกับโหนดข้างเคียงอื่น ๆ บนระยะทางที่สั้นที่สุด

ดังนั้น จากตารางระยะทางระหว่างโหนด ทำให้สามารถพิจารณาหาโหนดที่อยู่ใกล้โหนดใด ๆ มากที่สุด เท่ากับ ขอบเขตของจำนวนลิงค์ที่โหนดใด ๆ นั้น พึงจะมีได้

เมื่อพิจารณาเช่นนี้ทุก ๆ โหนดแล้ว จะย้อนกลับไปวิเคราะห์หาจำนวนครั้งที่แต่ละโหนดไปเป็นสมาชิกของโหนดอื่น กำหนดให้เป็นความถี่ที่โหนดนั้น มีการติดต่อสื่อสารกับโหนดอื่น ๆ และจากความถี่นี้ จะวิเคราะห์หาโหนดศูนย์กลาง

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยได้กำหนดอัลกอริทึมของการพิจารณาโหนดศูนย์กลางดังนี้

กำหนดให้ n : เป็นจำนวนโหนดทั้งหมดในเครือข่ายย่อย

k : เป็นจำนวนลิงค์ (link) สูงสุดของแต่ละโหนด

f_i : เป็นความถี่ของโหนด i ($i = 1, 2, \ldots, n$)

ขั้นตอนที่ 1 : พิจารณาทีละโหนด เพื่อหาโหนดอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้มากที่สุด จำนวน k โหนด ทำเช่นนี้ทุกโหนด เพื่อสร้างสมาชิกของโหนดนั้น

ขั้นตอนที่ 2 : หาจำนวนครั้งที่แต่ละโหนดเป็นสมาชิกของโหนดอื่น ๆ กำหนดให้เป็นความถี่ของการติดต่อ (frequency of connection : f_i) ของโหนดนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 3 : หาผลรวมของความถี่ หารด้วยจำนวนโหนดทั้งหมด เพื่อกำหนดความถี่เฉลี่ยทางสถิติ ($\bar{f}$)

$$\bar{f} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 : หาความถี่ของการกำหนดโหนดศูนย์กลาง

$$F = \bar{f} + 1$$

ขั้นตอนที่ 5 : กำหนดให้โหนดที่มีความถี่ f_i มากกว่า หรือ เท่ากับ F เป็นโหนดศูนย์กลาง

โหนดศูนย์กลาง ควรมีความถี่ มากกว่า ความถี่เฉลี่ยทางสถิติ นั่นคือ โหนดที่มีความถี่ตั้งแต่ $\bar{f} + 1$ ขึ้นไป จะเป็นโหนดศูนย์กลาง

จากตัวอย่างเครือข่ายย่อยที่กล่าวในข้อ 2.3 ถ้ากำหนดให้ k = 3 ทั้ง 4 กลุ่มเครือข่ายย่อย เพื่อกระจายความแออัดของข้อมูลตามโหนดต่าง ๆ

จากอัลกอริทึม ขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 หาความถี่ของแต่ละโหนดได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

แสดงผลการหาความถี่ของแต่ละโหนดในแต่ละเครือข่ายย่อย

เครือข่ายย่อยที่	โหนด	โหนดที่อยู่ใกล้ที่สุด จำนวน 3 โหนด (รวมตัวเอง)	ความถี่
1	1	1,2,3,5	1
	2	2,3,4,5	5
	3	3,2,4,5	5
	4	4,2,3,5	4
	5	5,2,3,4	5
2	6	6,7,8,10	3
	7	7,6,8,10	5
	8	8,6,7,9	5
	9	9,7,8,10	3
	10	10,7,8,9	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แสดงผลการหาความถี่ของแต่ละโหนดในแต่ละเครือข่ายย่อย

เครือข่ายย่อยที่	โหนด	โหนดที่อยู่ใกล้ที่สุด จำนวน 3 โหนด (รวมตัวเอง)	ความถี่
3	11	11 , 12 , 13 , 15	1
	12	12 , 13 , 14 , 15	5
	13	13 , 12 , 14 , 15	5
	14	14 , 12 , 13 , 15	4
	15	15 , 12 , 13 , 14	5
4	16	16 , 17 , 18 , 20	3
	17	17 , 16 , 18 , 20	5
	18	18 , 16 , 17 , 19	5
	19	19 , 17 , 18 , 20	3
	20	20 , 17 , 18 , 19	4

จากตารางที่ 2 ทำการหาความถี่ F เพื่อกำหนดโหนดศูนย์กลางของแต่ละเครือข่ายย่อย ได้ดังนี้

<u>เครือข่ายย่อยที่ 1</u> : ค่าเฉลี่ยของความถี่ $(\bar{f}) = \frac{1+5+5+4+5}{5} = 4$

ดังนั้น F = 4 + 1 = 5

จากตาราง พบว่า ในเครือข่ายย่อยที่ 1 มีโหนด 2 , 3 และ 5 ที่มีความถี่เป็น 5 ดังนั้น โหนด 2 , 3 และ 5 จะถูกพิจารณาให้เป็นโหนดศูนย์กลาง ภายในเครือข่ายย่อยที่ 1

<u>เครือข่ายย่อยที่ 2</u> : ค่าเฉลี่ยของความถี่ $(\bar{f}) = \frac{3+5+5+3+4}{5} = 4$

ดังนั้น F = 4 + 1 = 5

จากตาราง พบว่า ในเครือข่ายย่อยที่ 2 มีโหนด 7 และ 8 ที่มีความถี่เป็น 5 ดังนั้น โหนด 7 และ 8 จะถูกพิจารณาให้เป็นโหนดศูนย์กลาง ภายในเครือข่ายย่อยที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>เครือข่ายย่อยที่ 3</u> : ค่าเฉลี่ยของความถี่ $(\bar{f})$ $= \frac{1+5+5+4+5}{5} = 4$

ดังนั้น F $= 4 + 1 = 5$

จากตาราง พบว่า ในเครือข่ายย่อยที่ 3 มีโหนด 12 , 13 และ 15 ที่มีความถี่เป็น 5 ดังนั้น โหนด 12 , 13 และ 15 จะถูกพิจารณาให้เป็นโหนดศูนย์กลาง ภายในเครือข่ายย่อยที่ 3

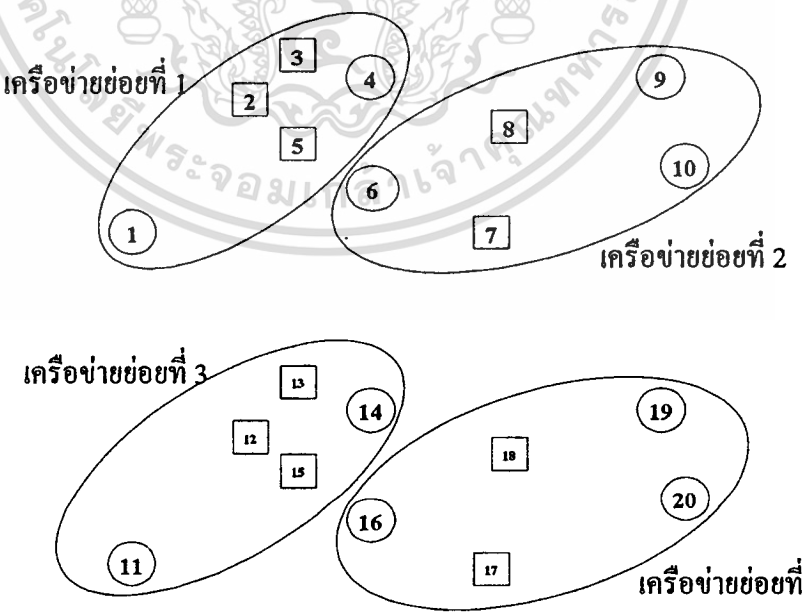
<u>เครือข่ายย่อยที่ 4</u> : ค่าเฉลี่ยของความถี่ $(\bar{f})$ $= \frac{3+5+5+3+4}{5} = 4$

ดังนั้น F $= 4 + 1 = 5$

จากตาราง พบว่า ในเครือข่ายย่อยที่ 4 มีโหนด 17 และ 18 ที่มีความถี่เป็น 5 ดังนั้น โหนด 17 และ 18 จะถูกพิจารณาให้เป็นโหนดศูนย์กลาง ภายในเครือข่ายย่อยที่ 4

จากผลการพิจารณากำหนดโหนดศูนย์กลางภายในเครือข่ายย่อยทั้ง 4 ดังกล่าวข้างต้น จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3



□ โหนดศูนย์กลาง

○ โหนดอื่น ๆ

แสดงผลตัวอย่างการกำหนดโหนดศูนย์กลางของแต่ละเครือข่ายย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

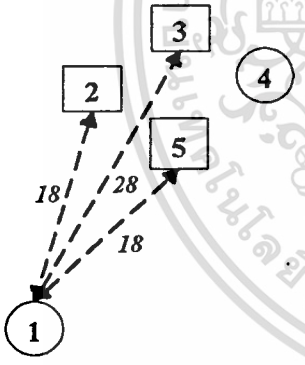
2.5 การเชื่อมโยงระหว่างโหนด[3],[4]

การเชื่อมโยงระหว่างโหนด ภายหลังการกำหนดโหนดศูนย์กลางแล้วนั้น จะใช้หลักการเลือกระยะทางที่สั้นที่สุด (Shortest Distance Selection) ในการเชื่อมต่อโหนดต่าง ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลาง และการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางด้วยกัน

2.5.1 การเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลาง

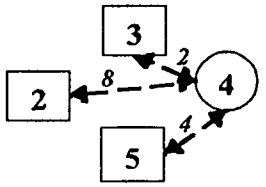
จากผลลัพธ์ของการเลือกโหนดศูนย์กลางในข้อ 2.4 ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 3 จะทำการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลางที่มีระยะทางห่างจากโหนดนั้น ๆ สั้นที่สุด ทั้งนี้จะพิจารณาภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน

ตัวอย่างเช่น ภายในเครือข่ายย่อยที่ 1 จะมีโหนดศูนย์กลาง 3 โหนด ได้แก่ โหนด 2, 3 และ 5 และมีโหนดอื่น ๆ ได้แก่ โหนด 1 และ 4



ดังนั้นในขั้นแรกจะต้องทำการเชื่อมโหนด 1 และ 4 เข้ากับโหนดศูนย์กลางที่อยู่ใกล้ที่สุด เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 ที่แสดงระยะทาง ระหว่างโหนดจะได้ว่า

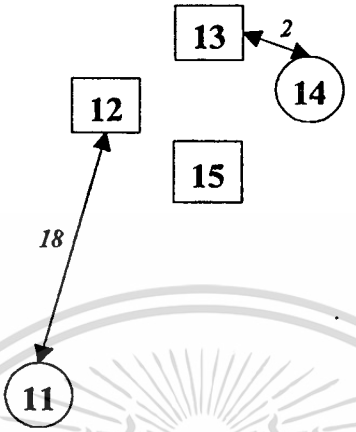
โหนด 1 มีระยะทางห่างจากโหนดศูนย์กลาง 2, 3 และ 5 เท่ากับ 18, 28 และ 18 กิโลเมตร ตามลำดับ ในกรณีเช่นนี้ โหนด 1 สามารถเชื่อมต่อกับโหนดศูนย์กลาง 2 หรือ 5 ได้ (ในกรณีที่มีระยะทางสั้นเท่ากัน ให้เลือกเชื่อมต่อกับโหนดศูนย์กลางใด ตามความเหมาะสม โดยไม่ทำให้จำนวนลิงค์ของโหนดศูนย์กลางนั้น เกินค่ากำหนด k) ในตัวอย่างนี้ จะเชื่อมต่อโหนด 1 กับโหนดศูนย์กลาง 2



ทำนองเดียวกัน โหนด 4 มีระยะห่างจากโหนดศูนย์กลาง 2, 3 และ 5 เท่ากับ 8, 2 และ 4 กิโลเมตร ตามลำดับ ดังนั้น ต้องเชื่อมโหนด 4 เข้ากับโหนดศูนย์กลาง 3

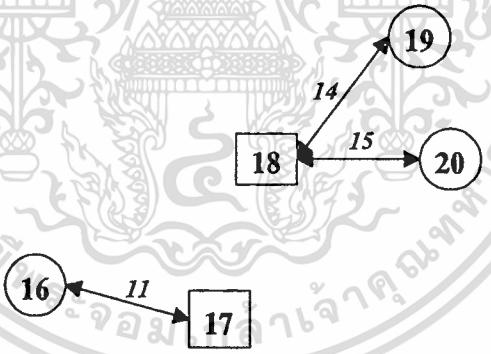
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6



แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่ 3

ภาพที่ 7



แสดงตัวอย่างผลการตัดสินการเชื่อมต่อโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางในเครือข่ายย่อยที่ 4

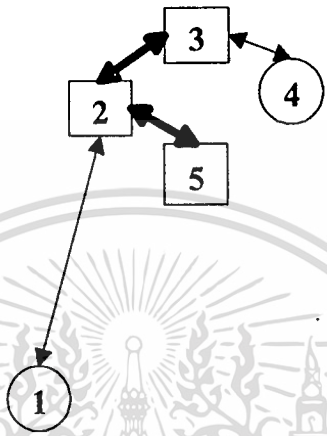
2.5.2 การเชื่อมต่อโหนดศูนย์กลางภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน

ภายหลังจากที่เชื่อมโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำการเชื่อมระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน ภายใต้หลักการเลือกระยะทางที่สั้นที่สุดเช่นกัน ดังผลที่แสดงในภาพที่ 8 , 9 , 10 และ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

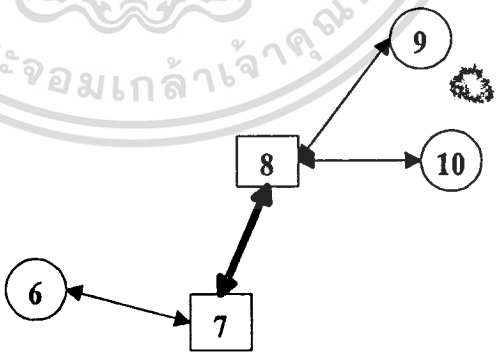
ในขั้นตอนนี้ ถ้าหากมีโหนดใดมีจำนวนลิงค์มากกว่าค่า k (ในที่นี้ k = 3) จะต้องทำการตัดลิงค์ที่ยาวที่สุดออก และทำการเชื่อมโหนดที่ถูกตัดออก เข้ากับโหนดอื่น โดยเลือกเส้นทางที่สั้นเป็นลำดับถัดไป

ภาพที่ 8



แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 1

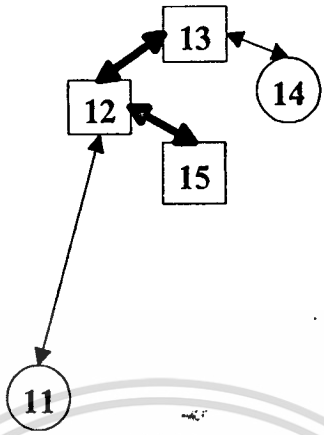
ภาพที่ 9



แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 2

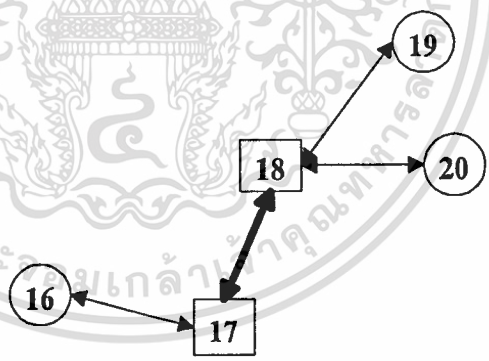
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10



แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 3

ภาพที่ 11



แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในกลุ่มเครือข่ายย่อยที่ 4

2.5.3 การเชื่อมเครือข่ายย่อยระหว่างโหนดศูนย์กลาง

เมื่อได้ทำการออกแบบโครงสร้างเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม ของแต่ละกลุ่มเครือข่ายย่อยแล้ว จะต้องมีการเชื่อมกลุ่มเครือข่ายเข้าด้วยกัน โดยเลือกโหนดศูนย์กลางที่ทำหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เป็นศูนย์รวมของแต่ละเครือข่ายย่อยตามสภาพภูมิศาสตร์ ภาระหน้าที่ และขนาดของหน่วยงานของโหนดนั้น โดยกำหนดเป็นอัลกอริทึมของการตัดสินดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เรียงลำดับของระยะทางที่เชื่อมต่อระหว่างคู่ของโหนดศูนย์กลาง

ขั้นตอนที่ 2 : เลือกพิจารณาระยะทางของคู่โหนดศูนย์กลางที่สั้นที่สุดก่อน

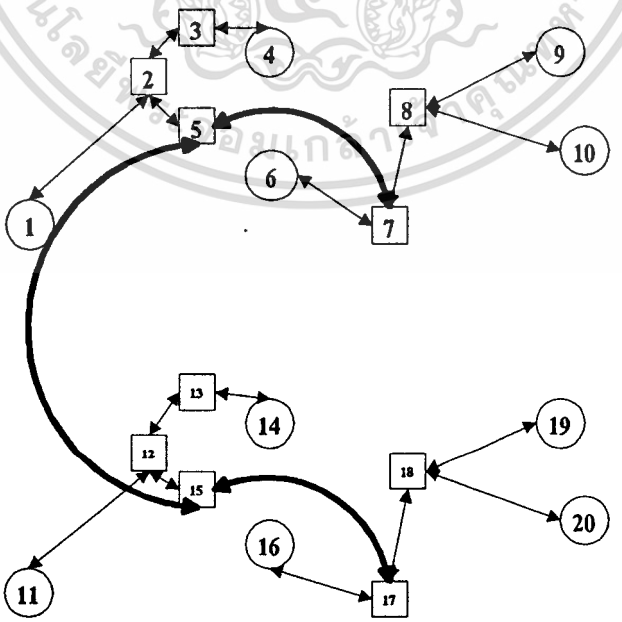
ขั้นตอนที่ 3 : ตรวจสอบว่า เมื่อทำการเชื่อมสายนำสัญญาณเข้ากับโหนดศูนย์กลางที่เชื่อมอยู่ก่อน แล้วเกิดวนรอบ (loop) ขึ้นหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 : ถ้าเกิดวนรอบขึ้นระหว่างที่ทำการเชื่อมต่อ ให้พิจารณาสายนำสัญญาณถัดไป แล้วกลับไปทำในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 5 : ทำการพิจารณา จนกระทั่งทุกโหนดศูนย์กลางที่ได้รับการเชื่อมต่อด้วยสายนำสัญญาณทั้งหมด โดยต้องไม่ทำให้จำนวนลิงค์ของโหนดทั้ง สองเกินค่า k ดังแสดงในภาพที่ 12

ขั้นตอนที่ 6 : จบการทำงาน

ภาพที่ 12



แสดงโครงข่ายคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 ที่แสดงระยะทางระหว่างโหนด และ k = 3 จะได้ว่า

พิจารณาเครือข่ายย่อย ที่ 1 และ 2 : ที่โหนดศูนย์กลาง 2 และ 8 มีจำนวนลิงค์ของโหนด = 3

ฉะนั้น เชื่อมโหนดศูนย์กลาง 5 และ 7 เข้าด้วยกัน เพราะระยะทางระหว่างโหนดศูนย์กลาง 5 และ 7 มีระยะทางสั้นกว่า โหนดศูนย์กลาง 3 และ 7

พิจารณาเครือข่ายย่อย ที่ 3 : ที่โหนดศูนย์กลาง 12 มีจำนวนลิงค์ของโหนด = 3

ฉะนั้น เชื่อมโหนดศูนย์กลาง 5 และ 13 เข้าด้วยกัน เพราะระยะทางระหว่างโหนดศูนย์กลาง 5 และ 13 มีระยะทางสั้นกว่า โหนดศูนย์กลาง 5 และ 15

แต่ถ้าเชื่อมโหนดศูนย์กลาง 13 ไปเครือข่ายย่อยที่ 4 จะทำให้มีจำนวนลิงค์ที่โหนดเกิน 3 ฉะนั้น จึงเชื่อมโหนดศูนย์กลาง 5 และ 15 เข้าด้วยกัน

พิจารณาเครือข่ายย่อย ที่ 4 : ที่โหนดศูนย์กลาง 18 มีจำนวนลิงค์ของโหนด = 3

ฉะนั้น เชื่อมโหนดศูนย์กลาง 15 และ 17 เข้าด้วยกัน

แต่ โหนดศูนย์กลาง 17 ไม่สามารถเชื่อมต่อกับโหนดศูนย์กลาง 7 ได้ เพราะจะทำให้เกิดการวนรอบ

ฉะนั้น : โหนดศูนย์กลาง 5 เชื่อมกับโหนดศูนย์กลาง 7
และ โหนดศูนย์กลาง 5 เชื่อมกับโหนดศูนย์กลาง 15
และ โหนดศูนย์กลาง 15 เชื่อมกับโหนดศูนย์กลาง 17 ดังภาพที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โครงสร้างเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ

3.1 บทนำ

ปัจจุบันหน่วยงานต่างๆ ภายในกองทัพเรือได้มีการนำระบบการจัดการข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ และบางหน่วยงานมีระบบเครือข่ายย่อย LAN (Local Area Network) ของตนเอง แต่ละหน่วยงานมีลักษณะการจัดการข้อมูลตามภาระหน้าที่ของตนเอง และมีความจำเป็นต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างหน่วยงานทั้งระยะใกล้และระยะไกลในรูปแบบของ WAN (Wide Area Network) ซึ่งในอดีตได้มีการเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานต่าง ๆ ในรูปของเครือข่ายตามสภาพสายนำสัญญาณหรือช่องสัญญาณที่มีอยู่ ประกอบกับใช้ความสะดวกเป็นที่ตั้ง ทำให้การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานมีประสิทธิภาพไม่สูง เกิดปัญหาการแออัดของข้อมูลที่บางช่องสัญญาณ ข้อมูลเกิดการสูญหาย ทำให้ต้องมีการส่งข้อมูลซ้ำบ่อย ๆ นับเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากร

ดังนั้น วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงเครือข่ายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ โดยใช้หลักการวิเคราะห์โครงสร้างทางสถิติ (Statistical Topology Analysis) เพื่อหารูปแบบโครงสร้างการเชื่อมต่อที่เหมาะสม (Optimal Network Topology) ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ โดยพิจารณาจากระยะทางที่เป็นจริงระหว่างหน่วยงาน เป็นพารามิเตอร์ในการกำหนดความถี่ที่จะติดต่อสื่อสารกันระหว่างหน่วยงานทั้งสองนั้น และอาศัยหลักการวิเคราะห์นี้เพื่อกำหนดหน่วยงานที่จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง (Central Unit) ของการสื่อสารข้อมูลภายในเครือข่าย (ในที่นี้จะเรียกหน่วยงานว่า หน่วยสื่อสาร หรือ โหนด (Node)) ภายหลังจากกำหนดหน่วยสื่อสารศูนย์กลาง (หรือ Concentrator - คอนเซ็นเตรเตอร์) ได้แล้ว จะทำการเชื่อมต่อหน่วยสื่อสารที่เหลือเข้ากับหน่วยสื่อสารศูนย์กลาง พร้อมกับเชื่อมต่อหน่วยสื่อสารศูนย์กลางด้วยขบวนการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path Algorithm) ดังที่ได้อธิบายหลักการพื้นฐานทั้งหมดไว้ในบทที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ

จากสภาพการใช้งานด้านสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ภายใน และระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ของกองทัพเรือ และจากสถานที่ตั้งจริงของหน่วยงานนั้น ๆ ได้ทำการวิเคราะห์ และจัดรวมเป็นกลุ่มหน่วยสื่อสาร สรุปเป็นจุดตำแหน่งของโหนดที่จะทำการออกแบบโครงสร้างการเชื่อมต่อได้ทั้งหมด 13 โหนด ได้ดังภาพที่ 13

ภาพที่ 13

แสดงตำแหน่งโหนดตามพื้นที่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การกำหนดโหนดศูนย์กลาง (Concentrator Node)

ตารางที่ 3 แสดงระยะทางจริงระหว่างโหนด จากการพิจารณาวิเคราะห์จุดประสงค์ของการใช้งาน ตลอดจนระยะทางระยะไกลของหน่วยงานตามพื้นที่ที่ตั้ง ได้ใช้ระยะทางมากกว่า 100 กิโลเมตร เป็นจุดแบ่งกลุ่มโหนดออกเป็น 2 เครือข่ายย่อย ดังแสดงใน ภาพที่ 14 ได้แก่

ตารางที่ 3

แสดงระยะทางระหว่างโหนดของแต่ละหน่วยงาน หน่วยเป็นกิโลเมตร

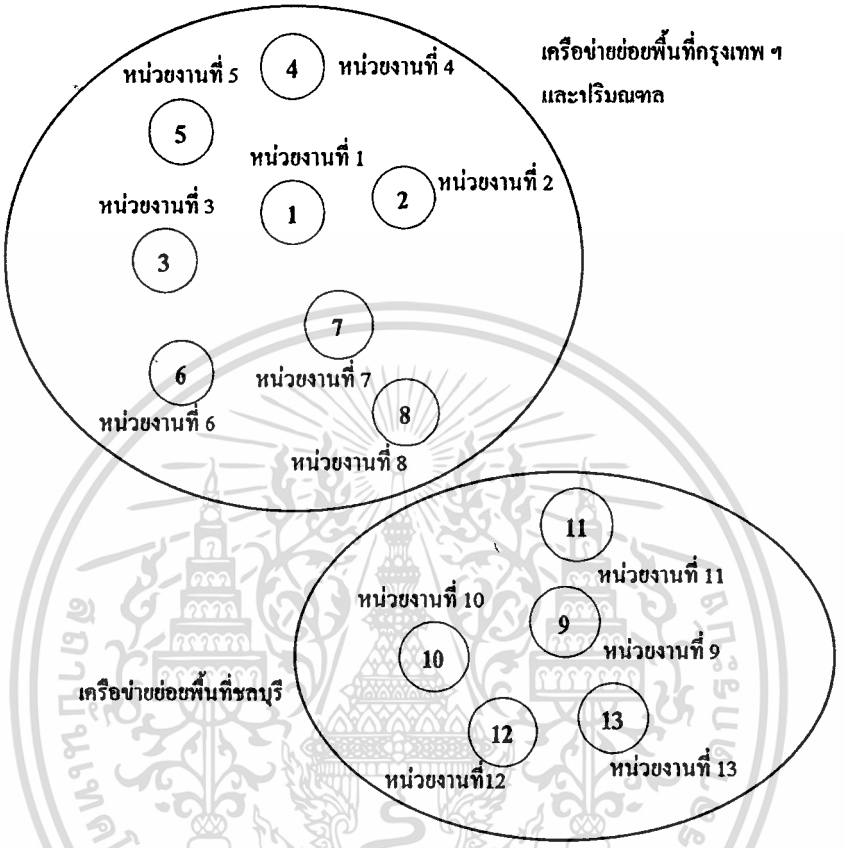
โหนด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	หน่วยงานที่
1	X	1	4	22	14	24	10	13	138	142	141	150	153	1
2	1	X	6	21	13	26	12	14	139	145	146	152	155	2
3	4	6	X	24	19	15	9	10	136	137	141	151	152	3
4	22	21	24	X	10	30	34	39	168	172	175	178	182	4
5	14	13	19	10	X	35	35	39	179	187	188	192	195	5
6	24	26	15	30	35	X	15	13	170	171	172	173	175	6
7	10	12	9	34	35	15	X	9	136	138	142	145	146	7
8	13	14	10	39	39	13	9	X	138	139	139	142	156	8
9	138	139	136	168	179	170	136	138	X	9	5	13	15	9
10	142	145	137	172	187	171	138	139	9	X	16	8	16	10
11	141	146	141	175	188	172	142	139	5	16	X	15	20	11
12	150	152	151	178	192	173	145	142	13	8	15	X	6	12
13	153	155	152	182	195	175	146	156	15	16	20	6	X	13

ก) กลุ่มเครือข่ายย่อยพื้นที่กรุงเทพ ฯ และปริมณฑล ประกอบด้วยโหนด 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 และ 8

ข) กลุ่มเครือข่ายย่อยพื้นที่ชลบุรี ประกอบด้วยโหนด 9 , 10 , 11 , 12 และ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 14



แสดงกลุ่มโหนดตามพื้นที่ภายในเครือข่ายย่อย

การกำหนดโหนดศูนย์กลาง ภายในเครือข่ายย่อย เป็นขบวนการคัดเลือกโหนดที่สมควรทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกลาง ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนด และระหว่างเครือข่ายย่อย นอกจากนั้น ให้ทำหน้าที่ควบคุมการใช้งานเครือข่าย

ดังนั้น ในการคัดเลือก ได้ใช้พื้นฐานวิเคราะห์ว่า ควรเป็นโหนดที่เป็นทางผ่านของข้อมูลจากโหนดอื่น ๆ มากที่สุด มีสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสม และมีขนาดองค์กรที่สามารถรองรับภาระหน้าที่นี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การหาตำแหน่งโหนดศูนย์กลาง

จะกำหนดค่า k = 3 ทั้งในพื้นที่กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล และ พื้นที่ชลบุรี เพื่อกระจายความแออัดของข้อมูลตามโหนดต่าง ๆ

ตารางที่ 4
แสดงความถี่แต่ละโหนด

พื้นที่	โหนด	โหนดที่อยู่ใกล้ที่สุด จำนวน 3 โหนด (รวมตัวเองด้วย)	ความถี่
กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล	1	1, 2, 3, 7	7
	2	2, 1, 3, 7	5
	3	3, 1, 2, 7	6
	4	4, 5, 2, 1	2
	5	5, 4, 2, 1	2
	6	6, 3, 7, 8	1
	7	7, 3, 8, 1	6
	8	8, 7, 3, 1	3
ชลบุรี	9	9, 10, 11, 12	5
	10	10, 9, 12, 11	5
	11	11, 9, 12, 10	3
	12	12, 10, 9, 13	5
	13	13, 12, 9, 10	2

เครือข่ายย่อยพื้นที่ กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล

ค่าเฉลี่ยความถี่ $(\bar{f})$ $= \frac{7 + 5 + 6 + 2 + 2 + 1 + 6 + 3}{8}$

$= 4$

F $= 4 + 1 = 5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้น โหนดศูนย์กลาง ได้แก่ โหนดที่มีความถี่มากกว่า หรือ เท่ากับ 5 คือ โหนด 1 , 2 , 3 และ 7

เครือข่ายย่อยพื้นที่ชลบุรี

$$\bar{f} = \frac{5 + 5 + 3 + 5 + 2}{} = 4$$

$$F = 4 + 1 = 5$$

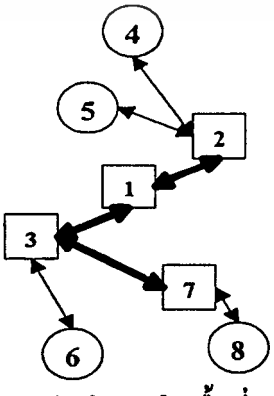
เพราะฉะนั้น โหนดศูนย์กลางได้แก่ โหนดที่มีความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 5 คือโหนด 9 ,10 และ 12

3.3.2 การเชื่อมโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลาง

ภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน จะทำการเชื่อมโหนดอื่น ๆ เข้ากับโหนดศูนย์กลางที่อยู่ใกล้โหนดนั้นมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น ภายในเครือข่ายย่อยพื้นที่กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล จะพบว่าโหนด 4 อยู่ห่างจากโหนดศูนย์กลาง 1 , 2 , 3 และ 7 เป็นระยะทาง 22 , 21 , 24 และ 34 กิโลเมตร ตามลำดับ ดังนั้น ตามหลักการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด จะต้องเชื่อมโหนด 4 เข้ากับโหนดศูนย์กลาง 2 เป็นต้น เมื่อพิจารณาตามนี้จะได้ผลลัพธ์ในขั้นแรก ดังแสดงในภาพที่ 15 และ 16

ในพื้นที่ กรุงเทพ ฯ และปริมณฑล

ภาพที่ 15

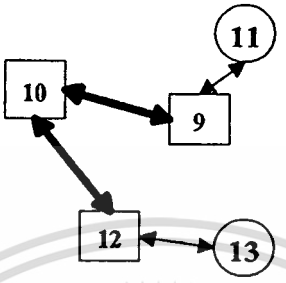


แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดในพื้นที่กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ชลบุรี

ภาพที่ 16



แสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดในพื้นที่ชลบุรี

ภายหลังจากที่เชื่อมโหนดอื่น ๆ กับโหนดศูนย์กลางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำการเชื่อมระหว่างโหนดศูนย์กลางภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน ภายใต้หลักการเลือกระยะทางที่สั้นที่สุดเช่นกัน ดังผลที่แสดงในภาพที่ 15 และ 16

ในขั้นตอนนี้ ถ้าหากมีโหนดใดมีจำนวนลิงค์มากกว่าค่า k (ในที่นี้ k = 3) จะต้องทำการตัดลิงค์ที่ยาวที่สุดออก และทำการเชื่อมโหนดที่ถูกตัดออก เข้ากับโหนดอื่น โดยเลือกเส้นทางที่สั้นเป็นลำดับถัดไป

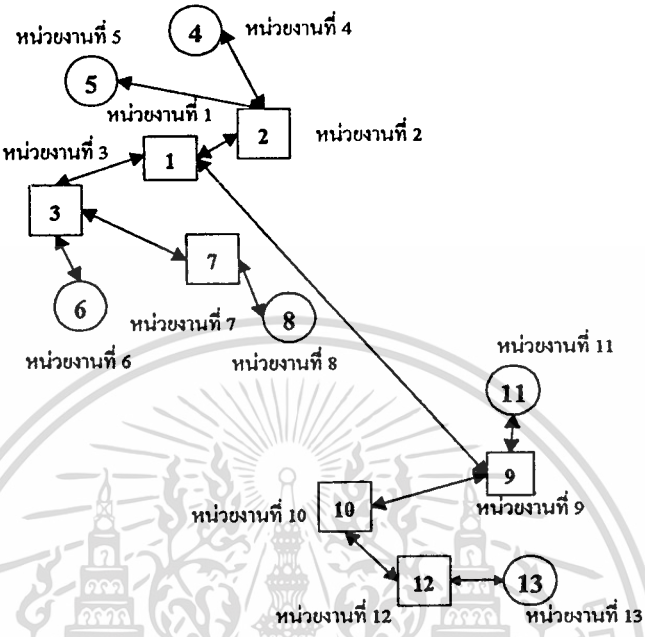
3.3.3 การเชื่อมเครือข่ายย่อยระหว่างโหนดศูนย์กลาง

ในขั้นตอนนี้ จะทำการเลือกโหนดศูนย์กลางที่จะทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมของแต่ละเครือข่ายย่อย ตามสภาพภูมิศาสตร์ ภาระหน้าที่ และขนาดของหน่วยงานของโหนดนั้น

ในที่นี้ จะให้โหนด 1 (หน่วยงานที่ 1) เป็นโหนดศูนย์รวมของเครือข่ายย่อย เขตพื้นที่กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล และให้โหนด 9 (หน่วยงานที่ 9) เป็นโหนดศูนย์รวมของเครือข่ายย่อยพื้นที่ชลบุรี เชื่อมเครือข่ายย่อยทั้งสองระหว่างโหนด 1 และโหนด 9 โดยต้องไม่ทำให้จำนวนลิงค์ของโหนดทั้ง สอง เกินค่า k ดังแสดงในภาพที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17



แสดงโครงข่ายกองทัพเรือที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การกำหนดค่าจำเพาะของเครือข่าย

4.1 บทนำ

การกำหนดค่าจำเพาะ (Specified Value) ของเครือข่าย ได้แก่ เนื้อที่เก็บพักข้อมูล หรือ Message Buffer ของแต่ละโหนด และความจุของตัวนำสัญญาณ หรือ Link Capacity โดยใช้ทฤษฎีของ Queueing Theory แสดงการวิเคราะห์ตามหลักสถิติ เพื่อหาสูตรในการกำหนดค่าจำเพาะดังกล่าว ได้มีการสมมติตัวเลขเพื่อใช้ในการคำนวณ แสดงผลเป็นกราฟของการเปลี่ยนแปลงของการกระจายของค่าจำเพาะดังกล่าว ซึ่งจากผลนี้ ผู้ออกแบบสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าจำเพาะที่ต้องการได้ตามข้อแม้ที่กำหนด

4.2 การกำหนดเนื้อที่เก็บพักข้อมูลภายในโหนด

เครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ ที่มี การส่งผ่านข้อมูลทีละโหนดบนเส้นทางเดินของข้อมูล จนกระทั่งถึงโหนดปลายทาง หรือโหนดผู้รับ ซึ่งบนมาตรฐานของ OSI (Open System Interconnection) เรียกว่า การส่งข้อมูล แบบไม่ต้องสร้างการเชื่อมต่อถึงปลายทาง (Connectionless Oriented Transmission) โดยอาศัยขบวนการส่งข้อมูลแบบแพกเก็ตสวิทชิ่ง (Packet Switching) ในศาสตร์ของการสื่อสารข้อมูลเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรียกเทคนิคนี้ว่า " Store - and - Forward Network "

เครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ จะส่งข้อมูลระหว่างหน่วยต่าง ๆ ในลักษณะของแพกเก็ตสวิทชิ่งดังกล่าว ดังนั้น จากโครงสร้าง เครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือที่งานวิจัยนี้ได้ออกแบบ จะทำให้เกิดหน่วยสื่อสาร หรือโหนดภายในเครือข่าย กำหนดได้เป็น 3 ประเภทตามสภาพการใช้งาน ดังนี้

ก. หน่วยสื่อสารต้นทางและปลายทาง (End - to - End Communication Unit) จะเป็นโหนดที่ทำหน้าที่เป็นโหนดผู้เริ่มต้นส่งข้อมูล (Source Node) หรือ เป็นโหนดผู้รับข้อมูลปลายทาง (Destination Node) ได้แก่ โหนด 4 , 5 , 6 , 8 , 11 และ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

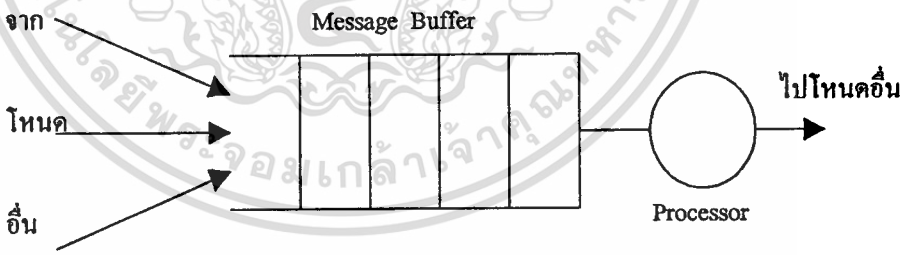
ข. หน่วยสื่อสารทางผ่านข้อมูล (Transit Communication Unit) จะเป็นโหนดที่ทำหน้าที่เป็นผู้เริ่มต้นส่งข้อมูล หรือโหนดผู้รับข้อมูลปลายทาง หรือเป็นโหนดส่งผ่านข้อมูลที่รับมาจากโหนดข้างเคียง ได้แก่ โหนด 2, 3, 7, 10 และ 12

ค. หน่วยสื่อสารศูนย์กลางของเครือข่าย (Concentrator Communication Unit) จะเป็นโหนดที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ หน่วยสื่อสารทางผ่านข้อมูลในข้อ ข. แต่จะมีหน้าที่เพิ่มมากขึ้นในฐานะเป็นโหนดศูนย์กลางของหน่วยอื่น ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายย่อยเดียวกัน โหนดนี้จะทำหน้าที่สำคัญในการเชื่อมต่อไปยัง หน่วยสื่อสารศูนย์กลางของเครือข่ายย่อยอื่น ๆ เรียกโหนดประเภทนี้ว่า Gateway ได้แก่ โหนด 1 และ 9

สิ่งสำคัญคือ การกำหนดเนื้อที่ในการเก็บพักข้อมูลชั่วคราว (Stored Message Buffer) ในแต่ละโหนดตามสภาพการใช้งานจริง ทั้งนี้เพื่อการแบ่งเนื้อที่ของหน่วยความจำ (Memory) ได้อย่างเหมาะสม

งานวิจัยนี้ได้อาศัยทฤษฎีด้าน Queueing Theory[5] มาออกแบบในส่วนนี้ โดยใช้โมเดล M/M/1 ดังแสดงในภาพที่ 18

ภาพที่ 18



แสดง M/M/1 Queueing Model ของโหนด

ลักษณะการมาถึงของข้อมูลที่โหนด จะเข้าสู่บัฟเฟอร์ของโหนดทีละข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลจะเป็นแบบ FCFS (First-Come-First-Serve)

ดังนั้น ตามหลักการของสถิติศาสตร์สามารถสมมติให้การมาถึงของข้อมูลที่โหนดใด ๆ มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปร แบบการแจกแจงพัวซอง (Poission Distribution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการประมวลผลข้อมูลที่โปรเซสเซอร์นั้น เมื่อผ่านการประมวลผลแล้ว ข้อมูลจะถูกส่งออกไป (Forward) ที่ช่องสัญญาณออก (Output Channel) ซึ่งอัตราการส่งข้อมูลออกจากโหนดใด ๆ มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) คือ ค่อย ๆ เพิ่มตามหน่วยเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น กำหนดให้

λ_i : เป็นอัตราการมาถึงของข้อมูลที่โหนด i มี หน่วยเป็น message/sec (i = 1 , 2 , ... ,13)

μ_i : เป็นอัตราการประมวลผลข้อมูลที่โหนด i มี หน่วยเป็น message/sec (i = 1 , 2 , ... ,13)

P_m : เป็นค่าความน่าจะเป็นที่แสดงว่า ณ เวลาใด ๆ มีข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์ของโหนดนั้น จำนวน m messages (m = 0 , 1 , 2 , ...)

ตามหลักการของ M/M/1 จะได้ภาพแสดงเหตุการณ์ของการเปลี่ยนแปลง ของจำนวนข้อมูลภายในบัฟเฟอร์ของโหนดใด ๆ ดังแสดงในภาพที่ 19

ภาพที่ 19

แสดง State-Transition-Rate-Diagram สำหรับโหนด i

จาก State-Transition-Rate-Diagram จะได้

อัตราการไหลออกจากสถานะ m = $\lambda_i P_m + \mu_i P_m$

และ อัตราการไหลเข้าสถานะ m = $\lambda_i P_{m-1} + \mu_i P_{m+1}$

ตามทฤษฎีของการสมดุลย์ เพื่อการรักษาให้สถานะ m คงอยู่ตลอดเวลา จะต้องได้

$$\lambda_i P_m + \mu_i P_m = \lambda_i P_{m-1} + \mu_i P_{m+1} \quad \text{เมื่อ } m > 0 \qquad (4.1)$$

และ $$\lambda_i P_0 = \mu_i P_1 \quad \text{เมื่อ } m = 0 \qquad (4.2)$$

จากสมการ (4.1) และ (4.2) เมื่อ m = 1, 2, 3, ...

จะได้ $$P_m = \rho_i^m P_0 \qquad (4.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ $\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}$ เป็น Utilization ของโหนด i เพื่อไม่ให้เกิดการล้นของข้อมูล (Overflow) ที่โหนด i ค่าของ ρ_i จะต้องน้อยกว่า หรือเท่ากับ 1 ($\rho_i \leq 1$)

ดังนั้น ในทำนองเดียวกัน ถ้ากำหนดให้ B_i เป็นขนาดของบัฟเฟอร์ของโหนด i ค่าความน่าจะเป็นที่จะมีข้อมูลในโหนดเท่ากับ B_i message ($i = 1, 2, \ldots, 13$) จะเป็น

$$P_{Bi} = \rho_i^{Bi} P_0 \tag{4.4}$$

ตามหลักสถิติศาสตร์ $\sum_{m=0}^{B_i} P_m = 1$ นั่นคือ

$$\sum_{m=0}^{B_i} \rho_i^m P_0 = 1$$

ดังนั้น

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{m=0}^{B_i} \rho_i^m}$$

$$P_0 = \frac{1 - \rho_i}{1 - \rho_i^{Bi+1}} \tag{4.5}$$

จาก (4.4) และ (4.5) ;

$$P_{Bi} = \frac{\rho_i^{Bi}(1 - \rho_i)}{1 - \rho_i^{Bi+1}} \tag{4.6}$$

ในที่นี้ P_{Bi} อีกนัยหนึ่งก็คือ Blocking Probability ของโหนด i

จากสมการ (4.6) หาค่า B_i ได้ดังนี้

$$P_{Bi}(1 - \rho_i^{Bi+1}) = (1 - \rho_i)\rho_i^{Bi}$$

$$P_{Bi}(1 - \rho_i^{Bi}\rho_i) = (1 - \rho_i)\rho_i^{Bi}$$

$$P_{Bi} - P_{Bi}\rho_i\rho_i^{Bi} = (1 - \rho_i)\rho_i^{Bi}$$

$$P_{Bi} = (1 - \rho_i)\rho_i^{Bi} + P_{Bi}\rho_i\rho_i^{Bi}$$

$$= \rho_i^{Bi}(P_{Bi}\rho_i + 1 - \rho_i)$$

$$\log P_{Bi} = Bi \log\rho_i + \log(P_{Bi}\rho_i + 1 - \rho_i)$$

ดังนั้น

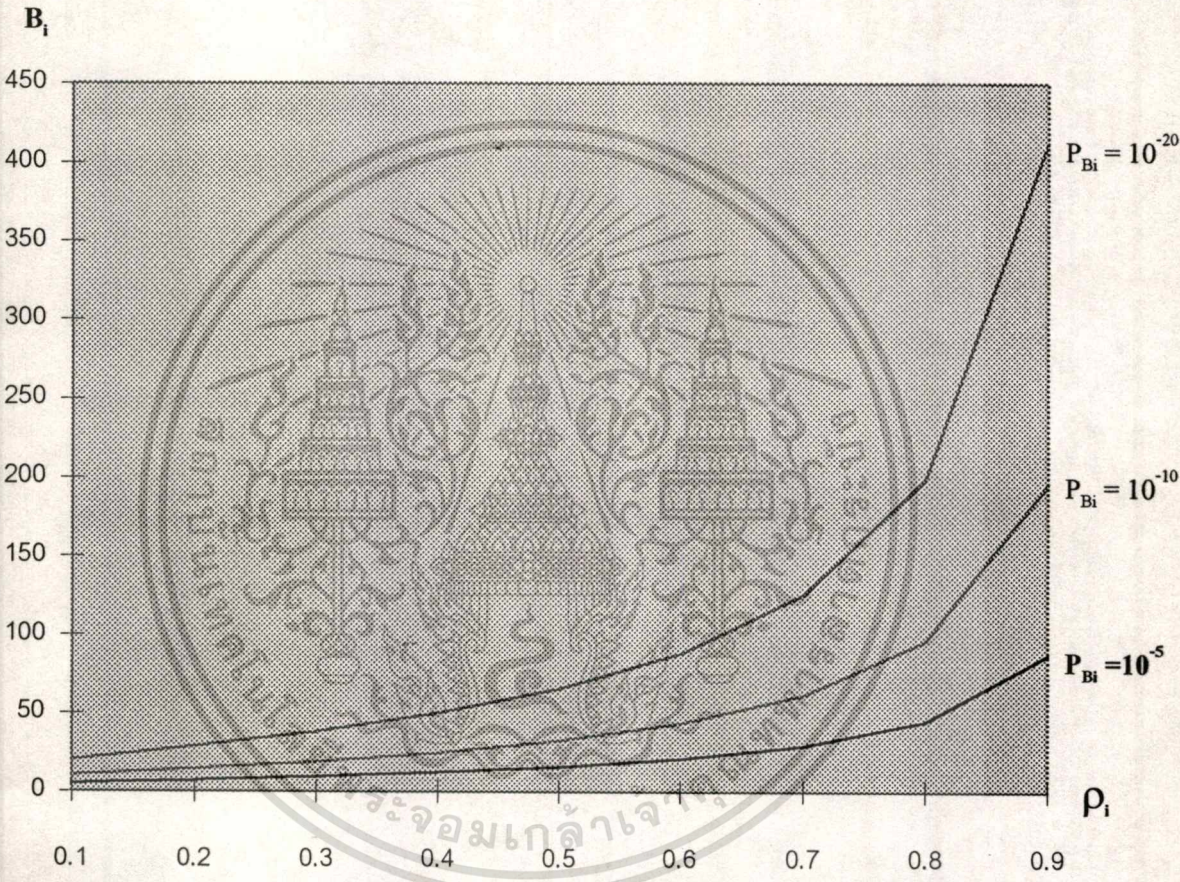
$$B_i = \frac{\log P_{Bi} - \log(P_{Bi}\rho_i + 1 - \rho_i)}{\log\rho_i} \tag{4.7}$$

($i = 1, 2, \ldots, 13$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 เป็นตัวอย่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง B_i กับ ρ_i เมื่อกำหนดให้ค่าของ P_{Bi} เป็น 10^{-20}, 10^{-10} และ 10^{-5} ตามลำดับ

ภาพที่ 20



แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง B_i กับ ρ_i

จากกราฟความสัมพันธ์นี้ แสดงให้เห็นว่า เมื่อต้องการให้อัตราการสูญหายของข้อมูลที่โหนด i มีค่าน้อยมาก (เช่น $P_{Bi} = 10^{-20}$) โหนด i จะต้องมีบัฟเฟอร์ค่ามาก ในทำนองเดียวกัน เมื่อต้องการให้อัตราการใช้งานโหนด i มีค่ามาก (คือ ρ_i มีค่ามาก) โหนด i ต้องมีบัฟเฟอร์มากด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ตัวอย่างการคำนวนบัฟเฟอร์

สมมติให้ ทุกโหนดมีอัตราการสร้างข้อมูลเริ่มต้นเป็น λ message/sec และแต่ละโหนดมีอัตราการประมวลผลข้อมูล μ message/sec

การหาค่าบัฟเฟอร์สูงสุดที่แต่ละโหนด ควรจะมีกำหนดได้ จากกรณีที่ข้อมูลทั้งหมดมีทิศทางการไหลภายในเครือข่ายย่อย จากโหนดเริ่มต้นเข้าสู่โหนดศูนย์กลาง

ดังนั้น จากโครงสร้างของเครือข่ายคอมพิวเตอร์กองทัพเรือที่ออกแบบไว้ในภาพที่ 17 จะได้อัตราการมาถึงของข้อมูลที่โหนด 1 และโหนด 9 มากที่สุด คือ 13λ

นั่นคือ $\lambda_1 = \lambda_9 = 13\lambda$

สำหรับโหนดที่เป็นหน่วยสื่อสารต้นทาง / ปลายทาง จะมี $\lambda_4 = \lambda_5 = \lambda_6 = \lambda_8 = \lambda_{11} = \lambda_{13} = \lambda$

สำหรับโหนดที่เป็นหน่วยสื่อสารทางผ่าน จะมี $\lambda_2 = 3\lambda$, $\lambda_3 = 4\lambda$, $\lambda_7 = 2\lambda$, $\lambda_{10} = 3\lambda$, $\lambda_{12} = 2\lambda$

เนื่องจาก $\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}$ $(i = 1, 2, \ldots, 13)$ เป็นอัตราการใช้งานของโหนด i

ดังนั้น โหนดศูนย์กลาง 1 และ 9 ซึ่งเป็น Gateway ของเครือข่ายย่อย จะมีอัตราการถูกใช้งานสูงกว่าโหนดอื่น ๆ จึงใช้เป็นเกณฑ์ของการกำหนดบัฟเฟอร์ให้กับโหนดอื่น ๆ

ในตัวอย่างการคำนวณนี้ จะกำหนดให้อัตราการใช้งานของโหนด 1 และ 9 เป็น 90 %

นั่นคือ $$\rho_1 = \rho_9 = 0.9 = \frac{13\lambda}{\mu}$$

ดังนั้น $$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{0.9}{13} = 0.069$$

เพราะฉะนั้น จากตัวอย่างการคำนวณในกราฟภาพที่ 20 จะได้ค่าบัฟเฟอร์ของโหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ ตามตารางที่ 5 เช่น สำหรับโหนด 1 เมื่อต้องการให้มีอัตราการใช้งาน $\rho_1 = 0.9$ หรือ 90 % และต้องการให้มีค่าความน่าจะเป็นของการสูญเสีย P_{Bi} เป็น 10^{-20} , 10^{-10} , 10^{-5} ตามลำดับ โหนด 1 จะต้องมีเนื้อที่เก็บพักข้อมูล (Message Buffer) อย่างน้อยเป็น 416 , 197 และ 88 หน่วยข้อมูล ตามลำดับ เป็นต้น

ตารางที่ 5
แสดงปริมาณเนื้อที่พักข้อมูลของแต่ละโหนด

โหนดที่	อัตราการใช้งาน (ρ)	ปริมาณเนื้อที่พักข้อมูล		
		$P_{Bi} = 10^{-20}$	$P_{Bi} = 10^{-10}$	$P_{Bi} = 10^{-5}$
1	0.9	416	197	88
2	0.208	30	15	8
3	0.277	36	18	9
4	0.069	18	9	5
5	0.069	18	9	5
6	0.069	18	9	5
7	0.139	24	12	6
8	0.069	18	9	5
9	0.9	416	197	88
10	0.208	30	15	8
11	0.069	18	9	5
12	0.139	24	12	6
13	0.069	18	9	5

4.3 การกำหนดความจุของสื่อนำสัญญาณ (Link Capacity Assignment)

ความจุของสื่อนำสัญญาณ (Link Capacity) หมายถึง ปริมาณข้อมูลที่ลิงค์ หรือสายนำสัญญาณ (Transmission Line) สามารถส่งหรือนำออกได้ต่อหน่วยเวลา กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วของลิงค์ (Link Speed) หรือความเร็วของการส่งข้อมูล (Data Transmission Speed) ของลิงค์นั่นเอง

โดยพื้นฐานของการส่งข้อมูลนั้น นอกจากความปลอดภัยในข้อมูลแล้ว ยังมีความต้องการให้ข้อมูลถึงผู้รับปลายทางโดยรวดเร็ว ดังนั้น นับจากส่งข้อมูลออกไปแล้ว เวลาที่ข้อมูลถูกส่งผ่านไปในลิงค์ต่าง ๆ บนเส้นทางเดิน จนกว่าจะถึงผู้รับปลายทาง ซึ่งเรียกว่า "delay time" นั้น ควรจะมีค่าน้อยและค่า delay time นี้ จะมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับความจุของตัวนำสัญญาณนี้โดยตรง

4.3.1 สูตรการคำนวณหา delay time

ในที่นี้ จะใช้ทฤษฎีของ Queueing System[5] เพื่อคำนวณหา delay time ที่เกิดขึ้นบนลิงค์ใด ๆ

กำหนดให้

h : เป็นจำนวนลิงค์ทั้งหมด

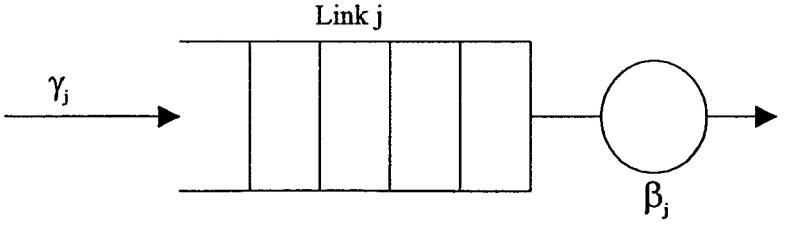
P_b : เป็นค่าความน่าจะเป็นที่แสดงว่า ณ เวลาใด ๆ มีข้อมูลอยู่ในระหว่างการส่งบนลิงค์ จำนวน b message (k = 0 , 1 , 2 , ...)

γ_j : เป็นอัตราการมาถึงของข้อมูลทั้งหมด ที่ลิงค์เลขที่ j มีหน่วยเป็น message / sec (j = 1 , 2 , ... , n)

β_j : เป็นความจุของลิงค์เลขที่ j หน่วย message / sec (j =1 , 2 , ... , n)

ดังนั้น เมื่อใช้โมเด็ล M/M/1 เช่นเดียวกับกรณีการกำหนดหาเนื้อที่เก็บพักข้อมูล (Message Buffer) ที่กล่าวมาในข้อ 4.2 โดยให้โมเดลของการส่งผ่านข้อมูลในลิงค์ j เป็นลักษณะการส่งข้อมูลต่อเนื่องแบบเข้าแถวรอ M/M/1 ดังแสดงในภาพที่ 21

ภาพที่ 21



แสดง M/M/1 Queueing Model ของลิงค์ j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสมมติให้ γ_j เป็นตัวแปรมีการแจกแจงแบบ Poisson Distribution และ β_j เป็นตัวแปร มีการแจกแจงแบบ exponential distribution ด้วยขบวนการคำนวณทำนองเดียวกันสมการ (4.3) จะได้

$$P_b = \left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^b P_0 \qquad (4.8)$$

P_0 : คือค่าความน่าจะเป็นที่แสดงว่าไม่มีข้อมูลในลิงค์ j

จากสมการ (4.8) ทำการหาผลรวมของความน่าจะเป็นทั้งหมดได้

$$\sum_{b=0}^{\infty} P_b = \sum_{b=0}^{\infty} \left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^b P_0 = 1$$

ดังนั้น

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{b=0}^{\infty} \left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^b}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}}}$$

$$= \frac{\beta_j - \gamma_j}{\beta_j}$$

$$= 1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}$$

นั่นคือ

$$P_b = \left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)\left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^b \qquad (4.9)$$

จากสมการ (4.9) หาค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อมูลภายในลิงค์ j คือ

$$\sum_{b=0}^{\infty} bP_b = \sum_{b=0}^{\infty} b\left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)\left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^b$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right) \sum_{b=0}^{\infty} b \left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^b$$

$$= \left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right) \frac{\left(\frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)}{\left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)^2}$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ลิงค์ j $= \dfrac{\frac{\gamma_j}{\beta_j}}{\left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)}$ (4.10)

กำหนดให้

t_j : เป็นเวลาที่ข้อมูลใด ๆ ต้องเสียไปในการถูกส่งผ่านลิงค์เลขที่ j หรืออีกนัยหนึ่งคือ ค่าเฉลี่ยของ Delay time ของข้อมูลเมื่อผ่านลิงค์ j

เมื่ออัตราการมาถึงของข้อมูลที่ลิงค์ j เป็น γ_j ดังนั้น ในช่วงเวลา t_j จะมีข้อมูลมาถึงลิงค์ j ตามทฤษฎีของ "Little's result" เป็น $\gamma_j t_j$

นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ลิงค์ j ในสมการ (4.10) จะมีค่าเท่ากับ $\gamma_j t_j$ ด้วย

เพราะฉะนั้น

$$\gamma_j t_j = \frac{\frac{\gamma_j}{\beta_j}}{\left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)}$$

สุดท้ายจะได้ $$t_j = \frac{1}{\beta_j \left(1 - \frac{\gamma_j}{\beta_j}\right)}$$

$$\boxed{t_j = \frac{1}{\beta_j - \gamma_j}} \quad (4.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

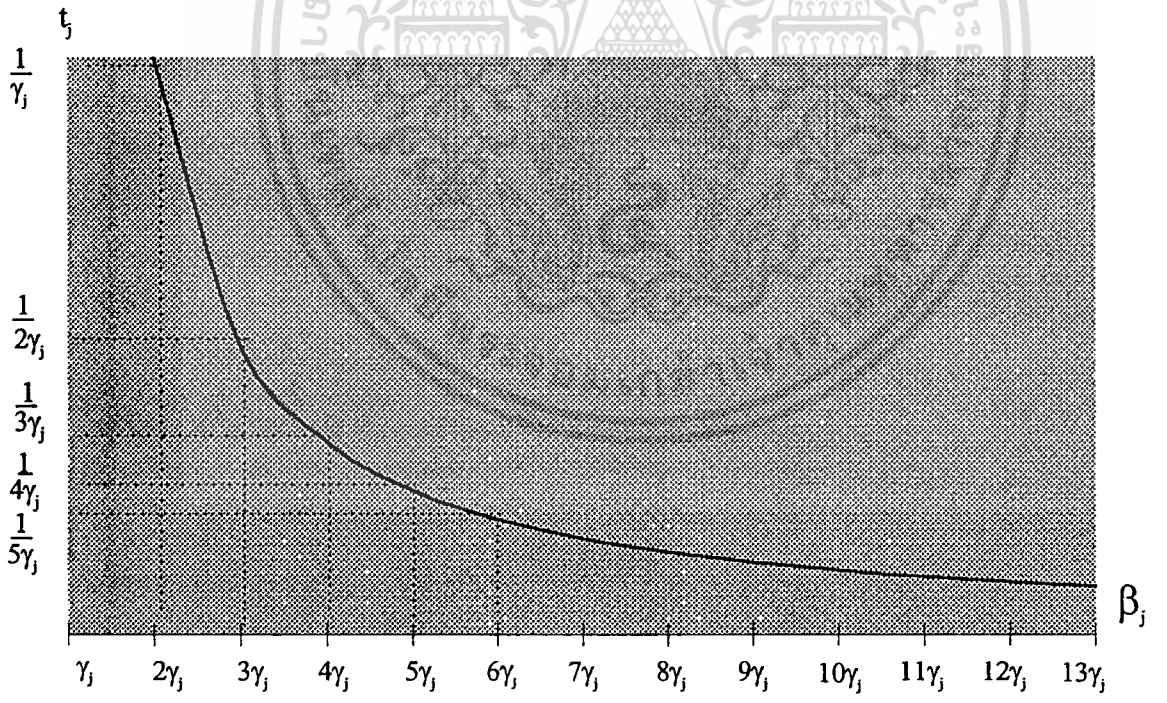
ในการกำหนดค่าความจุของลิงค์ j หรือ β_j นั้น จะต้องคำนึงถึงความเสถียรภาพของการถ่ายเทข้อมูลในลิงค์ j จะต้องไม่ให้เกิดปัญหา message overflow นั่นคือ อัตราการไหลออกของข้อมูลจากลิงค์ j คือ β_j ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราการมาถึงของข้อมูลที่ลิงค์ j คือ γ_j ดังนั้น

$$\frac{\gamma_j}{\beta_j} \leq 1$$

หรือ $$\beta_j \geq \gamma_j \qquad (4.12)$$

จากสมการ (4.11) และ (4.12) ทำการพล็อทกราฟ ดูความสัมพันธ์ของ t_j และ β_j ได้ดังภาพที่ 22

ภาพที่ 22



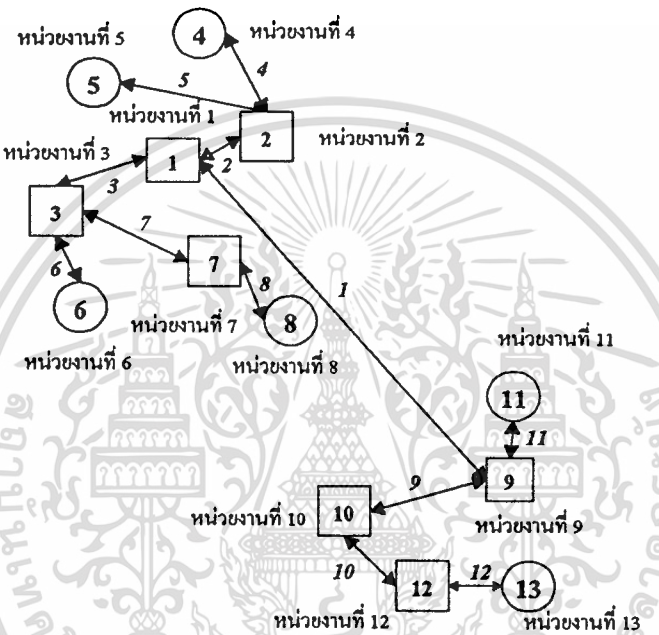
แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t_j และค่า β_j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ตัวอย่างการคำนวณหาความจุของลิงค์ในเครือข่ายกองทัพเรือ

จากโครงสร้างของเครือข่ายกองทัพเรือที่ออกแบบได้ในภาพที่ 23 มีสายนำสัญญาณทั้งหมด 12 ลิงค์

ภาพที่ 23



แสดงการกำหนดเลขที่ของลิงค์ของโครงข่ายกองทัพเรือ

กำหนดให้ลำดับของเลขที่ลิงค์ ดังแสดงในภาพที่ 23 ดังต่อไปนี้

ลิงค์ระหว่างโหนด 1 และ 9 เป็นลิงค์เลขที่ 1
ลิงค์ระหว่างโหนด 1 และ 2 เป็นลิงค์เลขที่ 2
ลิงค์ระหว่างโหนด 1 และ 3 เป็นลิงค์เลขที่ 3
ลิงค์ระหว่างโหนด 2 และ 4 เป็นลิงค์เลขที่ 4
ลิงค์ระหว่างโหนด 2 และ 5 เป็นลิงค์เลขที่ 5
ลิงค์ระหว่างโหนด 3 และ 6 เป็นลิงค์เลขที่ 6
ลิงค์ระหว่างโหนด 3 และ 7 เป็นลิงค์เลขที่ 7
ลิงค์ระหว่างโหนด 7 และ 8 เป็นลิงค์เลขที่ 8
ลิงค์ระหว่างโหนด 9 และ 10 เป็นลิงค์เลขที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิงค์ระหว่างโหนด 10 และ 12 เป็นลิงค์เลขที่ 10
ลิงค์ระหว่างโหนด 9 และ 11 เป็นลิงค์เลขที่ 11
ลิงค์ระหว่างโหนด 12 และ 13 เป็นลิงค์เลขที่ 12

ดังนั้นในที่นี้มี a = 12 เป็นจำนวนลิงค์ทั้งหมดในเครือข่าย

ถ้าสมมุติให้ทุก ๆ โหนด มีอัตราการสร้างข้อมูลเริ่มต้นเป็น λ message / sec และส่งไปยังโหนดอื่น ๆ ทั้ง 12 โหนด ในปริมาณเท่ากันทุกโหนด เมื่อเป็นเช่นนี้เหมือนกันทุกโหนดจะเป็นสภาพการใช้งานเครือข่าย ที่มีการส่งข้อมูลแออัดมากที่สุด

ดังนั้น การคำนวณหาความจุของแต่ละลิงค์ ภายใต้สมมุติฐานของการส่งข้อมูลข้างต้น ค่าความจุที่ได้จะเป็นค่าต่ำสุดที่แต่ละลิงค์ควรจะมี เพื่อหลีกปัญหา message overflow ของลิงค์นั้น ๆ

จากภาพที่ 23 พิจารณาทุกทิศทางไหลของข้อมูลจากโหนดต้นทางไปโหนดปลายทางทุก ๆ คู่ แล้วหาผลรวมของอัตราการมาถึงของข้อมูลในลิงค์ต่าง ๆ จะได้ดังนี้

ลิงค์เลขที่ 1 : $\gamma_1 = 6.66\lambda$
ลิงค์เลขที่ 2 : $\gamma_2 = 5\lambda$
ลิงค์เลขที่ 3 : $\gamma_3 = 6\lambda$
ลิงค์เลขที่ 4 : $\gamma_4 = 2\lambda$
ลิงค์เลขที่ 5 : $\gamma_5 = 2\lambda$
ลิงค์เลขที่ 6 : $\gamma_6 = 2\lambda$
ลิงค์เลขที่ 7 : $\gamma_7 = 3.66\lambda$
ลิงค์เลขที่ 8 : $\gamma_8 = 2\lambda$
ลิงค์เลขที่ 9 : $\gamma_9 = 5.25\lambda$
ลิงค์เลขที่ 10 : $\gamma_{10} = 3.75\lambda$
ลิงค์เลขที่ 11 : $\gamma_{11} = 2\lambda$
ลิงค์เลขที่ 12 : $\gamma_{12} = 2\lambda$

เมื่อผู้ออกแบบต้องการให้ delay time บนลิงค์ใด ๆ มีค่าเท่าไร จะกำหนดค่าความจุของลิงค์ ได้จากกราฟในภาพที่ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการให้ $t_j \leq \frac{1}{\gamma_j}$ $(j = 1, 2, \ldots, 12)$
จากกราฟความสัมพันธ์ในภาพที่ 22 ต้องได้ค่า $\beta_j \geq 2\gamma_j$

ดังนั้น เมื่อกำหนดข้อแม้ดังกล่าวข้างต้น สำหรับเครือข่ายกองทัพเรือตามตัวอย่างนี้ จะต้องกำหนดค่าความจุของลิงค์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

และถ้ากำหนดให้ λ = 50 message / sec (msg / s) ความจุของแต่ละลิงค์ในที่นี้ จะปรากฏดังแสดงในตารางที่6

นอกจากนี้ ถ้ากำหนดให้ L เป็นความยาวเฉลี่ยข้อมูล 1 message ในหน่วยบิต จะได้ความจุของลิงค์ในหน่วยบิต / วินาที หรือ BPS ดังนี้

ความจุของลิงค์ j	=	$\beta_j * L$	BPS	(4.13)

ตารางที่ 6

แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าความจุของลิงค์ของเครือข่ายกองทัพเรือ

ลิงค์ที่	ความจุ	ค่าความจุ	ตัวอย่างค่าความจุเมื่อ λ = 50 msg / s	ตัวอย่างค่าความจุเมื่อ L = 200 บิต
1	β_1	$\geq$ 2 x 6.66 λ	$\geq$ 666 msg / s	$\geq$ 133.2 KBPS
2	β_2	$\geq$ 2 x 5 λ	$\geq$ 500 msg / s	$\geq$ 100 KBPS
3	β_3	$\geq$ 2 x 6 λ	$\geq$ 600 msg / s	$\geq$ 120 KBPS
4	β_4	$\geq$ 2 x 2 λ	$\geq$ 200 msg / s	$\geq$ 40 KBPS
5	β_5	$\geq$ 2 x 2 λ	$\geq$ 200 msg / s	$\geq$ 40 KBPS
6	β_6	$\geq$ 2 x 2 λ	$\geq$ 200 msg / s	$\geq$ 40 KBPS
7	β_7	$\geq$ 2 x 3.66 λ	$\geq$ 366 msg / s	$\geq$ 73.2 KBPS
8	β_8	$\geq$ 2 x 2 λ	$\geq$ 200 msg / s	$\geq$ 40 KBPS
9	β_9	$\geq$ 2 x 5.25 λ	$\geq$ 525 msg / s	$\geq$ 105 KBPS
10	β_{10}	$\geq$ 2 x 3.75 λ	$\geq$ 375 msg / s	$\geq$ 75 KBPS
11	β_{11}	$\geq$ 2 x 2 λ	$\geq$ 200 msg / s	$\geq$ 40 KBPS
12	β_{12}	$\geq$ 2 x 2 λ	$\geq$ 200 msg / s	$\geq$ 40 KBPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น L = 200 บิต , λ = 50 m/s ความจุของแต่ละลิงค์ใน หน่วย BPS จะได้ค่าต่ำสุด ดังแสดงในช่วงสุดท้ายของตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 บทนำ

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอผลงานวิจัยในการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับกองทัพเรือ โดยการออกแบบโครงสร้างเพื่อปรับปรุงเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Wide Area Network) แบบระบบกระจายรวมศูนย์ (Concentrator Oriented Distributed System) โดยใช้หลักการวิเคราะห์โครงสร้างทางสถิติ (Statistical Topology Analysis) เพื่อหารูปแบบโครงสร้างการเชื่อมต่อที่เหมาะสม (Optimal Network Topology) ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ โดยพิจารณาจากระยะทางที่เป็นจริงระหว่างหน่วยงาน เป็นพารามิเตอร์ในการกำหนดความถี่ของปริมาณข้อมูลที่สื่อสารกันระหว่างหน่วยงานทั้งสองนั้น และอาศัยหลักการวิเคราะห์นี้เพื่อกำหนดหน่วยงานที่จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง (Central Unit) ของการสื่อสารข้อมูลภายในเครือข่าย ภายหลังจากกำหนดหน่วยสื่อสารศูนย์กลาง (Concentrator) ได้แล้ว จะทำการเชื่อมต่อหน่วยสื่อสารที่เหลือเข้ากับหน่วยสื่อสารศูนย์กลางพร้อมกับเชื่อมต่อหน่วยสื่อสารศูนย์กลางด้วยขบวนการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path Algorithm)

นอกจากนี้ ผลงานวิจัยได้เสนอการวิเคราะห์การกำหนดค่าจำเพาะ (Specified Vlued) ของเครือข่าย ได้แก่ เนื้อที่การเก็บพักข้อมูล (Message Buffer) ภายในแต่ละหน่วยสื่อสารหรือโหนด ไปตามสภาพความแออัดของการไหลของข้อมูลผ่านโหนดนั้น ๆ ซึ่งสามารถกำหนดค่าที่เหมาะสมได้ตามสภาพการใช้งานที่ต้องการ และความจุของตัวนำสัญญาณ (Link Capacity) ที่สามารถรองรับปริมาณข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละโหนดที่มากที่สุด โดยใช้ทฤษฎีของ Queueing Theory แสดงการวิเคราะห์ตามหลักสถิติ

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาการพัฒนาการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกองทัพเรือ โดยมีรูปแบบโครงสร้างการเชื่อมต่อที่เหมาะสมระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ สามารถติดตั้งอุปกรณ์ที่มีขีดความสามารถตามขนาดปริมาณงาน ซึ่งสามารถทำให้ไม่เกิดความแออัดของข้อมูลในสายนำสัญญาณระหว่างการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ การออกแบบรูปแบบโครงสร้างที่เหมาะสม จะทำให้ประหยัดการใช้งบประมาณในการติดตั้ง

5.3 การนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น

นำไปพัฒนาโครงข่ายรูปแบบอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน

5.4 แนวทางในการทำวิจัยต่อ

เนื่องด้วยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโครงสร้างเครือข่ายเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพ ฯ / ปริมณฑล และพื้นที่ชลบุรี ดังนั้น ถ้าออกแบบโครงสร้างเครือข่ายให้ครบทุกพื้นที่ของกองทัพเรือ ก็จะได้รูปแบบโครงสร้างที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. A.S. Tanenbaum. Computer Networks. Prentice-Hall International Inc. ,1996
2. Vijay Ahuja. Design and Analysis of Computer Communication Networks. McGraw-Hill Book Company, 1985.
3. รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์ , ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์ และ ฟองแก้ว แก้วยองผาง " การออกแบบและการวิเคราะห์ทางสถาปัตยกรรมของเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์". วิศวสารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 เมษายน 2540 หน้า 59 - 66.
4. ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์, " วิทยานิพนธ์ เรื่องการออกแบบและวิเคราะห์ทางสถาปัตยกรรมของเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ด้วยระบบซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ ", ภาควิชาวิศวกรรมอิเลกทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539.
5. L. Kleinrock . Queueing System Volumn I: Computer Application. John Wiley ", New York,1976.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลกอริทึม

หลักการแบ่งโหนดออกเป็นกลุ่มเครือข่ายย่อย

โดยใช้วิธี ฮิวริสติก (Heuristic) ซึ่งพิจารณาจากสภาพความเหมาะสมคือ

พิจารณาจากระยะทางระหว่างโหนดในเครือข่ายย่อยเดียวกัน ไม่ควรไกลเกินไป ประกอบกับ การกำหนดขีดจำกัดของจำนวนโหนดในแต่ละเครือข่ายย่อย เพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดของการสื่อสารข้อมูลในแต่ละเครือข่ายย่อย

หลักการกำหนดจำนวนโหนดที่อยู่ใกล้ที่สุดของแต่ละโหนดในเครือข่ายย่อย (k)

กำหนดให้พิจารณาได้ 2 กรณี คือ

1. พิจารณาจากระยะทางระหว่างโหนดที่เหมาะสม กับอุปกรณ์การใช้สื่อตัวนำ และสถานที่ตั้งหน่วยงาน
2. พิจารณาจากปริมาณความถี่ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนด

การกำหนดจำนวนโหนดที่อยู่ใกล้ที่สุด ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบโครงสร้าง และการกำหนดจำนวนโหนด ฯ ที่ต่างจำนวนกัน จะทำให้เกิดรูปแบบโครงสร้างที่แตกต่างกันด้วย

หลักการหาระยะทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path Distance)

งานวิจัยนี้ กำหนดให้ ระยะทางระหว่างโหนดคู่ใด ๆ คือความห่างระหว่างโหนดทั้งสองทางกายภาพ

กำหนดให้ e เป็นจำนวนโหนดทั้งหมดในเครือข่าย

w เป็นจำนวนลิงค์สูงสุดที่ต้องการเชื่อมต่อกับโหนด

d เป็น array ระยะทางระหว่างโหนด มีจำนวนเท่ากับ e - 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temp เป็นตัวแปรเก็บค่าชั่วคราว

f เป็นตัวแปรตรวจนับจำนวนระบบในการทำงาน

g เป็นตัวแปรชี้ตำแหน่งข้อมูลใน array

d (g) เป็นค่าของข้อมูลที่ตำแหน่ง g

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> กำหนดให้ f = 1

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ถ้า f $\leq$ e - 1

2.1 กำหนดให้ g = 1

2.2 ถ้า g $\leq$ e - 2

- กำหนดค่าให้ temp = d (g)
- กำหนดค่าให้ d(g) = d (g + 1)
- กำหนดค่าให้ d (g + 1) = temp

2.3 ถ้าไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ให้ทำข้อ 2.5

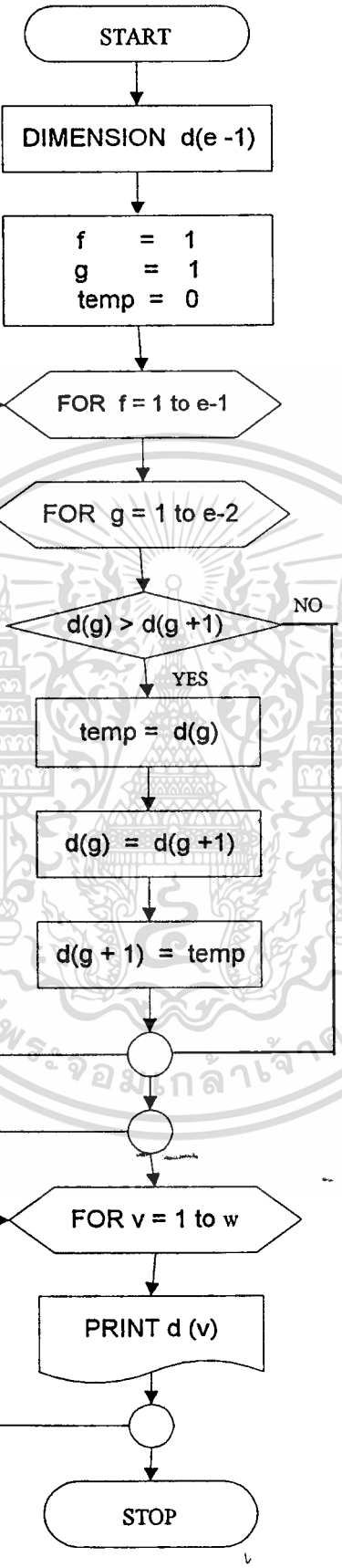
2.4 g = g + 1 กลับไปทำข้อ 2.2

2.5 f = f + 1 กลับไปทำข้อ 2

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> จบการทำงาน

ตามผังลำดับการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาความจุของลิงค์ในเครือข่าย

กำหนดให้

: จำนวนโหนดทั้งหมดในเครือข่าย = c โหนด

: ทุกโหนดมีอัตราการสร้างข้อมูล = λ message / sec

: แต่ละโหนดมีการส่งข้อมูลไปยังโหนดอื่น ๆ c - 1 โหนด ในปริมาณที่เท่ากันทุกโหนด

$$= \frac{\lambda}{c - 1} \text{ message / sec}$$

เพราะ เมื่อเป็นเช่นนี้เหมือนกันทุกโหนด จะเป็นสภาพการใช้งานเครือข่าย ที่มีการส่งข้อมูลแออัดมากที่สุด

: ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ผ่านแต่ละลิงค์ = γ_j

$$\gamma_j = \sum_{X=1}^{C} \sum_{Y=1}^{C} W_{xy}$$

c : จำนวนโหนดภายในเครือข่าย

γ_j : ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ผ่านลิงค์เลขที่ j

W_{XY} : ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ส่งจากโหนดเริ่มต้น x ไปยังโหนดปลายทาง y (x = 1 , 2 , ... ,c) (y = 1 , 2 , ... , c)

R_{XY} : เส้นทางการส่งผ่านข้อมูลจากโหนดเริ่มต้น x ไปยังโหนดปลายทาง y

ซึ่งเป็นการหาผลรวมของค่าเฉลี่ยข้อมูลทั้งหมด ที่ส่งจากโหนดเริ่มต้น x (x = 1 , 2 , ...,c) ไปยังโหนดปลายทาง y (y = 1 , 2 , ... , c) ผ่านลิงค์เลขที่ j (j = 1, 2 , ... , a) ซึ่งลิงค์เลขที่ j ต้องอยู่บนเส้นทางข้อมูล R_{XY}

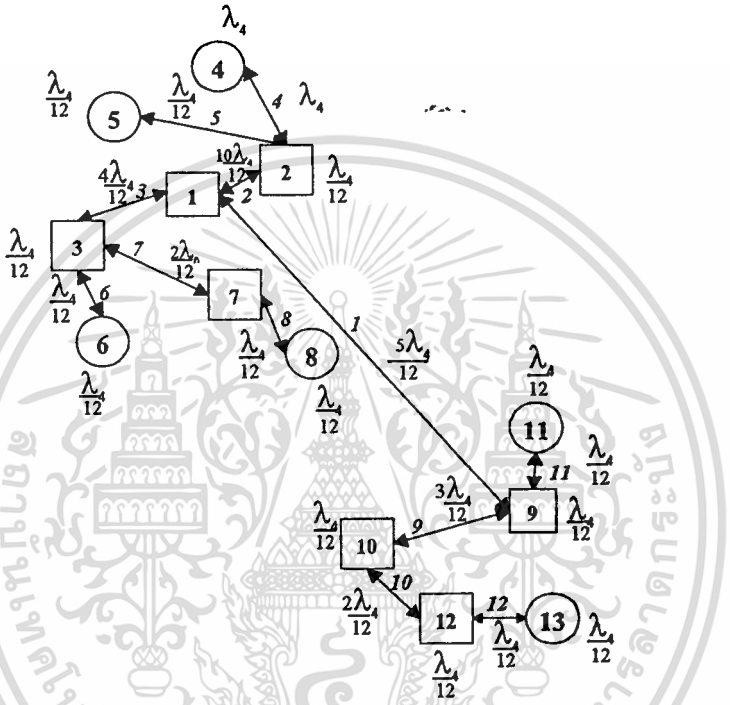
ดังนั้น การคำนวณหาความจุของแต่ละลิงค์ ภายใต้สมมุติฐานของการส่งข้อมูลข้างต้น ค่าความจุที่ได้จะเป็นค่าต่ำสุดที่แต่ละลิงค์ควรจะมี เพื่อหลีกปัญหา message overflow ของลิงค์นั้น ๆ

จากโครงสร้างของเครือข่ายกองทัพเรือที่ออกแบบได้ในภาพที่ 24 มีสายนำสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด 12 ลิงค์ เมื่อพิจารณาทุกทิศทางไหลของข้อมูลจากโหนดต้นทางไปโหนดปลายทางทุก ๆ คู่ แล้วหาผลรวมของอัตราการมาถึงของข้อมูลในลิงค์ต่าง ๆ ตามภาพที่ 25 จะได้ดังนี้

ภาพที่ 24



แสดงการไหลของข้อมูลจากโหนดที่ 4 ไปยังโหนดอื่น ๆ

โหนดที่ 4 มีอัตราการสร้างข้อมูลเริ่มต้น $= \lambda = \lambda_c$

และส่งข้อมูลไปยังโหนดอื่น ๆทั้ง 12 โหนด ในปริมาณเท่ากันทุกโหนด $= \frac{\lambda_4}{12}$

ดังนั้น ลิงค์ระหว่างโหนด 4 ไป 2 มีค่าความจุ $= \frac{\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 2 ไป 5 มีค่าความจุ $= \frac{\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 2 ไป 1 มีค่าความจุ $= \frac{10\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 1 ไป 3 มีค่าความจุ $= \frac{4\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 3 ไป 6 มีค่าความจุ $= \frac{\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 3 ไป 7 มีค่าความจุ $= \frac{2\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 7 ไป 8 มีค่าความจุ $= \frac{\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 1 ไป 9 มีค่าความจุ $= \frac{5\lambda_4}{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

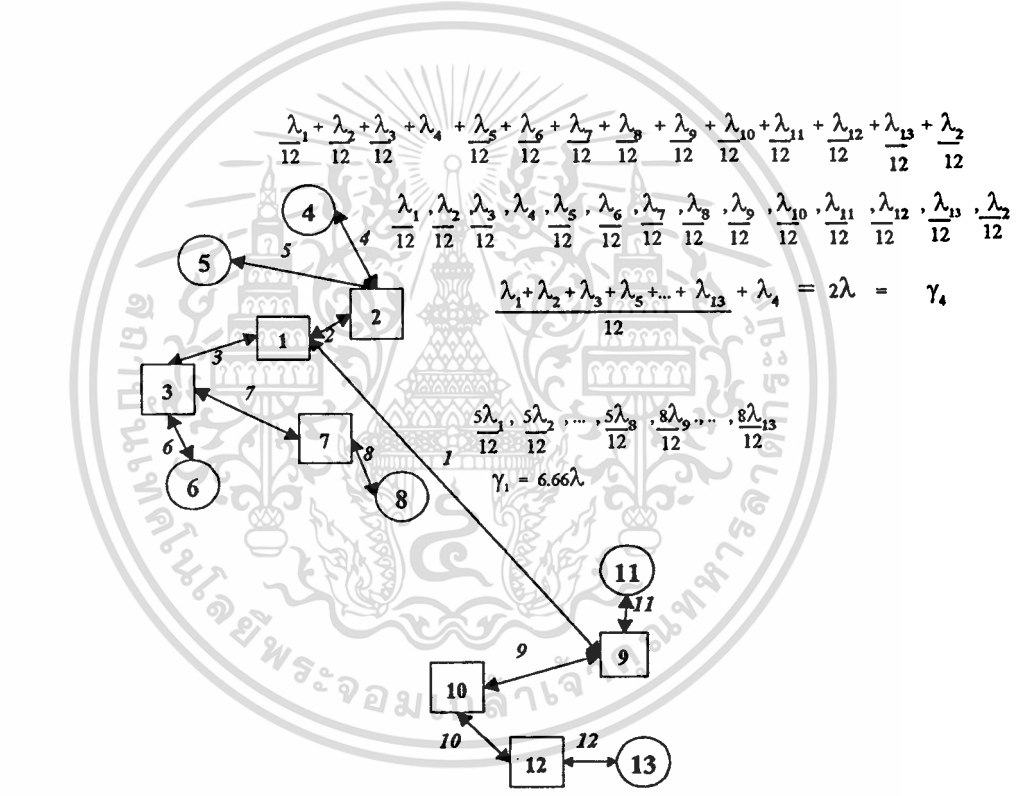
ลิงค์ระหว่างโหนด 9 ไป 10 มีค่าความจุ = $\frac{3\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 9 ไป 11 มีค่าความจุ = $\frac{\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 10 ไป 12 มีค่าความจุ = $\frac{2\lambda_4}{12}$

ลิงค์ระหว่างโหนด 12 ไป 13 มีค่าความจุ = $\frac{\lambda_4}{12}$

ภาพที่ 25



แสดงการหาความจุของลิงค์ของโครงข่ายกองทัพเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นาวาเอกหญิง วรรณาภา พรหมภิบาล
สถานที่เกิด	จังหวัด กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติ
สถานที่สำเร็จการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2521
ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	การออกแบบโทโปโลยีสำหรับเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ วารสารสารสนเทศลาดกระบัง ฉบับพิเศษ ปี พ.ศ. 2541
อาชีพปัจจุบัน	รับราชการตำแหน่ง หัวหน้าแผนกกรรมวิธีข้อมูล กองการจำลองยุทธ์ ศูนย์ศึกษายุทธศาสตร์ทหารเรือ สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้