



วารสารโรงเรียนนายเรือ

บทความ

เดินเรือดาราศาสตร์..ยากที่ไหน พล.ร.ต.นิรุทธ์ หงส์ประสิทธิ์

นาฬิกาแดด (Sundial) น.อ.ไชยวุฒิ นาวิกานุจนะ

ไฮโดรเจนเชื้อเพลิงสำหรับอนาคต น.อ.สบสุข ลีละบุตร

Genetic Programming ร.อ.ดร.วิทยา ปัญญาวรญาณ

ระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ ตอนที่ ๑ ร.อ.ไกรสิทธิ์ มหิวรรณ

การวัดและประเมินผลการศึกษา :

หนึ่งในดัชนีชี้วัดคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาค

การปรับตัวในยุคเปลี่ยนแปลง :

หากโรงเรียนนายเรือถูกนำไปรวมเป็นโรงเรียนรวมเหล่า น.ท.จ.ศ.ดร.เนเรศ เพ็ชรนิน

รายงานผลการวิจัย : การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับ ร.ท.หญิง จุฬาลักษณ์ สุนทรวิภาค และ

การได้รับข้อมูลการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหาร ร.ต.หญิง อรรณรส ช่างไม้งาม

วารสารโรงเรียนนายเรือ

วารสารโรงเรียนนายเรือ

วัตถุประสงค์

วาระที่ออก

โรงเรียนนายเรือเป็นเจ้าของ

เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้และวิทยาการ เป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้

ระหว่างนักวิชาการ และประชาสัมพันธ์โรงเรียนนายเรือ

เป็นวารสารราย ๓ เดือน

ที่ปรึกษา

พล.ร.ท.พีรศักดิ์ วัชรมุล

พล.ร.ต.เดชา อยู่พรต

พล.ร.ต.นคร ทนวงษ์

พล.ร.ต.ชัยวัฒน์ ศรีอักษรินทร์

คณะผู้จัดทำ

พล.ร.ต.ศ.นิรุทธ์

หงส์ประสิทธิ์

บรรณาธิการ

น.อ.หญิง สรพรศรี

สุขสิงห์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.หญิง กาญจนา

พุทธนิมิตต์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.พงศธร

ชูแข

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.ศ.ดร.มนต์ชัย

กาทอง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.หญิง เกศริน

มาร์ตนะ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ประจำกองบรรณาธิการ

น.อ.วีระ

แป้นสุขเย็น

น.อ.วุฒิชัย

สายเสถียร

น.อ.สิทธิชัย

ต่างใจ

น.อ.รศ.ดร.นเรศ

เพชรนิน

น.ท.ยศ.อมรเทพ

แก้วกสิกรรม

น.ต.สุรศักดิ์

ปานเกษม

น.ต.ปิยะ

ลิ้มสกุล

ร.อ.หญิง จิตติมา

จารยะพันธ์

จ.อ.หญิง ยุวภา

สุขอุดม

ฝ่ายประสานงานการพิมพ์

น.อ.สำเร็จ มาเกิด

ร.อ.เชิดชาย ครุฑา

ฝ่ายแจกจ่าย

น.ต.หญิง นวลเพ็ญ กสิบัว

ผู้ใดประสงค์จะส่งบทความลงในวารสารฉบับนี้ ส่งได้ที่ผู้จัดทำตามที่อยู่ของสำนักงาน

สำนักงาน

โรงเรียนนายเรือ ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ ๑๐๒๗๐

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

ขอคิดเห็นในบทความที่นำลงในวารสารโรงเรียนนายเรือเป็นของผู้เขียน มิใช่ขอคิดเห็นหรือนโยบายของหน่วยงานใด และมิได้ผูกพันต่อทางราชการ การกล่าวถึงคำสั่ง กฎ ระเบียบ เป็นเพียงข่าวสารเบื้องต้นเพื่อประโยชน์แก่การค้นคว้าเท่านั้น

สารบัญ

ISSN 1513-7627 วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๓ ฉบับที่ ๒ เมษายน - มิถุนายน ๒๕๕๖

เดินเรือดาราศาสตร์...ยากตรงไหน ?	พล.ร.ต.ศ.นัฐฤทธิ์ หงส์ประสิทธิ์	๑
นาฬิกาแดด	น.อ.ไชยวุฒิ นาวิกัญณะ	๑๒
ไฮโดรเจนเชื้อเพลิงสำหรับอนาคต	น.อ.สบสุข ลีละบุตร	๒๐
Genetic Programming	ร.อ.ดร.วิทยา ปัญญาธรรม	๒๖
ระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ ตอนที่ ๑	น.ต.ไกรสิทธิ์ มหิวรรณ	๔๐
การวัดและประเมินผลการศึกษา :		
หนึ่งในดัชนีชี้วัดคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ	น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต	๔๙
การปรับตัวในยุคเปลี่ยนแปลง :		
หากโรงเรียนนายเรือถูกนำไปรวมเป็นโรงเรียนรวมเหล่า	น.อ.ร.ต.นเรศ เพ็ชรอิน	๕๖
รายงานผลการวิจัย : การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับ	ร.ท.หญิง จุฬาลักษณ์ สุนทรวิภาต และ	
การได้รับข้อมูลการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหาร	ร.ต.หญิง ธรรมรส ช่างไม้งาม	๖๔

จัดพิมพ์โดย ... กองเครื่องช่วยการศึกษา ฝ่ายบริการ โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรือ เจ้าของ
พล.ร.ต.ศ.นัฐฤทธิ์ หงส์ประสิทธิ์ พุทธิขณา น.อ.สำเริง มาเกิด พุทธิพิมพ์

เดินเรือดาราศาสตร์ ..ยากตรงไหน ?

พศ. ๒๕๖๕. นวัตกรรม หงส์ประสิทธิ์
ศาสตราจารย์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนาขเรือ

การเดินทาง (Navigation)

ทะเล เป็นแหล่งธรรมชาติใหญ่ที่สุดที่มนุษย์ใช้หาประโยชน์มาเป็นเวลานานนับพันปีแล้ว ไม่ว่าจะ เป็นการแสวงหาประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ในทะเล หรือใช้เป็นเส้นทางเดินทางไปแสวงหาประโยชน์ในดินแดนอื่น การได้มาซึ่งประโยชน์ดังกล่าวมนุษย์ใช้ “ เรือ ” เป็นพาหนะในการเดินทาง การเดินเรือ จึงมีปรากฏมานับแต่บัดนั้น

การเดินทาง เป็นทั้งศิลป์และศาสตร์ที่มนุษย์ใช้พาเรือไปแสวงหาประโยชน์ตามแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย การเดินเรือในยุคแรกเป็นการเดินเรือตามแนวชายฝั่งทะเล ไปยังแหล่งประมง ตามกองหิน แนวประการัง หรือบริเวณที่มีปลาชุกชุม ไปทำการค้าตามหัวเมืองชายฝั่งทะเล เป็นต้น การเดินเรือใช้ที่หมายบนฝั่งหรือเกาะแก่งต่าง ๆ พาเรือไปยังที่หมาย เรียกการเดินทางแบบนี้ว่า **เดินเรือชายฝั่ง** ต่อมามนุษย์มีการแข่งขันทรัพยากรกันมากขึ้น จึงจำเป็นต้องขยายเขตการเดินทางออกไปเพื่อหาแหล่งทรัพยากรใหม่ การเดินเรือไปยังที่หมายไกลฝั่งนี้ มนุษย์ใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้าในการนำเรือ เรียกการเดินทางนี้ว่า **เดินเรือดาราศาสตร์** และในยุคปัจจุบันการเดินทางไม่มีข้อจำกัด มนุษย์ใช้วิวัฒนาการทางเทคโนโลยีมาช่วยในการเดินเรือ เรียกว่า **เดินเรืออิเล็กทรอนิกส์**

ตำบลที่เรือที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการเดินเรือ การเดินเรือในแต่ละประเภทที่กล่าวมาแล้ว จึงมีวิธีหาดำบลที่หลากหลายวิธี ให้นักเดินเรือใช้หาดำบลที่ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว การหาดำบลที่ กล่าวโดยทั่วไปแล้ว คือ การหาความสัมพันธ์ของตำบลที่ต้องการรู้พิกัด กับ ตำบลที่ที่รู้พิกัดแล้ว เช่น เวลา ๑๒๐๐ ตันหน เรือรบหลวงเจ้าพระยา แบริงกระโจมไฟเกาะกูดได้ 030° และใช้เรดาร์วัดระยะได้ ๓.๕ ไมล์ หมายความว่า เรือรบหลวงเจ้าพระยา (ตำบลที่ต้องการรู้พิกัด) อยู่ในทิศ 20° และห่างจากเกาะกูด (ตำบลที่รู้พิกัดแล้ว) ๓.๕ ไมล์ เมื่อต้องการรู้พิกัดของ เรือรบหลวงเจ้าพระยา ตันหนต้องนำค่านี้ไปพล็อตในแผนที่เดินเรือต่อไป เป็นต้น ดังนั้นก่อนที่นักเดินเรือจะเรียนรู้วิธีการเดินเรือ ประเภทต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับระบบพิกัดให้ดีเสียก่อน

ระบบพิกัด (Coordinate systems)

ในการเดินเรือการหาตำแหน่งที่เรืออย่างถูกต้องและรวดเร็ว เป็นสิ่งสำคัญประการแรกที่นักเดินเรือจะต้องปฏิบัติ ตามที่กล่าวมาแล้วว่าการหาตำแหน่งที่เป็นการหาความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ต้องการรู้พิกัดกับตำแหน่งที่รู้พิกัดแล้ว พิกัดที่ใช้ในการหาตำแหน่งที่เรือนี้มีเพียง ๒ ระบบ คือ ระบบที่ใช้กับวัตถุที่อยู่บนพื้นผิวของโลก (The earth's system of coordinates) ซึ่งเรียกพิกัดนี้ว่า **พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinates)** และระบบที่ใช้กับวัตถุท้องฟ้า (The celestial's system of coordinates) เรียกพิกัดนี้ว่า **พิกัดท้องฟ้า (Celestial coordinates)** ระบบพิกัดทั้งสองระบบนี้นักเดินเรือจะต้องเข้าใจอย่างถ่องแท้และรู้ถึงความสัมพันธ์ของระบบทั้งสองด้วย การหาตำแหน่งที่เรือจึงจะกระทำได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยเฉพาะการเดินเรือดาราศาสตร์

พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinates)

ระบบของพิกัดภูมิศาสตร์นี้ กำหนดให้โลกมีลักษณะเป็นทรงกลม จุดศูนย์กลางของระบบอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก รอบแกนของโลก แกนของโลกเป็นเส้นตรง ลากผ่านจุดศูนย์กลางของโลกตัดผิวของทรงกลมที่ **ขั้วโลกเหนือ (North pole, Pn)** และ **ขั้วโลกใต้ (South pole, Ps)**

หากใช้ plane ตัดผ่านทรงกลมของโลก โดยให้ตั้งฉากกับแกนของโลกที่จุดศูนย์กลาง รอยตัดที่ผิวของโลกจะมีระยะห่างจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ตามผิวของโลกเท่ากันตลอด รอยตัดนี้เรียกว่า **อิเควเตอร์ (Equator)** อิเควเตอร์แบ่งโลกออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนที่อยู่เหนืออิเควเตอร์เรียกว่า **ซีกโลกภาคเหนือ (Northern hemisphere)** และส่วนที่อยู่ใต้อิเควเตอร์ เรียกว่า **ซีกโลกภาคใต้ (Southern hemisphere)**

ละติจูด (Latitude) เป็นรอยตัดบนทรงกลมของโลกที่เกิดจากการใช้ plane หลาย ๆ plane ตัดผ่าน โดย plane เหล่านี้ต้องขนานกับ plane ของอิเควเตอร์ และต้องตั้งฉากกับแกนของโลก

ลองจิจูด (Longitude or Meridians of longitude) เป็นรอยตัดบนทรงกลมของโลกที่เกิดจากการใช้ plane หลาย ๆ plane ตัดผ่านเช่นเดียวกัน แต่ plane เหล่านี้ต้องตัดผ่านขั้วโลกเหนือ ขั้วโลกใต้ และตั้งฉากกับ plane ของอิเควเตอร์ของโลก รอยตัดบนทรงกลมของโลก หรือเมอริเดียน หรือลองจิจูดเป็นวงกลมมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก รัศมียาวเท่ากับรัศมีของโลก เรียกวงกลมนี้ว่า **วงใหญ่ (Great circle)** ลองจิจูดทุกเส้นจะตั้งฉากกับละติจูดด้วย

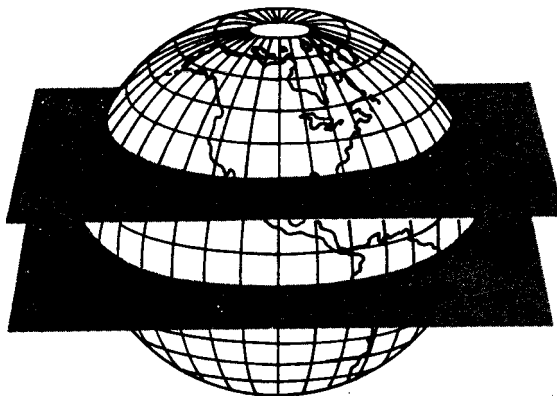
การกำหนดตำแหน่งของจุดต่างๆในระบบพิกัดภูมิศาสตร์นี้ กำหนดเป็น **ชื่อของละติจูด และลองจิจูด** ที่ผ่านจุดนั้น การตั้งชื่อละติจูดตั้งตามมุมวัดเป็นองศาที่จุดศูนย์กลางของโลก โดยวัดจาก plane ของอิเควเตอร์ไปตามแนวลองจิจูดที่ผ่านจุดนั้น ตามด้วยทิศเหนือ (N) หรือทิศใต้ (S) ขึ้นอยู่กับ

ว่าการวัดมุม ไปทางซีกโลกภาคเหนือ หรือทางซีกโลกภาคใต้ เช่น ละติจูด 30° N (LAT 30° N หรือ ϕ 30° N) หรือ ละติจูด 15° S (LAT 15° S หรือ ϕ 15° S) เป็นต้น มุมละติจูดมีค่าตั้งแต่ 0° – 90° ทั้งทางซีกโลกภาคเหนือ และซีกโลกภาคใต้

สำหรับการตั้งชื่อลองจิจูดนั้น ตั้งตามมุม วัดเป็นองศาที่จุดศูนย์กลางของโลก โดยวัดจาก plane ของลองจิจูดที่ผ่านหอดูดาวเมืองกรีนวิช ประเทศอังกฤษ (The Royal Observatory Greenwich, England) ไปตามแนวอิกเวเตอร์จนถึงลองจิจูดที่ผ่านจุดนั้น ตามด้วยทิศตะวันออก (E) หรือทิศตะวันตก (W) ขึ้นอยู่กับว่าการวัดมุมนี้วัดไปทางทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตกของลองจิจูดที่ผ่านหอดูดาวเมืองกรีนวิช เช่น ลองจิจูด 105° E (LONG 105° E หรือ λ 105° E) หรือ ลองจิจูด 54° W (LONG 54° W หรือ λ 54° W) เป็นต้น มุมลองจิจูดมีค่าตั้งแต่ 0° – 180° ทั้งทางซีกโลกตะวันออก และซีกโลกตะวันตก



รูปที่ ๑ อิกเวเตอร์ เป็นรอยตัดบนทรงกลมของโลก เกิดจากการใช้ plane ตัดผ่าน โดย plane นั้น ต้องตั้งฉากกับแกนของโลกที่จุดศูนย์กลาง

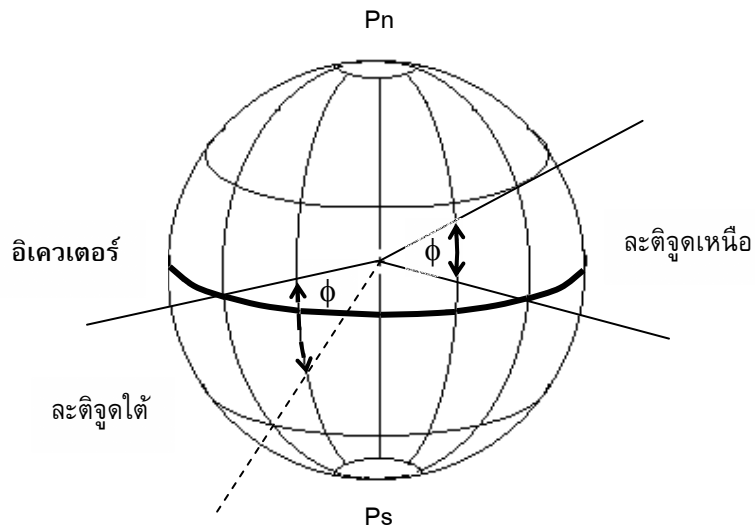


รูปที่ ๒ ละติจูด เป็นรอยตัด เกิดจาก plane หลาย ๆ plane ตัดผ่าน โดย plane เหล่านี้ต้องขนาน กับ plane ของอิกเวเตอร์

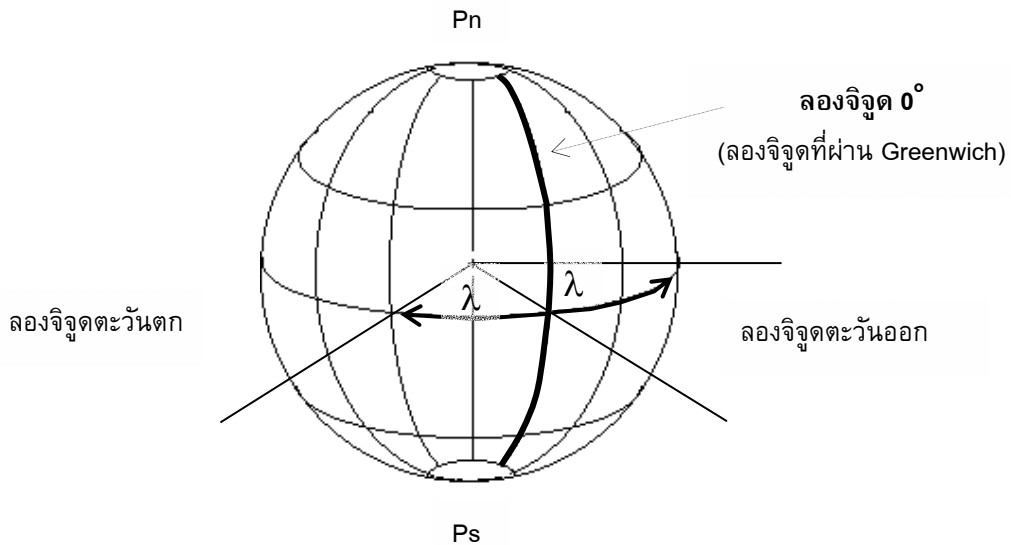


รูปที่ ๓ ลองจิจูดเป็น รอยตัดบนทรงกลมของโลกรวม เกิดจากการใช้ plane หลาย ๆ plane ตัดผ่าน โดย plane เหล่านี้ต้องผ่านขั้วโลกเหนือ ขั้วโลกใต้ และตั้งฉากกับ plane ของอีควาเตอร์

พิกัดภูมิศาสตร์



รูปที่ ๔ มุมละติจูด



รูปที่ ๕ มุมลองจิจูด

พิกัดท้องฟ้า (Celestial coordinates)

ระบบของพิกัดท้องฟ้าที่ใช้ในการเดินเรือดาราศาสตร์มีอยู่ ๒ ระบบ คือ ระบบอิกเวเตอร์ท้องฟ้า (Celestial equator system of coordinates) เป็นระบบค่าบलที่ของวัตถุท้องฟ้า โดยอ้างอิงถึงอิกเวเตอร์ท้องฟ้า (Celestial equator) ใช้สำหรับกำหนดค่าบलที่ของวัตถุท้องฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ และ ระบบขอบฟ้า (Horizon system of coordinates) เป็นระบบค่าบलที่ของวัตถุท้องฟ้า โดยอ้างอิงถึงขอบฟ้าของผู้ตรวจ ใช้สำหรับคำนวณค่าบलที่ของผู้ตรวจ

ระบบอิกเวเตอร์ท้องฟ้า (Celestial equator system of coordinates) ระบบนี้กำหนดให้ท้องฟ้าเป็นรูปทรงกลม เรียกว่า ทรงกลมท้องฟ้า (Celestial Sphere) มีจุดศูนย์กลางของระบบอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมท้องฟ้า หรือจุดศูนย์กลางของโลก การวัดพิกัดวัตถุเป็นองศาที่จุดศูนย์กลางของระบบโดยวัดไปตามอิกเวเตอร์ท้องฟ้า หรือวัดจากอิกเวเตอร์ท้องฟ้าเป็นหลัก

แกนท้องฟ้า (Celestial axis) คือ เส้นสมมติที่ต่อแกนของโลกออกไปในท้องฟ้าจนถึงทรงกลมท้องฟ้า เราจะรู้สึกว่าทรงกลมท้องฟ้าหมุนอยู่รอบแกนนี้ จากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก

ขั้วท้องฟ้า (Celestial poles) คือ จุดที่อยู่ปลายสุดทั้งสองข้างของแกนท้องฟ้าจุดที่ตรงกับขั้วเหนือของโลกเรียกว่า ขั้วท้องฟ้าเหนือ (North celestial pole, NCP) จุดที่ตรงกับขั้วใต้เรียกว่า ขั้วท้องฟ้าใต้ (South celestial pole, SCP)

เมริเดียนท้องฟ้า (Celestial meridians) คือ วงใหญ่บนทรงกลมท้องฟ้า ที่เกิดจากการขยายเมริเดียนของโลกออกไปตัดกับทรงกลมท้องฟ้า เมริเดียนท้องฟ้าจะผ่านขั้วท้องฟ้าทั้งสองขั้ว

อิควีเตอร์ท้องฟ้า (Celestial equator or The equinoctial) คือ วงใหญ่บนทรงกลมท้องฟ้า ซึ่งเกิดจากการขยายอิควีเตอร์ของโลกออกไปตัดกับทรงกลมท้องฟ้า

ดิกลิเนชัน (Declination, d) เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมท้องฟ้า หรือจุดศูนย์กลางของโลก วัดจากอิควีเตอร์ท้องฟ้า ไปตามเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านวัตถุท้องฟ้าจนถึงวัตถุท้องฟ้า ชื่อของดิกลิเนชันขึ้นอยู่กับทิศทางของการวัดมุม หากวัดไปทางเหนือของอิควีเตอร์ท้องฟ้า วัตถุท้องฟ้า นั้นมีดิกลิเนชันเหนือ (N) หากวัดไปทางใต้ของอิควีเตอร์ท้องฟ้า วัตถุท้องฟ้า นั้นมีดิกลิเนชันใต้ (S)

มุมเวลา (Hour angle, HA) คือ มุมระหว่างเมริเดียนท้องฟ้าสองเส้น (มุมที่แกนท้องฟ้าเกิดจาก plane ของเมริเดียนท้องฟ้า สอง plane ตัดกัน)

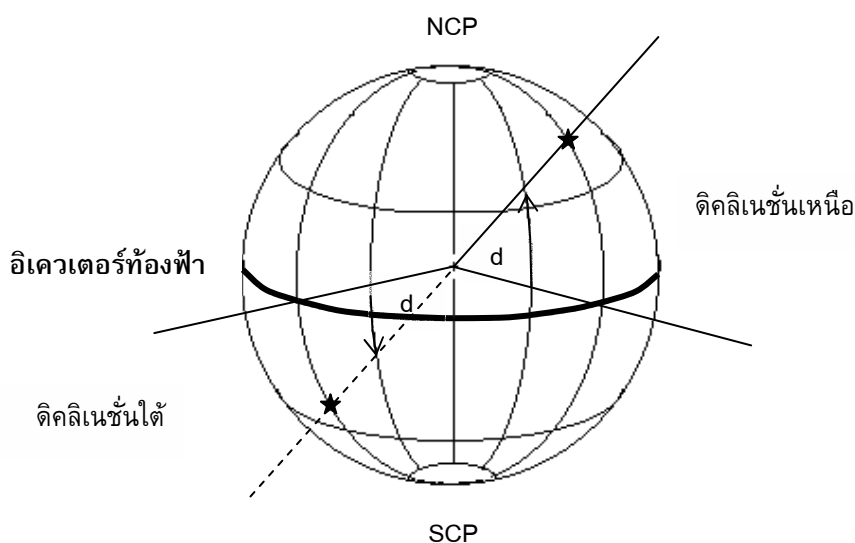
มุมเวลากรีนิช (Greenwich hour angle, GHA) มุมระหว่างเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านหอดูดาว เมืองกรีนวิช ประเทศอังกฤษ กับเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า วัดไปทางทิศตะวันตก

มุมเวลาไซเดอเรียล (Sidereal hour angle, SHA) มุมระหว่างเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านจุดราศีเมษ (Aries) กับเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า วัดไปทางทิศตะวันตก

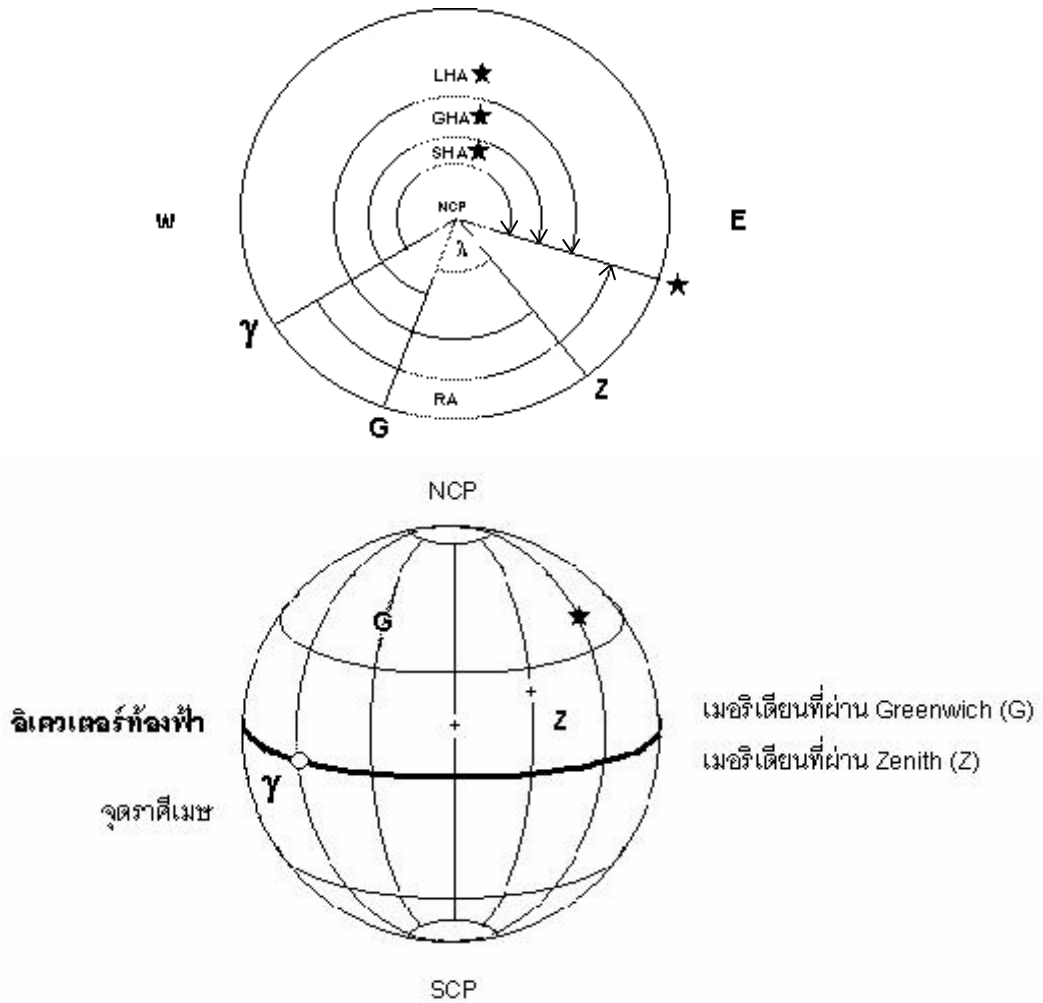
ไรต์แอสเซนชัน (Right Ascension, RA) มุมกลับของ SHA ($RA = 360^\circ - SHA$)

มุมเวลาดำบลที่ (Local hour angle, LHA) เป็นมุมระหว่างเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านผู้ตรวจ กับเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า โดยวัดไปทางทิศตะวันตก

ระบบอิควีเตอร์ท้องฟ้า



รูปที่ ๖ ดิกลิเนชัน



รูปที่ ๗ มุมเวลา

ระบบขอบฟ้า (Horizon system of coordinates) ระบบนี้กำหนดให้ท้องฟ้าเป็นรูปทรงกลม มีจุดศูนย์กลางของระบบอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมท้องฟ้า หรือจุดศูนย์กลางของโลก การวัดพิกัด วัตถุเป็นองศาที่จุดศูนย์กลางของระบบโดยวัดไปตามขอบฟ้าของผู้ตรวจ หรือวัดจากขอบฟ้าของผู้ตรวจ เป็นหลัก

เซนิธ (Zenith, Z) คือจุดบนทรงกลมท้องฟ้าที่เกิดจากการต่อแกนจากจุดศูนย์กลางของโลกผ่าน ศรีษะของผู้ตรวจไปตัดกับทรงกลมท้องฟ้า เซนิธเป็นจุดบนทรงกลมท้องฟ้าแทนตำแหน่งของผู้ตรวจ และเป็นขั้วทรงกลมท้องฟ้าในระบบพิกัดนี้ ส่วนจุดบนทรงกลมท้องฟ้าอีกซีกโลกหนึ่งที่อยู่ตรงข้ามกับเซนิธ เรียกว่า **เนเดอร์ (Nadir)**

ขอบฟ้า (Horizon) คือ วงใหญ่บนทรงกลมท้องฟ้า ที่ตั้งฉากกับแกนที่ลากผ่านเซนธิช และเนเดอ์ (เส้นขอบฟ้าที่ผู้ตรวจมองเห็นอยู่รอบ ๆ ตัวของผู้ตรวจ)

วงสูงหรือวงตั้ง (Circles of altitude or vertical circles) คือ วงใหญ่บนทรงกลมท้องฟ้า ที่ผ่านเซนธิช และเนเดอ์ วงสูงทุกวงจะตั้งฉากกับขอบฟ้า

สูงของวัตถุท้องฟ้า (Altitude of celestial bodies, h) คือ มุมที่วัดจากขอบฟ้าไปตามวงสูงที่ผ่านวัตถุท้องฟ้าจนถึงวัตถุท้องฟ้านั้น

ไพร์มเวอร์ติเกิล (Prime vertical) คือ วงสูงที่ตั้งฉากกับเมอริเดียนของผู้ตรวจ (ตั้งฉากที่เซนธิช)

แอสซิมา (Azimuth) เป็นมุมที่เซนธิช วัดจากเมอริเดียนของผู้ตรวจไปจนถึงวงสูงที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า การนับแอสซิมาที่มีอยู่ ๒ อย่าง คือ

แอสซิมา ใช้อักษรย่อว่า **Az** เป็นมุมที่วัดจากทิศเหนือ (N) หรือทิศใต้ (S) ของผู้ตรวจ แล้วแต่ว่า ผู้ตรวจจะอยู่ซีกโลกเหนือหรือซีกโลกใต้ วัดไปทางทิศตะวันออก (E) หรือทิศตะวันตก (W) ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุท้องฟ้า นั้นว่าจะอยู่ทางทิศตะวันออก หรือทางทิศตะวันตกของผู้ตรวจ มุมแอสซิมาที่ใช้ในรูปสามเหลี่ยม ดาราศาสตร์

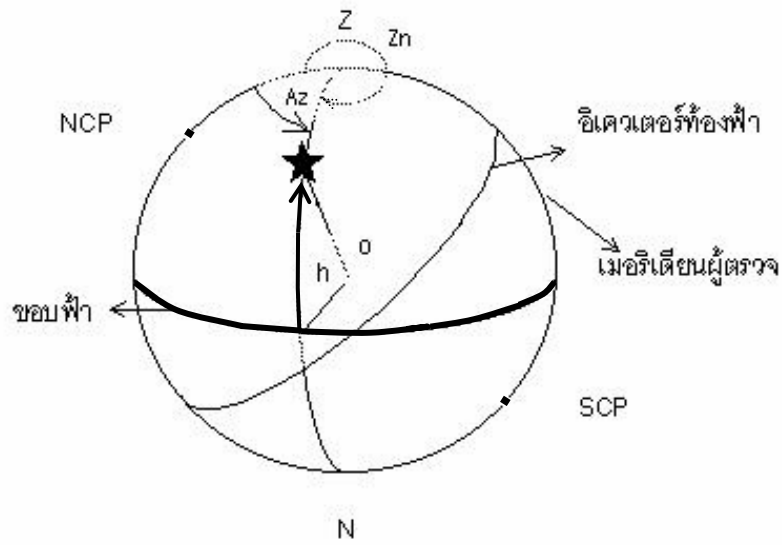
แอสซิมาจริง (True Azimuth) ใช้อักษรย่อว่า **Zn** เป็นมุมที่วัดจากทิศเหนือของผู้ตรวจ ไปทางทิศตะวันออกจนถึงวงสูงที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า นั้น มีค่าตั้งแต่ 0° ถึง 360° ไม่ว่าผู้ตรวจจะอยู่ละติจูดเหนือหรือใต้ก็ตาม

ความสัมพันธ์ของระบบพิกัด

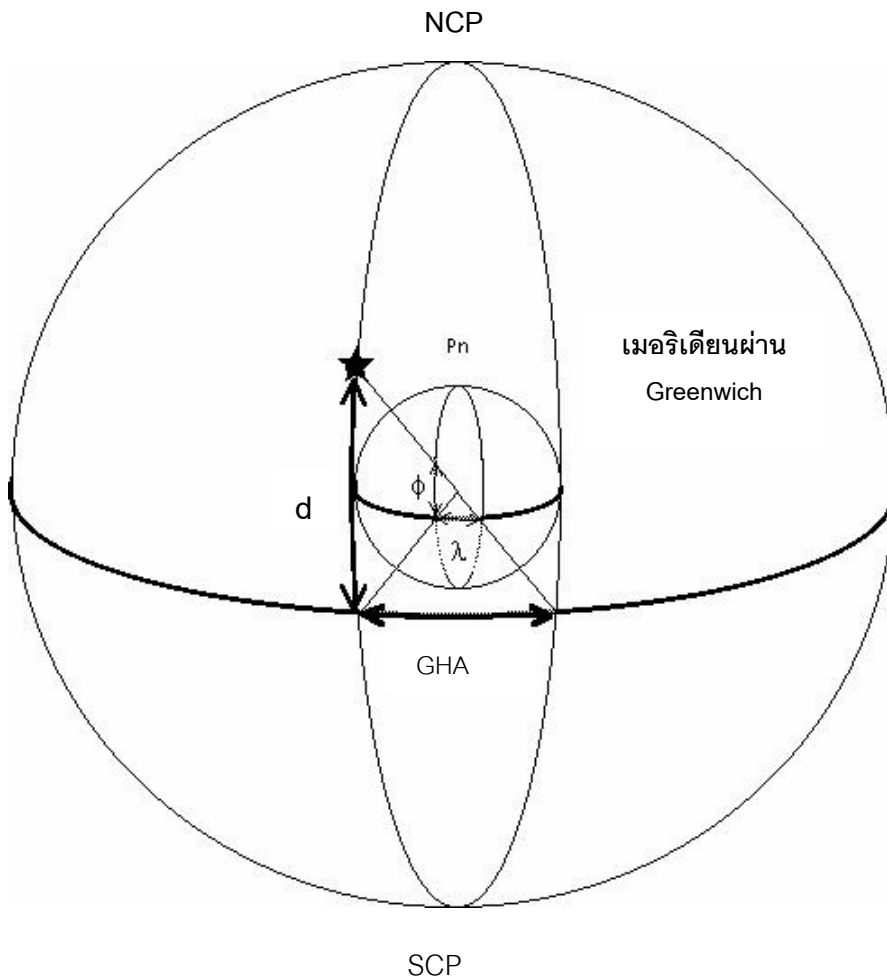
ตามที่กล่าวมาแล้วว่า การหาดำบลที่เป็นการหาความสัมพันธ์ของดำบลที่ต้องการรู้พิกัดกับดำบลที่รู้พิกัดแล้ว ในการเดินเรือดาราศาสตร์การหาดำบลที่เรือได้จากการวัดสูงของวัตถุท้องฟ้า (การวัดสูงใช้ระบบขอบฟ้า) ซึ่งดำบลที่ของวัตถุท้องฟ้าเป็นระบบพิกัดอิกัวเตอร์ท้องฟ้า และดำบลที่เรือที่ต้องการรู้ค่าเป็นระบบพิกัดภูมิศาสตร์นั้น ใช้ระบบพิกัดต่างกัน แต่ระบบพิกัดทั้งสองมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันดังนี้

ตารางเปรียบเทียบระบบพิกัด

ระบบพิกัดอิกซาคเตอร์ท้องฟ้า	ระบบพิกัดภูมิศาสตร์
<p>๑) กำหนดให้ท้องฟ้าเป็นรูปทรงกลม</p> <p>๒) จุดศูนย์กลางของระบบ อยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมท้องฟ้า หรือ จุดศูนย์กลางของโลก</p> <p>๓) การวัดพิกัดวัดมุมเป็นองศา ที่จุดศูนย์กลางของระบบ โดยวัดไปตามอิกซาคเตอร์ท้องฟ้า หรือ วัดจากอิกซาคเตอร์ท้องฟ้า</p> <p>๔) พิกัดของตำบลที่ กำหนดเป็น ดิคลิเนชัน และ มุมเวลากรีนิช</p> <p>๕) ดิคลิเนชัน เป็น มุมที่จุดศูนย์กลางของระบบ วัดจากอิกซาคเตอร์ท้องฟ้าไปตามเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า จนถึงวัตถุท้องฟ้า</p> <p>๖) มุมเวลากรีนิช เป็น มุมที่จุดศูนย์กลางของระบบ ระหว่างเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านหอดูดาวเมืองกรีนิช ประเทศอังกฤษ กับเมริเดียนท้องฟ้าที่ผ่านวัตถุท้องฟ้า</p>	<p>๑) กำหนดให้โลกเป็นรูปทรงกลม</p> <p>๒) จุดศูนย์กลางของระบบ อยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก</p> <p>๓) การวัดพิกัดวัดมุมเป็นองศา ที่จุดศูนย์กลางของระบบ โดยวัดไปตามอิกซาคเตอร์ หรือวัดจากอิกซาคเตอร์</p> <p>๔) พิกัดของตำบลที่ กำหนดเป็น ละติจูด และ ลองจิจูด</p> <p>๕) ละติจูด เป็น มุมที่จุดศูนย์กลางของระบบ วัดจากอิกซาคเตอร์ของโลก ไปตามเมริเดียนของโลกที่ผ่านผู้ตรวจ จนถึงผู้ตรวจ</p> <p>๖) ลองจิจูดเป็น มุมที่จุดศูนย์กลางของระบบ ระหว่างเมริเดียนของโลก ที่ผ่านหอดูดาวเมืองกรีนิช ประเทศอังกฤษกับเมริเดียนของโลก ที่ผ่านผู้ตรวจ</p>



รูปที่ ๘ ระบบขอบฟ้า



รูปที่ ๙ ความสัมพันธ์ของระบบพิกัด

สรุประบบพิกัด

ระบบพิกัดทั้งสองระบบมี จุดศูนย์กลางของระบบร่วมกัน ที่จุดศูนย์กลางของโลก จุดอ้างอิง ได้แก่ ขั้วเหนือ ขั้วใต้ เมริเดียน และอีควาเตอร์ ของระบบมีความคล้ายกัน เนื่องจาก ขั้วเหนือ ขั้วใต้ เมริเดียน และอีควาเตอร์ ของระบบอีควาเตอร์ท้องฟ้าเกิดจากการต่อแกนของโลก และเกิดจากการขยายเมริเดียน และอีควาเตอร์ของโลกออกไปตัดกับทรงกลมท้องฟ้า พิกัดของระบบวัดเป็นมุมที่จุดศูนย์กลาง การวัดพิกัดเป็นมุมนี้ทำให้กำหนดพิกัดวัตถุได้ โดยไม่ต้องคำนึงว่าวัตถุนั้นจะอยู่สูงจากจุดศูนย์กลางเท่าใด พิกัดของทั้งสองระบบที่วัดจากจุดอ้างอิงที่คล้ายกัน จึงนำมาแทนกันได้ นั่นก็คือ ดิคลิเนชัน (d) กับ ละติจูด (ϕ) และ มุมเวลากรีนิช (GHA) กับ ลองจิจูด (λ) สามารถนำมาแทนกันได้ หรือนำพิกัดของวัตถุท้องฟ้ามาพล็อตในแผนที่เดินเรือได้

ในฉบับนี้ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการเดินเรือ และระบบพิกัดที่ใช้ ซึ่งเป็นหัวใจของการเดินเรือมาพอสมควรแล้ว ในฉบับต่อไปจะกล่าวถึงแนวความคิด และวิธีการหาตำบลที่เรือดาราศาสตร์ ซึ่งเป็นบทสรุปในการเดินเรือดาราศาสตร์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

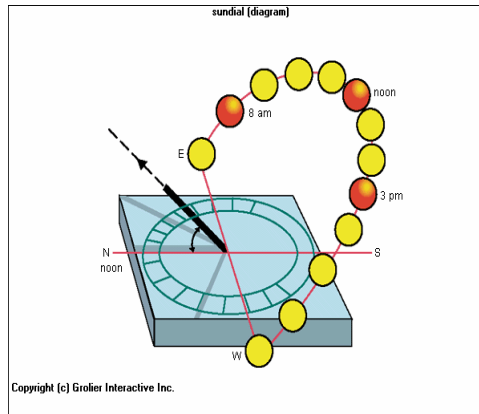
Elbert S. Maloney, **Dutton's Navigation & Piloting**, Fourteenth Edition

น.อ.โรจน์ หงส์ประสิทธิ์, **เดินเรือดาราศาสตร์**, พิมพ์ครั้งที่ ๑, ตุลาคม ๒๕๑๗

นาฬิกาแดด (SUNDIAL)

น.อ.ไชยวุฒิ นาวิกานาณะ
ผู้อำนวยการกองวิชาการเรือและเดินเรือ
ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

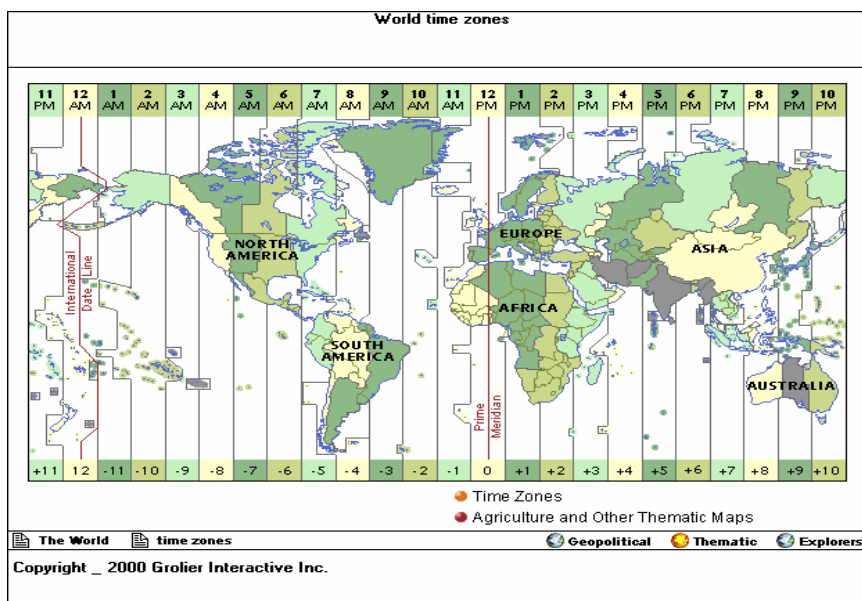
ลักษณะทางธรรมชาติของเวลาในทางวิทยาศาสตร์ให้คำจำกัดความเชิงวัตถุวิสัย (Objective Time) ไว้ว่า “เวลา คือขนาดหรือปริมาณทางฟิสิกส์ที่สามารถสังเกตหรือตรวจวัดได้ด้วย นาฬิกาจักรกล นาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิธีธรรมชาติอื่น ๆ” นาฬิกาแดด (SUNDIAL) เป็นเครื่องบอกเวลาและเครื่องมือวัดเวลาวิธีธรรมชาติแบบหนึ่งที่มีใช้มาตั้งแต่ในสมัยโบราณจนถึงในปัจจุบัน โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในแต่ละวันเป็นหลัก



ในบทความนี้ท่านจะได้ทราบถึงวิธีการอ่านเวลาจากนาฬิกาแดดวิธีการประดิษฐ์และติดตั้งนาฬิกาแดดซึ่งไม่ใช่เรื่องยากหรือซับซ้อนแต่ประการใด ผู้อ่านท่านใดมีบริเวณพื้นที่หน้าบ้านหรือหลังบ้านกว้างมีแสงอาทิตย์ส่องตลอดวัน อาจสามารถประดิษฐ์นาฬิกาแดดไว้ใช้เป็นเครื่องประดับที่มีประโยชน์และยังเป็นงานศิลปกรรมทางวิทยาศาสตร์ภายในบริเวณบ้านซึ่งแฝงไว้ด้วยความสวยงามและคุณค่าของการใช้งานที่เดียว สมัยโบราณก่อนที่จะเริ่มมีนาฬิกาจักรกล หรือนาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์ไว้ใช้บอกเวลาเช่นในสมัยปัจจุบัน มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์ธรรมชาติในการสังเกตดูการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จากธรรมชาติเพื่อกำหนดเวลา โดยเฉพาะใช้ดวงอาทิตย์เป็นเครื่องชี้บอกเวลาทางธรรมชาติที่สำคัญที่สุด เช่น เวลาเข้าดวงอาทิตย์ขึ้น เวลาเที่ยงดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะ และเวลาเย็นค่าดวงอาทิตย์ตกกลับจาก

ขอบฟ้า ส่วนเวลากลางวันในช่วงเวลาอื่น ก็อาศัยสังเกตดูจากการทอดเงาของวัตถุใดวัตถุหนึ่งที่กำหนดให้เป็นเครื่องบอกเวลาของคนในท้องถิ่นนั้น ซึ่งอาจไม่มีความเที่ยงตรงแต่ก็ยอมรับได้ในสมัยนั้นมาใช้กำหนดเวลา ด้วยหลักการตามที่กล่าวมามนุษย์ในระยะแรกจึงได้ประดิษฐ์คิดค้นนาฬิกาแดด (SUNDIAL) ให้มีรูปทรงที่เหมาะสมขึ้นมาใช้งานเป็นเครื่องบอกเวลาอย่างง่าย ๆ

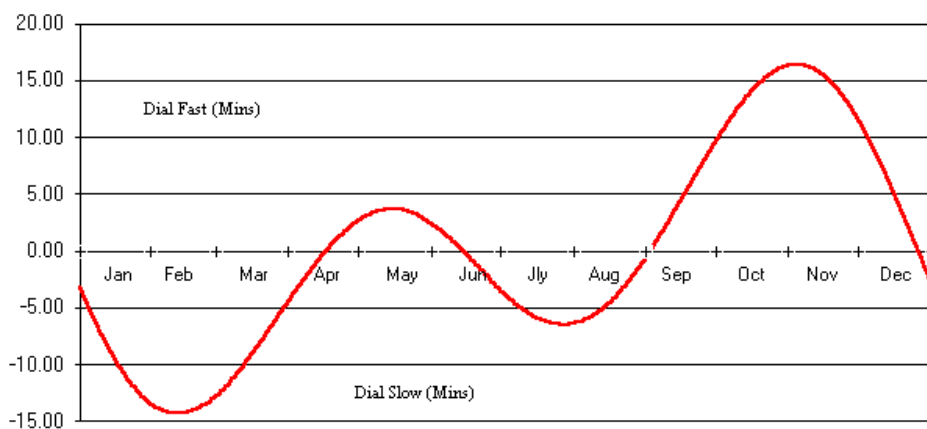
นาฬิกาแดดนั้นคิดค้นขึ้นครั้งแรกเมื่อใดไม่ปรากฏ แต่จากหลักฐานที่มีอยู่พบว่านาฬิกาแดดพัฒนาขึ้นในสมัยอียิปต์โบราณ หรือราวสองพันปีมาแล้ว นาฬิกาแดดนั้นแสดงเวลาที่อาจคลาดเคลื่อนไปจากเวลานาฬิกาข้อมือของผู้สังเกตแต่ถ้าได้เข้าใจหลักการของนาฬิกาแดดและนำค่าแก้เวลามาแก้ไขเวลาที่ได้อาจมีความถูกต้องพอสมควร สาเหตุที่เป็นดังนี้เพราะนาฬิกาแดดนั้นแสดงเวลาธรรมชาติที่ควรจะเป็น ซึ่งต่างจากเวลาของนาฬิกาข้อมือหรือนาฬิกาจักรกลทั่วไปที่ใช้อยู่ในปัจจุบันบอกวัดเวลาหรือแสดงเวลาที่ต้องการให้เป็น ที่กล่าวเช่นนี้หมายความว่าเวลาที่แสดงจากนาฬิกาแดดนั้นเป็นเวลาที่เราเรียกว่าเวลาดวงอาทิตย์ (Sun Time) ณ ตำบลที่นั้นอย่างเป็นประจำ ไม่ใช่เวลาท้องถิ่นสมมติ (Local Mean Time) หรือเวลาที่เรต้องการให้เป็น ทั้งนี้เนื่องจากนาฬิกาแดดสร้างขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานความคิดของการตรวจวัดเวลา ก่อนและหลังเที่ยงของตำบลที่นั้น ๆ เนื่องจากเวลาเที่ยงเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งสูงสุดบนท้องฟ้า ณ เมริเดียน (Meridian) ของผู้สังเกตตรงจุดนั้นเงาของวัตถุใด ๆ จะทอดลงในแนวตรงตั้งฉากกับพื้นดิน เวลาที่อ่านได้จากนาฬิกาแดดจะบอกเวลาเที่ยงวันเป็นเวลาดวงอาทิตย์ ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับนาฬิกาข้อมือของผู้สังเกต ทั้งนี้เพราะผู้สังเกตใช้เวลาท้องถิ่นสมมติของตำบลที่ ที่อ้างอิงมาจากเมริเดียนหรือลองจิจูดหลักของเวลาประจำภาค (Zone Time) นั้น เช่น เวลาท้องถิ่นสมมติของประเทศไทยกำหนดให้ที่ลองจิจูด ๑๐๕ องศาตะวันออก ที่ลากผ่านจังหวัดอุบลราชธานี เป็นเมริเดียนหลักของเวลาประจำภาคของไทย





ดังนั้นหากนาฬิกาแดดติดตั้งอยู่ที่กรุงเทพฯ ที่ลองจิจูด ๑๐๐ องศาตะวันออก เวลาเที่ยงวันของนาฬิกาแดดดังกล่าวจะไม่ตรงกับเวลาเที่ยงวันของเวลาท้องถิ่นสมมติ ทั้งนี้เนื่องจากดวงอาทิตย์ได้เคลื่อนที่ผ่านลองจิจูด ๑๐๕ องศาไปทางตะวันตกซึ่งเป็นเวลาเที่ยงวันของเวลาประจำภาคแล้ว ดังนั้นเมื่อเคลื่อนที่ไปถึงลองจิจูด ๑๐๐ องศาตะวันออก มีระยะทางเชิงมุมเท่ากับ ๕ องศาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปจะต้องนำมาแก้ไขเพิ่มเติมเข้าไปในเวลานาฬิกาแดดเพื่อให้ได้ค่าเวลาท้องถิ่นสมมติที่ต้องการ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ไปทางทิศตะวันตกมีความเร็วเท่ากับ ๑ องศา ใน ๔ นาที ทั้งนี้เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเอง ๑ รอบหรือ ๓๖๐ องศาใน ๒๔ ชั่วโมงหรือ ๑ วันดังนั้นในเวลา ๑ ชั่วโมงดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปได้เท่ากับ ๑๕ องศา ถ้าวดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไป ๕ องศาที่ใช้เวลาประมาณ ๒๐ นาทีนั่นเอง เวลาที่อ่านได้จากนาฬิกาจักรกลจะเป็นเวลาเที่ยงยี่สิบ หรือ ๑๒:๒๐ นาฬิกา เวลานาฬิกาแดดก็ต้องเท่ากับ ๑๒:๐๐ บวกอีก ๒๐ นาทีก็จะเป็น ๑๒:๒๐ เช่นเดียวกัน สรุปก็คือหากต้องการทราบเวลาท้องถิ่นสมมติ ต้องบวกหรือลบออกจากเวลาดวงอาทิตย์ แล้วแต่ว่าจะอยู่เมริเดียนด้านทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตก อีกประการหนึ่งเวลาที่ได้นาฬิกาแดดนั้นเป็นเวลาทางธรรมชาติตามฤดูกาลจริง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ช้าเร็วไม่เท่ากันในแต่ละปี ดังนั้นหากต้องการคำนวณเวลาดวงอาทิตย์ให้ตรงเช่นเดียวกับเวลาจากนาฬิกาจักรกลจริง ๆ ผู้ตรวจจะต้องมีการปรับแก้เศษเวลา (Equation of Time) หรือผลต่างระหว่างเวลาสมมติกับเวลาจริงในขณะใดขณะหนึ่ง เพื่อให้แต่ละช่วงเวลาให้ใกล้เคียงเวลาสมมติมากที่สุด ซึ่งเศษเวลามีค่าตั้งแต่ ๐ วินาที ถึงประมาณ ๑๗ นาทีทั้งค่าบวกและค่าลบตลอดเวลา ๑ ปีที่โลกเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ซึ่งผลต่างนี้แต่ละวันไม่เท่ากันตลอดทั้งปี ดังแสดงค่าผลต่างตามกราฟ

กราฟแสดงการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ช้า-เร็วในช่วงเดือนต่าง ๆ เป็นนาที



แบบของนาฬิกาแดด จากอดีตจนถึงปัจจุบัน นาฬิกาแดด ได้ถูกสร้างและถูกประดิษฐ์ขึ้นมาหลายแบบหลายขนาดด้วยกัน แต่อย่างไรก็ตามยังอาศัยหลักการพื้นฐานเดียวกัน ปัจจุบันสามารถกำหนดแบบต่าง ๆ ของนาฬิกาแดดที่สร้างขึ้นมาได้ ๕ แบบดังนี้

๑. แบบ Horizontal dials
๒. แบบ Vertical dials
๓. แบบ Armillary spheres
๔. แบบ Equatorial dials
๕. แบบ Polar dials



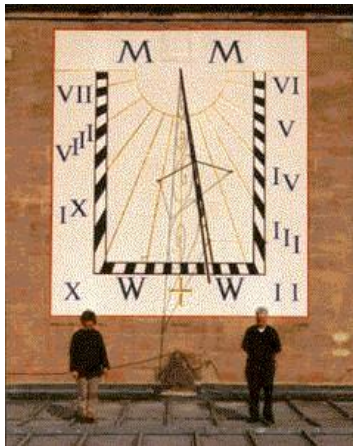
แบบ Horizontal dial



แบบ Armillary sphere



แบบ Equatorial dial

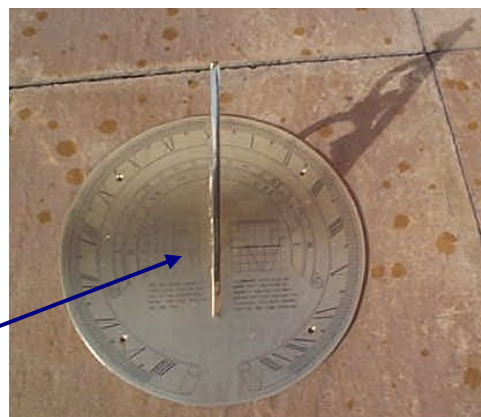
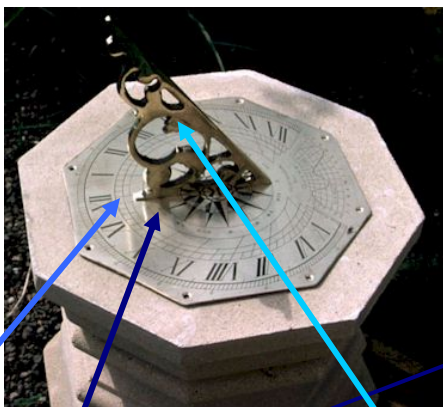


แบบ Vertical dial



แบบ Polar dial

ส่วนประกอบของนาฬิกาแดด ในที่นี้จะยกตัวอย่างส่วนประกอบของนาฬิกาแดดแบบ Horizontal dial ซึ่งเป็นนาฬิกาแดดแบบที่ง่ายและมีส่วนประกอบที่ไม่ซับซ้อน สามารถประดิษฐ์ขึ้นใช้เองได้ นาฬิกาแดดแบบ Horizontal dial ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ ๒ ส่วนคือ



เส้นเที่ยงวัน

แขนบอกเวลา (gnomon) ปลายแขนชี้ตรงขั้วโลก

แผ่นบอกเวลา (dial plate)

ซึ่งแสดงช่องเวลาชั่วโมง นาฬิกา และตารางการแก้ไขเวลา (Equation of Time) อยู่ด้านใน

๑.แผ่นบอกเวลา (dial plate) ซึ่งจะมีขีดแสดงเวลาเป็นชั่วโมง นาฬิกา ตั้งแต่เวลาเช้า เวลาเที่ยงวัน จนถึงเวลาเย็น และตารางเศษเวลา (ถ้ามี เพื่อให้สามารถหาเวลาได้อย่างแม่นยำ) ขีดเวลา กำหนดจากการที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกด้วยความเร็ว ๑๕ องศาใน ๑ ชั่วโมง

๒. **แขนบอกเวลา (gnomon)** ซึ่งแขนบอกเวลานี้แนวแขนจะต้องขนานกับแกนของโลก หรืออีกนัยหนึ่งปลายแกนจะต้องชี้ตรงไปยังขั้วโลกเหนือ หรือดาวเหนือ และมุมของแขนบอกเวลาจะต้องทำมุมกับแผ่นบอกเวลาเท่ากับละติจูดของตำบลที่ตั้งนาฬิกาแดด ในการติดตั้งนาฬิกาแดดนั้น จะต้องทำการวัดหาทิศเหนือจริง ซึ่งได้มีการปรับแก้ค่าอาการผิดของอำนาจแม่เหล็กโลก (Variation) ในพื้นที่แล้ว และต้องมั่นใจว่าปลายแขนบอกเวลาชี้ตรงทิศเหนือจริง

วิธีอ่านเวลา อ่านค่าเวลาเป็นชั่วโมงหรือเศษของชั่วโมง จากเงาของแกนเวลาที่ตกลงบนขีดแสดงชั่วโมง นาฬิกาบนแผ่นบอกเวลา เวลาดังกล่าวเป็นเวลาของตำบลที่นั้น ๆ หากต้องการหาเวลาท้องถิ่น สมมติต้องบวกหรือลบกับค่าผลต่างเวลาจากตำบลที่นั้นไปยังเมริเดียนหลักตามที่ได้กล่าวมา และต้องเข้าใจด้วยว่าเวลาดวงอาทิตย์ปรากฏนั้นจะช้า-เร็วไม่เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับนาฬิกาจักรกลด้วยค่าเศษเวลา (Equation of Time) เนื่องจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี โดยดวงอาทิตย์ปรากฏจะเคลื่อนที่เร็วระหว่าง ๑๖ เม.ย. ถึง ๑๔ มิ.ย. และอีกครั้งในช่วง ๒ ก.ย. ถึงประมาณ ๒๕ ธ.ค. ส่วนในช่วงเวลาอื่น ดวงอาทิตย์ปรากฏจะเคลื่อนที่ช้า แสดงโดยกราฟด้านบน

วิธีการทำนาฬิกาแดดแบบ Horizontal dial

เมื่อกำหนดพื้นที่ในการตั้งนาฬิกาแดดได้แล้ว ควรสร้างฐานหรือแท่นตั้งให้สวยงามก่อนการประดิษฐ์ และติดตั้งนาฬิกาแดดตามพื้นที่ ๆ ต้องการ และจะต้องทำการหาค่าต่อไปนี้

๑. ค่าลองจิจูด และค่าละติจูดของตำบลที่ตั้งนาฬิกาแดด ซึ่งอาจหาค่าจากแผนที่บก หรือแผนที่ทางหลวงก็ได้ ตัวอย่างเช่นที่เสาชิงช้าโรงเรียนนายเรือ มีค่าตำบลที่ ละติจูด ๑๓ องศา ๓๖.๔ ลิปดา เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐ องศา ๓๕.๘ ลิปดา ตะวันออก

๒. ค่าลองจิจูดหลักที่อ้างอิงถึงเวลาท้องถิ่นสมมติ ประเทศไทยที่ลองจิจูด ๑๐๕ องศา

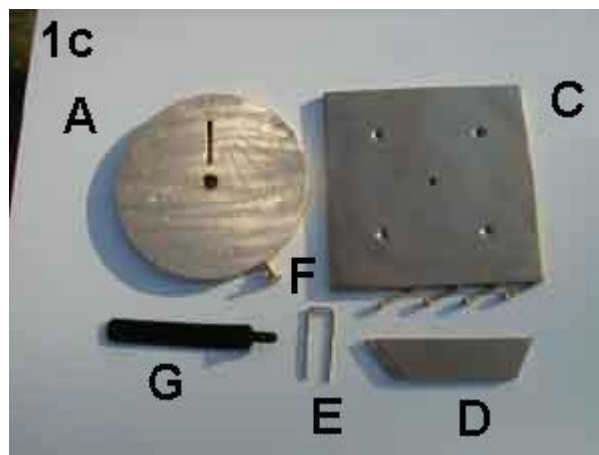
๓. ผลต่างเวลาจากลองจิจูด ในข้อ ๑ และข้อ ๒ เป็นนาฬิกา วินาที เพื่อนำไปใช้แก้เวลาที่อ่านได้จากนาฬิกาแดด ให้เป็นเวลาท้องถิ่นสมมติ (๑ องศา เท่ากับ ๔ นาที) ในที่นี้ผลต่างค่าลองจิจูดเท่ากับ ๔ องศา ๒๔.๒ ลิปดา คำนวณผลต่างเวลาได้เท่ากับ ๑๗.๕ นาทีโดยประมาณ

๔. ทิศเหนือจริง หรือทิศที่ชี้ตรงไปดาวเหนือของตำบลที่ตั้งนาฬิกาแดด เมื่อได้แล้วกำหนดจุดและตั้งแท่นให้อยู่ในแนวเหนือ ใต้ (เมื่อใช้เข็มทิศ อย่าลืมแก้ค่าอำนาจแม่เหล็กโลก)

๕. หาเวลาเที่ยงจริงที่แน่นอนของตำบลที่นั้น ซึ่งอาจสังเกตได้จากเงาที่ตั้งฉากกับพื้น เช่น จากเงาของมูมตึก หรือเงาของไม้ที่ตั้งให้ได้แนวตั้งก็ได้เงาวัตถุจะชี้ตรงลงยังฐานของวัตถุนั้น ต้องระลึกเสมอว่า ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ๑๕ องศาใน ๑ ชั่วโมงหรือ ๙๕๐ ฟุตต่อ วินาที และเวลาเที่ยงตรงในแต่ละวันระหว่างเวลาดวงอาทิตย์ และเวลามาตรฐานที่แสดงบนนาฬิกาจะไม่ตรงกัน ต่างกันด้วย เศษเวลา

อุปกรณ์และวิธีการประดิษฐ์นาฬิกาแดด

ในการประดิษฐ์นาฬิกาแดดแบบง่าย ๆ ไว้ใช้เอง เนื่องจากต้องตั้งนาฬิกาแดดไว้กลางแจ้งที่มีแสงแดดแรงจัดในเวลากลางวัน และอาจโดนฝน หรือน้ำค้างในเวลากลางคืน ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำนาฬิกาแดดควรใช้ วัสดุประเภทโลหะ เช่น ทองเหลือง อลูมิเนียมแผ่น หรือวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่เกิดสนิม และทนทานเมื่อกำหนดแบบแล้ว อาจต้องจ้างให้ช่างดำเนินการตัดแต่งแผ่นโลหะดังกล่าว



A. แผ่นบอกเวลา เป็นแผ่นโลหะตัดเป็นทรงกลมรัศมีตามที่ต้องการ เจาะรูตรงกลาง และช่องแขนบอกเวลา

C. แผ่นฐานนาฬิกาแดด เป็นแผ่นโลหะทรงสี่เหลี่ยมเจาะรูตรงกลางเพื่อใช้ยึดแผ่นบอกเวลา มุมทั้งสี่เจาะรูเพื่อใช้ยึดติดกับแท่นนาฬิกาแดด

D. แขนบอกเวลา จะใช้รูปทรงใดก็ได้ตามแต่ใจชอบ ใช้แผ่นโลหะ ๒ แผ่นตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตัดปลายมุมให้มีค่ามุมเท่ากับค่ามุมของละติจูด ในที่นี้เท่ากับ ๑๓ องศา ๔๔ ลิปดา แล้วนำมาซ้อนกันให้มีช่องด้านในเพื่อให้แสงสามารถผ่านได้ตรงกลาง ปลายฐานเจาะรู ๒ รูเพื่อใช้ยึดแขนกับแผ่นใต้ฐานให้แน่น

E. ลวดตัว U สำหรับสอดยึดแขนบอกเวลา

F. นอตยึดแผ่นบอกเวลา และแผ่นฐานนาฬิกา



นำแขนบอกเวลามาเสียบเข้ากับแผ่นบอกเวลาโดยให้มีมุมเอียงเท่ากับ ละติจูด ของตำบลที่ตั้งนาฬิกาแดด



ทำการวัดเพื่อหาทิศเหนือจริงที่แทนตั้งนาฬิกาแดด และทำเครื่องหมายไว้ แทนจะต้องวางให้อยู่ในแนวระดับไม่เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง จากนั้นนำแผ่นฐานนาฬิกาแดดมาติดตั้งบนแท่นให้เรียบร้อย และนำนาฬิกาแดดที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาติดตั้ง โดยยึดแผ่นบอกเวลากับฐานเข้าด้วยกันให้แน่น หลังจากนั้นทำการปรับแต่งแขนบอกเวลาเพื่อให้ตรงไปยังทิศเหนือจริง และทำการกำหนดเส้นเวลาตามชั่วโมง



ทั้งเช้าและบ่ายโดยอ้างอิงจากเส้นเวลาที่เที่ยงวัน และควรทำมาตราช้อยๆ ในช่องแต่ละชั่วโมงด้วย สุดท้ายทำการทดลองใช้จริงโดยสอบเทียบและปรับแต่งเวลากับนาฬิกาข้อมือ เท่านั้นเราก็จะได้นาฬิกาแดดที่สวยงามและมีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ด้วยฝีมือของเราเองไว้ใช้

เอกสารอ้างอิง

๑. James A. Barnes, **From Sundials to Atomic Clocks “Understanding Time and Frequency”** National Bureau of Standards Monograph 155, 1980
๒. BIPM, **Le BIPM et la Convention du Me'tre**. Bureau international des poids et mesures, Juin 1995
๓. 2002 Grolier Multimedia Encyclopedia, 2002

ไฮโดรเจน

เชื้อเพลิงสำหรับอนาคต HYDROGEN The FUEL for the Future

น.ส.สบุช สิลปะบุตร
รองผู้อำนวยการกองวิชาฟิสิกส์และเคมี
ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

สถานการณ์ของโลกที่เกิดขึ้นอย่างสอดคล้องกัน กำลังจะเตือนให้รู้ว่า แหล่งพลังงานต่าง ๆ กำลังจะถึงจุดวิกฤติ พลังงานอย่างหนึ่งที่น่าจับตามองได้แก่ ไฮโดรเจน พลังงานสะอาดที่เป็นพื้นฐานทางเศรษฐกิจในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งอาจจะต้องใช้ต้นทุนที่สูงขึ้นในอนาคต

ในสหรัฐอเมริกา เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอวกาศขององค์การนาซา ซึ่งนับว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมต่อสหรัฐอเมริกาในอนาคตอันใกล้

ก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่เล็กที่สุด เป็นธาตุที่พบในธรรมชาติในรูปของสารประกอบต่าง ๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ มีเทนอล ถ่านหิน ชีวมวล และน้ำ ที่สามารถผลิตมาใช้ประโยชน์ภายในบ้าน ซึ่งช่วยให้สหรัฐอเมริกาลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศได้เป็นอย่างดี

ก๊าซไฮโดรเจน เป็นพลังงานที่สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นระบบพลังงานพื้นฐานอย่างยั่งยืนของโลกที่น่ากลับมาใช้ใหม่ ก๊าซไฮโดรเจนสามารถทำได้อย่างปลอดภัยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้กับเครื่องยนต์ทำให้ปราศจากมลพิษ ให้ความร้อนภายในบ้านและสำนักงาน รวมทั้งเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องบิน

ความสนใจพลังงานไฮโดรเจนถูกกระตุ้น จากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลก ไฮโดรเจนผลิตได้โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ดูเหมือนจะเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น หลักการที่นำมาสร้างคือ เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างไม่มีขีดจำกัด สามารถ นำมาผลิตสิ่งต่าง ๆ ได้มากมาย ตัวอย่างเช่น ในด้านการขนส่ง โดยสามารถสะสมเชื้อเพลิงไว้ได้ง่าย ไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

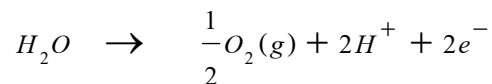
ต้นทุนการผลิตสูงเป็นอุปสรรคสำคัญปัจจัยหนึ่ง เป็นความท้าทายต่อวิศวกรและนักประดิษฐ์คิดค้นอย่างมากที่จะค้นคิดเทคนิคการผลิต เพื่อลดต้นทุนดังกล่าว

พลังงานที่นำมาใช้ไม่มีแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติโดยตรง ก๊าซไฮโดรเจนผลิตขึ้นโดยหลักการแยกธาตุของน้ำ หรือ การสกัดจากก๊าซธรรมชาติโดยผ่านขบวนการไอน้ำ ตลาดการค้าหลักสำหรับก๊าซไฮโดรเจนคือปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ย องค์การนาซา (The National Aeronautics and

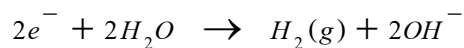
Space Administration NAZA) ได้นำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้ในกระสวยอวกาศ โดยเซลล์เชื้อเพลิงจะรวม ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนเกิดเป็นน้ำและให้กระแสไฟฟ้า สำหรับให้ลูกเรือในยานอวกาศได้ดื่มกิน

ไฮโดรเจนจากน้ำ (Hydrogen From Water) โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีการ electrolysis แยกน้ำ ด้วยกระแสไฟฟ้าเกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ขั้วแคโทด (cathode) และก๊าซออกซิเจนที่ขั้วแอโนด (anode) ดังสมการ

ANODE (OXIDATION)



CATHODE (REDUCTION)



ซึ่งยังมีวิธีการอื่น ๆ ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจน ดังเช่น

- Thermochemical water แยกโดยใช้สารเคมี เช่น โบรมีน หรือไอโอดีน โดยใช้ความร้อน แยกโมเลกุลของน้ำ
- Photolysis โมเลกุลของน้ำถูกแยกโดยแสง ซึ่งมีตัวเร่งคะตะไลส์ ปฏิกิริยามีลักษณะเหมือน การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)
- Biological and photo biological นอกจากจะแยกน้ำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนแล้ว ยังช่วย กำจัดมลพิษในน้ำด้วย

ความก้าวหน้าและโอกาส (Advantages and Opportunities)

มีความก้าวหน้าและโอกาสที่นำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเหมือนอย่างการใช้เชื้อเพลิงใน อดีตที่ผ่านมา

ผลิตภัณฑ์ของไฮโดรเจนจากกระแสไฟฟ้าผ่านลงไปใต้น้ำหรือจากชีวมวล สามารถจะลดการนำเข้า ของน้ำมันปิโตรเลียมได้ องค์กรพลังงานของสหรัฐอเมริกา (Department of Energy, DOE) ได้ตั้งเป้าหมาย การใช้พลังงานไฮโดรเจน ๑๐% ของพลังงานทั้งหมด ในปี ค.ศ.๒๐๒๕ การนำเข้าน้ำมันจะลดลงประมาณ ครึ่งหนึ่ง

ไฮโดรเจนสามารถรวมกับก๊าซโซลีน อีธานอล เมทานอล หรือก๊าซธรรมชาติ โดยเติมไฮโดรเจน ลงในก๊าซโซลีน ๕% อากาศจะผสมภายในห้องสันดาปสามารถลดไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ลงประมาณ ๓๐% - ๔๐% เครื่องยนต์ที่ถูกปรับเปลี่ยนมาใช้ก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์ จะเกิดน้ำและจำนวนไนโตรเจน ออกไซด์ (NO_x) เพียงเล็กน้อยที่เกิดจากการเผาไหม้

ในสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ.๑๙๙๘ รถยนต์นั่งที่ออกสู่ตลาด ที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษมีเพียง ๒% ของ ส่วนแบ่งการตลาดเป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน (เป็นแบตเตอรี่ซึ่ง

เกิดปฏิกิริยาการรวมตัวของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน และเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น) หรือพลังงานที่เกิดจากการสันดาปเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์

ก๊าซไฮโดรเจน สามารถผลิตจากแหล่งทรัพยากรได้หลายชนิดซึ่งอาจจะเป็นแนวทางใหม่ สำหรับเศรษฐกิจในอนาคต เนื่องจากสามารถนำพลังงานไฮโดรเจนไปใช้สร้างผลกำไรในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมการขนส่ง และการบริการต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

เทคโนโลยีและเศรษฐกิจของก๊าซไฮโดรเจน (Technological and economic constrains of hydrogen)

ถ้าก๊าซไฮโดรเจนก่อให้เกิดผลดีต่อเศรษฐกิจ ทำไมเราจึงไม่ใช้ก๊าซไฮโดรเจนอย่างกว้างขวาง ในด้านเทคโนโลยีเศรษฐกิจรวมถึงความปลอดภัย รูปแบบของเชื้อเพลิง การผลิตและการเก็บรักษา โครงสร้างพื้นฐานของชาติไม่ได้นำไฮโดรเจนมาเป็นพื้นฐานทางเศรษฐกิจ เพราะว่าต้นทุนการผลิตไฮโดรเจนยังสูงกว่า เชื้อเพลิงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ยานพาหนะที่เหมาะสมกับก๊าซไฮโดรเจน (Fleet vehicles well suited to hydrogen)

ไฮโดรเจนถูกนำไปผสมกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ซึ่งใช้กับรถโดยสารในเมือง ในกรณีของเชื้อเพลิงเดิมที่ใช้กับเครื่องยนต์อาจจะปลดปล่อยมลพิษออกมาด้วย เช่น เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

โดยทั่วไปแล้วรถโดยสารที่เหมาะสมกับเชื้อเพลิงแบบเก่า รถยนต์โดยสารที่ใช้วิ่งบนเส้นทางราบระยะสั้น ๆ ซึ่งออกแบบให้มีพื้นที่ว่างสำหรับรองรับผู้โดยสารอย่างเหมาะสม และรถยนต์โดยสารที่วิ่งระหว่างเมืองได้รับการปรับนับดีบำรุงตามระยะเวลา เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถให้การบริการที่สะดวกสบายยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามไม่ว่าใช้เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแบบเก่าหรือแบบผสม สำหรับระบบการขนส่งแล้วยังคงมีปัจจัยพื้นฐานอื่น ๆ เช่น คุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง ขนาดของรถยนต์โดยสาร คุณลักษณะเฉพาะ (Specific) ของความต้องการทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการตรวจสอบเทคโนโลยีที่ทำให้อากาศบริสุทธิ์ จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด นอกจากนี้ปัจจัยต้นทุนและงบประมาณ สถานที่บริการน้ำมัน การปรับนับดีบำรุง และเครื่องยนต์ที่สมบูรณ์แบบ มักจะถูกพิจารณาก่อนการตัดสินใจ ก่อนการใช้เครื่องยนต์เชื้อเพลิงแบบผสม ซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด สำหรับใช้ในแต่ละกรณี

ไฮโดรเจน คือ แหล่งพลังงาน สำหรับสาธารณประโยชน์ (hydrogen as a source of power for public utilities)

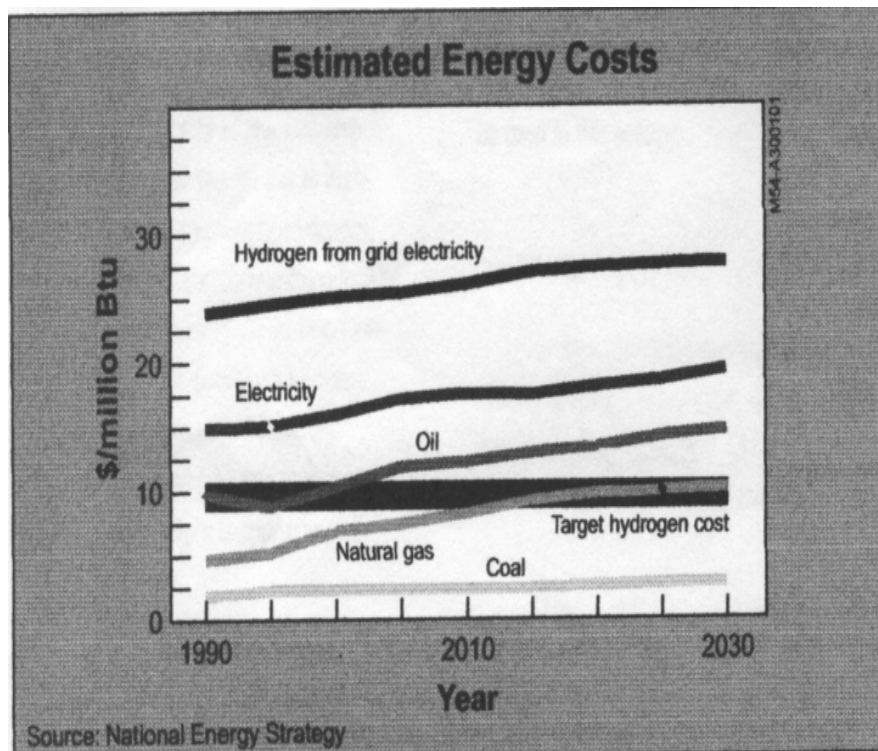
ไฮโดรเจนสามารถใช้เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานที่สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า สถานภาพของก๊าซไฮโดรเจนยังสามารถเก็บสะสมได้เหมือนอย่างก๊าซอื่น ๆ ในอุตสาหกรรม สามารถขนส่งตามท่อ

ก๊าซธรรมชาติในระยะทางยาวต้องใช้ต้นทุนมากกว่า การส่งผ่านกระแสไฟฟ้าแรงสูง ผู้วิจัยได้ประมาณการการลงทุนไว้ว่าการส่งไฮโดรเจนไปตามท่อจะแพงกว่าการส่งกระแสไฟฟ้า ๑/๔ เท่าในระยะทาง ที่เท่ากัน

ศักยภาพในการจัดหาพลังงาน (Energy Supply Potential)

การใช้ไฮโดรเจนแทนเชื้อเพลิงอื่น ความต้องการในโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับเก็บสำรองสะสม และการนำไปใช้ประโยชน์

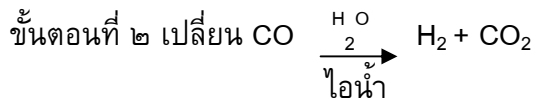
ขบวนการผลิตไฮโดรเจนซึ่งมีเพียงไม่กี่โครงการที่ถูกตรวจสอบศึกษาวิจัยและพัฒนาโครงการบนพื้นฐานของสภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีนั้น ไฮโดรเจนอาจเป็นทางเลือกสำหรับประเทศอุตสาหกรรมในอนาคต พลังงานที่เกี่ยวข้องระหว่างไฮโดรเจนและกระแสไฟฟ้าซึ่งกำหนดโดยกฎของฟิสิกส์ ถ้าไม่มีการสูญเสีย ๑ กิโลวัตต์ชั่วโมง (KWh) ของกระแสไฟฟ้า จะต้องใช้ ๓๔๑๒ บีทียู ของไฮโดรเจน (หรือประมาณ ๑๑ ลูกบาศก์ฟุต) ต้นทุนราคาประมาณ ๑.๑๕ ดอลลาร์/KWh (อัตราเฉลี่ยของการลงทุนในอุตสาหกรรม) แต่ถ้ามีการสูญเสียพลังงาน ; 1 million Btu ของไฮโดรเจน จะผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเสียค่าใช้จ่ายประมาณ ๑๕ ดอลลาร์ ของพลังงานไฟฟ้า เมื่อผลผลิตมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอต่อความต้องการ การลงทุนในขบวนการอื่น ๆ จึงต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่น ต้นทุนของไฮโดรเจนในการผลิตกระแสไฟฟ้าประมาณ ๓๐ ดอลลาร์/ million Btu ต้นทุนจากก๊าซธรรมชาติประมาณ ๓ ดอลลาร์/million Btu ก๊าซโซลีน ๑.๑๐ ดอลลาร์/แกลลอน ดังแผนภาพด้านล่างนี้



อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่เชื้อเพลิงไฮโดรเจนสามารถนำมาผลิตในลักษณะเช่นนี้ได้ สามารถที่จะรับการขยายตัวมากขึ้น นอกจากนี้ความต้องการไฟฟ้าพื้นฐานเป็นส่วนที่ช่วยให้เพิ่มระดับการผลิตให้สูงขึ้น และทำให้ความต้องการการใช้กระแสไฟฟ้าจากผลผลิตไฮโดรเจนไม่มีที่สิ้นสุด โดยเฉพาะการออกแบบพลังงานแสงอาทิตย์ หรือการนำกระแสไฟที่ได้จากระบบไฮโดรเจนกลับมาใช้ใหม่ ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการใช้ทรัพยากรในระดับท้องถิ่นเพิ่มมากขึ้น ระดับทรัพยากรท้องถิ่นที่สูงขึ้นสามารถกำหนดความต้องการใช้ปริมาณไฮโดรเจนภายในพื้นที่ ๆ แนนอน อิเล็กโตรไลซิส จะเป็นวิธีสุดท้าย สำหรับพื้นที่บริการกระแสไฟฟ้าที่ไม่สามารถส่งก๊าซไฮโดรเจนโดยวิธีการปกติ กระแสไฟฟ้าจากไฮโดรเจน เปรียบเหมือนการให้บริการเสริมของการตลาดที่กระทำโดยฉับพลัน โดยอิทธิพลการตลาดด้านเศรษฐกิจความยินดีที่จะจ่ายค่าพรีเมียม สำหรับสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงของชาติหรือท้องถิ่นที่มีแหล่งทรัพยากรและมีแนวโน้มความต้องการใช้มากขึ้น ดังนั้นการใช้อิเล็กโตรไลซิสสำหรับไฮโดรเจน จึงจะมีการพิจารณา ด้านกลยุทธ์ทางการค้าในอีกหลายปีข้างหน้า ซึ่งไม่ได้คาดหวังว่าจะกลับมาลงทุนใหม่ (R&D) แต่จะสนับสนุนด้านกิจกรรมการขนส่ง

ผลิตภัณฑ์ (Production)

วิธีการเลือกผลิตภัณฑ์ จะขึ้นอยู่กับปริมาณและความต้องการความบริสุทธิ์ของไฮโดรเจน
 Natural Gas Steam Reforming : ขั้นตอนแรกของขบวนการ คือ การระเบิดก๊าซธรรมชาติโดยเพิ่มอุณหภูมิไอน้ำได้ผลผลิตเป็นก๊าซไฮโดรเจน CO และ CO₂



ก๊าซไฮโดรเจนส่วนใหญ่ที่ถูกผลิตขบวนการนี้จะได้ผลผลิต (yield) ประมาณ ๗๐% - ๘๐%

Electrolysis : พลังงานไฟฟ้าจะถูกใช้แยกน้ำ เกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน

(2H₂O+electricity → 2 H₂ + O₂) แหล่งพลังงานที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น แสงอาทิตย์ ลมและพลังน้ำ สามารถนำมาใช้ในขบวนการนี้ได้

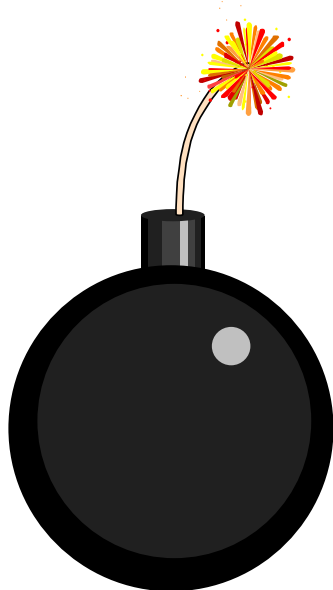
Photoelectrolysis : คือขบวนการที่แสงอาทิตย์ถูกดูดกลืนในสารกึ่งตัวนำ (Semi conductor) แยกน้ำเกิดก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน

Biomass Gasification and Pyrolysis : ผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจน เกิดจากอุณหภูมิสูงของก๊าซ และขบวนการคายความร้อนของชีวมวลที่อุณหภูมิต่ำ (รวมถึง เศษไม้ และป่าไม้ กากของเสียจากเกษตรกรรม) เทคโนโลยีนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงซากสิ่งมีชีวิต (fossil fuels)

Photobiological : การสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ให้ผลผลิตก๊าซไฮโดรเจนในกิจกรรมเมตาบอลิซึม (Metabolic) โดยใช้พลังงานแสง การใช้คะตะไลส์และระบบการผลิต จะทำให้ประสิทธิภาพในการเกิด H₂ สูงถึง 24 %

เอกสารอ้างอิง

- Mayersohn, norman S.(1993) "The Out-look for Hydrogen" Popular Science,Vol 243, No 4,p.66
- National Renewable Energy Laboratory Tomorrow 's Energy Today for Cities and Counties " February 1994, DE 94000243.
- Patil,P.G "Finalammatala of Fule Cells" U.S Department of Energy, Washington,DC, DE 9300002
- U.S. Department of Energy "Hydrogen Program : FY 1993-FY 1997 "Published by the National Renewwable Energy Laboratory, DE 92010556, June.



กรรมวิธีการสร้าง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างอัตโนมัติที่อาศัยการเลียนแบบ การถ่ายทอดทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ (Genetic Programming)

ร.อ.ดร.วิทยา ปัญญา
อาจารย์ผู้ช่วยศึกษา โรงเรียนนายเรือ

Genetic Programming เป็นรูปแบบหนึ่งของเทคนิคแบบ Evolutionary Computation โดยมีจุดประสงค์ ให้คอมพิวเตอร์สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ต้องการได้ด้วยตนเอง Genetic Programming ทำงานโดยเลียนแบบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติตามทฤษฎีของ C. Darwin และการถ่ายทอดทางพันธุกรรมด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น Reproduction, Crossover และ Mutation เป็นต้น ในบทความนี้เป็นการอธิบายพื้นฐานหลักการทำงานของ Genetic Programming และแสดงตัวอย่างประกอบการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองการทำงานของ ๔ : ๑ Multiplex

๑ บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบต่าง ๆ ที่เลียนแบบธรรมชาติขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาซับซ้อน ธรรมชาติที่เลียนแบบธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ Evolutionary Computation หรือ EC ใน [๑, ๒, ๓]

EC จะใช้ทฤษฎีทางชีววิทยาที่อธิบายถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติและการถ่ายทอดทางพันธุกรรมเป็นหลักและแนวทางในการทำงาน รูปแบบหลัก ๆ ของ EC ในปัจจุบันมี ๔ ประเภทคือ Genetic Algorithms (GA), Evolution Strategies (ES), Evolutionary Programming (EP) และ Genetic Programming (GP)

สามรูปแบบแรกของ EC ถูกพัฒนาอย่างอิสระต่อกัน โดยที่ GA และ EP ถูกพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา GA เหมาะสำหรับใช้ในการหาค่าคงที่ ๆ เหมาะสมของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือที่เรียกกันว่า Optimization EP ใช้ในการทดลองสร้างสมองสังเคราะห์ (Artificial Intelligence) ES ถูกพัฒนาขึ้นในสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันและใช้ในการหาค่าคงที่ ๆ เหมาะสมของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เหมือนกับ GA ส่วน GP นั้นพัฒนาต่อมาจาก GA และจะใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

ในบทความนี้จะขออธิบายหลักการพื้นฐานของ {GP} เท่านั้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ได้ดังต่อไปนี้ หัวข้อที่ ๒ จะขอกล่าวถึงทฤษฎีที่สามารถอธิบายการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และประวัติความเป็นมาของ EC หัวข้อที่ ๓ เป็นการอธิบายการทำงานของ GP หัวข้อที่ ๔ แสดงตัวอย่าง

การทำงานของ GP หัวข้อที่ ๕ เป็นการวิเคราะห์การทำงานของ GP และ หัวข้อที่ ๖ คือการสรุป

๒ บทเรียนจากธรรมชาติ

เมื่อปี พ.ศ. ๒๔๐๒ {C. Darwin} ได้อธิบายทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติไว้ใน On the Origin of Species by Means of Natural Selection เขาได้กล่าวไว้ว่า

- สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จะให้กำเนิดลูกเท่าที่จำเป็นเพื่อให้เผ่าพันธุ์หรือชนิดของตนเองดำรงอยู่ได้
- ลูกที่เกิดมาจะมีลักษณะและความสามารถแตกต่างจากพ่อหรือแม่ไปบ้าง
- สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีความสามารถในการหาอาหาร การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และขยายพันธุ์ได้ดีจะสามารถดำรงชีวิตอยู่รอด และจะผลัดกันหรือทำลายสิ่งมีชีวิตประเภทอื่น ๆ

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้ จะเกิดการคัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมากที่สุด และการคัดเลือกเช่นนี้จะเกิดกับสิ่งมีชีวิตอย่างต่อเนื่องจนทำให้เกิดการวิวัฒนาการ

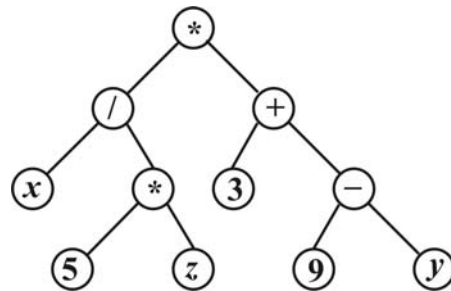
EC จำลองการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตแบบง่าย ๆ โดย EC ทำงานกับประชากร (Population) ที่ประกอบด้วย Individual หลาย ๆ ตัว Individual เหล่านี้ก็คือตัวอย่างคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ที่เราต้องการนั่นเอง ซึ่งเทียบได้กับสิ่งมีชีวิตตัวหนึ่งตามทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ Individual แต่ละตัวจะมีค่า Fitness กำหนดอยู่ ค่า Fitness นี้ก็คือค่าที่ใช้วัดความสามารถของ Individual ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหามากน้อยเท่าไร

มีการพัฒนา EC มาตั้งแต่ราวปี พ.ศ. ๒๔๙๐ แต่เนื่องจากขาดอุปกรณ์ในการทำงานที่มีความเร็วเพียงพอ จึงทำให้ EC ไม่ได้มีการพัฒนาเท่าที่ควร ประมาณปี พ.ศ. ๒๕๐๐ ได้มีผลงานจากนักวิจัยหลายท่านเช่น Holland [4], Rechenberg [5], Fogel [6] และ Schwefel [7] ที่ช่วยผลักดันให้ EC มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน

ข้อดีที่สำคัญของ EC คือ มีลักษณะการแก้ปัญหาแบบ Global Search คือมีโอกาสหาคำตอบที่แท้จริงที่เหมาะสมกับทุก ๆ เงื่อนไขหรือขอบเขตได้ สามารถปรับให้เหมาะสมกับลักษณะของงานประเภทต่าง ๆ ได้โดยการปรับแต่งค่า Parameter ที่ควบคุมการทำงาน และสามารถใช้ร่วมกับกรรมวิธีการแก้ปัญหาประเภทอื่น ๆ ได้ เป็นต้น

๓ Genetic Programming

J. R. Koza [8, 9, 10] ได้พัฒนา GP ขึ้นมาโดยมีจุดประสงค์ที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถเขียนหรือสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยตัวคอมพิวเตอร์เอง ในระหว่างที่เราทำงานกับ GP จะมีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมามากมายและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมานี้จะถูกเรียกว่า Individual ซึ่งจะเขียนย่อในที่นี้ว่า Ind



รูปที่ ๑ : ตัวอย่าง Individual : $\frac{x}{(5z)} \cdot (3 + (9 - y))$

Ind ใน GP ส่วนใหญ่มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับต้นไม้ (Expression Tree) ดังที่แสดงในรูปที่ ๑ **Ind** แต่ละตัวจะมีค่า Fitness กำหนดอยู่ ค่า Fitness เป็นค่าใช้แสดงความสามารถของ **Ind** ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหาหมากน้อยเท่าไร กระบวนการทำงานของ GP สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

๑. เริ่มแรกหรือที่เรียกกันว่า Generation ที่ศูนย์ ($G = 0$) จะมีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือ **Ind** แบบสุ่มหรืออย่างไม่เจาะจงจาก Terminal Set (T) และ Function Set (F) ตามจำนวน **Ind** ต่อหนึ่ง Generation ซึ่งเราเรียกกันว่า Population Size ที่ต้องกำหนดไว้ตอนแรก

๒. หลังจากนั้นเราจะหาค่า Fitness หรือคะแนนความเหมาะสมและความสามารถในการแก้ปัญหาของ **Ind** แต่ละตัว

๓. ตรวจสอบเงื่อนไขในการหยุดทำงานของ GP ซึ่งโดยปกติมี ๒ อย่างคือ

(ก) GP ได้สร้าง **Ind** ที่ต้องการ ซึ่งหมายถึงได้ **Ind** ที่มีค่า Fitness ตามที่กำหนด

(ข) ครบจำนวนรอบการทำงานของ GP หรือที่เราเรียกว่า Generation ตามที่กำหนดไว้

๔. ถ้าเงื่อนไขหนึ่งในสองอย่างของการหยุดทำงานของ GP ถูกต้อง GP จะหยุดทำงานและเราจะนำ **Ind** ที่มีค่า Fitness ดีที่สุดใช้เป็นผลลัพธ์ของ GP

๕. ถ้าเงื่อนไขในการหยุดทำงานของ GP ไม่ถูกต้อง GP จะต้องทำงานต่อไป

๖. GP จะเลือกวิธีการสร้าง **Ind** ใหม่ ซึ่งก็คือ **Ind** ในรุ่นหรือ Generation ต่อไป จากสองวิธีคือ Crossover และ Reproduction

๗. หลังจากนั้นจะมีการคัดเลือก **Ind** หนึ่งหรือสองตัวให้เป็น **Ind** ผู้ให้กำเนิด ที่ถูกใช้ในการสร้าง **Ind** ใหม่ GP จะใช้ค่า Fitness ของ **Ind** เป็นหลักในการคัดเลือก ซึ่งหมายความว่า **Ind** ที่มีค่า Fitness ดีกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกมากกว่า **Ind** ที่มีค่า Fitness ด้อยกว่า

๘. ต่อจากนั้น GP จะสร้าง **Ind** ใหม่ ตามวิธีที่ได้เลือกไว้ในข้อ ๖

(ก) Reproduction คือการสร้าง **Ind** ใหม่หนึ่งตัวที่เหมือนกับ **Ind** ผู้ให้กำเนิด ทุกอย่าง

(ข) Crossover คือการสร้าง **Ind** ใหม่สองตัว ด้วยการแลกเปลี่ยนโครงสร้างของ **Ind** ผู้ให้กำเนิด

๙. หลังจากที่ได้สร้าง **Ind ลูก Ind ลูก** อาจจะถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบางส่วนโดยวิธี Mutation

๑๐. เมื่อสร้าง **Ind ลูก** ใน Generation ที่ศูนย์ครบตามจำนวนที่ต้องการ **Ind ลูก** ที่ถูกสร้างนี้จะถูกจัดให้เป็น **Ind** ใน Generation ที่หนึ่ง ($G = 1$) จำนวน **Ind** ในแต่ละ Generation หรือที่เราเรียกกันว่า Population size จะต้องคงที่เสมอ

๑๑. หลังจากนั้นจะมีการหาค่า Fitness ของ **Ind** ใน Generation ที่หนึ่ง ต่อไป

๑๒. GP จะทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าเงื่อนไขในการหยุดทำงานของ GP จะถูกต้อง

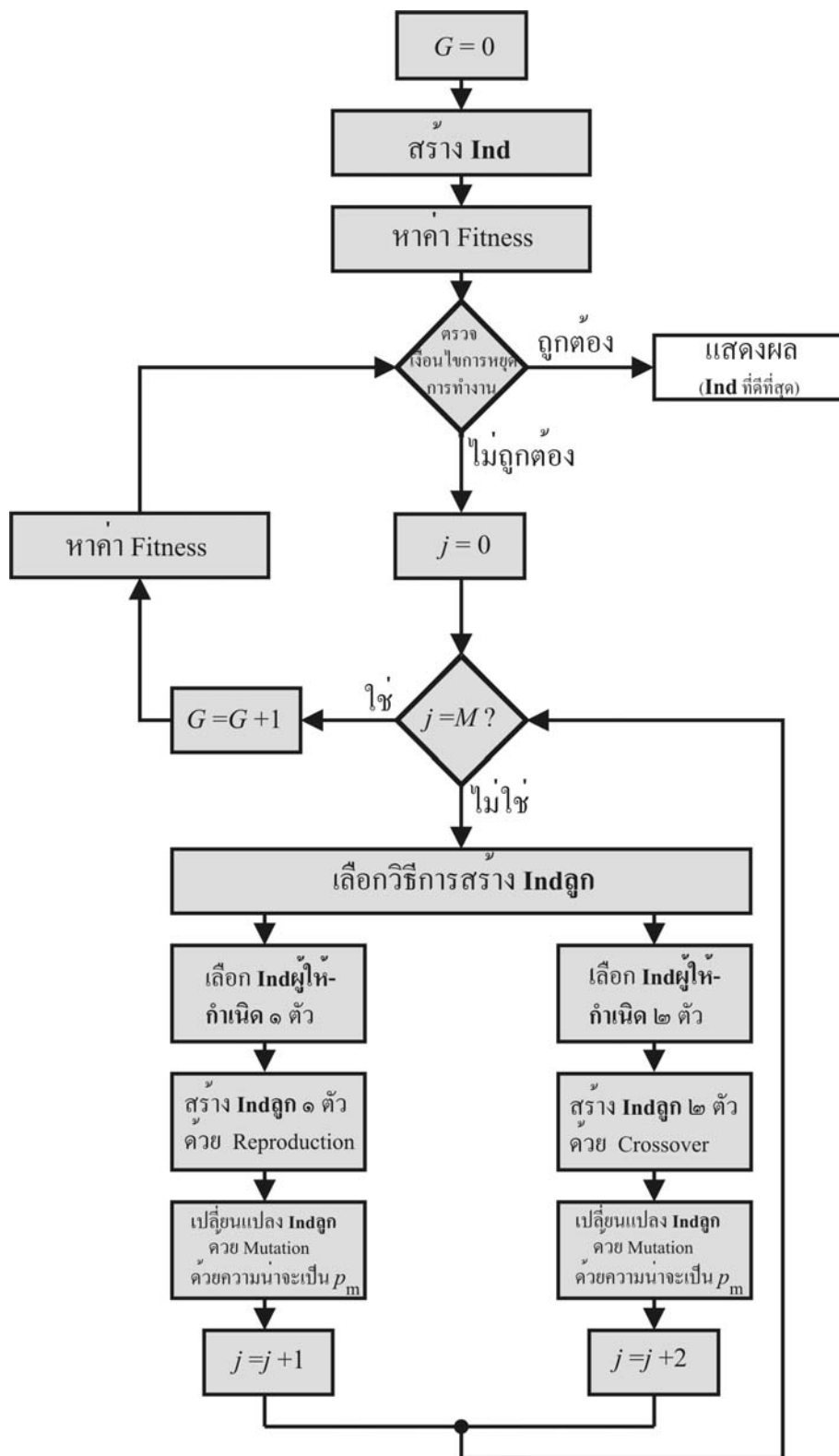
รูปที่ ๒ ได้สรุปกระบวนการทำงานของ GP ให้เราได้เห็นภาพอีกครั้ง ต่อไปนี้เป็นการอธิบายส่วนที่สำคัญของ GP

Ind ผู้ให้กำเนิด คือ **Ind** ที่ถูกเลือกมาเพื่อใช้สร้าง **Ind ลูก**

Ind ลูก คือ **Ind** ที่ถูกสร้างจาก **Ind ผู้ให้กำเนิด** และจะทำหน้าที่เป็น **Ind** ใน generation ต่อไป

Generation คือ จำนวนรอบในการทำงานของ GP





รูปที่ ๒ : สรุปหลักการทำงานของ Genetic Programming โดยที่ G คือ หมายเลขของ Generation, M คือ จำนวน Ind ในหนึ่ง Generation หรือ Population Size, j คือ จำนวน Ind ลูก ที่ถูกสร้างขึ้น

Function Set F สมาชิกใน F คือฟังก์ชันต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของ **Ind** เช่น

- ฟังก์ชันพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เช่น \sin , \cos , $+$, $-$, \times , \div
- ฟังก์ชันลอจิก เช่น not , or , and
- ฟังก์ชันแสดงเงื่อนไข เช่น if-then-else
- ฟังก์ชันการทำงานซ้ำ เช่น for , do-until เป็นต้น

Terminal Set (T) สมาชิกใน T ประกอบด้วย ค่าคงที่และตัวแปรต่าง ๆ ที่จะเป็น Input ให้กับ F

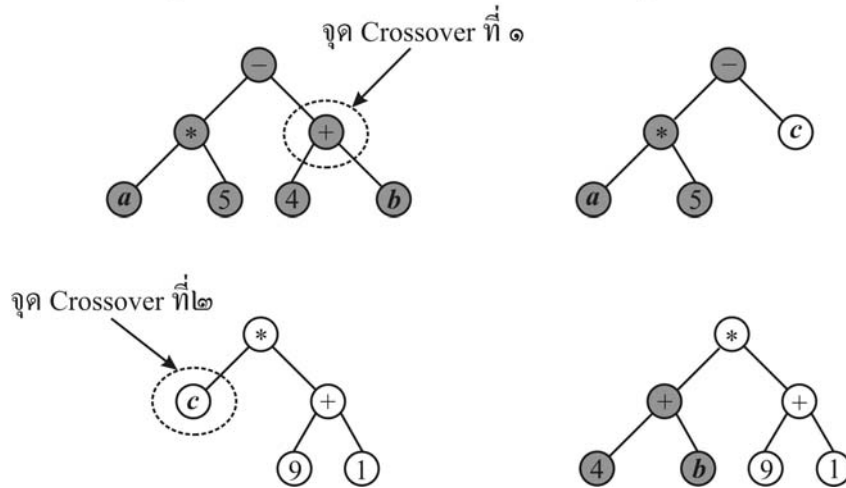
การสร้าง Individual ในครั้งแรก สำหรับ **Ind** ใน Generation ที่ศูนย์ ($G = 0$) จะถูกสร้างแบบไม่เจาะจงจากสมาชิกใน Function Set และ Terminal Set

Fitness คือค่าที่ใช้วัดความสามารถของ **Ind** ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหาอย่างน้อยเท่าไร ค่า Fitness ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ต้องการแก้หรือคำตอบที่ต้องการ เช่น ถ้าเราต้องการหาฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนาย ค่า Fitness จะคำนวณได้จากค่าผิดพลาดในการทำนาย หรือผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าทำนาย ดังนั้น **Ind** ที่มีค่าผิดพลาดในการทำนายน้อยจะมีค่า Fitness ที่ดีกว่า

การคัดเลือก (Selection) คือการคัดเลือก **Ind** ผู้ให้กำเนิด ที่จะเป็นผู้ให้กำเนิด **Ind** ลูก การคัดเลือกจะใช้ค่า Fitness เป็นหลักในการพิจารณา สำหรับ GP ส่วนใหญ่จะใช้การคัดเลือกแบบ Tournament Selection ซึ่งมีกรรมวิธีดังนี้ ขั้นแรกจะเลือกค่าคงที่ในการเลือกมาค่าหนึ่งซึ่งเราเรียกว่า Tournament Size เช่น ๑๐ เป็นต้น หลังจากนั้นจะเลือก **Ind** แบบไม่เจาะจงมา ๑๐ ตัว เฉพาะ **Ind** ที่มีค่า Fitness ดีที่สุด จะถูกเลือกให้เป็น **Ind** ผู้ให้กำเนิด

Crossover เป็นการสร้าง **Ind** ลูก โดยเลียนแบบการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ การสร้าง **Ind** ลูก ด้วยวิธี Crossover จะมีการแลกเปลี่ยนโครงสร้างระหว่าง **Ind** ผู้ให้กำเนิด สองตัวอย่างไม่เจาะจง ดังที่แสดงในรูปที่ ๓

Ind ผู้ให้กำเนิด ๒ ตัว → Ind ลูก ๒ ตัว

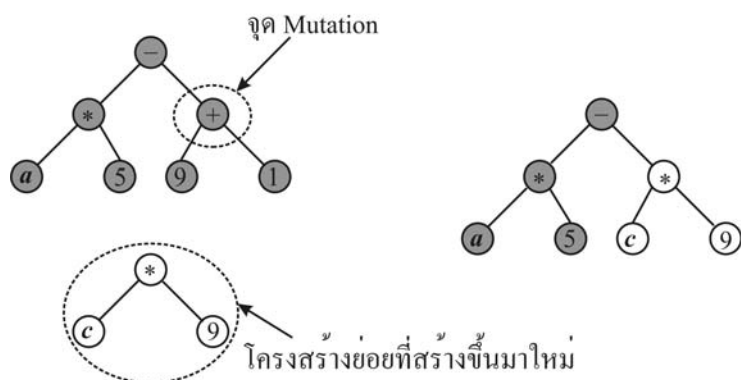


รูปที่ ๓ : ตัวอย่างการ Crossover ระหว่าง Ind ผู้ให้กำเนิด สองตัว

ตอนแรกจะมีการเลือก **Ind ผู้ให้กำเนิด** สองตัวและจะมีการเลือกจุด Crossover ใน **Ind ผู้ให้กำเนิด** ทั้งสองอย่างสุ่มหรือไม่เจาะจง หลังจากนั้นจะทำการแลกเปลี่ยนโครงสร้างย่อยระหว่าง **Ind ผู้ให้กำเนิด** ที่จุด Crossover ที่เลือกไว้ ซึ่งจะทำให้เกิด **Ind ลูก** สองตัว ดังนั้น **Ind ลูก** แต่ละตัวที่ได้จะมีโครงสร้างจาก **Ind ผู้ให้กำเนิด** สองตัว วิธีนี้คล้ายกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่ไปสู่ลูก

Mutation เป็นการเปลี่ยนโครงสร้างของ **Ind ลูก** โดยมีการเปลี่ยนโครงสร้างบางส่วนแบบสุ่มหรือไม่เจาะจง เป็นการทำให้ลูกมีความแตกต่างจากพ่อและแม่ดังที่แสดงในรูปที่ ๔ วิธีนี้คล้ายกับการกลายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ

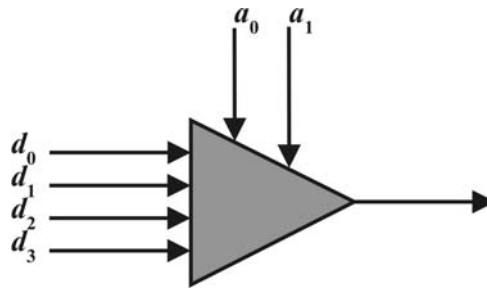
Ind ลูก → Ind ลูก หลังการ Mutation



รูปที่ ๔ : ตัวอย่างการ Mutation

๔ ตัวอย่างการทำงานของ Genetic Programming}

ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงตัวอย่างการทำงานของ GP ในการสร้างโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา กล่าวคือ เราต้องหาโปรแกรมที่สามารถจำลองการทำงานของ 4 : 1 Multiplex ดังรูปที่ ๔



รูปที่ ๔ : 4 : 1 Multiplex

4 : 1 Multiplex จะประกอบด้วย สัญญาณเข้า ๔ สัญญาณ คือ d_0, d_1, d_2, d_3 และ สัญญาณควบคุม 2 สัญญาณ คือ a_0, a_1 ที่ทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณออกจาก 4 : 1 Multiplex ให้เป็นตามตารางที่ ๑

สัญญาณควบคุม a_1	สัญญาณควบคุม a_0	สัญญาณออก
0	0	d_0
0	1	d_1
1	0	d_2
1	1	d_3

ตารางที่ ๑ : สัญญาณออกจาก 4 : 1 Multiplex

ตัวอย่างโปรแกรมที่สามารถจำลองการทำงานของ 4 : 1 Multiplex ได้คือ

$$(if(a_0)then(if(a_1)then(d_3)else(d_1)else(if(a_1)then(d_2)else(d_0))))$$

โดยที่ *if – then – else* คือ ฟังก์ชันเงื่อนไข เช่น $(if(x_0)then(y_0)else(y_1))$

- ถ้า $x_0 = 1$ จะได้ผลลัพธ์ y_0
- ถ้า $x_0 = 0$ จะได้ผลลัพธ์ y_1

๔.๑ การเตรียม Genetic Programming

ก่อนที่จะทำงานกับ GP เราจะต้องปฏิบัติดังนี้

๑. เลือก **Function Set** ตามลักษณะของปัญหา F สามารถประกอบด้วยสมาชิกดังนี้

$$F = \{if - then - else, and, or, not\} \quad (๑)$$

โดยที่ :

- if-then-else คือ ฟังก์ชันเงื่อนไข
- and คือ ฟังก์ชันลอจิก และ
- or คือ ฟังก์ชันลอจิก หรือ
- not คือ ฟังก์ชันลอจิก นิเสธ

๒. เลือก **Terminal Set** ซึ่งควรประกอบด้วยสมาชิกดังนี้

$$T = \{a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3\} \quad (๒)$$

โดยที่ : a_0, a_1 คือ สัญญาณควบคุม และ d_0, d_1, d_2, d_3 คือ สัญญาณเข้า

๓. เลือกวิธีหาค่า **Fitness** ค่า Fitness ในตัวอย่างนี้คือการตรวจสอบว่า สัญญาณออก

จาก 4 : 1 Multiplex ถูกต้องตามสัญญาณควบคุมมากน้อยเท่าใด เนื่องจาก 4 : 1 Multiplex ประกอบด้วยสัญญาณควบคุมและสัญญาณเข้ารวมทั้งสิ้น ๖ สัญญาณ ดังนั้น จึงต้องมีการตรวจสอบทั้งสิ้น 2^6 หรือ ๖๔ กรณี ดังสมการต่อไปนี้

$$f_r = \sum_{i=1}^{64} (f_4 : 1MUX_i(a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3) \oplus f_{GP_i}(a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3)) \quad (๓)$$

โดยที่ :

- f_r คือ ค่า Fitness
- $f_4 : 1MUX(a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3)$ คือ โปรแกรมที่สามารถจำลองการทำงานของ 4 : 1 Multiplex ได้
- $f_{GP}(a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3)$ คือ **Ind** ที่สร้างโดย GP
- $f_4 : 1MUX_i(a_0, a_1, d_0, \dots)$ และ $f_{GP_i}(a_0, a_1, d_0, \dots)$ คือ ผลลัพธ์ ที่ได้จาก $f_4 : 1MUX(a_0, a_1, d_0, \dots)$ และ $f_{GP}(a_0, a_1, d_0, \dots)$ เมื่อ $a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3$ มีค่าในกรณีที่ i
- \oplus ฟังก์ชันลอจิก *xor* กล่าวคือ ถ้า $f_{GP}(a_0, a_1, d_0, \dots)$ และ $f_4 : 1MUX(a_0, a_1, d_0, \dots)$ ในกรณีที่ i แสดงค่าตรงกันจะได้ผลลัพธ์เท่ากับ

๑

จากสมการ (3) **Ind** ที่ต้องการควรมีค่า Fitness $f_r = 64$

๔. กำหนดเงื่อนไขการหยุดทำงานของ GP GP จะหยุดการทำงานเมื่อเงื่อนไขใดต่อไปนี้เป็นข้อกำหนด

- Ind ที่มีค่า Fitness : $f_r = 64$ ได้ถูกสร้างขึ้น หรือ
- จำนวนรอบการทำงานของ GP ซึ่งก็คือ Generation $G = 50$

๕. กำหนดค่า Parameter สำหรับควบคุมการทำงานของ GP ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามตารางที่ ๒

จำนวน Individual ต่อหนึ่ง Generation (Population Size)	100
จำนวน Generation (Maximum Number of Generation)	50
ความน่าจะเป็นของการ Crossover	90%
ความน่าจะเป็นของการ Reproduction	10%
ความน่าจะเป็นของการ Mutation	20%
วิธีการสร้าง Ind สำหรับ Generation ที่สุ่ม	แบบสุ่มหรือไม่เจาะจง
วิธีการคัดเลือก (Selection Method)	Tournament
ค่าคงที่ในการเลือกโดยวิธี Tournament (Tournament Size)	10

ตารางที่ ๒ : Parameter สำหรับควบคุมการทำงานของ Genetic Programming

๔.๒ ผลการทดลอง

จากการทดลองใน Generation ที่สุ่ม GP ยังไม่สามารถสร้างคำตอบได้ตามต้องการซึ่งเป็นเรื่องปกติเพราะว่า Ind ทุกตัวได้ถูกสร้างแบบไม่เจาะจง Ind ที่ดีที่สุดมีค่า Fitness เท่ากับ ๔๘ หลังจากนั้น GP ได้สร้าง Ind ที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ จนภายใน Generation ที่ ๑๐ GP สามารถสร้าง Ind หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองการทำงานของ 4 : 1 Multiplex ได้ Ind ที่ดีที่สุดของแต่ละ Generation มีดังนี้คือ

Generation เริ่มต้น หรือ Generation ที่สุ่ม Ind ที่ดีที่สุดมีค่า Fitness : $f_r = 48$ คือ

$$(if(not(a_1))then(d_1)else(d_3))$$

Generation ที่ ๑ - ๔ Ind ที่ดีที่สุดเหมือนกับ Generation ที่สุ่ม

Generation ที่ ๕ Ind ที่ดีที่สุดมีค่า Fitness $f_r = 56$ คือ

$$(if(a_1)then(if(a_0)then(d_3)else(d_2))else(d_1))$$

Generation ที่ ๖ และ ๗ Ind ที่ดีที่สุดเหมือนกับ Generation ที่ ๕

Generation ที่ ๘ Ind ที่ดีที่สุดมีค่า Fitness : $f_r = 60$ คือ

$$(if(a_1)then(if(a_1)then(if(a_0)then(d_3)else(d_2))else(d_0))else(if(a_0)then(if(d_0)then(d_2)else(d_1)else)(d_0)))$$

Generation ที่ ๙ Ind ที่ดีที่สุดเหมือนกับ Generation ที่ ๘

Generation ที่ ๑๐ Ind ที่ดีที่สุดมีค่า Fitness : $f_r = 64$ คือ

$$(if(a_1)then(if(a_1)then(if(a_0)then(d_3)else(d_2))else(d_0))else(if(a_0)then(if(d_0)then(d_2)else(d_1)else)(d_0)))$$

๕ บทวิเคราะห์

GP ไม่ใช้การแก้ปัญหาแบบสุ่มหาคำตอบหรือที่เรียกว่า Random Search แต่ GP เป็นกรรมวิธีการแก้ปัญหาแบบฉลาดที่อาศัยการทำงานแบบสุ่มหรือไม่เจาะจง การกำหนด T และ F เป็นการกำหนดขอบเขตการค้นหาคำตอบของ GP ดัง T และ F ไม่ควรกำหนดให้กว้างมากเกินไปเพราะจะทำให้ GP ใช้เวลานานในการค้นหาคำตอบ นอกจากนี้ T และ F ไม่ควรแคบจนเกินไปเพราะจะทำให้ GP ไม่สามารถสร้างคำตอบได้ ที่ Generation ที่ศูนย์ ($G = 0$) GP สร้าง **Ind** ขึ้นมาจำนวนมากนั้นหมายความว่า GP เริ่มหาคำตอบพร้อมกันจากหลายจุด เนื่องจาก **Ind** ทุกตัวได้ถูกสร้างแบบไม่เจาะจงจาก T และ F **Ind** ส่วนใหญ่จะมีค่า Fitness ไม่ดีเท่าที่ควร

Fitness เป็นตัวแสดงค่าความเหมาะสมในการแก้ปัญหาของ **Ind** ที่ถูกสร้างขึ้นมา การที่ให้ **Ind** ที่ค่า Fitness ดีมีโอกาสมากในการสร้าง **Ind** ลูก นั่นก็คือการกำหนดทิศทางการค้นหาคำตอบของ GP % ว่าเป็นต้นตอจาก **Ind** ดี

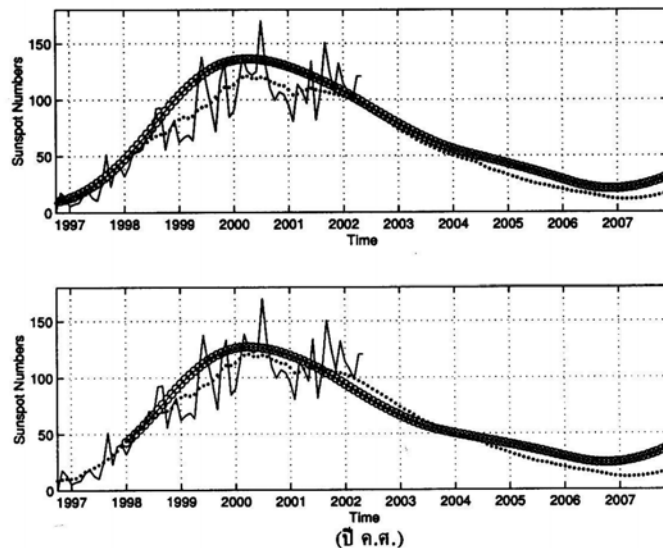
การ Crossover ระหว่าง **Ind** ที่ดีสองตัวเพื่อให้เกิด **Ind** ลูก **Ind** ลูก ที่เกิดมานั้นจะไม่เหมือนกับ **Ind** ผู้ให้กำเนิด แต่ตัวเองจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ จากผู้ให้กำเนิดทั้งสองและอาจจะมีค่า Fitness ที่ดีกว่าด้วย ส่วนใหญ่ GP จะใช้การ Crossover เป็นเครื่องมือหลักในการค้นหาคำตอบใหม่

Reproduction คือการสร้าง **Ind** ลูก ให้เหมือน **Ind** ผู้ให้กำเนิด อย่าง ๑๐๐% เราอาจเรียกวิธีนี้ว่า Cloning ก็ได้ การ Reproduction เป็นการป้องกันไม่ให้ **Ind** ดีที่ GP เคยสร้างไว้ไม่ถูกทำลายไปและยังมีโอกาสให้กำเนิดบุตรใน Generation ต่อ ๆ ไป ตามปกติ GP จะสร้าง **Ind** ลูก ด้วยวิธี Crossover ประมาณ ๘๐ - ๙๐% ส่วน **Ind** ลูก ที่เหลือจะถูกสร้างโดยวิธีแบบ Reproduction

ด้วยการ Mutation ทำให้ **Ind** ลูก มีความหลากหลายมากขึ้นจากเดิมหรือเราอาจเรียกว่าการกลายพันธุ์ก็ได้ เป็นการป้องกันไม่ให้ GP ไม่สามารถสร้าง **Ind** ลูก ที่ดีกว่าผู้ให้กำเนิดได้ ซึ่งจะเหมือนกับเปลี่ยนทิศทางการค้นหาคำตอบของ GP เพื่อป้องกันไม่ให้ GP หยุดอยู่ที่ Local Extreme หรือ จุดที่เหมาะสมเฉพาะในบริเวณใกล้เคียง โดยปกติจำนวน **Ind** ลูก ที่ผ่านการ Mutation จะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นคือ ๐ - ๒๐%

GP มี Parameter หลายอย่างที่สามารถปรับหรือกำหนดให้เหมาะสมกับปัญหาได้ แต่การกำหนด Parameter เหล่านี้ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนจะขึ้นอยู่กับทดลองและประสบการณ์ของผู้ทำงานกับ GP เอง มีนักวิจัยหลายท่านได้พยายามอธิบายการทำงานของ GP และการกำหนดค่าของ Parameter ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์แต่ก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร Parameter หลัก ๆ ของ GP คือ จำนวน Individual ต่อ Generation (Population Size) และ จำนวน Generation ค่าทั้งสองค่านี้ควรกำหนดให้สูงขึ้นตามความซับซ้อนของปัญหา แต่ไม่ควรกำหนดให้สูงมากเกินไปจนคอมพิวเตอร์ที่เราใช้ทำงานด้วยใช้เวลาอย่างมากในการแสดงผล

ใน [๙, ๑๑] ได้แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันมีการนำ GP มาใช้ประโยชน์ในหลายด้านและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างการนำ GP มาใช้ประโยชน์ที่จะขอกกล่าวในที่นี้คือการทำนายที่เรียกว่า Time Series Prediction โดยปกติการทำนายประเภทนี้ผู้ทำนายจะต้องศึกษาและใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเพื่อสร้างสมการคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำนาย ใน [12, 13, 14] ได้มีการพัฒนาวิธีการทำนาย Time Series Prediction โดยให้ GP เป็นเครื่องมือหลักในการสร้างสมการคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนาย นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบการทำนายค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดต่างบนดวงอาทิตย์ (Sunspot Number) ด้วยวิธีต่าง ๆ การนำ GP มาใช้จะสามารถลดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ ทั้งยังมีผลการทำนายค่อนข้างดี



รูปที่ ๖ : การทำนายค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดต่างบนดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือนจนถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๐ (ค.ศ. ๒๐๐๗) จากจุดเริ่มต้นที่ต่างกัน *เส้นต่อเนื่อง* : ค่าเฉลี่ยจริงที่วัดได้ *จุด* : ค่าทำนายโดย NOAA, *วงกลม* : ค่าทำนายโดยใช้ GP ใน [14]

รูปที่ ๖ แสดงผลการทำนายค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดต่างบนดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือนเป็นระยะยาวจนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๐ (ค.ศ. ๒๐๐๗) จากจุดเริ่มต้นที่ต่างกันโดย US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) และ GP ใน [14] ค่าทำนายที่ได้จากทั้งสองวิธีมีลักษณะที่

ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของจำนวน จุดต่างบนดวงอาทิตย์ ในแต่ละเดือนจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงประมาณปลายปี พ.ศ. ๒๕๔๙ หรือ ต้นปี พ.ศ. ๒๕๕๐

๖ สรุป

GP เป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถสร้างโปรแกรมขึ้นด้วยตัวเองได้ โดยเลียนแบบการวิวัฒนาการตามธรรมชาติที่อาศัยกลไกในการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เริ่มแรกของการทำงานเราต้องกำหนดสมาชิกใน Function Set และ Terminal Set เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตและแนวทางในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของ GP ที่เรียกกันว่า Individual หลังจากนั้น GP จะสร้าง Individual ขึ้นมาแบบสุ่มหรือไม่เจาะจงจาก Terminal Set และ Function Set ที่กำหนดไว้หลาย ๆ ตัว Individual ที่ดี ๆ จะถูกเลือกเพื่อนำไปสร้าง Individual ใหม่ต่อไปด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น Crossover หรือ Reproduction Individual ใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นอาจถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบางส่วนโดยวิธี Mutation วิธีทั้งสามแบบคือ Crossover, Reproduction และ Mutation เป็นการเลียนแบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต Individual ที่สร้างใหม่ที่ดี ๆ ก็จะถูกเลือกเพื่อนำไปสร้าง Individual ใหม่ต่อไป GP จะทำงานไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบจำนวนรอบการทำงานหรือได้ Individual ที่เราต้องการ ปัจจุบันมีการนำ GP มาใช้ประโยชน์และได้ผลดีในหลายด้าน เช่น การทำนายแบบ Time Series Prediction เป็นต้น

หนังสืออ้างอิง

๑. T. Bäck, U. Hammel, H. Schwefel : Evolutionary Computation : Comments on the History and Current State, In : IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol. 1, No. 1, หน้า ๓ - ๑๖, April, 1997.
๒. T. Bäck, D. Fogel, Z. Michalewicz : *Handbook of Evolutionary Computation*, Oxford University Press, Oxford 1997.
๓. D. B. Fogel : *What is evolutionary computation?*, In : *IEEE Spectrum*, Vol. 37, No. 2, หน้า ๒๖ - ๓๒, February, 2000.
๔. J. H. Holland : *Outline for a logical theory of adaptive systems*, In : *Journal of the Association for Computing Machinery*, Vol. 3, หน้า ๒๙๗ - ๓๑๔, 1962.

๕. I. Rechenberg : *Cybernetic solution path of an experimental problem*, Royal Aircraft Establishment, Library translation No. 1122, Farnborough, Hants., U.K., August 1965.
๖. L. J. Fogel, A. J. Owens, M. J. Walsh : *Artificial Intelligence through Simulated Evolution*. John Wiley & Sons, New York, 1966.
๗. H. -P. Schwefel : *Projekt MHD-Staustrahlrohr : Experimentelle Optimierung einer Zweiphasend"use. Teil* , Technischer Bericht 11.034/68, 35, AEG Forschungsinstitut, Berlin, Germany, Oktober 1968.
๘. J. R. Koza : *Genetic Programming : On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, MIT Press, Cambridge, MA, 1992.
๙. W. Banzhaf, P. Nordin, R. E. Keller, F.D. Francone : *Genetic Programming An Introduction : On the Automatic Evolution of Computer Programs and its Applications*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, California, 1998.
๑๐. W. Banzhaf, J. R. Koza, C. Ryan, L. Spector, C. Jacob : *Genetic programming*, In : *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 15, No. 13, หน้า ๗๔ - ๘๔, 2000.
๑๑. <http://www.genetic-programming.org>
๑๒. W. Panayaworayan and G. Wuetschner : *Time Series Prediction Using a Recursive Algorithm of a Combination of Genetic Programming and Constant Optimization*, In : Mendel 2002 8th International Conference on Soft Computing, หน้า 68-73, Brno, Czech Republic, June 5-7, 2002.
๑๓. W. Panayaworayan and G. Wuetschner : *Time Series Prediction Using a Recursive Algorithm of a Combination of Genetic Programming and Constant Optimization*, In : GECCO 2002 : Proceedings of the Bird of a Feather Workshops, Genetic and Evolutionary Computation Conference, หน้า ๑๐๑ - ๑๐๗, New York City, New York, USA, 9 July 2002.
๑๔. W. Panayaworayan, G. Wuetschner : *Time Series Prediction Using a Recursive Algorithm of a Combination of Genetic Programming and Constant Optimization*, In : Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, Vol. 15, No. 2, หน้า ๒๖๕ - ๒๗๙, August 2002.

ระบบเครือข่าย

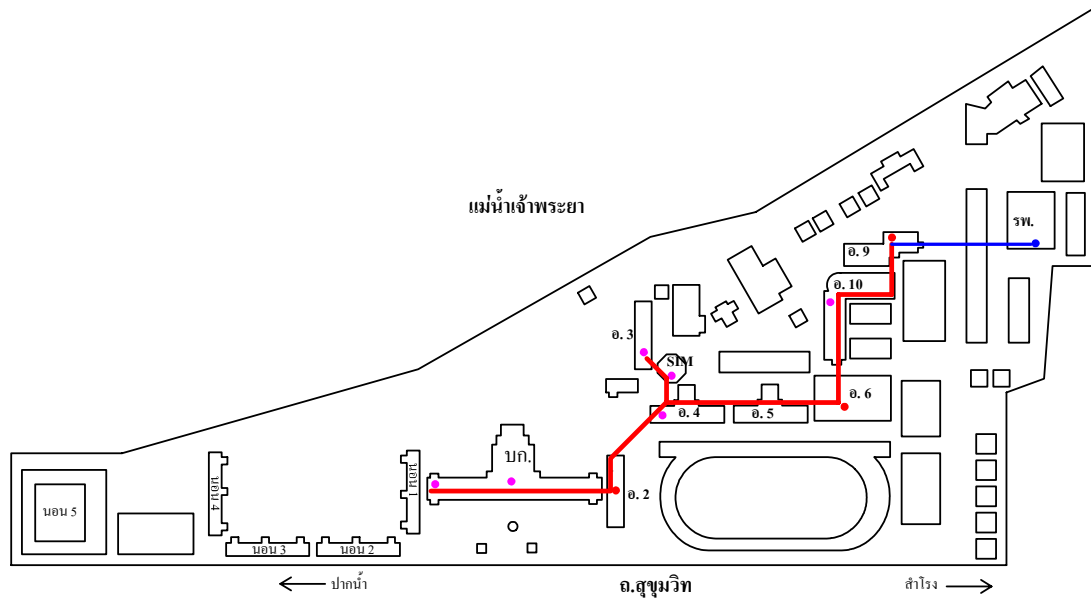
โรงเรียนนายเรือ (ตอนที่ 1)

น.ต. ไกรสิทธิ์ มหิทธิ
อาจารย์ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ

ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรือโดยการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์จากที่ต่าง ๆ ให้สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกันได้และสามารถใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ร่วมกัน เช่น การใช้งานเครื่องพิมพ์ด้วยกัน การเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น หรือจะเป็นการใช้งานค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เนื่องจากอาคารต่าง ๆ ภายในโรงเรียนนายเรือตั้งอยู่กระจายห่างกันทั่วบริเวณโรงเรียน จึงทำให้การพัฒนาระบบเครือข่ายถูกจำกัดอยู่เฉพาะบริเวณอาคารกองบัญชาการและอาคารเรียน ๒ ซึ่งเป็นอาคารที่มีพื้นที่ติดกันโดยมีศูนย์กลางอยู่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ (เดิม) บริเวณชั้นที่ ๓ ของอาคารเรียน ๒ การเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายจากอาคารอื่น ๆ ที่ห่างออกไปก็จะทำโดยการเชื่อมต่อผ่านสายโทรศัพท์เข้ามาที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ (เดิม) ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ ได้มีการติดตั้งระบบเครือข่ายใหม่ทดแทนระบบเดิมโดยย้ายศูนย์กลางของระบบเครือข่ายมายังอาคารกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ (อาคารเรียน ๖) และเชื่อมโยงระบบเครือข่ายไปยังอาคารต่าง ๆ โดยเคเบิลใยแก้ว (รูปที่ ๑) ทำให้ระบบเครือข่ายมีขนาดใหญ่ขึ้น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานในระบบเครือข่ายมีจำนวนมากขึ้น การใช้ประโยชน์จากระบบเครือข่ายเพิ่มมากขึ้น และเมื่อมีการใช้งานหรือความต้องการใช้งานมากขึ้น สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาก็คือปัญหาต่าง ๆ จากการใช้งานหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพยายามใช้งาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นอันดับแรกก็จะเป็นปัญหาจากการพยายามใช้งานระบบเครือข่าย เช่น การกำหนดค่าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และการกำหนดค่าให้กับโปรแกรมที่จะใช้งาน ซึ่งการกำหนดค่าต่าง ๆ ในบางกรณีสามารถทำได้ง่ายโดยผู้ใช้งานเพียงแต่ผู้ใช้ทราบข้อมูลว่าจะต้องนำตัวเลขหรือข้อความอะไรมาใช้ในการกำหนดค่า ผู้เขียนเองก็เคยประสบปัญหาลักษณะนี้มาแล้วถึงแม้จะทราบว่าการกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องทำอย่างไร แต่ไม่ทราบว่าจะต้องกำหนดค่าอะไรลงไป เช่นเมื่อครั้งที่ผู้เขียนไปที่อุทหาเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอุทหาเรือ (อจปร.อร.) โดยได้นำเครื่องคอมพิวเตอร์ไปด้วยและต้องการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่าย แต่ผู้เขียนไม่สามารถจะทำได้เพราะไม่ทราบว่าจะต้องกำหนดค่าต่างให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นค่าอะไรบ้าง ผู้เขียนจะต้องสอบถามจากผู้ที่ทราบจึงจะสามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้ ดังนั้นปัญหาที่จะเกิดจากการพยายามใช้ระบบเครือข่ายก็จะลดลงได้หากผู้ใช้งานทราบว่าต้องกำหนดค่าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างไรและด้วยค่าอะไร

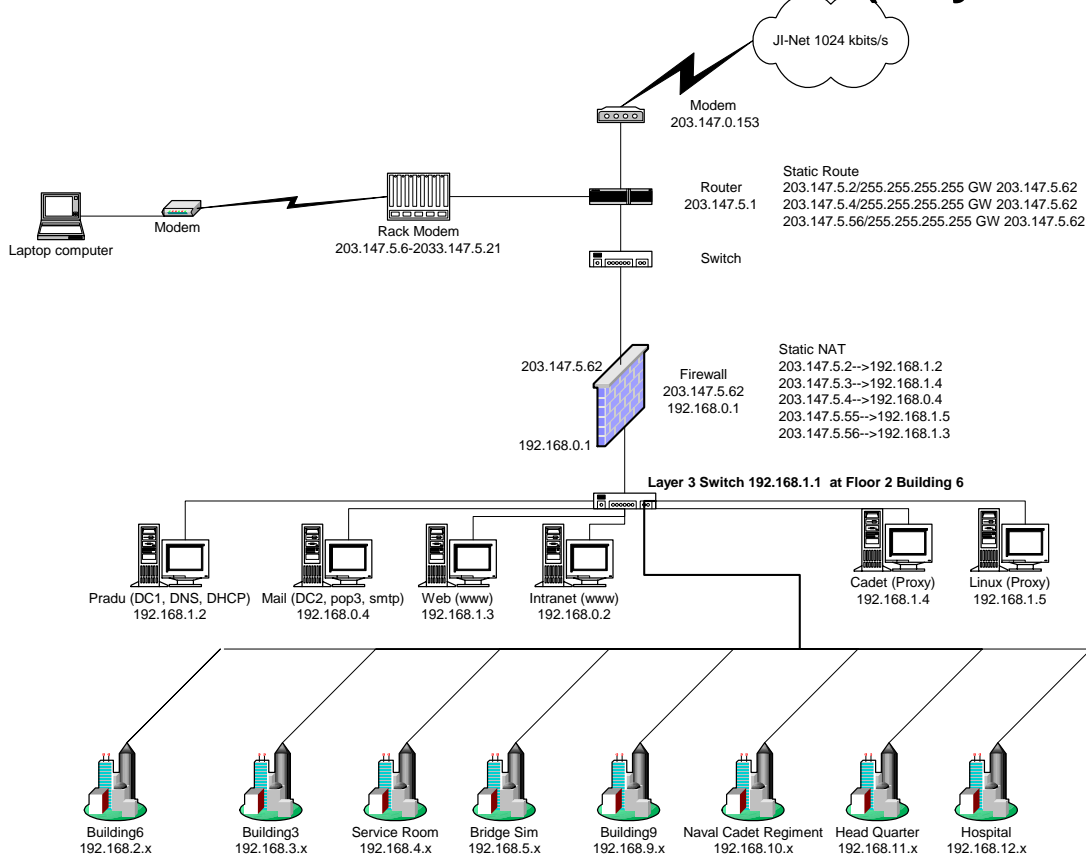
แต่ก่อนอื่นผู้เขียนจะแนะนำให้ผู้อ่านทราบและเข้าใจถึงโครงสร้างและการทำงานของระบบเครือข่ายภายในโรงเรียนนายเรือ เพราะนอกจากจะทำให้เข้าใจถึงการกำหนดค่าต่าง ๆ ดียิ่งขึ้นแล้วยังจะช่วยให้ลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบเครือข่ายจากการตั้งค่าที่ไม่ถูกต้องอีกด้วย



รูปที่ ๑

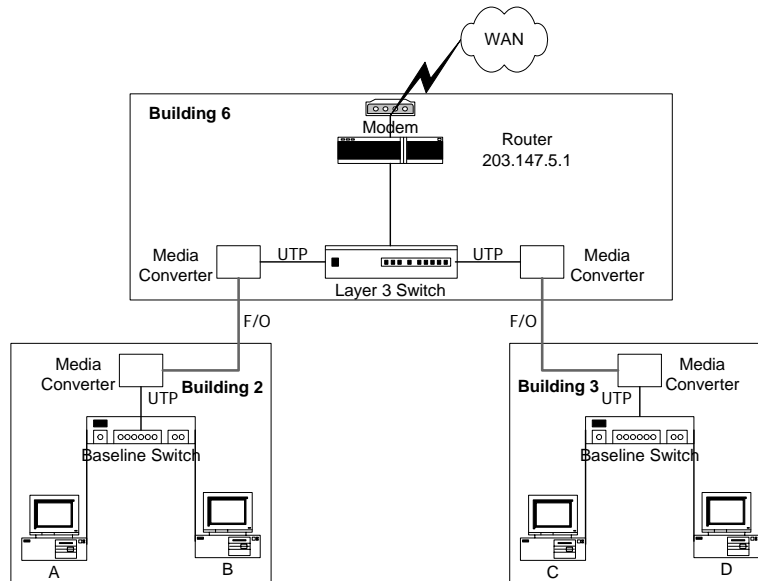
ศูนย์กลางของระบบเครือข่ายได้ย้ายมาที่อาคารกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ดังที่กล่าวมาในตอนต้น โดยที่สายเคเบิลใยแก้วทุกเส้นที่เชื่อมต่อไปยังอาคารต่าง ๆ รวมกันอยู่ที่ชั้นที่ ๒ ของอาคารหลังนี้ และมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Media Converter) ที่ได้รับจากสายเคเบิลใยแก้วให้เป็นสัญญาณที่สามารถส่งต่อไปยังสายนำสัญญาณชนิด UTP เพื่อต่อไปยังอุปกรณ์เครือข่าย (Layer 3 Switch) ซึ่งอยู่ถัดไป Layer 3 Switch ตัวนี้จะเป็นศูนย์กลางของการเชื่อมต่อทั้งหมดภายในโรงเรียนนายเรือ การรับส่งข้อมูลระหว่างอาคารจะต้องผ่าน Layer 3 Switch อุปกรณ์ตัวนี้จะมีหนึ่งพอร์ตที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งคือเราท์เตอร์ (Router) โดยมีกำแพงไฟ (Fire Wall) อยู่ระหว่างกลาง เพื่อทำหน้าที่รักษาความปลอดภัยและติดต่อกับระบบเครือข่ายภายนอก Router จะถูกต่อเข้ากับโมเด็ม (Modem) ที่มีความเร็ว 1024 Mbits/s ดังรูปที่ ๒

RTNA Network Infrastructor (May 2003)



รูปที่ ๒

หากมีการรับส่งข้อมูลระหว่างภายนอกโรงเรียนนายเรือ และภายในโรงเรียนนายเรือ ข้อมูลจะต้องผ่าน Router แต่ถ้าเป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างอาคาร ข้อมูลจะไม่ผ่าน Router แต่จะผ่านที่ Layer 3 Switch เท่านั้น กรณีที่มีการรับส่งข้อมูลเฉพาะภายในอาคารจะไม่มีข้อมูลผ่านมาที่ Layer 3 Switch ข้อมูลจะถูกส่งผ่านที่ Baseline Switch เท่านั้น โดย Baseline Switch จะเป็นอุปกรณ์เครือข่ายหลักอีกหนึ่งตัวของอาคารที่มีการเชื่อมต่อกับระบบเคเบิลใยแก้วดังรูปที่ ๓



รูปที่ ๓

จากรูป Computer A ต้องการส่งข้อมูลไปยัง computer B ภายในอาคาร ๒ ข้อมูลจะถูกส่งผ่าน Baseline Switch ที่อยู่ที่อาคาร ๒ โดยไม่ต้องผ่านไปยังอาคาร ๖ หาก Computer A ต้องการส่งข้อมูลไปยัง Computer D ที่อาคาร ๓ ข้อมูลถูกส่งออกจาก Computer A ไปที่ Baseline Switch ของอาคาร ๒ ส่งผ่านไปยัง Layer 3 Switch ที่อาคาร ๖ ก่อน จึงผ่านไปยัง Baseline Switch ที่อาคาร ๓ และไปยัง Computer D ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามต้องการติดต่อไปยังระบบอินเทอร์เน็ตภายนอก ข้อมูลก็ถูกส่งออกจากคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นผ่านไปยัง Baseline Switch ประจำอาคาร ข้อมูลจะถูกส่งมายัง Layer 3 Switch ที่อาคารกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ผ่านเราท์เตอร์และโมเด็มออกไปยังระบบเครือข่ายภายนอก

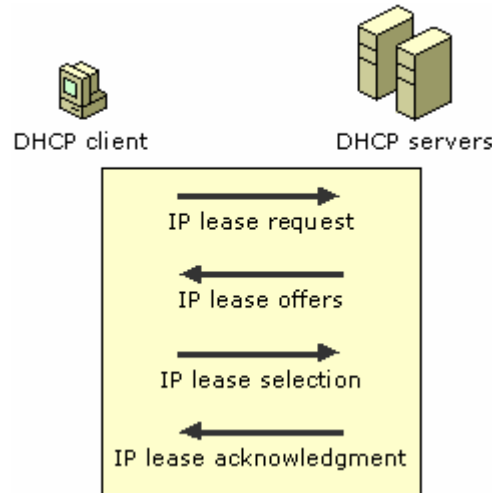
จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเส้นทางการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่อยู่ในภายในโรงเรียนนายเรือ สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลได้ก็คือ ไอพีแอดเดรส (IP address) เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบเครือข่ายจะต้องมีไอพีแอดเดรสเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ไอพีแอดเดรสจะอยู่ในรูปของตัวเลขฐานสองจำนวน ๓๒ บิตโดยจะแบ่งออกเป็นสี่กลุ่ม ๆ ละ ๘ บิตและนำแต่ละกลุ่มมาเขียนเป็นเลขฐานสิบคั่นด้วยจุด เช่น 110000001010100011001000000001 สามารถแยกเป็น 11000000, 10101000, 01100100, 00000001 ซึ่งเมื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบแล้วจะได้ 192.168.100.1 (เลขฐานสิบในแต่ละกลุ่มจะมีค่าระหว่าง 0-255) ในส่วนของรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของไอพีแอดเดรสจะไม่ขอกล่าวในที่นี้ ไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่บนอินเทอร์เน็ตจะต้องไม่ซ้ำกัน โดยมีหน่วยงาน

ที่รับผิดชอบคือ Internet Assigned Number Authority (IANA) จะควบคุมการกำหนดไอพีแอดเดรสทั่วโลกและมีหน่วยงานในส่วนภูมิภาครับผิดชอบส่วนย่อยลงไป ไอพีแอดเดรสที่ได้รับการกำหนดจาก IANA ที่ไม่ซ้ำกันทั่วโลกเรียกว่า Public Address หรือ Public IP Address แต่เนื่องจากไอพีแอดเดรสมีจำนวนจำกัด ในหน่วยงานหรือองค์กรบางแห่งจึงได้รับ Public IP Address มาจำนวนไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนคอมพิวเตอร์ในองค์กร และเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตโดยตรง ดังนั้น IANA จะไม่จัดสรรไอพีแอดเดรสในช่วงหนึ่งให้ใช้เป็น Public IP Address แก่ผู้ร้องขอ ไอพีแอดเดรส แอดเดรสในช่วงดังกล่าวจะไม่สามารถนำมาใช้ติดต่อสื่อสารในระบบอินเทอร์เน็ตและจะถูกปฏิเสธการใช้งานจากระบบอินเทอร์เน็ตหากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดมีไอพีแอดเดรสในช่วงดังต่อไปนี้ 10.0.0.0-10.255.255.255, 172.16.0.0-172.31.255.255, 192.168.0.0-192.168.255.255 ไอพีแอดเดรสในช่วงดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในระบบเครือข่ายภายในที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตโดยตรง แต่ไม่ได้หมายความว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีไอพีแอดเดรสเหล่านี้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบอินเทอร์เน็ตภายนอกได้เพียงแต่จะไม่สามารถติดต่อได้โดยตรงเท่านั้น ไอพีแอดเดรสในช่วงนี้เรียกว่า Private Address ไอพีแอดเดรสที่ใช้ภายในโรงเรียนนายเรือ เป็นไอพีแอดเดรสในกลุ่ม Private Address เพราะเนื่องจากได้รับ Public IP Address มาจำนวนไม่มากจึงนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นจะต้องมีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตโดยตรงเท่านั้น เช่น เครื่องให้บริการเว็บไซต์ (WWW Server) เครื่องให้บริการรับ-ส่ง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Mail Server) และเครื่องให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากภายใน (Proxy Server) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของเครื่องที่ใช้ไอพีแอดเดรสในกลุ่ม Private Address สามารถกระทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านเครื่องที่ทำหน้าที่ให้บริการดังกล่าวข้างต้น เครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีไอพีแอดเดรสเพื่อที่จะใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันในระบบเครือข่าย ไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้จะต้องอยู่ในกลุ่มเน็ตเวิร์คเดียวกันด้วย (การกำหนดกลุ่มของเน็ตเวิร์คผู้เขียนจะขอกล่าวในโอกาสต่อไป) หากเป็นไอพีแอดเดรสต่างกลุ่มกันจะไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยตรง เช่นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีไอพีแอดเดรส 192.168.0.5 และมีกลุ่มเน็ตเวิร์คเป็น 192.168.0. (subnet 255.255.255.0) สามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีไอพีแอดเดรส 192.168.0.6 ได้ แต่ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีไอพีแอดเดรส 192.168.1.6 ได้

การติดต่อสื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีไอพีแอดเดรสต่างกลุ่มกันสามารถทำได้โดยจะต้องผ่านเราท์เตอร์ ซึ่งจะมีรายละเอียดปลีกย่อยลงไปอีกมากและโดยปกติแล้วผู้ดูแลระบบเครือข่ายจะเป็นผู้รับผิดชอบการออกแบบและกำหนดการใช้ไอพีแอดเดรสในระบบเครือข่าย เนื่องจากการกำหนดไอพีแอดเดรสให้เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องในระบบเครือข่ายจะต้องระบุค่าอื่น ๆ อีกหลายค่าลงไปด้วย เช่น ไอพีแอดเดรสของเกตเวย์ ไอพีแอดเดรสของ DNS Server และ ไอพีแอดเดรสของ WINS Server การกำหนดค่าไอพีแอดเดรสต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น เรียกว่าการกำหนดแบบ Static IP Address หากมีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงค่าไอพีแอดเดรสบางค่าในระบบเครือข่าย เช่น ไอพีแอดเดรสของเกตเวย์ ก็

ต้องไปแก้ไขบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในระบบซึ่งการกำหนดไอพีแอดเดรสแบบ Static IP Address จะไม่เหมาะกับหน่วยงานหรือองค์กรที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากและผู้ดูแลระบบไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง มีการกำหนดไอพีแอดเดรสให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายอีกแบบ ที่สามารถลดความยุ่งยากในการกำหนดค่าต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้งาน เพิ่มความสะดวกและประสิทธิภาพในการจัดการระบบเครือข่ายแก่ผู้ดูแลระบบคือการกำหนดค่าแบบ Dynamic IP Address ซึ่งจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องลูกข่ายในระบบเครือข่ายได้รับค่าของไอพีแอดเดรสและค่าอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายจากเครื่องแม่ข่ายที่ทำหน้าที่แจกจ่ายไอพีแอดเดรส เครื่องแม่ข่ายที่ทำหน้าที่นี้จะต้องติดตั้งการให้บริการ DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) และจะเรียกเครื่องแม่ข่ายนี้ว่า DHCP Server ส่วนเครื่องลูกข่ายที่กำหนดให้รับค่าไอพีแอดเดรสจากเครื่อง DHCP Server จะเรียกว่า DHCP Client ทุกครั้งที่เครื่อง DHCP Client เริ่มทำงานจะเริ่มกระบวนการที่จะขอรับไอพีแอดเดรส จาก DHCP Server ขั้นตอนสำหรับกระบวนการดังกล่าวมีดังนี้ (ดูรูปที่ ๔ ประกอบ)

๑. DHCP Client ส่งสัญญาณ DHCP discover message ไปในระบบเครือข่ายของตนเอง
๒. DHCP Server จะตอบกลับไปด้วย DHCP offer message : ซึ่งจะมีไอพีแอดเดรสที่จะแจกจ่ายให้แก่เครื่อง DHCP Client รวมอยู่ด้วย
๓. เมื่อเครื่อง DHCP Client ได้รับ DHCP offer message ก็เลือกไอพีแอดเดรส (เนื่องจากอาจจะมี DHCP Server หลายเครื่องเสนอไอพีแอดเดรสมาให้) ที่เสนอ และจะตอบกลับไปยัง DHCP Server ที่เสนอไอพีแอดเดรสมาให้ด้วย DHCP request
๔. เครื่อง DHCP Server จะส่ง DHCP acknowledgement message ตอบกลับเพื่อยอมรับให้ใช้ไอพีแอดเดรสนั้นและจะส่งค่าอื่น ๆ ไปพร้อมกันด้วยเช่น Gateway, DNS, Wins Server ใน DHCP acknowledgement message
๕. เครื่อง DHCP Client จะนำค่าต่าง ๆ ที่ได้รับมาตั้งค่าเพื่อใช้งานและเข้าร่วมในระบบเครือข่าย



รูปที่ ๔

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายที่ตั้งให้เป็น DHCP Client ได้รับไอพีแอดเดรสแล้ว พร้อมทั้งจะเข้าใช้งานในระบบเครือข่าย โดยการเรียกใช้โปรแกรมใช้งานต่าง ๆ ขึ้นมาและตั้งค่าต่าง ๆ ให้แก่โปรแกรมนั้น ๆ เช่น การใช้งานเพื่อเปิดชมเว็บไซต์ ผู้ใช้งานก็จะเรียกโปรแกรมเบราเซอร์ เช่น Internet Explorer Netscape หรือ Opera ขึ้นมา จากนั้นตั้งค่าพรีอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์และพอร์ตให้แก่โปรแกรมจึงจะสามารถใช้งานได้ ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องทราบว่าจะกำหนดอย่างไร ในหน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ จะตั้งค่าเหล่านี้ไม่เหมือนกัน การตั้งค่าให้แก่โปรแกรมเป็นส่วนที่สองหลังจากที่ได้มีการตั้งค่าไอพีแอดเดรสไปแล้ว แต่ในระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือ ใช้ DHCP ในการกำหนดค่าไอพีแอดเดรสจึงช่วยลดความยุ่งยากลงไปได้ ส่วนการกำหนดค่าต่าง ๆ ให้แก่โปรแกรมนั้นผู้ดูแลระบบสามารถกำหนดได้เฉพาะในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของศูนย์คอมพิวเตอร์เท่านั้น เพราะมีการควบคุมและใช้ระบบปฏิบัติการที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ผู้ใช้งานจะต้องตั้งค่าด้วยตนเองโดยขอทราบข้อมูลการตั้งค่าต่าง ๆ ได้จากผู้ดูแลระบบ โดยส่วนใหญ่แล้วการใช้งานในระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ มีการตั้งค่าให้โปรแกรมต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทการใช้งาน	โปรแกรมที่ใช้งาน	เซิร์ฟเวอร์ให้บริการ	พอร์ต
ชมเว็บไซต์ (www)	Internet Explorer, Netscape, Opera, Konquerer, Mozilla etc....	cadet.rtna.ac.th linux.rtna.ac.th	8080 8080
รับเมลล์ (pop 3)	Outlook, Outlook Express, Eudora, Netscape	mail.rtna.ac.th	110
ส่งเมลล์ (smtp)	Outlook, Outlook Express, Eudora, Netscape	mail.rtna.ac.th	25

การนำระบบ DHCP มาใช้ในระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ ทำให้การบริหารและดูแลระบบเครือข่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดความผิดพลาดในการติดตั้งค่าต่าง ๆ ให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องไม่ว่าจะเกิดจากการพิมพ์ค่าต่าง ๆ ผิดพลาดหรือการนำค่าที่ไม่ถูกต้องมาใช้งาน ไม่ทำให้เกิดปัญหาการใช้ไอพีแอดเดรสที่ซ้ำกันเมื่อมีการย้ายเครื่องคอมพิวเตอร์หรือนำเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใหม่เข้ามาต่อในระบบ เช่น หากนำเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพามาใช้งานที่อาคาร ๖ จะต้องตั้งค่าไอพีแอดเดรสค่าหนึ่ง เมื่อนำไปใช้ที่อาคารกองบัญชาการจะไม่สามารถใช้งานได้ จะต้องเปลี่ยนแปลงค่าที่ตั้งไว้สำหรับไอพีแอดเดรสใหม่ แต่เมื่อใช้ระบบ DHCP ค่าต่าง ๆ จะได้รับการติดตั้งอย่างถูกต้องโดยอัตโนมัติ และสามารถลดระยะเวลาในการตั้งค่าและการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ให้แก่คอมพิวเตอร์ในระบบ เช่น หากมีการเปลี่ยนแปลงไอพีแอดเดรสของเครื่องเกตเวย์ ผู้ดูแลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ที่เครื่อง DHCP Server โดยไม่จำเป็นต้องไปเปลี่ยนแปลงที่เครื่องลูกข่ายทุกเครื่อง เมื่อเครื่องลูกข่ายเริ่มใช้งานก็จะได้รับค่าใหม่จากเครื่อง DHCP Server โดยอัตโนมัติ โดยที่ผู้ใช้งานไม่สามารถสังเกตเห็นได้ถึงการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการนำระบบ DHCP มาใช้ทำให้ไม่สามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้ เพราะ DHCP Server จะแจกจ่ายไอพีแอดเดรสให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่ร้องขอไอพีแอดเดรสเข้ามา หากมีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้รับอนุญาตหรือไม่มีสิทธิในการใช้ในระบบเครือข่ายเข้ามาเชื่อมต่อจะไม่สามารถควบคุมได้และอาจก่อให้เกิดปัญหาแก่ระบบเครือข่ายทั้งระบบได้ เช่นถ้ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการติดตั้งระบบ DHCP Server มาเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายก็จะทำให้ระบบมี DHCP Server สองเครื่องจะทำให้เกิดไอพีแอดเดรสซ้ำกันได้หรือหากเครื่องดังกล่าวกำหนดให้แจกจ่ายไอพีแอดเดรสในช่วงที่ไม่สามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้ ก็จะทำให้เครื่องลูกข่ายที่ได้รับไอพีแอดเดรสจากเครื่องดังกล่าวไม่สามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบยังไม่สามารถตรวจสอบได้

หากมีเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งในระบบกำลังทำให้ระบบโดยรวมเกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมการใช้งานหรือควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย ให้ผู้ดูแลระบบทราบข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจึงจะให้ใช้งานในระบบเครือข่ายได้ การควบคุมดังกล่าวสามารถกระทำได้โดยการใช้ความสามารถของ DHCP Server โดยการแจกจ่ายไอพีแอดเดรสให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทะเบียนการใช้งานไว้แล้วเท่านั้น หากนำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ยังไม่ได้ลงทะเบียน ในระบบ มาเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายก็จะได้ไม่ได้ไอพีแอดเดรสจาก DHCP Server ข้อดีอีกประการหนึ่ง ก็คือหากพบปัญหาในระบบจะทำให้ทราบว่าเกิดปัญหาจากเครื่องใดก็จะทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถตามไปแก้ไขได้ถูกต้อง การทำงานของ DHCP Server ในลักษณะนี้จะอาศัยหมายเลขประจำตัวของเน็ตเวิร์คการ์ดทั้งหมด ๑๒ หลัก (MAC Address) ซึ่งเน็ตเวิร์คการ์ดแต่ละใบจะมีหมายเลขที่ไม่ซ้ำกัน นำมาบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของ DHCP Server และจะตรวจสอบหมายเลขเหล่านี้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ร้องขอไอพีแอดเดรสเข้ามา หากไม่มีในระบบฐานข้อมูลก็จะไม่แจกจ่ายไอพีแอดเดรสให้ หรืออาจจะแจกไอพีแอดเดรสให้แต่จะให้ไอพีแอดเดรสที่ไม่สามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้ การดำเนินการขึ้นทะเบียน เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการใช้งานในระบบเครือข่ายทางศูนย์คอมพิวเตอร์จะดำเนินการในโอกาสต่อไป

ในบทความฉบับนี้ผู้เขียนได้อธิบายถึงโครงสร้างของระบบเครือข่ายของโรงเรียนนายเรือ การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในอาคารและเครื่องคอมพิวเตอร์ภายนอกอาคาร การนำระบบ DHCP มาใช้ภายในระบบเครือข่ายโรงเรียนนายเรือ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้งานในระบบเครือข่ายจะต้องเป็น DHCP Client นั่นคือจะต้องตั้งค่าของเน็ตเวิร์คการ์ดให้รับค่าจาก DHCP Server และจะต้องตั้งค่าให้แก่โปรแกรมต่าง ๆ ที่จะใช้งาน จึงจะสามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้ ยังมีการทำงานของระบบต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายที่สำคัญอีกหลายอย่าง เช่น การทำงานของฟร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (เครื่องให้บริการอินเทอร์เน็ต) การทำงานของกำแพงไฟ (Fire Wall) การทำงานของ DNS Server การแบ่งระบบเครือข่ายโดยการใช้ VLAN (Virtual LAN) และการนำระบบปฏิบัติการลินุกซ์มาใช้งานเป็นเครื่องแม่ข่าย การทำงานเหล่านี้จะเป็นหน้าที่ของผู้ดูแลระบบ ซึ่งจะนำเสนอในโอกาสต่อไปแต่ที่สำคัญก่อนที่จะไปถึงเรื่องเหล่านี้ในฉบับต่อไปผู้เขียนจะกล่าวถึงวิธีการและขั้นตอนในการตั้งค่าให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายเช่นการตั้งค่าให้เป็น DHCP Client การตั้งค่าให้แก่โปรแกรมต่าง ๆ เพื่อใช้งาน และการตรวจสอบและการแก้ปัญหาเบื้องต้นหากเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้

เอกสารอ้างอิง

Boswell, W. : **Inside Windows 2000 Server**. New Riders, 2000

บุญลือ อยู่คง : **Internet Server ด้วย Linux**. ชાયแอนด์ซเทค, 2545

การวัดและประเมินผลการศึกษา

: หนึ่งในดัชนีชี้วัดคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ



น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาค

หัวหน้ากองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ

บทนำ

การวัดและประเมินผลการศึกษาคืออะไร สำคัญอย่างไรทำไมถึงต้องมีการวัดและประเมินผล ขอบข่ายของการวัดและประเมินผล ควรครอบคลุมอะไรบ้าง จะใช้อะไรเป็นเครื่องมือในการวัดผลการศึกษา และเกี่ยวข้องอย่างไรกับการประกันคุณภาพการศึกษา ครู – อาจารย์ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา จำเป็นต้องทราบและเข้าใจให้ถ่องแท้

๑ นิยาม : การวัดและประเมินผลการศึกษา

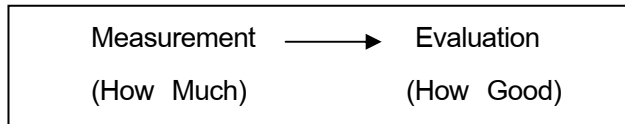
การวัดและประเมินผลคืออะไรและต่างกันอย่างไร มีคนจำนวนมากที่ยังสับสนและยังแยกไม่ออก ถึงความแตกต่างของทั้ง ๒ คำ แต่สำหรับผู้รับผิดชอบในการจัดการศึกษา และครู – อาจารย์ แล้ว จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจให้กระจ่างถึงความหมายที่แท้จริงและแก่นแท้ของการวัดและประเมินผล

การวัดผลทางการศึกษา (Educational Measurement) คือ กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลทางการศึกษาตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน โดยอาศัยเครื่องมือ / วิธีการวัดทางการศึกษา ซึ่งอาจทำได้มากมายหลายวิธี ได้แก่ การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน การสอบถาม / สัมภาษณ์ การดูจากผลงานที่ส่ง และจากปฏิกริยา / การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษานี้ จะนำไปสู่ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) ต่อไป

การประเมินผลทางการศึกษา (Educational Evaluation) เป็นกระบวนการนำข้อมูลที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษามาตัดสินคุณค่า เช่น เมื่อทำการวัดผลการศึกษานักเรียนนายเรือในวิชาหนึ่งแล้วได้คะแนนรวม ๘๐ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๑๐๐ คะแนน แล้วนำมาประเมินผล / ตัดสินคุณค่าซึ่งตามเกณฑ์โดยปกติ ๘๐ คะแนน ถือว่าประเมินผลอยู่ในระดับดีมาก (A)



Frederick G. Brown ได้เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของการวัดและประเมินผลไว้ว่า การวัดเป็นการตอบคำถามว่ามากเท่าใด (How Much) ส่วนการประเมินผลเป็นการตอบคำถามว่าดีอย่างไร (How Good)



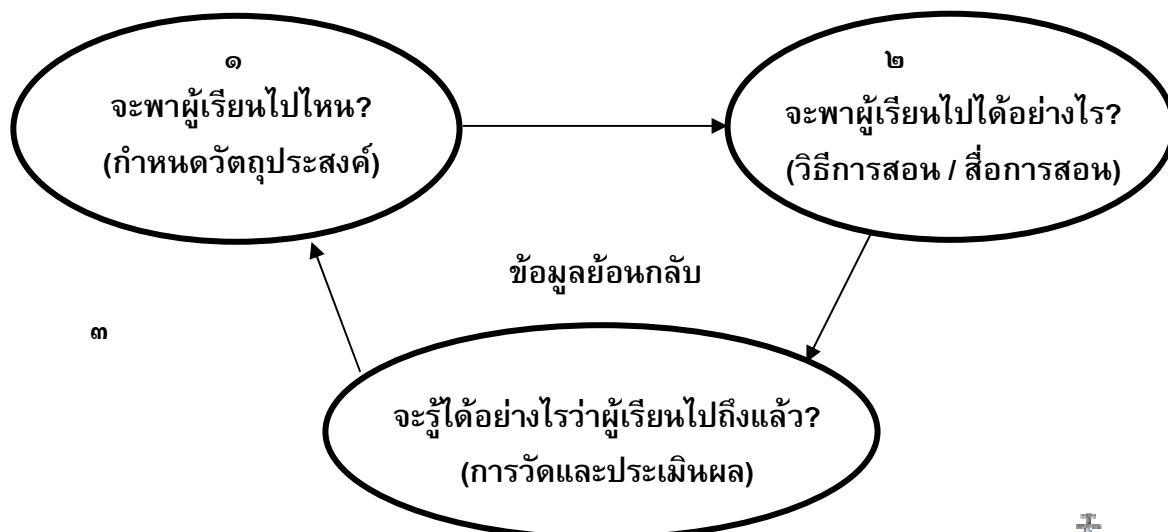
จึงเห็นได้ว่าการวัดผลทางการศึกษานั้น เป็นการเปลี่ยนข้อมูลเชิงพฤติกรรมให้มาเป็นเชิงปริมาณ (How much) ในรูปของคะแนนที่ได้ แล้วจึงทำการประเมินผล ซึ่งก็จะเปลี่ยนข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการวัด ให้เป็นเชิงคุณภาพ (How Good) โดยการตัดสิน ดีเป็นคุณค่าว่าดีเลวอย่างไร

๒. ความสำคัญของการวัดและประเมินผลการศึกษา

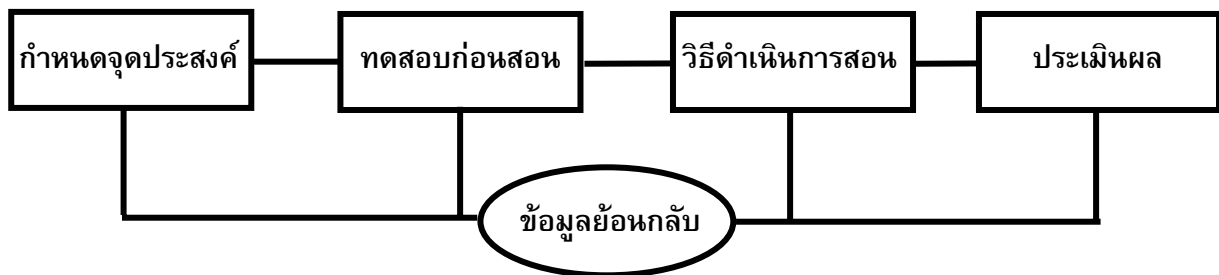
การวัดและประเมินผลการศึกษา มีความสำคัญอย่างไรและทำไมถึงต้องมีการวัดและประเมินผล ?

การวัดและประเมินผลการศึกษา มิใช่มีความหมายเป็นเพียงขั้นตอนหรือภารกิจหนึ่งซึ่ง ครู – อาจารย์ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา จะต้องทำให้เสร็จสิ้นเพื่อตัดสินผลได้หรือตกของ ผู้เรียนเท่านั้น หากแต่การวัดและประเมินผลการศึกษา มีนัยที่สำคัญอันจะขาดเสียมิได้เลยทั้งในแง่ของ การตอบคำถามว่า การเรียนการสอนในวิชานั้น บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงใดและควรจะต้องปรับปรุง พัฒนาการจัด การเรียนการสอน วิธีสอน สื่อการสอน ผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนวัตถุประสงค์และเนื้อหา สารของวิชานั้นด้วย

ดังแนวคิดระบบการเรียนการสอนของ สุกัญญา โขวิไลกุล (๒๕๒๘) ซึ่งครูผู้สอน จะต้องตั้งคำถาม ๓ ข้อต่อไปนี้ คือ จะพาผู้เรียนไปไหน? จะพาผู้เรียนไปได้อย่างไร? และจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนไปถึง แล้ว?



การวัดและประเมินผล จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการกำกับและตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอน ในทุกขั้นตอนให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพไม่สูญเปล่า เพราะการวัดและประเมินผลที่ได้ดำเนินการ ไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์ จะให้ข้อมูลย้อนกลับไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ การกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการสอน อุปกรณ์ / สื่อการสอน ตลอดจนกรรมวิธีในการวัดและ ประเมินผลเอง ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการสอนของโคเบลอร์ เบคเกอร์ และไมล์ (๑๙๗๓) ตามแผนภูมิ ข้างล่าง



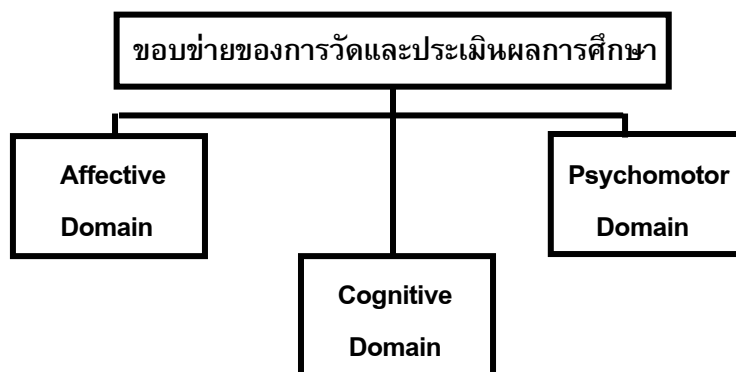
๓. ขอบข่ายของการวัดและประเมินผลการศึกษา

การวัดและประเมินผลทางการศึกษา ควรมีขอบข่ายครอบคลุม / สอดคล้องจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) ที่ครูกำหนดไว้ / ครอบคลุมจุดประสงค์ทางการศึกษาทั้ง ๓ ด้านตามลักษณะ การเรียนรู้ของ Bloom และคณะ (๑๙๕๖) ดังนี้

๓.๑ ความรู้สึกและอารมณ์ / จิตพิสัย (Affective Domain) ได้แก่ ความสนใจ เจตคติ การ ปรับตัว ค่านิยมและลักษณะนิสัย

๓.๒ ความสามารถทางสติปัญญา / พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ได้แก่ การจำได้ เข้าใจ เรื่องราว นำไปใช้ได้ วิเคราะห์ สังเคราะห์เป็นและประเมินค่าได้

๓.๓ ความสามารถในการปฏิบัติ / ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ได้แก่ ความคล่องแคล่ว ความชำนาญ / ทำได้อย่างเป็นธรรมชาติ และหลากหลายรูปแบบ



ผู้สอนในแต่ละวิชาควรทบทวน ตรวจสอบดูว่าการวัดและประเมินผลของเรานั้นสอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ และครอบคลุมจุดประสงค์ทางการศึกษา ทั้ง ๓ ด้านหรือ เปล่า เพราะผู้สอนส่วนใหญ่มักจะวัดและประเมินผลเฉพาะในเรื่องความสามารถทางสติปัญญาเป็นส่วนใหญ่ โดยละเลยในเรื่องของจิตพิสัยและทักษะพิสัย ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีแต่ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา โดยปราศจากซึ่งจิตพิสัยที่ดี และขาดซึ่งทักษะปฏิบัติ กล่าวคือเรียนไปแล้วไม่สามารถปฏิบัติได้ และไม่ สนใจใฝ่หาความรู้เพิ่มเติม

ดังนั้นผู้สอนที่ดีจึงควรกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ชัดเจน และทำการวัดและประเมินผล การเรียนการสอนให้ครอบคลุมจุดประสงค์ทางการศึกษาทั้ง ๓ ด้านดังกล่าวแล้วโดยอาจแบ่งการให้คะแนน ออกเป็น จิตพิสัย ๑๐% พุทธิพิสัย ๕๐% และทักษะพิสัย ๔๐%

๔. เครื่องมือในการวัดผลการศึกษา

เราจะใช้อะไรเป็นเครื่องมือในการวัดผลการศึกษา

เครื่องมือที่สำคัญและจำเป็นต่อการวัดผลการศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบ การสอบถาม / สัมภาษณ์ การสังเกต มาตรฐานคุณภาพ แบบตรวจสอบรายการ แบบสำรวจ การบันทึก และการศึกษารายกรณี เป็นต้น

ผู้คนส่วนใหญ่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนมักจะคิดว่าแบบทดสอบ / ข้อสอบ (Test) เท่านั้นที่เป็นเครื่องมือ ในการวัดผลการศึกษา ทำให้ผู้สอนส่วนมากใช้เพียงแบบทดสอบ / ข้อสอบ ในการวัดผลการศึกษาของ ผู้เรียน โดยลืมที่จะใช้การสังเกต (Observation) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่หยิบมาใช้ร่วมกับแบบทดสอบได้ ตลอดเวลา ของการเรียนการสอน

แบบทดสอบ คือ ชุดของคำถามหรือกลุ่มงานใด ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบตอบสนอง หรือ แสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาให้สามารถวัดได้ สังเกตได้

ข้อสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปอย่างดาษดื่นในทุกระดับการศึกษานั้น ส่วนใหญ่มักจะเป็นข้อสอบวัด ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ซึ่งก็ใช้กันอยู่มากมายหลายชนิดทั้งที่เป็นข้อสอบ อัตนัย (Subjective or Essay Test) ข้อสอบปรนัย (Objective Test) และก็มีทั้งที่มีคุณภาพและด้อยคุณภาพ การที่จะเลือกสร้างหรือใช้ข้อสอบชนิดใดไปทำการทดสอบให้มีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของ ผู้ที่จะนำข้อสอบไปใช้ ซึ่งต้องคำนึงถึงตัวแปรหลายประการได้แก่ จุดประสงค์ จำนวนผู้เข้าสอบ เวลา และบุคลากร เป็นต้น

การวัดผลการศึกษา จะทำได้เพียงตรงเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อสอบเป็นสำคัญ ข้อสอบ ที่ดีจะช่วยให้ได้ข้อมูล / คะแนนที่มีความเชื่อมั่นสูง ดังนั้นผู้สอนจึงควรต้องมีความรู้ความเข้าใจใน เรื่องของข้อสอบ และสามารถสร้างข้อสอบได้อย่างมีคุณภาพ นอกจากนั้นผู้สอนยังต้องรู้จักใช้ เครื่องมือวัดผลการศึกษาอื่น ๆ ร่วมด้วยอย่างหลากหลาย



๕. การประเมินความก้าวหน้าและประเมินรวมสรุป

การเรียนการสอนวิชาใดก็ตามผู้สอนควรวัดและประเมินผลทั้งการประเมินความก้าวหน้า เพื่อปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนและผู้สอน และการประเมินรวมสรุป เพื่อตัดสินว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ หรือไม่

การประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) หมายถึงการประเมินผลระหว่างภาคเรียน / ระหว่างการสอนยังดำเนินอยู่ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการเรียนการสอนเป็นการป้อนข้อมูลย้อนกลับให้ทั้งนักเรียนและครูได้รู้ถึงความสำเร็จ หรือความล้มเหลวของการเรียนการสอน ดูว่าอะไรบ้างที่รู้แล้ว อะไรบ้างที่ยังไม่รู้หรือเข้าใจผิด จะได้ทำความเข้าใจเสียให้ถูกต้อง อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น การประเมินความก้าวหน้าจึงมุ่งเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนโดยตรง โดยอาจจะประเมินจากแบบทดสอบ รายงานผล การฝึกปฏิบัติ การสังเกต และการซักถามในระหว่างเรียนก็ได้

การประเมินรวมสรุป (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน / สิ้นภาคการศึกษา (สอบไล่) ดูว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์เพียงใด / ได้เรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยประเมินผลจากการทดสอบหรือเทคนิคการประเมินค่าอื่น ๆ รวมกันก็ได้

๖. การตัดสินอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม

ข้อมูล / คะแนนที่ได้จากการวัดผลต้องนำมาตัดสินคุณค่าซึ่งแต่เดิมมาทั้งในระดับสากล และระดับชาติมีทั้งการตัดสินอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม เราควรทำความเข้าใจให้กระจ่างถึงความหมาย และแก่นแท้ของการตัดสินทั้ง ๒ ชนิดนี้เสียก่อน



การตัดสินอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) หมายถึงการแปลผล ค่าของตัวเลข / แปลความหมายของคะแนนสอบ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หรือแปลความหมายบนพื้นฐานของเกณฑ์ ในลักษณะที่บอกให้รู้ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้หรือไม่อะไรบ้าง / ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง

การตัดสินอิงเกณฑ์ (Criterion Reference)		
๘๐ - ๑๐๐	A	ดีมาก
๗๕ - ๗๙	B+	ดี
๗๐ - ๗๔	B	
๖๕ - ๖๙	C+	ปานกลาง
๖๐ - ๖๔	C	
๕๕ - ๕๙	D+	อ่อน
๕๐ - ๕๔	D	
๐ - ๔๙	F	ตก

การตัดสินอิงกลุ่ม (Norm Reference) หมายถึง การแปลความหมายของคะแนนสอบโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มนักเรียนที่สอบด้วยกัน ในลักษณะมุ่งหาความสัมพันธ์ / ความแตกต่างภายในกลุ่มผู้เรียนเป็นสำคัญ

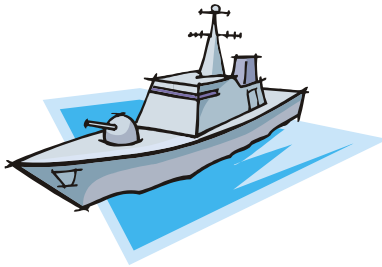
จากความหมายของการตัดสินแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม ที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการตัดสินคุณค่าโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดนั้น จะมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ที่ครูกำหนดไว้ว่าในการเรียนการสอนนั้น ครูมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง และมากน้อยแค่ไหน เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ถึงตามเกณฑ์เราก็ควรตัดสินให้ไปตามนั้น โดยไม่ต้องยึดติดอยู่กับกลุ่ม เช่นถ้าผู้เรียนทำคะแนนทั้งวิชาได้เกิน ๘๐ ขึ้นไป ทุกคนซึ่งตามเกณฑ์ก็จะต้องได้ระดับคะแนน A ทุกคน ไม่จำเป็นที่จะให้ A เฉพาะคนที่อยู่ระดับต้นของกลุ่มเท่านั้น

นอกจากนั้นการตัดสินแบบอิงเกณฑ์ยังเป็นการตัดสินที่ชัดเจนโปร่งใส ตั้งแต่ต้นโดยผู้เรียนจะทราบแล้วว่าต้องทำอะไรพัฒนาตนเองเท่าไรจึงจะสอบผ่าน โดยไม่ต้องคอยห่วงกังวลเพียงแค่ว่าจะเกาะกลุ่ม



๗. การวัดและประเมินผลการศึกษา : หนึ่งในดัชนีชี้วัดคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ

การวัดและประเมินผลการศึกษา คือ ดัชนีชี้วัดคุณภาพ ในการจัดการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ เพราะหากผู้สอนมีการวัดและประเมินผลการศึกษาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ครอบคลุมจุดประสงค์ทางการศึกษาทั้ง ๓ ด้าน (จิตพิสัย พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย) รู้จักใช้เครื่องมือวัดผลการศึกษา ที่หลากหลายและสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพ ตลอดจนมีการประเมินผลที่มีการกำหนดเกณฑ์ไว้ชัดเจน ก็จะเป็นหลักประกันได้ว่าการจัดการศึกษาของโรงเรียนนายเรือนั้นมีคุณภาพ



เอกสารอ้างอิง

- บุญธรรม กิจปรีดาภิรตสุข. **คู่มืออาจารย์ : การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน** ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๒๔.
- ประอร สุนทรวิภาต , นาวาเอกหญิง. **วิชาครู (Instructor Course)** เอกสารประกอบการอบรมวิชาครู, ๒๕๔๔.
- สุกัญญา โฉมิไถกุล. **ระบบการเรียนการสอน คู่มืออาจารย์ด้านการเรียนการสอน** : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๘.
- อนันต์ ศรีโสภะ. **การวัดและการประเมินผลการศึกษา**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๒๔.

การปรับตัวในยุคเปลี่ยนแปลง

~ หากโรงเรียนนายเรือถูกนำไปรวมเป็นโรงเรียนรวมเหล่า ~

น.อ.รศ.ดร.นเรศ เพ็ชรนิณ

รองศาสตราจารย์ ฝายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

๑. ยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงในรัฐบาลทักษิณ

รัฐบาลของไทยในปัจจุบันซึ่งมี พ.ต.ท.ทักษิณ ชินวัตร เป็นนายกรัฐมนตรี ได้นำความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ มาสู่ประเทศไทย โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริหารงานของหน่วยงานราชการ ตั้งแต่การปรับโครงสร้างส่วนราชการ การปรับกระบวนการทำงาน การปรับตัวของข้าราชการ ฯลฯ หลายคนอาจเห็นด้วยกับการปรับเปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ ตามนโยบายของรัฐบาล แต่หลายคนก็คงไม่ค่อยยินดีที่จะยอมรับความเปลี่ยนแปลงเหล่านั้น การปรับเปลี่ยนต่าง ๆ จะทำให้ประเทศไทยของเราดีขึ้นได้หรือไม่ เป็นเรื่องของอนาคตที่ต้องติดตามพิสูจน์กันต่อไป ไม่มีสิ่งใดดีที่สุดสำหรับทุกยุคทุกสมัย ทุกสิ่งล้วนต้องปรับเปลี่ยนไปให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมรอบตัว ดังเช่นโลกและสังคมของเราในยุคนี้สมัยนี้ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมาก หากเราไม่ปรับเปลี่ยนตัวเราเอง ก็คงจะยืนยงอยู่ไม่ได้

ในช่วง ๒-๓ ปีที่ผ่านมา รัฐบาลสนับสนุนและผลักดันการปฏิรูประบบราชการเพื่อให้ข้าราชการของไทยมีศักยภาพและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และเทคโนโลยี โดยเริ่มจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของกระทรวง ทบวง กรม และกำหนดกรอบของการบริหารราชการแผ่นดินให้สอดคล้องกับยุคสมัย ในปัจจุบันมี ๑๙ กระทรวงและ ๑ ทบวง มีการกำหนดโครงสร้างการบริหารราชการในแต่ละหน่วยงานให้มีความกระชับ รวดเร็ว และมีความคล่องตัวยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้องปฏิรูประบบข้าราชการตามมาด้วย โดยมีการกำหนดหลักเกณฑ์และตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่จะประเมินผลการทำงานของข้าราชการและหน่วยงาน การปรับโครงสร้างค่าตอบแทน การปฏิบัติงานโดยยึดความคุ้มค่าหรือผลสัมฤทธิ์ของงาน เป็นต้น

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา รัฐบาลดำเนินการปรับปรุงโครงสร้างของหน่วยงานต่าง ๆ ไปแล้ว คงเหลือเพียงกระทรวงกลาโหมที่ต้องปรับเป็นแห่งสุดท้าย ความจริงรัฐบาลใช้เวลาแก่กระทรวงกลาโหม และกองทัพ ต่าง ๆ ในการพิจารณาปรับโครงสร้างมานานกว่า ๓ ปี ผู้เขียนเองเคยได้ยินได้ฟังว่ามีการพิจารณาเพื่อปรับโครงสร้างกองทัพไทยให้เหมาะสมขึ้น แต่ระยะหลัง ๆ กลับเงียบไปเสียเฉย ๆ มาถึงวันนี้ รัฐบาลสั่งการเป็นนโยบายว่า ภายในกันยายน ๒๕๔๗ รัฐบาลจะผลักดันให้ออกพระราชบัญญัติปรับโครงสร้างกระทรวงกลาโหม จึงให้กระทรวงกลาโหมเร่งพิจารณาปรับโครงสร้างให้เสร็จสิ้นภายในปีนี้ และเท่าที่ได้ยินได้ฟังมา กระทรวงกลาโหมได้สั่งการให้หน่วยราชการต่าง ๆ ในกำกับ กำหนดโครงสร้างใหม่เสนอต่อกระทรวงกลาโหมภายในต้นเดือนสิงหาคม ๒๕๔๖ นี้ โดยกระทรวงกลาโหมกำหนดวัตถุประสงค์ของการ

การปรับโครงสร้างหน่วยราชการไว้ ๓ ประการคือ

- ลดความซ้ำซ้อนของหน่วยงาน โดยจัดกลุ่มงานที่มีลักษณะงานคล้ายคลึงกันไว้ด้วยกัน
- ประหยัดงบประมาณ
- ปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

จากนโยบายดังกล่าว ทำให้กระทรวงกลาโหมต้องแบ่งกลุ่มงานให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นโดยยึดหลัก ๓ ประการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งขณะที่กำลังเขียนบทความนี้ หน่วยต่าง ๆ กำลังร่วมถกแถลงเพื่อพิจารณาปรับโครงสร้างกันอย่างหนัก เพื่อนำเสนอให้ทันตามกำหนดเวลา ในขั้นต้นนี้ทราบว่า จะเร่งพิจารณา โครงสร้างของหน่วยขึ้นตรงกระทรวงกลาโหมให้เสร็จก่อน บังเอิญผู้เขียนได้รับเกียรติให้ไปร่วมสัมมนาเรื่องการปรับโครงสร้างของกลุ่มงานวิจัย ซึ่งมีแนวคิดที่จะรวมหน่วยงานวิจัยของแต่ละเหล่าทัพเข้าด้วยกัน และก็ลองคิดไปว่าเป็นไปได้หรือไม่ ที่การปรับโครงสร้างของกลุ่มด้านการศึกษาในกระทรวงกลาโหมจะรวมหน่วยศึกษาบางหน่วยเข้าด้วยกัน เช่น โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศ รวมกันเป็นโรงเรียนรวมเหล่า และรวมโรงเรียน เสนาธิการทั้งสามเหล่าทัพเข้าด้วยกัน เป็นต้น

๒. ความเป็นไปได้ของการรวมโรงเรียนเหล่าทั้งสามเหล่า

อย่าเพิ่งคิดว่า “**เป็นไปได้ไม่ได้**” เพราะรัฐบาลในยุค พ.ต.ท.ทักษิณ นี้ อะไรก็เป็นไปได้ เพราะที่ผ่านมา กระทรวงทั้ง ๑๙ กระทรวงนั้น ก็ถูกผ่าตัดและจัดโครงสร้างใหม่เรียบร้อยแล้วโดยรัฐบาลไม่ต้องถามความเห็นหรือความสมัครใจของหน่วยเดิม สำหรับกระทรวงกลาโหมนั้น รัฐบาลให้โอกาสพิจารณาผ่าตัดตัวเองก่อน แล้วนำเสนอรัฐบาลไปพิจารณา (รัฐบาลอาจมีโครงสร้างที่ได้เตรียมไว้แล้ว) นับเป็นโอกาสทองของเราที่จะนำบทบาทของตนมาทบทวนและปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมสอดคล้องกับยุคสมัยและนโยบายของรัฐบาล ที่ต้องการปรับโครงสร้างกระทรวงกลาโหมให้กระชับรัดกุม และยังคงดำรงสมรรถนะในการป้องกันประเทศได้ โดยใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ ถึงวาระนี้ หากไม่คิดเปลี่ยนแปลงตนเอง ก็คงต้องถูกเปลี่ยนโดยคนอื่นอย่างแน่นอน แม้กระนั้น ก็ยังมีหลายคนที่ไม่ตระหนักถึงข้อจำกัดและภัยคุกคามใกล้ ๆ ตัวยังคงยืนยันกรานว่า “**ทุกวันนี้ก็ได้อยู่แล้ว ไม่ต้องการให้ใครมาปรับเปลี่ยนอะไรของตนหรือหน่วยของตน**”

หากการพิจารณาปรับเปลี่ยนโครงสร้างของกระทรวงกลาโหมเป็นไปตามแนวทางที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้นก็หมายความว่า โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศ อาจถูกนำไปจัดไว้ในกลุ่มเดียวกันหรือนำไปรวมกันเป็นโรงเรียนรวมเหล่า ซึ่งผู้เขียนก็คิดว่า อาจเป็นเช่นนั้นจริง เพราะเมื่อลองพิจารณาในสิ่งที่กล่าวต่อไปนี้จะเห็นว่า ก็พอจะเห็นความเป็นไปได้ของแนวทางดังกล่าว

๒.๑ นโยบายของรัฐบาล ต้องการปรับโครงสร้างของหน่วยงานราชการให้มีขนาดเล็ก ยืดหยุ่นได้ มีสายการบังคับบัญชาสั้นไม่ซ้ำซ้อน และรวมหน่วยที่มีภารกิจใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน หากพิจารณาคุณนโยบายหรือแนวทางที่รัฐบาลกำหนดดังกล่าว จะเห็นว่า กระทรวงกลาโหมก็จะต้องปรับตัวให้เป็นไปตามแนวทางนั้นด้วย แม้ว่าจะปฏิเสธแนวทางดังกล่าวก็คงทัดทานไม่ไหว หรืออาจจะถูกฝ่าโดยรัฐบาลเอง ไม่ต้องฟังข้อเสนองของกองทัพ ในจังหวะเวลานี้ ทางที่ดีที่สุดคือยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความเป็นไปของยุทธศาสตร์ชาติ โดยเสนอแนวทางที่เราจับตัวน้อยที่สุดและทำให้รัฐบาลพอใจ ยอมตัดนิ้วเราเองดีกว่าให้เขามาตัดแทน หากมองในแง่ดีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้ อาจทำให้กองทัพไทยมีสมรรถนะสูงขึ้น มีการบริหารงานที่เปี่ยมประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นก็ได้

๒.๒ ผู้ใหญ่ระดับสูงในกระทรวงกลาโหมส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการรวมการ จากการพูดคุยกับผู้ใหญ่ในกระทรวงกลาโหมและนักวิชาการของกองทัพ ก็พอจะเห็นทัศนคติของท่านเหล่านั้นในเรื่องการรวมหน่วยศึกษา (ที่มีลักษณะเดียวกัน) ของกระทรวงกลาโหมเข้าด้วยกัน นอกจากนี้หากใครเป็นนักอ่านวารสารต่าง ๆ ของหน่วยงานในกระทรวงกลาโหม จะสังเกตเห็นว่ามักมีบทความหรือบทวิจารณ์ในลักษณะที่จะปรับปรุงระบบการศึกษาของกองทัพให้อยู่ในรูปแบบรวมการมากขึ้น เช่น การรวมการวิทยาลัยการทัพ การรวมการโรงเรียนเสนาธิการ การรวมการโรงเรียนนายร้อยฯ โรงเรียนนายเรือ และโรงเรียนนายเรืออากาศ เป็นต้น หากเราคิดว่า ผู้ที่จะเป็นกุญแจสำคัญในการปรับโครงสร้างของกระทรวงกลาโหมก็คือผู้ใหญ่หรือผู้รู้ในกระทรวงกลาโหม การรวมการของสถานศึกษาก็เป็นเรื่องที่เป็นไปได้เช่นกัน

๒.๓ แนวทางการปรับหลักสูตรการศึกษาของโรงเรียนเหล่าต่าง ๆ ที่ผ่านมามีการศึกษาของโรงเรียนเหล่าแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันมาก กล่าวคือ เมื่อปรับการศึกษาเป็นหลักสูตรปริญญาตรี ๔ ปี แต่ละโรงเรียนก็ต้องปรับเนื้อหาของหลักสูตรให้สามารถสำเร็จการศึกษาได้ภายใน ๔ ปี ซึ่งทำให้การบรรจุวิชาชีพเฉพาะด้านของเหล่าทัพต่าง ๆ ลดน้อยลงไปด้วย สำหรับโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า และโรงเรียนนายเรืออากาศ นั้น คงไม่มีปัญหาอะไร เพราะไม่มีวิชาชีพเฉพาะด้านของแต่ละเหล่าทัพบรรจุไว้มากนัก (เน้นฝึกศึกษาเมื่อจบการศึกษาหลักสูตร ๔ ปีแล้ว) ซึ่งแตกต่างจากโรงเรียนนายเรือเดิมก็มีการบรรจุวิชาชีพทหารเรือไว้ตลอดทั้งหลักสูตรก็ต้องปรับวิชาชีพทหารเรือบางส่วนไปศึกษาต่อในช่วงการศึกษาต่อเนื่องหลังสำเร็จการศึกษาหลักสูตร ๔ ปี เมื่อเป็นเช่นนี้ หลักสูตร ๔ ปีของแต่ละเหล่าทัพก็มีความแตกต่างหรือความหลากหลายทางวิชาชีพน้อยลง หากนำมารวมกันทั้ง ๓ แห่งก็ไม่น่าจะกระทบต่อการศึกษาของแต่ละเหล่าทัพ เพราะสามารถจัดให้ศึกษาเพิ่มเติมเฉพาะวิชาชีพทหารเรือหลังจากจบการศึกษาหลักสูตร ๔ ปีแล้ว

๒.๔ การศึกษาต่อวิชาชีพเฉพาะด้านของแต่ละเหล่าทัพ สามารถดำเนินการได้หลังจากจบการศึกษาในหลักสูตรปริญญาตรี ๔ ปี แม้กองทัพเรือจะยืนยันว่า การฝึกศึกษาวิชาชีพทหารเรือต้องใช้เวลานาน หรือต้องเริ่มตั้งแต่ชั้นปีที่ ๑ นั้น ก็ลดน้ำหนักความสำคัญลงไป เพราะหลักสูตรใหม่หรือ

หลักสูตร ๔ ปีในปัจจุบันนี้ วิชาชีพทหารเรือก็มีจำนวนน้อยลง คงเหลือแต่วิชาการเรือ เดินเรือ และ วิชาการอาวุธยุทธวิธีบางส่วน สำหรับวิชาในสาขาอื่น ๆ แทบจะกล่าวได้เลยว่าหลักสูตรของแต่ละ โรงเรียนในปัจจุบันไม่มีอะไรแตกต่างกันมากนัก แล้วเหตุใดจึงต้องลงทุนในเรื่องเดียวกันทั้ง ๓ แห่ง เช่น สาขาวิศวกรรมศาสตร์ด้านต่าง ๆ สาขาการบริหาร ฯลฯ ส่วนการฝึกวิชาชีพเฉพาะเหล่าทัพยังคง สามารถจัดการฝึกศึกษาซึ่งเป็นหลักสูตรวิชาชีพเฉพาะของแต่ละเหล่าทัพ ต่อเนื่องจากหลักสูตร ๔ ปีได้ เช่น โรงเรียนนายเรืออาจจะมีไว้เพื่อฝึกศึกษาวิชาชีพทหารเรือโดยเฉพาะ โดยรับช่วงต่อจากโรงเรียนรวม เหล่า เป็นต้น

๒.๕ โรงเรียนนายร้อยฯสามารถรองรับการปรับเปลี่ยนเป็นโรงเรียนรวมเหล่าได้ทันที เนื่องจากมีพื้นที่ อาคาร และสิ่งอำนวยความสะดวกมากมายครบครัน แต่ก่อนโรงเรียนนายร้อยฯ รับ นักเรียนได้ปีละประมาณ ๒๐๐-๓๐๐ คน แต่ปัจจุบันเหลือเพียงปีละประมาณ ๑๕๐ คน อาคารสถานที่ ก็เหลือใช้ จึงมีผู้ใหญ่บางท่านเสนอแนวความคิดที่จะเปิดโอกาสให้บุคคลทั่วไปเข้ามาศึกษาในหลักสูตร ภาควิชาการ ของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า แต่เมื่อจบการศึกษาไม่ต้องรับราชการทหาร แนวคิด นี้ก็ไม่เสียหายอะไร แต่การนำไปใช้จริงคงต้องคิดหนักและหาทางแก้ปัญหาต่าง ๆ อีกมาก และหากจะ นำแนวคิดในการรวมโรงเรียนเหล่าทั้งสาม (หรือรวมโรงเรียนนายร้อยตำรวจด้วย) เข้าด้วยกัน สามารถ ใช้สถานที่ของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าได้ในทันทีไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติมอีกมากนัก หากผู้เขียน เป็นผู้ตัดสินใจและต้องถูกจำกัดด้วยงบประมาณ คงต้องเลือกหนทางนี้

๒.๖ กระทรวงกลาโหมอาจต้องการสร้างสถาบันบัณฑิตศึกษาด้านการทหาร (ระดับปริญญาโท) ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะเป็นจริง เพราะได้พูดกันเกี่ยวกับเรื่องนี้มานานแล้ว ทุกคนต่างเห็นด้วย กับการสร้างสถาบันบัณฑิตศึกษาไม่ว่าจะแยกตามเหล่าทัพหรือรวมกัน หากจะทำจริงก็คงต้องเป็น สถาบันบัณฑิตศึกษาที่ศึกษารวมกันแต่ปัญหาอยู่ที่การลงทุนก่อสร้างอาคารสถาบัน เรื่องนี้จะเกี่ยวกับการรวมโรงเรียนเหล่าทั้งสามโดยทางอ้อม นั่นคือหากเกิดโรงเรียนรวมเหล่าของกองทัพไทยจริงทุกคนก็ จะมาเรียนรวมกันที่โรงเรียนรวมเหล่าถึง ๔ ปีก่อนแยกย้ายกันไปแต่ละเหล่า โรงเรียนเตรียมทหารจึง หมดความจำเป็น เพราะจะไม่มีเหตุผลใดมาอ้างว่าโรงเรียนเตรียมทหารมีไว้เพื่อปลูกฝังความสามัคคี ะหว่างเหล่าทัพอีกต่อไป หากยุบเลิกโรงเรียนเตรียมทหาร นำสถานที่นั้นแปลงเป็นสถาบันบัณฑิตศึกษา ได้ทันที และยังอยู่ใกล้กันกับโรงเรียนรวมเหล่า (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า) อีกด้วย การใช้ ทรัพยากรต่าง ๆ ก็จะสะดวกขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

๒.๗ นานาอารยประเทศใช้วิธีนี้กันมาก โดยเฉพาะประเทศที่มีงบประมาณน้อยหรือมี กองทัพขนาดเล็ก เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย เยอรมัน เป็นต้น ข้อดีของรูปแบบการศึกษาแบบรวม การคือประหยัดงบประมาณ และทรัพยากรอย่างคุ้มค่าทั้งบุคลากรและเครื่องมือต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นการ ปลูกฝังความสามัคคีของหมู่เหล่าได้ ข้อเสียก็คืออาจจะไม่สามารถให้การฝึกศึกษาด้านวิชาชีพเฉพาะทาง สำหรับแต่ละเหล่าทัพได้อย่างเต็มที่ เพราะการศึกษาในหลักสูตรปริญญาตรี ๔ ปี มีเนื้อหาค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการศึกษาในสาขาวิศวกรรมศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ คงให้การฝึกอบรมในวิชาชีพเฉพาะทาง

ได้เพียงบางส่วน ซึ่งปัญหานี้ก็พอจะแก้ไขได้โดยการไปเน้นการฝึกศึกษาวิชาชีพเฉพาะทางกันในช่วง การศึกษาต่อเนื่องของแต่ละเหล่าทัพได้ต่อไป

ยังมีเหตุผลอื่น ๆ อีกที่พอจะยกมาสนับสนุนความเป็นไปได้ของการรวมโรงเรียนเหล่าเข้าด้วยกัน แต่ปัจจัยที่เห็นว่ามีน้ำหนักมากที่สุดก็คือนโยบายของรัฐบาล หากเอาจริงเอาจังกับการปรับโครงสร้าง หน่วยงานให้มีความกระชับรัด ลดความซ้ำซ้อน เพิ่มประสิทธิภาพ ฯลฯ การรวมโรงเรียนเหล่าก็เข้าทางของ รัฐบาลทันที หากเรามองในแง่ดี โดยไม่คิดต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัยและสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่า ความจริงรวมกันได้ก็ดี ยุทธศาสตร์และยุทธวิธีของการรวบรวมทั้งสามเหล่าทัพที่เป็นปัญหา กันมานานจะเกิดผลเป็นรูปธรรมง่ายขึ้น แม้ว่าการเตรียมบุคลากรขั้นต้นเพื่อผลิตนายทหารสัญญาบัตร ของกองทัพจะต้องมอบให้เป็นหน้าที่ของกลาโหม ไม่ใช่หน้าที่ของแต่ละเหล่าทัพ แต่ก็ยังได้ชื่อว่าเป็น นายทหารของกองทัพไทย แต่ละเหล่าทัพเพียงแต่รับบุคลากรที่เป็นบัณฑิตจากโรงเรียนรวมเหล่ามา เสริมสร้างความรู้และประสบการณ์ด้านวิชาชีพเฉพาะทางของแต่ละเหล่าทัพ ให้พร้อมจะปฏิบัติงานใน กองทัพได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

๓. ทางเลือกในการปรับตัวของโรงเรียนนายเรือ

หากสมมุติฐานของผู้เขียนในเรื่องการรวมโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ และโรงเรียนนายเรืออากาศเป็นจริง โรงเรียนนายเรือก็ต้องเริ่มคิดที่จะหาหนทางรองรับต่อไป การหาหนทาง รองรับนั้นมิใช่การต่อต้านความเปลี่ยนแปลงหรือฝืนกระแส ตอนนี้นักกระแสนการปฏิรูปส่วนราชการของรัฐบาล กำลังแรง หากเราเอาเรือเข้าไปขวางก็คงต้องล่มเป็นแน่ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในช่วงต้นว่า ถ้ารัฐบาลเอา จริงเอาจังในเรื่องนี้ ถึง แม้เราไม่เห็นด้วยหรือไม่คิดปรับเปลี่ยนตัวเอง ฝ่ายรัฐบาลก็จะช่วยเปลี่ยน ให้อย่างแน่นอน เราจะต้องเตรียมตัวเพื่อเสนอหนทางที่ไม่สวนกระแสและรักษาจุดมุ่งของเราไว้ให้ได้ มากที่สุด

การรักษาจุดมุ่งของกองทัพเรือ (กรณีที่จะต้องรวมโรงเรียนเหล่า) นั้น มิได้หมายถึงการคงสภาพ ปัจจุบัน (คือแยกโรงเรียนแต่ละเหล่าเหมือนในปัจจุบัน) แต่หมายถึงการหาหนทางที่จะทำให้กองทัพเรือ ได้บุคลากรที่มีคุณภาพเพียงพอจากโรงเรียนรวมเหล่า ซึ่งก็ต้องพิจารณากลไกและระบบการศึกษาของ โรงเรียนรวมเหล่า และปรับแต่งให้เป็นที่เราต้องการให้มากที่สุด แล้วจึงนำบุคลากรที่จบการศึกษา หลักสูตร ๔ ปี (จากโรงเรียนรวมเหล่า) มาฝึกศึกษาเพิ่มเติมในวิชาชีพทหารเรือโดยกองทัพเรือต่อไป

อย่างไรก็ตาม คนในกองทัพเรือหลายฝ่ายคงไม่เห็นด้วยกับการรวมเป็นโรงเรียนรวมเหล่า แต่หาก ต้องรวมกันจริง ๆ คงต้องตอบคำถามในประเด็นต่าง ๆ และหาทางออกกันต่อไป ตอนนี้สมมุติว่าผู้เขียน เป็นเจ้าหน้าที่ในคณะทำงานปรับโครงสร้างหน่วยศึกษาของกระทรวงกลาโหม และต้องตอบคำถามของ กองทัพเรือ ลองมาดูกันว่า จะมีคำอธิบายอย่างไรบ้าง

๓.๑ การรับสมัครและคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาในโรงเรียนรวมเหล่าจะอย่างไร จะเป็นหน้าที่รับผิดชอบของกระทรวงกลาโหมหรือไม่ มีอะไรเป็นหลักประกันว่าเราจะได้บุคลากรที่ดีมีคุณภาพมาเป็นนายทหารเรือในอนาคต

ตอบว่า เรื่องนี้คงไม่ต้องกังวลนัก เพราะสมัยก่อนเมื่อประมาณปี พ.ศ.๒๕๒๖ ก็เคยทำกันมาแล้วในช่วงที่รับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๕ (ม.ศ.๕) เข้าศึกษาในโรงเรียนรวมเหล่า คือสอบรวมกันด้วยข้อสอบเหมือนกันแต่ให้ผู้สมัครเลือกไว้ก่อนว่าถ้าสอบได้จะเป็นนักเรียนของเหล่าใด หรือหากแต่ละเหล่าจะรับสมัครและคัดเลือกเองแล้วส่งเข้าไปศึกษาในโรงเรียนรวมเหล่าก็เป็นแนวทางที่ดี สำหรับผู้เขียนนั้น คิดว่าวิธีหลังน่าจะเหมาะสม

๓.๒ การฝึกศึกษาวิชาชีพทหารเรือทำอย่างไร เพราะทหารเรือไม่เหมือนทหารบกหรือทหารอากาศ ทหารเรือต้องใช้วิทยาการต่าง ๆ ในการปฏิบัติการกิจ โดยเฉพาะวิชาชีพด้านการเดินเรือ และต้องให้นักเรียนนายเรือมีประสบการณ์ทางเรือ มีความคงทนต่อสภาพความเป็นอยู่และการปฏิบัติการกิจในเรือ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องเริ่มตั้งแต่ช่วงต้นของการศึกษา หากนำโรงเรียนนายเรือไปรวมเป็นโรงเรียนรวมเหล่า ก็ไม่สามารถสร้างสมวิทยาการและประสบการณ์เหล่านั้นได้

ตอบว่า ความต้องการของกองทัพเรือก็คือ การได้มาซึ่งบุคลากรที่มีคุณภาพเพียงพอ หรือนายทหารสัญญาบัตรที่มีคุณลักษณะเหมาะสมที่จะปฏิบัติการกิจต่าง ๆ ของกองทัพเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หากผลผลิตที่ได้เป็นไปตามที่คาดหวังแล้ว จะไปสร้างมาจากที่ไหนหรือโดยใครก็ไม่ใช่วิชาชีพสำคัญที่จะต้องคิดกันมาก ในกรณีที่ต้องนำหลักสูตรปริญญาตรี ๔ ปีของโรงเรียนนายเรือไปรวมกันไว้ที่โรงเรียนรวมเหล่า ก็คงต้องปล่อยไปตามกระแสความเปลี่ยนแปลง การศึกษาเกี่ยวกับวิชาชีพทหารเรือ ก็ต้องเน้นเฉพาะทฤษฎีและหลักการที่จำเป็น เช่น การเดินเรือ เป็นต้น สำหรับเรื่องการฝึกฝนทักษะและประสบการณ์ในทะเลนั้น คงต้องใช้ช่วงเวลากลางภาคการศึกษานำนักเรียนนายเรือมาฝึกภาคทะเลหรือฝึกภาคในด้านอื่น ๆ ซึ่งก็คงไม่แตกต่างกันกับการดำเนินการในปัจจุบันนัก หลังจากจบการศึกษาหลักสูตร ๔ ปีแล้ว จึงนำบัณฑิตที่จบการศึกษา มาฝึกศึกษาวิชาชีพทหารเรือที่โรงเรียนนายเรือต่อเนื่องอีก ๑-๒ ปี เพื่อสร้างนายทหารเรือที่มีคุณลักษณะตามที่เรารต้องการต่อไป กล่าวโดยสรุปคือ โรงเรียนนายเรือต้องปรับเปลี่ยนบทบาทเป็นโรงเรียนทำการนายทหารเรือนั่นเอง (รูปแบบการศึกษานี้ก็คือรูปแบบของประเทศญี่ปุ่น)

๓.๓ การรวมการจะประหยัดงบประมาณและเพิ่มประสิทธิภาพจริงหรือ ในเมื่อนักเรียนก็ไม่ได้ลดจำนวนลง ความจำเป็นเรื่องเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งครูอาจารย์คงเท่าเดิมหรืออาจมากขึ้น บุคลากรมาจากเหล่าต่าง ๆ จะทำให้คุณภาพของบัณฑิตดีขึ้นจริงหรือ การบริหารงานก็อาจต้องประสิทธิภาพ เพราะนักเรียนในส่วนของกองทัพเรือคงไม่ได้รับการเอาใจใส่หรือได้รับการฝึกอบรมตามที่เรารต้องการ

ตอบว่า จริงอยู่จำนวนนักเรียน ครูอาจารย์ ห้องเรียน ห้องทดลอง หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ก็คงไม่ได้ลดลงจาก ๓ เหลือ ๑ แต่ก็เชื่อได้เลยว่า คงไม่ต้องเตรียม ๓ ส่วนอย่างทุกวันนี้ เช่น

กรณีการศึกษาในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ครูอาจารย์ของทั้งสามเหล่าทัพ คงไม่ได้ลดลงเหลือเพียง ๑ ใน ๓ แต่ก็คงลดลงให้เหลือ ๒ ใน ๓ ได้ ห้องทดลองและเครื่องมือต่าง ๆ ก็คงไม่ต้องเตรียมไว้ถึง ๓ ห้อง หรือ ๓ ชุด เป็นต้น สำหรับการบริหารการศึกษานั้น เป็นเรื่องที่นอกเหนือจากระบบการศึกษา หากข้าราชการทุกคนไม่ติดยึดกับความเป็นตัวตน ก็จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ แต่หากยังติดยึดอยู่กับสิ่งเหล่านี้ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ย่อมสร้างปัญหาไปทุกที่ ตอนนี้อาจบอกไม่ได้ว่า เมื่อเป็นโรงเรียนรวมเหล่าแล้วจะต้องสำเร็จสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่สิ่งสำคัญคือ เราควรต้องสร้างและพัฒนาให้ดีที่สุดและมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับความตั้งใจของผู้บริหารและครูอาจารย์ทุกคน ไม่ใช่ระบบการศึกษา

๓.๔ แบบนี้ก็คิดแล้วไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง กองทัพเรือซึ่งเป็นผู้ใช้พอใจแบบนี้ ทำไมต้องมาก้าวก้าวกันหรือเปลี่ยนแปลงด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงเรียนนายเรือเป็นสถาบันที่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงมีพระมหากรุณาธิคุณโปรดฯ ให้ก่อตั้งขึ้น จะมาทำลายเสียในยุคนี้หรือ

ตอบว่า โรงเรียนนายเรือมิได้ถูกยุบเลิกแต่อย่างใด หากมีการรวมหลักสูตร ๔ ปีไปไว้ที่โรงเรียนรวมเหล่า โรงเรียนนายเรือก็ยังคงมีบทบาทสำคัญในการให้การศึกษามหาวิทยาลัยทหารเรือแก่บัณฑิตที่รับช่วงต่อมาจากโรงเรียนรวมเหล่า และจะสามารถฝึกศึกษาได้อย่างเต็มที่กว่าปัจจุบันเสียด้วยซ้ำไป เพราะจะเป็นการฝึกศึกษาเฉพาะวิชาการและวิชาชีพที่จำเป็นต่อการปฏิบัติภารกิจในกองทัพเรือ ซึ่งก็เหมือนกับการศึกษาของโรงเรียนนายเรือในอดีตนั่นเอง ดังนั้น ไม่ต้องตระหนกหรือเกรงไปว่าโรงเรียนนายเรือจะถูกยุบเลิก แต่โรงเรียนนายเรือจะกลับไปสู่บทบาทที่แท้จริงของการสร้างนายทหารเรือที่สำคัญอย่างยืดยาวมั่นคงมั่งคั่งมากนั้น เพราะความพอใจของกองทัพเรือเพียงอย่างเดียวไม่มีน้ำหนักพอที่จะตัดทอนกระแสความเปลี่ยนแปลงได้ ตอนนี้อาจต้องคิดกันระดับกองทัพไทย มิใช่กองทัพใดกองทัพหนึ่ง หน้าที่ของพวกเราคือ คิดในสิ่งที่จะเพิ่มสมรรถนะและศักยภาพในการป้องกันประเทศของกองทัพไทยกันดีกว่า

๓.๕ มีรูปแบบหรือทางเลือกอื่น ๆ อีกหรือไม่ เช่น การศึกษารวมเฉพาะปีแรก หรือสองปีแรก การรับบัณฑิตที่จบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยมาฝึกศึกษาวิชาชีพทหารเรือที่โรงเรียนนายเรือเลยจะไม่ดีกว่าหรือ

ตอบว่า แนวคิดอื่น ๆ ก็มีบ้าง แต่คงเป็นรูปแบบที่ซับซ้อน ยากแก่การควบคุม หรือการรับบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยมาฝึกอบรบวิชาชีพทหารเรือก็ไม่เลวนัก แต่หากต้องการให้บุคลากรทั้งสามเหล่าทัพมีความคุ้นเคยกัน และสามารถประสานงานกันอย่างสามัคคี ก็คงต้องอาศัยการใช้ชีวิตร่วมกันในสถานศึกษาเดียวกัน กองทัพเรืออาจรับบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยทั่วไปมาเพิ่มเติมในช่วงการฝึกศึกษาวิชาชีพทหารเรือของโรงเรียนนายเรือได้ แต่คงต้องใช้เวลาศึกษามากกว่านี้

ความจริงแล้ว คงมีปัญหาหรือคำถามมากกว่านี้ แต่ผู้เขียนขอกล่าวเพียงนี้ก่อน และต้องขอยกตัวไว้อีกครั้งว่า ผู้เขียนยังไม่ได้บอกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการรวมโรงเรียนเหล่า เพียงแต่ถ้าสมมุติว่า

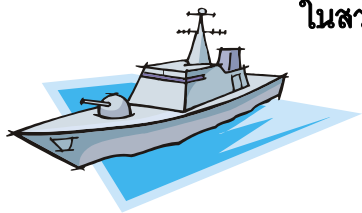
หากเป็นเช่นนั้นจริง เราจะต้องคิดหรือเตรียมตัวอย่างไร เรื่องนี้อาจเป็นเรื่องที่ไม่มีโอกาสเป็นไปได้เลย หรืออาจเป็นจริงในอนาคตอันใกล้ก็ได้ ต้องติดตามดูความเป็นไปอย่างใกล้ชิดต่อไป

๔. คิดใหม่ทำใหม่

ระยะนี้ไม่ว่ากองทัพเรือหรือกองทัพอื่น ๆ คงกำลังสาละวนอยู่กับการพิจารณาปรับโครงสร้าง กองทัพตามนโยบายของรัฐบาล และไม่ว่ากองทัพไหน ๆ ก็คงไม่ยากเงื่อนไขของตัวเอง แต่ผู้ใหญ่ในกระทรวงกลาโหมก็ได้เปรยเตือนออกมาบ้างแล้วว่า “วิธีการที่คิดว่าดีที่สุดและเคยใช้ได้ผลในอดีต นั้น มิได้หมายความว่า จะใช้ได้ผลในยุคนี้อันสมัยนี้เสมอไป ขอให้พวกเรายอมรับความจริงกันเถอะว่า เราทำงานกันอย่างไรมีประสิทธิภาพจริงหรือไม่ ตอนนี้องค์ทัพไทยของเราก็เหมือนผู้ป่วยที่มีโรคเรื้อรังรอการผ่าตัดอยู่ และหากต้องแก้ไขหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น ก็คงต้องยอมเจ็บกันบ้าง เพื่ออนาคตรุ่นหลังและเพื่อประเทศชาติ” ผู้เขียนเองเมื่อได้ยินได้ฟังดังนี้แล้วก็พอจะเข้าใจและเข้าใจได้ว่า โลกนี้เป็นอนิจจัง ทุกสิ่งทุกอย่างย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามวิวัฒนาการของสังคมโลก ขอเพียงเราไม่ยึดมั่นถือมั่นใน “อัตตา” และ “อัตรา” จะทำอะไร ๆ ก็คงจะง่ายขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ทุกวันนี้

รายงานผลการวิจัย

การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหาร
ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา 2546



ร.ท.หญิง จุฬาลักษณ์ สุนทรวิภาต

ร.ต.หญิง ธรรมรส ช่างไม้งาม

ประจำแผนกศึกษาและวิจัย กองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ

สารสังเขป

การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือปีการศึกษา ๒๕๔๖ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ เพื่อทราบปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนที่มาสมัครเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖ ที่โรงเรียนนายเรือเก็บข้อมูลได้จำนวน ๑,๕๘๙ คน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) รวมทั้งการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัยโดยสรุป มีดังนี้

๑. **สภาพภาพโดยทั่วไปของผู้สมัคร :** ผู้สมัคร ส่วนมากอายุ ๑๗ ปี (ร้อยละ ๔๑.๖๐) ศึกษาในสถานศึกษาซึ่งอยู่ในภาคกลาง (ร้อยละ ๔๒.๗๓) ส่วนใหญ่ศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ (ร้อยละ ๕๕.๘๒) ในแผนการเรียนวิทย์-คณิต (ร้อยละ ๘๐.๗๔) ส่วนมากมีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมระหว่าง ๒.๐๐-๒.๔๙ (ร้อยละ ๓๐.๐๘) รองลงมาคืออยู่ระหว่าง ๒.๕๐-๒.๙๙ (ร้อยละ ๒๘.๙๕) ส่วนมากบิดาเป็นข้าราชการ (ร้อยละ ๓๖.๓๑) และมารดาเป็นข้าราชการ (ร้อยละ ๒๐.๗๐)

๒. **การได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ :** ผู้สมัคร ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารจากอาจารย์แนะแนว (ร้อยละ ๕๕.๕๑) และมีความเข้าใจในข้อมูลการรับสมัคร (ร้อยละ ๙๒.๐๑) ซึ่งหากมีข้อสงสัยส่วนมากจะสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากครู - อาจารย์ (ร้อยละ ๓๒.๖๖) และส่วนใหญ่ผู้สมัคร ตัดสินใจเลือกสมัครสอบเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ด้วยเหตุผลที่ว่าทหารเรือเป็นอาชีพที่มีเกียรติ และศักดิ์ศรี (ร้อยละ ๗๐.๑๗)

๓. **รูปแบบในการประชาสัมพันธ์ข้อมูล :** ผู้สมัคร เห็นว่ารูปแบบในการประชาสัมพันธ์ที่ทำให้ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการรับสมัครได้ดีที่สุด คือ ทางโทรทัศน์ (ความถี่ ๔๗๕ / ร้อยละ ๒๙.๘๙) รองลงมา คือ การส่งเอกสาร / ข้อมูลไปที่อาจารย์แนะแนว (ความถี่ ๒๓๘ / ร้อยละ ๑๔.๙๘)

๔. **ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม :** การจำหน่ายระเบียบการ ดำเนินการได้ดีมาก (ความถี่ ๑๔๘) ควรเพิ่มสถานที่จำหน่าย (ความถี่ ๙๒) และสามารถหาซื้อได้ง่าย สะดวก เป็นระเบียบดี (ความถี่ ๖๓) ส่วน การรับสมัคร มีความพร้อมมาก (ความถี่ ๑๓๔) มีความสะดวก รวดเร็ว เป็นระบบระเบียบดี (ความถี่ ๑๒๕) และสำหรับ การสอบคัดเลือก ที่ดำเนินการดีอยู่แล้ว (ความถี่ ๕๗) ควรจัดสอบทั่วประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ (ความถี่ ๑๒) และควรเพิ่มสถานที่สอบ สถานที่สอบควรมีความสะดวกสบายมากกว่านี้ เนื่องจากมีความแออัด / สถานที่คับแคบ (ความถี่ ๑๑)

๑. วัตถุประสงค์

๑. เพื่อศึกษาการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖
๒. เพื่อทราบปัญหาและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาการประชาสัมพันธ์การสอบคัดเลือก เข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

๒. วิธีดำเนินการวิจัย

๒.๑ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่สมัครเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖ จำนวน ๑๘,๐๒๒ คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนที่สมัครเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ที่โรงเรียนนายเรือ ตั้งแต่วันที่ ๑๐- ๑๙ มีนาคม ๒๕๔๖ จำนวน ๙,๙๐๐ คน และเก็บรวบรวมข้อมูลได้ จำนวน ๑,๕๘๙ คน

๒.๒ เครื่องมือในการสำรวจความคิดเห็น

เครื่องมือในการสำรวจความคิดเห็น ได้แก่ แบบสำรวจความคิดเห็น เกี่ยวกับการได้รับข้อมูล ข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ประกอบด้วยสถานภาพผู้ตอบแบบสำรวจ การได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และข้อคำถามปลายเปิด (Open-ended Form)

๓. วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) รวมทั้งการ วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

๔. สรุปผลการวิจัย

ผลการสำรวจความคิดเห็นการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖ สรุปผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง : แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหาร
ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๕๖

รายการสรุป		
๑. ด้านสถานภาพส่วนตัว	สถานภาพ	ร้อยละ
๑.๑ อายุ	๑๗ ปี	๔๑.๖๐
๑.๒ ภูมิภาคของสถานศึกษา	ภาคกลาง	๔๒.๗๓
๑.๓ ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษาปีที่ ๔	๕๕.๘๒
๑.๔ แผนการเรียน	วิทย์ – คณิต	๘๐.๗๔
๑.๕ คะแนนเฉลี่ยสะสม	๒.๐๐ – ๒.๔๙	๓๐.๐๘
๑.๖ อาชีพบิดา	รับราชการ รับจ้าง	๓๖.๓๑ ๑๘.๙๕
๑.๗ อาชีพมารดา	รับราชการ ค้าขาย	๒๐.๗๐ ๑๙.๕๗
๒. การได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นตท.(ทร)		
๒.๑ แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการรับสมัคร ฯ	๑. อาจารย์แนะแนว ๒. ผู้ปกครอง ๓. เพื่อน ๔. โรงเรียนกวดวิชา	๕๕.๕๑ ๔๗.๒๐ ๔๖.๘๒ ๔๑.๗๒
๒.๒ ความเข้าใจในข้อมูลการรับสมัคร ฯ	มีความเข้าใจ	๙๒.๐๑
๒.๓ วิธีการติดต่อ / สอบถามเมื่อมี ข้อสงสัยเกี่ยวกับการรับสมัคร ฯ	๑. สอบถามครู – อาจารย์ ๒. สอบถามรุ่นพี่ ๓. สอบถามเพื่อน	๓๒.๖๖ ๒๔.๕๔ ๒๐.๘๓
๒.๔ เหตุผลในการตัดสินใจเลือกสมัครสอบ คัดเลือกเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ	๑. เป็นอาชีพที่มีเกียรติ และศักดิ์ศรี ๒. ชอบความเป็นสุขภาพบุรุษทหารเรือ ๓. เป็นอาชีพที่มีความมั่นคงหลังสำเร็จ การศึกษา ๔. รักและต้องการเป็นทหารเรือ	๗๐.๑๗ ๕๗.๘๔ ๕๖.๓๙ ๔๕.๒๕
๒.๕ รูปแบบในการประชาสัมพันธ์ที่ทำให้ ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการรับสมัคร ฯ ได้ดีที่สุด	๑. ทางโทรทัศน์ (ความถี่ ๔๗๕) ๒. ส่งเอกสาร / ข้อมูลไปที่อาจารย์ แนะแนว (ความถี่ ๒๓๘) ๓. ทางวิทยุ (ความถี่ ๒๑๑) ๔. ส่งนักเรียนนายเรือ / เจ้าหน้าที่มา แนะแนวที่โรงเรียน (ความถี่ ๑๓๘) ๕. ทางอินเทอร์เน็ต (ความถี่ ๑๓๗)	๒๙.๘๙ ๑๔.๙๘ ๑๓.๒๘ ๘.๖๘ ๘.๖๒

๓. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้สมัคร

๓.๑ การจำหน่ายระเบียบการ : ดำเนินการดีมาก (ความถี่ ๑๔๘) ควรเพิ่มสถานที่จำหน่าย (ความถี่ ๙๒) และสามารถหาซื้อได้ง่าย สะดวก เป็นระเบียบดี (ความถี่ ๖๓)

๓.๒ การรับสมัคร : มีความพร้อมมาก (ความถี่ ๑๓๔) และมีความสะดวก รวดเร็ว เป็นระบบระเบียบดี (ความถี่ ๑๒๕)

๓.๓ การสอบคัดเลือก : ที่ดำเนินการดีอยู่แล้ว (ความถี่ ๕๗) ควรจัดสอบทั่วประเทศ ตามภูมิภาคต่างๆ (ความถี่ ๑๒) และควรเพิ่มสถานที่สอบ สถานที่สอบควรมีความสะดวกสบายมากกว่านี้ (เนื่องจากมีความแออัด สถานที่คับแคบ) (ความถี่ ๑๑)

๕. อภิปรายผลการวิจัย

๑. ครู-อาจารย์แนะแนว ตามโรงเรียนต่าง ๆ เป็นบุคคลที่สำคัญยิ่งต่อการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการรับสมัครเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือแก่ผู้สมัคร (ร้อยละ ๕๕.๕๑) รวมถึงยังเป็น บุคคลที่ผู้สมัคร มักติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม เกี่ยวกับการรับสมัครเมื่อมีข้อสงสัย (ร้อยละ ๓๒.๖๖) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของแผนกศึกษาและวิจัย กองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ (๒๕๔๕) จึงเห็นได้ว่า การจัดส่งเอกสารประชาสัมพันธ์ไปยังโรงเรียนต่าง ๆ โดยส่งไปที่ ครู - อาจารย์แนะแนว ยังคงเป็นวิธีการที่เหมาะสมมากที่สุด อย่างไรก็ตาม บุคคลที่รองลงมาจากครู-อาจารย์แนะแนว ที่ผู้สมัครมักติดต่อสอบถาม เมื่อมีข้อสงสัย คือรุ่นพี่ (ร้อยละ ๒๔.๕๔) ดังนั้น โรงเรียนนายเรือ จึงควรเพิ่มการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการรับสมัครแก่นักเรียนนายเรือให้มากขึ้น เพื่อให้เป็นตัวแทนในการตอบข้อสงสัยต่าง ๆ ให้แก่รุ่นน้องที่มีข้อสงสัยด้วย

๒. ผู้สมัครเกือบทั้งหมด (ร้อยละ ๙๒.๐๑) มีความเข้าใจในรายละเอียดต่าง ๆ ชัดเจน ซึ่งสูงกว่าปีที่แล้ว (ประมาณร้อยละ ๗) จึงเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าข้อมูลข่าวสารในการประชาสัมพันธ์การสอบคัดเลือกเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ที่โรงเรียนนายเรือเผยแพร่ออกไปนั้น มีความชัดเจน เข้าใจง่ายดีอยู่แล้ว และมีแนวโน้มว่า จะทำให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

๓. ผู้สมัครมีความคิดเห็นว่า รูปแบบที่ดีที่สุดในการประชาสัมพันธ์ข้อมูล ข่าวสารเกี่ยวกับการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ คือ ทางโทรทัศน์ (ความถี่ ๔๗๕) รองลงมาคือ การส่งเอกสาร / ข้อมูลเกี่ยวกับการรับสมัครไปยังอาจารย์แนะแนว / ฝ่ายแนะแนว (ความถี่ ๒๓๘) และทางวิทยุ (ความถี่ ๒๒๑) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า แนวโน้มในการประชาสัมพันธ์ทางอินเทอร์เน็ตน่าจะ

เป็นรูปแบบที่น่าสนใจมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันผู้สมัครสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตมากขึ้นกว่าเดิม ดังจะเห็นได้จากความคิดเห็นของผู้สมัครที่คิดว่าควรใช้รูปแบบการประชาสัมพันธ์ ทางอินเทอร์เน็ต (ความถี่ ๑๓๗) มากขึ้นกว่าในปีที่ผ่านมา (ความถี่ ๑๔)

๔. ผู้สมัครส่วนใหญ่ยังคงมีเหตุผลในการตัดสินใจเลือกสมัครสอบเข้าเป็นนักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ เพราะทหารเป็นอาชีพที่มีเกียรติ และศักดิ์ศรี (ร้อยละ ๗๐.๑๗) ชอบความเป็นสุภาพบุรุษทหารเรือ (ร้อยละ ๕๗.๘๔) และทหารเป็นอาชีพที่มั่นคงหลังสำเร็จการศึกษา (ร้อยละ ๕๖.๓๙) แสดงว่าผู้สมัครจะให้ความสำคัญในเรื่องของเกียรติและศักดิ์ศรีมากกว่าเรื่องเงิน (ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการศึกษา ร้อยละ ๑๕.๔๘)

๖. ข้อเสนอแนะ

๑. โรงเรียนนายเรือควรสนับสนุนการดำเนินงานประชาสัมพันธ์ ในรูปแบบที่จะทำให้ผู้สมัครได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการรับสมัครนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือได้ดีที่สุด จากผลการวิจัย ซึ่งได้แก่ ทางโทรทัศน์ การส่งเอกสาร / ข้อมูลเกี่ยวกับการรับสมัครไปยังอาจารย์แนะแนว / ฝ่ายแนะแนว ทางวิทยุ โดยการส่งนักเรียนนายเรือกลับไปแนะแนวที่โรงเรียนเดิม ทางอินเทอร์เน็ต และทางหนังสือพิมพ์ ซึ่งได้ดำเนินการอยู่แล้ว ให้มากขึ้นและต่อเนื่องต่อไป

๒. คณะกรรมการสอบคัดเลือกนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ตลอดจนอนุกรรมการฯ ที่เกี่ยวข้องในการประชาสัมพันธ์การจำหน่ายระเบียบการรับสมัคร การรับสมัคร และการสอบภาควิชาการ ควรนำผลการสำรวจความคิดเห็น เป็นสารสนเทศในการกำหนดแนวทางในการดำเนินงาน ให้มีประสิทธิภาพ ดียิ่งขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

๓. ในภาพรวม กองทัพเรือควรหารูปแบบในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ภาพของทหารเรือทางโทรทัศน์ หรือสนับสนุนภาคเอกชนในการผลิตรายการ / ละครโทรทัศน์ หรือภาพยนตร์ให้มากขึ้น เพื่อให้เป็นที่ประจักษ์ในสายตาแก่ประชาชนทั่วไปและนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย



เอกสารอ้างอิง

โรงเรียนนายเรือ . การสำรวจความคิดเห็นการได้รับข้อมูลข่าวสารการรับสมัคร นักเรียนเตรียมทหาร ในส่วนของกองทัพเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๖. เอกสารวิจัย แผนการศึกษาและวิจัย กองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ, ๒๕๔๖.