ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

ZERO CONFIGURATION NETWORK

โดย

เสกสรรค์ ศักดิ์ดุลยธรรม

SEKSAN SAKDULYATHAM

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จันทร์บูรณ์ สลิตวิริยวงศ์

H003281

วัน เดือน ปี 22 พ.ค. 2550
เลขทะเบียน 03281
เลขเรียกหนังสือ วพ. ส8885 2549
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

b11769164
i1292481l

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา วิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZERO CONFIGURATION NETWORK

SEKSAN SAKDULYATHAM

A SPECIAL STUDY PROJECT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1/ 2006

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2006

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า
นักศึกษา	นายเสกสรรค์ ศักดิ์ดุลยธรรม
รหัสนักศึกษา	47066408
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	1/2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์

บทคัดย่อ

โครงการกรณีศึกษาพิเศษฉบับนี้เสนอวิธีการสร้าง Zero Configuration Network ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายที่สร้างความสะดวกสบายในการเข้าใช้งานในระบบเครือข่าย ซึ่งทำให้การเข้าใช้งานในเครือข่ายนั้นง่ายดาย คือแทบไม่ต้องทำอะไรกับเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาในระบบเลย แต่ก็แลกมาด้วยภาระการทำงานที่หนักของเครื่องแม่ข่าย ซึ่งบางครั้งภาระนั้นหนักมากจนไม่สามารถให้บริการต่อไปได้ จึงมีการคิดค้นหาทางที่จะทำให้ระบบ Zero Configuration Network ยังสามารถทำงานต่อได้โดยภาระของเครื่องแม่ข่ายลดลง โดยเทคนิคที่มีอยู่แล้วนำมาประยุกต์ทำงานร่วมกันให้เกิดเป็นเครือข่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Zero Configuration Networking
Student	Mr. Seksan Sakdulyatham
Student ID.	47066408
Degree	Master of Science
Programme	Information Technology Management
Academic Year	1/2006
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Janboon Sathidviriyavong

ABSTRACT

This project proposes a channel of using Zero Configuration Network is network system that to make convenience for usability, cause that operation is easily. It means not to do something with clients that to enter in the system but it is changed by hard operation of server. Sometime, the operation is too hard until can not serve later then to search for Zero Configuration Network system can till go on working by task of server become lower.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการกรณีศึกษาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

I would like to express my deeply many thanks to Assoc. Prof. Dr. Janboon Sathidviriyavong for all advises and very good support me concerning about my paper and thesis.

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิทยาการสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิทยาการสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เสกสรรค์ ศักดิ์ดุลยธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....V

สารบัญรูป.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....1

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน.....2

1.6 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.7 ขั้นตอนการศึกษา.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย และระบบโอเอฟดีเอ็ม.....4

2.1 เทคนิคระบบเครือข่ายทั่วไป.....4

2.1.1 การตั้งค่าของเครื่องลูกข่ายแบบระบุค่า.....4

2.1.2 การตั้งค่าของเครื่องลูกข่ายแบบรับค่าอัตโนมัติ.....4

2.2 เทคนิคระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าในยุคแรก.....5

2.2.1 ARP Packet.....6

2.2.2 ARP CACHE.....6

2.2.3 BRIDGE.....7

2.3 เทคนิคระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าในปัจจุบัน.....10

2.3.1 Auto Configuration IP Addressing.....10

2.3.2 Zero Configuration Wireless Networking.....12

2.3.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐาน IEEE 802.11.....12

2.3.2.2 วิวัฒนาการของมาตรฐาน IEEE 802.11.....13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 Working with Microsoft Proxy Server.....14

2.3.3.1 หลักการทำงานของ Proxy Server.....15

2.3.3.2 ประโยชน์ของการใช้ Proxy.....15

2.4 Zero Configuration Protocol.....16

2.4.1 Address Autoconfiguration.....17

2.4.2 Name to Address Translation.....18

2.4.3 Service Discovery.....19

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....21

3.1 ขั้นที่ 1: Requirement Definition.....21

3.2 ขั้นที่ 2: Design.....21

3.2.1 Use case Diagram.....21

3.2.2 Class Diagram.....23

บทที่ 4 การทำงานและการให้บริการของระบบ.....27

4.1 ส่วนการทำงานของโปรแกรมผู้ดูแลระบบ.....27

4.1.1 ส่วนของการเข้าสู่ระบบควบคุม.....28

4.1.2 ส่วนแสดงสถานะเครื่องแม่ข่าย.....30

4.1.3 ส่วนของการตั้งค่าให้เครื่องแม่ข่าย.....32

4.1.4 ส่วนของรหัสผู้ดูแลเครือข่าย.....34

4.1.5 ส่วนของระบบเครือข่าย.....36

4.1.6 ส่วนของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....36

4.1.7 ส่วนของการแสดงค่าของผู้ใช้ระบบ.....37

4.1.8 ส่วนการ Reboot.....39

4.1.9 ส่วนของการออกจากการเป็นผู้ควบคุมระบบ.....40

4.2 ส่วนการทำงานของเครื่องลูกข่าย.....41

4.2.1 เครื่องลูกข่ายเปิดรับ DHCP.....41

4.2.2 เครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่ามาแล้ว.....42

4.3 การให้บริการของระบบ.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....47

บรรณานุกรม.....49

ภาคผนวก.....50

ประวัติผู้เขียน.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดง IP Address Header.....5

2.2 ตารางของ Bridge.....8

3.1 Class ที่เกี่ยวข้องกับ Use case.....23

3.2 เมธอดของคลาส Admin.....25

3.3 เมธอดของคลาส Server.....25

3.4 เมธอดของคลาส Rule.....25

3.5 เมธอดของคลาส Service Zero Config.....25

3.6 เมธอดของคลาส Service Discovery.....25

3.7 เมธอดของคลาส Internet.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดง IP Address Header.....5

2.2 แสดง ARP Request.....6

2.3 ARP Packet.....6

2.4 Bridge.....8

2.5 ระบบเครือข่ายที่มีการสร้างอินเทอร์เฟสเมื่อเครื่องลูกข่ายเข้ามาติดต่อ.....8

2.6 การสร้างอินเตอร์เฟซเสมือนใน Zero Configuration Network.....9

2.7 ระบบเครือข่ายที่ไม่สามารถให้บริการได้.....11

2.8 Auto Configuration IP Address สามารถช่วยให้ระบบทำงานได้.....11

2.9 ระบบเครือข่ายที่ไม่สามารถให้บริการได้.....13

2.10 ระบบเครือข่ายให้บริการได้ด้วย Zero Configuration Wireless Networking.....14

2.11 การทำงานของ Microsoft Proxy Server.....15

2.12 ระบบเครือข่ายที่มีเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่ามาต่างกัน.....18

2.13 ระบบเครือข่ายที่ใช้เทคนิค Address Auto configuration.....18

2.14 การอ้างถึงกันโดยใช้ NetBIOS Name Service.....19

2.15 การเรียกใช้ Service ของ Zero Configuration Network.....19

3.1 ภาพแสดง Use Case Diagram ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....23

3.2 Class Diagram ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....24

3.3 E-R Model ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....26

4.1 Flow Chart ของระบบควบคุมเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....27

4.2 ภาพแสดงส่วนของการเข้าสู่ระบบควบคุม.....28

4.3 Flow Chart ส่วนของการเข้าสู่ระบบควบคุม.....29

4.4 ภาพแสดงส่วนแสดงสถานะเครื่องแม่ข่าย.....30

4.5 Flow chart ส่วนแสดงสถานะเครื่องแม่ข่าย.....31

4.6 ภาพแสดงส่วนของการตั้งค่าให้เครื่องแม่ข่าย.....32

4.7 Flow Chart ส่วนของการตั้งค่าให้เครื่องแม่ข่าย.....33

4.8 ภาพแสดงส่วนของรหัสผู้ดูแลเครือข่าย.....34

4.9 Flow Chart ส่วนของรหัสผู้ดูแลเครือข่าย.....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.10 ภาพแสดงส่วนของระบบเครือข่าย.....36
4.11 ภาพแสดงของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า.....36
4.12 ภาพแสดงส่วนของการแสดงค่าของผู้ใช้ระบบ.....37
4.13 Flow Chart ส่วนของการแสดงค่าของผู้ใช้ระบบ.....38
4.14 ภาพแสดงส่วนการ Reboot.....39
4.15 Flow Chart แสดงส่วนการ Reboot.....40
4.16 แสดงการตั้งค่าให้เครื่องลูกข่ายรับ DHCP.....41
4.17 แสดงเครื่องลูกข่ายที่สามารถใช้ Service ได้ตามปรกติ.....42
4.18 แสดงการตั้งค่า IP Address ของเครื่องลูกข่าย.....43
4.19 แสดงเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่าสามารถใช้ Service ได้ตามปรกติ.....44
4.20 แสดงเครื่องลูกข่ายที่ไม่ได้รับอนุญาติให้ออกสู่เครือข่ายภายนอก.....45
4.21 แสดง Connection PPPOE ของเครื่องลูกข่าย.....46
4.22 แสดงเครื่องลูกข่ายที่ได้รับสิทธิ์ออกสู่ระบบเครือข่ายภายนอก.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลในระบบเครือข่ายนั้นมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกัน มีจำนวนมาก หากไม่มีระบบเครือข่ายที่ใช้ส่งผ่านข้อมูลในระบบแล้ว จะทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอย่างมาก

ระบบเครือข่ายโดยทั่วไปแล้ว การที่เครื่องลูกข่ายจะสามารถเข้าใช้บริการของเครือข่ายได้นั้น จะต้องมีการตั้งค่าต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องลูกข่ายสามารถติดต่อกับเครือข่ายได้ เช่น การตั้งค่า IP Address และ การรับ DHCP

ระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า หรือ Zero Configuration Network ทำให้ความยุ่งยากเหล่านั้นหมดไป โดยที่เครื่องลูกข่ายที่ต้องการเข้าใช้ทรัพยากรในระบบเครือข่ายนั้น ไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง หรือ ตั้งค่าใหม่ใด ๆ ทำให้เกิดความสะดวกง่ายดายมาก และในปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างมากในผลิตภัณฑ์ชื่อดังต่าง ๆ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

มุ่งหวังเพื่อศึกษาระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า หรือ Zero Configuration Network ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่คาดกันว่าจะถูกนำไปใช้ในระบบเครือข่ายที่ต้องการเข้าใช้ระบบเครือข่ายด้วยความเร็ว และสะดวกง่ายดายที่สุด ซึ่งระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า หรือ Zero Configuration Network ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นั้นจะมีการเปลี่ยนค่าบางอย่างในเครื่องลูกข่าย ดังนั้นในโครงงานนี้จึงเสนอวิธีการเข้าใช้ระบบเครือข่ายด้วยระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า หรือ Zero Configuration Network ซึ่งสามารถที่จะช่วยให้ระบบมีสมรรถนะ ที่ดีขึ้น

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ข้อด้อยของระบบเครือข่ายเดิม ๆ คือเห็นได้ว่าในการเข้าใช้ทรัพยากรในระบบเครื่อข่าย หากไม่มีระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network จำเป็นต้องมีการตั้งค่าต่าง ๆ ซึ่งหากมีเครื่องลูกข่ายที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขของเครือข่ายนั้น ๆ จะไม่สามารถเข้าใช้ทรัพยาการต่าง ๆ ของเครือข่ายนั้น ๆ ได้เลย

ปัญหาเครื่องลูกข่ายที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขของเครือข่ายนั้น ๆ จำเป็นต้องแก้ไขการตั้งค่าให้ตรงกับเงื่อนไขของเครือข่ายนั้น ๆ เสียก่อน แต่ในธุรกิจบางประเภท ไม่สามารถจะตั้งค่าทุก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องที่ต้องการเข้ามาใช้ทรัพยากรในระบบเครือข่ายได้ เกิดความยุ่งยากขึ้นในการเข้าใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบ ในโครงงานนี้จะใช้ Zero Configuration Protocol ซึ่งจะมีกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงค่าภายในของเครื่องลูกข่ายให้สามารถใช้งานระบบเครือข่ายได้ โดยลดความยุ่งยากลงไปหลายขั้นตอน

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการเข้าใช้ระบบเครือข่ายของระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network สามารถทำให้สมรรถนะของระบบเครือข่ายดีขึ้น ในโครงงานนี้จะใช้ Zero Configuration Protocol ในการให้บริการเครือข่าย เพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบเดิม

1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน

ระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network ซึ่งระบบนี้ได้มีการคิดค้นและพัฒนามาเป็นเวลานานพอสมควรแล้ว จนถึงปัจจุบันระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่ายนี้ ได้มีบทบาทโดดเด่นขึ้นมาอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากความสะดวก ง่ายดายในการเข้าใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบเครือข่าย ซึ่งโดยทั่วไป เครื่องลูกข่ายต้องมีการตั้งค่าเพื่อให้สามารถเข้าใช้ทรัพยากรในระบบได้ เช่น การตั้งค่า IP Address รวมทั้ง Subnet และ Gatewayให้อยู่ในช่วงเดียวกันกับระบบเครือข่ายนั้น ๆ หรือต้องตั้งค่าเป็น DHCP เพื่อให้ได้รับการตั้งค่าต่าง ๆ จากเครื่องแม่ข่ายโดยอัตโนมัติ

เห็นได้ว่าในการเข้าใช้ทรัพยากรในระบบเครื่อข่าย หากไม่มีระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network จำเป็นต้องมีการตั้งค่าต่าง ๆ ซึ่งหากมีเครื่องลูกข่ายที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขของเครือข่ายนั้น ๆ จะไม่สามารถเข้าใช้ทรัพยาการต่าง ๆ ของเครือข่ายนั้น ๆ ได้เลย

ปัญหาเครื่องลูกข่ายที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขของเครือข่ายนั้น ๆ จำเป็นต้องแก้ไขการตั้งค่าให้ตรงกับเงื่อนไขของเครือข่ายนั้น ๆ เสียก่อน แต่ในธุรกิจบางประเภท ไม่สามารถจะตั้งค่าทุก ๆ เครื่องที่ต้องการเข้ามาใช้ทรัพยากรในระบบเครือข่ายได้ เกิดความยุ่งยากขึ้นในการเข้าใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขอบเขตการวิจัย

การจัดทำโครงงานนี้ขอบเขตอยู่ที่การจัดทำระบบที่มีความสามารถในการให้บริการระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย ซึ่งความสามารถนี้ เปรียบได้ว่าเป็นพื้นฐานหลัก ๆ ของการพัฒนาความสามาถของระบบเครือข่าย เนื่องจากสามารถนำไปใช้ควบคู่กับระบบอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถและเพิ่มมูลค่าให้กับ Software ต่าง ๆ ได้ ยกตัวอย่าง เช่น การนำระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network มาใช่ร่วมกับ ระบบ Authentication จะได้ระบบที่ใกล้เคียงกับ Authentication Gateway Hardware ราคาแพง ที่ใช้ในโรงแรม และ ร้านกาแฟใหญ่ ๆ ทั่วไป แต่มีราคาที่ต่ำกว่าหลายเท่าตัว ซึ่งถือเป็นประโยชน์อย่างหนึ่งที่ได้รับจากการจัดทำโครงงานนี้อีกทางด้วย

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขต และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย และพื้นฐานของระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการของระบบเครื่อข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่าย หรือ Zero Configuration Network

บทที่ 4 กล่าวถึงการหาค่าสมรรถนะของระบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นสามารถที่ช่วยให้ระบบมีสมรรถนะที่ดีขึ้น

บทที่ 5 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และพื้นฐานของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า หรือ Zero Configuration Network ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิคแบบต่างๆ ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จำเป็นสำหรับการศึกษา

2.1 เทคนิคระบบเครือข่ายทั่วไป

ในระบบการเครือข่ายทั่วไปนั้น มักจะมีความจำเป็นที่จะต้องทำการการตั้งค่าต่าง ๆ กับเครื่องลูกข่าย พื้นฐานของการเข้าใช้ระบบเครือข่ายทั่ว ๆ ไปแบบต่างๆ มีละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1.1 การตั้งค่าของเครื่องลูกข่ายแบบระบุค่า

การตั้งค่าของเครื่องลูกข่ายแบบระบุค่า (Static IP Addressing) ผู้ใช้ส่วนใหญ่คือกลุ่มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในองค์กรหรืออินเทอร์เน็ตคาเฟ่ โดยจะมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อให้ทุกเครื่องสามารถใช้งานได้ โดยลักษณะของ Local IP คือไม่สามารถติดต่อกับอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง แต่จะต้องทำการติดต่อผ่านเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อเป็นประตูสู่อินเทอร์เน็ต (Gateway)อีกครั้งหนึ่ง ถ้าอย่างอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ เจ้าของร้านก็จะต้องต่ออินเทอร์เน็ตที่เซิร์ฟเวอร์ก่อน เครื่องที่เหลือจึงจะสามารถใช้งานได้ ซึ่ง Local IP ก็จะถูกแบ่งออกเป็น Dynamic IP และ Static IP เช่นเดียวกัน โดยผู้ใช้ตามบ้านจะไอพีแอดเดรสหลักๆ ขึ้นต้นด้วย 127 , 192 , 10 เช่น 127.0.0.1 (เป็นไอพีแอดเดรสที่ใช้เฉพาะเครื่องนั้นๆ) 192.168.0.1 , 10.0.1.15 เป็นต้น

2.1.2 การตั้งค่าของเครื่องลูกข่ายแบบรับค่าอัตโนมัติ

การการตั้งค่าของเครื่องลูกข่ายแบบรับค่าอัตโนมัติ (DHCP:Dynamic Host Configuration Protocol) ซึ่งทำหน้าที่จ่าย IP ให้แก่เครื่องลูก (clients) โดยอัตโนมัติ สำหรับเน็ตเวอร์ที่มีเครื่องลูกหลายเครื่อง การกำหนด IP ให้แต่ละเครื่องบางครั้งก็ยากในการจดจำ ว่ากำหนด IP ให้ไปเป็นเบอร์อะไรบ้างแล้ว พอมีเครื่องเพิ่มเข้ามาในเน็ตเวอร์กใหม่ ต้องกลับไปค้น เพื่อจะ assign เบอร์ IP ใหม่ไม่ให้ซ้ำกับเบอร์เดิม DHCP Server จะทำหน้าที่นี้แทน โดยเครื่องลูกเครื่องไหนเปิดเครื่อง ก็จะขอ IP มายัง DHCP Server และ DHCP Server ก็จะกำหนด IP ไปให้เครื่องลูกเอง โดยไม่ซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

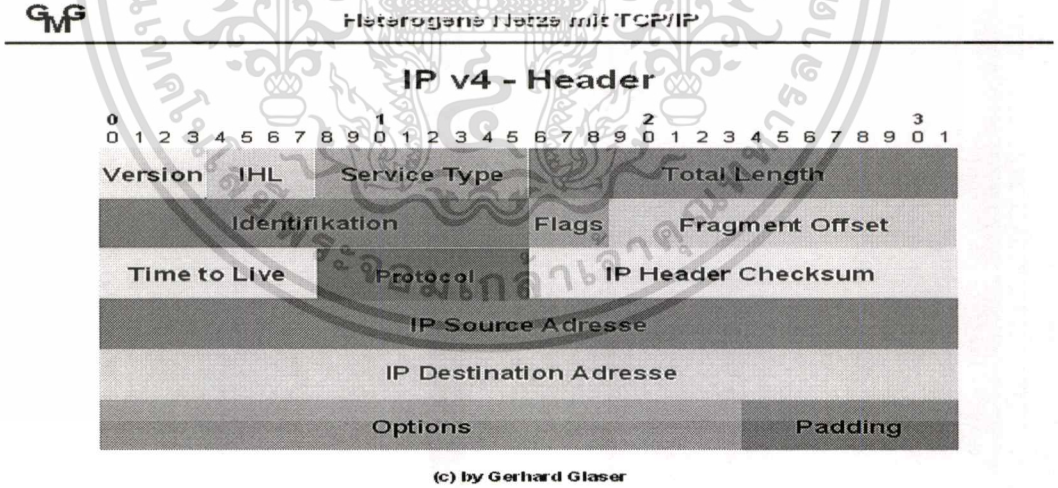
2.2 เทคนิคระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าในยุคแรก

ในการทำงานของระบบ Zero Configuration Network จะเริ่มทำงานได้ก็ต่อเมื่อเครื่องไคลเอ็นต์ได้เริ่มทำส่งแพ็กเกตออกมาในระบบ โดยเมื่อมีแพ็กเกตวิ่งเข้ามา เซิร์ฟเวอร์ซึ่งเป็นตัวทำ Zero Configuration Network จะทำการจับ Packet ที่วิ่งออกมานั้น เพื่อทำเป็น Tableซึ่งใน Table นั้นจะจับเอาเฉพาะส่วนที่สำคัญ ๆ คือ Mac Address, Source IP และ Destination IP ซึ่งได้มาจากการจับ Packet ตามรูป แสดงตารางที่ 1 ให้เห็นคร่าว ๆ

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลที่จับมาเฉพาะส่วนสำคัญ

MAC Address	Sourse IP	Destination IP
aa:aa:aa:aa:aa:aa	A	C
bb:bb:bb:bb:bb:bb	B	D

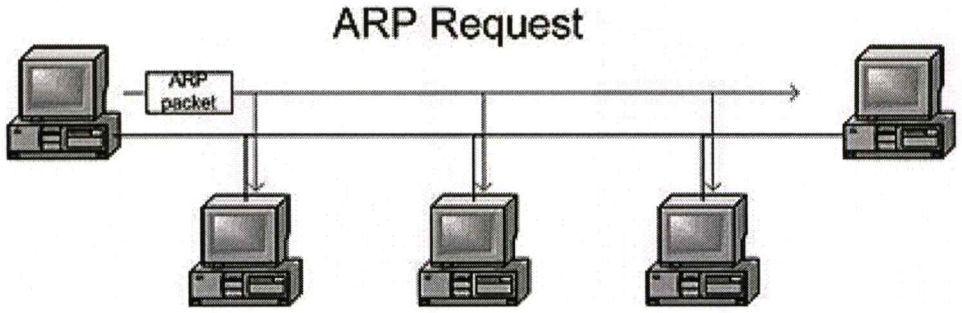
ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนระบบอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วน Header ใช้ในการบอกข้อกำหนดต่าง ๆ และ ส่วนหาง คือส่วนของข้อมูล Data ต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดง IP Address Header

เนื่องจากตามปกติแล้ว เครื่องที่เข้ามาใหม่ในระบบจะทำการส่ง ARP packet เรียกว่า ARP Request ซึ่งบรรจุ IP, MAC Address ของตนเอง และ IP Address ของเครื่องที่ต้องการทราบ MAC Address ส่วน MAC Address ปลายทางนั้น จะถูกกำหนดเป็น FF:FF:FF:FF:FF:FF ซึ่งเป็น Broadcast Address เพื่อให้ ARP packet ถูกส่งไปยังเครื่องทุกเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดง ARP Request

2.2.1 ARP Packet

- Ethernet Destination Address

ส่วนนี้อยู่ใน Header ของ Ethernet Frame ทั่วไป มีความหมายเป็น Address ปลายทาง ในกรณีของ ARP Request ข้อมูลในฟิลด์นี้จะเป็น FF:FF:FF:FF:FF:FF

- Ethernet Source Address

ส่วนนี้อยู่ใน Header ของ Ethernet Frame ทั่วไป มีความหมายเป็น Address ต้นทาง

- Sender IP

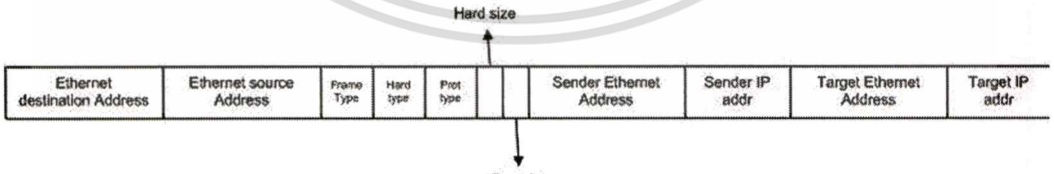
Address IP Address ของผู้ส่ง

- Target Ethernet Address

Ethernet Address ของผู้รับ ค่านี้จะว่างไว้ในกรณีของ ARP Request

- Target IP Address

IP Address ของผู้รับค่าเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญสำหรับการสร้างตารางใน ZERO Conf



รูปที่ 2.3 ARP Packet

2.2.2 ARP CACHE

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่ากระบวนการ ARP จะเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการส่ง IP datagram และกระบวกการ ARP ก็กินเวลารับส่งข้อมูลและทรัพยากรในเน็ตเวิร์คพอสมควร โดยเฉพาะในจุดที่ต้องมีการ Broadcast ARP Request ซึ่งหากเป็นเช่นนั้น แบนวิธ์อันมีค่าของเน็ตเวิร์คคงหมดไปกับ ARP Packet ที่วิ่งพล่านในสายเคเบิ้ลแน่ๆ จึงมีการออกแบบบัฟเฟอร์เป็นตารางจับคู่ ระหว่าง ARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารฉบับนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ IP Address เพื่อไม่ต้องส่ง ARP Request / Reply ทุกครั้งที่จะทำการส่ง IP datagram แต่ IP Address นั้นเป็นสิ่งที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น เป็น Logical ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้น ข้อมูลในตารางนี้จึงต้องมีอายุการใช้งาน โดยทั่วไป กำหนดให้เป็นเวลา 20 นาที เมื่อหมดเวลาแล้ว หากจะส่ง IP Datagram ครั้งต่อไป จะต้องทำการส่ง ARP Request ใหม่ ซึ่งตารางที่เราใช้ใน Zero Configuration Networkจะมีลักษณะคล้าย ๆ กับตารางจับคู่ระหว่าง ARP กับ IP Address

เมื่อเครื่องไคลเอ็นต์ ต้องการส่งแพ็กเกตออกไปยังนอกเครื่องข่ายเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำการจับแพ็กเกตนั้นเพื่อมาทำเป็น Table จากนั้นจะทำการแก้ไขข้อมูลภายในแพ็กเกตในส่วนของ Source IP ให้เป็น IP ของเซิร์ฟเวอร์เอง ก่อนทำการส่งออกไป และเมื่อมีแพ็กเกตตอบรับกลับมาเซิร์ฟเวอร์ จะเป็นตัวส่งต่อให้ไคลเอ็นต์ที่ถูกต้องเอง เช่นเดียวกับหลักการ NAT IP ทั่ว ๆ ไป

หลักการของ Zero Configuration Networkคือเครื่องที่ติดต่อเข้ากับเครื่อข่าย สามารถใช้งานร่วมกันได้ โดยไม่ต้องทำการแก้ไขหรือตั้งค่า Configure ใด ๆ

ในกรณีของเครื่องที่ไม่ได้มีการตั้งค่า IP Address นั้น Server Zero Configuration Networkจะทำการจ่าย IP Address ในช่างที่กำหนดไว้ เช่นเดียวกับหลักการของ DHCP Server ทั่วไป ดังนั้น เครื่องที่อยู่ในกรณีนี้จะไม่มีปัญหาในการใช้งานร่วมกันอย่างแน่นอน

ส่วนกรณีที่เครื่องลูกข่ายมีการตั้งค่า IP Address จะไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอื่นที่มี IP Address คนละ Length ได้ ซึ่งในการใช้งานจริง จะมี Length ของ IP Address ที่เกิดขึ้นในระบบได้มากมาย

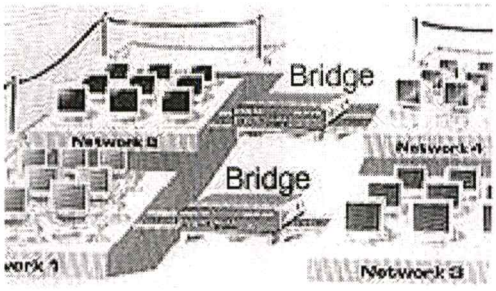
ตามหลักการของ Zero Configuration Networkนั้น การที่จะทำให้เครื่องต่าง Length IP กันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้นั้น จะใช้หลักการบริดจ์ ซึ่งบริดจ์เป็นหลักการทั่วไปในการติดต่อสื่อสารระบบเครื่อข่ายต่างเครือข่ายกัน โดยทั่วไปจะเป็นการทำงานในลักษณะคล้าย ๆ เร้าเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่าย

2.2.3 BRIDGE

บริดจ์ เป็นอุปกรณ์ที่มักจะใช้ในการเชื่อมต่อวงแลน (LAN Segments) เข้าด้วยกัน ทำให้สามารถขยายขอบเขตของ LAN ออกไปได้เรื่อยๆ โดยที่ประสิทธิภาพรวมของระบบไม่ลดลงมากนัก เนื่องจากการติดต่อของเครื่องที่อยู่ในเซกเมนต์เดียวกันจะไม่ถูกส่งผ่าน ไปรบกวนการจราจรของเซกเมนต์อื่นและเนื่องจากบริดจ์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในระดับ Data Link Layer จึงทำให้สามารถใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่ายที่แตกต่างกันในระดับ Physical และ Data Link ได้ เช่น ระหว่าง Ethernet กับ Token Ring เป็นต้น

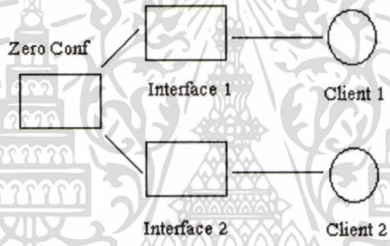
บริดจ์มักจะถูกใช้ในการเชื่อมเครือข่ายย่อย ๆ ในองค์กรเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายใหญ่เพียงเครือข่ายเดียว เพื่อให้เครือข่ายย่อยๆ เหล่านั้นสามารถติดต่อกับเครือข่ายย่อยอื่นๆ ได้ ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 Bridge

จากรูปที่ 2.5 ไคลเอ็นต์ 1 และ ไคลเอ็นต์ 2 มี IP Address คนละ Length กัน จึงเป็นคนละเครือข่ายไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้



รูปที่ 2.5 ระบบเครือข่ายที่มีการสร้างอินเทอร์เฟสเมื่อเครื่องลูกข่ายเข้ามาติดต่อ

ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการบริดจ์ โดยบริดจ์จะทำการสร้าง Bridge Table ซึ่งจะระบุภายในว่ามีเครือข่ายอะไรบ้างที่เข้ามาติดต่อ และจะทำการสร้างอินเตอร์เฟซ เข้ามารับเครือข่ายนั้น ๆ ดังตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึง Bridge Table อย่างคร่าว ๆ

ตารางที่ 2.2 ตารางของ Bridge

Interface	Network
1	client 1
2	client 2
3	

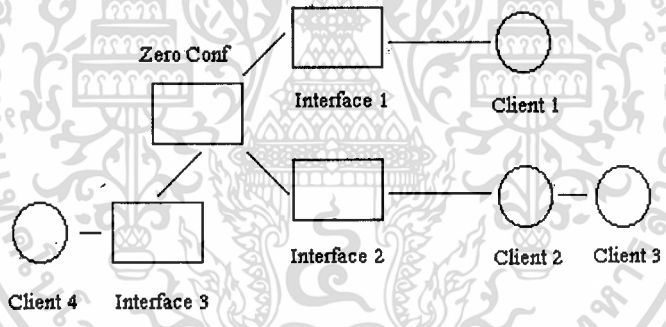
ในการส่งข้อมูลหากันระหว่าง ไคลเอ็นต์ 1 ไปยัง ไคลเอ็นต์ 2 นั้น แพ็กเกตของข้อมูลจะถูกส่งผ่านต่อไปยังบริดจ์ เมื่อแพ็กเกต ข้อมูลของไคลเอ็นต์ 1 วิ่งเข้ามาถึงบริดจ์ แล้วบริดจ์จะดู Destination IP ของแพ็กเกตว่า อยู่ในอินเตอร์เฟซใดของ Bridge Table ก็จะพบว่าเครือข่ายที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Length เดียวกันกับไคลเอ็นต์ 2 นั้นอยู่ที่อินเตอร์เฟซ 2 ก็จะทำการส่งแพ็กเกตต่อไปทางอินเตอร์เฟซ 2 และจะเปลี่ยน Source IP เป็นของตัวบริดจ์เอง เพื่อเมื่อไคลเอ็นต์ 2 จะตอบกลับไคลเอ็นต์ 1 จะได้กลับมาที่บริดจ์ตัวเดิม และบริดจ์ก็จะทำงานเช่นเดิมอีกครั้งและในทำนองเดียวกัน Zero Configuration Network ใช้หลักการแบบเดียวกับบริดจ์ โดยสร้างอินเตอร์เฟซเสมือน ขึ้นมาเพื่อรองรับเครือข่ายแต่ละ Length

ไคลเอ็นต์ 1 และไคลเอ็นต์ 2 เป็นเครื่องที่มี IP Address คนละ Length ดังนั้น Zero Configuration Server จึงทำการสร้างอินเตอร์เฟซเสมือน ขึ้นมารองรับเครือข่ายที่มี Length ต่างกันทั้ง 2 เครือข่าย จากนั้นจะทำตามหลักการเดียวกับการบริดจ์ คือการทำ Bridge Table ขึ้นมาเพื่อทำการบริดจ์ ทั้ง 2 อินเตอร์เฟซเสมือนนั้น ให้ติดต่อสื่อสารกันได้ ดังรูปที่ 2.5

เมื่อมีเครื่องเพิ่มเข้ามาใหม่ในระบบดังรูป คือ ไคลเอ็นต์ 3 และ ไคลเอ็นต์ 4 สมมุติให้ไคลเอ็นต์ 3 เป็นเครื่องที่มี IP Address อยู่ใน Length เดียวกับไคลเอ็นต์ 2 เมื่อเชื่อมต่อเข้ามาในระบบ Zero conf server ก็จะทำตามกระบวนการข้างต้น ที่กล่าวมาแล้ว จนรู้ว่า ไคลเอ็นต์ 3 เป็นเครือข่ายเดียวกับอินเตอร์เฟซ 2 ก็จะจับไคลเอ็น 3 ให้อยู่ในอินเตอร์เฟซ 2 ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การสร้างอินเตอร์เฟซเสมือน ใน Zero Configuration Network

ดังนั้นไคลเอ็นต์ 2 และ ไคลเอ็นต์ 3 สามารถติดต่อกันได้ทันที เนื่องจากอยู่ในเครือข่ายเดียวกัน และสามารถติดต่อกับ ไคลเอ็นต์ 1 ได้โดยผ่านการบริดจ์ ระหว่างอินเตอร์เฟซเสมือน ซึ่งไคลเอ็นต์ 4 เป็นเครื่องที่ Obtain IP Address คือไม่มี IP เมื่อต่อเข้ากับระบบ Zero Conf Server จะทำ DHCP ให้โดยใช้ IP Address ตามที่เรากำหนดไว้สำหรับ DHCP และต้องสร้างอินเตอร์เฟซเสมือนขึ้นมาใหม่อีกอินเตอร์เฟซ เนื่องจากเป็น Network Length ใหม่ในระบบ คือ อินเตอร์เฟซ 3 และจากนี้ หากมีเครื่องที่รับ DHCP หรือเครื่องที่มี IP Address ใน Length เดียวกันนี้เข้ามาในระบบ ก็จะถูกจัดอยู่ในอินเตอร์เฟซ 3 เช่นเดียวกัน

ปัญหาอยู่ที่อินเตอร์เฟซเสมือนที่สร้างนั้น อ้างไว้ด้วยเครือข่ายทั้ง Length ไม่ได้ระบุว่าในอินเตอร์เฟซนั้น ๆ มีเครื่อง IP Address อะไรบ้าง ดังนั้นเมื่อมีแพ็กเกตตอบกลับมาจะกลับมาไม่ได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือได้รับทั้งอินเตอร์เฟซ ในตอนนี้ Table แรกที่ได้จากการจับแพ็กเกตจะมีบทบาทในการระบุตัวโดยใช้ MAC Address ดังนั้น Packet ตอบกลับมา จะถึงเครื่องที่ถูกต้อง

สาเหตุที่ต้องใช้ MAC Address ทั้ง ๆ ที่หากจะเก็บเป็น IP Address ก็ไม่น่ามีปัญหาสามารถระบุตัวตนได้เช่นกัน แต่อย่าลืมว่าเราไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าใด ๆ ในเครื่องไคลเอ็นต์เลย ดังนั้น หากระบุตัวด้วย IP Address แล้ว อาจเกิดเหตุการณ์ที่มีเครื่องที่ตั้ง IP Address เดียวกันได้ และจะเกิดปัญหาแน่นอน แต่ MAC Address นั้น เป็น MAC Address ที่ระบุมาจากโรงงาน มีมาตรฐานควบคุมอยู่ ดังนั้นไม่มีทางเกิด MAC Address ซ้ำได้

การทำงานในลักษณะดังกล่าวนั้น จะทำให้เครื่องแม่ข่ายมีภาระการทำงานที่หนักมาก และจะยิ่งหนักมากยิ่งขึ้น เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้ามาในระบบเป็นจำนวนมาก เนื่องจากอาจต้องสร้าง Interface ขึ้นมารับเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่า IP Address ที่อยู่คนละ Class ทั้งหมดเลยก็เป็นได้

ภาระที่เครื่องแม่ข่ายทำในการสร้าง Interface ขึ้นมารับเครื่องลูกข่ายนั้นยังไม่หมด เมื่อแต่ละ Interface นั้นต้องการติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลหากันในเวลาพร้อม ๆ กัน จะเกิดภาระการทำงานของเครื่องแม่ข่ายที่หนักมาก ๆ นอกจากนี้ในการส่งข้อมูลหากันในแต่ละครั้งนั้น ถ้ามีปริมาณข้อมูลมาก ๆ ก็ทำให้เครื่องแม่ข่ายทำงานหนักได้เช่นกัน และอาจไม่สามารถให้บริการเครือข่ายต่อไปได้ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวพร้อม ๆ กัน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในการใช้งานเครือข่าย

2.3 เทคนิคระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่าในปัจจุบัน

การทำงานในลักษณะดังกล่าวมาข้างต้นนั้น จะทำให้เครื่องแม่ข่ายมีภาระการทำงานที่หนักมาก และจะยิ่งหนักมากยิ่งขึ้น เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้ามาในระบบเป็นจำนวนมาก เนื่องจากอาจต้องสร้าง Interface ขึ้นมารับเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่า IP Address ที่อยู่คนละ Class ทั้งหมดเลยก็เป็นได้

ภาระที่เครื่องแม่ข่ายทำในการสร้าง Interface ขึ้นมารับเครื่องลูกข่ายนั้นยังไม่หมด เมื่อแต่ละ Interface นั้นต้องการติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลหากันในเวลาพร้อม ๆ กัน จะเกิดภาระการทำงานของเครื่องแม่ข่ายที่หนักมาก ๆ นอกจากนี้ในการส่งข้อมูลหากันในแต่ละครั้งนั้น ถ้ามีปริมาณข้อมูลมาก ๆ ก็ทำให้เครื่องแม่ข่ายทำงานหนักได้เช่นกัน และอาจไม่สามารถให้บริการเครือข่ายต่อไปได้ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวพร้อม ๆ กัน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในการใช้งานเครือข่าย

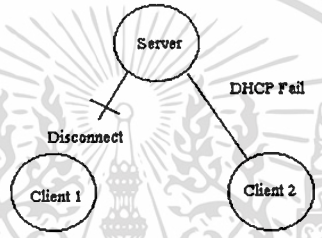
ดังนั้น ระบบ Zero Configuration Network ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายต่อไปได้ แม้เกิดเหตุการณ์ดังที่กล่าวมาแล้ว และทำให้เครื่องแม่ข่ายมีการทำ Process ที่ลดลงด้วย วิธีการดังกล่าวมีละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 Auto Configuration IP Addressing

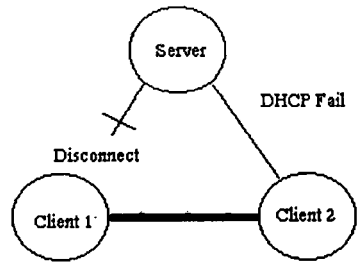
ในระบบปฏิบัติการ Windows นั้น ได้มี service ที่นำ Zero Configuration เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานของผู้ใช้มานานแล้ว โดยเริ่มต้นนั้นอยู่ในรูปของ Auto Configuration IP Addressing ซึ่งเป็น service พื้นฐานที่ Windows มีมานานแล้ว

โดยการทำงานของ Auto Configuration IP Addressing จะเริ่มทำงานเมื่อเครื่องนั้นไม่สามารถติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายได้ หรือเครื่องแม่ข่ายเกิดปัญหาบางอย่าง ไม่สามารถจ่าย IP Address ให้เครื่องลูกข่ายได้ เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ จะทำให้ระบบเครือข่ายนั้น ๆ ไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้เลย ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ระบบเครือข่ายที่ไม่สามารถให้บริการได้

โดยเมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้น บริการใน windows จะทำการตรวจหา IP Address ภายในระบบเครือข่าย ในช่วงที่ถูกกำหนดไว้ โดย service นั้นกำหนดไว้ในช่วง 169.254.x.x และจะทำการใส่ค่า IP Address และ Subnet คือ 255.255.0.0 โดย IP Address ที่ใส่ให้โดยอัตโนมัตินั้นจะไม่ซ้ำกันภายในเครือข่าย และ IP Address ที่ได้มาโดยอัตโนมัตินั้น สามารถใช้งานติดต่อสื่อสาร ส่งผ่านข้อมูลกันได้อย่างปรกติ ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อไปได้โดยไม่ติดขัด ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 Auto Configuration IP Address สามารถช่วยให้ระบบทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ Windows คือ Auto Configuration IP Addressing นั้น ถือเป็นจุดเริ่มต้นของเทคโนโลยี Zero Configuration Network เลยก็ว่าได้

2.3.2 Zero Configuration Wireless Networking

เมื่อวิวัฒนาการมาถึงระบบการสื่อสารแบบไร้สาย ได้เกิด Service ใหม่เพิ่มขึ้นมา คือ Wireless Zero Configuration ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานกับมาตรฐาน IEEE 802.11 ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

เทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ผ่านสื่อไร้สายที่รู้จักกันมีอยู่หลายเทคโนโลยีเช่น Bluetooth, IEEE 802.11, IrDA , HiperLAN, HomeRF, และ GPRS เป็นต้น แต่เทคโนโลยีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดสำหรับWLAN คือเทคโนโลยีตามมาตรฐาน IEEE 802.11 เนื่องจากอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN มีราคาไม่แพงนักและถูกลงเรื่อยๆ อีกทั้งมีสมรรถนะในการรับส่งข้อมูลค่อนข้างสูง ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน IEEE 802.11 WLAN ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆและมีแนวโน้มว่าในอนาคตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ จะมีอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ติดตั้งจากโรงงานหรือ Built-in มาด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม ความง่ายและสะดวกต่อการติดตั้งและใช้งานของอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ก็นำมาซึ่งความไม่ปลอดภัยของเครือข่ายด้วยเช่นกัน อีกทั้งเทคโนโลยี IEEE 802.11 WLAN อยู่ในช่วงเริ่มต้นเท่านั้น (ยังไม่ถึงจุดสมบูรณ์และอิ่มตัว) ทำให้ยังมีช่องโหว่ด้านความปลอดภัยอีกมาก ดังนั้นผู้ที่เลือกใช้ IEEE 802.11 WLAN ควรมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและตระหนักถึงช่องโหว่ต่างๆรวมถึงการรักษาความปลอดภัยอย่างเหมาะสม ซึ่งบทความนี้จะกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐาน IEEE 802.11 รวมถึงช่องโหว่และการรักษาความปลอดภัยสำหรับเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN

2.3.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปีพ.ศ.2540 โดย IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) และเป็นเทคโนโลยีสำหรับ WLAN ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือข้อกำหนด (Specification) สำหรับอุปกรณ์ WLAN ในส่วนของ Physical (PHY) Layer และ Media Access Control (MAC) Layer โดยในส่วนของ PHY Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้อุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 Mbps โดยมีสื่อ 3 ประเภทให้เลือกใช้ได้แก่ คลื่นวิทยุที่ความถี่สาธารณะ 2.4 และ 5 GHz, และ อินฟราเรด (Infrared) (1 และ 2 Mbps เท่านั้น) สำหรับในส่วนของ MAC Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไกการทำงานที่เรียกว่า CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับหลักการCSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในเครือข่าย LAN แบบใช้สายนำสัญญาณ นอกจากนี้ในมาตรฐาน IEEE802.11 ยังกำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับ

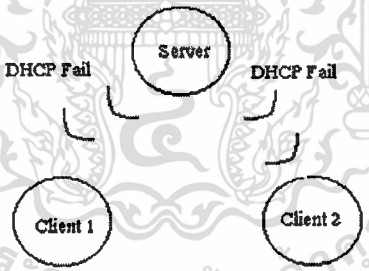
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN โดยกลไกการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ที่มีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ด้วย

2.3.2.2 วิวัฒนาการของมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งอุปกรณ์ตามมาตรฐานดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 Mbps ด้วยสื่ออินฟราเรด (Infrared) หรือคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 GHz และมีกลไก WEP ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย WLAN ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชันแรกเริ่มมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่มีการรองรับหลักการ Quality of Service (QoS) ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งกลไกรักษาความปลอดภัยที่ใช้ยังมีช่องโหว่อยู่มาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน (Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูงขึ้น โดยคณะทำงานกลุ่มที่มีผลงานที่น่าสนใจและเป็นที่รู้จักกันดีได้แก่ IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11e, IEEE 802.11g, และ IEEE 802.11I

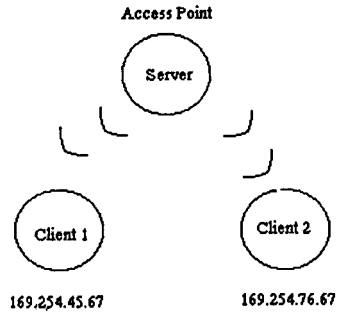
2.3.2.3 การบริการของ Zero Configuration Wireless Networking



รูปที่ 2.9 ระบบเครือข่ายที่ไม่สามารถให้บริการได้

โดยการทำงานของ Service Wireless Zero Configuration นี้ จะทำงานเหมือนกับ Service Auto Configuration IP Address คือ จะทำการใส่ค่า IP Address ให้โดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปรกติ ดังรูปที่ 2.9 ที่ทำให้ไม่สามารถรับค่า IP Address จากเครื่องแม่ข่ายได้ โดยค่าของ IP Address นั้นจะอยู่ในช่วง 169.254.x.x เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ระบบเครือข่ายให้บริการได้ด้วย Zero Configuration Wireless Networking

ซึ่งจะเห็นได้ว่า Zero Configuration ที่อยู่ใน service ของ windows นั้น สามารถช่วยให้การทำงานภายในระบบเครือข่ายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะเกิดปัญหาบางอย่างกับเครื่องแม่ข่าย ที่ทำให้ไม่สามารถจ่าย IP Address ให้เครื่องลูกข่าย หรือมีปัญหาอะไรก็ตามที่ทำให้เครื่องลูกข่ายไม่ได้รับ IP Address ทำให้เครือข่ายสามารถทำงานติดต่อสื่อสารส่งข้อมูลกันได้

จุดประสงค์หลักของ Zero Configuration Network คือ การทำให้เครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสานกันได้อย่างสะดวกง่ายดายที่สุด ไม่ว่าจะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นก็ตาม ซึ่งในระบบปฏิบัติการ Windows ได้ให้ Zero Configuration แก้ปัญหาในเรื่อง ปัญหาการจ่าย IP Address (DHCP Failed) เพื่อให้เครือข่ายยังคงสามารถทำงานร่วมกันต่อไปได้โดยอัตโนมัติ

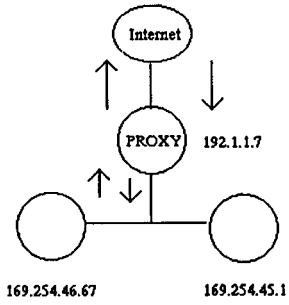
2.3.3 Working with Microsoft Proxy Server

ในการทำงานของ Auto Configuration IP Addressing นั้น มีความสามารถทำงานร่วมกับ Application อีกตัวหนึ่งได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการเครือข่ายในลักษณะ Zero Configuration Network ได้ดียิ่งขึ้น นั่นคือ Microsoft Proxy Server

Microsoft Proxy Server หรือ ISA ในปัจจุบัน เป็น Application ตัวหนึ่งที่ให้บริการเครือข่าย ในลักษณะที่คล้าย ๆ กับ Firewall คือ เป็นตัวควบคุม จัดการดูแลเครือข่าย รวมทั้งเป็น Proxy ด้วย

Microsoft Proxy Server จะอนุญาติให้เครื่องที่อยู่ภายในเครือข่าย ที่ได้รับการตั้งค่าจาก Auto Configuration IP Addressing สามารถติดต่อสื่อสารออกสู่เครือข่าย Internet ได้ โดยจะเป็นผู้ตรวจสอบ และบังคับการเข้าใช้เครือข่าย Internet รวมทั้งทำการ NAT ให้ทุก ๆ Host ที่ได้รับการตั้งค่าโดย Auto Configuration IP Addressing ด้วย ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การทำงานของ Microsoft Proxy Server

ในระบบทั่วไปที่ใช้ DHCP นั้น จะมี DNS เป็นตัว name-to-address resolution ส่วนในระบบที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จะใช้ NBNS (NetBIOS Name Service) แทน โดยที่ทุก ๆ Host ยังคงทำการตอบรับ NBNS เช่นเดียวกับ DNS

Proxy Server หรืออาจเรียกกันว่า Cache เป็นอุปกรณ์เครือข่ายชนิดหนึ่ง ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลของหน้าเว็บเพจต่าง ๆ ที่เราเรียกมาดูนั่นเอง โดยจะทำหน้าที่เป็นเสมือน ที่เก็บข้อมูลหน้าเว็บเพจ ที่มีผู้เคยเรียกดูหน้าเว็บนั้นไว้ในระบบของ server และเมื่อมีผู้อื่น เรียกดูข้อมูลที่เป็นหน้าเว็บเพจ ตัวเดียวกันกับที่เคยมีเก็บไว้แล้ว ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องไปเรียกอ่านข้อมูลมาจาก server ตัวต้นฉบับจริง ก็ได้ เพียงแค่ค้นหาข้อมูลเว็บเพจนั้นจาก proxy ก่อน ซึ่งถ้าหากหาพบหรือมีผู้อื่นเคยเรียกอ่านแล้ว ระบบ proxy server ก็สามารถส่งข้อมูลนั้น มาให้เราได้ดูได้ทันที ซึ่งวิธีนี้ จะทำให้เราสามารถเรียกดูข้อมูลได้เร็วกว่าการเรียก มาจากเว็บไซต์ต้นฉบับจริง แต่ข้อเสีย ของการตั้งใช้ proxy server ก็อาจจะมีบ้างเหมือนกันคือ ข้อมูลที่มีการ update เร็ว ๆ เช่นพวกเว็บบอร์ดต่าง ๆ อาจจะไม่มีการ update ตามได้ทัน เพราะเราจะได้ข้อมูลที่มาจาก proxy ไม่ใช่มาจากต้นฉบับหรือแหล่งกำเนิดจริง ในกรณีเช่นนี้ อาจจะทำการ แก้ไขเบื้องต้น ได้โดย การกดปุ่ม Ctrl พร้อม ๆ กับการใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม Refresh จะเป็นการร้องขอ ข้อมูล หน้าเว็บเพจนั้น ๆ ใหม่จาก server ต้นฉบับได้

2.3.3.1 หลักการทำงานของ Proxy Server

เมื่อมีผู้ใช้บริการทำการเรียกข้อมูลของ Web Site โดยผ่าน Proxy Server ในครั้งแรก Proxy Server จะทำการตรวจสอบว่า มีข้อมูลของ Web Site นั้นมีอยู่หรือไม่ หากพบว่าไม่มีข้อมูล Proxy Server จะทำการเรียกข้อมูลนั้นจาก Web Site แล้วเก็บไว้ในเครื่อง และเมื่อมีผู้ใช้บริการทำการเรียก Web Site นี้อีกครั้ง Proxy Sever จะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่อง ของผู้ใช้บริการทันที ในกรณีที่ Web Site มีการ update ข้อมูล Proxy Server จะทำ การตรวจสอบข้อมูลที่มีอยู่ว่า Update

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไม่ และจะทำการ Update ข้อมูลใหม่ทันที ในกรณีที่มีผู้เรียกใช้บริการก็จะได้ข้อมูลที่ Update อยู่เสมอ

2.3.3.2 ประโยชน์ของการใช้ Proxy

ผู้ใช้บริการสามารถเรียกดูข้อมูลจาก Web Site ต่างๆ ได้รวดเร็วขึ้น และช่วยประหยัดเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ตทั้งนี้ก็เพราะ Proxy Server ก็จะสามารถใช้ข้อมูลที่เก็บไว้จากการร้องขอของผู้ใช้รายแรกมาส่งให้แก่ผู้ใช้รายอื่น ๆ ได้เลยโดยไม่จำเป็นต้องทำการร้องขอไปยัง Web Server อีกครั้ง ทำให้สามารถประหยัดได้ทั้งเวลา และ Bandwidth ของเครือข่าย นอกจากนี้ ยังได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง และ ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลให้มีความหนาแน่นของระบบเครือข่ายของ มทส. อยู่ในระดับต่ำ

นอกจากนี้ proxy ยังเกี่ยวข้องกับเรื่องของ Security ของผู้ใช้ด้วย ตามปกติแล้วถ้า user ที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ internet บ้าง ก็คงจะเคยได้ยินหรือรู้จักคำว่า IPAddress มาบ้าง Computer ที่อยู่บน Network (ที่ใช้ Potocal TCP IP) หรือบน internet จะมี IPAddress เอาไว้เพื่อเป็นการบอกที่อยู่ของเครื่อง Computer แต่ละเครื่องบน Network นั้นๆ หรือ บน Internet. ในบางครั้งเวลาที่เราเปิด Web Browser แล้วไปยัง website ต่างๆนั้น พวก website เหล่านี้จะเก็บข้อมูลหลายๆอย่างของผู้ที่เข้ามาเยี่ยมชม website โดยส่วนมากเก็บ log เป็น file ไว้ด้วยความสามารถของตัว web server เองที่มีอยู่แล้วหรือ Script ต่างๆ ข้อมูลหลายๆอย่างที่พูดมานั้นหนึ่งในนั้นก็มี IPAddress รวมอยู่ด้วย ในบางครั้งตัว Proxy Server สามารถช่วยปิดบัง ข้อมูลต่างๆรวมทั้ง IPAddress ของเรา เช่นการเรียกดู webpage จะเป็น Proxy Server เองที่ไปเรียกดูจาก website นั้นๆ แทนที่จะเป็น computer ของเราที่ไปเรียกดูโดยตรง website เหล่านั้นจึงได้แต่ข้อมูลของ Proxy Server ไปแทนที่จะได้จากเครื่อง Computer ของ user ที่เรียกดู

อีกประการหนึ่ง proxy ยังมีคุณสมบัติในด้านการจำกัดสิทธิที่จะเข้าถึงเว็บไซต์บางแห่งที่มีเนื้อหาไม่สมควรเข้าชม การจำกัดผู้ใช้ในการใช้งาน ในเวลาที่นอกเหนือจากเวลางาน หรือข้อจำกัดอื่น ๆ ที่ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายไปโดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ คุณสมบัติเช่นนี้ลำพังอินเตอร์เน็ตเกตเวย์คงยังไม่เพียงพอ จึงจะต้องอาศัยพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server) เข้ามาช่วยเสริมอีกแรงหนึ่ง ซึ่งภายในลีนุกซ์ทุกดิสทริบิวชั่นจะมีโปรแกรมพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงให้มาพร้อมแล้ว คือ โปรแกรม Squid

โปรแกรม Squid เป็น Proxy Server ที่มีคุณสมบัติในการจำกัด ควบคุมการแอกเซสเข้าสู่เว็บไซต์ภายนอกองค์กรได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ ที่เรียกว่า Access Control List (ACL) ซึ่งเป็นการนิยามชื่อลิสต์ขึ้นแทนคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการอ้างอิง จากนั้นจึงตั้งข้อกำหนดลงไปว่าต้องการให้ลิสต์นั้นสามารถแอกเซสผ่านพร็อกซี่ได้หรือไม่ ดังนั้นการที่เสริมการทำงานของอินเตอร์เน็ตเซิร์ฟเวอร์ด้วย Squid Proxy Server จึงเป็นการควบคุมการเข้าสู่อินเตอร์เน็ตของผู้ใช้งานในองค์กรได้ตามต้องการ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ระบบอีกด้วยเพราะ Squid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีคุณสมบัติเป็น HTTP Object cache ที่ช่วยเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ภายนอกไว้ในหน่วยความจำ (RAM และฮาร์ดดิสก์) ของตัวเซิร์ฟเวอร์เองอีกด้วย ช่วยให้การเรียกเว็บไซต์ที่เคยเข้าถึงมาก่อนทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากมีข้อมูลบางส่วนของเว็บเพจที่ ยังคงอยู่ในแคชนั่นเอง

2.4 Zero Configuration Protocol

ระบบที่ใช้เทคนิคตามที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เห็นได้ว่าเกือบจะเป็นระบบเครือข่ายที่สมบูรณ์แล้ว โดยที่แทบไม่ต้องทำอะไรที่เครื่องแม่ข่ายมากเลย ใช้เพียงเทคนิคการเรียกใช้ Service ที่มีอยู่แล้วใน OS ที่สนับสนุนเทคนิคนั้น ๆ นำมาทำให้เกิดระบบที่ใช้งานได้ง่าย สะดวก และดังมีภาระการทำงานของเครื่องแม่ข่ายเพียงน้อยนิดเท่านั้น

แต่ระบบที่ได้มานี้ก็ยังไม่สามารถรองรับเครื่องลูกข่ายที่มีความหลากหลายมากนัก ซึ่งหากเป็นระบบที่ใช้งานจริงแล้วนั้นจะมีความหลากหลายของเครื่องลูกข่ายมากมาย มีทั้งเครื่องที่มีการตั้งค่า IP Address และเครื่องที่ไม่มีการตั้งค่า ทั้งการตั้งค่าต่าง ๆ นั้น เป็นไปได้มากที่จะไม่สามารถใช้งานร่วมกันเป็นระบบเครือข่ายได้

ซึ่งวิธีการที่ทำให้ระบบเครือข่ายที่มีความหลากหลายของเครื่องลูกข่ายนั้น สามารถติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลกันได้โดยที่ไม่ต้องทำการตั้งค่า หรือ เปลี่ยนแปลงค่าใด ๆ เลยนั้น สามารถทำได้โดยการให้เครื่องแม่ข่ายสร้าง Interface เสมือนขึ้นมารองรับ IP Address ใน Class ต่าง ๆ และทำการ Bridge แต่ละ Interface นั้น ๆ เข้าหากัน ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

แต่วิธี Bridge Interface เข้าหากันนั้น ไม่สามารถให้บริการเครือข่ายได้ หากมีเครื่องลูกข่าย และข้อมูลจำนวนมาก ทำให้จำกัดอยู่เฉพาะเครื่องแม่ข่ายที่มี Hardware ที่มีประสิทธิภาพสูงเท่านั้น

โดยที่โปรโตคอล ZERO Configuration นั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานที่ทำให้เกิดระบบเครือข่ายขึ้นมาใหม่ โดยใช้หลักการสำคัญ ๆ ดังนี้

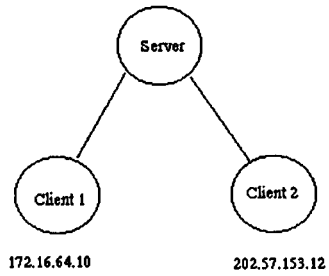
2.4.1 Address Autoconfiguration

หลักการของ Address Autoconfiguration นั้น ก็ทำงานในรูปแบบเดียวกับที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้แล้ว คือ การที่มีการตั้งค่าที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายให้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถใช้งานในระบบได้ ค่าดังกล่าว ก็จะถูกเรียกขึ้นมาเป็นค่าใหม่ ที่สามารถใช้งานเป็นระบบเครือข่ายใหม่ได้ ในระบบปฏิบัติการ Windows ได้กำหนดให้ใช้ค่า 169.254.x.x

ซึ่งค่าที่ถูกตั้งค่าเข้าไปใหม่นี้ เปรียบได้กับเป็นค่าที่มีความสำคัญเป็นลำดับรองลงมา จะถูกเรียกใช้งานขึ้นมาก็ต่อ เมื่อค่าที่ใช้งานอยู่นั้น ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้

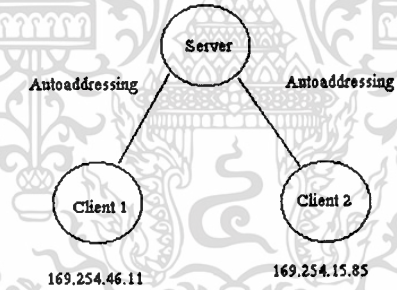
แต่ Address Auto configuration นั้นต่างกันนิดหน่อย ตรง ที่ค่าที่เคยมีความสำคัญเป็นลำดับรองนั้น จะกลายเป็นค่าที่มีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่งแทน ไม่ว่าจะมีการตั้งค่าเก่าอยู่ก่อนแล้วก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ระบบเครือข่ายที่มีเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่ามาต่างกัน

ระบบเครือข่าย มีเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่าที่ต่างกัน ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ดังรูปที่ 2.12 แต่เมื่อทั้ง 2 เครื่องได้เชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย ที่มีการทำ Address Auto configuration นั้น ค่าที่ถูกตั้งค่าไว้ก่อนแล้วนั้น จะถูกลดความสำคัญให้กับค่าที่เคยเป็นค่าสำรอง และจะถูกแทนที่ด้วยค่าใหม่ทันที จึงเกิดระบบเครือข่ายขึ้นมา ทำให้เครื่องลูกข่ายทั้ง 2 เครื่องสามารถติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลกันได้ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ระบบเครือข่ายที่ใช้เทคนิค Address Auto configuration

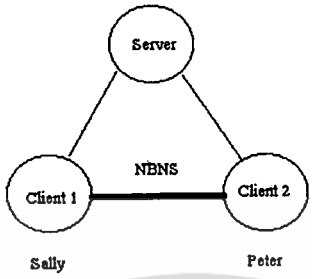
2.4.2 Name to Address Translation

ในการติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลกันนั้น ต้องสามารถอ้างถึงเครื่องต่าง ๆ เป็นชื่อได้ โดยความสามารถนี้เป็นพื้นฐานของระบบเครือข่ายโดยทั่วไป ซึ่งระบบที่ได้รับการตั้งค่าโดยอัตโนมัติหรือ Auto Configuration Addressing นั้น จะใช้ NetBIOS Name Service (NBNS) ในการอ้างเข้าถึงเครื่องในระบบเครือข่ายโดยใช้ชื่อ ดังรูปที่ 2.14

ซึ่งเมื่อระบบการทำงานนี้ ถูกนำมาใช้ใน ZERO Configuration Protocol แล้วความสามารถดังกล่าวก็ถูกส่ง ผ่านมาด้วย ถึงแม้ว่า Auto Configuration Addressing นั้นจะเป็นค่าที่ถูกจัดไว้เป็นค่าสำรอง เมื่อเกิดปัญหาขึ้นในระบบเครือข่าย แต่ค่าที่ถูกตั้งโดย ZERO Configuration Protocol นั้นจะเป็นค่าที่ถูกตั้งไว้ให้เป็นค่าที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกก็ตาม ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ้างถึงเครื่องในระบบ ก็สามารถอ้างโดยชื่อเครื่องได้โดยใช้ NetBIOS Name Service (NBNS) เช่นกัน



รูปที่ 2.14 การอ้างถึงกันโดยใช้ NetBIOS Name Service

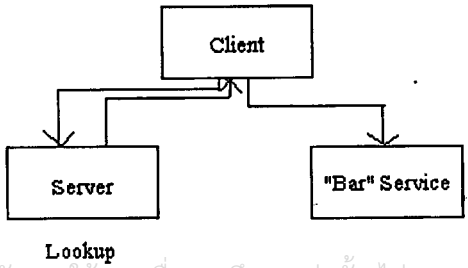
2.4.3 Service Discovery

ในระบบเครือข่ายที่เป็นแบบ Zero Configuration Network นั้น เครื่องลูกข่ายต้องสามารถค้นหา Service ต่าง ๆ ได้ในระบบเครือข่ายที่ไม่มีการตั้งค่าใด ๆ มาก่อนได้ด้วย Service Discovery แต่ต้องไม่ทำให้เกิดกรณี Broadcast storm หรือ ลักษณะแบบเดียวกัน

โดยที่เครื่องลูกข่ายนั้น มีความสามารถที่จะแยกความแตกต่าง ระหว่างเครื่องแม่ข่ายแต่ละตัวที่ให้บริการ Service ที่แตกต่างกันได้ โดยเลือกใช้บริการจากเครื่องแม่ข่ายที่มี Service ที่ต้องการได้

Service ดังกล่าว ที่เครื่องลูกข่ายจำเป็นต้องค้นหายก ตัวอย่างเช่น Web Proxy , DNS Service และ SMTP Relays เป็นต้น นอกจากนี้ยังมี Service อื่น ๆ ที่เครื่องลูกข่ายอาจจำเป็นต้องใช้งานอีก เช่น File server , Print server

ในระบบเครือข่ายแบบ Zero Configuration Network โดยทั่วไปนั้น เครื่องลูกข่ายมีการตั้งค่ามาที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีค่าของตัวเอง ตามที่ได้มีการตั้งค่ามา Service Discovery จะช่วยให้เครื่องลูกข่ายเหล่านั้น ใช้งานในService เดิม ที่เคยตั้งค่ามา โดยที่เครื่องแม่ข่ายจะให้บริการ Look up ทดแทน Service ที่ขาดหายไป ดังนั้นหากมีเครื่องลูกข่ายในระบบมาก ๆ เครื่องแม่ข่ายต้องทำงานหนักแน่นอน ดังรูปที่ 2.15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 การเรียกใช้ Service ของ Zero Configuration Network

แต่ในเครือข่ายที่ใช้ Zero Configuration protocol นั้น เมื่อเครื่องลูกข่ายต่อเข้ามาในระบบแล้ว จะถูกเปลี่ยนค่า IP Address และ Subnet ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จากความ สามารถของ Zero Configuration protocol และค่าที่ถูกตั้งขึ้นมาใหม่นั้น ไม่มีการตั้งค่าอื่น ๆ เข้าไปด้วย คือ เหมือนกับไม่มี Service ที่ตั้งค่าไว้เลย

เครื่องลูกข่ายทุกเครื่องที่เข้ามาในระบบ Zero Configuration นั้น จึงจำเป็นต้องใช้ Service ต่าง ๆ เพื่อทำให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่เครื่องลูกข่ายของเรานั้น ได้ดันค่าสำรองขึ้นมาเป็นค่าหลัก ซึ่งค่านั้น มีความ สามารถพิเศษแฝงอยู่แล้ว นั่นคือสามารถเข้าใช้ Service ของ Microsoft Proxy Server ได้เลย

ดังนั้นเครื่องลูกข่ายทั้งหมด จึงสามารถใช้งานเครือข่ายได้อย่างครบประสิทธิภาพ โดยเรียกใช้ Service จากเครื่องแม่ข่าย ที่มี Function Microsoft Proxy Server ให้บริการควบคู่กับ Zero Configuration ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบ
ระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

3.1 ขั้นที่ 1 : Requirement Definition

จากการวิเคราะห์ความต้องการ สามารถสรุปเป็น Requirement Definition เป็นข้อๆ เพื่อการนำไปออกแบบระบบได้ดังนี้

1.Client Broadcast หา DHCP Server หรือ Server ของตัวเอง

2.Server จับ Packet Arp นั้น

3. ส่งกลับไปบอกให้ Client เหล่านั้นใช้ IP 169.254.x.x

4. สามารถเกิดเป็นระบบเครือข่ายส่วนตัวขึ้นมาได้

5. Client ต้องการเรียกใช้ Service บางอย่าง (nat , printer, ฯลฯ)

6. วิ่งหาผู้บริการ Service นั้น ๆ

7. Server จะเป็นตัวจัดการ Service Discover ให้

8. หาว่ามีผู้ให้บริการ Service นั้น ๆ

9. จัดการส่งต่อการร้องขอ Service ให้แม้ว่า Service นั้นจะอยู่ในเครื่อง Server เอง หรือไม่ก็ตาม

3.2 ขั้นที่ 2 : Design

หลังจากได้วิเคราะห์ความต้องการ และได้รายการความสามารถที่ระบบจะต้องมีแล้ว ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การออกแบบระบบ ในการทำงานของการออกแบบระบบการออกใบรับรองดิจิทัลจะใช้ Use Case Diagram, Class Diagram, Sequence Diagram ใช้อธิบายทั้งภาพรวม คลาสที่ควรมี และการสื่อสารการทำงานร่วมกันระหว่างคลาสต่างๆ

3.2.1 Use Case Diagram

เป็นภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของการทำงานโดยรวมของระบบ ซึ่งจะอธิบายว่าในระบบมีการดำเนินงานอะไรบ้าง โดยจะแสดงการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้ ซึ่งประกอบด้วย

- **Actor** หมายถึง สิ่งใดๆก็ตามที่ใช้งานระบบหรือมีส่วนร่วมกับ Use Case ภายในระบบ โดยสิ่งดังกล่าวอาจเป็นคน อุปกรณ์ต่างๆหรือระบบอื่นๆ เป็นต้น โดย Actor จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับระบบและมีสัญลักษณ์ที่ใช้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

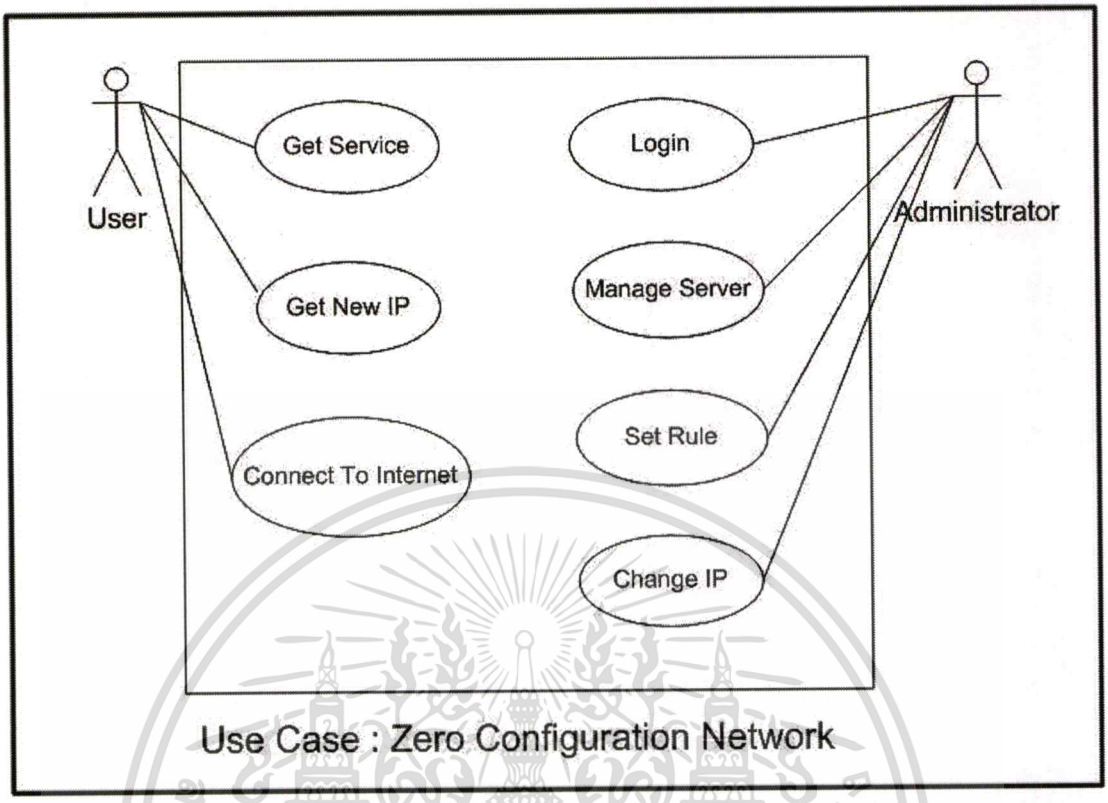
- **Use Case** คือ กิจกรรมหลักๆที่เกิดขึ้นภายในระบบซึ่งอาจเป็นกิจกรรมระหว่างผู้ใช้กับระบบหรือระบบกับระบบ ซึ่งจะใช้รูปวงรีเป็นสัญลักษณ์ คือ
- **Relationship** เป็นการแสดงความสัมพันธ์แบบต่างๆ ระหว่าง Use Case กับ Use Case และ Use Case กับ Actor สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง Use Case สามารถแบ่งออกได้เป็นสองแบบ คือ
    1. ความสัมพันธ์แบบขยาย (Extends Relationship) คือ Use case หนึ่งไปมีมีผลต่อการทำงานตามปกติของอีก Use case หนึ่ง นั่นหมายถึงว่า Use case ที่มาขยายมันจะมีผลทำให้การดำเนินการของ Use case ที่ถูกขยายมีการเปลี่ยนกิจกรรมไป สัญลักษณ์ที่ใช้คือ <<extends>> (เป็นเส้นประพร้อมหัวลูกศรที่ชี้จาก Use case ที่ขยายไปยัง Use case ที่ถูกขยาย โดยมีคำว่า <<extend>> กำกับอยู่บนเส้นลูกศร)
    2. ความสัมพันธ์แบบใช้ (Uses Relationship) คือการที่ Use case หนึ่ง เรียกใช้งาน Use case อีกอันดับหนึ่ง คล้าย ๆ กับการเรียกใช้งานโปรแกรมย่อยโดยโปรแกรมหลัก สัญลักษณ์ที่ใช้คือ <<uses>> (ลูกศรหัวสามเหลี่ยมทึบชี้ไปยัง Use case ที่ถูกเรียกใช้งาน โดยมีคำว่า <<uses>> กำกับอยู่บนเส้นลูกศร)

ในการออกแบบระบบการออกใบรับรองดิจิทัลนี้ประกอบด้วย

- **Actor** ได้แก่
    1. Client ร้องขอ IP , Gate way
    2. IP Address ถูกปรับให้ใช้ 169.254.x.x
    3. การติดต่อภายในเครือข่าย สามารถกระทำได้ทันที
    4. หากต้องการออกสู่ภายนอกจะทำการร้องขอ Service ที่เกี่ยวข้อง
    5. ผู้ที่ได้รับอนุญาติสามารถออกสู่ Internet ได้
- **Use case** ได้แก่
    1. Login : การเข้าสู่ระบบเครือข่าย
    2. Service : ทำการร้องของ Service ที่ต้องการ
    3. Get New IP Address : รับการตั้งค่าเพื่อใช้งานด้วย IP Adress ใหม่
    4. Connect To Internet : ต้องการ Service I-Nat
    5. Manage Server : ปรับตั้งค่าต่าง ๆ ใน Server
    6. Set Rule : กำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในระบบ

จากข้อมูลข้างต้นสามารถเขียนเป็น Use Case Diagram ได้ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ภาพแสดง Use Case Diagram ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

3.2.2 Class Diagram

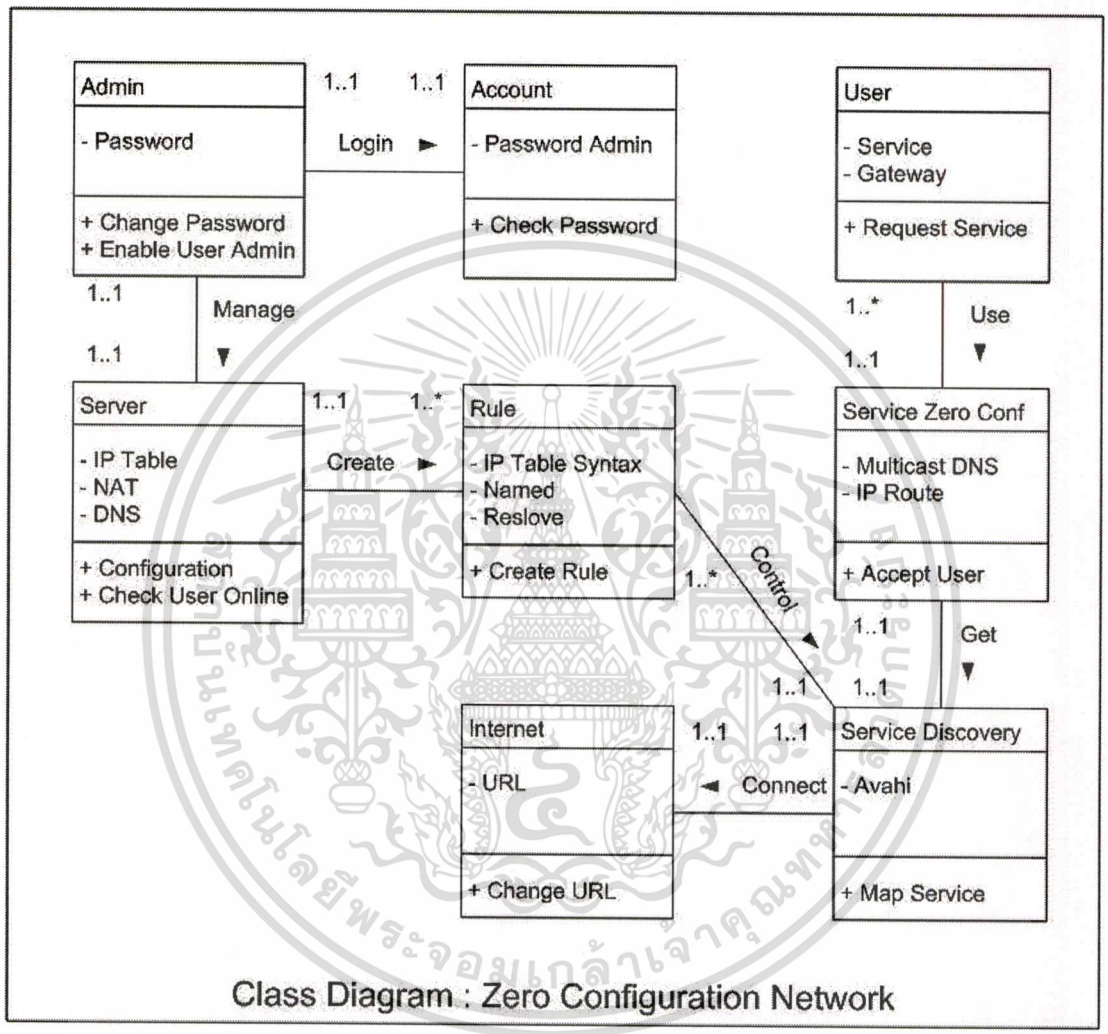
ใช้แสดงคลาสและความสัมพันธ์ต่างๆระหว่างคลาส โดยคลาสใช้สัญลักษณ์เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าภายในแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ชื่อคลาส (Name) คุณลักษณะ (Property) และพฤติกรรม (Method) เรียงจากบนลงล่างตามลำดับ และสามารถเขียน Class ที่เกี่ยวข้องจากขั้นตอนการทำงานของ Use Case ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Class ที่เกี่ยวข้องกับ Use case

Use Case	Class ที่เกี่ยวข้อง
Get Service	User , Service Discovery
Get New IP	User , Service Zero Conf
Connect to Internet	User , Internet
Login	Administrator , Account
Manage Server	Administrator , Server
Set Rule	Administrator , Rule
Change IP Adderss	Administrator , Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลข้างต้นสามารถเขียนเป็น Class Diagram โดยการทำงานเริ่มที่ผู้ใช้งานระบบจะทำการเข้าใช้งานระบบด้วยการร้องขอใช้ Service Zero Conf หลังจากนั้นทางผู้ดูแลระบบจะทำการตรวจสอบ และทำการออก Service รับรองการร้องขอ แล้วทางผู้ใช้งานระบบถึงจะสามารถออกสู่ระบบเครือข่ายสาธารณะภายนอกได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Class Diagram ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

แต่ละคลาส มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>คลาส Account</u> เป็นคลาสที่เกี่ยวกับข้อมูลของผู้ดูแลระบบเพื่อเข้าใช้งานระบบ โดยระบบจะเป็นผู้ตรวจสอบว่ายินยอมให้เข้าใช้งานระบบหรือไม่หรือจะลบทิ้งออกไปจากระบบดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 เมธอดของคลาส Admin

เมธอด	หน้าที่
Check Password	เปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้ดูแลระบบในฐานข้อมูล
Enable User Admin	อณุญาติให้เข้าดูแลระบบได้

คลาส Server เป็นคลาสที่เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการ โดยจะเป็นส่วนเกี่ยวข้องกับการตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เมธอดของคลาส Server

เมธอด	หน้าที่
Configuration	การตั้งค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นของระบบ
User Online	การแสดงข้อมูลของผู้เข้าใช้งานในระบบ

คลาส Rule เป็นคลาสที่เกี่ยวกับกฎของผู้ที่มาเป็นสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบ โดยผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้กำหนด ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เมธอดของคลาส Rule

เมธอด	หน้าที่
Create Rule	การกำหนดข้อใช้งานระบบ (Service ต่าง ๆ)

คลาส Service Zero Conf เป็นคลาสที่เกี่ยวกับ Service ของระบบที่ผู้ที่มาเข้าใช้งานระบบ จำเป็นต้องใช้ Service นี้เพื่อการเข้าติดต่อกับระบบ โดยผู้ดูแลระบบจะสามารถเปิด หรือปิด Service นี้ได้ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เมธอดของคลาส Service Zero Config

เมธอด	หน้าที่
Accept User	สามารถติดต่อกับผู้ใช้ระบบได้

คลาส Service Discovery เป็นคลาสที่เกี่ยวกับการร้องขอ Service ของผู้ที่มาใช้งานระบบ โดยระบบจะเป็นผู้ตรวจสอบว่าใช่ Service ที่ระบบให้บริการอยู่หรือไม่ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เมธอดของคลาส Service Discovery

เมธอด	หน้าที่
Map Service	ยอมให้ผู้ใช้ระบบเข้าใช้บริการที่ร้องขอได้

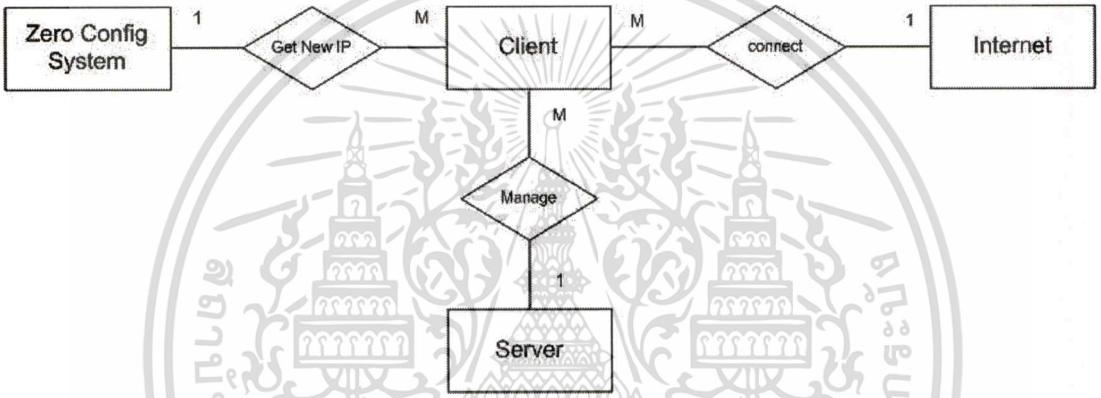
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คลาส Internet</u> เป็นคลาสที่ผู้ใช้งานระบบได้รับการบริการจาก Service ที่ร้องขอไป ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เมธอดของคลาส Internet

เมธอด	หน้าที่
Change URL	ข้อมูลของURL ที่ต้องการ

E-R Model ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า



รูปที่ 3.3 E-R Model ของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

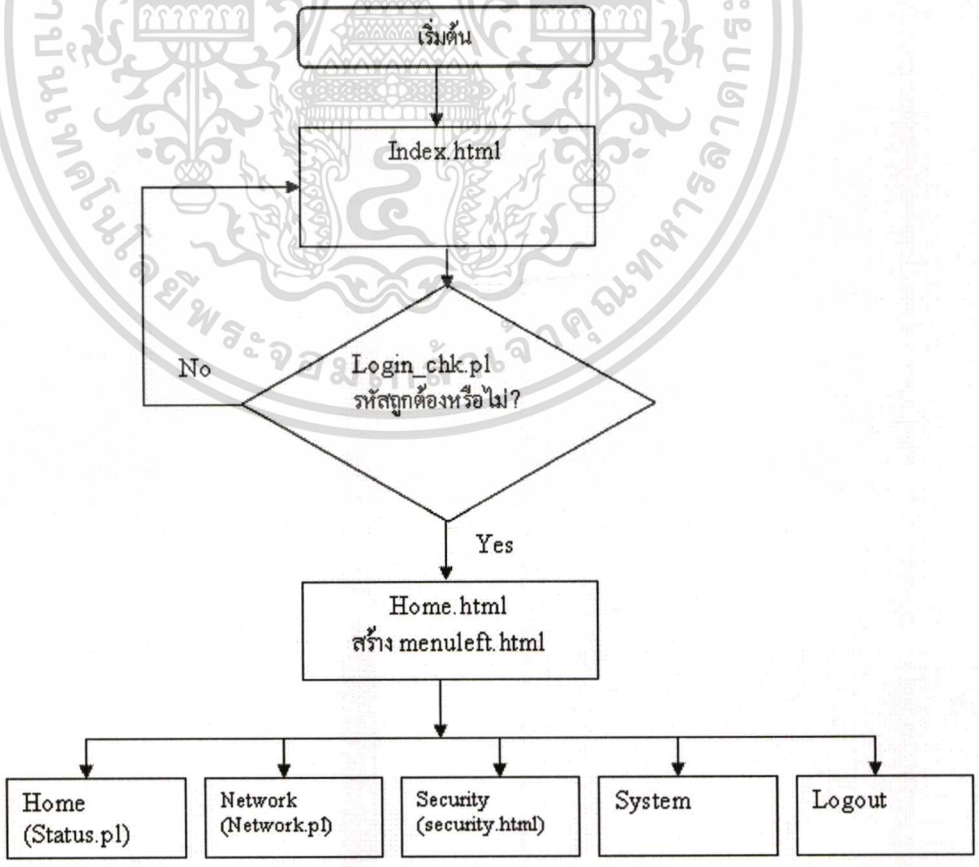
บทที่ 4
การทำงานและการให้บริการของระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการพัฒนาระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า(Zero Configuration Networking) โดยแบ่งการอธิบายออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนการทำงานของโปรแกรมผู้ดูแลระบบ
2. ส่วนการทำงานของเครื่องลูกข่าย

4.1 ส่วนการทำงานของโปรแกรมผู้ดูแลระบบ

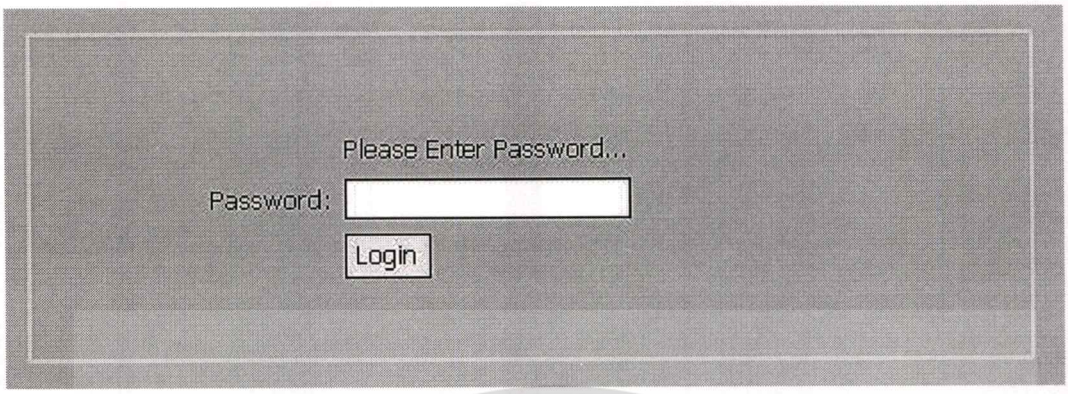
สมรรถนะของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า ระบบจะอ้างอิงกับการตั้งค่าของระบบปฏิบัติการ Linux โดยได้แบ่งส่วนการควบคุมระบบไว้เป็นส่วน ๆ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Flow Chart ของระบบควบคุมเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ส่วนของการเข้าสู่ระบบควบคุม

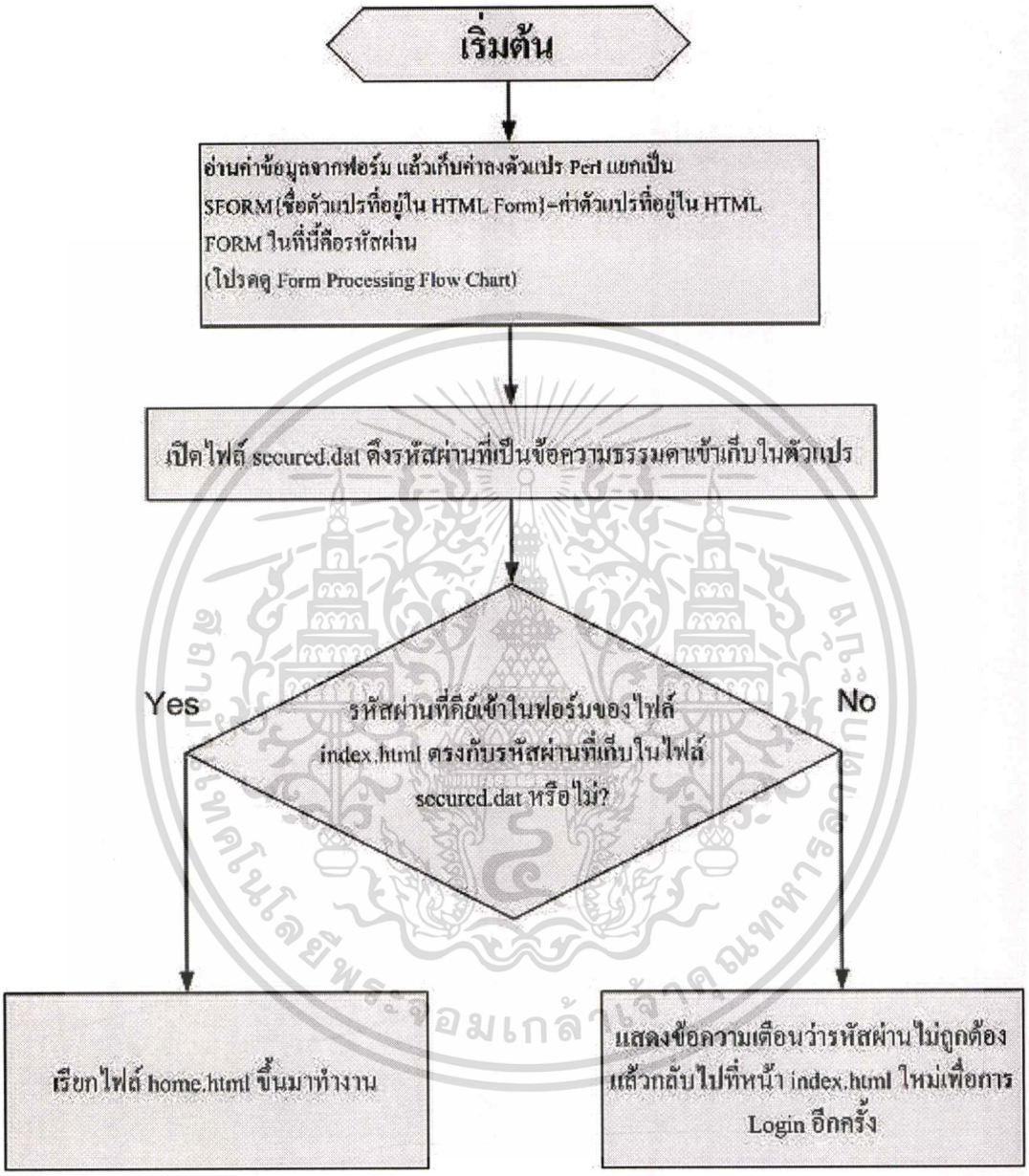


รูปที่ 4.2 ภาพแสดงส่วนของการเข้าสู่ระบบควบคุม

เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการถามรหัสผ่าน โดยเทียบกับ Dat Files

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

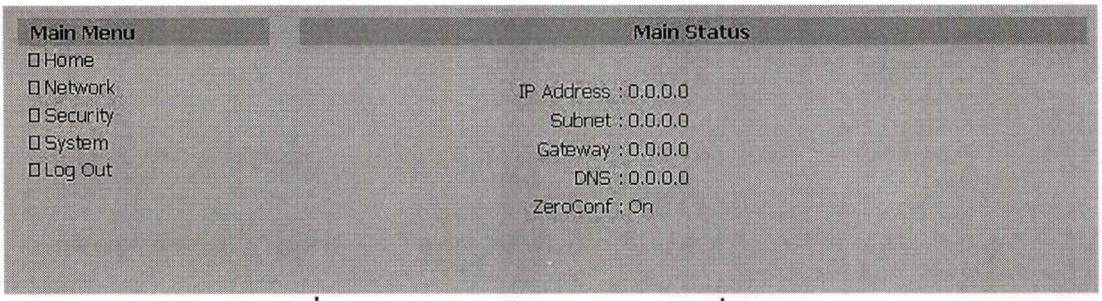
Login_chk.pl Flow Chart



รูปที่ 4.3 Flow Chart ส่วนของการเข้าสู่ระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ส่วนแสดงสถานะเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงส่วนแสดงสถานะเครื่องแม่ข่าย

ค่าที่นำมาแสดงอยู่ใน File ต่อไปนี้

File: **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0**

DEVICE=eth0

ONBOOT=yes

BOOTPROTO=none

IPADDR=202.57.153.58 ---------> **IP Address**

NETMASK=255.255.255.248 ---------> **Subnet**

GATEWAY=202.57.153.57 ---------> **Gateway**

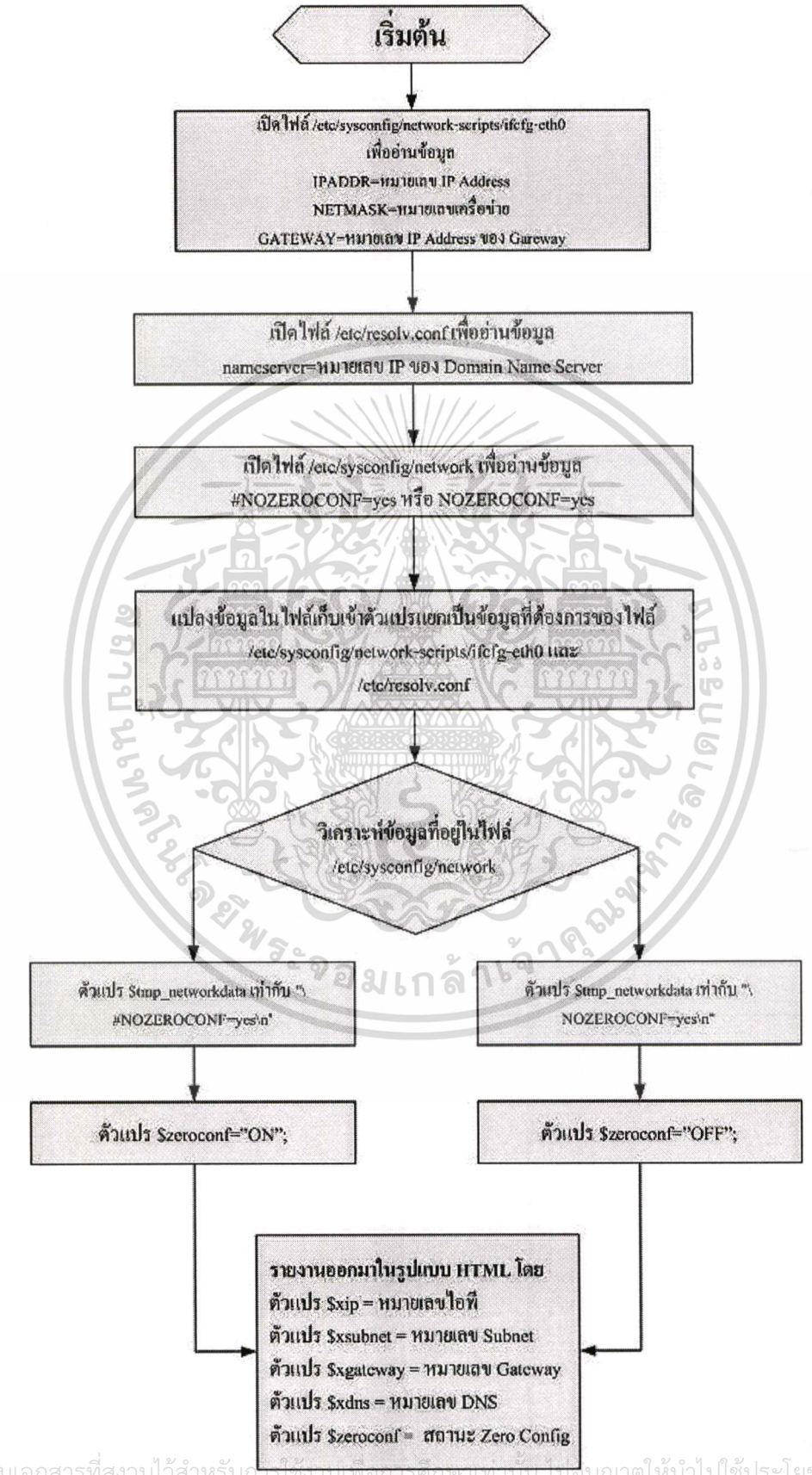
TYPE=Ethernet

File: **/etc/resolv.conf**

nameserver 202.57.160.129 ----------> **DNS**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

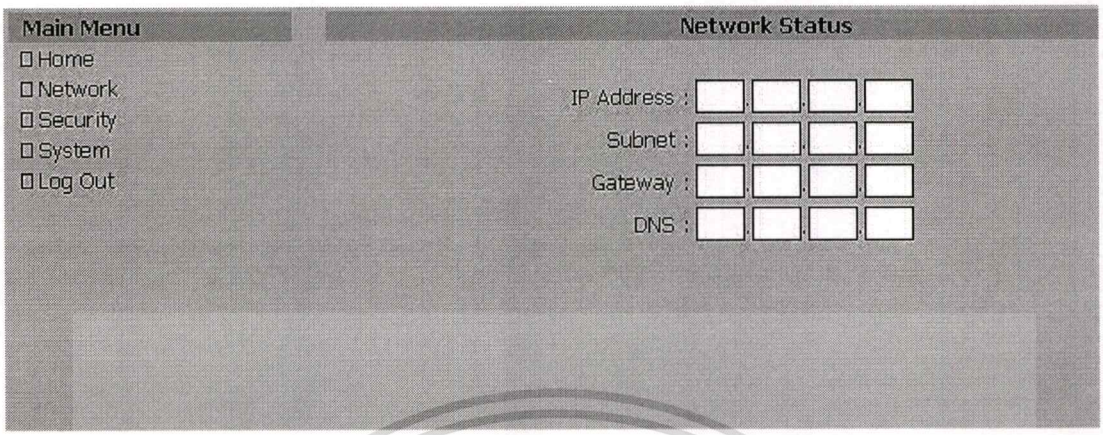
Home Flow Chart (cgi-bin/status.pl)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 Flow chart ส่วนแสดงสถานะเครื่องแม่ข่าย

4.1.3 ส่วนของการตั้งค่าให้เครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 4.6 ภาพแสดงส่วนของการตั้งค่าให้เครื่องแม่ข่าย

มีการ Check ค่า IP ในช่องที่ให้ใส่ด้วยว่า ไม่ให้ผิดหลักการตั้งค่า IP แล้วนำค่านั้น ๆ ไปใส่ใน

File: **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0**

DEVICE=eth0

ONBOOT=yes

BOOTPROTO=none

IPADDR=202.57.153.58 ---------> **IP Address ใหม่**

NETMASK=255.255.255.248 ---------> **Subnet ใหม่**

GATEWAY=202.57.153.57 ---------> **Gateway ใหม่**

TYPE=Ethernet

และใน

File: **/etc/resolv1.conf**

nameserver 202.57.160.129 ----------> **DNS ใหม่**

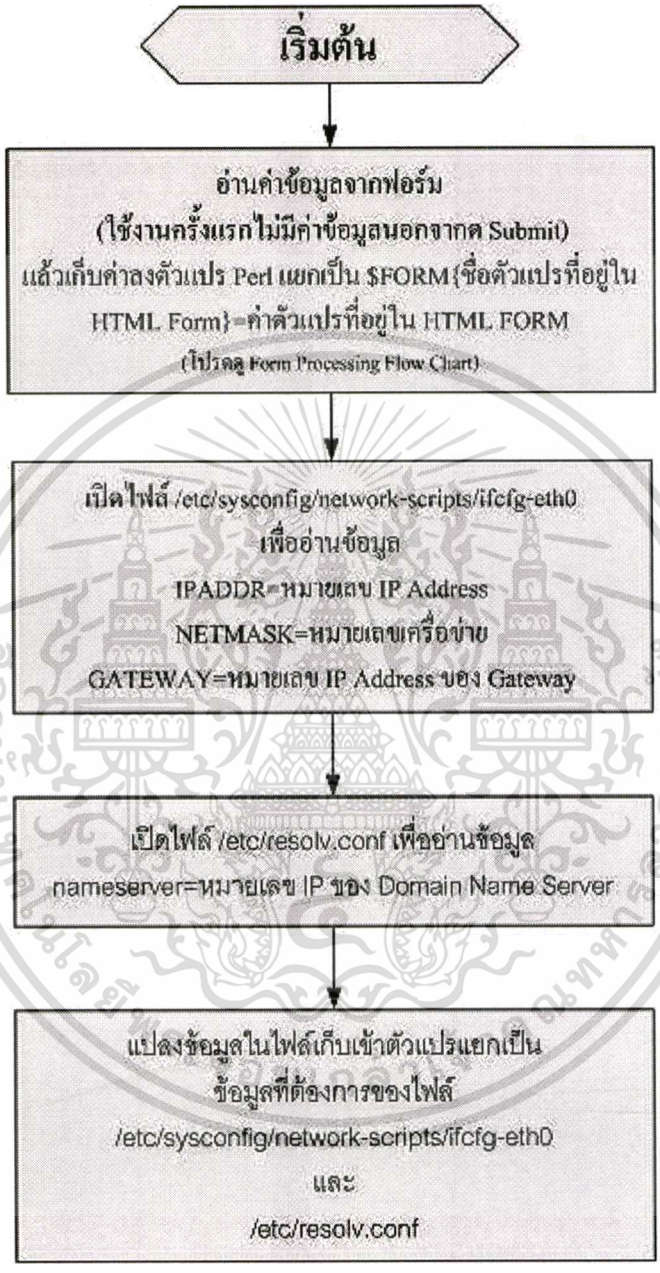
เปลี่ยนค่าใหม่ใหม่ใน File เรียบร้อยแล้ว ต้องทำการ Network Restart เพื่อให้ค่าที่เปลี่ยนเข้าไปใหม่ สามารถทำงานได้ ด้วยคำสั่งต่อไปนี้

[root@pantip-server root]#

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[root@pantip-server root]# /etc/init.d/network restart

Network Flow Chart (network.pl)



รูปที่ 4.7 Flow Chart ส่วนของการตั้งค่าให้เครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

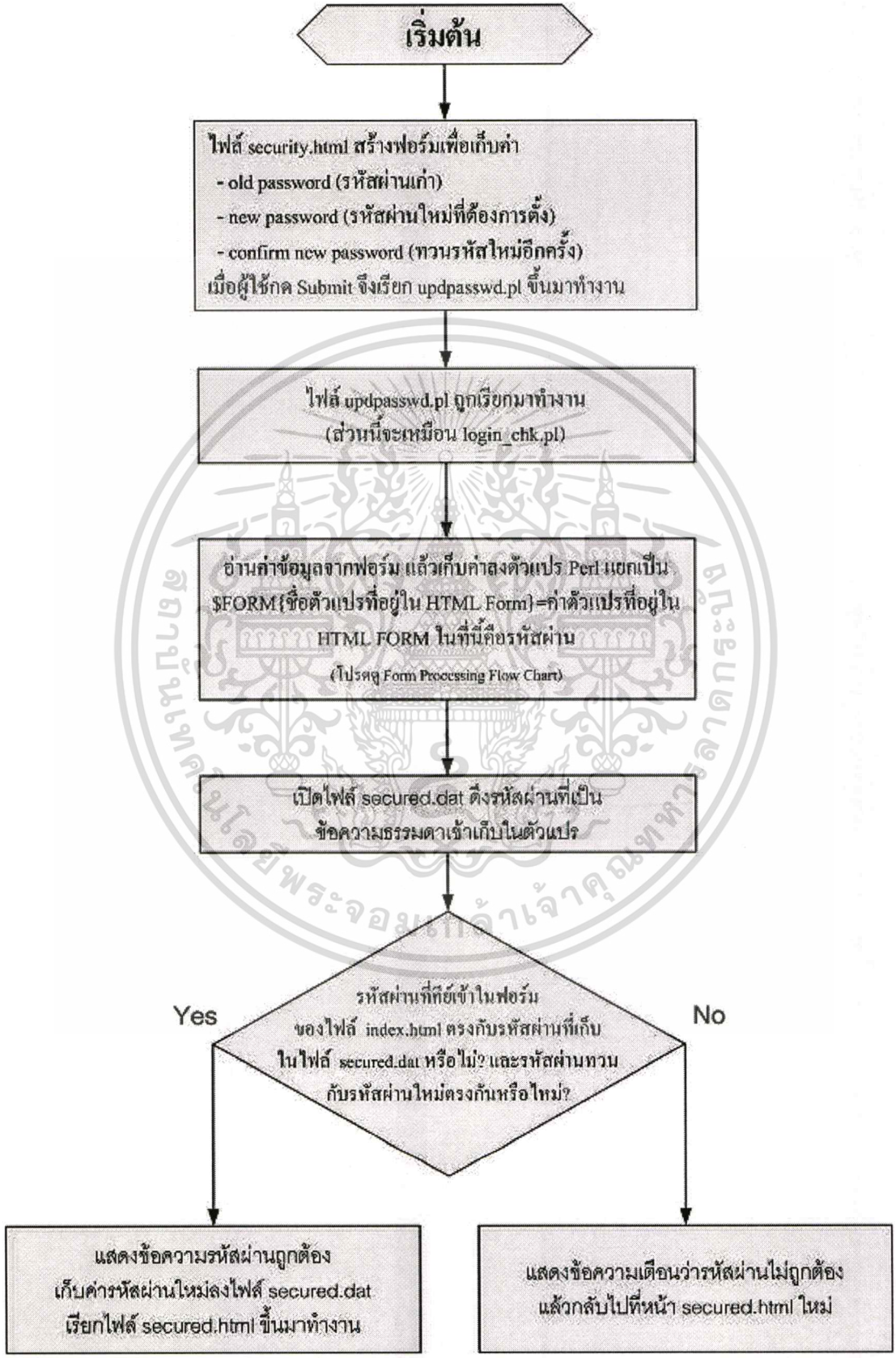
4.1.4 ส่วนของรหัสผู้ดูแลเครือข่าย

รูปที่ 4.8 ภาพแสดงส่วนของรหัสผู้ดูแลเครือข่าย

เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลง Password สำหรับผู้คุมคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

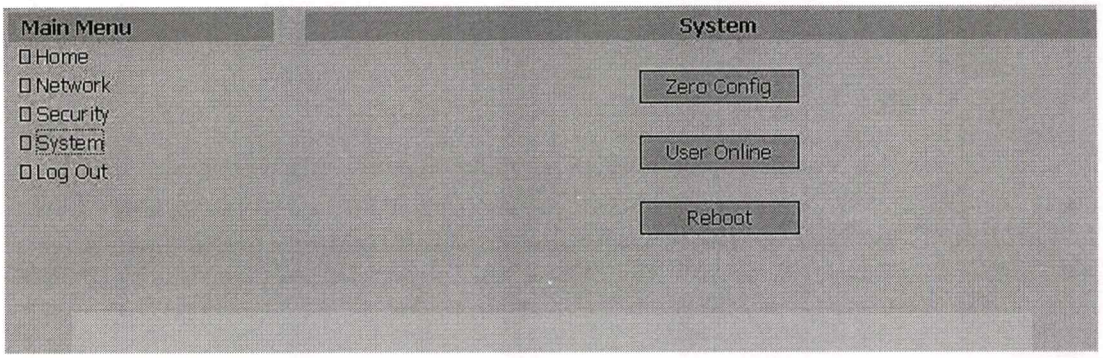
Security Flow Chart (security.html, updpasswd.pl)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 Flow Chart ส่วนของรหัสผู้ดูแลเครือข่าย

4.1.5 ส่วนของระบบเครือข่าย



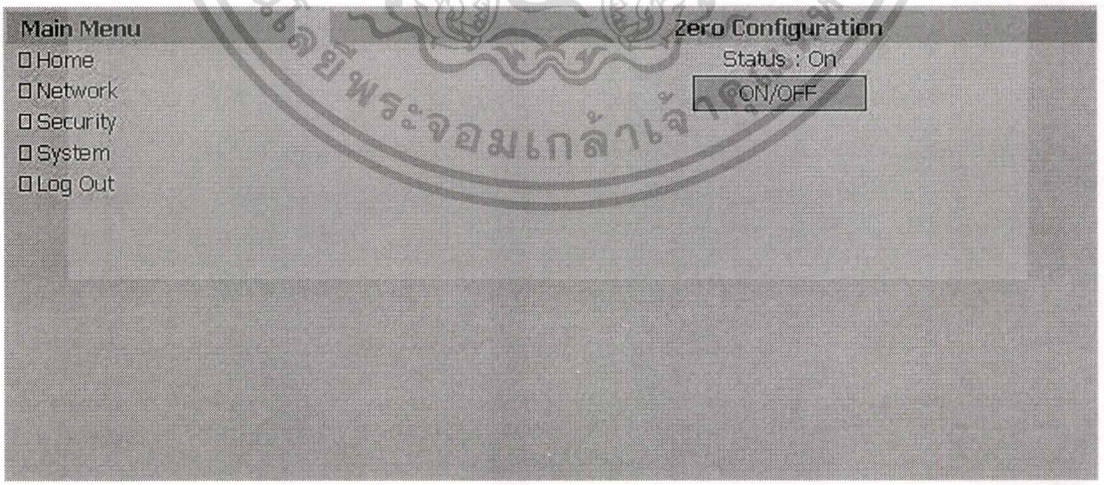
รูปที่ 4.10 ภาพแสดงส่วนของระบบเครือข่าย

แบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ อีก 3 ส่วนคือ

1. Zero Conf
2. User Online
3. Reboot

ดังรูปที่ 4.10

4.1.6 ส่วนของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า



รูปที่ 4.11 ภาพแสดงของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า

File ที่เกี่ยวข้องคือ

File: **/etc/sysconfig/network**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETWORKING=yes

HOSTNAME=localhost.localdomain

#NOZEROCONF=yes

ที่แสดงอยู่คือ Zero Conf ON

NETWORKING=yes

HOSTNAME=localhost.localdomain

NOZEROCONF=yes

ที่แสดงอยู่คือ Zero Conf OFF

เมื่อเปลี่ยนค่าแล้วต้องทำคำสั่งดังนี้

[root@localhost ~]# /etc/init.d/network restart

4.1.7 ส่วนของการแสดงค่าของผู้ใช้ระบบ

รูปที่ 4.12 ภาพแสดงส่วนของการแสดงค่าของผู้ใช้ระบบ

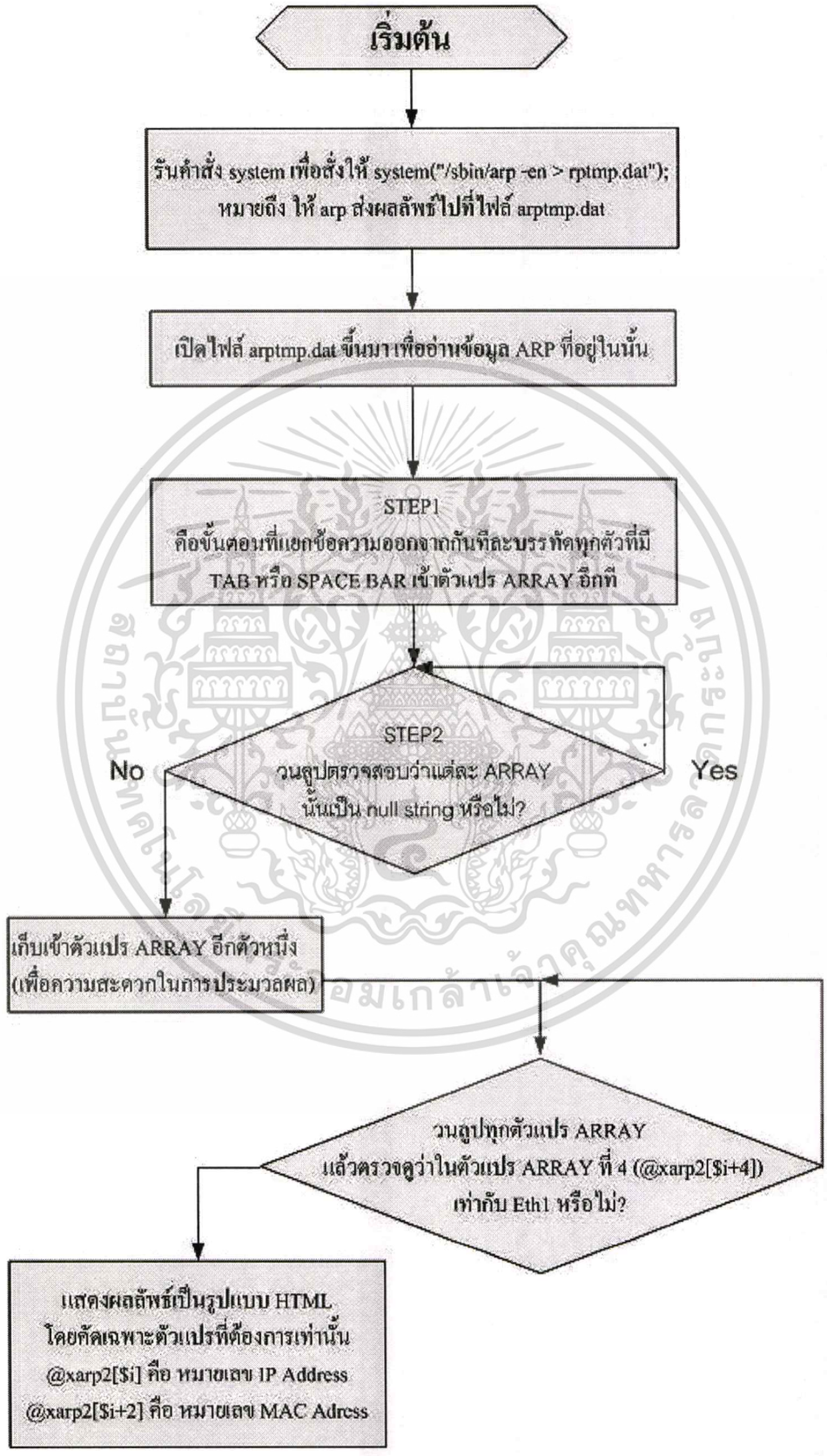
การแสดงผล จะได้มาจากคำสั่ง

[root@localhost ~]#arp –en

แล้วเลือกมาเฉพาะส่วนของ eth1 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

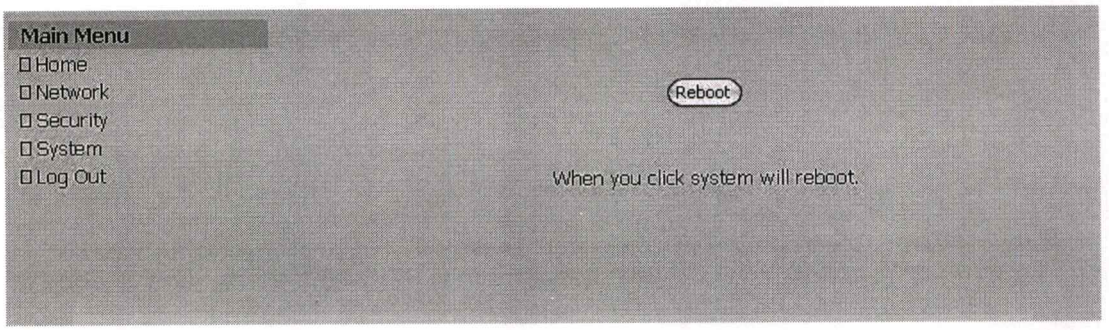
User Online Flow Chart (system_user.pl)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 Flow Chart ส่วนของการแสดงค่าของผู้ใช้ระบบ

4.1.8 ส่วนการ Reboot



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงส่วนการ Reboot

ทำคำสั่งต่อไปนี้

[root@pantip-server root]# shutdown -r now

ในการสั่งให้สคริปทำงานในคำสั่งระดับ Root ได้นั้นต้องมีกระบวนการอีกเล็กน้อย ดังนี้

ไฟล์นี้คือไฟล์สคริปต์ที่สั่งให้ thttpd ทำงานโดยมี option ที่เราต้องการ

ไฟล์ :: weconf.d

โหมด :: 775

#!/bin/sh

#บรรทัดข้างล่างนี้หมายความว่าให้ thttpd รันเป็น root และรัน cgi ภายใต้โฟลเดอร์ cgi-bin ทุกไฟล์ที่มีนามสกุล .pl เท่านั้นที่รันได้ และสุดท้ายคือรันที่ port หมายเลขเท่าไร (กรณีที่มี Web Server มากกว่าหนึ่งตัวที่รันบน port 80)

./thttpd -u root -c "/cgi-bin/*.pl" -p 80

ไฟล์ที่เกี่ยวข้องคือ /etc/rc.d/rc.local

ไฟล์ :: /etc/rc.d/rc.local

#!/bin/sh

This script will be executed *after* all the other init scripts.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

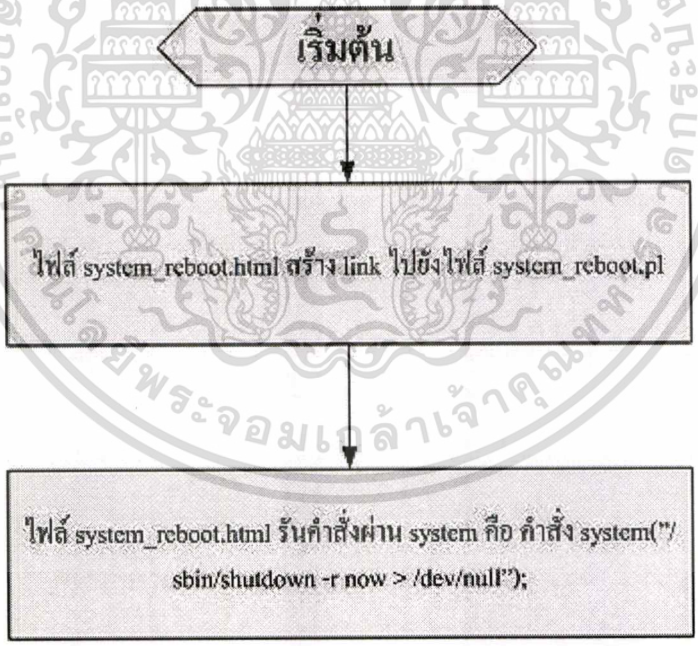
```
# You can put your own initialization stuff in here if you don't
# want to do the full Sys V style init stuff.

touch /var/lock/subsys/local

#inset by weconf project

#สั่งไปที่โฟล์เดอร์ที่เก็บ Web Config Project
cd /root/weconf_proj/final2/
#รัน weconf.d ทุกครั้งที่ restart ลินุกซ์
./weconf.d
```

Reboot Flow Chart (reboot.html,system_reboot.pl)



รูปที่ 4.15 Flow Chart แสดงส่วนการ Reboot

4.1.9 ส่วนของการออกจากการเป็นผู้ควบคุมระบบ

กลับไปสู่หน้า Login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนการทำงานของเครื่องลูกข่าย

มีการทำงานอยู่ 2 ลักษณะ

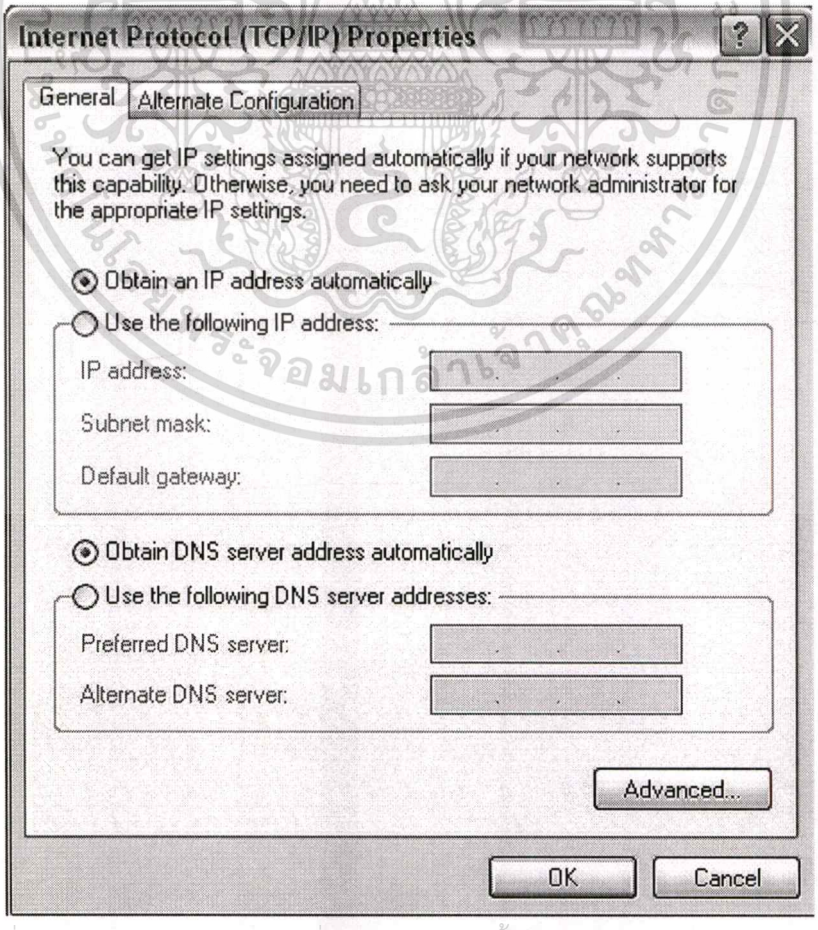
4.2.1 เครื่องลูกข่ายเปิดรับ DHCP

4.2.2 เครื่องลูกข่ายมีการตั้งค่า IP Address มาแล้ว

4.2.1 เครื่องลูกข่ายเปิดรับ DHCP

ในระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่านั้น ตามจริงแล้วไม่จำเป็นต้องจ่ายค่า IP Address (DHCP) ให้กับเครื่องลูกข่าย ระบบก็ยังสามารถทำงานได้ตามปรกติ เพียงแต่ว่าระยะเวลาในการรอคอยให้ระบบ Auto IP Addressing ทำงานเองนั้น ใช้เวลาไม่เท่ากันในแต่ละเครื่อง ขึ้นอยู่กับความสามารถของ CPU , OS ฯลฯ ซึ่งในการใช้งานจริงของระบบเครือข่ายที่ให้บริการนั้น หากต้องรอกว่าจะเข้าใช้ระบบเครือข่ายได้นั้น ทำให้สมรรถนะของระบบเครือข่ายตกลงมาก หรือเครื่องลูกข่ายบางเครื่องอาจไม่สามารถเข้าใช้เครือข่ายได้เลย

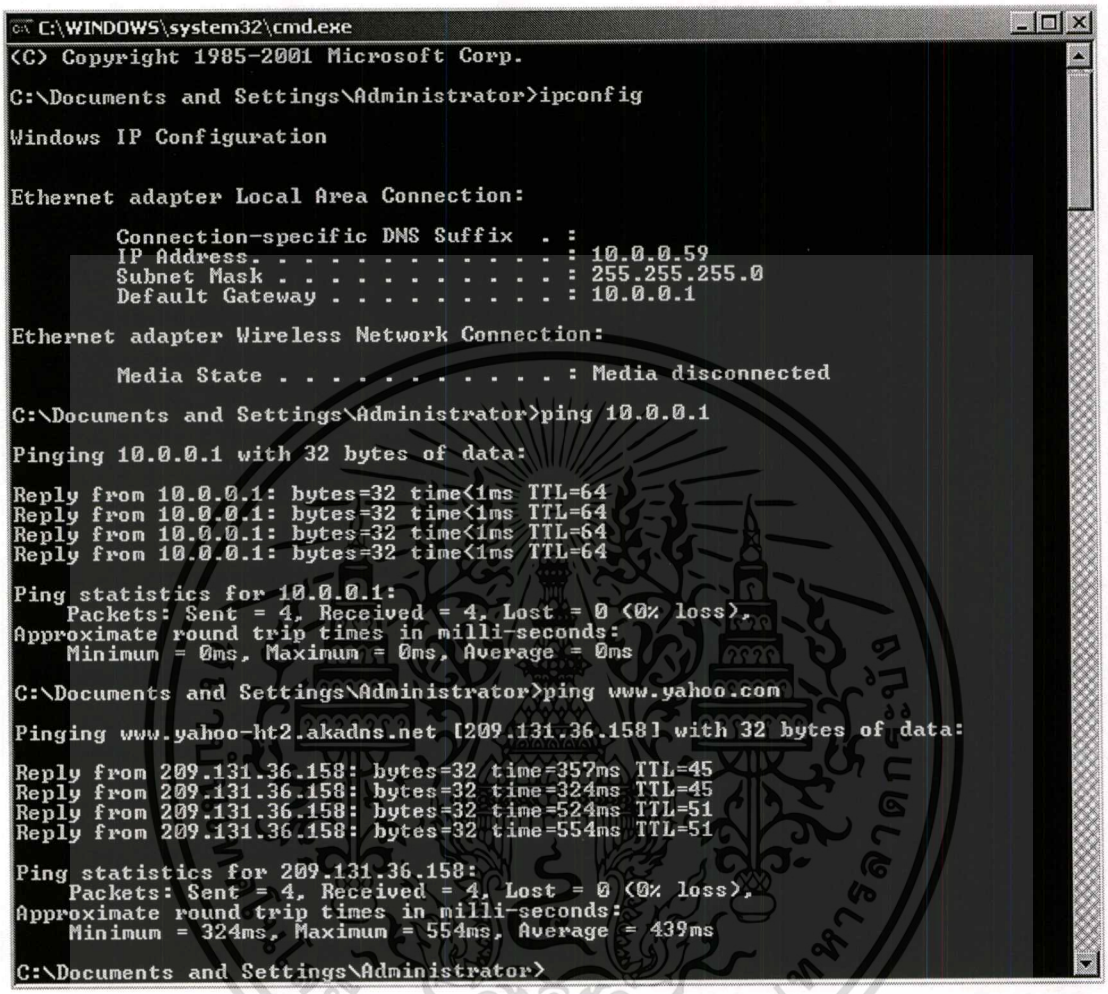
DHCP จึงเข้ามามีบทบาทหน้าที่ตรงส่วนนี้ ซึ่งจะช่วยให้ระบบเครือข่ายทำงานได้รวดเร็วและสามารถจัดการเครื่องลูกข่ายได้ง่ายมาก ๆ



รูปที่ 4.16 แสดงการตั้งค่าให้เครื่องลูกข่ายรับ DHCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเครื่องลูกข่ายได้รับ IP Address แล้ว การจัดการจะง่ายมาก ๆ เครื่องลูกข่ายจะสามารถใช้ Service ต่าง ๆ ที่มีให้บริการได้ทันที เช่นเดียวกับระบบเครือข่ายทั่ว ๆ ไป ดังรูปที่ 4.17

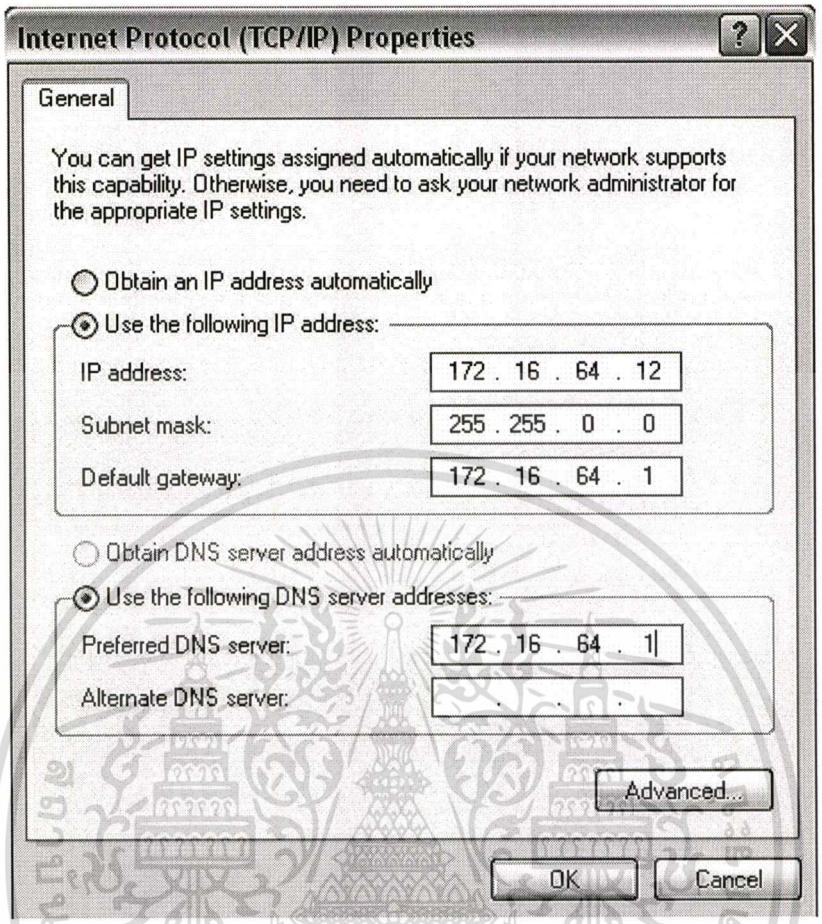


รูปที่ 4.17 แสดงเครื่องลูกข่ายที่สามารถใช้ Service ได้ตามปรกติ

4.2.2 เครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่ามาแล้ว

เครื่องลูกข่ายบางเครื่องที่เข้ามาในระบบเครือข่าย อาจมีการตั้งค่า IP Address มาแล้ว ซึ่งการตั้งค่านั้นอาจได้มาจากความจำเป็นในการเข้าระบบเครือของส่วนการทำงานที่อื่น และในการเข้าระบบเครือข่ายใหม่นี้ ไม่เหมาะสมที่จะไปปรับเปลี่ยนค่าใด ๆ ของเครื่องลูกข่ายนั้น ๆ เนื่องจากอาจเกิดปัญหากับเครื่องลูกข่ายนั้น ๆ เมื่อกลับไปใช้ระบบเครือข่ายเดิมที่เคยใช้มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

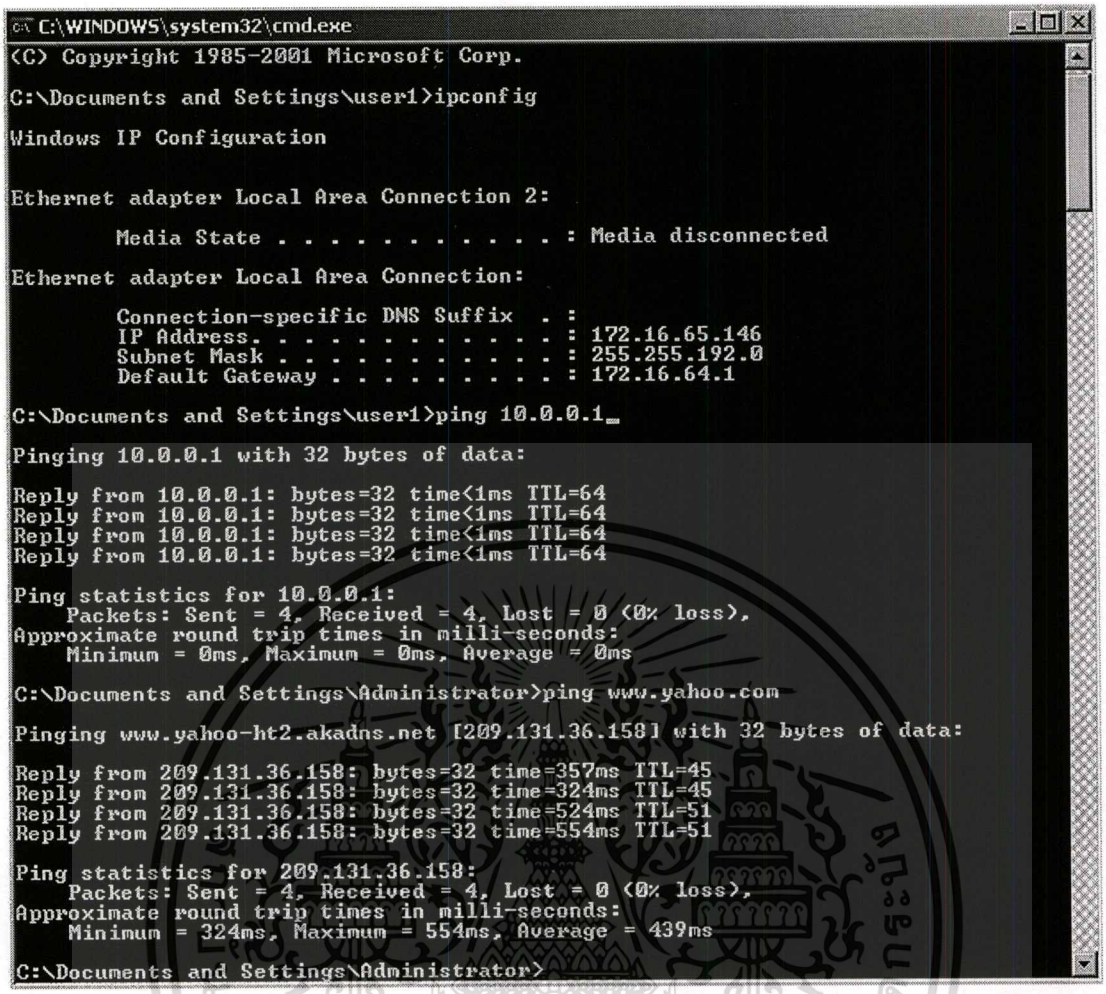


รูปที่ 4.18 แสดงการตั้งค่า IP Address ของเครื่องลูกข่าย

เครื่องที่มีการตั้งค่า IP Address มาแล้วนั้น ก็สามารถเข้าใช้ระบบเครือข่ายได้ โดยใช้ความสามารถของ Zero Configuration Network

โดยเครื่องลูกข่ายสามารถใช้ Service ที่เครื่องแม่ข่ายให้บริการได้ เช่นเดียวกับเครื่องลูกข่ายที่ได้รับการตั้งค่า IP Address โดยอัตโนมัติ (DHCP) ดังรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงเครื่องลูกข่ายที่มีการตั้งค่าสามารถใช้ Service ได้ตามปรกติ

จากรูป แสดงให้เห็นชัดเจนว่า เครื่องที่มีการตั้งค่า IP Address มาแล้วนั้น เมื่อเข้ามาในระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Network) ก็ยังสามารถติดต่อเครื่องแม่ข่ายที่มีค่า IP Address ที่ต่างคลาสกันได้ และสามารถเรียก Service ที่จำเป็น เพื่อใช้ในการออกสู่เครือข่ายภายนอกได้

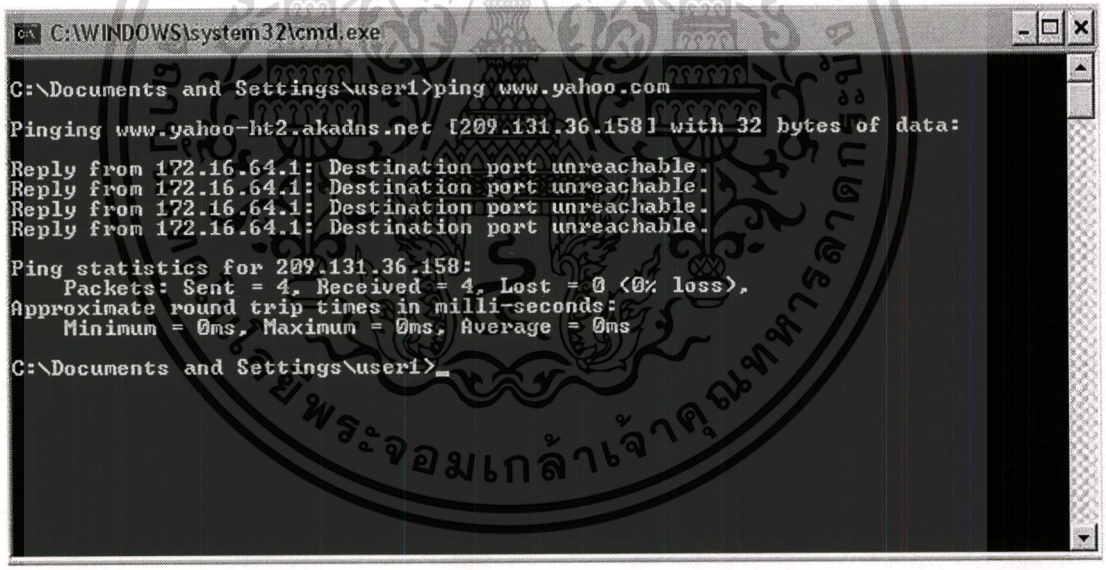
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การให้บริการของระบบ

ในการให้บริการของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Network) เครื่องลูกข่ายไม่ต้องมีการการเปลี่ยนแปลง หรือ ตั้งค่าภายในเครื่องใด ๆ เลย ก็สามารถเข้าเป็นสมาชิกของระบบเครือข่ายได้ ด้วยความสามารถของ Zero Configuration Network เกิดเป็นระบบเครือข่ายที่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ แม้ว่าเครื่องนั้น ๆ จะมีการตั้งค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งตามทฤษฎีแล้ว ไม่สามารถติดต่อกันเป็นระบบเครือข่ายได้เลย

แต่หากเครื่องลูกข่ายต้องการออกสู่ระบบเครือข่ายภายนอก จำเป็นต้องมี Service ที่รองรับเพื่อให้บริการดังกล่าว

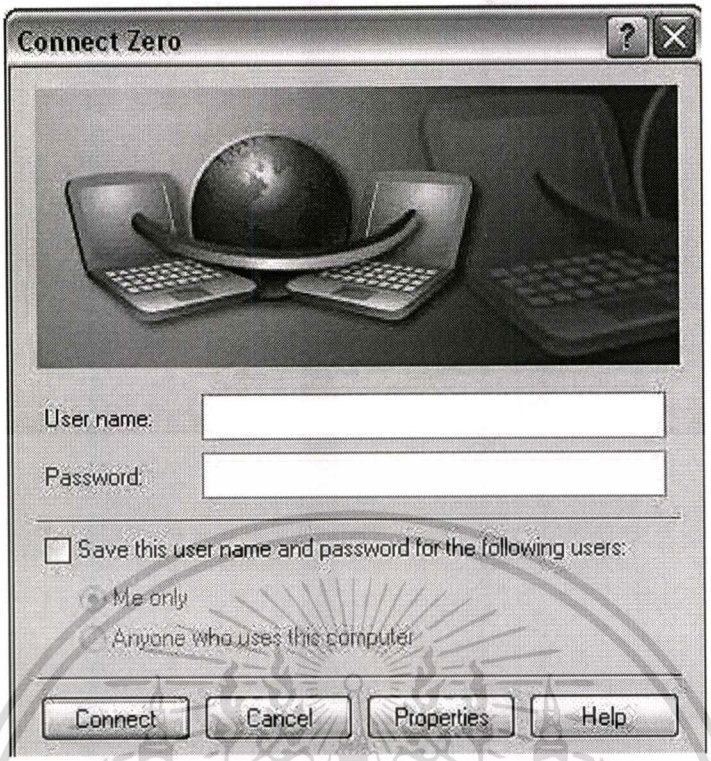
ในระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Network) ที่ได้นำเสนอนี้ เลือกใช้บริการ PPPOE โดยที่เครื่องลูกข่ายต้องทำการกรอก User Name และ Password เพื่อยืนยันสิทธิ์ก่อนออกไปสู่เครือข่ายภายนอก ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถออกสู่เครือข่ายภายนอกได้ ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงเครื่องลูกข่ายที่ไม่ได้รับอนุญาติให้ออกสู่เครือข่ายภายนอก

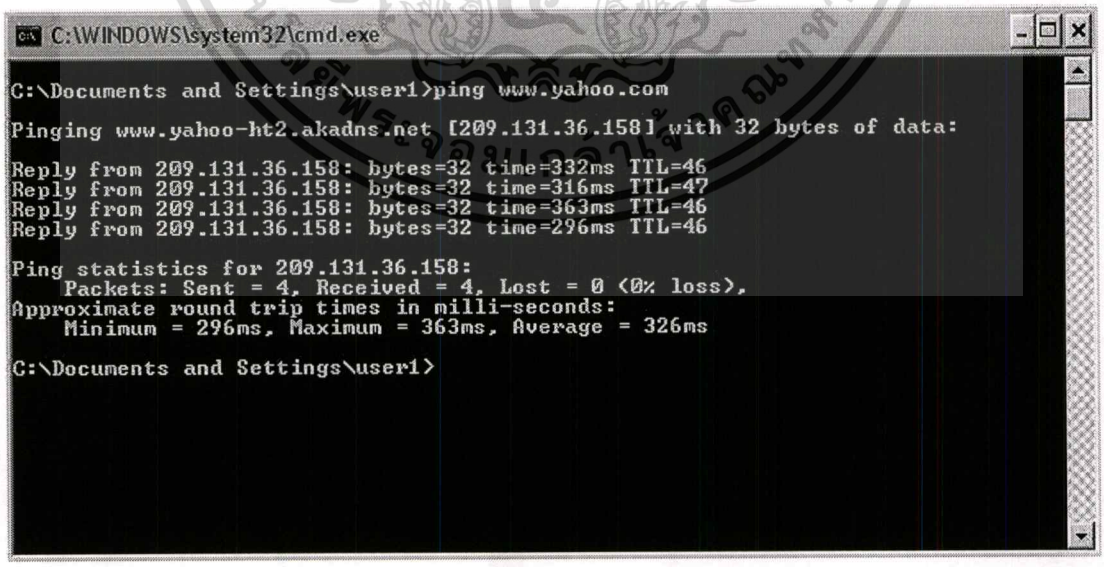
การที่จะสามารถออกสู่ระบบเครือข่ายภายนอกได้ เครื่องลูกข่ายต้องทำการสร้าง Connection PPPOE เพื่อยืนยันสิทธิ์กับเครื่องแม่ข่าย ดังรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดง Connection PPPOE ของเครื่องลูกข่าย

เมื่อทำการกรอก Username และ Password เพื่อทำการ Connection กับเครื่องแม่ข่ายได้แล้ว จะสามารถออกสู่เครือข่ายภายนอกได้ ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงเครื่องลูกข่ายที่ได้รับสิทธิ์ออกสู่ระบบเครือข่ายภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ความต้องการใช้เทคโนโลยีระบบเครือข่าย มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวเร็ว ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และในอนาคตรูปแบบของการให้บริการด้านเครือข่ายนั้นจะเปลี่ยนไปสู่การให้บริการแบบมัลติมีเดียเคลื่อนที่ (Mobile Multimedia) และระบบเครือข่ายไร้สายที่มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลความด้วยเร็วสูง ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการเพื่อให้เครือข่ายมีความสามารถรองรับกับความต้องการได้อย่างรวดเร็ว

ระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Networking) เป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถช่วยให้การเข้าสู่ระบบเครือข่ายสามารถกระทำได้เร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Networking) นั้นจะใช้วิธีการนำเอาความสามารถของ OS (Operating System) ที่ถูกบรรจุไว้อยู่แล้ว คือ Auto Configuration IP Addressing ซึ่งความสามารถนี้คือกระบวนการที่พยามยามให้เกิดระบบเครือข่ายอย่างง่าย ๆ ขึ้น เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อกันอยู่ และมี OS (Operating System) เดียวกัน โดยจะมีการตั้งค่า IP Addressing ให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งความสามารถนี้ได้ถูกใช้งานและถูกพัฒนามาจนเกิดเป็น Service ใหม่ขึ้นมาเพื่อรองรับการใช้งานในระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Networking) คือ Zero Configuration Wireless Networking

ความพยายามที่จะให้เกิดระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่านั้น เริ่มจากการพยายามทางด้าน Programming โดยจะทำการจับ Arp Packet ของเครื่องในระบบเครือข่าย มาทำการคำนวณเพื่อสร้างอินเทอร์เฟสเสมือนเพื่อรองรับเครื่องลูกข่ายในระบบ และจะทำการบริดจ์ (Bridge) เพื่อให้เกิดการติดต่อสื่อสารกันในแต่ละอินเทอร์เฟสได้ แต่เทคโนโลยีนี้ได้จางหายไป เนื่องจากต้องใช้ทรัพยากรของ CPU อย่างมาก ทำให้ไม่สามารถให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคนิคระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Networking) ในปัจจุบันได้ใช้เทคนิคที่มีอยู่แล้วมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดระบบที่มีประสิทธิภาพคือ การใช้ความสามารถในการตั้งค่า IP Address โดยอัตโนมัติ (Auto Configuration IP Addressing) ซึ่งค่าที่ได้มานั้น จะผ่านเทคนิคต่าง ๆ ตามที่ได้เสนอมาแล้ว จนเกิดเป็นระบบเครือข่ายที่สามารถให้บริการลูกข่ายได้ในทุกกรณี ซึ่งจะเกิดความสะดวกอย่างมากในการเข้าใช้ระบบ

ระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Networking) มีบทบาทอย่างมากในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ชื่อดังในท้องตลาดหลายยี่ห้อ จำพวก HotSpot Gateway จะต้องมีความสามารถของระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Networking) เป็นตัวหลักในการโฆษณา ซึ่งจะถูกนำไปให้บริการระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless

เอกสารนี้ [illegible] ไม่ว่า [illegible]

Networking) ในสถานที่สาธารณะต่าง ๆ ทั้งในอาคารโรงแรม ร้านกาแฟ ฯลฯ ราคาของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นล้วนราคาสูง

โครงงานนี้ได้นำเสนอระบบเครือข่ายที่ไม่ต้องการการตั้งค่า (Zero Configuration Networking) ที่มีเทคนิคการทำงานเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ชื่อดังในท้องตลาด โดยหวังให้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพในการให้บริการเครือข่าย

วิธีการที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เป็นเทคนิคหนึ่งเท่านั้นที่ช่วยในการปรับปรุงสมรรถนะของระบบเครือข่ายแต่ก็ยังมีเทคนิควิธีการอื่นที่น่าสนใจ และสามารถที่ทำให้ระบบมีสมรรถนะที่ดีขึ้นไม่ว่าจะเทคนิคของการยืนยัน (Authentication) เป็นต้น ซึ่งเมื่อนำวิธีการต่างๆ มาใช้ร่วมกันก็จะทำให้ระบบมีสมรรถนะที่ดีมากยิ่งขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

A.Williams, **Zero Configuration Networking**, 20 March 2003. Internet draft online directory,[online] Available: http://www.ietf.org/ietf/1id-abstracts.txt

Erik Guttman, **Autoconfiguration for IP Networking*: Enabling Local Communication***, Sun Microsystems, Germany, 2001.

Erik Guttman, **Autoconfiguration For IP Networking**, May 2001. Internet draft online directory,[online] Available: http://computer.org/internet

Erik Guttman, **Zeroconf Host Profile**, 20 July 2001. Internet draft online directory, [online] Available: http://www.ietf.org/ietf/1id-abstracts.txt

Stuart Cheshire, **IPv4 Address Conflict Detection**, 9 December 2002. Internet draft online directory, [online] Available: http://www.ietf.org/ietf/1id-abstracts.txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Avahi

เมื่อ Install เรียบร้อยแล้วต้องทำการเพิ่มคำสั่งใน /etc/sysconfig/network

NETWORKING=yes

HOSTNAME=zoroconf

#NOZEROCONF=yes

เมื่อ /etc/init.d/network restart จะมีผลที่ได้ดังนี้

[root@zoroconf ~]# ip route

192.168.0.0/24 dev br0 proto kernel scope link src 192.168.0.1

172.16.64.0/18 dev eth0 proto kernel scope link src 172.16.65.80

10.0.0.0/16 dev eth1 proto kernel scope link src 10.0.0.1

169.254.0.0/16 dev eth1 scope link

172.16.0.0/16 dev br0 proto kernel scope link src 172.16.0.1

10.0.0.0/8 dev br0 proto kernel scope link src 10.0.0.1

default via 172.16.64.1 dev eth0

จากนั้นทำการ run shell script ที่ /etc/br0.sh

ifconfig eth1 0.0.0.0

brctl addbr br0

brctl addif br0 eth1

ifconfig br0 10.0.0.1 up

ifconfig br0:zero1 192.168.0.1 up

ifconfig br0:zero2 172.16.0.1 up

/etc/init.d/named restart

เพื่อทำให้เกิด Bridge ขึ้นมารองรับ ผลที่ได้ดังนี้

[root@zoroconf ~]# ifconfig

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
br0       Link encap:Ethernet  HWaddr 00:4C:E1:49:11:20
          inet addr:10.0.0.1  Bcast:10.255.255.255  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: fe80::24c:e1ff:fe49:1120/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:19 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:42 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:2062 (2.0 KiB)  TX bytes:4934 (4.8 KiB)

br0:zero1 Link encap:Ethernet  HWaddr 00:4C:E1:49:11:20
          inet addr:192.168.0.1  Bcast:192.168.0.255  Mask:255.255.255.0
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1

br0:zero2 Link encap:Ethernet  HWaddr 00:4C:E1:49:11:20
          inet addr:172.16.0.1  Bcast:172.16.255.255  Mask:255.255.0.0
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1

eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:04:E2:4F:79:00
          inet addr:172.16.65.80  Bcast:172.16.65.255  Mask:255.255.192.0
          inet6 addr: fe80::204:e2ff:fe4f:7900/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:1442 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:313 errors:3 dropped:0 overruns:0 carrier:3
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:183918 (179.6 KiB)  TX bytes:39043 (38.1 KiB)
          Interrupt:169 Base address:0xa000

eth1      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:4C:E1:49:11:20
          UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:36 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:15 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:4614 (4.5 KiB)  TX bytes:3000 (2.9 KiB)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Interrupt:177 Base address:0x2000

lo Link encap:Local Loopback

inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0

inet6 addr: ::1/128 Scope:Host

UP LOOPBACK RUNNING MTU:16436 Metric:1

RX packets:27 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0

TX packets:27 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0

collisions:0 txqueuelen:0

RX bytes:2908 (2.8 KiB) TX bytes:2908 (2.8 KiB)

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการแล้ว ผลที่ได้คือเกิดระบบ Zero Conf ที่สมบูรณ์ ตามที่ได้นำเสนอมาแล้ว

2. PPPoE

มีส่วนที่ต้อง Config เพิ่มหลังจาก Install มีดังนี้

/etc/ppp/option ปรับค่าให้เป็นดังนี้

lock

crtscts

nobsdcomp

nodeflate

nopcomp

debug

/etc/ppp/pppoe-server-options ปรับค่าให้เป็นดังนี้

PPP options for the PPPoE server

LIC: GPL

auth

require-pap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

default-mru

default-asyncmap

lcp-echo-interval 10

lcp-echo-failure 3

ms-dns 192.168.100.1

noipdefault

noipx

defaultroute

noproxyarp

noktune

netmask 255.255.255.255

logfile /var/log/pppoe.log

/etc/ppp/pap-secrets ปรับค่าให้เป็นดังนี้

Secrets for authentication using PAP

client server secret IP addresses

"santhiti" * "thum" *

เพื่อทำการตั้งค่า Username และ Password

/etc/pool.text เพื่อกำหนดช่วง IP Address ที่จ่ายให้

192.168.100.2-200

3. Rc.local

ต้องปรับค่าให้เป็นดังนี้เพื่อให้เครื่องแม่ข่ายทำงานทุกอย่างตั้งแต่เปิดเครื่อง

#!/bin/sh

#

This script will be executed *after* all the other init scripts.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# You can put your own initialization stuff in here if you don't
# want to do the full Sys V style init stuff.

#inset by weconf project
cd /weconf
./weconf.d

touch /var/lock/subsys/local

/sbin/modprobe iptable_nat
/sbin/modprobe ip_tables
/sbin/modprobe ip_nat_ftp
/sbin/modprobe ipt_MASQUERADE
/sbin/modprobe ip_conntrack
/sbin/modprobe ip_conntrack_ftp
sh /etc/br0.sh
#/sbin/ifconfig eth1:zero 169.254.0.1  netmask 255.255.0.0 broadcast 196.254.255.255

#Sleep harddisk in 15 minutes of inactivity
/sbin/hdparm -S180 -W1 /dev/hda>/dev/null

#Clean up logwatch temporary folder in /tmp
/bin/rm -rf /tmp/logwatch.*

#start pppoe server
/sbin/pppoe-server -p /etc/pool.txt -I br0 -L 192.168.100.1
```

4. DHCP

/etc/dhcpd.conf ปรับค่าให้เป็นดังนี้

```
#
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# DHCP Server Configuration file.
#   see /usr/share/doc/dhcp*/dhcpd.conf.sample
#

ddns-update-style ad-hoc;
subnet 10.0.0.0 netmask 255.255.255.0
{
      default-lease-time 86400;
      max-lease-time 259200;
      option routers 10.0.0.1;
      option broadcast-address 10.0.0.255;
      option subnet-mask 255.255.255.0;
      option domain-name-servers 10.0.0.1;

      host EDP {hardware ethernet 00:08:0D:B6:D7:09;
            fixed-address 10.0.0.3;}
      range 10.0.0.50 10.0.0.60;

}
```

5. Sysctl

/etc/sysctl.conf ปรับค่าให้เป็นดังนี้

```
# Kernel sysctl configuration file for Red Hat Linux
#
# For binary values, 0 is disabled, 1 is enabled.  See sysctl(8) and
# sysctl.conf(5) for more details.

# Controls IP packet forwarding
net.ipv4.ip_forward = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# Controls source route verification
net.ipv4.conf.default.rp_filter = 1

# Do not accept source routing
net.ipv4.conf.default.accept_source_route = 0
# Controls the System Request debugging functionality of the kernel
kernel.sysrq = 0

# Controls whether core dumps will append the PID to the core filename.
# Useful for debugging multi-threaded applications.
kernel.core_uses_pid = 1

# Controls the use of TCP syncookies
net.ipv4.tcp_syncookies = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายเสกสรรค์ ศักดิ์คุลยธรรม
วันเกิด	วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ.2524
การศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์ศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากภาควิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ แขนงสาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2547
ตำแหน่งงาน	System Engineer ในบริษัท SG Cybersystem ซึ่งเป็นผู้ให้บริการเครือข่ายในอาคารต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้