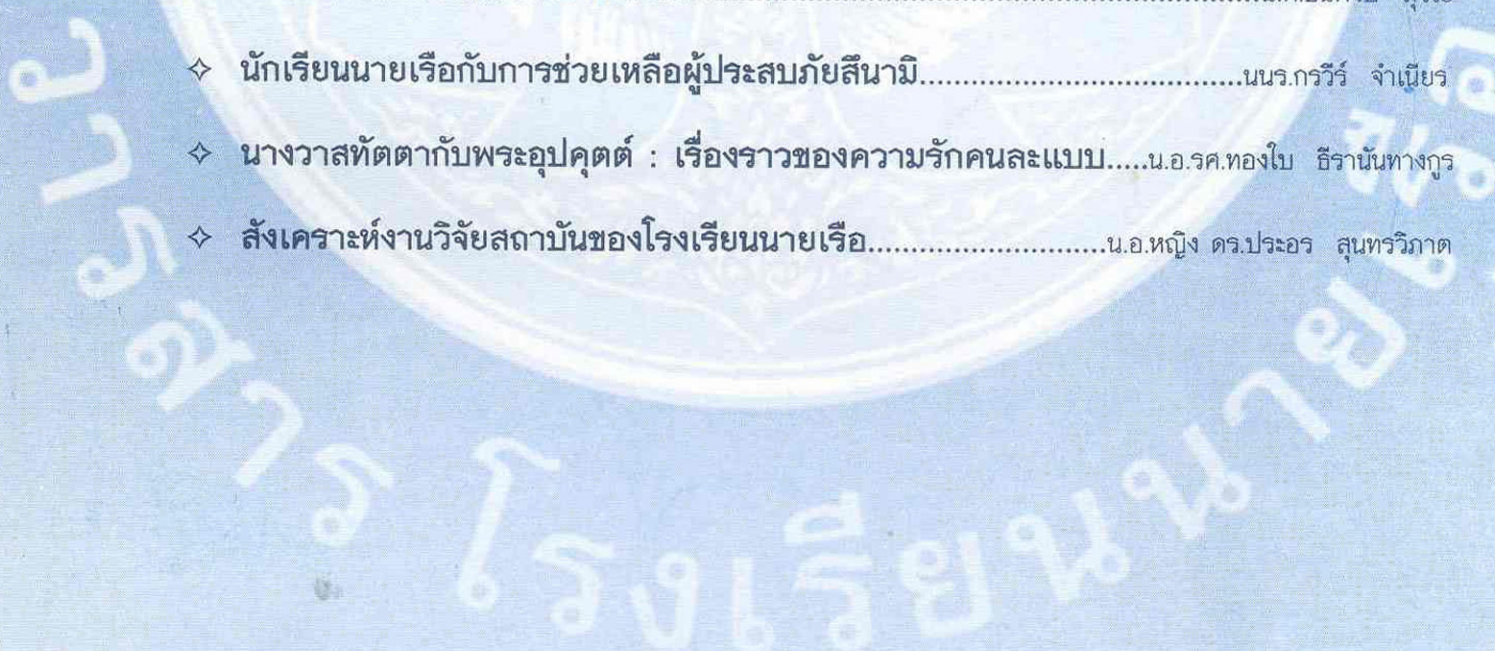




วารสารโรงเรียนนายเรือ

บทความ

- ◇ ทำความรู้จักกับเน็ต (NAT) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอย่างปลอดภัยและประหยัด.....
.....น.อ.ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต
- ◇ การใช้โครงงานในการสอนภาษาอังกฤษแก่นักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ ๕.....น.อ.หญิง ชนิดา เดชขำ
- ◇ การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือกับระบบเครือข่ายกองทัพเรือ.....
.....น.ต.ผศ.ไกรสิทธิ์ มหิวรรณ
- ◇ การแสดงมุขเอียงและการเปลี่ยนแกนอ้างอิง.....น.ต.ดร.กฤษฏา แสงเพ็ชรส่อง
- ◇ ผลงานเพื่อการพัฒนาประเทศ.....น.ต.อนพงษ์ สุริยะ
- ◇ นักเรียนนายเรือกับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยสึนามิ.....น.นร.กรวิทย์ จำเนียร
- ◇ นางวาสตัดตากับพระอุปคุตต์ : เรื่องราวของความรักคนละแบบ.....น.อ.รศ.ทองใบ อีรานั้นทางกูร
- ◇ สัจเคราะห์งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือ.....น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต



วารสารโรงเรียนนายเรือ

วารสารโรงเรียนนายเรือ

วัตถุประสงค์

วาระที่ออก

โรงเรียนนายเรือเป็นเจ้าของ

เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้และวิทยาการ เป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้
ระหว่างนักวิชาการ และประชาสัมพันธ์โรงเรียนนายเรือ

เป็นวารสารราย ๓ เดือน

ที่ปรึกษา

พล.ร.ท.ประวิตร ศรีสุขวัฒนา พล.ร.ต.วิฑูรย์ คัมภีระพันธ์ พล.ร.ต.ดำรงศักดิ์ ห้าวเจริญ พล.ร.ต.ประสาน สุขเกษตร

คณะผู้จัดทำ

พล.ร.ต.ศ.วสันต์	แจ้งยอดสุข	บรรณาธิการ
น.อ.หญิง กาญจนา	พุทธนิมิตต์	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.ศ.มนต์ชัย	กาทอง	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.ศราวุธ	วงศ์เงินยวง	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.หญิง กมลเสศ	อิมโอชา	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.หญิง เกศริน	มาร์ตนะ	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.หญิง ประอร	สุนทรวิภาต	ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ประจำกองบรรณาธิการ

น.อ.วีระ	แป้นสุขเย็น	น.อ.หญิง ชนิตา	เดชขำ	น.อ.สมภาร	กูปกระบี
น.อ.รศ.ดร.นเรศ	เพชรนิน	น.อ.โสภณ	รัชดาภิรัช	น.ท.หญิง ผศ.ชนิษนาฏ	รัตนพฤษ
น.ต.ต๋อย	ปฎิยุทธ์	พ.จ.อ.หญิง สิริกร	นิยมแจ้ง	จ.อ.คมสันต์	เฮียนชาติ
จ.อ.หญิง ยุวภา	สุขอุดม	จ.อ.ปราโมทย์	เปี่ยมอรุณ		

ฝ่ายประสานงานการพิมพ์

น.อ.สำเร็จ	มาเกิด	น.อ.เผด็จ	ลิ่มนราภิรมย์	ร.อ.เชิดชาย	ครุฑา
พ.จ.อ.ประวิทย์	เกียรติมีผล	พ.จ.อ.จิรายุ	ปลั่งวงศ์	พ.จ.อ.ประวุฒิ	เพชรชู
จ.อ.มณฑล	อุณหะนันท์	จ.อ.อมร	คงสีเขียว	จ.อ.อำนาจ	ไชยรัตน์
จ.อ.สมสมัย	จันทร์รอด	จ.อ.ชัยรัตน์	จงจิตร	จ.อ.อรุณ	พันธุ์เอี่ยม

ฝ่ายแจกจ่าย

น.ต.หญิง นวลเพ็ญ	กลีบบัว	จ.อ.อำพล	บุษบกอ่อน	นายดิริวิทย์	คำจวนจันทร์
------------------	---------	----------	-----------	--------------	-------------

ผู้ใดประสงค์จะส่งบทความลงในวารสารฉบับนี้ ส่งได้ที่ผู้จัดทำตามที่อยู่ของสำนักงาน

สำนักงาน

โรงเรียนนายเรือ ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ ๑๐๒๗๐

โทร. ๐๒-๔๗๕-๓๘๘๗, ๐๒-๔๗๕-๓๘๐๖, ๐๒-๔๗๕-๓๘๖๒

ขอคิดเห็นในบทความที่นำลงในวารสารโรงเรียนนายเรือเป็นของผู้เขียน มิใช่ขอคิดเห็นหรือนโยบายของหน่วยงานใด และมีได้ผูกพันต่อทางราชการ การกล่าวถึงคำสั่ง กฎ ระเบียบ เป็นเพียงข่าวสารเบื้องต้นเพื่อประโยชน์แก่การค้นคว้าเท่านั้น

สารบัญ

ISSN 1513-7627 วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๓ มกราคม - มีนาคม ๒๕๕๘

- ทำความรู้จักกับเน็ต (NAT) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอย่างปลอดภัยและประหยัด น.อ.ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต ๑
- การใช้โครงงานในการสอนภาษาอังกฤษแก่นักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ ๕ น.อ.หญิง ชนิดา เดชขำ ๑๖
- การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือกับระบบเครือข่ายกองทัพเรือ น.ต.มศ.ไกรสิทธิ์ มหิวรรณ ๒๒
- การแสดงมุขเอียงและการเปลี่ยนแกนอ้างอิง น.ต.ดร. กฤษฎา แสงเพชรส่อง ๓๔
- ผลงานเพื่อการพัฒนาประเทศ น.ต.ชนพงษ์ สุริยะ ๔๕
- นักเรียนนายเรือกับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยสึนามิ น.นร.กรวีร์ จำเนียร ๕๑
- นางวาสหัตตากับพระอุปคุตต์ : เรื่องราวของความรักคนละแบบ น.อ.รศ.ทองใบ ชีรานันท์ทางกูร ๕๙
- สังเคราะห์งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือ น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต ๖๓

จัดพิมพ์โดย ... กองเด็กรื่องช่วยการศึกษา ฝ่ายบริการ โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรือ เจ้าของ

พล.ร.ต.ต.วสันต์ แจจจวดสุข พิโมขณา น.อ.สำเร็จ มาเกิด พิพิมพ์

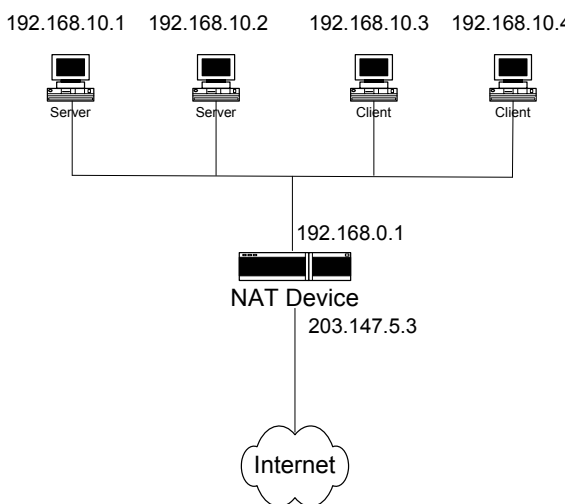
ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเน็ต (NAT)

การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอย่างปลอดภัยและประหยัด

น.อ.ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต

รองผู้อำนวยการ กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ้ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

ในอดีตการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก ผู้ใช้จะต้องจ่ายค่าเช่าใช้ไอพีแอดเดรส (IP address) ให้กับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต หรือ ไอเอสพี (Internet Service Provider) ด้วยค่าใช้จ่ายที่ยังมองไม่เห็นความคุ้มค่า อีกทั้งยังต้องเสี่ยงต่อกุณยคุณภาพจากผู้ไม่หวังดี ยุ่งยากต่อการรักษาความปลอดภัยข้อมูล แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตได้ล้ำหน้ากว่าที่คิด จากเดิมที่มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวต่อโมเด็มเข้ากับอินเทอร์เน็ต กลายมาเป็นการนำเอาระบบเครือข่ายทั้งระบบไปเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตแทน มีการพัฒนาวิธีการซ่อนไอพีแอดเดรสของคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายในเครือข่าย (inside IP address) ทำให้คอมพิวเตอร์ ในอินเทอร์เน็ตไม่สามารถมองเห็นได้ เมื่อมองไม่เห็นก็ไม่สามารถทำอะไรคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายภายใน ได้ วิธีการเช่นนี้ได้รับความนิยมมากในช่วง ๒-๓ ปีที่ผ่านมา วิธีการนี้ระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์ เรียกว่า IP Masquerading ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกว่า “เน็ต” Network Address Translation (NAT) ดังแสดงตามรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ แสดงการวางตำแหน่งของ NAT Device ระหว่างเครือข่ายภายในกับภายนอก

NAT คืออะไร ?

Network Address Translation (NAT) เป็นมาตรฐานหนึ่งของ RFC ถูกเขียนขึ้นในปี ค.ศ.๑๙๙๔ เป็นวิธีการหนึ่งในการแปลงและแปลไอพีแอดเดรส (IP address) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายภายใน ซึ่งในที่นี้จะเรียกว่า ไอพีส่วนตัว (private IP address หรือ inside IP address) ให้เป็นไอพีแอดเดรส ซึ่งเป็นที่ยอมรับและสื่อสารบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งเรียกว่า ไอพีสาธารณะ (public IP address หรือ outside IP address) โดยมี NAT device ทำหน้าที่ในการแปลงไอพี จึงทำให้สามารถใช้ไอพีแอดเดรสที่ตั้งขึ้นมาเองได้ (เป็นไอพีแอดเดรสที่ไม่ต้องจดทะเบียนบนอินเทอร์เน็ตจึงไม่มีค่าใช้จ่าย) เพียงแต่ใช้ไอพีแอดเดรสที่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตให้มาก็เพียงพอสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องในระบบเครือข่าย อีกทั้งยังสามารถซ่อนไอพีแอดเดรสของคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายในเครือข่าย (ไอพีแอดเดรสที่กำหนดขึ้นมาเอง) ได้ ทำให้มีความปลอดภัย รวมทั้งไม่จำเป็นต้องอ้างแอดเดรสเลขหมายซ้ำ ๆ อีก เมื่อต้องการติดต่อกับอินเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายขององค์กรอื่น

NAT มีขั้นตอนการทำงานอย่างไร ?

เมื่อ NAT เริ่มทำงาน มันจะสร้างตารางภายในซึ่งมีไว้สำหรับบรรจุข้อมูลไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายภายในที่ส่ง packet ข้อมูล ผ่าน NAT device และจากนั้นมันก็จะสร้างตารางไว้สำหรับเก็บข้อมูลหมายเลขพอร์ต (port number) ที่ถูกใช้ไปโดย outside IP address (ในที่นี้สมมุติว่า คือ ๒๐๓.๑๔๗.๕.๓) และเมื่อมีการส่ง packet จากเครือข่ายภายในไปยังเครือข่ายภายนอก NAT device จะมีกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้:

๑. NAT จะบันทึกข้อมูล source IP address และ source port number ไว้ในตารางที่เกี่ยวข้อง
๒. NAT จะแทนที่ IP ของ packet ด้วย IP ภายนอกของ NAT device เอง (ในที่นี้คือ ๒๐๓.๑๔๗.๕.๓)
๓. NAT จะ assign หมายเลขพอร์ตใหม่ให้กับ packet และบันทึกค่าพอร์ตนี้ไว้ในตาราง และกำหนดค่านี้ลงไปใน source port number ของ packet นั้น
๔. จากนั้นจะคำนวณหา IP, TCP checksum อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
๕. และเมื่อ NAT device ได้รับ packet ย้อนกลับมาจาก external network มันจะตรวจสอบ destination port number ของ packet นั้นๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล source port number ในตารางที่บรรจุข้อมูลไว้ ถ้าเจอข้อมูลที่ตรงกันมันก็จะเขียนทับ destination port

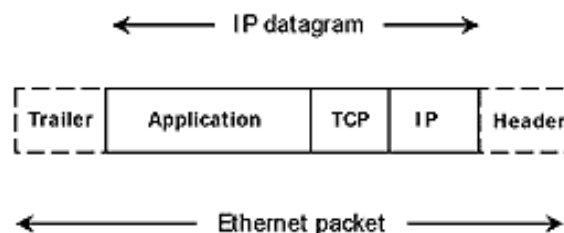
number, destination IP address ของ packet นั้นๆ แล้วจึงส่ง packet นั้นไปยังเครื่องซึ่งอยู่ภายในเครือข่ายภายในที่ เป็นผู้สร้าง packet นี้ขึ้นมาในครั้งแรก

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า NAT ทำหน้าที่แปลไอพีแอดเดรสของเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทาง ขึ้นอยู่กับทิศทางของ Traffic ในการที่จะแปลงไอพีแอดเดรสนั้น NAT จะต้องตรวจสอบที่ช่องไอพีแอดเดรสของ packet ซึ่ง Packet ในที่นี้ เราเรียกว่า IP Datagram โดยที่ IP Datagram เป็นรูปแบบของข่าวสาร ที่ใช้ห่อหุ้มข้อมูลและ Protocol ในระดับสูงที่ใช้จัดการกับขนถ่ายข้อมูล อย่างเช่น TCP โดยให้บริการขนถ่ายข้อมูลจาก User File จาก Web Page หรือข่าวสาร E-mail เป็นต้น

IP Header

เมื่อคอมพิวเตอร์ได้สร้าง TCP/IP หรือ UDP Traffic ขึ้น เครื่องที่จะส่งข้อมูลจะต้องอาศัย Protocol เพื่อการสร้าง IP Header ขึ้น โดย IP Header จะหุ้มห่อ TCP Header รวมทั้ง Protocol อื่น ๆ รวมทั้งข้อมูลจากระดับชั้น Application ใน OSI Model (เช่น HTTP หรือ FTP เป็นต้น) เพื่อประกอบขึ้นมาเป็น packet ขึ้นหนึ่ง

หน้าที่หลักของ IP Header ในตัว packet ได้แก่ การแสดงแอดเดรสของผู้รับและผู้ส่งของ packet รวมทั้ง ข่าวสารที่แสดงขนาดของ Header และค่าที่ใช้แสดงสถานะของ IP Packet ซึ่งเปรียบได้กับ พัสตูปริมาณที่ จะต้องจำหน่ายจนถึงผู้รับและส่ง ขนาดน้ำหนัก ชนิดของบริการขนส่ง (เปรียบได้กับชนิดของ Protocol ที่ใช้) และอื่นๆ ข้อมูลข่าวสารที่อยู่ภายใน IP Header นี้ NAT จำเป็นต้องนำมาใช้เพื่อการแปลไอพีแอดเดรส

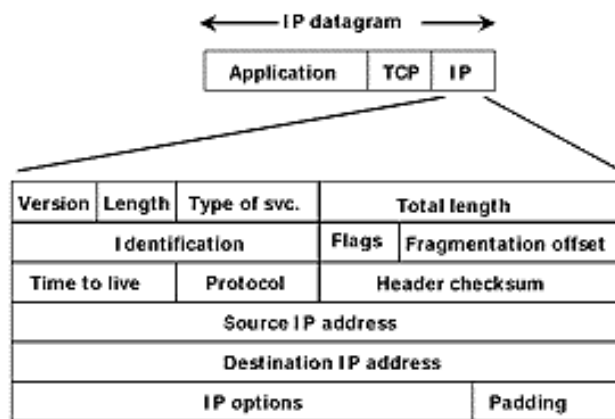


รูปที่ ๒ แสดงลักษณะของ IP Packet

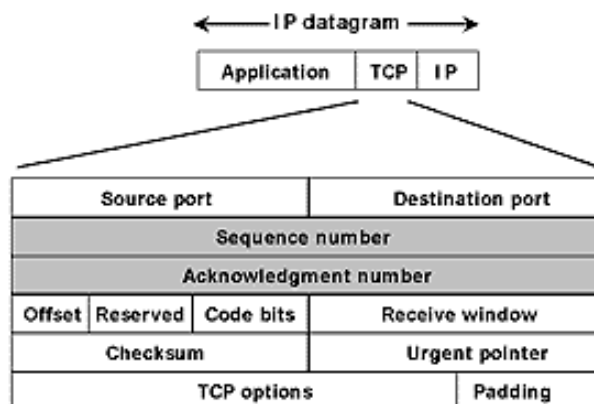
TCP Header

TCP Header ก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ NAT อาศัยข้อมูลภายในของมันเพื่อการจัดส่ง Packet เข้า ๆ ออก ผ่าน NAT หน้าหลักของ TCP Header ได้แก่ การจัดการเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลข่าวสารมีการรับส่งที่ น่าเชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการควบคุมการไหลของข้อมูลข่าวสารระหว่างผู้รับและผู้ส่ง รวมทั้งมีระบบ ตรวจสอบความถูกต้องของ Header

จากภาพที่ ๔ จะเห็น ช่อง TCP Source Port และ TCP Destination Port ซึ่งมีไว้เพื่อเชื่อมต่อ Application Protocol กับข้อมูลเข้ากับไอพีแอดเดรสบนคอมพิวเตอร์ผู้รับและผู้ส่ง ซึ่งช่องต่าง ๆ เหล่านี้ อาจต้องถูกปรับแต่งแก้ไขโดย NAT



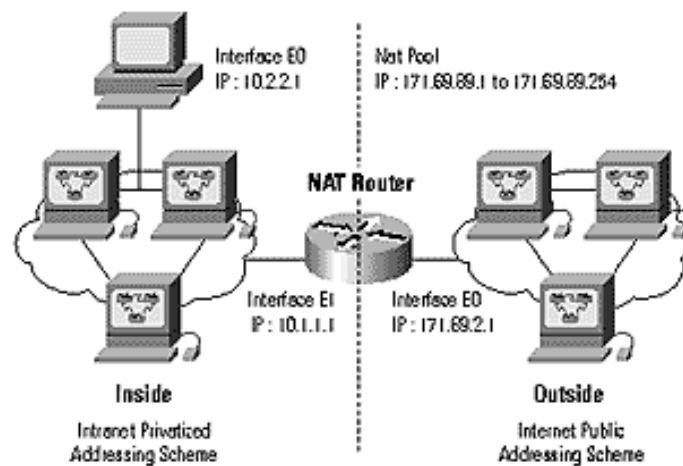
รูปที่ ๓ แสดงลักษณะของ IP Header



รูปที่ ๔ แสดงลักษณะของ TCP Header

การทำงานของ NAT

NAT เป็นระบบการอินเทอร์เน็ตเฟซกับอินเทอร์เน็ต ที่ไม่ขึ้นอยู่กับ Protocol และ Application รวมทั้งอุปกรณ์ Hardware ใดๆ ซึ่งหมายความว่า NAT สามารถถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกับ Router หรือคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็น Router ใดๆ ที่มีลักษณะการเชื่อมต่อ โดยมีด้านหนึ่งสำหรับเครือข่ายภายใน และอีกด้านหนึ่งกับเครือข่ายภายนอก ดังเช่น อินเทอร์เน็ต ตัวอย่างการเชื่อมต่อ เช่น การติดตั้ง NAT ที่ Border Router ซึ่งเป็น Router ที่เชื่อมต่อเครือข่ายย่อย ๑ ต่าง ๑ ภายในองค์กรกับเครือข่ายภายนอก รูปที่ ๕



รูปที่ ๕ แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของ NAT Router

NAT สามารถทำงานได้ในรูปแบบ ๒ ทาง หรือการเชื่อมต่อสื่อสารทั้งในแบบ Inbound และ outbound หมายความว่า สามารถจัดการกับไอพีแอดเดรสที่วิ่งเข้ามา หรือ ไอพีแอดเดรสที่วิ่งออกไป โดยสามารถจัดการกับไอพีแอดเดรสต้นทางและปลายทางได้เป็นอย่างดี NAT สามารถทำงานในสถานการณ์ ๓ ประการ ดังนี้

- ทำหน้าที่แปลงและแปล ไอพีแอดเดรส ต้นทางที่มาจากเครือข่ายภายใน
- ทำหน้าที่แปลงและแปล ไอพีแอดเดรส ต้นทางที่มาจากเครือข่ายภายนอก เช่น อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
- ทำหน้าที่แปลงและแปล ไอพีแอดเดรส ปลายทางภายในเครือข่าย



แม้ว่า NAT สามารถใช้กับไอพีแอดเดรสภายนอกก็ตาม แต่โดยทั่วไป NAT มีไว้เพื่อการแปลงไอพีแอดเดรสภายในเครือข่าย โดยมีจุดประสงค์ก็เพื่อที่จะซ่อนไอพีแอดเดรสภายในเครือข่าย และ/หรือ การแปลงไอพีแอดเดรสที่ไม่ได้จดทะเบียนถูกต้อง (หรือไอพีแอดเดรสส่วนตัว) ไปใช้เป็นไอพีแอดเดรสที่จดทะเบียนถูกต้อง (หรือไอพีแอดเดรสสาธารณะ) สามารถวิ่งไปตามเส้นทางบนอินเทอร์เน็ตได้

การทำงานของ Port Address Translation หรือ PAT

Port แอดเดรส Translation (PAT) เป็น Option เพิ่มเติมที่เกี่ยวกับการทำงานของ NAT ซึ่งจัดเป็นชุดการทำงานรองของ NAT หน้าที่ของ PAT ได้แก่ การแปลงไอพีแอดเดรสให้เป็น PAT ไอพีแอดเดรสเพียงชุดเดียว ซึ่ง PAT ให้การสนับสนุนการทำงานบนโปรโตคอล UDP และ TCP เท่านั้น

ภายใน PAT ประกอบด้วยตารางไอพีแอดเดรส ซึ่งภายในจะมีไอพีแอดเดรสที่ผ่านการจดทะเบียนถูกต้องแล้วอยู่ ๑ แอดเดรส โดย ไอพีแอดเดรสต้นทางที่อยู่ในเครือข่ายภายในจะถูกจัด Map เข้าไปในภายใน PAT ไอพีแอดเดรสแห่งนี้ การทำงานในส่วนนี้ของ PAT จะคล้ายกันกับการทำงานของ NAT จะต่างกันก็ตรงที่ PAT จะใช้เพียงแค่ ๑ ไอพีแอดเดรส เท่านั้น การที่เรียกว่า PAT ก็เนื่องจากการทำงานในลักษณะแลกเปลี่ยน (Swapped) ไอพีแอดเดรสไปมาของ PAT โดยหมายเลข Port ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อในแต่ละครั้ง จะถูกแปลงไปเป็นเลขหมาย Port ที่ต่างกัน ค่าจากการเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกเก็บรักษาไว้ที่ตาราง PAT เพื่อใช้พิสูจน์ว่าข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายภายในจะส่งออกไปให้ใครบ้างที่เคยขอจากเครือข่ายภายนอก โดยไม่เกิดการสับสนและผิดพลาด

ข้อดีของ Outbound Mode NAT เมื่อเปรียบเทียบกับ Firewall

อันตรายของอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันนี้ก็คือ เมื่อเราเชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตโอกาสที่เครื่องของเราจะถูก scan หรือ probe มีโอกาสสูงมาก เพราะ hackers, crackers หรือ script kiddies ต่างก็จ้องที่จะฉกฉวยข้อมูลไปจากเครื่องของเราตลอดเวลา

บริษัทต่าง ๆ มักจะใช้ไฟร์วอลล์เป็นตัวป้องกันอันตรายจากอินเทอร์เน็ต ไฟร์วอลล์เป็นอุปกรณ์ที่พิจารณา network traffic โดยจะดูในส่วนของ destination IP, source IP, destination port number, source port number หรือข้อมูล header อื่น ๆ ว่าจะให้ผ่านหรือไม่ให้ผ่านตัวไฟร์วอลล์ไป ข้อเสียของไฟร์วอลล์ก็คือความยากในการเขียนสคริปต์ rule และการบำรุงรักษา เพราะต้องใช้ความรู้เรื่องเครือข่ายเยอะพอสมควร และการบำรุงรักษานั้นถือเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเพราะไฟร์วอลล์ที่มี rule set ที่ซับซ้อนและ

ยุ่งยากมากอาจจะมีช่องโหว่ที่ไม่รู้ตัวก็เป็นได้ ซึ่งอันนี้ก็จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ด้านบำรุงรักษา ระบบเครือข่ายในการดูแล

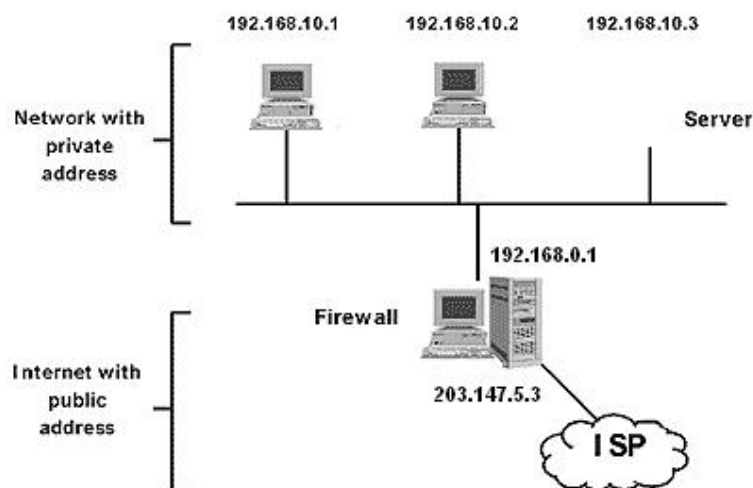
NAT สามารถทำงานได้ในระดับเดียวกันกับไฟร์วอลล์แต่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายและไม่ต้องการความรู้ ด้านเทคนิคมากมายนัก ทั้งนี้เนื่องจาก NAT สามารถซ่อน internal network IP address จากเครือข่าย ภายนอกไว้ได้ ซึ่งผู้ที่อยู่ภายนอกจะมองเห็นแค่เพียง outside IP address ของ NAT device เท่านั้น ดังนั้น โอกาสในการ broadcast หรือ hack หรือ spoof จึงแทบไม่มีโอกาสเป็นไปได้

ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของ NAT คือทำให้ลดภาระของผู้ดูแลระบบลง จากเดิมที่ต้องดูแลทั้ง NAT device และเครื่องต่างๆ ในเครือข่ายภายใน การใช้ NAT ทำให้ผู้ดูแลระบบให้ความสนใจเพียง NAT device เพียง เท่านั้น ซึ่งทำให้ผู้ที่อยู่ภายนอกไม่สามารถส่ง packet เข้ามาได้ ถ้าไม่มีการเริ่มส่งจากเครือข่ายภายในก่อน และทุก packet จะต้องส่งผ่าน NAT device เสมอ

ชนิดของ NAT

๑. Static NAT

Static NAT เป็นการแปลงไอพีแอดเดรสชนิดกำหนดค่าแอดเดรสตายตัว จากเครือข่ายภายในไปยัง เครือข่ายภายนอก ส่วนแอดเดรสภายนอกจะไม่มีมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างไอพีแอดเดรส ของเครือข่ายภายนอกและภายในจะเป็นแบบแน่นอนตายตัว

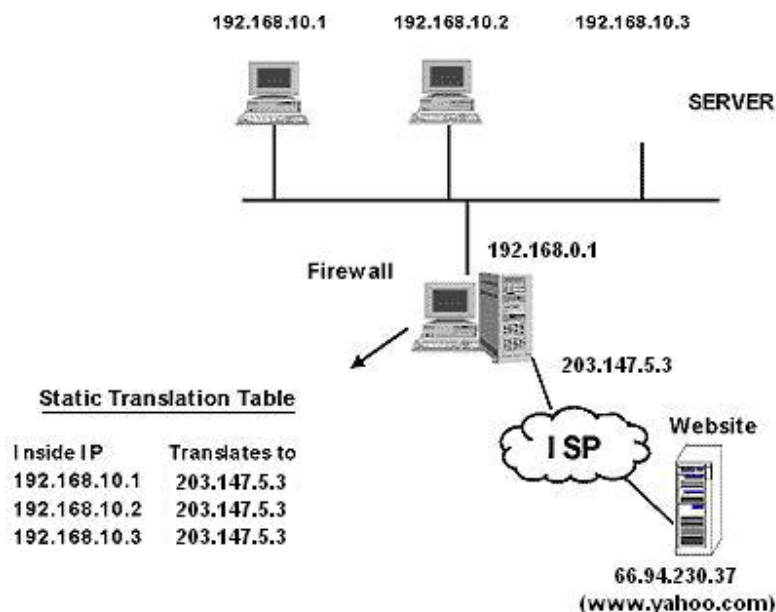


รูปที่ ๖ แสดง ไอพีแอดเดรส ของเครือข่ายภายในกับเครือข่ายภายนอก

จากรูปที่ ๖ จะเห็นว่าบรรดาเครื่องพีซีและเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ ที่อยู่เครือข่ายภายใน จะใช้แอดเดรสส่วนตัว (private address) ของมันเอง รวมทั้งสามารถใช้แอดเดรสสาธารณะ (แอดเดรสที่จดทะเบียนถูกต้อง) ในการสื่อสารระหว่างกันเป็นการภายในได้ แต่ไม่ว่าจะใช้แอดเดรส อะไรก็ตาม หากต้องการติดต่อออกไปนอกเครือข่าย จะต้องผ่านการแปลแอดเดรสเสียก่อนที่จะออกจากเครือข่ายเสมอ

สมมุติว่า มีพีซีเครื่องหนึ่งซึ่งมีไอพีแอดเดรสภายในเบอร์ ๑๙๒.๑๖๘.๑๐.๑ ทำการส่งข่าวสารไปที่อินเทอร์เน็ต โดยอ้างแอดเดรสที่ ๖๖.๙๔.๒๓๐.๓๗ (www.yahoo.com) ซึ่งแอดเดรสนี้เป็นแอดเดรสบนอินเทอร์เน็ต ลักษณะนี้ packet ที่วิ่งออกจาก PC นั้นจะมี แอดเดรส ต้นทางเป็น ๑๙๒.๑๖๘.๑๐.๑ ในกรณีนี้เมื่อ packet วิ่งมาถึง NAT Router ก็จะถูกแปลงเป็น ๑๙๒.๑๖๘.๐.๑ ซึ่งเป็น ไอพีแอดเดรส ที่ผู้จัดการเครือข่ายได้กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับไอพีภายนอก (๒๐๓.๑๔๗.๕.๓) ลักษณะนี้จะเห็นได้ว่า แอดเดรสภายในจะสอดคล้องกับแอดเดรสภายนอกอย่างแน่นอนตายตัว และทุกครั้งที่ต้องการติดต่อออกไปที่ภายนอก ก็จะต้องใช้แอดเดรสเดิมเสมอ

และเมื่อมีการตอบกลับมาจากเว็บไซต์ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต ตัว NAT Router จะใช้กระบวนการย้อนกลับ โดย Router จะอ่านค่า แอดเดรสปลายทาง ที่อยู่บน packet ที่ส่งตรงมาจากเว็บไซต์ (๖๖.๙๔.๒๓๐.๓๗) จากนั้นก็จะทำการพิสูจน์เครื่องพีซีภายในที่เว็บไซต์นี้ต้องการติดต่อด้วย จากนั้นก็กำหนดไอพีแอดเดรสเพื่อติดต่อกับเครื่องพีซีนั้น ๆ ต่อไป (ดูรูปที่ ๗)



รูปที่ ๗ แสดง ลักษณะการอ้างแอดเดรส และ MAP แอดเดรส แบบ Static

ข้อดีและข้อเสียของการใช้ Static NAT

แม้ Static NAT จะเป็นระบบที่เรียบง่ายและตรงไปตรงมาก็ตาม แต่ก็มียุติด้วยหลายประการ ที่ทำให้ Static NAT กลายเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับ เครือข่ายที่มีข้อจำกัดมากมาย แต่ไม่เหมาะกับเครือข่ายใหญ่ ด้วยเหตุผลหลายประการดังนี้

- ต้องการการดูแลอย่างมาก การ Map แอดเดรส โดยวิธีการของ Static Map นี้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขหมาย ไอพีแอดเดรส โดยอัตโนมัติ หากมีการเปลี่ยนแปลง แอดเดรส ภายในหรือภายนอกเกิดขึ้น เช่น หากต้องการเพิ่มหรือแก้ไข แอดเดรส ใดๆ แล้ว ผู้ดูแลเครือข่ายจะต้องเข้ามาจัดตั้งตารางการแปลแอดเดรส กันใหม่ และเป็นเรื่องน่าเสียดาย หากเกิดความผิดพลาดขณะที่มีการจัดตั้งตารางการแปลแอดเดรส
- มีการใช้งาน แอดเดรส อย่างมาก ในเครือข่ายขนาดใหญ่ การใช้ แอดเดรส ภายในและภายนอกแบบชนิดหนึ่งต่อหนึ่ง นี้ ทำให้กิน แอดเดรสภายนอกค่อนข้างมาก หากมีเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก เพราะต้องกำหนด ๑ เครื่องต่อหนึ่ง ไอพีแอดเดรส ที่ถูกต้อง
- มีการเลือกเส้นทางที่แน่นอนตายตัว ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตแบบหลาย ๆ Connection เช่น เชื่อมต่อพร้อมกันหลาย ISP เมื่อมีการใช้ Static NAT เกิดขึ้น ระบบนี้จะเลือกเส้นทางที่แน่นอนตายตัว ตามที่ Static NAT กำหนดไว้

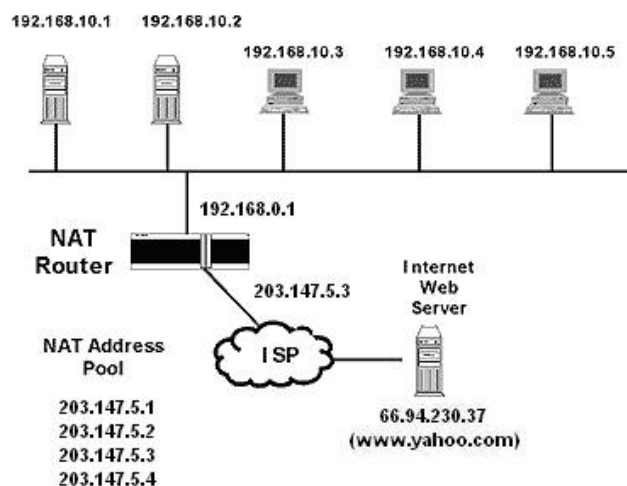
จุดด้อยของ Static NAT มีได้หมายความว่า ระบบนี้ไม่เหมาะสมกับเครือข่ายสมัยใหม่ในปัจจุบัน แต่ Static NAT เหมาะสำหรับระบบเครือข่ายขนาดเล็ก ต่อไปนี้ เป็นรายละเอียดที่แสดงถึงข้อดีของการใช้ Static NAT มีดังนี้

- จำกัดความต้องการใช้ NAT ภายในเครือข่ายที่ซึ่งมีการจำกัดจำนวนของ PC ที่ใช้ NAT ระบบ Static NAT จะเป็นเครื่องมืออันทรงประสิทธิภาพที่จะควบคุมการ Access ไปที่ภายนอก หมายความว่า การจำกัดจำนวนคอมพิวเตอร์ที่จะออกไปที่อินเทอร์เน็ต ทำได้โดยการจำกัดไอพีแอดเดรส สำหรับที่จะออกไปที่ Internet เท่านั้นเอง สำหรับเครือข่ายใดที่ส่วนใหญ่มีการสื่อสารเฉพาะภายใน และมีบางครั้งที่มี Access ไปที่ภายนอกบ้าง เป็นจำนวนน้อย ระบบนี้ จึงเป็นระบบที่ดีกว่า
- การบริหารจัดการเครือข่าย ปัจจุบันมีระบบเครือข่ายอยู่มากมายที่ต้องการบริหารจัดการกับ Traffic ภายนอก เพื่อต้องการดูว่ามีคอมพิวเตอร์เครื่องใดบ้างที่ติดต่อกับภายนอก ทั้งนี้ก็เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบที่มาของปัญหา ว่ามาจากเครือข่ายภายในหรือภายนอก การใช้ Static NAT จะช่วยให้สามารถติดตามดูได้ว่า คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องมี Traffic ไปไหนมาไหนบ้าง

- สามารถเข้ากันได้กับ Application โดยทั่วไป มี Application บางตัวที่ฝัง ไอพีแอดเดรส ไว้ที่ช่องเก็บข้อมูลของ IP Datagram ซึ่งการทำเช่นนี้ จะทำให้ NAT โดยทั่วไปไม่สามารถสังเกตเห็น แอดเดรส ที่อยู่ในช่องนี้ ซึ่งหมายความว่า Application บางรายการไม่สามารถทำงานได้ตามปกติภายใต้ NAT แต่ Static NAT สามารถถูกจัด Configure ให้ทำงานร่วมกับ Application Level Gateway เพื่อตรวจสอบ IP Datagram ดังกล่าวได้

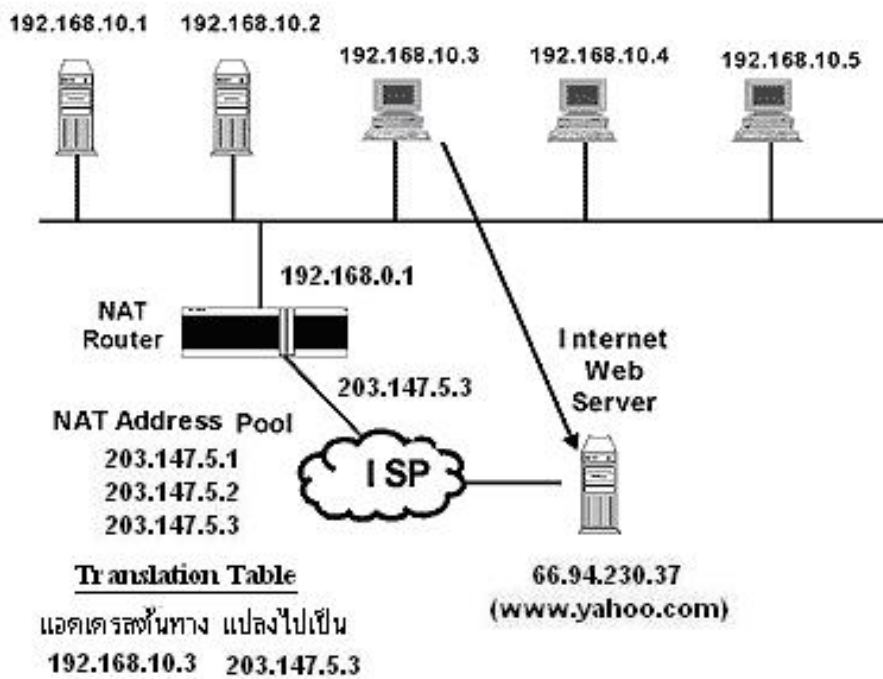
๒. Dynamic NAT

Dynamic NAT เป็นแบบตรงกันข้าม ที่มีการนำเอาไอพีแอดเดรสจากกลุ่มของไอพีแอดเดรสที่แชร์หรือร่วมใช้งานกัน หรือที่เรียกว่าแอดเดรส Pool มาทำการแปลงจากแอดเดรส Pool ภายใน ให้เป็น Address Pool สำหรับเครือข่ายภายนอก หรือในทางกลับกัน รูปแบบนี้จะต้องได้รับการจัด Configure โดยผู้ดูแลระบบเครือข่าย แต่หลังจากที่จัด Configure เป็นที่เรียบร้อยแล้ว Router ที่สนับสนุน NAT จะเป็นผู้จ่ายไอพีแอดเดรสให้กับคอมพิวเตอร์อย่างเหมาะสม และเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทำงาน ผู้บริหารจัดการเครือข่ายจะต้องทำการ Map ระยะเวลาของไอพีแอดเดรส หากเป็นไปได้ (ลักษณะนี้ คล้าย ๆ กับการทำงานของ DHCP Server ที่ไม่ได้กำหนดเครื่อง PC แต่ละเครื่องให้มีไอพีแอดเดรสที่ตายตัว โดยผู้จัดการเครือข่ายจะกำหนดแอดเดรสขึ้นมาจำนวนหนึ่ง เป็นระยะหรือช่วงของแอดเดรส อาทิเช่น ๒๐๓.๑๔๗.๕.๑ - ๒๐๓.๑๔๗.๕.๖๓ เป็นต้น) ดังนั้นใครที่เข้ามาที่เครือข่ายก่อน ก็จะได้รับแจกแอดเดรสไปใช้งานก่อน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะไม่ได้รับ IP ที่ซ้ำกัน ข้อแตกต่างกันระหว่าง NAT กับ DHCP Server ตรงที่ไอพีแอดเดรสของ NAT เป็นไอพีแอดเดรสที่ได้รับการจดทะเบียนแล้ว เพื่อแจกให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เข้าๆ ออกๆ บนเครือข่าย ไปยังภายนอก (ดูรูปที่ ๘)



รูปที่ ๘ แสดงตัวอย่างการทำงานของ Dynamic NAT

หาก Static NAT เป็นส่วนที่เรียกว่าหัวในเหรียญบาท Dynamic NAT ก็จะถือได้ว่าเป็นส่วนก้อยของเหรียญ เช่นกัน ตรงที่ว่า Dynamic NAT มีการกำหนดแอดเดรสให้กับภายนอกแบบพลวัต หมายความว่าแทนที่จะใช้ระบบกำหนดแอดเดรสภายในกับภายนอกแบบหนึ่งต่อหนึ่ง Dynamic NAT จะกำหนดว่าแอดเดรสที่ใช้จะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ และจะมีการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่มีคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่าย มีการสถาปนารابطการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ภายนอกเครือข่าย หรืออาจมีการเปลี่ยนเป็นระยะ ๆ ก็เป็นไปได้ (ดูรูปที่ ๙)



รูปที่ ๙ แสดงการ Map แอดเดรส ของ PC เครื่องต่อไป ด้วย Dynamic NAT

ในเวลาเดียวกัน IP Datagram ที่มาจากคอมพิวเตอร์เครื่องที่สองบนเครือข่ายที่ส่งข่าวสารไปที่เครือข่ายภายนอก จะได้รับการปฏิบัติในทำนองเดียวกันโดย NAT Router ตัวอย่างเช่น NAT Router อาจแปลงไอพีแอดเดรสต้นทางซึ่งอยู่ใน IP Header ที่ติดต่อกออกไปเพื่อต้องการใช้งาน FTP Application จาก PC ที่ใช้ แอดเดรส ๑๙๒.๑๖๘.๑๐.๔ ไปที่แอดเดรสต่อไปใน NAT Address Pool ซึ่งประกอบด้วยแอดเดรสจำนวนหนึ่ง (เช่น ๒๐๓.๑๔๗.๕.๑ - ๒๐๓.๑๔๗.๕.๓) ซึ่งต่อมา NAT Router จะแปลงแอดเดรส ๑๙๒.๑๖๘.๑๐.๔ ให้ เป็น ๒๐๓.๑๔๗.๕.๓ ส่วน PC อีกเครื่องหนึ่งคือ ๑๙๒.๑๖๘.๑๐.๕ จะได้รับการแปลงเป็น ๒๐๓.๑๔๗.๕.๒ หากเครื่องพีซีทั้งสองต้องการติดต่อกับเครือข่ายภายนอก (ดูรูปที่ ๙)

เมื่อพีซีแต่ละเครื่องได้เสร็จสิ้นจากภารกิจในการสื่อสารข้อมูลกับเครือข่ายภายนอกแล้ว NAT Router ก็จะเรียกแอดเดรส ภายนอกคืนกลับเข้าไปที่ Address Pool เพื่อให้ผู้อื่นใช้ต่อไป

ความง่ายในการดูแลเครือข่ายที่ใช้ NAT

- เนื่องจากเราสามารถใช้นon-routable address ในเครือข่ายภายใน ซึ่งสามารถใช้ได้อย่างมากมาย จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายสำหรับ routable address ลงไปได้
- สามารถแบ่งเครือข่ายให้เล็กลงได้อย่างง่าย และการเพิ่มเข้า-ลดออกของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายก็ไม่มีผลกระทบต่อระบบ
- NAT device รุ่นใหม่ ๆ สามารถทำหน้าที่เป็น DHCP server ได้ด้วย
- NAT device บางยี่ห้อ สามารถจำกัดการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ เช่น ให้ใช้เฉพาะ HTTP เท่านั้น
- มี traffic logging คือมีการบันทึกข้อมูลลงล็อกไฟล์ ทำให้สามารถตรวจสอบรายงานการใช้งานได้
- NAT device บางตัวสามารถทำ routing ได้ด้วย ซึ่งทำให้เราสามารถสร้างเครือข่ายที่เป็น sub-network ได้

NAT สามารถทำงานได้ในหลายโหมด (Mode)

เมื่อ NAT ทำงานใน outbound mode ทำให้ผู้ที่อยู่ภายนอกไม่สามารถส่ง packet เข้ามาได้ ถ้าไม่มีการเริ่มส่งจากเครือข่ายภายในก่อน การทำงานในลักษณะนี้ยังมีจุดอ่อนในเรื่องของความปลอดภัยดังต่อไปนี้คือ

๑. ถ้า internal side user เรียกใช้เว็บที่มีโค้ดที่เป็นอันตราย (malicious code) เช่น IIS web server ที่ติดไวรัส Nimda หรือ malicious ActiveX code หรือ malicious Java code ซึ่งตัว NAT device เองจะไม่สามารถป้องกันอันตรายในลักษณะนี้ได้
๒. มีโปรแกรมบางตัวที่อยู่ในเครื่องของ internal side พยายามส่ง packet ออกไป external side เช่น ม้าโทรจัน ซึ่งในกรณีนี้ NAT ก็ไม่สามารถป้องกันได้เช่นเดียวกัน
๓. NAT ไม่ได้ปกป้องข้อมูลภายใน internal host เสมอไป เราสามารถตรวจสอบล็อกไฟล์ในบางเซิร์ฟเวอร์ (เช่น Windows Streaming Media Server) ซึ่งสามารถค้นพบว่า มีข้อมูลของ non-routable address และเวอร์ชันของระบบปฏิบัติการปรากฏอยู่

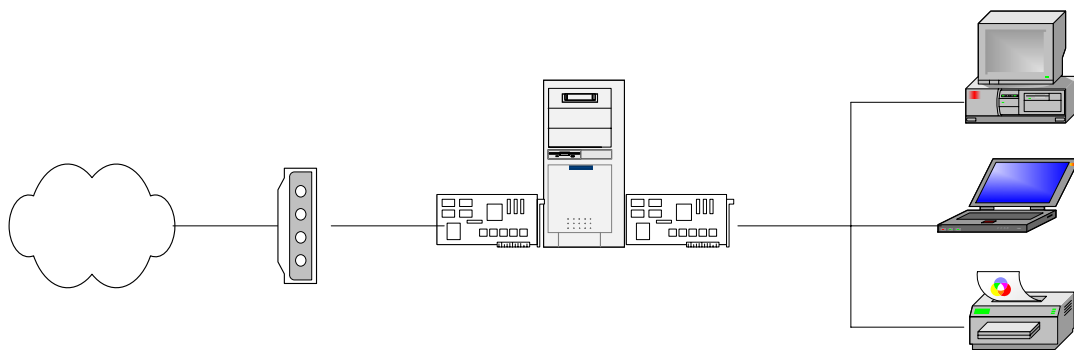
๔. มีความเป็นไปได้ที่จะมีการสร้าง IP packet ปลอม เพื่อหลอก NAT device ว่า packet นี้ถูกเริ่มสร้างจาก internal IP address จากนั้นตัว NAT device ก็จะทำ forward packet นี้ไปยัง internal network
๕. และแน่นอนที่สุด NAT ไม่สามารถป้องกันไวรัสได้

เมื่อ NAT ทำงานใน bi-directional mode หรือ PAT mode ตัว NAT device จะมีตารางซึ่งใช้เก็บข้อมูลเพื่อ map external address, port ไปเป็น internal address, port ซึ่งในกรณีนี้จะอนุญาตให้เราเซิร์ฟเวอร์ internet IP address, port ใดก็ได้ที่ external side ของ NAT device จากนั้นก็จะทำ statically map ไปยัง private address, port ซึ่งอยู่ที่ internal side ของ NAT device ยกตัวอย่างเช่น เราสามารถตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ internal side โดยมี IP address เป็น ๑๙๒.๑๖๘.๐.๒ ที่พอร์ต ๘๐ และมีค่า internet IP address เป็น ๒๐๓.๑๔๗.๕.๓ พอร์ต ๘๐ ที่ external side เมื่อมี request จากภายนอกเข้ามาถึง external address ที่พอร์ต ๘๐ มันจะถูกส่งต่อไปยังพอร์ต ๘๐ ของ internal address และเมื่อมี request มาที่พอร์ตอื่นนอกเหนือจาก ๘๐ แล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกทิ้งไป

คุณพร้อมหรือยังที่จะใช้ NAT

การที่เทคโนโลยี ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) เริ่มเข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีข้อดีคือทำให้ผู้ใช้สามารถใช้สายโทรศัพท์ได้ในเวลาเดียวกับการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเริ่มมีการแข่งขันในเรื่องอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงมากขึ้น ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตต่างนำกลยุทธ์ การลด แลก แจก แถม ADSL Modem และนำเสนอการให้บริการต่างๆ ทำให้องค์กรที่ทำธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก (SME) มีทางเลือกในการประยุกต์ใช้ static NAT เพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือแม้กระทั่งการใช้งานภายในบ้านเองก็ยากที่จะปฏิเสธความต้องการใช้ NAT บางบ้านอาจจะมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเชื่อมต่อเครือข่ายขนาดเล็กภายในบ้าน (Home Networking) เพื่อรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ของคุณพ่อ คุณแม่ และคุณลูก หรือแม้ว่าระบบปฏิบัติการวินโดวส์ในปัจจุบันจะมีฟังก์ชันการใช้งานอินเทอร์เน็ตร่วมกัน (Internet Connection Sharing – ICS) เป็นตัวเลือกเสริมให้ติดตั้งสำหรับใช้งาน แต่การใช้ NAT ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ไม่ควรมองข้าม เพราะสามารถจัดตั้งได้โดยง่าย สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้อย่างปลอดภัย และประหยัด โดยสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวที่ทำหน้าที่เป็นได้ทั้ง NAT และ Firewall ซึ่ง

ใช้ LAN Card ๒ ชุด ทำหน้าที่แยกการเชื่อมต่อทางกายภาพของระบบเครือข่ายภายในบ้านออกจากเครือข่ายภายนอก ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน ADSL Modem ระบบเครือข่ายในลักษณะดังกล่าวนี้มีโครงสร้างการเชื่อมต่ออย่างง่าย ดังแสดงตามรูปที่ ๑๐



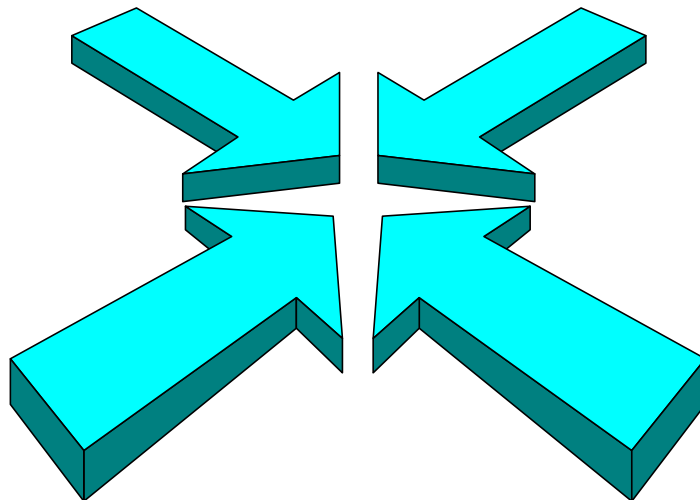
รูปที่ ๑๐ การใช้ NAT กับระบบเครือข่ายภายในบ้าน

คำถามคือ NAT มีความปลอดภัยเพียงพอหรือไม่

มีหลายคนที่ยังเข้าใจผิดเรื่อง NAT โดยมักจะคิดว่าถ้ามี NAT แล้วก็ไม่จำเป็นต้องมีไฟร์วอลล์ ซึ่งจริง ๆ แล้ว NAT ยังมีช่องโหว่ที่ต้องพิจารณาอีก ในกรณีที่ NAT ทำงานใน bi-directional mode นั้น จะต้องมีการเปิดพอร์ตสำหรับให้บริการเสมอ เช่น ๒๐-๒๑ (FTP), ๒๓ (TELNET), ๒๕ (SMTP), ๕๓ (DNS), ๘๐ (HTTP), ๑๑๐ (POP), ๑๔๓ (IMAP) ซึ่งพอร์ตเหล่านี้เป็นที่รู้จักกันดี และมี exploit code ที่รันได้บนพอร์ตเหล่านี้ ซึ่งมักจะมีช่องโหว่อยู่เสมอ และ NAT ไม่สามารถป้องกันอันตรายในลักษณะนี้ได้เลย นอกจากนี้ NAT device ยังมีข้อเสียที่การเก็บข้อมูลล็อกไฟล์ ซึ่งการโจมตีดังที่กล่าวไปข้างต้นนั้น NAT device (บางยี่ห้อ) จะไม่บันทึกข้อมูลล็อกไฟล์เลย ดังนั้นเราอาจจะโดนโจมตีโดยไม่รู้ตัวก็เป็นได้ นอกจากนี้การที่ user ใน internal network รันโปรแกรมบนเครื่องตัวเอง ซึ่งโปรแกรมนั้นอาจจะป้อนมาโทรจันก็เป็นไปได้ จากนั้นมาโทรจันก็จะส่ง packet ออกไป external network ซึ่ง NAT ก็จะไม่ช่วยอะไรได้เลย

บทสรุป

การใช้ NAT เป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่อง ที่นับว่ามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างต่ำ และมีความปลอดภัยในระดับหนึ่ง ถึงแม้ว่า NAT จะไม่ใช่ทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการรักษาความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ แต่ก็สามารถป้องกันข้อมูลด้าน internal network ได้โดยการปิดทุกพอร์ตที่เราไม่ได้ตั้งใจเปิดไว้ และกึ่งง่ายต่อการจัดตั้ง จึงมีความเหมาะสมสำหรับระบบเครือข่ายภายในบ้าน (Home Networking) หรือระบบเครือข่ายในองค์กรขนาดเล็ก สำหรับธุรกิจ SME เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องในระบบเครือข่ายภายในสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ในเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตามจากจุดอ่อนต่างๆ ของ NAT ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าหากต้องการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายภายในมีความปลอดภัยสูง ยังจำเป็นที่จะต้องมีการจัดตั้ง DMZ zone และ Intrusion Detection System ซึ่งได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่ พร้อมทั้งการได้รับการดูแลจากผู้ดูแลระบบที่มีความรู้ความสามารถเพียงพออย่างสม่ำเสมอ



การใช้โครงงานในการสอนภาษาอังกฤษแก่ นักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ ๕

น.อ.หญิง ชนิตา เดชขำ
ประจำโรงเรียนนายเรือ

ในภาคต้นปีการศึกษา ๒๕๔๗ ผู้เขียนได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบการสอนวิชาภาษาอังกฤษ ๙ แก่นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๕ ซึ่งมีเวลาการเรียนการสอนเพียง ๑๒ สัปดาห์ อันเนื่องมาจากการฝึกภาคทะเลต่างประเทศของนักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๕ ที่มีกำหนดการปฏิบัติอยู่หลังจากนี้ ดังนั้นเวลาเรียนของวิชาต่าง ๆ ในตารางสอนแต่ละสัปดาห์จึงต้องเพิ่มขึ้นจากภาคเรียนปกติ เพื่อให้ชั่วโมงเรียนและเนื้อหาครบตามหลักสูตร วิชาภาษาอังกฤษ ๙ ก็พลอยได้รับอันสงสัอันนี้ด้วย โดยมีเวลาสอนต่อสัปดาห์เพิ่มจาก ๒ ชั่วโมง เป็น ๔ ชั่วโมง ซึ่งนับว่าเป็นของขวัญสำหรับครูสอนภาษาอังกฤษเลยก็ว่าได้ เพราะยี่นักเรียนมีเวลาสัมผัสกับภาษาอังกฤษมากเท่าไร ก็หมายถึงว่าจะพัฒนาทักษะการใช้ภาษาอังกฤษทั้งการฟัง พูด อ่านและเขียน ได้มากขึ้นเท่านั้น

การได้เวลาสอนต่อสัปดาห์เพิ่มขึ้น ทำให้คณะผู้สอนอันประกอบด้วย ผู้เขียน ร.อ.หญิง จิตติมา จารยะพันธุ์ และ Ms. Caroline Favier ต้องวางแผนการสอน และโครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอนให้รัดกุมขึ้น เพื่อให้แต่ละชั่วโมงมีประโยชน์ มีความหมายต่อนักเรียน และไม่น่าเบื่อ โดยที่วิชาภาษาอังกฤษ ๙ นี้ เป็นภาษาอังกฤษวิชาสุดท้ายที่นักเรียนนายเรือจะเรียนก่อนจบไปเป็นนายทหาร เราจึงต้องการให้นักเรียนได้นำความรู้ทั้งหลายแหล่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้มาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารด้วยภาษาอังกฤษจริง ๆ หรืออย่างน้อยก็เสมือนจริง หลังจากพิจารณากันอยู่หลายรอบ คณะผู้สอนตัดสินใจที่จะใช้โครงงาน (Project work) มาเป็นแกนในการสอน โดยให้เวลาการทำโครงงานในตารางสอน ๒ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ส่วนที่เหลือเป็น Listening Comprehension ๑ ชั่วโมง และอีก ๑ ชั่วโมงเป็นการฝึกทำ Quiz ต่าง ๆ จาก ตำรา American Language Course เพื่อให้คุ้นเคยกับการทำ Placement test ซึ่งนักเรียนนายเรือส่วนใหญ่จะต้องสอบเมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว โดยผู้สอนคาดหวังว่าการสอนทั้งสามส่วนนี้จะเสริมประโยชน์ซึ่งกันและกัน และทำให้ นักเรียนได้เรียนรู้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในที่นี้ผู้เขียนจะขอกกล่าวถึงเฉพาะส่วนของการทำโครงงาน อันเป็นจุดมุ่งหมายของบทความนี้

หัวข้อโครงงาน

สิ่งแรกที่ผู้สอนต้องกำหนดในการให้นักเรียนทำโครงงาน คือหัวข้อโครงงาน ซึ่งควรจะต้องมีบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นที่มาที่ไปของการใช้ภาษาอังกฤษในโครงงาน ไม่ใช่หัวข้อที่ตั้งขึ้นมาลอย ๆ โดยไม่มีความหมาย ในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นหัวข้อที่อยู่ในวิสัยที่นักเรียน

จะสามารถทำได้ โดยมีแหล่งข้อมูลและเครื่องช่วยการศึกษาเพียงพอ ในที่สุดคณะผู้สอนจึงตัดสินใจเลือก "A Guided Tour for Foreign Visitors to The Royal Thai Naval Academy" เป็นหัวข้อโครงการของเรา

โจทย์ของโครงการนี้คือให้นักเรียนนำแขกชาวต่างประเทศ ชมสถานที่ต่างๆ ภายในโรงเรียนนายเรือ พร้อมมีการบรรยายเกี่ยวกับสถานที่นั้นๆ เป็นภาษาอังกฤษโดยสังเขป สาเหตุที่นำหัวข้อนี้มาทำเป็นโครงการก็เนื่องมาจากโรงเรียนนายเรือ มักมีภารกิจรับรองแขกชาวต่างประเทศอยู่เสมอ ทั้งระดับนายทหารและนักเรียนทหาร หลายครั้งที่นักเรียนนายเรือได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ต้อนรับแขกเหล่านั้น อีกทั้งในการฝึกภาคต่างประเทศ เมื่อเรือฝึกนักเรียนนายเรือจอดตามเมืองท่าต่าง ๆ นักเรียนนายเรือก็ต้องรับบทบาทเป็นเจ้าของสถานที่นำชมเรือของตนเช่นกัน ผู้สอนจึงเห็นว่าหัวข้อโครงการนี้น่าจะเป็นประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้จริงๆ

วิธีการสอน

การทำโครงการนี้เป็นการทำงานกลุ่ม กลุ่มละ ๓ ถึง ๕ คน ขึ้นอยู่กับจำนวนของนักเรียนในแต่ละชั้น แต่ละกลุ่มจะตั้งชื่อกลุ่มของตนเอง เพื่อเป็นเอกลักษณ์ ง่ายต่อการจดจำ และส่งเสริมความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันในกลุ่ม งานที่กำหนดให้แต่ละกลุ่มทำคือ ทุกกลุ่มจะต้องมีอารัมภบทโดยกล่าวถึงความ เป็นมาของโรงเรียน และการเรียนการสอนโดยสังเขป ก่อนที่จะนำชมสถานที่ในโรงเรียนนายเรือ ๓ - ๔ แห่ง โดยแต่ละกลุ่มมีการประชุมเลือกสถานที่ที่คิดว่าน่าสนใจสำหรับแขกชาวต่างประเทศ จะเห็นได้ว่านักเรียนนายเรือแต่ละกลุ่มจะต้องทำงานด้านข้อมูลมากพอสมควร นับตั้งแต่ ค้นหา รวบรวม เรียบเรียง แปล และอ้างอิง ก่อนที่จะนำเสนอ ในลักษณะการเดินนำเที่ยว และบรรยายปากเปล่าเป็นภาษาอังกฤษ ซึ่งกระทำในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียน

การสอนในห้องในช่วงสัปดาห์แรก ๆ เป็นการเตรียมนักเรียนสำหรับส่วนประกอบหลัก ๒ ส่วนของโครงการ คือ เนื้อหา และการนำเสนอ

๑. **เนื้อหาของโครงการ** นักเรียนจะต้องเรียนรู้ว่าจะหาข้อมูลที่จะนำมาเป็นเนื้อหาของโครงการได้จากแหล่งใดบ้าง เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หรือการสัมภาษณ์บุคคล ฯลฯ นอกจากนี้ นักเรียนจะต้องเรียนรู้ที่จะจัดการกับข้อมูลที่ได้มา เป็นต้นว่าจะต้องสรุป แปล ตัดต่อ หรือเรียบเรียงอย่างไร เพื่อให้ได้เนื้อหาที่กระชับเหมาะกับการนำเสนอในลักษณะการนำชมสถานที่ ตลอดจนต้องรู้จักการอ้างอิง ข้อมูลเหล่านั้นในขั้นตอนสุดท้ายในแฟ้มผลงานอีกด้วย นักเรียนต้องเรียนรู้ที่จะวางแผนงานเป็นขั้นตอนในแต่ละสัปดาห์ แบ่งงานกันทำอย่างเหมาะสมในกลุ่มของตน เพื่อให้งานต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้สำเร็จ ลุล่วงตามเวลาที่กำหนด

๒. **การนำเสนอโครงการ** นักเรียนจะต้องเรียนรู้ถึงขั้นตอน รูปแบบ และวิธีการนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตนต่อหน้าชั้นเรียน โดยมีการฝึกพูด ฝึกการใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยต่าง ๆ เช่น Overhead projector

หรือ PowerPoint presentation นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับ บุคลิก ท่าทาง รวมทั้ง การออกเสียง และการใช้ภาษาอังกฤษของผู้นำเสนองาน และการใช้เครื่องช่วยการศึกษาที่เหมาะสม โดยทั้งหมดนี้ใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารในชั้นเรียน

ทุกสัปดาห์นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องรายงานความคืบหน้าในการทำงานในสัปดาห์ที่ผ่านมา และ นำเสนอแผนการทำงานของสัปดาห์ต่อไป โดยให้รายละเอียดอย่างชัดเจนว่า สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมี หน้าที่รับผิดชอบอะไรในแต่ละสัปดาห์ และสามารถทำงานคืบหน้าไปตามแผนที่แต่ละกลุ่มกำหนดไว้หรือไม่ มีปัญหาข้อขัดข้องอะไรบ้าง และจะแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างไร การรายงานนี้ใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสาร ทั้งโดยการพูดรายงาน (Oral report) และการกรอกแบบฟอร์มรายงาน (Weekly progress report) พร้อมกับการรายงานนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องแสดงผลงานตามที่รายงานมา เพื่อให้ครูได้ตรวจสอบ แก้ไข เมื่อเป็นเช่นนี้ นักเรียนจะต้องเขียนบทนำ และบทบรรยายสถานที่แต่ละแห่ง อย่างน้อยสองถึงสามครั้ง จนกระทั่งได้บทบรรยายที่ใช้งานได้ทั้งในด้านเนื้อหาและคุณภาพของการใช้ภาษา ซึ่งในส่วนนี้ผู้สอนต้อง ทำงานค่อนข้างหนักทั้งในการตรวจ-แก้งานเขียน และการตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้อง

การนำเสนอผลงานในห้องเรียนกระทำเป็น ๒ ช่วง คือช่วงกลางภาคหรือประมาณครึ่งหนึ่งของ โครงงาน และช่วงปลายภาคเมื่อโครงงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว จุดประสงค์ที่ให้แบ่งการนำเสนอเป็น ๒ ช่วง ก็เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานเป็นขั้นตอนไปตามลำดับ ไม่รอจนกระทั่งถึงกำหนดส่งในตอนปลายภาค นอกจากนี้ การนำเสนอผลงานครั้งแรกยังจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพคร่าวๆ ว่า จะต้องเตรียมการ อย่างไรสำหรับการนำเสนอผลงานอย่างเต็มรูปแบบในตอนปลายภาค

แฟ้มผลงาน (Portfolio)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า กว่าจะออกมาเป็นบทบรรยายสถานที่ต่าง ๆ ในโรงเรียนนายเรือเป็นภาษาอังกฤษ นั้น ข้อมูลดิบจากการค้นคว้าของนักเรียนจะต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ มากมาย นับตั้งแต่การเลือกสรร สรุปลความ แปล (ในกรณีที่มีข้อมูลขั้นต้นเป็นภาษาไทย) เรียบเรียง จัดลำดับ ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดนี้ต้องผ่าน การตรวจ แก้ไข และให้คำแนะนำเพิ่มเติมจากครูเพื่อดูความคืบหน้าทุก ๆ สัปดาห์ และลงวันที่ไว้ทุกครั้ง ผลงานของนักเรียนทั้งหมดในทุก ๆ ขั้นตอนการทำงานของแต่ละกลุ่ม จะถูกเก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มผลงาน รวมทั้ง Weekly progress report ด้วย ทั้งนี้เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผลตอนปลายภาค โดยการประเมินผลอีกส่วนหนึ่งดูจากการนำเสนอผลงานหน้าห้องทั้งช่วงกลางภาค และปลายภาค

นอกจากนี้ แฟ้มผลงานยังมีบทบาทที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ได้ยิ่งหย่อนไปกว่าการเป็นเครื่องมือ สำหรับประเมินผลการเรียนของนักเรียนเลย กล่าวคือมันเป็นเครื่องมือที่ช่วยสะท้อนให้นักเรียนได้ทราบ ถึงกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง งานเขียนทุกชิ้นจะบอกถึงพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละสัปดาห์ ยิ่งไป กว่านั้นในการกรอกแบบฟอร์มรายงานประจำสัปดาห์ (Weekly progress report) จะมีช่องที่ให้นักเรียน เขียนแสดงความคิดเห็นต่อการทำงานในกลุ่มแต่ละครั้งว่ามีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง และคิดว่าควรจะต้อง

ปรับปรุงแก้ไขอย่างไร จะเห็นได้ว่า แฟ้มผลงานมิใช่เป็นเพียงที่เก็บรวบรวมงานของนักเรียน อย่างที่หลายคนเข้าใจเท่านั้น

ปัญหาที่พบ

เนื่องจากการนำโครงการมาใช้เป็นแกนในการสอนภาษาอังกฤษครั้งนี้ เป็นการสอนในลักษณะเต็มรูปแบบเป็นครั้งแรก (ก่อนหน้านี้เคยมีการมอบหมายให้นักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ ๕ ทำโครงการเช่นกัน แต่เป็นเพียงโครงการย่อย ไม่เต็มรูปแบบเท่าครั้งนี้) ผู้สอนพบปัญหา และข้อจำกัดพอสมควร ทั้งในส่วนของการเรียนการสอนเอง และปัจจัยสนับสนุนการสอน ดังนี้

๑. **ทักษะการเรียนรู้แบบค้นคว้า** อาจกล่าวได้ว่า นักเรียนไทยโดยส่วนรวม ไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบที่ต้องค้นคว้า และทำรายงาน ในช่วงแรก ๆ จึงต้องมีการปูพื้นฐานกันพอสมควร นักเรียนหลายกลุ่มมีปัญหาในการสรุปประเด็นสำคัญ และนำมาเรียบเรียงเป็นคำพูดของตนเองเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทการใช้งาน หลายกลุ่มใช้วิธีลอกข้อมูลที่ได้มาโดยไม่ไดัดัดแปลง หรืออ้างอิงใด ๆ เลย ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์ (Plagiarism) ในภายหลัง นอกจากนี้ ผู้สอนยังพบว่า นักเรียนนายเรือจำนวนไม่น้อย ไม่เข้าใจแนวคิด (concept) ของการวางแผนงาน และการแบ่งงานกันทำอย่างเป็นระบบภายในกลุ่ม โดยเห็นได้จากการกรอกแบบ Weekly progress report ในช่วงแรก ๆ หลายกลุ่มไม่ได้รายงานตามสิ่งที่ได้ทำ หรือสิ่งที่วางแผนว่าจะทำจริง ๆ เพียงแต่กรอกแบบฟอร์มไปตามที่ครูสั่งให้ทำเท่านั้น

๒. **ข้อจำกัดเรื่องเวลา** เป็นปัญหาที่ผู้เขียนเชื่อว่าครูทุกคนในโรงเรียนนายเรือ ประสบมาแล้วทั้งสิ้น ดังที่ทราบกันว่า นักเรียนนายเรือมีกิจกรรมนอกหลักสูตรมากมาย ทั้งการฝึก การสวนสนาม การแข่งกีฬา ฯลฯ ทำให้มีผลกระทบอย่างมากกับการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนบางกลุ่มมีเวลาทำงานร่วมกันน้อยมาก เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มมีภารกิจที่แตกต่างกันไป เช่น บางนายติดราชการแข่งเรือใบที่สัตหีบถึง ๒ สัปดาห์ แทบไม่สามารถมาร่วมประชุมกับกลุ่มได้เลย จนกระทั่ง ๒-๓ สัปดาห์สุดท้ายก่อนการนำเสนอผลงาน

การที่ นักเรียนนายเรือต้องขาดเรียนเนื่องจากติดราชการนี้ ไม่ได้มีผลกระทบแต่เพียงการเรียนเป็นกลุ่มเท่านั้น หากแต่ยังมีผลกระทบถึงการเรียนแบบปฏิบัติในวิชาอื่น ๆ อีกด้วย เช่น การฝึกฟัง-พูด หรือการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งยากต่อการที่ครูจะสอนชัดเจน หรือต่อการที่นักเรียนจะฝึกฝนด้วยตนเอง ทำให้ไม่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่าที่ควร ผู้เขียนคิดว่าควรมีการพิจารณา แก้ไข ให้นักเรียนนายเรือได้มีเวลาเรียนอย่างเต็มที่มากกว่าที่เป็นอยู่

๓. **ปัจจัยสนับสนุนการสอน** การให้นักเรียนนายเรือทำโครงการนี้ เป็นลักษณะการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ของตนเอง มากกว่าที่ครูจะเป็นผู้ป้อนความรู้ให้ฝ่ายเดียว จึงจำเป็นที่จะต้องมีแหล่งให้นักเรียนสามารถหาข้อมูลได้อย่างกว้างขวางและทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อคำนึงถึง

ข้อเท็จจริงที่ว่า นักเรียนนายเรือมีฐานะเป็นนักเรียนประจำ ไม่สามารถออกไปหาข้อมูลจากภายนอกโรงเรียนได้ ห้องสมุด ศูนย์คอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายข้อมูล ตลอดจนกระทั่งบุคลากรในโรงเรียนนายเรือที่นักเรียนสามารถสอบถามข้อมูลได้ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากสำหรับการเรียนในลักษณะนี้ และที่สำคัญเท่าเทียมกัน คือ เวลาและโอกาสที่นักเรียนจะสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ได้ นั้น มีเพียงพอหรือไม่ ผู้เขียนคิดว่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สมควรได้รับการพิจารณานับสนุน ทั้งในเรื่องของงบประมาณและกำลังพล เพื่อให้คุณภาพการศึกษาของนักเรียนนายเรือ มีมาตรฐาน สอดคล้องกับนโยบายปฏิรูปการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับพุทธศักราช ๒๕๔๒ หมวด ๔ ว่าด้วยแนวการจัดการศึกษา

นอกจากปัจจัยด้านแหล่งค้นคว้าข้อมูลดังกล่าวแล้ว ผู้สอนยังพบปัญหาด้านเครื่องช่วยการศึกษาที่โรงเรียนนายเรือ ยังมีไม่เพียงพอ ทั้งปริมาณ และคุณภาพ นับตั้งแต่เครื่องช่วยการศึกษาพื้นฐาน เช่น เครื่องฉายแผ่นใส ไปจนกระทั่งถึงอุปกรณ์ที่มีการใช้งานซับซ้อนขึ้น อย่างเช่น Video projector ซึ่งมีความไม่ลงตัวกันระหว่าง software ของกองเครื่องช่วยการศึกษา กับ software ที่นักเรียนนายเรือใช้ในการผลิต PowerPoint presentation ทั้งนี้เนื่องมาจากเทคโนโลยี computer และ software ในปัจจุบันก้าวไปเร็วมาก จนยากเกินกว่าที่กลไกการจัดซื้อจัดหาของระบบราชการจะสามารถตามทันได้

สรุปข้อคิดเห็น

แม้จะมีปัญหา และข้อจำกัด หลายอย่างดังกล่าว แต่จากข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ที่ได้รับจากนักเรียนนายเรือ และนายทหารที่ได้รับเชิญมาร่วมกิจกรรม Guided tour ในช่วงสัปดาห์สุดท้าย รวมทั้งจากการประเมินผลการเรียนตลอดภาค คณะผู้สอนเห็นตรงกันว่า การนำโครงการมาเป็นแกนในการสอนภาษาอังกฤษครั้งนี้ ประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการทำโครงการมีดังนี้

๑. **การใช้ภาษาอังกฤษ** นักเรียนได้นำภาษาอังกฤษมาใช้ในการสื่อสารจริง ๆ ทั้งการฟัง พูด อ่าน และเขียน ไม่ใช่เป็นเพียงการทำแบบฝึกหัดแบบลอย ๆ โดยไม่มีจุดมุ่งหมาย ภาษาอังกฤษเป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ให้งานบรรลุเป้าหมาย (a means to an end) ในทุกกิจกรรมการเรียนการสอน นับตั้งแต่การสื่อสารกับครูในห้องเรียน การเขียนบทบรรยายสถานที่ การเขียนรายงานผลการทำงานในแต่ละสัปดาห์ จนกระทั่งถึงการรายงานหน้าชั้นเรียน และการนำคณะครูเดินชมสถานที่ในขั้นตอนสุดท้าย การใช้ภาษาอังกฤษในลักษณะนี้เป็นการใช้ภาษาอังกฤษในโลกแห่งการทำงานจริง ๆ ไม่ใช่เป็นเพียงภาษาอังกฤษในกรอบของห้องเรียน ผู้เขียนสังเกตเห็นว่าในตอนปลายภาคเรียน นักเรียนสามารถใช้ภาษาอังกฤษได้คล่องขึ้น (Improved fluency) และกล้าที่จะพูดมากขึ้นกว่าในช่วงแรก ๆ อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการฝึกเพื่อปรับปรุงความถูกต้อง (accuracy) อีกพอสมควร

๒. **การเรียนรู้ที่จะเรียนรู้** การทำโครงการสอนให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง (โดยมีครูคอยให้คำปรึกษาอยู่ห่าง ๆ) เริ่มตั้งแต่นักเรียนแต่ละกลุ่ม เลือกสถานที่สำหรับโครงการของตนเอง ค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ เอง วางแผนงาน และจัดการกับข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลเอง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะเผชิญปัญหา และแก้ปัญหา อันเป็นทักษะพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ต่อไป ตลอดชีวิตนักเรียนมีบทบาทในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง (Active learner) ไม่ใช่เป็นเพียงผู้รับความรู้จากครูอย่างเดียว (Passive recipient) ซึ่งตรงกับแนวคิดในการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

๓. **ทักษะการทำงานร่วมกัน** การทำงานเป็นกลุ่มสอนให้นักเรียนรู้วิธีที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักการวางแผนงานและการแบ่งงานที่เหมาะสม ตามความชำนาญของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม รวมทั้งรู้จักการตัดสินใจเมื่อเกิดปัญหา นับเป็นส่วนหนึ่งในการฝึกความเป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี อันเป็นคุณสมบัติที่นักเรียนนายเรือ จะพึงมี สำหรับการทำงานในอนาคต

๔. **ทักษะการนำเสนอผลงาน** นักเรียนต้องร่วมกันคิด ร่วมกันวางแผนทำงาน เพื่อนำเสนอผลงานของกลุ่มในชั้นตอนสุดท้าย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดของโครงการ มีนักเรียนหลายกลุ่มที่สามารถนำเสนอได้อย่างน่าสนใจ ทั้งโดยรูปแบบการนำเสนอ และตัวบุคคลที่นำเสนอ สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนนายเรือก็สามารถมีความคิดสร้างสรรค์ได้ เมื่อได้รับโอกาสที่เหมาะสม

๕. **ความรู้เกี่ยวกับโรงเรียนนายเรือ** นักเรียนจำนวนมากกล่าวว่า การทำโครงการนี้ทำให้นักเรียนได้รู้จักโรงเรียนของตนมากขึ้น หรือในแง่มุมที่แตกต่างออกไปจากที่เห็นอยู่เป็นประจำ นอกจากนี้ ในระหว่างการหาข้อมูล นักเรียนยังได้เรียนรู้เรื่องราวอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัโรงเรียนอีกด้วย เช่น ประวัติของบุคคลสำคัญในกองทัพเรือ หรือความเป็นมาของสถานที่ต่างๆ

นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้อื่น ๆ ที่นักเรียนได้จากการทำโครงการนี้ เช่น หลายคนบอกว่ารู้จักโปรแกรม PowerPoint ดีขึ้น รู้จักหนังสือในห้องสมุดมากขึ้น เพราะมีโอกาสได้เข้าห้องสมุดบ่อยขึ้น หรือแม้แต่สามารถพิมพ์ดีดได้คล่องขึ้น อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งที่นักเรียนได้จากโครงการนี้ คือ ความมั่นใจในการใช้ภาษาอังกฤษที่มีเพิ่มขึ้น อันนำไปสู่ทัศนคติที่ดีขึ้นในการเรียนภาษาอังกฤษต่อ ๆ ไป ผู้เขียนตระหนักดีว่า ระยะเวลาเพียง ๑๒ สัปดาห์ในการทำโครงการ ไม่สามารถยกระดับความรู้ภาษาอังกฤษของนักเรียนให้แตกต่างไปจากเดิมได้มากนัก เนื่องจากเป็นที่รู้กันดีว่า การเรียนภาษา หรือวิชาใด ๆ ก็ตาม ต้องอาศัยการฝึกฝน อันต่อเนื่อง และยาวนาน ไม่ใช่เรียนเพียงเพื่อสอบให้ผ่าน แล้วก็ทิ้งไป ผู้เขียนและอาจารย์ที่ร่วมสอนวิชาภาษาอังกฤษ ๙ ทุกคนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความมั่นใจและทัศนคติที่ดีขึ้นต่อการใช้ และการเรียนภาษาอังกฤษ จะเพิ่มแรงจูงใจให้นักเรียนนายเรืออยากเรียนรู้มากขึ้น และเป็นรากฐานอันมั่นคงให้นักเรียนได้ก้าวไปสู่การเรียนรู้ระดับที่สูงขึ้นไป แม้เมื่อจบการศึกษาไปจากโรงเรียนนายเรือแล้ว

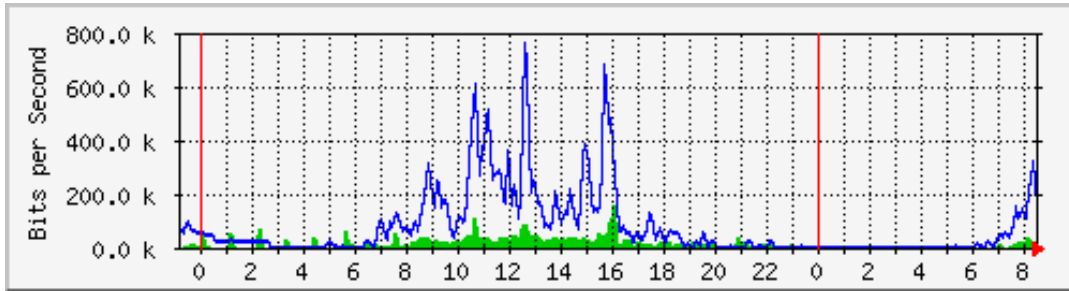
การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของ โรงเรียนนายเรือกับระบบเครือข่ายกองทัพเรือ

น.ต.ผศ. ไกรสิทธิ์ มหิวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

ในช่วงระยะเวลา ๔ ปีที่ผ่านมา ระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรือได้ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง มีการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอาคารต่าง ๆ ด้วยสายใยแก้วนำแสง โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่อาคารเรียน ๖ (อาคารกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ) ทำให้หน่วยงานภายในโรงเรียนนายเรือสามารถติดต่อสื่อสารและใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างคล่องตัวมากยิ่งขึ้น สามารถรับ-ส่งเอกสารที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัลถึงกันได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังได้มีการจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานเพิ่มขึ้นทำให้ระบบเครือข่ายมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่บนระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมซึ่งมีเพียงประมาณ ๑๐๐ เครื่อง โดยประมาณ ๕๐ เครื่องจะอยู่ที่ห้องบริการคอมพิวเตอร์ ศูนย์คอมพิวเตอร์ และอีกประมาณ ๕๐ เครื่องจะกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่าง ๆ จนปัจจุบันนี้ได้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่บนระบบเครือข่ายประมาณ ๒๐๐ เครื่อง แต่ปรากฏว่ามีอยู่ที่ห้องบริการคอมพิวเตอร์เพียงไม่ถึง ๓๐ เครื่อง ดังนั้นอีกประมาณ ๑๗๐ เครื่องกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโรงเรียนนายเรือ การกระจายของเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวนี้เป็นองค์ประกอบหนึ่งซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาในการดูแลสำหรับผู้ดูแลระบบเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการใช้ระบบปฏิบัติการที่ไม่สามารถทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมการบริหารจัดการผ่านทางระบบเครือข่ายได้ อีกทั้งในปัจจุบันภัยอันตรายต่าง ๆ จากไวรัสและหนอนอินเทอร์เน็ตก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นและเกิดขึ้น มาใหม่ตลอดเวลา เมื่อรวมถึงการที่ยังไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อการดูแลระบบเครือข่ายและบริหารจัดการทั้งทางด้านการใช้งาน การกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการถูกบุกรุก การขโมยหรือโจรกรรมข้อมูล การทำลายหรือรบกวนไม่ให้อาจใช้งานได้ การควบคุมการแพร่ระบาดของไวรัสและหนอนอินเทอร์เน็ต โดยเฉพาะกรณีหลังนี้จะเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ระบบเครือข่ายเกิดปัญหาใช้งานไม่ได้ รายละเอียดปัญหาในการบริหารจัดการระบบเครือข่ายผู้เขียนจะนำเสนอในโอกาสต่อไป

เมื่อมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก มีการใช้งานที่สูงขึ้นเพื่อเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ช่องสัญญาณที่มีอยู่จึงไม่สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างสะดวกส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการใช้งานดังรูปที่ ๑ ซึ่งแสดงถึงการใช้งานที่สูงสุดต่อเนื่องกัน ในช่วงเวลาปฏิบัติงานทำให้โรงเรียนมีความต้องการช่องสัญญาณเพิ่มขึ้น วิธีหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาคือความต้องการ ใช้ช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้นนี้ก็คือการใช้ช่องสัญญาณของกองทัพเรือเป็นประตูทางออกอีกหนึ่งทาง ในที่นี้ผู้เขียนจะขอกล่าวถึงการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือเข้ากับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือเพื่อใช้งานชั่วคราวอย่างไม่เป็นทางการ โดยในเบื้องต้นผู้เขียนจะกล่าวถึง

โครงสร้างของระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือ



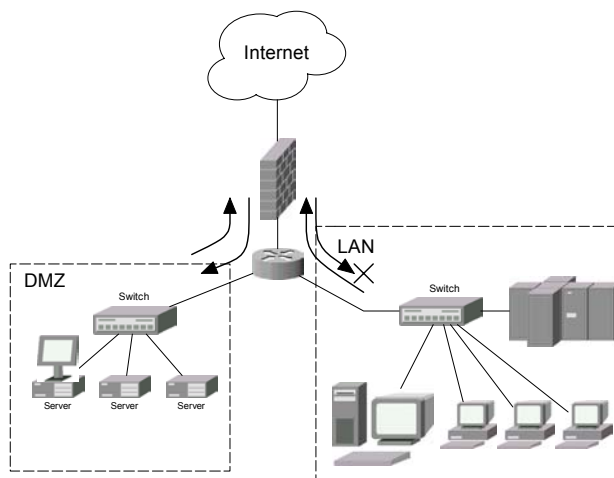
รูปที่ ๑

ระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรือ

ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรืออย่างคร่าว ๆ เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นถึงโครงสร้างของระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรือ เพื่อจะได้ทราบถึงโครงสร้างในปัจจุบันก่อนที่จะได้ทราบถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือ

ผู้เขียนได้ติดตั้งระบบกำแพงไฟ (ไฟร์วอลล์) ให้กับระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือ พร้อมทั้งได้แบ่งแยกโซนหรือกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสองกลุ่มภายใต้กำแพงไฟคือ กลุ่มเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการที่สามารถเข้าถึงได้จากเครือข่ายภายนอก เช่น บริการเว็บของโรงเรียนนายเรือ บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ บริการสืบค้นชื่อโดเมน เป็นต้น โดยใช้ชื่อกลุ่มนี้ว่า Demilitarized zone (DMZ) และอีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มเครื่องลูกข่ายที่อยู่ภายในโรงเรียนนายเรือซึ่งกลุ่มนี้จะถูกป้องกันการเข้าถึงจากภายนอกระบบเครือข่ายทุกชนิดและใช้ชื่อกลุ่มนี้ว่า LAN หรือ Trusted zone ดังรูปที่ ๒

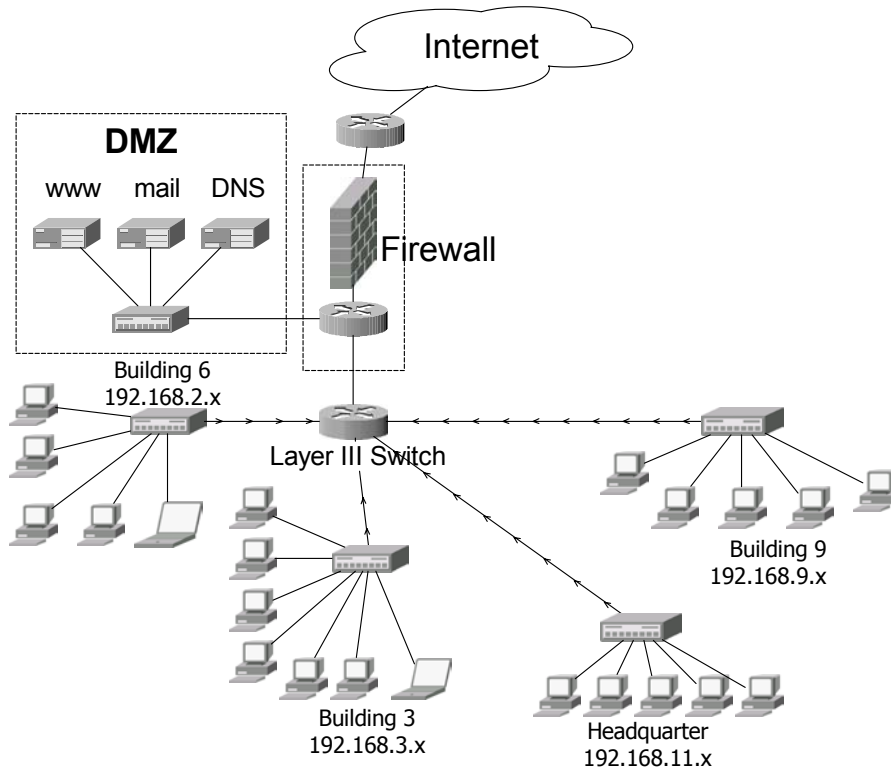
Network Configuration



รูปที่ ๒

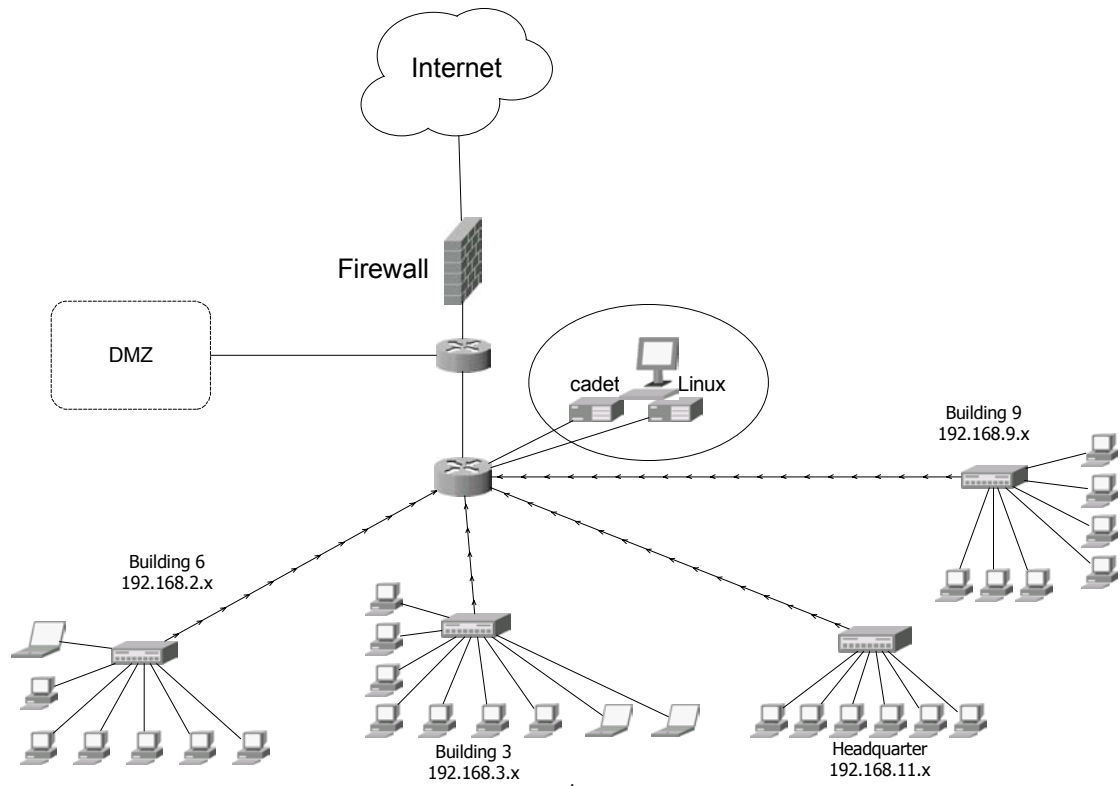
เกตเวย์หรือประตูทางออกสู่ระบบเครือข่ายภายนอก (WAN) ของโรงเรียนนายเรือจะผ่านทางผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet service provider, ISP) ทำให้โรงเรียนนายเรือสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านทางเกตเวย์ของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตได้โดยตรงโดยไม่ได้ผ่านทางระบบเครือข่ายของกองทัพเรือซึ่งได้เริ่มมาติดตั้งการเชื่อมต่อให้เมื่อปลายปี ๒๕๔๖ และยังคงรอการติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบเครือข่ายเดิมของโรงเรียนนายเรือได้ ปัจจุบันมีความเร็วของช่องสัญญาณในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ๑๐๒๔ กิโลบิตต่อวินาที รายละเอียดเกี่ยวกับระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากวารสารโรงเรียนนายเรือปีที่ ๓ ฉบับที่ ๒ เรื่องระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ (ตอนที่ ๑) วารสารโรงเรียนนายเรือปีที่ ๓ ฉบับที่ ๓ เรื่องระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ (ตอนที่ ๒) และวารสารโรงเรียนนายเรือปีที่ ๔ ฉบับที่ ๒ เรื่องประตูที่มองไม่เห็น (Invisible gate)

เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้นั้นจะต้องมีหมายเลขไอพีแอดเดรสประจำเครื่องเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน และในระบบเครือข่ายๆ ได้นำหมายเลขไอพีแอดเดรสที่อยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า Private address มาใช้งานเนื่องจากโรงเรียนนายเรือมีไอพีแอดเดรสในกลุ่ม Public address ไม่เพียงพอสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ โดยไอพีแอดเดรสที่นำมาใช้เป็น ไอพีแอดเดรสที่ขึ้นต้นด้วย 192.168.x.x ซึ่งในขณะนั้นสอดคล้องกับไอพีแอดเดรสที่กองทัพเรือได้นำมาใช้ในระบบเครือข่ายภายในกองทัพเรือ ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ภายในโรงเรียนนายเรือจึงถูกกำหนดให้ใช้ไอพีแอดเดรส 192.168.x.x และมี subnet หรือหมายเลขระบุกลุ่มของเน็ตเวิร์คเป็น ๒๕๕.๒๕๕.๒๕๕.๐ แต่ละกลุ่มเน็ตเวิร์คถูกแบ่งออกจากกันโดยการทำแลนเสมือน (Virtual LAN) และสามารถเชื่อมต่อกันได้โดย Layer 3 Switch ไอพีแอดเดรสเหล่านี้จะถูกกำหนดให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ภายในระบบเครือข่ายโดยอัตโนมัติจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (DHCP Server) ทำให้มีความสะดวกในการจัดการ แต่หากพิจารณาในด้านการรักษาความปลอดภัยแล้วไม่ควรใช้ระบบดังกล่าวนี้ และในปัจจุบันเมื่อมีเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากขึ้น ระบบนี้จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการแก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย ดังนั้นควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขต่อไป รูปที่ ๓ แสดงรายละเอียดการกำหนด ไอพีแอดเดรสให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อาคารต่าง ๆ



รูปที่ ๓

เมื่อระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรือไม่ได้รวมอยู่ในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือไม่สามารถเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือได้เนื่องจากเป็นเครื่องที่ใช้ไอพีแอดเดรสที่เป็น Private address ด้วยกันทั้งสองฝ่ายซึ่งเป็นไอพีแอดเดรสที่ไม่สามารถใช้งานไปสู่ระบบเครือข่ายภายนอกได้ การใช้บริการอินเทอร์เน็ตจึงต้องใช้บริการผ่านพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการไปนำเนื้อหาของเว็บภายนอกกลับมาให้เครื่องคอมพิวเตอร์ภายในดังรูปที่ ๔ โดยได้เพิ่มเครื่องพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ชื่อ cadet และ linux เข้ามาในโซน LAN เครื่องลูกข่ายจะต้องร้องขอเว็บเพจมาที่เครื่องพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองเครื่องนี้และทั้งสองเครื่องนี้จะเป็นผู้ไปนำเว็บที่ผู้ใช้ต้องการกลับมาให้แก่ผู้ร้องขอ (โดยการทำ Network Address Translation, NAT)



รูปที่ ๔

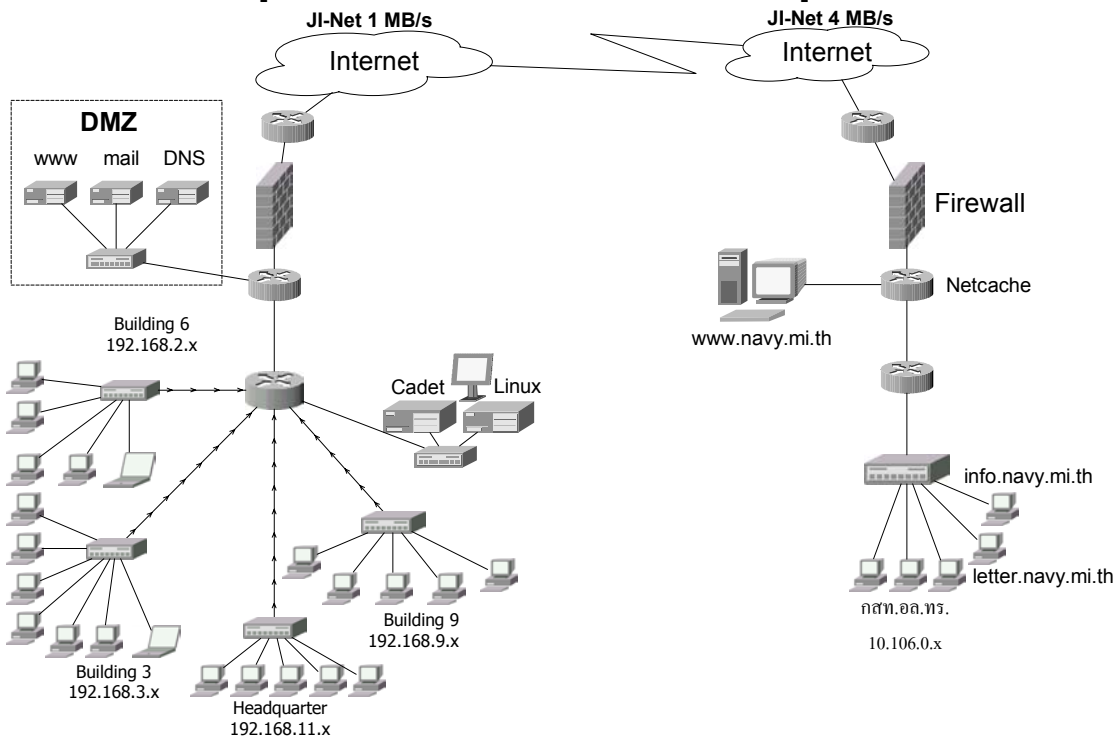
เครื่องพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองสามารถเข้าถึงเว็บต่าง ๆ ที่ใช้ไอพีแอดเดรสในกลุ่มที่เป็น Public address ได้ทั้งหมด เช่น www.yahoo.com, www.hotmail.com, www.google.com และ www.navy.mi.th เป็นต้น แต่ไม่สามารถเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์หรือเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ภายในระบบเครือข่ายใด ๆ ได้ หรือเซิร์ฟเวอร์ที่ถูกจำกัดการเข้าถึงโดยกำแพงไฟ เช่น ไม่สามารถเข้าถึง info.navy.mi.th และ person.navy.mi.th ได้ เนื่องจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองใช้ Private address และอยู่ภายใต้กำแพงไฟของกองทัพเรือ

การเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือ

จากที่กล่าวในหัวข้อที่ผ่านมา เซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือไม่สามารถที่จะเข้าถึงได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่บนอินเทอร์เน็ตโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้ก็สามารถเข้าถึงได้ทางอ้อมโดยการร้องขอไปที่พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ของกองทัพเรือ (netcache.navy.mi.th) เพื่อให้เป็นตัวกลางไปนำเว็บเพจของเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ภายในมาให้ผู้ร้องขอ แต่พร็อกซีของกองทัพเรือได้กำหนดมาตรการการใช้งานไว้โดยผู้ที่ใช้บริการ พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ของกองทัพเรือจะต้องมีบัญชีผู้ใช้ในการตรวจสอบสิทธิในการใช้งาน เช่น ผู้ใช้เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองเข้าสู่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

(ksc, loginfo, ji-net, smart,...) โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ตนเองได้รับไอพีแอดเดรสในกลุ่ม Public address ก็สามารถตั้งค่าในเบราว์เซอร์ (Internet explorer, Netscape เป็นต้น) เพื่อให้เบราว์เซอร์ไปร้องขอเว็บเพจที่ต้องการจากพริ็อกซ์ของกองทัพเรือได้โดยผู้ใช้จะถูกถามให้ป้อนบัญชีผู้ใช้งานเพื่อยืนยันสิทธิการใช้งานก่อนเข้าถึงเว็บเพจที่ต้องการได้

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือใช้ไพรเวตไอพีแอดเดรสจึงทำให้ไม่สามารถออกสู่อินเทอร์เน็ตได้โดยตรง ดังนั้นก็ไม่สามารถที่จะตั้งค่าในเบราว์เซอร์ให้ไปร้องขอเว็บเพจจากพริ็อกซ์ของกองทัพเรือได้ แต่สามารถตั้งค่าให้ร้องขอเว็บเพจจากพริ็อกซ์เซิร์ฟเวอร์ของโรงเรียนนายเรือได้ (cadet.rtna.ac.th และ linux.rtna.ac.th) แต่ก็ทำให้เกิดข้อจำกัดคือไม่สามารถเข้าถึงเว็บเพจหรือเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายภายในของกองทัพเรือได้ดังรูปที่ ๕



รูปที่ ๕

จากรูปที่ ๕ หากเครื่องพริ็อกซ์ cadet.rtna.ac.th หรือ linux.rtna.ac.th ได้รับการร้องขอเว็บเพจ www.navy.mi.th ซึ่งเป็นเว็บเพจที่สามารถเข้าถึงได้ทำให้ผู้ใช้สามารถเปิดดูเว็บไซต์ของกองทัพเรือได้ แต่หากผู้ใช้ร้องขอเว็บเพจ info.navy.mi.th เครื่องพริ็อกซ์ cadet.rtna.ac.th หรือ linux.rtna.ac.th ไม่สามารถเข้าถึงเครื่องเซิร์ฟเวอร์ info.navy.mi.th ได้เนื่องจากถูกปิดกั้นจากกำแพงไฟ แต่หากเครื่อง linux.rtna.ac.th ไม่พยายามส่งข้อมูลไปที่ info.navy.mi.th โดยตรงแต่ร้องขอไปที่ netcache แทน

เพื่อให้ netcache เป็นผู้ไปนำข้อมูลจาก info.navy.mi.th มาให้ผู้ใช้ก็สามารถเปิดเว็บไซต์ info.navy.mi.th ได้ ในการกำหนดให้เครื่อง linux.rtna.ac.th ไปร้องขอเว็บเพจที่อยู่ภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือ นั้นจะต้องปรับแต่งให้เครื่อง linux.rtna.ac.th ทำการยืนยันสิทธิ์ในการใช้งานเมื่อถูก netcache ถามสิทธิ์การใช้งาน กล่าวคือจะต้องกำหนดชื่อบัญชีใช้งานเพื่อตอบให้แก่ netcache หากทำการร้องขอเว็บเพจ โดยให้ netcache เป็นผู้ไปนำข้อมูลมาให้ เมื่อสองปีที่ผ่านมาผู้เขียนได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาการใช้งานภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือจากภายในโรงเรียนนายเรือด้วยวิธีดังกล่าวนี้โดยได้ใช้บัญชีผู้ใช้งานของผู้เขียนเองในการกำหนดลงไปเครื่อง linux.rtna.ac.th และ cadet.rtna.ac.th เพื่อให้ผู้ใช้งานในโรงเรียนนายเรือสามารถเข้าถึงระบบงานต่าง ๆ ภายในกองทัพเรือได้ แต่ข้อมูลที่ถูกบันทึกการใช้งานบน netcache จะเป็นข้อมูลที่ระบุว่าการร้องขอเว็บเพจที่มีปลายทางอยู่ในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือโดยมีต้นทางจากโรงเรียนนายเรือนั้นเป็นการใช้งานจากบัญชีผู้ใช้งานของผู้เขียนเพียงคนเดียว ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้เป็นวิธีการที่ทาง กสท.อล.ทร. ห้ามนำมาใช้งานเพราะไม่สามารถตรวจสอบผู้ใช้งานจริงได้ อย่างไรก็ตามหากต้องการตรวจสอบการใช้งานจริงผู้เขียนก็สามารถตรวจสอบกับข้อมูลบน เซิร์ฟเวอร์ของโรงเรียนนายเรือได้ว่าเป็นการใช้งานจากผู้ใด

เมื่อปลายปี ๒๕๔๗ ทาง กสท.อล.ทร. ได้ดำเนินการเปลี่ยนระบบบัญชีผู้ใช้งานใหม่และได้ยกเลิกบัญชีใช้งานพร้อมเซิร์ฟเวอร์ในระดับหน่วยงานและให้ผู้ใช้ทุกคนสมัครสมาชิกใหม่เพื่อจะสามารถตรวจสอบการใช้งานของแต่ละบุคคลได้และอาจจะต้องมีการรายงานการใช้งานแก่หน่วยงานต้นสังกัด ผู้เขียนจึงยกเลิกระบบดังกล่าวข้างต้นเป็นเหตุให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียนนายเรือไม่สามารถเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือได้อีก

การเชื่อมโยงสัญญาณจากบางนามายังโรงเรียนนายเรือ

กรมสื่อสารทหารเรือได้ดำเนินการติดตั้งสัญญาณไมโครเวฟจากบางนามายังโรงเรียนนายเรือ เพื่อให้โรงเรียนนายเรือสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือได้เมื่อปลายปี ๒๕๔๖ โดยได้ติดตั้งอุปกรณ์เราท์เตอร์ที่อาคารกองบัญชาการในห้องวิทยุ แต่จุดที่ได้ติดตั้งดังกล่าวนี้ไม่สามารถทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายเดิมของโรงเรียนนายเรือได้เนื่องจากการเชื่อมต่อจากทุกอาคารภายในโรงเรียนนายเรือโดยสายเคเบิลใยแก้วนำแสงนั้นมีศูนย์กลางอยู่ที่อาคารเรียน ๖ (อาคารกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ) และห้องเซิร์ฟเวอร์และศูนย์คอมพิวเตอร์ตั้งอยู่ที่อาคารเรียน ๖ และที่สำคัญอีกประการคืออุปกรณ์เราท์เตอร์หลักนั้นอยู่ที่อาคารเรียน ๖ (รูปที่ ๖) ดังนั้นสิ่งแรกที่ต้องการสำหรับการปรับแต่งให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือให้ได้คือการเชื่อมต่อจากห้องวิทยุมายังอาคารเรียน ๖ โดยสายเคเบิลใยแก้วนำแสง (เป็นวิธีที่สะดวกและใช้งบประมาณน้อยที่สุด) โดยทาง

ศูนย์คอมพิวเตอร์ได้เสนอความต้องการดังกล่าวให้ผู้เกี่ยวข้องมาดำเนินการให้แต่ยังไม่สามารถดำเนินการได้ในขณะนี้เนื่องจากจะต้องรอแผนการปรับปรุงอาคารต่างๆ ภายในโรงเรียนนายเรือสำหรับงาน ๑๐๐ ปี โรงเรียนนายเรือ

การนำคู่สายเคเบิลใยแก้วสำรองมาใช้งานชั่วคราว

เมื่อเดือนมกราคม ๒๕๔๗ ช่องสัญญาณเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของโรงเรียนนายเรือถูกลดลงจาก ๑๐๒๔ กิโลบิตต่อวินาที เหลือ ๕๑๒ กิโลบิตต่อวินาที นั่นคือถูกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งจากเดิมที่มีอยู่ ช่องสัญญาณดังกล่าวนี้ไม่เพียงพอต่อปริมาณการใช้งานที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนนายเรือถึงแม้จะได้นำระบบกรองเว็บไซต์ที่ไม่เหมาะสมซึ่งได้กรองเว็บไซต์มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ เว็บไซต์และจำกัดการดาวน์โหลดไฟล์บางประเภทเพื่อให้สามารถใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่ด้วยขนาดช่องสัญญาณที่ได้รับนั้นก่อปรกับการเพิ่มขึ้นของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายและมีความตื่นตัวในการศึกษาค้นคว้าหาแหล่งความรู้ต่างๆ บนอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดความล่าช้าในการใช้งานมาก นอกจากนี้จากการที่ผู้เขียนได้ตรวจสอบสถิติปริมาณข้อมูลที่ผ่านเข้า-ออกเกตเวย์นั้น พบว่ามีการใช้งานสูงสุดตลอดช่วงเวลาปฏิบัติงานโดยเฉพาะการใช้งานส่วนใหญ่เป็นการใช้งานจากห้องบริการคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนนายเรือเป็นผู้ใช้งาน

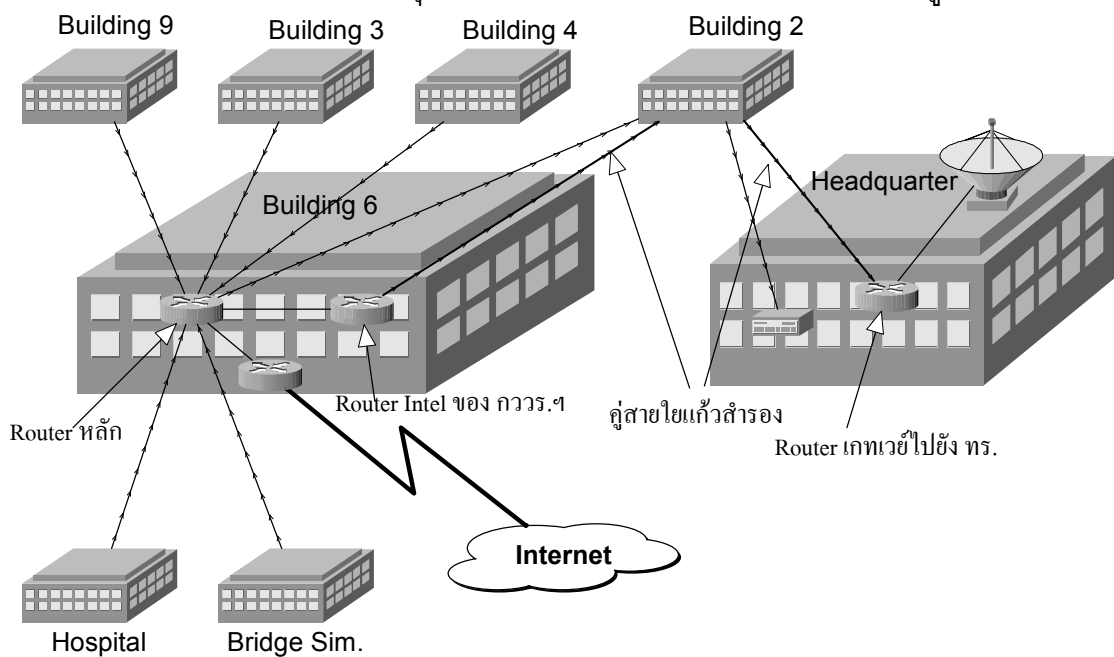
ในช่วงเดือนมิถุนายน ๒๕๔๗ ผู้เขียนจึงได้มองหาหนทางที่จะนำช่องสัญญาณของกองทัพเรือมาช่วยแบ่งเบาภาระช่องสัญญาณที่โรงเรียนนายเรือมี โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ เท่าที่มีอยู่และได้พบวิธีการเชื่อมต่อที่สามารถทำให้ใช้ช่องสัญญาณของกองทัพเรือได้โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบโครงสร้างของระบบเครือข่ายเดิมภายในโรงเรียนนายเรือโดยใช้อุปกรณ์หลัก ๓ ชนิดคือ

๑. คู่สายเคเบิลใยแก้วนำแสงสำรองระหว่างอาคารกองบัญชาการและอาคารเรียน ๖
๒. เราท์เตอร์ของกองวิศวกรรมเครื่องกลเรือตราอักษร Intel
๓. Layer 3 Switch ที่กำลังใช้งานในปัจจุบันตราอักษร 3com

จากการที่กองทัพเรือได้มีการพัฒนาโครงสร้างและอุปกรณ์เครือข่ายอย่างต่อเนื่อง มีการจัดหาอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้งานจึงได้ปรับเปลี่ยนระบบการกำหนดไอพีแอดเดรสใหม่โดยปรับเปลี่ยนจากเดิมที่ใช้ไอพีแอดเดรสที่ขึ้นต้นด้วยหมายเลข 192.168.x.x เป็น หมายเลขที่ขึ้นต้นด้วย 10.106.x.x เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานสารสนเทศของกองทัพไทยที่เป็นผู้กำหนดให้ทั้ง ๓ เหล่าทัพมีการใช้หมายเลขไอพีที่กำหนด และจากการที่ระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือมาก่อน และจากการที่ผู้เขียนและบุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่ในศูนย์คอมพิวเตอร์เป็นอาจารย์ซึ่งมีหน้าที่หลัก

ในการเรียนการสอนด้านวิชาความรู้ให้แก่นักเรียนนายเรือ จึงมีข้อจำกัดในด้านเวลาที่จะดำเนินการเกี่ยวกับระบบเครือข่ายซึ่งเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลาในการเฝ้าตรวจสอบ พัฒนาและปรับปรุงให้ก้าวหน้าเทคโนโลยีตลอดเวลา ในระยะเวลาที่ผ่านมาระบบเครือข่ายของโรงเรียนจึงไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนระบบการใช้หมายเลขไอพีแอดเดรสเนื่องจากไม่มีผลต่อการใช้งานระบบเครือข่ายภายใน แต่เมื่อจะทำการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเข้ากับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อเข้าได้โดยวิธีการปกติ ในการเชื่อมต่อจะต้องมีการทำการแปลงหมายเลขไอพีแอดเดรสที่ใช้ในระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือให้เป็นไอพีแอดเดรสที่สามารถใช้งานได้บนระบบเครือข่ายของกองทัพเรือ นั่นคือการทำ Network Address Translation (NAT) โดยใช้เราเตอร์ของกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือที่มีอยู่

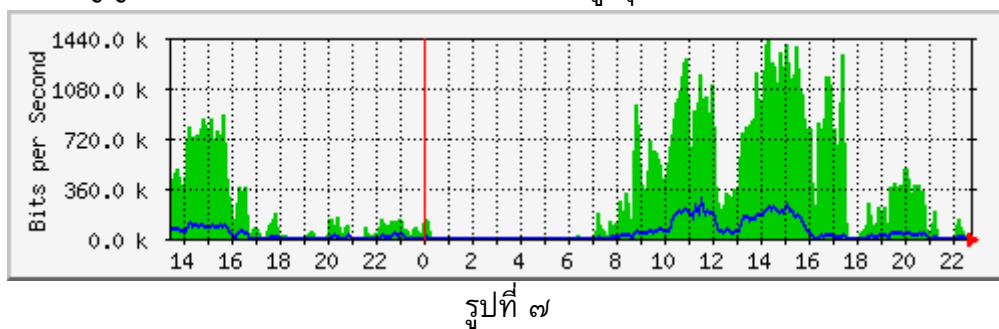
ผู้เขียนทำการเชื่อมต่อสัญญาณจาก Layer 3 Switch (เราเตอร์หลัก) หลักมายังเราเตอร์ใหม่ที่จะนำมาทำ NAT จากนั้นทำการเชื่อมต่อสัญญาณจากเราเตอร์ใหม่ไปยังเราเตอร์ของกองทัพเรือที่กรมสื่อสารทหารเรือมาติดตั้งให้ที่ห้องวิทยุ โดยผ่านทางเคเบิลใยแก้วนำแสงสำรองดังรูปที่ ๖



รูปที่ ๖

รายละเอียดในการตั้งค่าให้แก่เราเตอร์ Intel เพื่อให้ทำ NAT นั้นผู้เขียนจะไม่ขอก้าวเนื่องจากมีรายละเอียดค่อนข้างมากและเป็นการนำอุปกรณ์มาดัดแปลงใช้ผิดประเภทซึ่งไม่มีคำอธิบายในเอกสารคู่มือของเราเตอร์

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้วและได้ทำการปรับแต่งตารางเส้นทาง (Routing table) บนเราท์เตอร์ต่างๆ แล้ว และได้ทำการปรับแต่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้สามารถเข้าถึงระบบเครือข่ายของกองทัพเรือได้แล้วนั้น ผู้เขียนได้ทำการทดสอบการใช้งานและได้กำหนดให้ปริมาณข้อมูลจากการใช้งานในห้องบริการคอมพิวเตอร์ที่มีนักเรียนนายเรือเป็นผู้ใช้งานทางระบบเครือข่ายของกองทัพเรือปรากฏว่าสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีและพบว่าปริมาณการใช้งานเฉพาะในห้องบริการคอมพิวเตอร์นั้นมีความต้องการช่องสัญญาณมากกว่า ๑๐๒๔ กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งสูงกว่าช่องสัญญาณที่โรงเรียนนายเรือมีอยู่ถึงสองเท่าและเป็นสาเหตุที่ทำให้การใช้งานก่อนหน้านั้นมีความล่าช้าเป็นอย่างมาก (ช่องสัญญาณ ๕๑๒ กิโลบิตต่อวินาที) ปริมาณการใช้งานจากห้องบริการคอมพิวเตอร์แสดงในรูปที่ ๗ โดยจากกราฟแสดงให้เห็นว่านักเรียนนายเรือที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมาณ ๒๕ เครื่องในเวลาเดียวกันมีความต้องการช่องสัญญาณประมาณ ๑,๐๒๔ กิโลบิตต่อวินาที (สูงสุดที่ ๑๔๔๐ กิโลบิตต่อวินาที)



เมื่อต้นเดือนมกราคม ๒๕๔๘ โรงเรียนนายเรือได้รับช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าจากเดิมมีอยู่ ๕๑๒ กิโลบิตต่อวินาทีเป็น ๑๐๒๔ กิโลบิตต่อวินาทีทำให้การใช้งานมีความคล่องตัวและมีความรวดเร็วขึ้น ผู้เขียนจึงได้ยกเลิกการใช้ช่องสัญญาณของกองทัพเรือในการใช้งานอินเทอร์เน็ตเนื่องจากการทำ NAT ให้แก่ระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือเพื่อใช้งานระบบเครือข่ายของกองทัพเรือนั้นเป็นข้อห้ามที่ทาง กสท.อล.ทร ได้ห้ามปฏิบัติและในการใช้งานนั้นก็พบปัญหาบางประการคือการทำ NAT นั้นเหมาะสำหรับการใช้งานในระบบเล็กๆ เมื่อนำมาใช้กับระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือซึ่งมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากทำให้เราท์เตอร์ Intel ซึ่งเป็น Small Office Router ที่นำมาใช้งานนั้นไม่สามารถรองรับการใช้งานในช่วงที่มีการใช้งานเป็นจำนวนมากได้ ผู้เขียนจึงได้กำหนดให้เฉพาะเครื่องพีร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ cadet.rtna.ac.th และ linux.rtna.ac.th เท่านั้นที่สามารถใช้งานผ่านเราท์เตอร์ Intel ได้เพื่อลดภาระที่เกิดขึ้นบนเราท์เตอร์ ผู้ใช้ที่ต้องการเปิดเว็บไซต์ที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ของกองทัพเรือจะต้องร้องขอมาที่พีร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองนี้ จากนั้นพีร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองจะเป็นผู้ไปนำข้อมูลที่ถูกร้องขอ

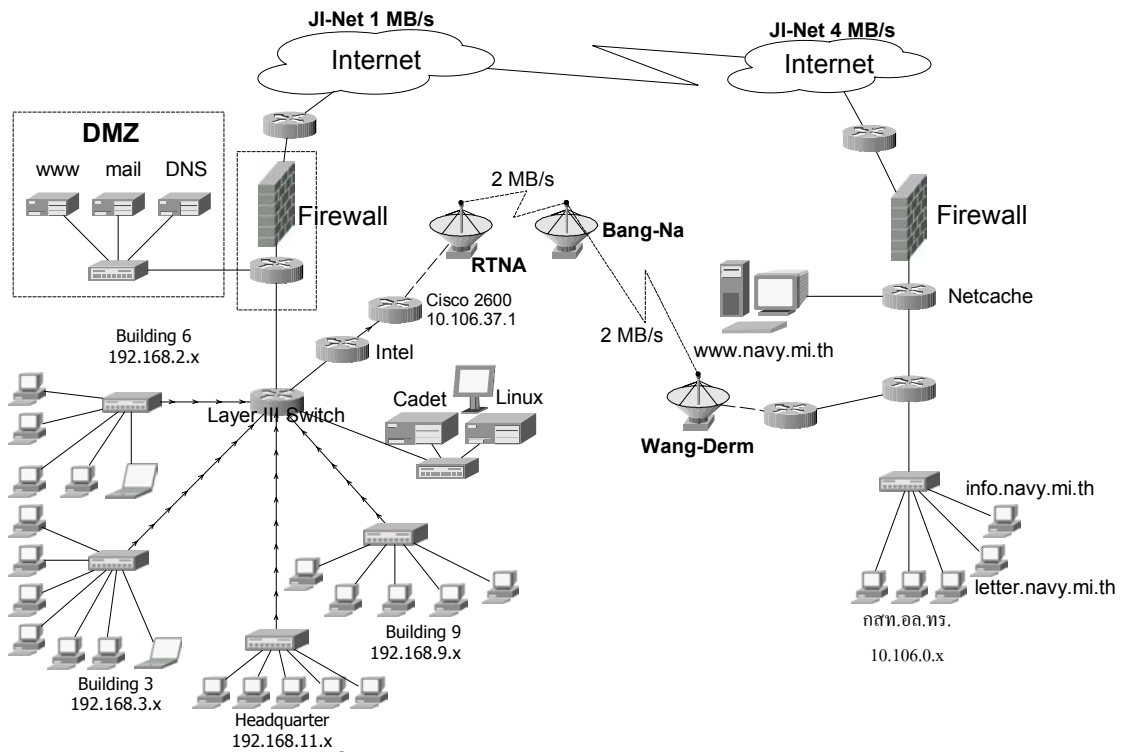
มาให้แก่ผู้ร้องขอโดยไม่ผ่านพริอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์ของกองทัพเรือ (netcache) ส่วนการใช้งานอย่างอื่นจะใช้ช่องสัญญาณของโรงเรียนนายเรือเองเป็นทางออก

สรุป

จากการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือเข้ากับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือชั่วคราวนี้สามารถแก้ไขปัญหาความคับคั่งจากการใช้งานได้ในช่วงที่โรงเรียนนายเรือมีช่องสัญญาณ ๕๑๒ กิโลบิตต่อวินาที ทำให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้รวดเร็วยิ่งขึ้นและสามารถทำให้ทราบถึงปริมาณช่องสัญญาณที่ต้องการใช้งานจริงเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการใช้งานระบบเครือข่ายต่อไปได้ นอกจากนี้ยังทำให้สามารถเข้าถึงเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ตั้งอยู่ที่ กสท.อล.ทร. ได้โดยไม่ต้องผ่านพริอ็อกซีของกองทัพเรือ เช่น info.navy.mi.th (เว็บอินทราเน็ตของกองทัพเรือ), letter.navy.mi.th (ระบบงานสารบรรณ) และ radius2.navy.mi.th (ระบบสมาชิก) ซึ่งส่งผลให้ลดปริมาณข้อมูลที่ช่องทางออกของโรงเรียนนายเรือเนื่องจากการเข้าถึงเว็บเพจดังกล่าวข้างต้นจะใช้เส้นทางเชื่อมโยงภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือผ่านทางสัญญาณไมโครเวฟโดยไม่ต้องผ่านผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตอย่างเดิม และทำให้ไม่ต้องมีการใช้บัญชีผู้ใช้งานของผู้หนึ่งผู้ใดในการเข้าถึงข้อมูลที่อยู่บนระบบเครือข่ายของกองทัพเรือ ซึ่งหากใช้ระบบแบบเดิมจะมีปัญหาในการตรวจสอบการใช้งาน แต่จากรูปที่ ๖ จะเห็นได้ว่าการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายหลักของโรงเรียนนายเรือเข้ากับระบบเครือข่ายของกองทัพเรือนั้นสายเคเบิลใยแก้วนำแสงจะผ่านไปยังอาคารเรียน ๒ ซึ่งจะต้องถูกรื้อถอนในการปรับปรุงภูมิทัศน์ของโรงเรียนนายเรือ ในระหว่างการดำเนินการจะทำให้การเชื่อมต่อดังกล่าวถูกตัดขาดจากกันทำให้ไม่สามารถใช้งานระบบเครือข่ายของกองทัพเรือได้และการเชื่อมต่อระหว่างอาคารกองบัญชาการกับระบบเครือข่ายหลักก็จะใช้งานไม่ได้เช่นเดียวกันจากเหตุผลเดียวกัน

การทำ NAT และการกรองไอพีแอดเดรสที่ผ่านเข้า-ออกเราท์เตอร์ Intel สามารถป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสและหนอนอินเทอร์เน็ตจากระบบเครือข่ายของกองทัพเรือเข้ามายังระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือได้ ทำให้สามารถใช้งานระบบเครือข่ายของกองทัพเรือได้โดยไม่มีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของไวรัสและหนอนอินเทอร์เน็ต แต่เนื่องจากการกำหนดเส้นทางบนเราท์เตอร์ (Routing table) ในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือยังไม่สมบูรณ์และกำลังอยู่ในระหว่างการปรับปรุงทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ภายในโรงเรียนนายเรือไม่สามารถเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ ในกองทัพเรือที่หน่วยงานต่าง ๆ เป็นผู้รับผิดชอบเอง เช่น เซิร์ฟเวอร์ของกองกำลังพล เซิร์ฟเวอร์ของกรมอู่ทหารเรือ เป็นต้น (เซิร์ฟเวอร์เหล่านี้ไม่ได้ตั้งอยู่ที่ กสท.อล.ทร.) หากต้องการเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ที่ไม่ได้ตั้งอยู่ที่ กสท.อล.ทร. จะต้องผ่าน

ทางอ้อมโดยร้องขอให้ netcache เป็นตัวกลางไปนำข้อมูลมาให้แต่ระบบนี้ได้ถูกยกเลิกการใช้งานไปแล้ว จากเหตุผลข้างต้นจึงต้องรอให้ปัญหาการกำหนดเส้นทางภายในระบบเครือข่ายของกองทัพเรือนั้นถูก แก้ไขให้เรียบร้อยก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้ดังปกติ



รูปที่ ๘ ระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือ

เอกสารอ้างอิง

๑. ระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ (ตอนที่ ๑), วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๓ ฉบับที่ ๒
เมษายน – มิถุนายน ๒๕๔๖.
๒. ระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ (ตอนจบ), วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๓ ฉบับที่ ๓
กรกฎาคม – กันยายน ๒๕๔๖.
๓. ประตูที่มองไม่เห็น (Invisible gate) วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๔ ฉบับที่ ๑
มกราคม – มีนาคม ๒๕๔๗.
๔. www.intel.com
๕. www.3com.com

การแสดงผลมุมเอียงและการเปลี่ยนแกนอ้างอิง

น.ต.ดร. กฤษฎา แสงเพชรส่อง
อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

๑. บทคัดย่อ

การแสดงผลว่าวัตถุทำมุมเอียงอย่างไรกับแกนอ้างอิง (Orientation Representation) และการเปลี่ยนแกนอ้างอิงของเวกเตอร์ (Coordinate Transformation) เป็นพื้นฐานสำคัญที่ถูกใช้งานในหลายสาขา เช่น ในระบบหาดำบลที่ในงาน Computer Graphics สามมิติ หรือในการวิเคราะห์ระบบที่ประกอบด้วยหลายจุดเชื่อมต่อ เป็นต้น บทความนี้สรุปทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับ Orientation Representation และ Coordinate Transformation ที่เป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างกว้างขวาง ๓ วิธีได้แก่ Direction Cosine Matrix, Euler Angle และ Quaternion

๒. บทนำ

Dead Reckoning คือหลักการหาตำแหน่งโดยนำขนาดและทิศทางของความเร็วมาคำนวณหาทิศทางและระยะทางของการเคลื่อนที่ เช่น ถ้ารู้ว่าวัตถุ (body) กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว ๘๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากเวลาผ่านไปครึ่งชั่วโมงตำแหน่งของวัตถุคือทางเหนือของจุดเริ่มต้นเป็นระยะ ๔๐ กิโลเมตร

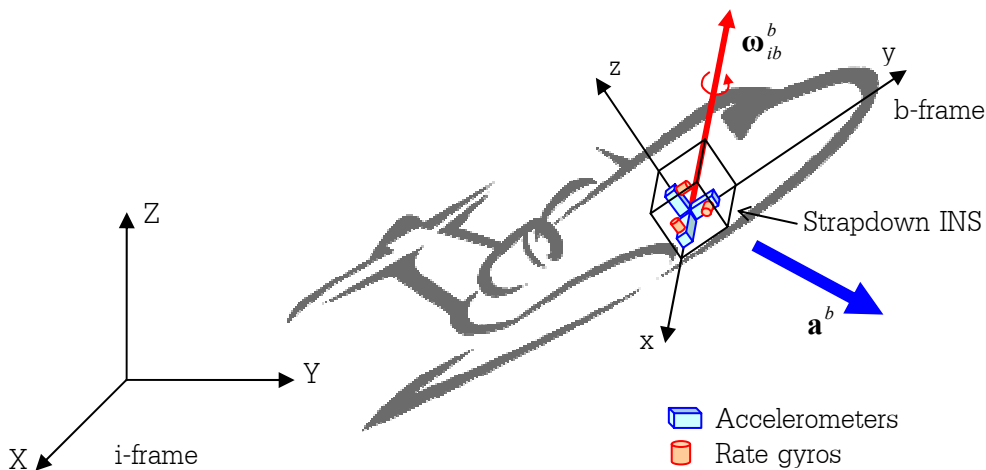


Figure 1 Strapdown INS operating concept

Figure 1 แสดงหลักการทำงานของ Strapdown Inertial Navigation System (INS) ในการหาตำแหน่งของเครื่องบิน ใน Strapdown INS ประกอบด้วย Accelerometers และ Rate Gyros ซึ่งเป็นเซนเซอร์ใช้วัดความเร่งเชิงเส้น \mathbf{a}^b และความเร็วเชิงมุม $\boldsymbol{\omega}_{bi}^b$ ตามลำดับ โดยหลักการแล้ว Strapdown INS นำข้อมูลความเร็วเชิงมุมที่ Rate Gyros วัดได้มาคำนวณหาทิศทางของการเคลื่อนที่ เพื่อใช้ประกอบกับข้อมูลความเร่งเชิงเส้นที่ Accelerometers วัดได้ในการคำนวณหาความเร็วและระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยอาศัยหลักการ Dead Reckoning ตามที่อธิบายไปแล้วในช่วงต้น

นอกจากระบบนำร่องแบบ Strapdown INS แล้ว การแสดงว่าวัตถุทำมุมเอียงอย่างไรกับแกนอ้างอิง (Orientation Representation) และการเปลี่ยนแกนอ้างอิงของเวกเตอร์ (Coordinate Transformation) เป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญที่ถูกใช้งานในอีกหลายสาขา เช่น ในการแสดงภาพสามมิติ (Computer Graphics) หรือในการวิเคราะห์ระบบที่ประกอบด้วยจุดเชื่อมต่อหลายจุด (เช่น แขนกล) เป็นต้น บทความนี้สรุปทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับ Orientation Representation และ Coordinate Transformation ที่เป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างกว้างขวาง ๓ วิธีได้แก่ Direction Cosine Matrix, Euler Angle (อ่านว่าออยเลอร์) และ Quaternion พร้อมทั้งเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธี

การวิเคราะห์เกี่ยวกับ Orientation และ Coordinate Transformation โดยทั่วไปใช้สมมติฐานของ Cartesian Coordinate (แกน X-Y-Z ตั้งฉากซึ่งกันและกัน) และกำหนดเครื่องหมาย (Sign Convention) ตาม Right Hand Rule กล่าวคือ ให้ XYZ เป็นแกนอ้างอิง (reference frame) แบบ Cartesian ที่ศบวทของแกน X-Y-Z จะชี้ไปตามทิศของนิ้วชี้ นิ้วกลาง และนิ้วโป้งของมือขวา ตามลำดับ เมื่อใช้มือขวากำรอบแกนที่หมุนโดยให้นิ้วโป้งชี้ไปในทิศบวทของแกนที่หมุนนั้น การหมุนมีค่าเป็นบวกเมื่อหมุนตามทิศของนิ้วที่เหลือทั้ง ๔ ดังแสดงใน Figure 2

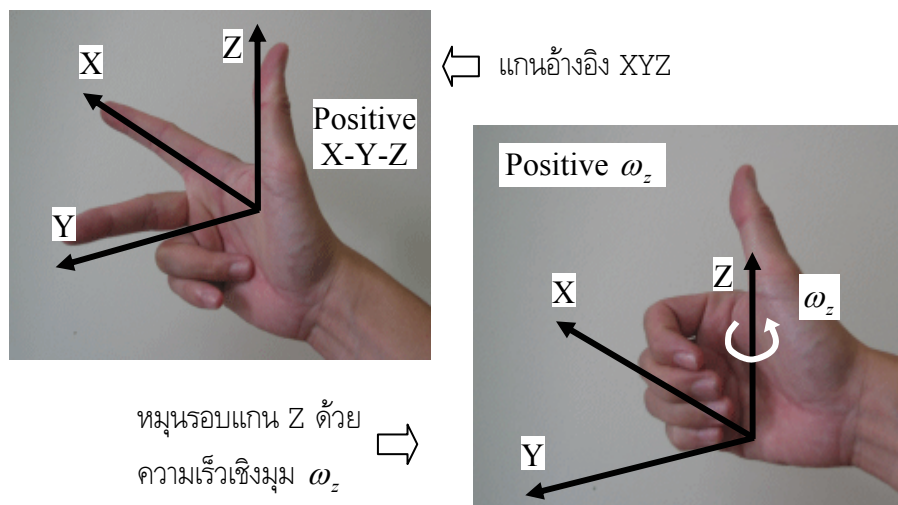


Figure 2 Assumptions และ Sign Convention

การวิเคราะห์ปัญหาของ Orientation และ Coordinate Transformation สามารถพิจารณาได้ดังนี้ กำหนดให้มีแกนอ้างอิง ๒ แกนคือ i-frame (XYZ) และ b-frame (xyz) ดังแสดงใน Figure 3 โดยที่ i-frame หยุดหนึ่งไม่เคลื่อนที่ (Inertia), b-frame หมุนด้วยความเร็วเชิงมุม $\omega_{ib}^b = [\omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T$ (subscript ib ใช้ระบุว่า เป็นความเร็วเชิงมุมของ b-frame สัมพัทธ์กับ i-frame, superscript b ใช้ระบุว่า เป็นเวกเตอร์ที่เขียนบรรยายใน b-frame และ superscript T หมายถึง Transpose) ดังนั้นเวกเตอร์ ω_{ib}^b มีขนาดขององค์ประกอบในแกน x, y และ z คือ ω_x , ω_y และ ω_z ตามลำดับ ให้ \mathbf{r} คือเวกเตอร์อิสระใดๆ ปัญหาของ Coordinate Transformation คือ จะสามารถเขียนบรรยายเวกเตอร์อิสระ \mathbf{r} ใน i-frame (\mathbf{r}^i) และ b-frame (\mathbf{r}^b) ได้อย่างไร

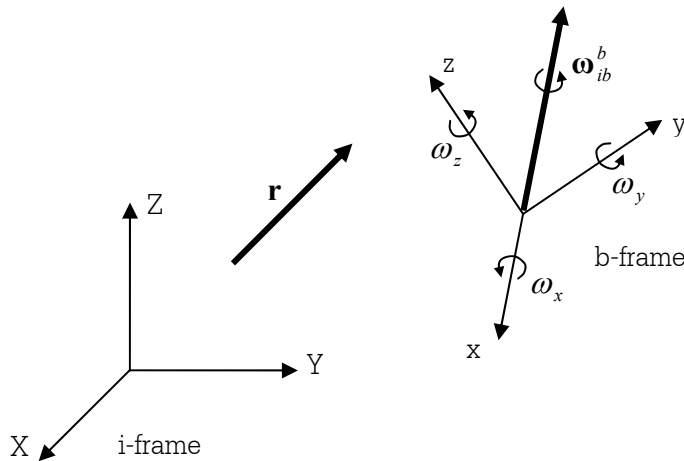


Figure 3 Rotating Reference Frame

Figure 4 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนแกนอ้างอิง กำหนดให้ตอนเริ่มต้น ($t=0$) i-frame และ b-frame ซ้อนทับกันโดยที่ แกน X ทับแกน x, แกน Y ทับแกน y และ แกน Z ทับแกน z พอดี ให้ \mathbf{r} เป็นเวกเตอร์อิสระมีขนาด ๑ หน่วยในทิศบวกของ X เราสามารถเขียน \mathbf{r} ใน i-frame และ b-frame ณ เวลา $t=0$ ได้เป็น $\mathbf{r}^i(0) = \mathbf{r}^b(0) = [1 \ 0 \ 0]^T$ ดังแสดงใน Figure 4a กำหนดให้ b-frame หมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ๑ องศาต่อวินาทีรอบแกน z ($\omega_{ib}^b = [0 \ 0 \ 1]^T$) ดังนั้นที่เวลา $t=90\text{sec}$ b-frame หมุนไปได้ ๙๐ องศา ดังแสดงใน Figure 4b ทำให้สามารถเขียนเวกเตอร์ \mathbf{r} ใน b-frame ได้ใหม่เป็น $\mathbf{r}^b(90) = [0 \ -1 \ 0]^T$

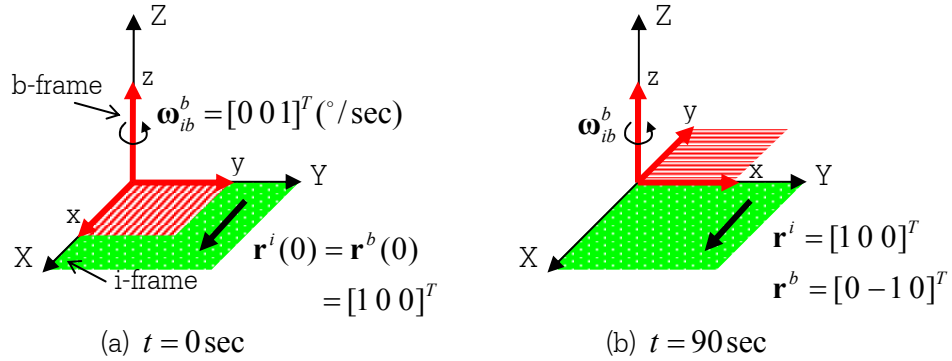


Figure 4 Coordinate Transformation with Rotating Reference Frame

๓. Direction Cosine Matrix

กำหนดให้ $\mathbf{r}^i = [x^i \ y^i \ z^i]^T$ และ $\mathbf{r}^b = [x^b \ y^b \ z^b]^T$ คือเวกเตอร์ใน i-frame และ b-frame ตามลำดับ Direction Cosine Matrix (DCM) \mathbf{C}_b^i คือ เมทริกซ์ (Transformation Matrix) ที่ใช้เปลี่ยนเวกเตอร์ \mathbf{r}^b เป็นเวกเตอร์ \mathbf{r}^i เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง \mathbf{C}_b^i , \mathbf{r}^i และ \mathbf{r}^b ได้คือ

$$\mathbf{r}^i = \mathbf{C}_b^i \mathbf{r}^b = \begin{bmatrix} x^i \\ y^i \\ z^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^b \\ y^b \\ z^b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11}x^b + c_{12}y^b + c_{13}z^b \\ c_{21}x^b + c_{22}y^b + c_{23}z^b \\ c_{31}x^b + c_{32}y^b + c_{33}z^b \end{bmatrix} \quad (1)$$

c_{jk} คือ cosine ของมุมระหว่างแกน j^{th} ของ i-frame และแกน k^{th} ของ b-frame ($j^{th} = 1,2,3$ คือแกน X,Y,Z และ $k^{th} = 1,2,3$ คือ แกน x,y,z ตามลำดับ) เราสามารถกล่าวได้ว่าการใช้ DCM คือการแตกแรงของ \mathbf{r}^b ในแนวแกน x-y-z ไปตามแนวแกน X-Y-Z ใน i-frame ด้วย dot product DCM มีคุณสมบัติที่สำคัญคือเป็น Orthogonal Matrix กล่าวคือ

$$[\mathbf{C}_b^i]^{-1} = [\mathbf{C}_b^i]^T = \mathbf{C}_i^b \quad (2)$$

$[\mathbf{C}_b^i]^{-1}$ คือ Inverse ของ \mathbf{C}_b^i และ $[\mathbf{C}_b^i]^T$ คือ Transpose ของ \mathbf{C}_b^i เราสามารถใช้ DCM เพื่อแสดงว่าวัตถุทำมุมเอียงกับแกนอ้างอิงอย่างไร เช่น จากกรณีข้างต้น หากกำหนดให้ b-frame เป็นแกนอ้างอิงที่ยึดติดกับวัตถุ (body frame) และ i-frame เป็นแกนอ้างอิงที่ยึดติดกับผิวโลก \mathbf{C}_b^i จะเป็นตัวบ่งชี้ว่า ณ เวลาหนึ่ง วัตถุทำมุมเอียงกับผิวโลกอย่างไร

สมมติให้วัตถุหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ดังนั้นมุมเอียงของวัตถุ (และ DCM) จะเปลี่ยนแปลงตามเวลา เราสามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของ DCM ได้โดยกำหนดให้

$\boldsymbol{\sigma} = [\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z]^T$ เป็นเวกเตอร์มุมของการหมุน (rotation angle vector) ที่เมื่อหมุน b-frame ที่เวลา t_k โดยใช้ $\boldsymbol{\sigma}$ เป็นแกนหมุนด้วยมุมขนาด $|\boldsymbol{\sigma}| = \sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2}$ จะได้ผลลัพธ์คือ b-frame ที่เวลา t_{k+1}

เขียน σ ในรูปของ Skew-symmetric ได้ $[\sigma \times] = \begin{bmatrix} 0 & -\sigma_z & \sigma_y \\ \sigma_z & 0 & -\sigma_x \\ -\sigma_y & \sigma_x & 0 \end{bmatrix}$

ให้ b_k และ b_{k+1} เป็นหมายถึง b-frame ที่เวลา t_k และ t_{k+1} ตามลำดับ เราสามารถพิสูจน์ได้ว่า

$$C_{b_{k+1}}^n = C_{b_k}^n C_{b_{k+1}}^{b_k} = C_{k+1} = C_k \exp[\sigma \times]$$

$$C_{b_{k+1}}^{b_k} = \exp[\sigma \times] = I + [\sigma \times] + \frac{[\sigma \times]^2}{2!} + \frac{[\sigma \times]^3}{3!} + \frac{[\sigma \times]^4}{4!} + \dots$$

$$C_{b_{k+1}}^{b_k} = I + \sin \sigma \frac{[\sigma \times]}{\sigma} + (1 - \cos \sigma) \left(\frac{[\sigma \times]}{\sigma} \right)^2 \quad (3)$$

หรือ

$$C_{b_{k+1}}^{b_k} = I + a_1 [\sigma \times] + a_2 [\sigma \times]^2 \quad (4)$$

$$a_1 = 1 - \frac{\sigma^2}{3!} + \frac{\sigma^4}{5!} - \dots \quad \text{และ} \quad a_2 = \frac{1}{2!} - \frac{\sigma^2}{4!} + \frac{\sigma^4}{6!} - \dots$$

สำหรับการหมุนด้วยมุมที่มีขนาดเล็ก ($\sigma = [\delta\sigma_x \quad \delta\sigma_y \quad \delta\sigma_z]^T$ ให้ $\delta\sigma_x \rightarrow 0$, $\delta\sigma_y \rightarrow 0$, $\delta\sigma_z \rightarrow 0$) เราสามารถประมาณค่า $C_{b_{k+1}}^{b_k}$ ได้จาก

$$C_{b_{k+1}}^{b_k} \approx I + [\Psi \times] \quad \text{where} \quad [\Psi \times] = \begin{bmatrix} 0 & -\delta\sigma_z & \delta\sigma_y \\ \delta\sigma_z & 0 & -\delta\sigma_x \\ -\delta\sigma_y & \delta\sigma_x & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

เราสามารถหาเวกเตอร์มุมของการหมุน σ จากความเร็วเชิงมุม ω ได้คือ

$$\sigma = \int_{t_k}^{t_{k+1}} \omega dt \quad (6)$$

โดยทั่วไป ถ้า ω มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางในช่วงเวลาที่พิจารณา เราจะไม่สามารถหาค่า σ ได้อย่างแม่นยำด้วยการรวม (sum) ค่าของมุมที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ (Direct Numerical Integration ของ (6) และในทางทฤษฎี closed-form solution ของ σ สำหรับการเคลื่อนที่ โดยทั่วไปสามารถหาได้จาก

$$\dot{\sigma} = \omega + \frac{1}{2} \sigma \times \omega + \frac{1}{\sigma^2} \left\{ 1 - \frac{\sigma \sin \sigma}{2(1 - \cos \sigma)} \right\} \sigma \times (\sigma \times \omega) \quad (7)$$

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ เราสามารถหา σ จาก (6) โดยเขียน sin และ cos ในรูปของ series expansion แล้วไม่พิจารณาเทอมที่มี order สูง เช่น (8) คือ 4th order approximation ของ (6)

$$\dot{\sigma} = \omega + \frac{1}{2}\sigma \times \omega + \frac{1}{12}\sigma \times (\sigma \times \omega) \quad (8)$$

นอกจากนี้ เรายังสามารถประมาณ σ ได้จาก

$$\sigma = \alpha(t_{k+1}) + \delta\alpha(t_{k+1}) \quad (9)$$

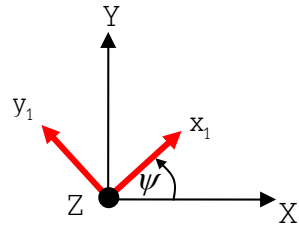
$$\text{โดยที่ } \delta\alpha(t) = \frac{1}{2} \int_{t_k}^t (\alpha \times \omega) dt \text{ และ } \alpha(t) = \int_{t_k}^t \omega dt$$

๔. Euler Angles

Euler Angles เป็นอีกวิธีหนึ่งสำหรับใช้แสดงว่าวัตถุเอียงทำมุมกับแกนอ้างอิงอย่างไร นิยามของ Euler Angles คือมุมที่เมื่อหมุน i-frame ตามลำดับดังนี้แล้วจะได้ b-frame

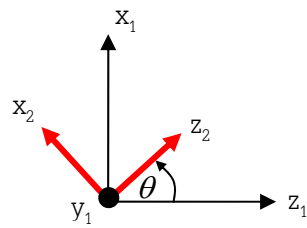
๑. มุม Yaw ψ รอบแกน z ของ i-frame
๒. มุม Pitch θ รอบแกน y ของ i-frame
๓. มุม Roll ϕ รอบแกน x ของ i-frame

การหมุน i-frame ตามลำดับ Yaw-Pitch-Roll ที่กำหนดข้างต้นมีความสำคัญ เพราะการหมุนแกนด้วยลำดับที่ต่างกันจะทำให้ได้ผลลัพธ์คือ Transformation Matrix ที่ต่างกัน เมื่อหมุนแกนตามลำดับข้างต้นแล้วจะได้ Transformation Matrix ในรูปของ Euler Angles คือ



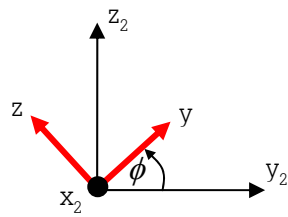
$$C_i^1 = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ในภาพนี้แกน Z พุ่งออกจากกระดาษ



$$C_1^2 = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}$$

ในภาพนี้แกน y1 พุ่งออกจากกระดาษ



$$C_2^b = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

ในภาพนี้แกน X2 พุ่งออกจากกระดาษ

รูปที่ ๕ Transformation Matrix from Euler Angles

$$C_i^b = C_2^b C_1^2 C_i^1 = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

$$C_i^b = \begin{bmatrix} \cos \theta \cos \psi & \cos \theta \sin \psi & -\sin \theta \\ \sin \phi \sin \theta \cos \psi - \cos \phi \sin \psi & \sin \phi \sin \theta \sin \psi + \cos \phi \cos \psi & \sin \phi \cos \theta \\ \cos \phi \sin \theta \cos \psi + \sin \phi \sin \psi & \cos \phi \sin \theta \sin \psi - \sin \phi \cos \psi & \cos \phi \cos \theta \end{bmatrix} \quad (10)$$

เราสามารถใส่สมการตามรูปที่ ๕ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ Euler Angles ตามความเร็วเชิงมุมของวัตถุ (หรือ b-frame) ได้จาก

$$\omega_{ib}^b = \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + C_2^b \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{\theta} \\ 0 \end{bmatrix} + C_2^b C_1^2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} \quad (11)$$

เราสามารถเขียนและจัดรูป (11) ได้ใหม่เป็น

$$\begin{aligned}\dot{\phi} &= (\omega_y \sin \phi + \omega_z \cos \phi) \tan \theta + \omega_x \\ \dot{\theta} &= \omega_y \cos \phi - \omega_z \sin \phi \\ \dot{\psi} &= (\omega_y \sin \phi + \omega_z \cos \phi) \sec \theta\end{aligned}\quad (12)$$

๕. Quaternion

พิจารณา complex number ในรูปของ polar $z_1 = e^{i\theta_1}$ (z_1 ถูก normalized ให้มีขนาดเท่ากับ 1) และให้ complex number $z_2 = r_2 e^{i\theta_2}$ เมื่อคูณ complex numbers ทั้งสองจะได้ $z_1 z_2 = r_2 e^{i(\theta_2 + \theta_1)}$ จะเห็นได้ว่าการคูณกันของ normalized complex number เทียบเท่ากับการหมุนเวกเตอร์ใน ๒ มิติ ในลักษณะเดียวกัน Quaternion เปรียบเสมือนการเขียน complex number ขึ้นสูงเพื่อหมุนเวกเตอร์ใน ๓ มิติ

กำหนดให้ $\sigma = [\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z]^T$ เป็นเวกเตอร์มุมของการหมุน (rotation angle) เช่นเดียวกับที่บรรยายในหัวข้อ Direction Cosine Matrix นิยามของ Quaternion \mathbf{q} คือ

$$\mathbf{q} = \left[\cos \frac{\sigma}{2} \quad \frac{\sigma_x}{\sigma} \sin \frac{\sigma}{2} \quad \frac{\sigma_y}{\sigma} \sin \frac{\sigma}{2} \quad \frac{\sigma_z}{\sigma} \sin \frac{\sigma}{2} \right]^T = [a \ b \ c \ d]^T \quad (13)$$

ให้ $N = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$ เราสามารถหา normalized \mathbf{q} ได้จาก

$$\tilde{\mathbf{q}} = \frac{\mathbf{q}}{N} = \frac{1}{N} [a \ b \ c \ d]^T = [q_0 \ q_1 \ q_2 \ q_3]^T \quad (14)$$

เราสามารถเปลี่ยนแกนอ้างอิงระหว่าง i-frame และ b-frame โดยการคูณ normalized \mathbf{q} ดังนี้

$$\mathbf{r}^i = \tilde{\mathbf{q}} \mathbf{r}^b \tilde{\mathbf{q}}^* \quad (15)$$

และ

$$\mathbf{r}^b = \tilde{\mathbf{q}}^* \mathbf{r}^i \tilde{\mathbf{q}} \quad (16)$$

$\tilde{\mathbf{q}}^* = [q_0 \ -q_1 \ -q_2 \ -q_3]^T$ คือ complex conjugate ของ $\tilde{\mathbf{q}}$

เราสามารถเขียน (15) ในรูปของ Matrix Multiplication ได้คือ

$$\mathbf{r}^i = \begin{bmatrix} 1 - 2(q_1^2 + q_2^2) & 2(q_1 q_2 - q_0 q_3) & 2(q_0 q_2 - q_1 q_3) \\ 2(q_0 q_3 - q_1 q_2) & 1 - 2(q_1^2 + q_3^2) & 2(q_2 q_3 - q_0 q_1) \\ 2(q_1 q_3 - q_0 q_2) & 2(q_0 q_1 - q_2 q_3) & 1 - 2(q_1^2 + q_2^2) \end{bmatrix} \mathbf{r}^b = \mathbf{C}_b^i \mathbf{r}^b \quad (17)$$

เราสามารถหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของ \mathbf{q} กับความเร็วเชิงมุมของวัตถุ (b-frame) ได้จากการคูณ quaternion

$$\dot{\mathbf{q}} = 0.5\mathbf{q}\mathbf{p} \tag{18}$$

หรือในรูปของเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} \dot{q}_0 \\ \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_0 & -q_1 & -q_2 & -q_3 \\ q_1 & q_0 & -q_3 & q_2 \\ q_2 & q_3 & q_0 & -q_1 \\ q_3 & -q_2 & q_1 & q_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \tag{19}$$

โดยที่ $\boldsymbol{\omega}_{ib}^b = [\omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T$ และ $\mathbf{p} = [0 \ \omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T$ ถ้าความเร็วเชิงมุม $\boldsymbol{\omega}_{ib}^b$ คงที่ในช่วงเวลาสั้นๆ ที่พิจารณา เราสามารถเขียนได้ว่า

$$\mathbf{q}_{k+1} = \mathbf{q}_k \cdot \mathbf{r}_k \tag{20}$$

$$\mathbf{r}_k = [a_c \ a_s\sigma_x \ a_s\sigma_y \ a_s\sigma_z]^T$$

$$a_c = \cos(\sigma/2) = 1 - \frac{(0.5\sigma)^2}{2!} + \frac{(0.5\sigma)^4}{4!} - \dots$$

$$a_s = \frac{\sin(\sigma/2)}{2} = 0.5 \left\{ 1 - \frac{(0.5\sigma)^2}{2!} + \frac{(0.5\sigma)^4}{4!} - \dots \right\}$$

$$(0.5\sigma)^2 = 0.25(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2)$$

ในขณะที่ \mathbf{q}_k คือ quaternion ที่บรรยายความสัมพันธ์ระหว่าง i-frame และ b-frame จะเห็นได้ว่า \mathbf{r}_k คือ quaternion ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง b-frame ที่เวลา t_k กับ t_{k+1} σ คือเวกเตอร์มุมของการหมุน (rotation angle) ซึ่งสามารถหาได้ตามที่บรรยายในหัวข้อ Direction Cosine Matrix

๖. ข้อพิจารณาในการประยุกต์ใช้งานจริง

Table 1 สรุปข้อดีข้อเสียของวิธี DCM, Euler Angles, Quaternion

วิธี	ข้อดี	ข้อเสีย
Direction Cosine Matrix	ไม่มีปัญหา Gimbal Lock	ใช้ตัวแปรมากที่สุด ๙ ตัว
Euler Angles	๑. ให้ความหมายทางกายภาพที่ชัดเจน (มุม roll, pitch, yaw) ๒. ใช้ตัวแปรน้อยที่สุดคือ ๓ ตัว	มีปัญหาเกี่ยวกับ Gimbal Lock ใน (12) เมื่อมุม pitch θ เข้าใกล้ ๙๐ องศา $\tan \theta \rightarrow \infty$)

วิธี	ข้อดี	ข้อเสีย
Quaternion	๑. ไม่มีปัญหา Gimbal Lock ๒. ใช้ตัวแปรน้อยกว่า DCM	การคำนวณมาก เทอมยกกำลังสองใน (17)

Table 1 เป็นการสรุปข้อดีข้อเสียของวิธี DCM, Euler Angles, Quaternion

จะเห็นได้จากการบรรยายก่อนหน้านี้ว่าสิ่งสำคัญที่จะทำให้สามารถคำนวณมุมเอียงของวัตถุเทียบกับแกนอ้างอิงได้คือจำเป็นต้องรู้ความเร็วเชิงมุมของวัตถุนั้น ๆ โดยปกติเรามักตั้งสมมุติฐานว่าเราสามารถวัดความเร็วเชิงมุมได้อย่างแม่นยำ โดยไม่มีความคลาดเคลื่อน สมมุติฐานนี้อาจเป็นจริงในเฉพาะบางกรณีเท่านั้น เช่น การแสดงภาพสามมิติด้วยคอมพิวเตอร์ (animation/simulation) ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมรู้แน่นอนว่าวัตถุในภาพแต่ละชิ้นเคลื่อนที่อย่างไรก็ตามมีการใช้งานอีกหลายประเภทในชีวิตจริงที่ไม่รู้ค่าความเร็วเชิงมุมอย่างแน่นอน และทำให้ต้องวัดค่าเหล่านี้ด้วยเซนเซอร์ซึ่งจะต้องถูกรบกวนโดย Noise ทำให้ค่าความเร็วเชิงมุมที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อน ยกตัวอย่างเช่น ในระบบ Strapdown INS เป็นต้น

เนื่องจากการหามุมเอียงเป็นการ Integrate ความเร็วเชิงมุม ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์จะถูกถ่ายทอดและสะสมอยู่ในค่าของมุมเอียงที่คำนวณได้ ด้วยเหตุนี้ ทำให้โดยมากค่าความคลาดเคลื่อนของมุมเอียงที่คำนวณได้จึงเพิ่มสูงขึ้นตามเวลา และจำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่น ๆ เช่น Kalman Filtering เพื่อนำข้อมูลจากเซนเซอร์อื่น ๆ มาใช้ประกอบกันและป้องกันไม่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นตามเวลา

Figure 6 แสดงผลการจำลอง Monte Carlo จำนวน 30 runs ของการคำนวณมุมอ้างอิง Roll และ Pitch ของวัตถุภายในเวลา ๖๐ วินาที ด้วยวิธี Integrated Rate gyros/Accelerometers ซึ่งใช้ Kalman Filter เพื่อประมวลผลโดยนำข้อมูลที่ Rate gyros และ Accelerometers วัดได้มาใช้รวมกันในทางที่ Optimal ที่สุด เปรียบเทียบกับวิธี Stand-alone rate gyros ซึ่งใช้ข้อมูลที่ Rate gyros วัดได้เพียงอย่างเดียวมาคำนวณหามุมเอียง จะสังเกตได้ว่าการใช้ Kalman Filter สามารถช่วยให้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เพิ่มมากขึ้นจริงเมื่อเปรียบเทียบกับ Stand-alone rate gyros

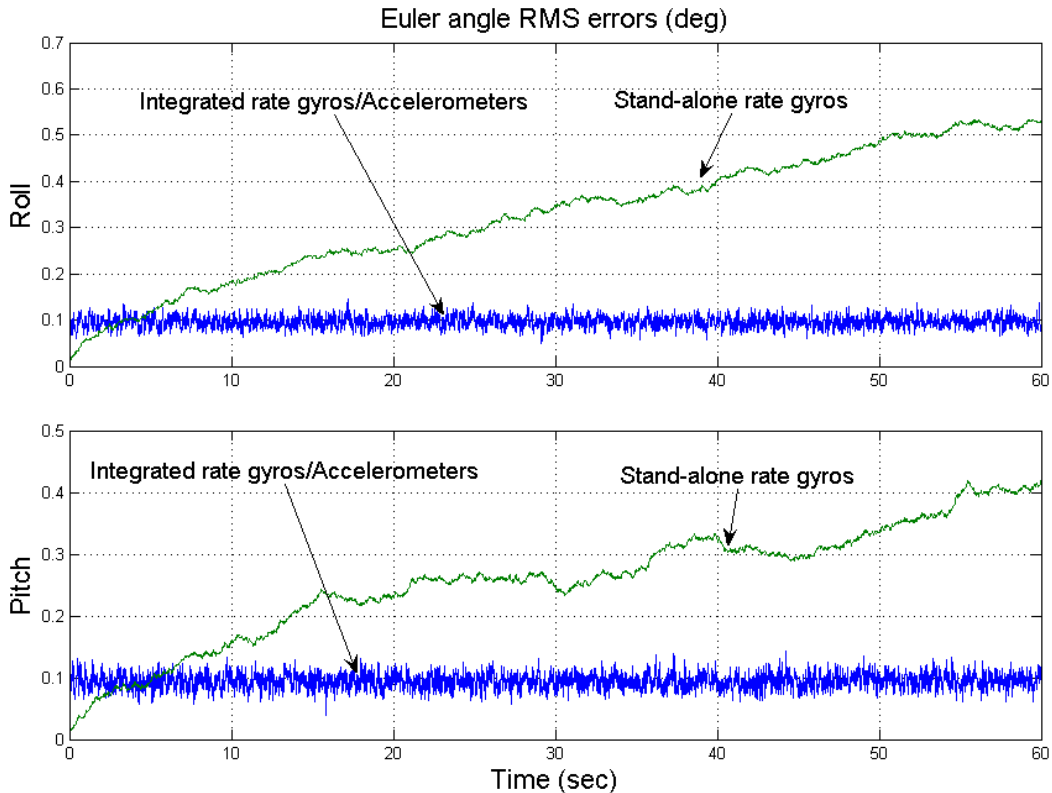


Figure 6 Performance Comparison of Attitude Determination Algorithms using Stand-alone Rate gyros against Integrated Rate gyros/Accelerometers (Monte Carlo Simulation 30 runs)

๗. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการแสดงมุมเอียงของวัตถุเทียบกับแกนอ้างอิงและวิธีการเปลี่ยนแกนอ้างอิงที่เป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างกว้างขวางคือ Direction Cosine Matrix, Euler Angles และ Quaternion พร้อมทั้งได้แสดงให้เห็นว่าแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียอย่างไร อย่างไรก็ตามผู้อ่านควรสังเกตว่าไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่ดีที่สุด เนื่องจากในการประยุกต์ใช้งานจริงยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ต้องนำมาร่วมพิจารณา (real-time/offline analysis, processing power, required accuracy เป็นต้น) ทำให้วิธีหนึ่งอาจเหมาะกว่าวิธีอื่นแล้วแต่กรณี สิ่งสำคัญคือผู้อ่านเข้าใจทฤษฎีพื้นฐานอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจเลือกใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

Siouris, George M. **Aerospace avionics systems**. Academic Press, 1993.
 Titterton, D.H. and Weston, J.L. **Strapdown inertial navigation technology**. Peter Peregrinus, 1997.

พลังงานเพื่อการพัฒนาประเทศ

น.ต.ธนพงษ์ สุริยะ
อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

พลังงาน (Energy)

พลังงานหรือ Energy มาจากภาษากรีกโบราณ คือคำว่า en (in) และ ergon (work) ความหมายทางเทคนิค โดยทั่วไปแล้ว พลังงานคือ ความสามารถในการทำงานหรืออาจหมายถึงพลังต่าง ๆ ที่นำมาใช้เพื่อให้เกิดงาน

ประเภทของพลังงาน

พลังงานที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ

๑. พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป หรือที่นักวิชาการเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง (Conventional Energy) หรือพลังงานฟอสซิล (Fossil Energy) เป็นพลังงานที่ไม่สามารถนำมาทดแทนได้ทันกับการใช้พลังงานในปัจจุบัน เนื่องจากต้องใช้เวลานับล้าน ๆ ปีในการสะสมจนเป็นแหล่งพลังงาน โดยปกติแล้วพลังงานประเภทนี้จะอยู่ใต้ดิน ถ้าไม่ขุดขึ้นมาใช้ก็สามารถสะสมเก็บไว้ใช้ได้ในอนาคต ซึ่งบางที่เรียกพลังงานประเภทนี้ว่า “พลังงานสำรอง” พลังงานที่ใช้แล้วหมดไปนี้เป็นพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) หรือเชื้อเพลิงธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ น้ำมัน หินน้ำมัน ทราชน้ำมัน ถ่านหิน รวมถึงก๊าซธรรมชาติด้วย

๒. พลังงานที่ใช้แล้วไม่หมด หรือที่เรียกว่า “พลังงานหมุนเวียน” หรือ “พลังงานทดแทน” (Renewable Energy) พลังงานประเภทนี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิดหลัก คือ

๒.๑ Biomass Renewables เป็นพลังงานจากแหล่งหมุนเวียนประเภทเชื้อเพลิง ชีวมวล (Biomass Fuel) ซึ่งได้แก่ ไม้ฟืน กระจาญ เศษเหลือทิ้งจากการเกษตร ของเสียจากโรงงานแปรรูป การเกษตร มูลสัตว์ ตลอดจนก๊าซชีวภาพจากแหล่งต่าง ๆ

๒.๒ Other (New) Renewables ได้แก่ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากคลื่น พลังงานจากความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

หน่วยการวัดพลังงาน

โดยทั่วไปแล้วพลังงานจะวัดในรูปของปริมาณเชื้อเพลิง เช่น ตันของถ่านหิน (Tonnes of Coal) บาร์เรล (Barrels) แกลลอน (Gallons) หรือตันของน้ำมันดิบ (Tonnes of Oil) นักวิชาการทั่วโลกจะหาหน่วยวัดสถิติความหมดเปลืองของพลังงานโดยการนำเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมาผลิตเป็นพลังงาน เช่น

พลังงานความร้อน หรือพลังงานไฟฟ้า แล้วคำนวณว่าถ้าเทียบกับความร้อนหรือไฟฟ้าที่ได้จากน้ำมันดิบแล้วจะเป็นอย่างไร ดังนั้นหน่วยที่ใช้วัดจึงเป็นหน่วยเทียบเท่าน้ำมันดิบ ซึ่งวัดเป็นลิตรหรือเป็นตันหรือเป็นหน่วยที่มีค่ามากกว่านั้น เช่น พันลิตร, ล้านตัน เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ ล้านตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ (Million tonnes of Oil Equivalent, Mtoe) หรือลิตรเทียบเท่า น้ำมันดิบ (ลทนด.) เช่น สมมุติว่า น้ำมันดิบ ๑ ลิตร เอามาจุดไฟแล้วต้มน้ำจะต้มน้ำได้ ๑๐ ไร่ ในขณะที่เดียวกัน ถ้ามีถ่านหินอยู่จำนวนหนึ่ง นำมาจุดไฟ แล้วต้มน้ำจะต้มน้ำได้ ๘๐ ไร่ นั้นแสดงว่าเรามีถ่านหินอยู่เทียบเป็นน้ำมันดิบแล้วได้เท่ากับ ๘ ลิตร

พลังงานเพื่อการพัฒนาประเทศ

พลังงานจัดได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการพัฒนาประเทศ กล่าวคือ พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตทั้งทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมโดยนำไปผลิตสินค้าเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และเพื่อส่งออกซึ่งจะทำให้มีเงินตราไหลเข้าประเทศซึ่งเงินตราที่ไหลเข้าประเทศนี้ จะนำไปพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ การศึกษา การคมนาคม การสื่อสาร และด้านอื่นๆ ต่อไป

พลังงานที่มีความจำเป็นอย่างมากในการพัฒนาประเทศคือ พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการผลิตกระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานที่ได้จาก น้ำมัน ถ่านหิน หรือ พลังงานที่ได้จากน้ำในเขื่อน เป็นต้น พลังงานไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นความจำเป็นต่อประชาชนทุกกลุ่ม โดยถือได้ว่าเป็นหนึ่งในโครงสร้างขั้นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน

สำหรับประเทศไทยมีสัดส่วนการใช้พลังงานในภาคที่สำคัญ ๆ คือ การคมนาคมขนส่งจัดเป็นร้อยละ ๓๗ ของการใช้พลังงานทั้งหมดภายในประเทศ (โดยการใช้พลังงานในภาคคมนาคมขนส่งของประเทศประมาณร้อยละ ๘๐ เป็นการใช้พลังงานเพื่อการขนส่งทางบกเป็นหลัก โดยร้อยละ ๗๘.๖ เป็นการขนส่งทางรถยนต์ และร้อยละ ๐.๕ เป็นการขนส่งทางรางตามลำดับ การขนส่งทางอากาศคิดเป็นร้อยละ ๑๖.๓ ส่วนร้อยละ ๔.๖ ที่เหลือเป็นการขนส่งทางน้ำ) รองลงมาคือ ภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ ๓๖ ส่วนภาคเกษตรกรรมคิดเป็นร้อยละ ๖ ของปริมาณการใช้พลังงานภายในประเทศ ซึ่งสาเหตุที่ภาคการคมนาคมขนส่งมีปริมาณการใช้พลังงานมากที่สุดเพราะว่า การคมนาคมขนส่งเป็นวิธีที่จะกระจายสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังตลาด และเป็นวิธีการติดต่อกันทางด้านการค้าและด้านอื่น ๆ ซึ่งทำให้เกิดการดำเนินกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจเพื่อที่จะดำเนินไปสู่กิจกรรมทางด้านอื่น ๆ เพื่อการพัฒนาประเทศต่อไป

สถานการณ์พลังงานโลก – ไทย

นักวิชาการคาดการณ์ถึงสัดส่วนการใช้พลังงานซึ่งได้จากแหล่งต่าง ๆ ของโลกในอีก ๒๐ ปีข้างหน้าไว้ กล่าวคือ พลังงานที่ได้จากน้ำมันมีสัดส่วนการใช้มากที่สุดคิดเป็น ๓๗% รองลงมาคือพลังงาน

ที่ได้จากก๊าซธรรมชาติ ๒๗% ถ่านหิน ๒๕% พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ๘% และพลังงานที่ได้จากนิวเคลียร์ ๓% และพบว่าพลังงานสำรองของโลกที่ได้มาจากน้ำมันสามารถใช้ได้อีก ๔๒ ปี ก๊าซธรรมชาติ ๖๔ ปี และถ่านหินสามารถใช้ได้อีก ๒๒๐ ปี จากการสำรวจแหล่งพลังงานสำรองของไทยพบว่า ประเทศไทยมีปริมาณก๊าซธรรมชาติ ๓๓ ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต สำรองใช้ได้อีกประมาณ ๓๐ ปี หรือ คิดเป็น ๓๕๖ พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ ส่วนถ่านหินมีปริมาณสำรอง ๑,๓๓๐ ล้านตัน หรือคิดเป็น ๑,๖๗๖ พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบซึ่งคาดว่าจะใช้ได้อีก ๖๒ ปี น้ำมันดิบมีปริมาณสำรอง ๗๑๔ ล้านบาร์เรล สามารถใช้ได้อีก ๖๒ ปี หากอัตราการใช้ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีการค้นพบเพิ่มเติมสำหรับประเทศไทยต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงที่จะมาผลิตเป็นพลังงาน จากต่างประเทศมาโดยตลอด ได้แก่ น้ำมันดิบ ถ่านหินชนิดที่ให้พลังงานความร้อนสูง น้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้า เป็นต้น โดยในช่วง ๖ เดือนแรกของปี ๒๕๔๗ ประเทศไทยมีการนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงานและพลังงานโดยประมาณ ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ ๑

หน่วย: พันล้านบาท

ชนิด เชื้อเพลิงพลังงาน/พลังงาน	พ.ศ.๒๕๔๖ (ม.ค.-มิ.ย.)	พ.ศ.๒๕๔๗ (ม.ค.-มิ.ย.)	การเปลี่ยนแปลง (%)
น้ำมันดิบ	๑๗๕	๒๑๐	๑๙.๙
น้ำมันสำเร็จรูป	๕	๑๔	๑๗๖.๕
ก๊าซธรรมชาติ	๒๑	๒๑	-๑.๙
ถ่านหิน	๕	๔	-๑๖.๒
ไฟฟ้า	๒	๒	๓๔.๓
รวม	๒๐๘	๒๕๑	๒๐.๘

ตารางที่ ๑ มูลค่าการนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงาน/พลังงาน(โดยประมาณ)

จากตารางที่ ๑ จะพบว่าในช่วง ๖ เดือนแรกของปี ๒๕๔๗ ประเทศไทยนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงานและพลังงานทั้งสิ้นคิดเป็นมูลค่าประมาณ ๒๕๑,๗๔๙ ล้านบาท เมื่อเทียบกับช่วง ๖ เดือนแรกของปี ๒๕๔๖ จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้น ๒๐.๘% โดยมีมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบสูงที่สุดคือ ร้อยละ ๘๓ ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมดคิดเป็นเงิน ๒๐๘,๗๖๔ ล้านบาท รองลงมาได้แก่ ก๊าซธรรมชาติร้อยละ ๘ คิดเป็นมูลค่า ๒๐,๘๔๓ ล้านบาท ส่วนมูลค่าไฟฟ้าในช่วง ๖ เดือนแรกเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ ๓๔.๓ คือเพิ่มมูลค่าการนำเข้าจาก ๑,๗๐๗ ล้านบาทเป็น ๒,๒๙๓ ล้านบาท ในช่วงเดียวกันของปี ๒๕๔๖ ในขณะที่มูลค่าการนำเข้าถ่านหินมีค่าลดลงร้อยละ ๑๖.๒ จากเดิม ๕,๑๓๗ ล้านบาท เหลือ ๔,๓๐๖ ล้านบาท

ยุทธศาสตร์พลังงานไทย

จากสถานการณ์พลังงานไทยจะพบว่า ประเทศไทยต้องนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงานและพลังงานจากต่างประเทศในแต่ละปีด้วยมูลค่าที่สูง เนื่องจากแหล่งพลังงานสำรองภายในประเทศมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาพลังงานไทย เพื่อให้มีความมั่นคงในด้านพลังงาน และมีศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศต่าง ๆ ได้ ซึ่งต้องเริ่มจากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เร่งพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีอยู่ในประเทศขึ้นมาทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ (Fossil Fuel) ซึ่งเป็นพลังงานสำรองที่มีอยู่อย่างจำกัด รวมทั้งมีการบริหารจัดการพลังงานที่มีอยู่ในประเทศให้มีระยะเวลาการใช้ได้นานที่สุดโดยยุทธศาสตร์พลังงานไทยจะแบ่งออกเป็น ๔ ด้านคือ

๑. ยุทธศาสตร์การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ยุทธศาสตร์ข้อแรกนี้เน้นไปที่การลดค่าความยืดหยุ่นของการใช้พลังงาน (Energy Elasticity) ซึ่งคือ สัดส่วนการใช้พลังงานต่อมูลค่ารวมของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) ให้ลดลงเหลือ ๑ : ๑ ภายในปี ๒๕๕๐ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานของประเทศได้ถึง ๓.๑ ล้านล้านบาทในช่วงปี ๒๕๕๐-๒๕๖๐ ซึ่งการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพสูง จะช่วยลดภาระของประเทศในการนำเข้าพลังงานและลดผลกระทบในด้านการขาดแคลนพลังงาน

๒. ยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทน การพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อนำพลังงานในรูปแบบอื่นมาใช้แทนพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงธรรมชาติเป็นการช่วยลดภาระการจัดการพลังงานลดการนำเข้าพลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นกรนำเข้าเชื้อเพลิงที่มีอยู่ภายในประเทศมาเพิ่มมูลค่าการใช้เพิ่มผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจให้กับชุมชน โดยเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนจากร้อยละ ๐.๕ หรือ ๒๖๕ พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ในปี ๒๕๔๕ ให้เป็นร้อยละ ๘ หรือคิดเป็น ๖,๕๔๐ พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบภายในปี ๒๕๕๔

๓. ยุทธศาสตร์การสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน ยุทธศาสตร์การสร้างความมั่นคงด้านพลังงานนี้กำหนดขึ้นเพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับแหล่งพลังงานที่ประเทศจำเป็นต้องพึ่งพิงอยู่ให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด และมีระยะเวลาการสำรองพลังงานที่ยืดยาวออกไป โดยยุทธศาสตร์การสร้างความมั่นคงด้านพลังงานนั้นจะเน้นหลักไปในด้านความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ รวมถึงพลังงานสิ้นเปลืองจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ ซึ่งเป้าหมายการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า คือ

๑. มีกำลังการผลิตไฟฟ้าที่สมดุลเพียงพอต่อความต้องการใช้ ไม่ให้เกิดไฟฟ้าดับ หรือไฟฟ้าตก หรือมีกำลังสำรองมากเกินความจำเป็น

๒. มีโครงสร้างราคาค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมเป็นธรรม มีอัตราค่าไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมต่ำ ส่งเสริมศักยภาพการแข่งขันของประเทศ

๓. คำนึงถึงคุณภาพชีวิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของชุมชนและท้องถิ่น โดยดำเนินมาตรการดังนี้

- ให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นผู้รับผิดชอบระบบการผลิตและระบบส่งไฟฟ้าของประเทศ

- ให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเป็นผู้รับผิดชอบจัดตั้งกองทุนเพื่อการพัฒนาชุมชนพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า

ในด้านพลังงานสิ้นเปลืองจากเชื้อเพลิงธรรมชาตินั้นเนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งพลังงานสำรองอยู่อย่างจำกัด แต่ในขณะเดียวกันประเทศไทยต้องนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงานและพลังงานจึงทำให้เกิดความเสี่ยงในด้านเสถียรภาพราคา ดังนั้นเป้าหมายของยุทธศาสตร์การสร้างความมั่นคงด้านพลังงานสิ้นเปลืองจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ มีนโยบายว่า ประเทศไทยต้องมีปริมาณพลังงานสำรองเพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศเพิ่มจาก ๓๐ ปี เป็น ๕๐ ปี โดยมีมาตรการดังนี้

๓.๑ ส่งเสริมการสำรวจและการผลิตภายในประเทศ

๓.๒ เร่งรัดการเจรจา และทำความตกลงกับประเทศเพื่อนบ้านในบริเวณพื้นที่คาบเกี่ยว

๓.๓ ประสานความร่วมมือด้านพลังงานกับประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาค

๓.๔ สนับสนุนโครงการท่อก๊าซอาเซียน (Trans ASEAN Gas Pipeline)

๓.๕ ส่งเสริม ปตท. และ ปตท.สผ. และเอกชนไทยที่มีศักยภาพให้ไปลงทุนด้านพลังงานในต่างประเทศ

๔. ยุทธศาสตร์การปรับประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางพลังงานในภูมิภาค ถ้าประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการค้าขายพลังงาน (Energy Trading Hub) จะเป็นการเสริมความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศ กล่าวคือ การเป็นศูนย์กลางพลังงานในภูมิภาคจะเอื้ออำนวยให้ประเทศมีความสะดวกในการจัดหาพลังงาน ลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนพลังงานเนื่องจากประเทศไทยจะกลายเป็นแหล่งรวมและแหล่งกระจายพลังงานของภูมิภาค ประเทศไทยมีศักยภาพการเป็นศูนย์กลางพลังงานในภูมิภาคเนื่องจากมีความได้เปรียบทางด้านที่ตั้งทางภูมิศาสตร์มีตลาดพลังงานในประเทศขนาดใหญ่และมีประสบการณ์ในธุรกิจพลังงาน มีระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ลงทุนไว้แล้ว แต่ยังไม่ใช้ประโยชน์เต็มที่ และมีโอกาสด้านการตลาดพลังงานในประเทศต่าง ๆ ทั้งในแถบอาเซียนและประเทศจีนตอนใต้ โดยเป้าหมายของยุทธศาสตร์นี้คือ

๔.๑ พัฒนาประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางการค้าขายพลังงาน (Energy Trading Hub) โดยปรับโครงสร้างและบทบาทจากผู้ซื้อเป็นผู้ค้าพลังงานในอนาคต

๔.๒ ประเทศมีรายได้เพิ่มจากมูลค่าการค้าขายพลังงานที่เพิ่มขึ้น

๔.๓ สามารถลดหรือยกเลิกอัตราค่าธรรมเนียมพิเศษในการซื้อน้ำมันดิบในตลาดโลก (Asian Premium of Crude Oil)

ซึ่งมาตรการในการดำเนินยุทธศาสตร์การปรับประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางพลังงานในภูมิภาคนั้นมีดังนี้

๑. ปรับปรุงระบบและโครงสร้างภาษีอากรเพื่อจัดการเก็บภาษีซ้ำซ้อนและอุปสรรคในระบบการค้าน้ำมัน

๒. พัฒนาระบบเครือข่ายพลังงานเก่า ๆ พัฒนาความร่วมมือระหว่างประเทศ สนับสนุนการร่วมมือกันระหว่างภาคเอกชนกับภาครัฐหรือรัฐต่อรัฐ

๓. เชื่อมโยงระบบท่อน้ำมัน และระบบขนส่งต่าง ๆ เพื่อขยายตลาดพลังงานสู่ประเทศเพื่อนบ้าน

๔. พัฒนาเส้นทางยุทธศาสตร์พลังงานภาคใต้ (Southern Strategic Energy Lab) เพื่อเชื่อมโยงการผลิตและการขนส่งน้ำมันจากตะวันออกกลาง เอเชียใต้สู่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สร้างระบบคลังน้ำมันสำรอง สนับสนุนให้เกิดการลงทุนร่วมระหว่างประเทศผู้ใช้และผู้ผลิตน้ำมัน

๕. ผลักดันให้เกิดความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตในประเทศเพื่อสร้าง World Scale ในธุรกิจปิโตรเคมี

เอกสารอ้างอิง

๑. Boyle, Godfrey. **Renewable energy : power for a sustainable future.** Oxford : Alden Press, 1996.
๒. <http://www.dedp.go.th>
๓. <http://www.energy.go.th>
๔. <http://www.eppo.go.th>
๕. <http://www.eri.chula.ac.th>
๖. <http://www.teenet.chula.ac.th>

นักเรียนนายเรือกับการช่วยเหลือ

ผู้ประสบภัยสึนามิ

นักเรียนนายเรือ กรวีร์ จำเริญ
ชั้นปีที่ ๓ พรรคนาวิน สาขาวิชาบริหารศาสตร์

วันอาทิตย์ที่ ๒๖ ธันวาคม ๒๕๔๗ เป็นวันที่จะต้องจารึกไว้ในประวัติศาสตร์เกี่ยวกับภัยทางธรรมชาติ ซึ่งได้เกิดเหตุแผ่นดินไหวรุนแรงที่จังหวัดอาเจะห์ ประเทศอินโดนีเซีย แล้วเกิดคลื่นใต้น้ำหรือที่เราเรียกกันว่า สึนามิ (Tsunami) ได้สร้างความเสียหายแก่หลายประเทศ ตั้งแต่อินโดนีเซีย มาเลเซีย พม่า อินเดีย บังกลาเทศ ศรีลังกา มัลดีฟส์ รวมทั้งประเทศไทย มีประชาชนบาดเจ็บ เสียชีวิต สูญหายเป็นจำนวนมาก

สำหรับประเทศไทยมีจังหวัดที่ได้รับความเสียหาย ๖ จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล จนถึงขณะนี้ (๑๕ มกราคม ๒๕๔๘) การค้นหาผู้ที่สูญหาย การพิสูจน์ศพผู้เสียชีวิต การให้ความช่วยเหลือประชากรที่ได้รับผลกระทบยังกระทำอย่างต่อเนื่อง



ด้วยพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ได้มีพระราชเสาวนีย์มายังผู้บังคับบัญชาของนักเรียนทหาร-ตำรวจทั้งสี่เหล่าทัพ ให้จัดส่งนักเรียนนายร้อย นักเรียนนายเรือ นักเรียนนายเรืออากาศ นักเรียนนายร้อยตำรวจ รวมทั้งนักเรียนเตรียมทหารไปร่วมช่วยเหลือประชาชน

ชาวภาคใต้ ดังนั้นในวันที่ ๓๑ ธันวาคม ๒๕๔๗ ซึ่งเป็นวันสิ้นปีที่นักเรียนนายเรือส่วนใหญ่เดินทางกลับภูมิลำเนา ผมมีภารกิจต้องอยู่โรงเรียนปฏิบัติหน้าที่เวรยาม เทียงวันเดียวกันนั้นได้มีประกาศเรียกนักเรียนนายเรือทั้งหมดที่อยู่ในโรงเรียนมารวมแถว นาวาตรี คมสัน สอนสุภาพ ผู้บังคับกองพันที่ ๔ กรมนักเรียนนายเรือรักษาพระองค์ได้อัญเชิญพระราชเสาวนีย์ของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และได้เชิญชวนนักเรียนนายเรือที่สมัครใจไปร่วมปฏิบัติภารกิจในครั้งนี้ จำนวน ๒๐ นาย ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือตัวผมเอง การปฏิบัติภารกิจในครั้งนี้มีกำหนด ๗ วัน



เวลา ๐๙๓๐ ของวันที่ ๑ มกราคม ๒๕๔๘ คณะนักเรียนนายร้อยทั้งสี่เหล่าและนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่สาม รวมทั้งนายทหารผู้ควบคุมจำนวนทั้งสิ้น ๑๒๐ นายได้ออกเดินทางโดยเครื่องบิน C-130 ของกองทัพอากาศ จากสนามบินกองทัพอากาศดอนเมือง ไปยังสนามบินจังหวัดภูเก็ต ทันทีที่เดินทางถึงที่มงานของนักเรียนนายเรือซึ่งมีพื้นที่รับผิดชอบที่อำเภอถลาง ได้ออกเดินทางไปปฏิบัติงานทันที โดยมีผู้ประสานงานมารับพวกเราขึ้นรถบรรทุกไปยังที่ว่าการอำเภอถลาง เพื่อรับทราบภารกิจจากนายอำเภอ จากนั้นได้เดินทางต่อไปยังองค์การบริหารส่วนตำบลเชิงทะเล ซึ่งที่นั่นเต็มไปด้วยของบริจาค ทั้งเสื้อผ้า อาหาร น้ำดื่ม พวกเราทำหน้าที่รวบรวมสิ่งของบริจาคใส่ถุงขึ้นรถนำไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยในบริเวณตำบลเชิงทะเล ผมพบว่าชาวบ้านไม่ได้รับความเดือดร้อนเรื่องเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มมากนัก แต่ที่ชาวบ้านต้องการมากกว่านั้นคือ น้ำดื่ม เครื่องมือทำครัวเพื่อหาเลี้ยงชีพ และการเก็บกวาดซากปรักหักพัง ซึ่งทางผู้ให้ความช่วยเหลือหลายฝ่ายจะได้ดำเนินการต่อไป



บริเวณตำบลเชิงทะเลซึ่งได้รับความเสียหายทั้งตำบล

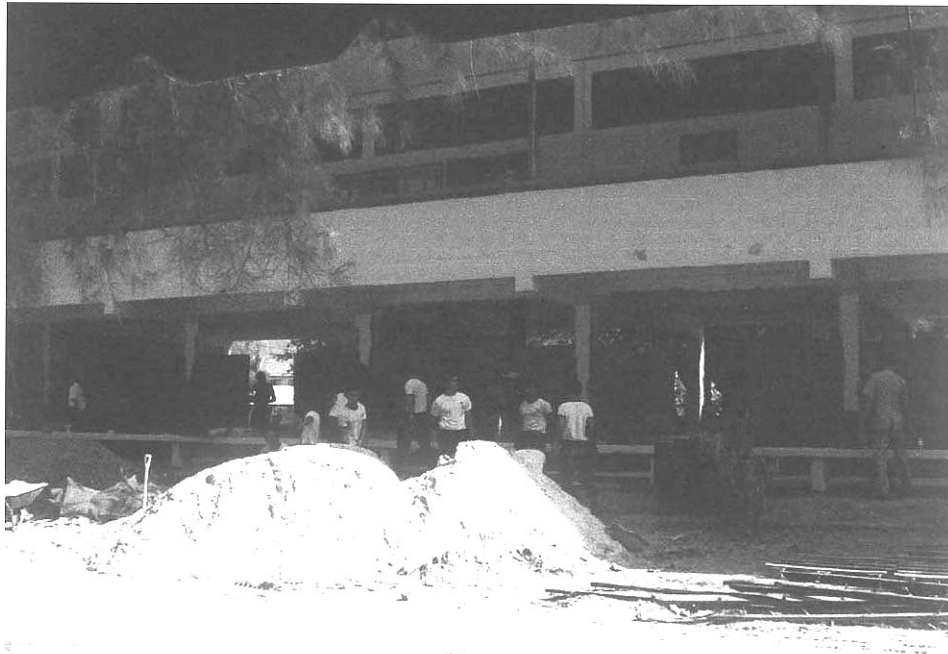
ในตอนบ่าย ทุกคนของเข้าที่พัก ณ โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติศรีนครินทร์ ใกล้กับบ้านพักข้าราชการกองเรือภาคที่ ๓ แต่ละคนกางเต็นท์ บริเวณสนามฟุตบอลของโรงเรียน



๒ มกราคม ๒๕๔๘ ภารกิจวันที่สองของพวกเราเป็นการเก็บกวาดพื้นที่บริเวณหาดกะตะและหาดกะรนซึ่งได้รับความเสียหายพอสมควร สังเกตเห็นได้ว่าการเก็บกู้ซากรถยนต์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ บริเวณสวนสาธารณะและที่จอดรถจะมีทรายที่ถูกคลื่นซัดมาทับถมอยู่ พวกเราต้องโกยทรายรวมกันเป็นกองเพื่อให้รถตกไปทะเลที่ชายหาดได้ ตลอดเวลาของการทำงานในวันนี้มีสิ่งที่ผมประทับใจมากคือ ชาวบ้านในพื้นที่ได้ให้การสนับสนุนอาหาร เครื่องดื่มให้แก่พวกเรา ผมรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจของชาวบ้านเป็นอันมาก เหมือนกับเพลง “We love Thailand” ที่มักจะเปิดทางวิทยุตอนเช้าที่มีเนื้อร้องท่อนหนึ่งว่า “คนไทยไม่รักกันแล้วใครจะรักเรา”



๓ มกราคม ๒๕๔๘ วันนี้ผู้บัญชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ ผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรืออากาศ ผู้บัญชาการโรงเรียนนายร้อยตำรวจ ผู้บัญชาการโรงเรียนเตรียมทหาร จะมาตรวจเยี่ยม พวกเราจึงมีภารกิจในการเตรียมพื้นที่บริเวณสนามฟุตบอลโรงเรียนกมลา ซึ่งอยู่ริมหาดกมลา และได้ทำเสร็จเรียบร้อยภายใน ๑๕ นาที อาคารโรงเรียนกมลานั้นถูกทำลายไปมาก พวกเราและนักเรียนอาชีวศึกษาจังหวัดภูเก็ต ได้ร่วมกันสร้างอาคารเรียนชั่วคราวและซ่อมแซมอาคารเรียนที่สามารถซ่อมแซมได้ โดยได้รับการสนับสนุนอาหารและน้ำดื่มจากชาวบ้านเช่นเดียวกับที่หาดกะรน การตรวจเยี่ยมผ่านพ้นไปได้ด้วยความเรียบร้อย ชาวบ้านได้รับของบรรเทาทุกข์ที่ได้รับพระราชทานจากสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ และแยกย้ายกันกลับบ้าน อาคารเรียนชั่วคราวสร้างเสร็จพร้อมที่จะรับนักเรียนได้ในวันนี้ถัดไป



อาคารเรียนโรงเรียนกมลา

๔ มกราคม ๒๕๔๘ ในวันนี้พวกเราได้รับคำสั่งให้ย้ายที่พัก โดยนักเรียนนายเรือ นักเรียนนายเรืออากาศ และนักเรียนนายร้อยตำรวจ ต้องย้ายไปพักที่วัดวิชิต ส่วนนักเรียนนายร้อย จำนวน ๕๐ นาย ต้องย้ายไปที่จังหวัดพังงา เพื่อช่วยสร้างที่พักชั่วคราวให้แก่ผู้เดือดร้อนในพื้นที่อำเภอ ตะกั่วป่า ภารกิจใหม่ของเราคือ การสำรวจความเสียหายตามบ้านเรือนราษฎร สำรวจความต้องการ การช่วยเหลือจากทางราชการ และประสานการจัดส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังพื้นที่ ซึ่งภารกิจนี้จะต้อง ปฏิบัติจนถึงวันที่ ๗ มกราคม ๒๕๔๘ อันเป็นกำหนดกลับของเรา นักเรียนนายเรือมีพื้นที่รับผิดชอบ ใหม่เป็นบริเวณอำเภอกะทู้ รวมทั้งหาดกมลาสถานที่ที่ปฏิบัติภารกิจในสองวันแรกด้วย พวกเรามี ความคุ้นเคยกับชาวบ้านบ้างแล้ว เมื่อลงพื้นที่สำรวจจึงได้พบความเสียหายและความต้องการในหลาย ลักษณะซึ่งจะต้องเก็บรวบรวมเป็นตัวเลขทางสถิติ และนายทหารผู้ควบคุมจะส่งข้อมูลนี้ไปให้ กระทรวงกลาโหมเพื่อนำไปพิจารณาต่อไป ตัวผมเองเป็นคนในพื้นที่จึงสามารถสื่อสารกับชาวบ้านได้ดี ผมได้คุยกับคนหลากหลายอาชีพทั้งชาวประมงที่ต้องสูญเสียเรือประมง อุปกรณ์ยังชีพหลักไป ชาวบ้านที่เป็นเจ้าของธุรกิจให้เช่าที่พักซึ่งต้องการกำลังพลในการช่วยเก็บกวาดซากปรักหักพัง แม้กระทั่งพระในวัด กมลาที่ต้องการให้ซ่อมแซมกุฏิ อุโบสถของวัด ผมรู้สึกว่าการเหล่านี้ ถึงแม้จะมากเหลือเกินและเป็นเรื่องยากที่จะตอบสนองความต้องการนี้ได้ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามกองทัพเพื่อประชาชนจะต้องทำ การช่วยเหลือประชาชนอย่างเต็มความสามารถ การสูญเสียสิ่งของนั้นยังไม่รู้สึกเสียเท่ากับการสูญเสีย บุคคลในครอบครัวไป บางคนเคยมีครอบครัวขนาดใหญ่แต่หลังจากเกิดเหตุการณ์นี้ จะต้องเหลือตัวคนเดียว

ปัญหาเหล่านี้ทางภาครัฐที่ให้ความช่วยเหลือจะต้องจัดการแก้ไขอย่างทั่วถึง



๕ - ๖ มกราคม ๒๕๔๘ สองวันนี้ภารกิจของพวกเราเป็นการช่วยเหลือในด้านการบริจาคสิ่งของให้แก่ผู้ประสบภัยซึ่งบางพวกได้ย้ายหนีไปอยู่บนภูเขา ต้องขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลกมลาที่นำพาพวกเราไปพบผู้ประสบภัยเหล่านี้ การจัดหาที่อยู่อาศัยชั่วคราวให้แก่ราษฎรกลุ่มนี้เป็นความเร่งด่วนที่จะต้องให้การช่วยเหลือต่อไป



ประตูทางเข้าฐานทัพเรือพังงา

ในวันสุดท้าย (๗ มกราคม ๒๕๔๘) ของการปฏิบัติภารกิจผู้บังคับบัญชาได้นำพวกเราไปดู การปฏิบัติงานที่วัดย่านยาว อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ซึ่งเป็นสถานที่เก็บศพที่รอการพิสูจน์ว่าเป็น ใคร ศพที่รอให้ญาติมารับ ในวันที่ได้ทราบข่าวว่า ศพผู้เสียชีวิตทั้งหมดจะถูกนำมาส่งที่นี่ ผมได้กลิ่นน้ำยา ฉีดศพก่อนถึงวัดประมาณหนึ่งกิโลเมตร และยังได้เห็นความเสียหายในจังหวัดพังงา ตั้งแต่บริเวณ เขาหลัก สถานที่ท่องเที่ยวชื่อดังของจังหวัด ฐานทัพเรือพังงาและท่าเรือที่หมู่เรือฝึกนักเรียนนายเรือเคย นำเรือมาเทียบเมื่อสองปีก่อนได้พังทลายอย่างน่าเสียดายยิ่งนัก เป็นสิ่งที่ไม่สามารถโทษใครได้เลยเพราะ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย จากเหตุการณ์ในครั้งนี้น่าจะเป็นบทเรียนที่จะ ทำให้เราทุกคนตระหนักถึงความร้ายแรงของภัยธรรมชาติและควรวางวิธีป้องกันและมีมาตรการใหม่ ๆ ในการป้องกันประเทศจากภัยพิบัติทุกชนิด เพื่อที่จะได้ไม่เกิดเหตุการณ์น่าเศร้าอย่างนี้ขึ้นอีก



ตู้ที่ใช้ในการเก็บศพผู้เสียชีวิต

หากถามผมว่า ได้อะไรจากภารกิจในครั้งนี้บ้าง ผมก็ตอบได้ทันทีว่าเป็นความภูมิใจอย่างยิ่ง ในชีวิตการเป็นทหารของผม รอยยิ้มของประชาชนที่ได้รับการบรรเทาทุกข์ยังคงอยู่ในใจผมเสมอ ทำให้ผมได้รู้ว่าการเป็นทหาร นอกจากจะทำหน้าที่ป้องกันประเทศจากอริราชศัตรูแล้วยังต้องเป็นผู้ให้ความ ช่วยเหลือประชาชนในยามที่เกิดภัยพิบัติ และในฐานะที่ผมเป็นคนในพื้นที่ นี่คือการตอบแทนแผ่นดินเกิด

ของเรา ฝึกการตัดสินใจต่าง ๆ และยังเป็น การประชาสัมพันธ์หน่วย ถึงแม้ นักเรียนนายเรือจะเป็นที่รู้จัก น้อยมากและแม้การทำงานของเราจะไม่ได้เป็นที่เผยแพร่ แต่เราก็ไม่ได้นึกเสียใจ เพราะเป็นสิ่งที่เราควร ทำด้วยใจ ทหารจะต้องเป็นผู้ที่ยินดีปิดทองหลังองค์พระปฏิมาดังคำกล่าวที่ว่า

“จะแน่วแน่แก้ไขในสิ่งผิด
จะยอมตายหมายให้เกียรติดำรง

จะรักชาติจนชีวิตเป็นผุยผง
จะปิดทองหลังองค์พระปฏิมา”



นางวาสวทตตากับพระอุปคุตต์: เรื่องราวของความรักคนละแบบ

น.อ.รศ.ทองใบ วีระานันท์ทางกูร
ประจำโรงเรียนนายเรือ

เรื่องที่น่าเสนอนี้มีที่มาจากคัมภีร์ภาษาสันสกฤตของพุทธศาสนาฝ่ายมหายาน กล่าวถึงความรักต่างแบบระหว่างหญิงงามเมืองกับภิกษุหนุ่มรูปหล่อ ที่ผู้คนทั้งหลายยังคงนำมาเล่าขานเป็นตำนานรักจวบจนกระทั่งทุกวันนี้

ในสมัยพุทธกาล มีหญิงนครโสเภณีคนหนึ่งอยู่ที่เมืองมธูรา ที่ชมพูทวีปโบราณหรือประเทศอินเดียในปัจจุบัน ชื่อว่า “นางวาสวทตตา” นางเป็นผู้มีชื่อเสียงระบือไปทั่วทุกถิ่นว่าเป็นผู้มีความงามเป็นเลิศและเป็นนางระบำรำฟ้อนเก่งกาจสามารถเกินหญิงใด แม้ว่านางจะมีชายหนุ่มมาหลงรักมากหน้าหลายตาแต่นางก็ไม่ได้สมัครรักใคร่กับหนุ่มหน้าไหนอย่างจริงจัง ๆ เพราะไม่มีคนไหนถูกใจนางแม้แต่คนเดียว แต่ละคนก็ได้แต่ผ่านมาแล้วก็ผ่านไปเท่านั้นเอง

อยู่มาในเย็นวันหนึ่งนางวาสวทตตายืนอยู่บนปราสาทมองลงมาทางหน้าต่างเห็นพระหนุ่มรูปงามรูปหนึ่งเดินผ่านมาพอดี พระรูปนี้มีชื่อว่า “พระอุปคุตต์” เป็นสาวกของพระสัมมาสัมพุทธเจ้า พอนางเห็นแวบเดียวเท่านั้นก็เกิดหลงรักพระรูปนี้ขึ้นมาทันทีราวกับว่าเคยทำบุญร่วมชาติต่อกันมาแต่อดีตชาติก็ไม่ปาน นางจึงส่งหญิงคนใช้ให้ไปนิมนต์ท่านขึ้นมาบนปราสาท หญิงคนใช้รีบปากนายสาวแล้วรีบวิ่งลงไปหาพระอุปคุตต์แล้วเรียนท่านว่า “นางวาสวทตตา นายสาวของดิฉันนิมนต์ท่านไปพบเจ้าค่ะ ข้าแต่พระคุณเจ้า พระคุณเจ้าจะไปพบนางได้หรือไม่เจ้าค่ะ”

พระอุปคุตต์ตอบว่า “วันนี้ไปพบไม่ได้หรอกจะ แต่จะไปพบกับนางในวันหลัง”

นางวาสวทตตารู้สึกผิดหวังมากที่พระอุปคุตต์ปฏิเสธ นางคิดว่าที่พระอุปคุตต์ไม่มาหานางนั้นเป็นเพราะละอายที่เป็นพระมีฐานะยากจนไม่มีเงินมีทองมามอบให้นาง เพราะผู้ชายที่มาหานางทุกคนล้วนแต่นำเงินทองจำนวนมาก ๆ มาให้นางเพื่อให้นางบำเรอความสุขให้ทั้งนั้น นางจึงส่งหญิงคนใช้คนเดียวกลับไปเรียนกับพระอุปคุตต์อีกครั้งหนึ่งว่า ที่นางนิมนต์ให้มานั้นก็ขอให้มาแต่ตัวเท่านั้นไม่ต้องมีเงินมีทองอะไรติดตัวมาเหมือนหนุ่ม ๆ คนอื่นก็ได้

หญิงรับใช้ก็ได้วิ่งตามไปบอกความนั้นอีกครั้ง แต่พระอุปคุตต์ท่านก็ยังยืนยันกรานปฏิเสธอย่างสุภาพว่า “วันนี้ยังไปพบไม่ได้ เพราะยังไม่ถึงเวลาที่จะไปพบนาง”

นางวาสวทตตามีความผิดหวังมาก ถึงกับหยุดออกงานเต้นระบำรำฟ้อน พวกบรรดาแฟน ๆ ที่เคยคลั่งไคล้หลงใหลไปชมนางเต้นรำต่างก็ผิดหวังไปตาม ๆ กัน

“เกิดอะไรขึ้นกับนางนะ แต่ก่อนเห็นรำเรียงแจ่มใสดี แต่ตอนนี้หน้าเศร้า ๆ ซอบกล” บรรดาแฟน ๆ ระบายต่างพูดเป็นเสียงเดียวกันเช่นนี้

หญิงรับใช้ของนางวาสวาทัดดาคนเดียวเท่านั้นที่รู้ความในใจของนายสาวว่าเป็นเช่นนี้เพราะนางไม่สมหวังที่เสนอมารักกับภิกษุหนุ่มรูปงามอุปคุตต์ไปแล้วแต่ถูกปฏิเสธโดยไม่มีเยื่อใย

หญิงคนใช้นั้นต้องการให้นายสาวลืมนื่องพระหนุ่มรูปหล่ออื่น ๆ จึงได้ชวนนายสาวไปชมผลงานศิลปะแกะสลักต่าง ๆ ที่ร้านของช่างแกะสลักหนุ่มคนหนึ่งในเมืองมธุรา ขณะที่นางวาสวาทัดดาเดินชมความงามในศิลปะแกะสลักต่าง ๆ อยู่ นั้น นายช่างหนุ่มก็แอบชำเลืองชมความงามของนางอยู่เหมือนกัน แต่ความคิดของเขาก็ถูกขัดจังหวะเมื่อนางวาสวาทัดตามาพบงานแกะสลักที่เธอชอบเข้า

นางวาสวาทัดดากล่าวกับช่างแกะสลักหนุ่มว่า “รูปแกะสลักรูปนี้สวยจัง ราคาเท่าไรจะ เธอขายให้ฉันได้ไหม”

ช่างแกะสลักหนุ่มตอบว่า “ราคาอาจจะสูงสักหน่อยนะครับ”

นางวาสวาทัดดาตอบอย่างหยิ่ง ๆ ว่า “บอกมาเถอะ ราคาเท่าไร ฉันก็ยินดีจะซื้อทั้งนั้นแหละจะ”

“ถ้างั้นก็ยกให้ฟรี ๆ ไม่ต้องซื้อ เพียงแต่มีข้อแม้ว่าเธอจะต้องกลับไปเดินระบำเหมือนเดิม”

ช่างแกะสลักหนุ่มกล่าว

นางวาสวาทัดดาพอได้ยินเช่นนั้นก็ทำท่าล้งเล

ช่างหนุ่มจึงกล่าวว่า “เธอเอารูปแกะสลักนี้ไปได้ทันที เพียงแค่เธอรับปากว่าจะกลับไปเดินระบำอีกครั้งหนึ่งเท่านั้นเอง”

นางวาสวาทัดดารุ่นคิดอยู่ชั่วครู่ “ทำไมนะท่านอุปคุตต์จึงปฏิเสธเธอในเมื่อคนอื่นเป็นเรือนพันเรือนหมื่นต่างคลั่งไคล้หลงใหลอยากเห็นเธอกันทั้งนั้น”

ในวันอื่น ๆ ต่อมาช่างหนุ่มได้ให้ความสนใจในตัวของนางวาสวาทัดดาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกวันจนถึงกับขอให้นางเป็นนางแบบให้เขาแกะสลักหินเป็นรูปของนาง

เมื่อเห็นผลงานศิลปะที่งดงามยิ่งของนายช่างหนุ่ม นางวาสวาทัดดาถึงกับอออกปากว่า “ความงามของฉันจะต้องตายไปตามตัวฉันสักวันหนึ่ง แต่ศิลปะช่างของเธอจะดำรงคงอยู่อีกนับร้อยนับพันปีทีเดียว”

ช่างหนุ่มตอบว่า “ผมมีความสุขมากที่งานศิลปะของผมนำความสุขมาให้แก่เธอ”

หลังจากนั้นมาอีกไม่กี่วัน ช่างแกะสลักหนุ่มก็หายตัวไปโดยปราศจากร่องรอย ทั้งนางวาสวาทัดดาและหญิงคนใช้ต่างวิตกกังวลมาก แต่ก็ไม่มีใครคิดอีกที่หาเขาอาจจะออกจากเมืองไปธุระที่ไหนก็ได้ แต่การณกลับปรากฏว่ามีคนพบศพของเขาฝังอยู่ไม่ไกลจากปราสาทของนางวาสวาทัดดา

ประชาชนต่างให้การกับเจ้าหน้าที่บ้านเมืองว่า พวกเขาเห็นช่างหนุ่มเข้าไปในปราสาทของนางวาสวาทัดดาในช่วง ๓ วันก่อนที่เขาจะถูกสังหาร เหตุการณ์ครั้งนี้คงเป็นการฆาตกรรมอำพราง ที่ศัตรู

ของช่างหนุ่มคนใดคนหนึ่งเกิดการหึงหวงที่นายช่างหนุ่มเข้าไปคลุกคลีกับนางวาสวทตตาจึงได้สั่งหารเขาเสียแล้วนำศพของเขามาฝังไว้ที่ข้างปราสาทของนางวาสวทตตาเพื่อโยนความผิดให้นางว่าเป็นคนฆ่า

พระเจ้าแผ่นดินได้มีรับสั่งให้ทำการสอบสวนนางวาสวทตตา ซึ่งนางวาสวทตตาดกใจมากถึงกับช็อกให้การอะไรไม่ถูก พระราชาจึงมีรับสั่งให้ยึดทรัพย์สมบัติทั้งปวงของนางแล้วเนรเทศนางออกจากเมืองมธูรา ผู้คนต่างช่วยกันลงประชกัณฑ์ด้วยการขว้างปาก้อนอิฐก้อนหินใส่นางโดยคิดว่านางเป็นคนร้ายจริงๆ จนนางได้รับบาดเจ็บสาหัส ในที่สุดนางต้องหลบภัยจากการถูกประชกัณฑ์ไปอยู่ในป่าช้าแห่งหนึ่ง สาวใช้รู้เป็นอย่างดีว่านางสาวของนางเป็นบุคคลบริสุทธิ์แต่ก็ช่วยเหลืออะไรไม่ได้

นางวาสวทตตาล้มป่วยลงเมื่อแผลที่ถูกขว้างปาก้อนอิฐแห้งขึ้นแล้ว แต่นางก็ไม่ได้รับความเมตตาความเห็นอกเห็นใจจากผู้คนที่ทั้งหลาย มีแต่สาวใช้ของนางเพียงคนเดียวเท่านั้นที่มาคอยดูแลนางสาวเมื่อยามตกทุกข์ได้ยาก ผู้คนที่เดินผ่านไปผ่านมาเห็นนางเข้าก็มักจะเอาหินเอาอิฐขว้างปาแล้วบอกให้หญิงรับใช้นั้นทิ้งนางไปเสีย

“นางสมควรตายตามกรรมที่ได้กระทำไว้แล้ว” พวกผู้คนแต่ละคนตะโกนใส่นาง

พอถึงตอนนี้พระอุปัคตต์พระหนุ่มรูปงามก็ได้มาปรากฏตัว นางวาสวทตตาเห็นเช่นนั้นจึงบอกหญิงคนใช้เอาผ้ามาคลุมตัวนางเอาไว้ เพื่อไม่ให้พระหนุ่มในดวงใจของนางได้เห็นใบหน้าที่ได้รับบาดเจ็บของนาง

พระอุปัคตต์กล่าวว่า “น้องหญิงวาสวทตตา ! อาตมามาหาน้องหญิงตามที่น้องหญิงต้องการแล้ว”

“หลวงพี่เจ้าคะ หลวงพี่ไม่ยอมมาหาดิฉันในตอนที่คุณทั้งหลายในเมืองมธูราต่างรักดิฉัน” นางวาสวทตตากล่าว

“ทำไมหลวงพี่ถึงเลือกมาตอนนี้ ซึ่งเป็นตอนที่ดิฉันไม่มีอะไรดีเหลืออยู่เลย นอกจากร่างกายที่ฟกช้ำดำเขียวมีอาการปางตายและถูกปฏิบัติโดยผู้คนที่ทั้งหลาย” นางเรียนถาม

พระอุปัคตต์ยิ้มแล้วตอบด้วยน้ำเสียงแสดงความเมตตา “วาสวทตตาเอ๋ย ในช่วงนี้น้องหญิงไม่มีความจำเป็นต้องมีอาตมาก็ได้ แต่ตอนนี้น้องหญิงมีความจำเป็นแล้ว มาเถิดน้องหญิง อาตมาจะพาน้องหญิงไปที่วัดของอาตมาและอาตมาก็จะช่วยรักษาบาดแผลให้น้องหญิง”

ต่อมาไม่นานนางวาสวทตตาก็หายจากบาดเจ็บภายใต้การดูแลรักษาของพระอุปัคตต์หนุ่ม แต่ตอนนี้นางได้สูญเสียความงามและเกิดความเก็บบกตอยู่เสมอ

พระอุปัคตต์ทราบความในใจของนาง จึงได้ปลอบใจนางว่า “วาสวทตตาเอ๋ย เธอเสียใจที่ได้สูญเสียความงามซึ่งจะอยู่กับน้องหญิงได้ก็เฉพาะในช่วงที่เธอยังสาวอยู่เท่านั้น เธอน่าจะแสวงหาความงามที่ยิ่งใหญ่กว่าความงามที่เธอสูญเสียไปแล้วนั้น คือความงามของตัวตนที่แท้จริง มาเถิดน้องหญิง อาตมาจะพาเธอไปฟังธรรมจากพระบรมศาสดา ธรรมะนั้นจะนำสันติสุขมาให้เธอชั่ววันรันดร”

นางवासวัตตดาเมื่อได้ยืมพระอุปคุตต์ชักรวน ก็เกิดความสนใจตามไปเฝ้าและฟังธรรมของพระบรมศาสดา

“เธอไม่อาจเรียกร่างกายของเธอว่าเป็นของตนเองได้” พระศาสดาตรัสเทศนา “เมื่อร่างกายแตกสลายไป มันก็จะเป็นเหยื่อของแร้งกา เธอจงจุดประทีปไว้ในตัว ด้วยวิธีนี้เท่านั้นเธอก็จะพบสันติสุขอย่างแท้จริง”

นางवासวัตตดาเริ่มเกิดสำนึกขึ้นมาทันทีและนางทวนพระดำรัสของพระศาสดาว่า “เธอจงจุดประทีปไว้ในตัว สันติสุขก็จะบังเกิดแก่เธอ...”

เมื่อสิ้นสุดพระธรรมเทศนา นางवासวัตตดาก็ก้มลงกราบที่พระยุคลบาทของพระศาสดา และพระศาสดาได้ตรัสว่า “ขอสันติสุขจงบังเกิดแก่เธอเถิด.”

เอกสารอ้างอิง

๑. www.indolink.com/Kidz/upagupta.html - 8k -
๒. www.sacred-texts.com/bud/btg/btg81.htm - 4k -

สังเคราะห์งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือ



น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต
หัวหน้ากองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ

บทนำ

ในวาระสารโรงเรียนนายเรือฉบับเดือนกรกฎาคม – กันยายน ๒๕๕๗ ผู้เขียนได้กล่าวถึงการวิจัยสถาบันไว้ว่า การวิจัยสถาบัน (*Institutional Research*) คือ การวิจัยที่มีเป้าหมายเฉพาะเพื่อจัดหาข้อมูล / ข้อค้นพบของสถาบันให้ผู้บริหารได้นำไปใช้แก้ปัญหาของสถาบัน หรือเพื่อนำไปใช้พิจารณาประกอบการตัดสินใจในการดำเนินงานและพัฒนาสถาบัน” ซึ่งโรงเรียนนายเรือในฐานะสถาบันระดับอุดมศึกษาของกองทัพเรือ โดยแผนกศึกษาและวิจัย กองสถิติและวิจัย ได้ทำการวิจัยสถาบันอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดตั้งแต่ปีพุทธศักราช ๒๕๓๒ จนถึงปัจจุบัน เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานของโรงเรียนนายเรืออย่างยั่งยืน และในฉบับนี้ผู้เขียนจะได้สังเคราะห์งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือ ซึ่งก่อให้เกิดองค์ความรู้ในการพัฒนาโรงเรียนนายเรือด้านการประชาสัมพันธ์การรับสมัครนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ

นิยามการสังเคราะห์

การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง การนำส่วนย่อยมาประกอบเข้าด้วยกันจนเกิดสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การบรรยายความรู้สึกโดยการนำคำต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน หรือการทำงานบางอย่างจนเกิดผลโดยมาจากการประชุมระดมสมอง หรือการสร้างทฤษฎีใหม่ โดยการเชื่อมโยงทฤษฎีเก่าเข้าด้วยกัน เป็นต้น (อุทุมพร จามรมาน, ๒๕๓๑)

ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัย

อุทุมพร จามรมาน (๒๕๓๑) ได้จำแนกการสังเคราะห์งานวิจัยออกเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. การสังเคราะห์เชิงคุณลักษณะ (*Qualitative Synthesis*) หรือเชิงบรรยาย เป็นการอ่านรายงานการวิจัย แล้วนำมาสรุปเข้าด้วยกัน ซึ่งจะพบได้จากบทที่ ๒ วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง (Review Literature) ในวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา

๒. การสังเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Synthesis) เป็นการวิเคราะห์ตัวเลข หรือค่าสถิติที่ปรากฏในงานวิจัยทั้งหลาย จึงเป็นการวิเคราะห์ผลวิเคราะห์ (Analysis of Analysis) หรือการวิเคราะห์เชิงผสมผสาน (Integrative Analysis) หรือการวิจัยงานวิจัย (Research of Research)

สำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือ ซึ่งผู้เขียนจะเขียนต่อไปนี้ เป็นการสังเคราะห์เชิงคุณภาพ / คุณลักษณะ โดยการนำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสังเคราะห์จนเกิดความรู้ในเรื่องนั้น

บทสังเคราะห์

งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือ ซึ่งผู้เขียนนำมาสังเคราะห์จำนวน ๖ เรื่อง ได้แก่

เรื่องที่ ๑ “การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๕”

เรื่องที่ ๒ “การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นผู้สอบได้เป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๕”

เรื่องที่ ๓ “การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖”

เรื่องที่ ๔ “การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นผู้สอบได้เป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖”

เรื่องที่ ๕ “การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๗”

เรื่องที่ ๖ “การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นผู้สอบได้เป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๗”

งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือทั้ง ๖ เรื่องข้างต้น ถือว่าเป็นการวิจัยปัจจัยนำเข้า (Input) และกระบวนการ (Process) ในการสอบคัดเลือกของโรงเรียนนายเรือ ซึ่งผู้เขียนสามารถสังเคราะห์ผลการวิจัยทั้ง ๖ เรื่องดังกล่าวออกมาเป็นองค์ความรู้ได้ดังนี้



๑. **องค์ความรู้ด้านแหล่งข้อมูลข่าวสารการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของ กองทัพเรือ** ที่ทำให้นักเรียนผู้สมัครสอบคัดเลือกเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือทุกภาคทั่วประเทศได้รับทราบข้อมูลข่าวสารการรับสมัครอย่างทั่วถึง ถูกต้อง ครบถ้วนที่สำคัญ ตามลำดับดังนี้

๑.๑ อาจารย์แนะแนวการศึกษาประจำโรงเรียนมัธยมทั่วประเทศ (ตอบร้อยละ ๕๗.๙๑) ซึ่งเป็นบุคคลที่ใกล้ชิดกับนักเรียนผู้สมัคร ที่สามารถให้ข้อมูลและตอบคำถามแก่นักเรียนได้ดีที่สุด

๑.๒ ผู้ปกครองของนักเรียนผู้สมัครสอบคัดเลือก (ตอบร้อยละ ๔๙.๗๗)

๑.๓ เพื่อน (ตอบร้อยละ ๔๐.๖๙)

๑.๔ รุ่นพี่ (ตอบร้อยละ ๔๐.๑๓)

๑.๕ โรงเรียนกวดวิชา (ตอบร้อยละ ๓๙.๙๔)

๑.๖ อินเทอร์เน็ต (ตอบร้อยละ ๑๘.๔๓)

๑.๗ โทรทัศน์ (ตอบร้อยละ ๑๔.๕๙)

๑.๘ แผ่นป้าย และแผ่นผ้าประชาสัมพันธ์ (ตอบร้อยละ ๑๓.๕๖)

๑.๙ วิทยู (ตอบร้อยละ ๙.๐๗)

๑.๑๐ หนังสือพิมพ์ (ตอบร้อยละ ๕.๔๓)

องค์ความรู้เรื่องแหล่งข้อมูลข่าวสารการสมัครนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ดังกล่าวมีความสอดคล้องตรงกับแนวทางปฏิบัติในการประชาสัมพันธ์ให้ข้อมูลข่าวสารการรับสมัครที่โรงเรียนนายเรือ ได้ดำเนินการอยู่แล้วอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี ได้แก่ การส่งเอกสารแนะแนวการศึกษา และประกาศรับสมัครไปยังอาจารย์แนะแนวการศึกษาโรงเรียนมัธยมทุกภาคทั่วประเทศ

การประชาสัมพันธ์ทางอินเทอร์เน็ต โทรศัพท์ วิทยุ แผ่นป้าย และแผ่นผ้าประชาสัมพันธ์ ซึ่งโรงเรียนนายเรือได้ดำเนินการมาอย่างถูกต้องทิศทางแล้ว และสมควรที่จะต้องดำเนินการต่อไปให้มากยิ่งขึ้น



๒. องค์ความรู้ด้านเหตุผลในการตัดสินใจเลือกสมัครสอบเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ที่สำคัญตามลำดับดังนี้

- ๒.๑ เป็นอาชีพที่มีเกียรติ และศักดิ์ศรี (ตอบร้อยละ ๕๔.๕๔)
- ๒.๒ ชอบความเป็นสุภาพบุรุษทหารเรือ (ตอบร้อยละ ๕๔.๒๖)
- ๒.๓ เป็นอาชีพที่มีความมั่นคง หลังสำเร็จการศึกษา (ตอบร้อยละ ๔๘.๖๔)
- ๒.๔ รักและต้องการเป็นทหารเรือเพื่อพิทักษ์น่านน้ำไทย (ตอบร้อยละ ๔๐.๘๘)
- ๒.๕ ต้องการเรียนวิชาชีพทหารเรือ (ตอบร้อยละ ๓๓.๐๒)
- ๒.๖ ชอบทะเล (ตอบร้อยละ ๓๒.๓๗)
- ๒.๗ เครื่องแบบทหารเรือสวยงามสง่า (ตอบร้อยละ ๓๐.๕๙)
- ๒.๘ อยากเดินทางไปฝึกภาคต่างประเทศ (ตอบร้อยละ ๒๘.๙๑)

ความมีเกียรติและศักดิ์ศรีในอาชีพทหารเรือ ตลอดจนความเป็นสุภาพบุรุษทหารเรือ และความมั่นคงในอาชีพหลังสำเร็จการศึกษา ซึ่งผู้สมัครสอบส่วนใหญ่เห็นว่าเป็นเหตุผลสำคัญในการตัดสินใจเลือกสมัครสอบนั้น เป็นสิ่งซึ่งในภาพรวมกองทัพเรือจะต้องแสดงให้เห็นประจักษ์ต่อสาธารณชนต่อไปอย่างต่อเนื่อง และโรงเรียนนายเรือ ในฐานะที่เป็นแหล่งผลิตนายทหารอันเป็นรากแก้วของกองทัพเรือ ก็ควรต้องปลูกฝังนักเรียนนายเรือให้เป็นผลผลิต / บุคคลที่มีเกียรติ มีวินัยในตนเอง และมีความเป็นสุภาพบุรุษทหารเรืออย่างแท้จริง อันจะเป็นการช่วยประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์ที่ดีให้ปรากฏแก่เยาวชนผู้สมัครสอบทั่วประเทศ ซึ่งการปลูกฝังดังกล่าวก็เป็นภารกิจหลักของโรงเรียนนายเรือซึ่งได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องยาวนานมาแล้ว

กว่า ๑๐๐ ปี อีกทั้งได้มีการติดตามและประเมินผลนายทหารผู้สำเร็จการศึกษาอย่างเป็นระบบเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นต่อไป



บทสรุป

องค์ความรู้ด้านแหล่งข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร และเหตุผลในการตัดสินใจเลือกสมัครสอบคัดเลือกเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยสถาบันของโรงเรียนนายเรือที่เกี่ยวข้องกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร และความคิดเห็นของผู้สอบได้เป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๕๕ - ๒๕๕๗ ที่ผู้เขียนได้เสนอให้ทราบพอสังเขปนี้จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารของสถาบันทั้งกองทัพเรือ และโรงเรียนนายเรือในการส่งเสริมและพัฒนาการดำเนินการที่เกี่ยวข้องต่อไปอย่างมั่นคง และสำหรับรายละเอียดของผลงานวิจัยสถาบันที่ ๖ เรื่อง ที่ผู้เขียนได้วิเคราะห์มานั้น ผู้สนใจสามารถหาอ่านได้ที่ห้องสมุดโรงเรียนนายเรือ และกองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ

