ระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ บนพื้นฐานแบบเฟรม สำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

A FRAME-BASED OBJECT-ORIENTED EXPERT SYSTEM FOR RTAF. TRANSPORTATION MANAGEMENT

ศิพัฒน์ นามวัฒน์

SIPAT NAMWAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-846-3

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ บนพื้นฐานแบบเฟรม สำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

A FRAME-BASED OBJECT-ORIENTED EXPERT SYSTEM FOR RTAF. TRANSPORTATION MANAGEMENT

ศีพัฒน์ นามวัฒน์
SIPAT NAMWAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-846-3

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48902
วัน, เดือน, ปี 12 ส.ค. 2547

.b.....
.i.....

A FRAME-BASED OBJECT-ORIENTED EXPERT SYSTEM FOR RTAF. TRANSPORTATION MANAGEMENT

SIPAT NAMWAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF THECHNOLOGY LADKRABANG
2003

ISBN 974-324-846-3

COPYRIGHT 2003
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุบนพื้นฐานแบบเฟรม สำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

A FRAME-BASED OBJECT-ORIENTED EXPERT SYSTEM FOR RTAF. TRANSPORTATION MANAGEMENT

ชื่อนักศึกษา ร.อ.ศีพัฒน์ นามวัฒน์

รหัสประจำตัว 42067137

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ศุภมิตร จิตตะยโศธร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ศุภมิตร	จิตตะยโศธร	
รศ.ดร.บุญวัฒน์	อัตชู	
ผศ.ดร.อาริต	ธรรมโน	
ดร.ภัทรชัย	ลลิตโรจน์วงศ์	
ดร.ธนารัตน์	ชลิดาพงศ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 28 ตุลาคม 2546 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง M03 (ชั้นลอย) อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....31.....**เดือน**.....ตุลาคม.....**พ.ศ.**.....2546.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ บนพื้นฐานแบบเฟรมสำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ
นักศึกษา	เรืออากาศเอก ศีพัฒน์ นามวัฒน์
รหัสนักศึกษา	41067137
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ศุภมิตร จิตตะยโศธร

บทคัดย่อ

ระบบผู้เชี่ยวชาญฐานข้อมูลเป็นวิทยาการสาขาหนึ่งที่นำข้อเด่นของระบบผู้เชี่ยวชาญ และระบบฐานข้อมูลมาประมวลเข้าด้วยกัน แนวทางในการรวมสองระบบดังกล่าวเข้าด้วยกันนั้น มีตั้งแต่การเรียกใช้ฐานข้อมูลเป็นครั้งๆจากระบบผู้เชี่ยวชาญจนถึงการพัฒนาความสามารถระดับเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญบนระบบฐานข้อมูล งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานข้อมูลชื่อ FOXDB1 ซึ่งใช้รูปแบบการแทนความรู้แบบเฟรม ระบบดังกล่าวนี้ถูกพัฒนาขึ้นบนระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุซึ่งมีใช้ในเชิงพาณิชย์เนื่องจากแนวคิดหลักจากหลักการเชิงวัตถุ และเฟรมนั้นมีความใกล้เคียง และคล้ายคลึงกัน ซึ่งน่าจะเหมาะสมในการนำมาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญร่วมกัน นอกจากนี้เพื่อเป็นตัวอย่างการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญจึงได้นำระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศมาเป็นกรณีศึกษา เพื่อสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งกองทัพอากาศอีกด้วย

Thesis Title	A Frame-based Object-Oriented Expert System for RTAF Transportation Management
Student	Sipat Namwat
Student ID	41067137
Degree	Master of Science
Programme	Information Technology (Information Science)
Year	2003
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Dr.Suphamit Chittayasothorn

ABSTRACT

Expert database system is an interesting research area which combines the features and functions of expert systems and database systems together. There are several approaches for the coupling of the two systems range from the loosely coupled database calls from an expert system shell to the implementation of expert system features on a database system. This research work presents the design and implementation of an expert database system FOXDB1 (Frame-based Object-oriented Expert Database system 1). The FOXDB1 uses frames as its knowledge representation. It is implemented on Caché which is a commercial object oriented DBMS. Although frame and object have similar model structure, they differ in many details thus challenge the implementation of the system. An expert system for the Royal Thai Air Force Transportation management system was built on the FOXDB1 shell to demonstrate its potentials.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยความเมตตาในการให้คำปรึกษา และแนะนำตลอดทุกขั้นตอนการดำเนินการ รวมทั้งความอนุเคราะห์ผลิตภัณฑ์ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยจาก รศ.ดร.ศุภมิตร จิตตะยโศธร ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ทุกท่านในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้ให้ความกรุณาประสิทธิประสาทความรู้ และตักเตือนแนะนำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยมาได้จนเสร็จสิ้นได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ร.ท.ธำรงค์ สุนทรวงศ์ นายทหารขนส่งภาคพื้น แผนกอำนวยการขนส่ง กองจัดการเคลื่อนย้าย กรมขนส่งทหารอากาศ ที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการศึกษาหาข้อมูลด้านระบบงานอำนวยการขนส่ง ของกรมขนส่งทหารอากาศ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และบัณฑิตศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกคนที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวก และประสานงานให้ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศีพัฒน์ นามวัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม 4

2.1.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ 4

2.1.2 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ 5

2.1.3 วิศวกรรมความรู้ 8

2.1.4 การแทนความรู้ 8

2.1.5 การใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมในงานวิจัยทั่วไป 13

2.2 การบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล 14

2.2.1 สถาปัตยกรรมการบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล 14

2.2.2 งานวิจัยที่ใช้การบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล 16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 18

3.1 ขั้นตอนในการศึกษา และพัฒนาระบบ 18

3.1.1 ศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ กับเฟรม 18

3.1.2 พัฒนาโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ คาเช่ 18

3.1.3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง 19
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 19
3.2.1 โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ 19
3.2.2 ส่วนโปรแกรมดำเนินงาน และส่วนประสานกับผู้ใช้ 19

บทที่ 4 สถาปัตยกรรมของระบบ 20
4.1 สถาปัตยกรรมของระบบ 20
4.2 การศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ กับเฟรม 21
4.2.1 โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ 21
4.2.2 โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม 21
4.3 โครงสร้างข้อมูลบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ 22
4.3.1 ออบเจ็กต์โมเดล 23
4.3.2 คลาส 23
4.4 การสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ 26

บทที่ 5 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ 28
5.1 ระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ 28
5.1.1 โครงสร้างงานขนส่งภาคพื้นของกรมขนส่งทหารอากาศ 28
5.1.2 งานอำนวยการขนส่ง 30
5.1.3 ปัญหาหลักในการปฏิบัติในขั้นตอนการจัดการขนส่ง 30
5.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ 31
5.2.1 วิธีการพิจารณากำหนดแผนปฏิบัติภารกิจในระบบมือ 31
5.2.2 การแบ่งเฟรมความรู้ที่ใช้ 32
5.2.3 การสร้างกฎให้แก่เฟรม 35
5.2.4 การหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น 38

บทที่ 6 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 39
6.1 สรุปผลการวิจัย 39
6.2 ข้อเสนอแนะ 40

เอกสารอ้างอิง 41

ภาคผนวก 43

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 แสดงโครงสร้างของเฟรม Mission 33

5.2 แสดงโครงสร้างของเฟรม Vehicle 33

5.3 แสดงโครงสร้างของเฟรม Place 34

5.4 แสดงโครงสร้างของเฟรม Load 34

5.5 แสดงโครงสร้างของเฟรม Road 35

5.6 แสดงโครงสร้างของเฟรม RoutePart 35

5.7 แสดงโครงสร้างของเฟรม Route 35

5.8 แสดงโครงสร้างของเฟรม Damage 36

5.9 แสดงตัวอย่างรายการกฎที่จะถูกเพิ่มให้สล๊อตในเฟรม Mission 37

5.10 แสดงรายการกฎที่จะถูกเพิ่มให้สล๊อตในเฟรม Vehicle และ เฟรม Damage 37

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แนวคิดพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ 5

2.2 โครงสร้าง และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ ในระบบผู้เชี่ยวชาญ 7

2.3 ตัวอย่างโครงสร้างของเฟรม 11

2.4 ตัวอย่างโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของเฟรม รถยนต์ 12

2.5 เทคนิคแบบการสร้างการเชื่อมต่อ 14

2.6 เทคนิคแบบการสร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานความรู้ไปยังฐานข้อมูล 15

2.7 เทคนิคแบบการสร้างฟังก์ชันงานฐานข้อมูลภายในฐานความรู้ 15

2.8 เทคนิคแบบการสร้างสร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานข้อมูลไปยังฐานความรู้ 16

2.9 เทคนิคแบบการสร้างฟังก์ชันงานฐานความรู้ภายในฐานข้อมูล 16

4.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบ 20

4.2 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบวัตถุ 21

4.3 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม 22

4.4 เปรียบเทียบการใช้งาน OID และ OREF 23

4.5 การแบ่งย่อยประเภทคลาสในคาเช่ 24

4.6 เปรียบเทียบการจัดเก็บวัตถุแบบเอ็มเบ็ดเดเบิลในดิสก์ และหน่วยความจำ 25

4.7 โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมที่ถูกสร้างขึ้นด้วยออปเจ็กต์คลาสของคาเช่ 27

4.8 ตัวอย่างอินสแตนต์ของเฟรมที่ถูกสร้างขึ้น 27

5.1 แผนผังการจัดส่วนงานความรับผิดชอบภายในกรมขนส่งทหารอากาศ
(เฉพาะส่วนงานขนส่งภาคพื้น) 29

5.2 ขั้นตอนการพิจารณากำหนดแผนการปฏิบัติภารกิจขนส่งภาคพื้นใน
งานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ 32

5.3 แสดงรายขั้นตอนการการหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น 38

ก-1 แสดงภาพหน้าจอส่วนหลักของโปรแกรม 44

ก-2 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับหน่วยงานในกองทัพ 45

ก-3 แสดงภาพหน้าจอส่วนค้นหาข้อมูลที่จัดเก็บไว้แล้วจากปุ่มคำสั่ง Find 46

ก-4 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับทางหลวง 46

ก-5 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับพาหนะขนส่ง 47

ก-6 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับเส้นทางขนส่ง 48
ก-7 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับความเสียหายของถนน 49
ก-8 แสดงภาพหน้าจอหลักของส่วนวางแผนภารกิจขนส่ง 50
ก-9 แสดงภาพหน้าจอหลักของการร้องข้อข้อมูลเพิ่มเพื่อดำเนินการต่อไป 51
ก-10 แสดงภาพหน้าจอหลักของคำตอบเส้นทางที่ระบบสร้างขึ้น 52
ก-11 แสดงภาพหน้าจอในการกรอกข้อมูลสิ่งของบรรทุกในภารกิจ 52
ก-12 แสดงภาพตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนภายหลังการกำหนดพาหนะให้ภารกิจ 53
ก-13 แสดงภาพหน้าจอข้อความแจ้งเตือนภายหลังการคำนวณน้ำมันเชื้อเพลิงเสร็จสิ้น 53
ก-14 แสดงภาพหน้าจอของคำตอบแผนการปฏิบัติภารกิจเมื่อระบบดำเนินการเสร็จสิ้น 54
ข-1 สำเนาปกวารสารรวมบทคัดย่องานวิจัยที่ผ่านการพิจารณาเข้าร่วม วทท.29 55
ข-2 สำเนาบทคัดย่องานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่ตีพิมพ์ 56
ข-3 สำเนาเกียรติบัตรแสดงว่าผลงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการคัดเลือกเข้าบรรยาย
ในการประชุม วทท.29 57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ในระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา การใช้รูปแบบการแทนความรู้แบบเฟรม (Frame-based Knowledge Representation) เป็นเทคนิคที่ได้รับความยอมรับว่าสามารถสร้างตัวแทนความรู้ที่มีความซับซ้อน และมีขนาดใหญ่สำหรับระบบฐานความรู้ที่ใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากความนิยมในการนำหลักการนี้มาพัฒนา และวิจัยระบบผู้เชี่ยวชาญต่างๆ เป็นจำนวนมาก [5][6][7][8][9] แต่การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในทางปฏิบัตินั้น ยังประสบกับปัญหาบางประการ โดยเฉพาะเครื่องมือในการพัฒนาส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็นภาษา, เครื่องมือ หรือเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Shell) ที่อ้างอิงกับภาษาสำหรับงานด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งแตกต่างจากภาษาในการโปรแกรมโดยทั่วไป และมีข้อจำกัดในการใช้ข้อมูลร่วมกันกับระบบสารสนเทศประเภทอื่นขององค์กรที่มักถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล นอกจากนี้ปัญหาหลักอีกประการหนึ่งที่เป็นหัวข้ออภิปรายกันกว้างขวางคือ ข้อแตกต่างระหว่างการสร้างระบบฐานความรู้ (Knowledge base) ซึ่งเป็นส่วนเก็บข้อมูลหลักของระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่มีข้อด้อยกว่าระบบฐานข้อมูล (Database) ในเรื่องการกำหนดโครงสร้างข้อมูล เนื่องจากแนวทางการสร้างตัวแทนความรู้สำหรับฐานความรู้จะมีแนวโน้มเน้นไปในเชิงการพรรณา (Descriptive) มากกว่าเชิงการกำหนด (Prescriptive) ดังเช่นในระบบฐานข้อมูล ทำให้โครงสร้างของโมเดลความรู้จะไม่แน่นอน อาจต้องปรับปรุงตามข้อมูลระบบที่เข้ามาใหม่อยู่เรื่อยๆ [12] ด้วยสาเหตุเหล่านี้ทำให้งานวิจัยหลายชิ้นพยายามนำระบบฐานข้อมูลเข้ามาช่วยแก้ปัญหา และเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างระบบฐานความรู้สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมในหลากหลายแนวทาง[10][11][12]

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะได้นำเสนอการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุเป็นเครื่องมือสร้างฐานความรู้ เพื่อใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม แทนการใช้เครื่องมือแบบเดิม เนื่องจากหลักการเชิงวัตถุนั้นมีความใกล้เคียงกับหลักการของเฟรมเป็นอย่างมาก ซึ่งหากสามารถนำระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้ในลักษณะดังกล่าวได้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ และความสะดวกในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมต่อไป และเพื่อเป็นการทดสอบสมมุติฐานของแนวคิดนี้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะได้ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศขึ้นมาเป็นกรณีศึกษา จากแนวทางที่ได้นำเสนอไว้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุสร้างฐานความรู้ พร้อมทั้งนำเสนอกรณีศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับ งานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุชื่อ คาเช่ (Caché) ซึ่งสามารถพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมได้ โดยจะได้ทำการเสนอกรณีศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ เพื่อทดสอบสมมุติฐาน

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้รูปแบบการแทนความรู้แบบเฟรม บนระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

1.4.2 พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นกรณีศึกษา โดยใช้ระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้จะเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญแบบการวางแผน (Planing) ที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

1.4.2.1 กำหนดประเภท และจำนวนยานพาหนะให้สอดคล้องกับภารกิจ และข้อกำหนดตามระเบียบ และกฎหมาย

1.4.2.2 กำหนดเส้นทางการขนส่งให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และสภาพเส้นทางในขณะนั้น

1.4.2.3 กำหนดปริมาณเชื้อเพลิงในการเบิกจ่ายสำหรับภารกิจ และแผนการขนส่งที่ได้วางไว้

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

เพื่อให้การดำเนินการศึกษา และพัฒนาเป็นไปด้วยความเรียบร้อยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานไว้ดังนี้

1.5.1 ศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ และเฟรม

1.5.2 พัฒนาโครงสร้างของเฟรมสำหรับระบบฐานความรู้ ด้วยโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ คาเช่

1.5.3 ศึกษากระบวนการอำนวยการขนส่ง ของกรมขนส่งทหารอากาศเป็นกรณีศึกษา (Knowledge Acquisition)

1.5.4 พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศเป็นกรณีศึกษา

1.5.5 จัดทำเอกสาร

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม (Frame-based Expert System)

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ และอธิบายถึงภาพรวมสถาปัตยกรรม และองค์ประกอบที่สำคัญของระบบ รวมทั้งการแบ่งประเภทของระบบผู้เชี่ยวชาญตามวิธีการแทนความรู้ ซึ่งจะได้มีการเน้นเฉพาะในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม ทั้งในส่วนโครงสร้าง และแนวทางที่มีผู้พัฒนาใช้โดยทั่วไป ตลอดจนจะได้กล่าวถึงงานวิจัยทางด้านระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมที่ได้ศึกษามา

2.1.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ คือกลุ่มของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือซอฟท์แวร์ ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ในขอบเขตปัญหาที่เราสนใจ (Domain of Interest) ด้วยการเรียนรู้ถ่ายทอดความชำนาญจากมนุษย์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ ไปใช้ในโปรแกรม สาเหตุที่เราเรียกโปรแกรมประเภทนี้ว่าระบบ (System) เพราะในระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นจะประกอบด้วยทั้งองค์ประกอบในส่วนการแก้ปัญหา (Problem-Solving Component) และองค์ประกอบในการสนับสนุนการทำงาน (Support Component)

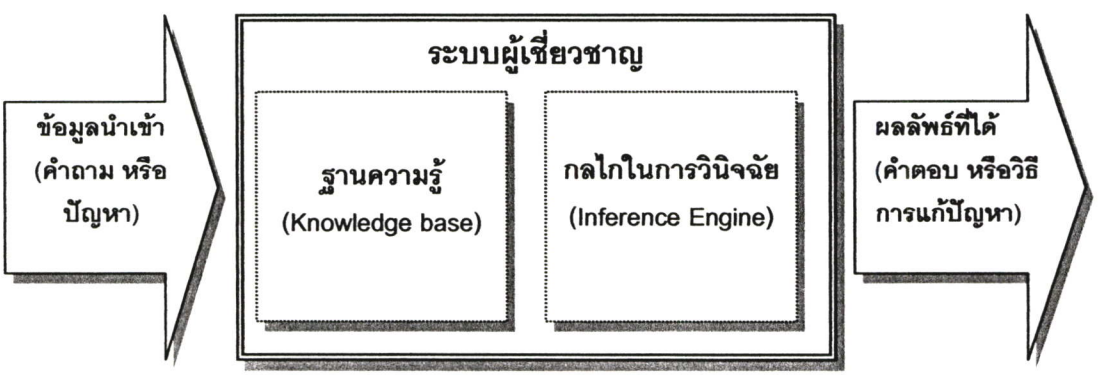
ระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น เป็นส่วนหนึ่งของศาสตร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) ซึ่งต้องอาศัยความรู้ (Knowledge) เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับโปรแกรม เพื่อใช้ในการประมวลผล และแสดงความสามารถของโปรแกรมเหล่านั้นออกมา โดยความรู้ที่ระบบผู้เชี่ยวชาญต้องการ ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง (Fact) และกฎ (Rule) เป็นความรู้หลัก ซึ่งบางครั้ง เราอาจสามารถกำหนดค่าระดับความแปรผันในความถูกต้องของข้อเท็จจริง หรือความแม่นยำของกฎรวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่ใช้ เพื่อสร้างความถูกต้องให้แก่การแก้ปัญหาของระบบผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น โดยข้อมูลเหล่านี้เราจะเรียกว่า ปัจจัยในความเที่ยงตรง (Certainty Factor)

สำหรับกฎที่ใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ เป็นกฎแบบเฮียวริสติค (Heuristic) กล่าวคือเป็นกฎที่สามารถใช้หาผลลัพธ์ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ โดยมีข้อจำกัดที่เราจะไม่สามารถประกันได้ว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ได้นี้เป็นวิธีที่ดีที่สุด แต่ถือว่ายอมรับได้มากที่สุดในขณะนั้น เช่นเดียวกับความเชี่ยวชาญของมุนษย์ ซึ่งจะสามารถให้คำตอบที่แก้ไขปัญหาที่ต้องการได้ แต่อาจจะไม่ดีที่สุด ขึ้นอยู่กับ ความรู้ และสถานการณ์ของเหตุการณ์ในขณะนั้น

สำหรับความรู้ในระบบผู้เชี่ยวชาญได้ถูกรวบรวมไว้ในลักษณะการแบ่งแยกความรู้เกี่ยวกับขอบเขตของปัญหา ออกจากความรู้อื่นๆ ของระบบ เช่น ความรู้ความรู้ทั่วไปที่ใช้ประกอบการแก้ปัญหา หรือความเกี่ยวกับการมีการโต้ตอบ (Interaction) กับผู้ใช้ เป็นต้น ซึ่งกลุ่มของความรู้ที่

เกี่ยวข้องกับขอบเขตของปัญหา เราจะเรียกว่า ฐานความรู้ (Knowledge base) ซึ่งจะบรรจุข้อเท็จจริง และกฎไว้ ในขณะที่ความรู้ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาเรียกว่ากลไกในการวินิจฉัย (Inference Engine) ที่บรรจุตัวแปรภาษา (Interpreter) ที่เป็นส่วนในการตัดสินใจนำกฎต่างในฐานความรู้มาใช้

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าความแตกต่างที่เป็นพื้นฐานหลักระหว่างโปรแกรมทั่วไป กับโปรแกรมที่เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น อยู่ที่ระบบผู้เชี่ยวชาญจะจัดการกับความรู้ ในขณะที่โปรแกรมทั่วไปจะจัดการกับข้อมูล นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่สร้างความแตกต่างให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ได้แก่ ความเชี่ยวชาญ (Expertise), การรู้จักเหตุผลเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Reasoning), ความลึก (Depth) และ การมีความรู้ในตนเอง (Self Knowledge) [1] ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีความสามารถพิเศษ ในการอธิบายเหตุผล (Explanation Capability) แตกต่างไปจากโปรแกรมประเภทอื่น โดยที่ความสามารถในการอธิบายเหตุผลนี้ ใช้เพื่ออธิบายเหตุผล และกระบวนการที่ระบบใช้ในการแก้ปัญหา ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปนั่นเอง ดังนั้นเราจะสามารถแสดงแนวคิดพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปที่ 2.1 ดังนี้



รูปที่ 2.1 แนวคิดพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยองค์ประกอบในส่วนการแก้ปัญหา และองค์ประกอบในการสนับสนุนการทำงาน โดยที่องค์ประกอบในการสนับสนุนได้แก่ สภาพแวดล้อมในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ และการเตรียมฐานความรู้ ในขณะที่องค์ประกอบในส่วนการแก้ไขปัญหา ถือว่าเป็นสภาพแวดล้อมในขณะปฏิบัติงาน (Runtime Environment) ที่มีหน้าที่ในการสร้างผลลัพธ์ หรือวิธีการแก้ไขปัญหาแก่ผู้ใช้ที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ (nonexpert user) ผู้ขอคำปรึกษาจากระบบ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบ ก็ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังมีรายละเอียดดังนี้ [1]

2.1.2.1 **ระบบการรับโอนความรู้** (Knowledge Acquisition System) การรับโอนความรู้ คือการถ่ายโอนความรู้ความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาจากแหล่งต่างๆ เพื่อนำมาเก็บสะสม โดยการแปลงความรู้เหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้ สำหรับการนำไปสร้าง หรือขยายขีดความสามารถของฐานความรู้ในระบบ ซึ่งแหล่งของความรู้นั้นอาจมาจาก ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์, หนังสือ, ฐานข้อมูล, รายงานการวิจัย, รูปภาพ หรือจากแหล่งใดๆ ก็ได้ ที่มีข้อมูลความรู้ในการแก้ปัญหา ในขอบเขตที่เราสนใจ

2.1.2.2 **ฐานความรู้** ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ฐานความรู้ ประกอบไปด้วยข้อเท็จจริง และกฎ ที่ใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการวินิจฉัยปัญหา หรือสามารถกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ฐานความรู้คือที่รวบรวมความรู้ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อความเข้าใจในตัวปัญหา ที่จะนำมาซึ่งการคำนวณ และสร้างวิธีการแก้ปัญหาต่อไป เนื่องจากความรู้ คือวัตถุดิบขั้นพื้นฐานสำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยกระบวนการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำเข้ามาเก็บไว้ในฐานความรู้ เราเรียกว่า การแทนความรู้ (Knowledge Representation)

2.1.2.3 **กลไกในการวินิจฉัย** ส่วนนี้ถือได้ว่าเป็นสมองของระบบ มีหน้าที่ควบคุม หรือตีความกฎ ที่ได้จากฐานความรู้ ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่ง ในการทำงานเชิงเหตุผลกับข้อมูลที่อยู่ฐานความรู้ และพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อสร้างคำตอบ และบทสรุปในวิธีการแก้ปัญหาแก่ผู้ใช้

2.1.2.4 **พื้นที่ปฏิบัติงาน** (Workplace) เป็นพื้นที่ในหน่วยความจำที่ใช้ในการปฏิบัติงานกับปัญหาปัจจุบัน เพื่อบันทึกสถานะ และคำอธิบายเกี่ยวกับปัญหาที่กำลังดำเนินการอยู่ไว้ใช้ในการวินิจฉัยปัญหา อย่างไรก็ดี ส่วนพื้นที่ปฏิบัติงานนี้ ได้ถูกสร้างไว้ในระบบผู้เชี่ยวชาญบางระบบเท่านั้น

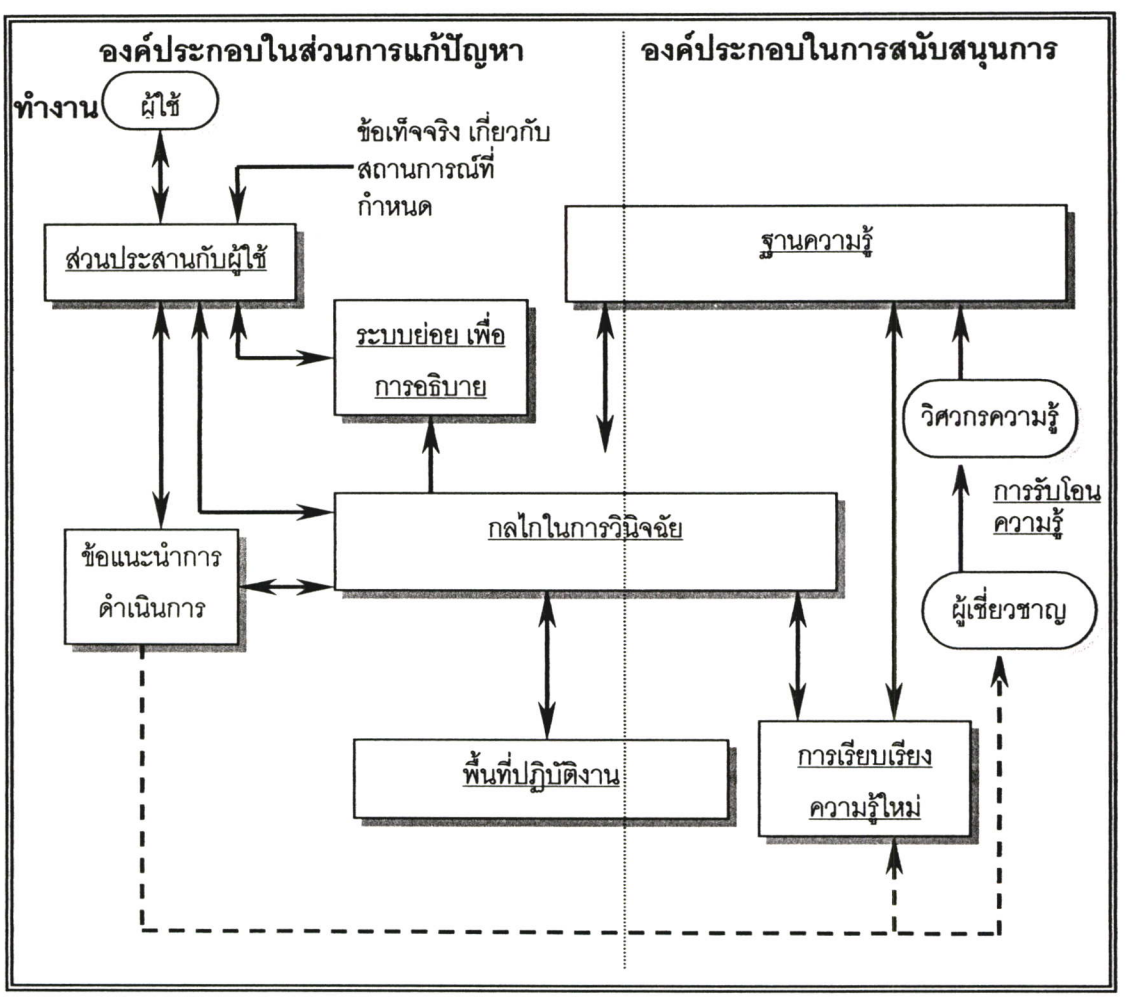
2.1.2.5 **ส่วนประสานกับผู้ใช้** (User Interface) ในระบบผู้เชี่ยวชาญ มักจะบรรจุตัวประมวลผลภาษา (Language Processor) ในการสื่อสารเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการหาคำตอบไว้ เพื่อสร้างความง่ายในการใช้งานให้แก่ผู้ใช้ ส่วนในการสื่อสารกับผู้ใช้นี่เองที่ถูกเรียกว่า ส่วนประสานกับผู้ใช้ อย่างไรก็ดี เมื่อเทคโนโลยีด้านการประสานกับผู้ใช้มีมากขึ้น ในบางระบบเราอาจพบส่วนประสานกับผู้ใช้ในลักษณะเมนู หรือกราฟิก แทนการใช้ตัวประมวลผลภาษาได้

2.1.2.6 **ระบบย่อย เพื่อการอธิบาย** (Explanation Subsystem) ระบบย่อยเพื่อการอธิบายนี้ สามารถติดตามการโต้ตอบ และอธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยการตอบคำถามต่างๆ ของผู้ใช้ เมื่อเกิดข้อสงสัยในผลการสรุปคำตอบ หรือการดำเนินการของระบบ เช่น จะทำอย่างไร เพื่อที่จะดำเนินการได้ตามเป้าหมาย หรือทำไมต้องมีคำถามเกี่ยวกับเรื่อง

นี้ในการวินิจฉัยปัญหา เป็นต้น ซึ่งระบบย่อย เพื่อการอธิบายนี้จะต้องสามารถจัดการให้คำตอบหรืออธิบายให้ผู้ใช้รับทราบ ในคำถามเหล่านั้นได้

2.1.2.7 **ระบบเรียบเรียงความรู้ใหม่** (Knowledge Refining System) ในกระบวนการพัฒนาตนเองของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ จะมีกระบวนการเรียบเรียงความรู้ใหม่อยู่เสมอ ทำให้สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาของตน และเรียนรู้ข้อผิดพลาด หรือความรู้เพิ่มเติม เพื่อใช้ในการปรับปรุงในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป ความสามารถนี้จึงถือเป็นจุดเด่นของการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นมาเช่นกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่การสร้างฐานความรู้ที่ดีขึ้น และมีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหามากขึ้น แต่อย่างไรก็ดี ในปัจจุบัน มีเพียงไม่กี่ระบบที่ได้มีการพัฒนาระบบเรียบเรียงความรู้ใหม่ เป็นส่วนประกอบในระบบผู้เชี่ยวชาญ และนำมาใช้จริง

สำหรับส่วนประกอบต่างๆ จะมีการทำงานประสานกันดังรูปที่ 2.2 ที่แสดงให้เห็นถึงการทำงาน และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ทั้ง 7 ส่วนที่ได้กล่าวมาในข้างต้นแล้ว



รูปที่ 2.2 โครงสร้าง และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.3 **วิศวกรรมความรู้** (Knowledge Engineering)

กิจกรรมในการดำเนินงานด้านวิศวกรรมความรู้ เป็นเสมือนหลักการ หรือเครื่องมือช่วยที่ให้การพัฒนาโปรแกรมทางด้านปัญญาประดิษฐ์ หรือระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีความยุ่งยาก และมีความต้องการใช้ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหาของโปรแกรมสามารถปฏิบัติได้ง่ายขึ้น โดยมีลักษณะการดำเนินงานในลักษณะที่เรียบง่าย ได้แก่เริ่มจากการรับโอนความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ นำความรู้เหล่านั้นมาสร้างตัวแทนความรู้ และนำผลที่ได้มาสร้างเส้นทางการตัดสินใจ ซึ่งจากลักษณะการดำเนินงานดังกล่าว สามารถแจกแจงเป็นขั้นตอนชัดเจนได้ดังนี้ [1]

2.1.3.1 **การรับโอนความรู้** (Knowledge Acquisition) เป็นกิจกรรมแรก ที่เริ่มต้นการถ่ายทอดเอาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ตำรา เอกสาร ตลอดจนไฟล์ข้อมูลต่างๆ หรือแม้แต่ข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องตรวจวัดในระบบใดๆ โดยความรู้ที่กล่าวถึงนี้ จะต้องอยู่ในขอบเขตของปัญหาที่เราสนใจ หรือเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา หรืออาจเป็นความรู้เกี่ยวกับความรู้ (Metaknowledge)

2.1.3.2 **การตรวจสอบความรู้** (Knowledge Validation) เป็นกิจกรรมในการตรวจสอบความถูกต้อง และความเป็นจริงของความรู้

2.1.3.3 **การแทนความรู้** (Knowledge Representation) กิจกรรมนี้ เป็นการจัดโครงสร้าง และกำหนดค่าตัวแทน หรือตัวอ้างอิงความรู้ต่างๆ เพื่อเตรียมความรู้ให้สามารถจัดเก็บลงในฐานความรู้ได้

2.1.3.4 **การวินิจฉัย** (Inference) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโปรแกรม หรือซอฟท์แวร์ เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถวินิจฉัยปัญหาด้วยความรู้ที่จัดเก็บในฐานความรู้ได้

2.1.3.5 **การอธิบาย** (Explanation) ในกิจกรรมนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมเช่นเดียวกับการวินิจฉัย เพียงแต่ส่วนที่เราออกแบบ คือความสามารถในการอธิบาย หรือตอบคำถามข้อสงสัย ในผลการวินิจฉัยปัญหา หรือผลลัพธ์ของระบบผู้เชี่ยวชาญจากผู้ใช้ เช่นคำถามพื้นฐานจำพวก ทำไม หรืออย่างไรเป็นต้น

2.1.4 **การแทนความรู้** (Knowledge Representation)

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า ส่วนหัวใจหลักในการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญคือส่วนฐานความรู้ และกลไกในการวินิจฉัย ซึ่งข้อมูลที่ใช้คือความรู้ ที่ได้ผ่านกระบวนการรับโอนความรู้มาจากแหล่งความรู้ต่างๆ มาเก็บไว้ในฐานความรู้นั่นเอง ซึ่งในกระบวนการจัดเก็บความรู้ลงสู่ฐาน

ความรู้ จำเป็นจะต้องมีการสร้างตัวแทนความรู้เสียก่อน โดยที่การสร้างตัวแทนดังกล่าว เป็นเสมือนการจัดระเบียบความรู้ และแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถบันทึกลงในฐานความรู้ได้ ซึ่งในเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาวิจัย และกำหนดรูปแบบการสร้างตัวแทนความรู้ไว้หลายรูปแบบ แต่เราสามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ที่ได้รับความนิยมได้ 3 รูปแบบได้แก่ แบบใช้กฎ (Rule based), แบบเครือข่ายความหมาย (Semantic Network) และแบบใช้เฟรม (Frame based) ซึ่งในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะขอกล่าวถึงเฉพาะแบบใช้กฎ และแบบใช้เฟรมเท่านั้น เนื่องจากในการสร้างตัวแทนความรู้แบบใช้กฎนั้นเป็นวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด และการสร้างตัวแทนความรู้แบบใช้เฟรม เป็นรูปแบบที่วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ

2.1.4.1 การแทนความรู้แบบใช้กฎ (Rule-based Knowledge Representation) ในศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์นั้น คำว่ากฎ จะมีความหมายในทางแคบกว่าทางในภาษาศาสตร์ กล่าวคือกฎ จะหมายถึงการแนะนำ, ชี้แนวทาง หรือแผนการปฏิบัติ ในลักษณะประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว (IF-THEN Statement) เป็นหลัก ซึ่งในบางกรณีเราอาจพบเครื่องหมายลูกศร (⟶) แสดงแทนการใช้ประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว ซึ่งจะให้ความหมายเท่ากันทุกประการกับประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว [2] ตัวอย่างของกฎนั้นเช่น

1) ถ้าของเหลวที่สามารถติดไฟได้ หกออกจากภาชนะ ,
   (แล้ว) เรียกหน่วยดับเพลิง
2) ถ้าค่า pH ของของเหลวที่หก น้อยกว่า 6 ,
   (แล้ว) ของเหลวชนิดนั้นคือกรด
3) ถ้าของเหลวที่หกเลอะ เป็นกรด ,
   และมีกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชู ,
   (แล้ว) ของเหลวนั้นคือ กรดน้ำส้ม

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่าระบบผู้เชี่ยวชาญแบบใช้กฎนี้ จะจัดการกับปัญหาด้วยความรู้ที่ถูกสร้างตัวแทนในรูปแบบเซตของกฎ ที่จะคอยถูกตรวจสอบไปทีละขั้นตามข้อเท็จจริงของปัญหาที่กำลังวินิจฉัยในปัจจุบัน เมื่อส่วนเงื่อนไข ถ้า เป็นจริง การปฏิบัติที่ถูกกำหนดไว้ในส่วนแล้ว ก็จะถูกดำเนินการ ซึ่งเราเรียกกระบวนการที่เกิดขึ้นว่าการเอ็กซิคคิว (Execute) ในขณะเดียวกันปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจำเป็นต้องการการเอ็กซิคคิวกฎมากกว่า 1 ข้อ เป็นลำดับตามความสอดคล้องของกฎไปเรื่อยๆ จนพบคำตอบ เซตของกฎเรียงตามลำดับการเอ็กซิคคิวในการผลิตคำตอบนั้น เราจะเรียกว่า ห่วงโซ่ในการวินิจฉัย (Inference chain) ซึ่งประโยชน์ของห่วงโซ่ในการวินิจฉัยนี้ คือเป็นกลไกหลัก ของกระบวนการสร้างระบบย่อยเพื่อการอธิบายในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบใช้กฎนั่นเอง

2.1.4.2 **การแทนความรู้แบบใช้เฟรม** (Frame-based Knowledge Representation) คำว่าเฟรมในที่นี้ หมายถึง โครงสร้างข้อมูลชนิดหนึ่ง ที่รวบรวมเอาความรู้ทุกอย่างเกี่ยวกับรายละเอียดของวัตถุใดวัตถุหนึ่งเข้าด้วยกัน โดยความรู้เหล่านี้ ถูกจัดเรียงอยู่ในโครงสร้างแบบลำดับขั้น ที่อนุญาตให้เกิดการทำงานกับความรู้ต่างๆ เหล่านั้นอย่างอิสระ หรือสามารถกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เฟรมในระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น มีพื้นฐานแนวคิดเช่นเดียวกับวัตถุ (Object) ในการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) นั่นเอง

ตลอดระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมาได้มีผู้พยายามพัฒนาหลักกการออกแบบตัวแทนความรู้โดยใช้เฟรมในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มเทคนิคการออกแบบตามองค์ประกอบ และคุณสมบัติที่แตกต่างกันได้หลายรูปแบบ เช่น โครงสร้างของตัวแทนความรู้ทั้งในระดับเฟรม และสล๊อต ตลอดจนวิธีการเขียนโปรแกรมทั้งแบบ เชิงวัตถุ (Object-Oriented) และเชิงการเข้าถึง (Access-Oriented) เป็นต้น [3]

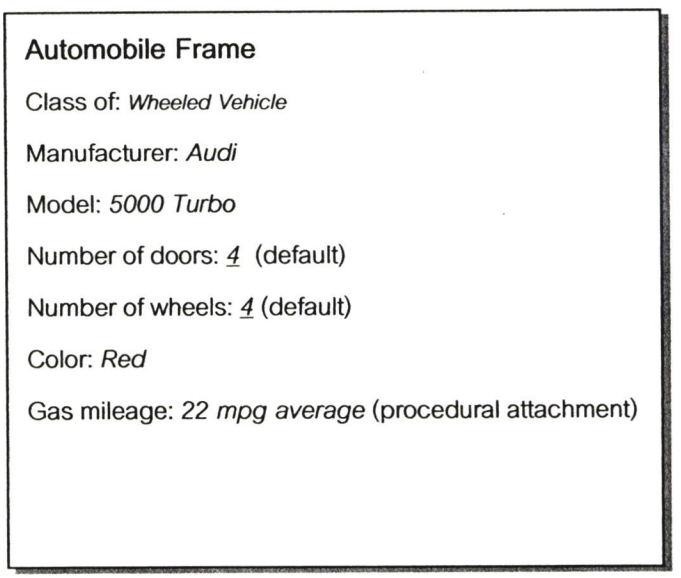
ในความเป็นจริงแล้ว เทคนิคการใช้เฟรมเป็นตัวแทนความรู้ เป็นพื้นฐานหลักการออกแบบตัวแทนความรู้ที่รู้จักกันในหลายๆ ชื่อเช่น ระบบเฟรม (Frame System), เครือข่ายความหมาย (Semantic Network), ตรรกพรรณา (Description Logic), เครือข่ายการสืบทอดแบบมีโครงสร้าง (Structural Inheritance Network), กราฟแสดงแนวคิด (Conceptual Graph) และ ตัวชี้แจงคำศัพท์ (Terminologic Reasoner) เป็นต้น ซึ่งถึงแม้แนวคิดในการออกแบบตัวแทนความรู้ทั้งหมดที่กล่าวมา จะมีพื้นฐานในการใช้เฟรมเป็นหลัก แต่แนวคิดในการออกแบบเหล่านี้มิได้มีความเหมือนกันทุกประการ เพื่อให้เข้าใจหลักการแบบเฟรมมากขึ้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้ [3]

1) **โครงสร้างของเฟรม** 'เฟรม' คือโครงสร้างข้อมูลที่ถูกใช้เพื่อเป็นตัวแทนความหมายของวัตถุ หรือแนวคิด (Concept) ในขณะที่บางงานวิจัยอาจเรียกเฟรมในชื่ออื่นๆ เช่น ยูนิต (Unit) เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะไม่มีการแบ่งประเภทของเฟรม แต่บางระบบจะมีการแบ่งประเภทของเฟรมออกเป็น คลาสเฟรม (Class Frame) และ อินสแตนซ์เฟรม (Instance Frame)

โครงสร้างของเฟรมมักจะถูกเรียบเรียงในรูปแบบลำดับขั้นตามหมวดหมู่ (Taxonomy Hierarchy) อันได้แก่ ความสัมพันธ์แบบ เจนเนอรัลไลซ์ (Generalization), เป็น (is-a), คลาส-สับคลาส (Class-Subclass), เป็นประเภทของ (AKO: a kind of) และ ลำดับขั้นการสืบทอด (Inheritance Hierarchy) ซึ่งทั้งหมดนี้ถือเป็นความสัมพันธ์แบบเดียวกัน

โครงสร้างภายในเฟรมประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญคือ สล๊อต ซึ่งสล๊อตเหล่านี้เป็นเซตของคุณสมบัติหรือคุณสมบัติที่บรรยายวัตถุที่เราอ้างอิงถึงด้วยเฟรม เช่น เฟรมรถยนต์จะประกอบด้วย สล๊อตสี, สล๊อตเครื่องยนต์ เป็นต้น นอกเหนือจากค่าของสล๊อตที่บรรจุอยู่ภายในแล้ว สล๊อตยังสามารถมีข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสล๊อตเองบรรจุอยู่ได้ ได้แก่ ชื่อสล๊อต, กฎ หรือเงื่อนไขต่างๆ

เกี่ยวกับค่าที่จะมาบรรจุอยู่ และการตอบโต้เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับสล๊อตนั้นๆ รายละเอียดที่บรรจุอยู่ภายในสล๊อตนี้จะถูกเรียกโดยรวมว่าฟาเซ็ทโดยในแต่ละสล๊อตสามารถบรรจุฟาเซ็ท ได้มากกว่า 1 ฟาเซ็ท และบางครั้งแต่ละสล๊อตอาจมีฟาเซ็ทที่อยู่ในรูปของกระบวนการ (Procedure) ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งฟาเซ็ทที่เป็นกระบวนการเหล่านี้จะถูกเอ็กซิคคิว (Execute) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงค่า หรือคุณสมบัติของเฟรม ในสล๊อตที่กระบวนการนั้นถูกบรรจุไว้ ดังรูปที่ 2.3 ที่แสดงถึงตัวโครงสร้างของเฟรมรถยนต์



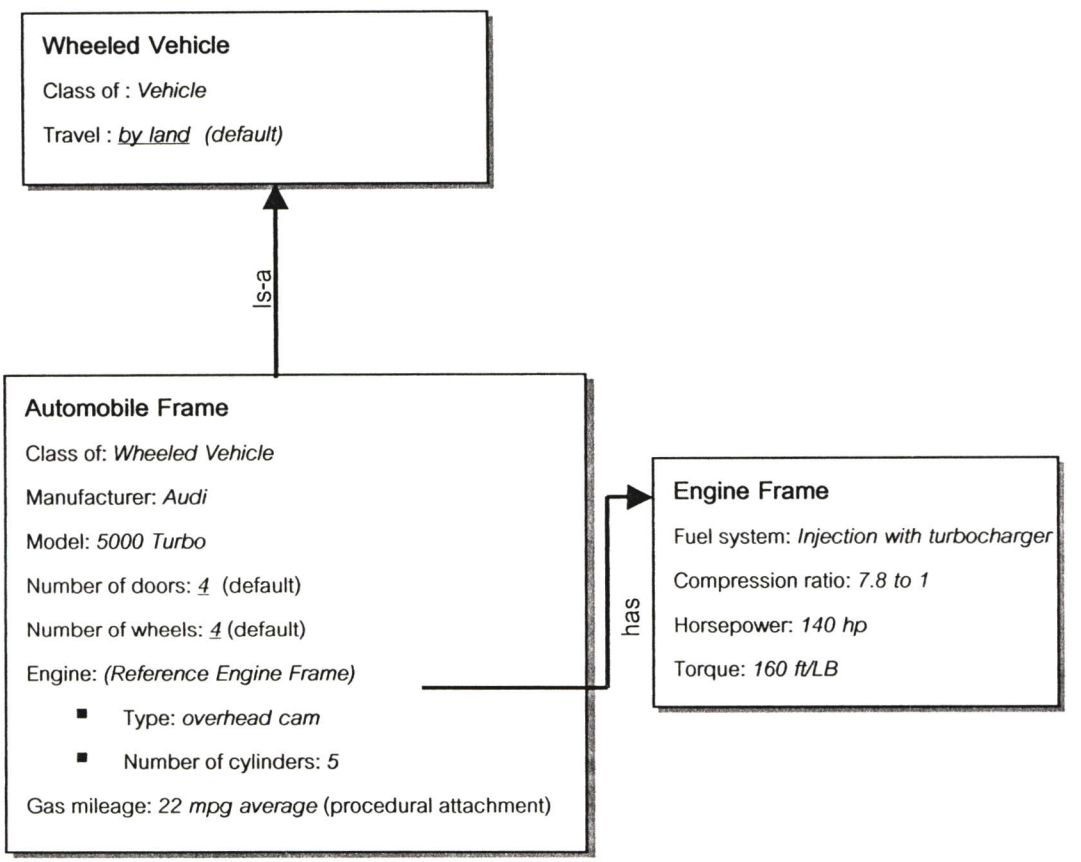
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างโครงสร้างของเฟรม

สำหรับประเภทของฟาเซ็ทนั้นมีหลายรูปแบบ สามารถแจกแจงได้ดังนี้

- ค่า (Value) เป็นฟาเซ็ทประเภทพื้นฐานที่อธิบายคุณสมบัติของสล๊อต เช่น ฟ้า, เขียว, แดง เป็นฟาเซ็ทแบบค่า ในสล๊อตสี
- ค่าปริยาย (Default) เป็นฟาเซ็ทแบบค่าเช่นกัน เพียงแต่จะเป็นค่าที่ถูกนำมาใช้ เมื่อสล๊อตนั้นว่าง หรือไม่มีการกำหนดค่าใดๆให้
- ขอบเขต (Range) เป็นฟาเซ็ทที่ทำหน้าที่ระบุประเภท หรือขอบเขตของข้อมูลที่จะปรากฏในสล๊อต เช่น เลขจำนวนเต็ม, เลขทศนิยม หรือ 10 ถึง 100 เป็นต้น
- ถ้าถูกเพิ่มเติม (If added) ฟาเซ็ทนี้เป็นฟาเซ็ทแบบกระบวนการที่ระบุการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้น เมื่อมีการเพิ่มค่าเข้ามาในสล๊อต บางครั้งเราอาจเรียกว่าเป็น ดีมอน (demons)

- ถ้าถูกต้องการ (If needed) เป็นฟาเซ็ทประเภทเดียวกับ ถ้าถูกเพิ่มเติม แต่จะทำงานเมื่อไม่มีการระบุค่าให้สล๊อตที่มีความต้องการ เพื่อใช้ประมวลผล
- ถ้าถูกลบ (If removed) เป็นกระบวนการที่จะปฏิบัติ เมื่อค่าภายในสล๊อตถูกลบออก

นอกจากนี้ฟาเซ็ทยังสามารถอยู่ได้ในอีกหลายรูปแบบ เช่น เฟรม, กฎ หรือประเภทข้อมูลอื่นๆ ซึ่งฟาเซ็ทที่เป็นเฟรมนี่เอง เป็นที่มาของความสามารถในการจัดให้เฟรมอยู่ในโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchy) ได้ กล่าวคือ เฟรมหนึ่งสามารถเป็นฟาเซ็ทอยู่ภายในสล๊อตของอีกเฟรมหนึ่งได้ หรือแม้แต่การที่เฟรมหนึ่ง สามารถสืบทอด (Inheritance) มาจากอีกเฟรมหนึ่ง ในลักษณะความสัมพันธ์แบบ "เป็น" (Is-a) เช่นเดียวกับโครงสร้างของวัตถุ ในการโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำให้เทคนิคการการสร้างตัวแทนความรู้แบบใช้เฟรมนี้เหมาะสมกับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างโครงสร้างเฟรม ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของเฟรม รถยนต์

จะเห็นได้ว่า ทั้งสล๊อต และฟาเซ็ทสามารถมีโครงสร้างเป็นเฟรมได้ นั่นหมายความว่าเราสามารถกำหนดสล๊อต หรือฟาเซ็ทในลักษณะหลายค่า (Multi-Value) ได้ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าสล๊อต และฟาเซ็ทของเฟรม ไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติอะตอมมิค (Atomic) นั่นเอง

2) **การจัดเก็บ และการค้นคืนความรู้** ในเครื่องมือสำหรับการแทนความรู้แบบเฟรมส่วนใหญ่จะมีไลบรารีเก็บฟังก์ชัน (Function Library) ที่เราสามารถเรียกใช้ได้ทันทีเช่น เพิ่มค่าใหม่ (add new value), ลบค่า (delete value), ค้นคืนค่า (retrieve current value), สร้างเฟรมใหม่ (create new frame), เปลี่ยนเฟรมผู้ปกครองใหม่ (change parent of frame), ลบเฟรม (delete frame), เปลี่ยนชื่อเฟรม (rename frame), เพิ่มสล๊อตใหม่ให้คลาส (add new slot to class) และเพิ่มฟาเซ็ทให้สล๊อต (add facet to slot) ซึ่งมาตรฐานคำสั่งส่วนใหญ่เหล่านี้จะอ้างอิงภาษาลิสพ์ (Lisp) เป็นหลัก

ในขณะเดียวกันบางเครื่องมือยังมีส่วนเชื่อมประสานผู้ใช้ด้วยภาพ (GUI :Graphic User Interface) เตรียมไว้ให้ เพื่อความสะดวกอีกด้วย

3) **การวินิจฉัย และการแก้ปัญหา** ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธีการแทนความรู้แบบเฟรมส่วนใหญ่นั้น มักจะใช้เทคนิคการจำแนกประเภท (Classification) ในการวินิจฉัยและแก้ปัญหาบนพื้นฐานของความรู้ที่จัดเก็บไว้ในฐานความรู้ ซึ่งแนวทางที่เทคนิคจำแนกประเภทเข้ามามีบทบาทในการวินิจฉัยในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ เฟรมด้วยกัน 2 แนวทางคือ

- ใช้เทคนิคจำแนกประเภทในการแก้ปัญหาเลย เช่นใช้วินิจฉัยอาการต่างๆ เพื่อระบุโรค
- ใช้เทคนิคจำแนกประเภทเป็นองค์ประกอบของกระบวนการทำคิวรี (Query) เพื่อตัดสินใจเลือกใช้คีย์เวิร์ด (Keyword) ให้เหมาะสมสำหรับการทำคิวรีความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในฐานความรู้

โดยลักษณะการทำงานของกลไกการวินิจฉัยนั้น มีทั้งรูปแบบในการใช้กฎเป็นหลัก ซึ่งเป็นการจัดเก็บกฎต่างๆ ไว้เป็นฟาเซ็ทหนึ่งในสล๊อต และจะมีตัวแปลภาษา (Interpreter) คอยเอ็กซิคคิว กฎเหล่านั้นอีกครั้ง หรืออาจใช้เดมอนที่ถูกแนบ (Attach) ไว้ในสล๊อต เป็นตัวดำเนินการเองก็ได้

2.1.5 การใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมในงานวิจัยทั่วไป

สำหรับเทคนิคการการแทนความรู้แบบเฟรมนี้ เป็นที่ได้รับความสนใจ และนิยมนำไปใช้พัฒนาในงานวิจัยหลายด้าน โดยเฉพาะงานวิจัยที่ต้องการสร้างตัวแทนความรู้สำหรับความรู้ที่มีโครงสร้างซับซ้อน เพราะเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า หลักแนวคิดในแบบเฟรม ซึ่งมองรายละเอียดโครงสร้างความรู้ในรูปแบบใกล้เคียงกับวัตถุ จะสามารถรองรับการประมวลผลความรู้ที่ใกล้เคียงกับโลกแห่งความเป็นจริงได้มากขึ้น ถึงแม้ยังจะพบข้อจำกัดบางประการอยู่ [5] แต่ก็ยังมีนักวิจัยที่พยายามพัฒนารูปแบบการแทนความรู้แบบเฟรมขึ้นมาอยู่เสมอ ดังจะเห็นได้จากการ

พยายามนำเทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมนี้มาพัฒนางานทั้งด้านการแพทย์ [5][8], งานวิศวกรรม [6] , การออกแบบพัฒนาซอฟท์แวร์ [9] รวมถึงการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญด้านอื่นๆ โดยทั่วไป [7] โดยเครื่องมือการพัฒนาส่วนใหญ่ที่ใช้มักจะอยู่ในรูปของภาษา, เครื่องมือ หรือเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่ยึดมาตรฐานตามภาษาด้านปัญญาประดิษฐ์ในกลุ่มภาษา ลิสพ์ (LISP) หรือ โปรลอก (Prolog) เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือที่ได้รับความนิยมส่วนใหญ่ได้แก่ ภาษา Smalltalk, KEE, Kappa-PC, KL-One, Protégé-2000 เป็นต้น

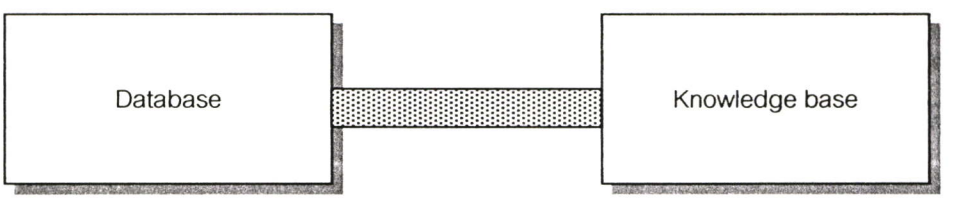
2.2 การบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล

จากที่ได้กล่าวถึงโครงสร้าง และเทคนิคในการแทนความรู้แบบเฟรม ตลอดจนข้อขัดข้องและข้อจำกัดต่างๆ ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ ด้วยสาเหตุนี้เองทำให้มีนักวิจัยจำนวนหนึ่ง ต้องการที่จะลดข้อจำกัด และจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ โดยความพยายามนำระบบฐานข้อมูลเข้ามาช่วยเหลือ ซึ่งจะได้กล่าวถึงแนวการบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถของระบบฐานความรู้สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญ และจะได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องบางส่วนมาอธิบายพอสังเขปดังนี้

2.2.1 สถาปัตยกรรมการบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล

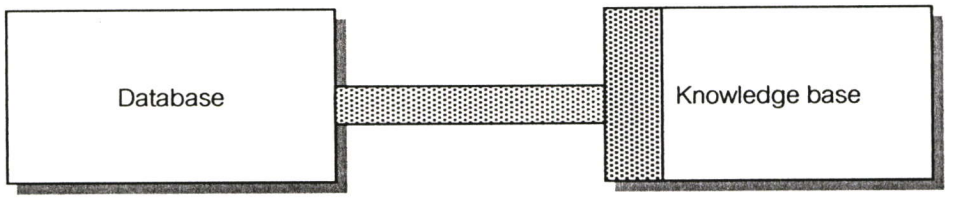
ในการประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลร่วมกับระบบฐานความรู้ สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีแนวทางการดำเนินการอยู่หลายลักษณะ บางระบบก็เป็นเพียงการใช้ฐานข้อมูลอย่างเรียบง่ายเพื่อเก็บความรู้แทนการใช้ไฟล์ข้อมูลปกติเท่านั้น ซึ่งจากแนวทางต่างๆ สามารถจำแนกประเภทสถาปัตยกรรมในการพัฒนาระบบฐานความรู้ด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลได้ 5 รูปแบบดังนี้

2.2.1.1 **การสร้างการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูล และฐานความรู้** ในรูปแบบนี้นักพัฒนาระบบจะสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น ที่ใช้ในการดำเนินระบบงานทั่วไปไว้ต่างหาก และสร้างการเชื่อมต่อในการดึงข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลไปสร้างระบบฐานความรู้อีกส่วนหนึ่ง เพื่อใช้สำหรับการวินิจฉัยระบบผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ สำหรับการเชื่อมต่อนั้นอาจเป็นการสร้างฟังก์ชันพิเศษขึ้นเอง หรือการใช้เทคโนโลยีจำพวก ODBC ก็ได้ ในบางครั้งเราอาจเรียกวิธีนี้ว่าการเชื่อมต่อแบบหลวมๆ (Loose Coupling) ดังจะเห็นตามลักษณะดังรูปที่ 2.5



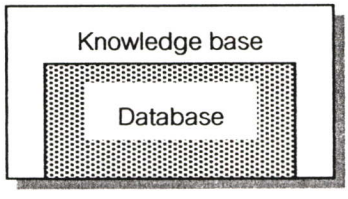
รูปที่ 2.5 เทคนิคแบบการสร้างการเชื่อมต่อ

2.2.1.2 **สร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานความรู้ไปยังฐานข้อมูล** ในลักษณะการสร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานความรู้ไปยังฐานข้อมูลนั้น จะเป็นการสร้างฟังก์ชันการเชื่อมประสานไว้ภายในระบบฐานความรู้ มีหน้าที่คอยเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการภายในระบบฐานข้อมูลที่ใช้ ดังรูปที่ 2.6



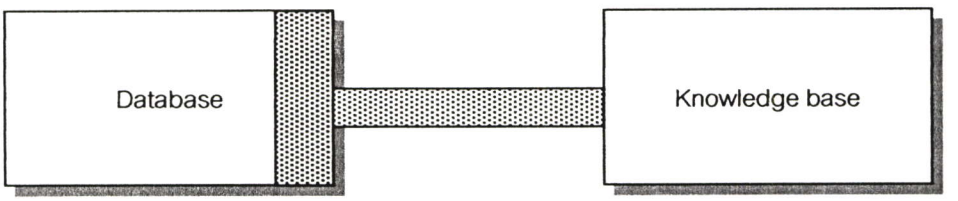
รูปที่ 2.6 เทคนิคแบบการสร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานความรู้ไปยังฐานข้อมูล

2.2.1.3 **สร้างฟังก์ชันงานฐานข้อมูลภายในฐานความรู้** วิธีแบบการสร้างฟังก์ชันงานฐานข้อมูลไว้ภายในฐานความรู้ดังที่เห็นตามแผนภาพในรูปที่ 2.7 เป็นวิธีที่มีความซับซ้อนในการสร้าง เนื่องจากฟังก์ชันงานในการบริหารจัดการข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลนั้นมีความซับซ้อน ทำให้การใช้ระบบฐานความรู้มาสร้างฟังก์ชันดังกล่าวจะเกิดความซับซ้อนมากขึ้นไปอีก เพราะปกติระบบฐานความรู้ จะมิได้ให้ความสำคัญกับวิธีการจัดเก็บ และบริหารจัดการข้อมูลมากนัก



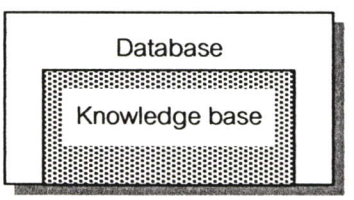
รูปที่ 2.7 เทคนิคแบบการสร้างฟังก์ชันงานฐานข้อมูลภายในฐานความรู้

2.2.1.4 **สร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานข้อมูลไปยังฐานความรู้** วิธีนี้เป็นวิธีที่คล้ายกับข้อ 2.2.1.2 แต่ต่างกันตรงที่ฟังก์ชันการเชื่อมประสานข้อมูลจะอยู่ฝั่งฐานข้อมูล ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เทคนิคแบบการสร้างสร้างส่วนเชื่อมประสานภายในฐานข้อมูลไปยังฐานความรู้

2.2.1.5 **สร้างฟังก์ชันงานฐานความรู้ภายในฐานข้อมูล** เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอีกรูปแบบหนึ่ง ด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลที่ต้องการอยู่แล้ว และสร้างฟังก์ชันงาน หรือทำการสร้างตัวแทนความรู้แบบที่ต้องการลงไป โดยอาศัยความสามารถในด้านการจัดการ และบริหารข้อมูลของระบบฐานข้อมูลเป็นหลัก วิธีนี้นอกจากจะมีความสะดวก เพียงการกำหนดการสร้างตัวแทนความรู้ที่เหมาะสมบนฐานข้อมูลแล้ว ยังสะดวกในเรื่องการจัดใช้งานเครื่องมือ เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีความสามารถในการดำเนินการ ทั้งการจัดเก็บ, การค้นคืน และการเข้าถึงข้อมูลอยู่แล้ว ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เทคนิคแบบการสร้างฟังก์ชันงานฐานความรู้ภายในฐานข้อมูล

2.2.2 งานวิจัยที่ใช้การบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล

โดยส่วนมากแล้วในการพัฒนาฐานความรู้โดยการบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูลนั้นมักจะเลือกใช้ระบบฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างข้อมูลใกล้เคียงกับตัวแทนความรู้ที่ใช้ โดยเฉพาะระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุซึ่งมีโครงสร้างใกล้เคียงกับเทคนิคการสร้างตัวแทนความรู้เชิงวัตถุ (Object-Oriented Knowledge Representation) อยู่แล้ว เพราะนอกจากจะสามารถจัดเก็บตัวแทนความรู้ที่ถูกสร้างไว้โดยไม่ต้องแมป (Map) โครงสร้างข้อมูลใหม่แล้ว ยังจะสามารถใช้ภาษาสำหรับการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming Language) ในการพัฒนาระบบได้อีกด้วย [17][18]

ในขณะที่ระบบงานที่เลือกใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมที่พบ กลับเลือกที่จะใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมมพันธ์เพื่อทำการจัดเก็บความรู้ ทั้งในรูปแบบที่พยายามแมปโครงสร้างข้อมูลของเฟรมให้มาอยู่ในรูปเชิงสัมพันธ์โดยตรง [10] หรือการแมปโครงสร้างของเฟรมให้มาอยู่ใน

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงสร้างเชิงวัตถุเสียก่อน แล้วจึงค่อยแมปจากโครงสร้างเชิงวัตถุให้มาอยู่ในรูปเชิงสัมพันธ์ [12] ด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการรักษาความหมาย (Semantic) ของความรู้ไว้ให้มากที่สุด โดยจำเป็นจะต้องเลือกโมเดลเชิงวัตถุที่มีความสามารถในการอำนวยความสะดวกในการแมปโครงสร้างเชิงวัตถุให้มาอยู่ในรูปเชิงสัมพันธ์ เพื่อลดความยุ่งยากในการดำเนินงาน ซึ่งโมเดลที่ได้รับความนิยมโมเดลหนึ่งได้แก่ โคคูน (COCOON: COcoon Complex Object-Orientation based on Nested relations)

48902

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นงานวิจัยในลักษณะการออกแบบ และพัฒนาโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ เพื่อนำเสนอแนวคิดในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม ด้วยระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุที่มีอยู่ในท้องตลาดผลิตภัณฑ์ซอฟท์แวร์ พร้อมทั้งได้นำเสนอกรณีศึกษาของระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ เป็นการทดสอบแนวทางที่ได้นำเสนอไว้ ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการดำเนินการวิจัยมากขึ้น ผู้วิจัยจึงแยกอธิบายดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนในการศึกษา และพัฒนาระบบ

ในการดำเนินการวิจัยนั้น เพื่อให้การศึกษาค้นคว้า เพื่อหาแนวทางในการประยุกต์ทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ เพื่อมาออกแบบ และพัฒนา ทางผู้วิจัยจำแบ่งส่วนการศึกษา และดำเนินการออกเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้

3.1.1 ศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ กับเฟรม

เนื่องจากแนวคิดหลักของงานวิจัยนี้ ต้องการจะนำเทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรม มาใช้ร่วมกับการสร้างฐานความรู้จากระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ดังนั้นขั้นตอนหลักของการดำเนินงาน คือ การศึกษาถึงความคล้ายคลึง และแตกต่างระหว่างโครงสร้างข้อมูลทั้ง 2 ประเภท เพื่อหาแนวทางในการออกแบบสร้างฐานความรู้ที่เหมาะสม สำหรับการจัดเก็บ และจัดการความรู้ที่ใช้การแทนความรู้แบบเฟรม โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการแปลงโครงสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปของวัตถุก่อน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อยได้แก่

3.1.1.2 การศึกษาโครงสร้างข้อมูลความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรม

3.1.1.3 การศึกษาโครงสร้างข้อมูลของหลักการเชิงวัตถุ และโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุชื่อ คาเช่ ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการทำการวิจัยครั้งนี้

3.1.1.4 เปรียบเทียบเพื่อหาความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างโครงสร้างข้อมูลของทั้งสองหลักการ เพื่อออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่จะสร้างขึ้นภายในระบบฐานความรู้ ซึ่งใช้ระบบฐานข้อมูลคาเช่มาพัฒนา

3.1.2 พัฒนาโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ คาเช่

ผลการออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมสำหรับฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ จะถูกนำมาพัฒนาลงในโปรแกรมระบบฐานข้อมูลคาเช่ เพื่อรองรับการจัดเก็บความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นด้วยเทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรม

3.1.3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง

โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมที่ถูกพัฒนาขึ้นในระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ จะได้นำมาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ เป็นกรณีศึกษาเพื่อทดสอบสมมุติฐานว่า โครงสร้างข้อมูลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ จะสามารถสนับสนุนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญได้จริง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือ หรือผลิตภัณฑ์ซอฟท์แวร์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการพัฒนามีอยู่ 2 ส่วนได้แก่

3.2.1 โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินการวิจัยตามแนวทางที่ผู้วิจัยนำเสนอไว้ เพราะเป็นส่วนหลักที่จะถูกนำไปพัฒนาระบบฐานความรู้ที่สามารถรองรับการใช้โครงสร้างข้อมูลในลักษณะเฟรมได้ สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมระบบฐานข้อมูลคาเช่ (Caché) ในการดำเนินการ เนื่องจาก จากการศึกษาเบื้องต้นก่อนเริ่มโครงการวิจัยพบว่า เป็นโปรแกรมระบบฐานข้อมูลที่สนับสนุนมาตรฐานที่ ODMG ได้กำหนดไว้ทุกประการ และยังสามารถรองรับการทำงานด้วยภาษา SQL ได้อีกด้วย จึงทำให้เป็นโปรแกรมระบบฐานข้อมูลที่มีความน่าสนใจในการใช้งาน โดยเฉพาะกับนักพัฒนาที่มีความคุ้นเคยกับการใช้งานภาษา SQL อยู่แล้ว นอกเหนือไปจากนั้นยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในรูปแบบเว็บดาต้าเบส (Web Database) และการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาอื่นๆ ได้แก่ จาวา (Java) และวิชวลเบสิก (Visual Basic) จึงทำให้ โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่น่าจะมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมในอนาคต

3.2.2 ส่วนโปรแกรมดำเนินงาน และส่วนประสานกับผู้ใช้

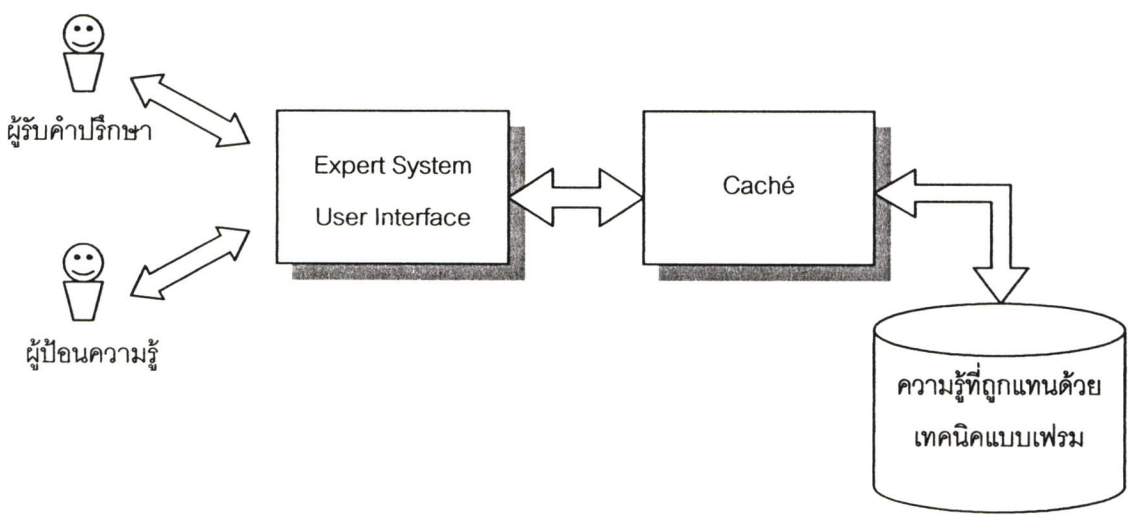
ภาษาวิชวลเบสิก เวอร์ชัน 6.0 เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยเลือกมาเพื่อใช้ในการพัฒนาส่วนโปรแกรมดำเนินงาน และส่วนประสานกับผู้ใช้ ของระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะสร้างขึ้น เนื่องจากเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมในการพัฒนาโปรแกรมโดยทั่วไป สามารถหาได้ง่าย มีลักษณะโครงสร้างของการโปรแกรมไม่ซับซ้อนมาก สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมที่มีส่วนประสานผู้ใช้แบบกราฟฟิก และมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรม ทั้งจากโปรแกรมวิชวลเบสิกเอง และจากส่วนเพิ่มเติม (Add In) ที่โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ ได้จัดเตรียมไว้ให้ จึงทำให้ภาษาวิชวลเบสิกเป็นภาษาที่ผู้วิจัยให้ความสนใจในการนำมาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 4
สถาปัตยกรรมของระบบ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของระบบ เพื่ออธิบายถึงลักษณะการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่ใช้ระบบฐานความรู้แบบเฟรมซึ่งถูกพัฒนาขึ้นจากระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ นอกจากนี้เพื่อให้เข้าใจถึงโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมภายในงระบบที่ถูกพัฒนาได้ดีขึ้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องอธิบายถึงการศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูลของหลักการเชิงวัตถุ และเฟรม เพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของโครงสร้างข้อมูลของหลักการทั้งสอง อันนำมาซึ่งแนวคิดในการประยุกต์โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุที่ใช้อยู่ในระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ เพื่อจะให้สามารถรองรับการจัดเก็บโครงสร้างข้อมูลความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมได้

4.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

ระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ระบบฐานความรู้แบบเฟรม โดยระบบฐานความรู้ดังกล่าวจะถูกพัฒนาขึ้นมาจากระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ ขณะที่ส่วนประสานผู้ใช้จะถูกพัฒนามาจากภาษาวิชวลเบสิก เวอร์ชัน 6.0 ดังแสดงไว้ในแผนภาพแสดงองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ดังรูปที่ 4.1

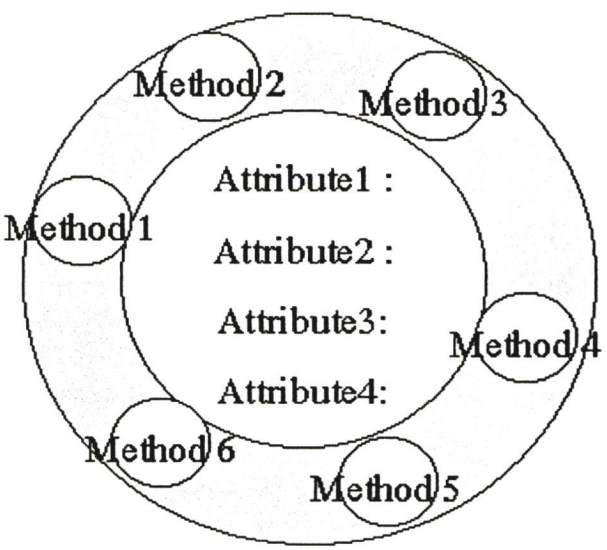


รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบ

4.2 การศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ กับเฟรม

4.2.1 โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ

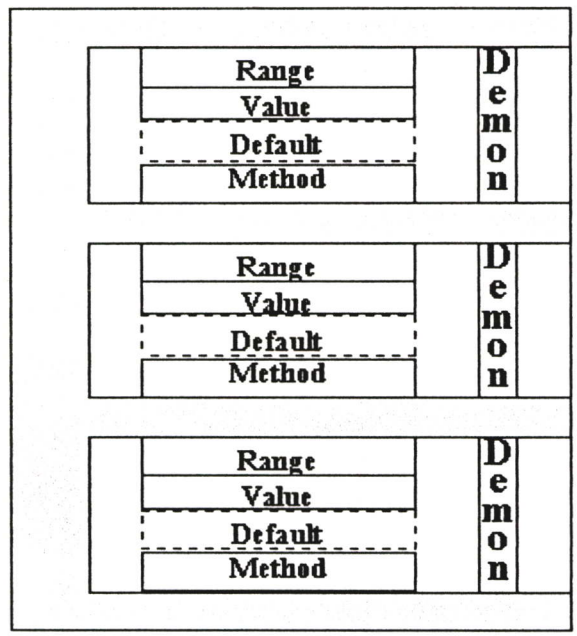
โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุโดยทั่วไป เป็นโครงสร้างข้อมูลที่ยึดหลักการออกแบบโดยอาศัยแนวคิดทางวัตถุสิ่งของ ทั้งที่จับต้องได้ และไม่ได้ หรืออาจเรียกว่าคอนเซ็ปต์ (Concept) โดยจะสร้างโครงสร้างข้อมูลที่รวบรวมเอาตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ เข้าไว้ด้วยกัน ในลักษณะการเอ็นแคปซูลเลต (Encapsulate) โดยภายในตัววัตถุเองอาจประกอบด้วยเมธอด หรือโพรซิเยอร์ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุรวมกันไว้ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบวัตถุ

4.2.2 โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม

เป็นโครงสร้างที่เกิดมาจากแนวคิดในการออกแบบโดยยึดหลักของการออกแบบตามวัตถุหรือคอนเซ็ปต์ เช่นเดียวกับแนวคิดเชิงวัตถุ หากแต่เฟรมจะให้ความสำคัญกับองค์ประกอบในระดับตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุมากกว่า กล่าวคือ เฟรมจะมองสิ่งที่มีหน้าที่รวบรวมเอาตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุเป็นเพียงเหมือนกรอบที่ถูกวาดไว้เพื่อรักษาการรวมกลุ่มกันของตัวบ่งบอกคุณสมบัติเท่านั้น นั่นจึงเป็นสาเหตุที่แนวคิดนี้ถูกเรียกว่าเฟรม ซึ่งในขณะที่ตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุทั้งหลายจะถูกให้ความสนใจเป็นเสมือนวัตถุหน่วยย่อยๆ ที่ภายในตัวเองจะมีคุณสมบัติสำหรับตัวเอง รวมถึงเมธอด โพรซิเยอร์ และเดมอนที่เกี่ยวข้องกับตัวเองไว้ด้วยกัน หรือกล่าวอีนัยหนึ่งคือ โพรซิเยอร์ หรือเดมอนต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวบ่งบอกคุณสมบัติใด จะถูกรวบรวมไว้กับตัวบ่งบอกคุณสมบัตินั้นเอง ทำให้หน่วยย่อยที่ทำหน้าที่เป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุนั้นถูกเรียกว่าสล๊อต ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม

จากข้อมูลเบื้องต้นด้านโครงสร้างข้อมูลแบบวัตถุ และเฟรม ทำให้พบว่า มีความแตกต่างในด้านการให้ความสำคัญระดับกับข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้โครงสร้างข้อมูลปกติของระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ไม่สามารถรองรับการจัดเก็บ และการบริหารจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในโครงสร้างแบบเฟรมได้โดยตรง เป็นสาเหตุให้ งานวิจัยโดยส่วนใหญ่ที่ต้องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ต้องเลือกใช้วิธีการแมป หรือแปลงโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมให้มาอยู่ในรูปวัตถุก่อนจะจัดเก็บ

สำหรับงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความต้องการที่จะประยุกต์โครงสร้างข้อมูลภายในระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ให้สามารถจัดเก็บข้อมูลที่ถูกสร้างด้วยการแทนความรู้แบบเฟรมได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการแมป หรือแปลงโครงสร้างใดๆ ก่อนทำการจัดเก็บ จึงเป็นสาเหตุให้จำเป็นจะต้องดำเนินการในขั้นตอนการพัฒนาโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม ด้วยโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ เป็นขั้นตอนถัดไปก่อน จึงจะสามารถสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไปได้

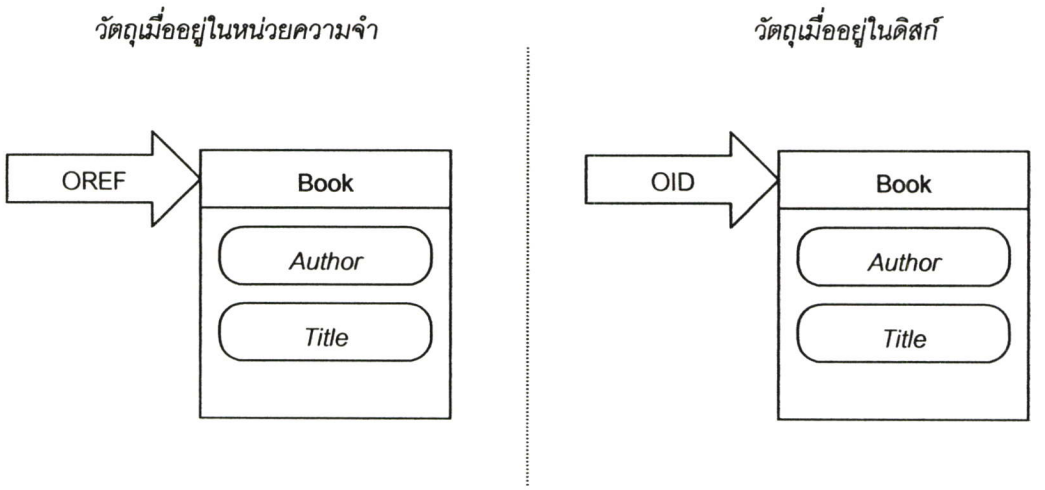
4.3 โครงสร้างข้อมูลบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

เพื่อให้โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ สามารถรองรับการจัดเก็บความรู้ที่มีโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมได้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูล และชนิดของคลาส

ของวัตถุที่โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่สนับสนุน เพื่อนำมาออกแบบคลาสใหม่ที่มีโครงสร้างใกล้เคียงเฟรมมากที่สุด จึงจะได้กล่าวถึงโครงสร้างส่วนต่างๆ ของระบบดังนี้

4.3.1 **ออบเจ็กต์โมเดล** (Object Model)

เนื่องจากระบบฐานข้อมูลคาเช่ เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ดังนั้นในการออกแบบ และการจัดการข้อมูลทั้งหมดจึงถูกมองในรูปของวัตถุ เรียกว่า คาเช่ออบเจ็กต์โมเดล (Caché Object Model) ซึ่งได้มีการแบ่งประเภทของคลาสหลักในระบบออกเป็น 2 ส่วน คือคลาสของวัตถุ (Object Class) และ คลาสของชนิดข้อมูล (Data Type Class) ซึ่งในคลาสของชนิดข้อมูลนี้มีความหมายรวมถึง Literal ด้วย โดยที่คลาสของวัตถุนี้จะมีตัวชี้เฉพาะ (OID : Object Identifier) เป็นค่าอ้างอิงที่จะระบุถึงความเป็นปัจเจกของแต่ละวัตถุขณะที่ถูกเก็บไว้ในดิสก์ข้อมูล ซึ่งค่า OID นี้จะมีค่าเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน (Unique) โดยที่เมื่อมีการเรียกข้อมูลวัตถุเหล่านั้นมาไว้ที่หน่วยความจำ ระบบจะทำการผลิตค่าอ้างอิงชุดใหม่ขึ้นมาใช้อ้างอิงแทนที่ OID ค่านี้เรียกว่าค่าอ้างอิงวัตถุ (OREF : Object Reference) เพื่อให้แอพพลิเคชันสามารถเข้าถึงวัตถุต่างๆ ในหน่วยความจำได้ถูกต้อง ดังแสดงเปรียบเทียบให้เห็นถึงการใช้งานในรูปที่ 4.4

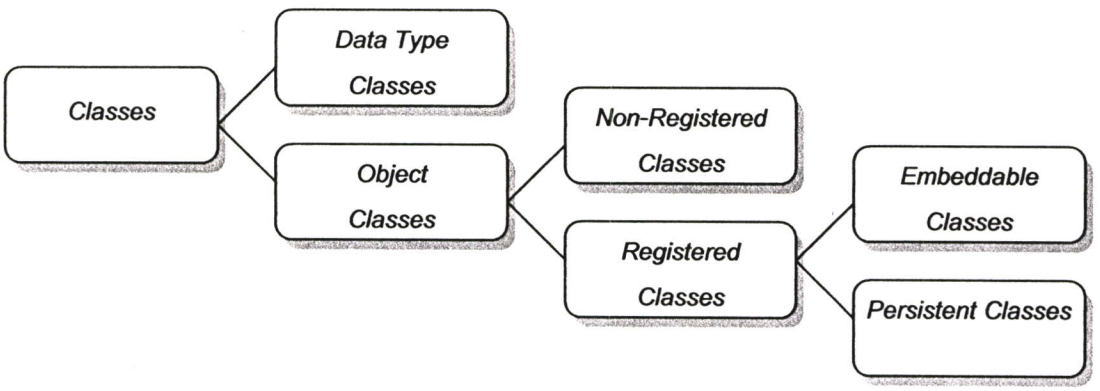


รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบการใช้งาน OID และ OREF

4.3.2 **คลาส** (Class)

ในคาเช่ได้มีการแบ่งประเภทของคลาสไว้ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีหน้าที่ และคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งในส่วนโครงสร้าง คุณสมบัติ และการใช้งาน ซึ่งก่อนที่จะได้อธิบายถึงลักษณะของคลาสแต่ละประเภท จะได้อธิบายถึงแนวคิดในภาพรวมของการจัดแบ่งประเภทเสียก่อนว่า คลาสในคาเช่จะถูกจัดแบ่งเป็น 2 ประเภทหลักดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่แล้ว คือคลาสของชนิดข้อมูล (Data Type Class) และ คลาสของวัตถุ (Object Class) ซึ่งจากคลาสของวัตถุนี้เองจะสามารถจัด

แบ่งประเภทแยกย่อยลงไปอีกเป็นรีจิสเตอร์คลาส (Registered Class) และนันรีจิสเตอร์คลาส (Non-Registered Class) และจากรีจิสเตอร์คลาสก็จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ เอ็มเบ็ดเดเบิลคลาส (Embeddable Class) และ เพอร์ซิสเท็นต์คลาส (Persistent Class) ดังแสดงให้เห็นถึงการแบ่งประเภทย่อยลงมาตามลำดับในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การแบ่งย่อยประเภทคลาสในคาเช่

4.3.2.1 **คลาสของชนิดข้อมูล** (Data Type Class) คลาสของชนิดข้อมูลนี้เป็นคลาสพิเศษที่เพื่อใช้จัดการกับค่า Literal ซึ่งมีความแตกต่างจากคลาสของวัตถุอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือคลาสของชนิดข้อมูลถูกกำหนดขึ้นโดยไม่มีตัวชี้เฉพาะเหมือนคลาสของวัตถุ และไม่สามารถมีอินสแตนซ์ (Instance) ได้ จะสามารถเป็นได้เพียงแอททริบิวต์สำหรับวัตถุ ซึ่งคลาสของชนิดข้อมูลนี้ได้จัดเตรียมเมธอด (Method) ในการตรวจสอบ (Validation) และเปลี่ยนแปลง (Conversion) ค่าของ Literal ไว้ให้

4.3.2.2 **คลาสของวัตถุ** (Object Class) คลาสของวัตถุเป็นส่วนระบุโครงสร้างและพฤติกรรมของวัตถุชนิดนั้นๆ โดยแต่ละคลาสจะต้องมีชื่อคลาสที่ไม่ซ้ำกับคลาสอื่น รวมถึงคุณสมบัติ (Property) เมธอด, และ คีย์เวิร์ด ที่จะสามารถระบุถึงพฤติกรรมโดยทั่วไปของคลาสนั้น

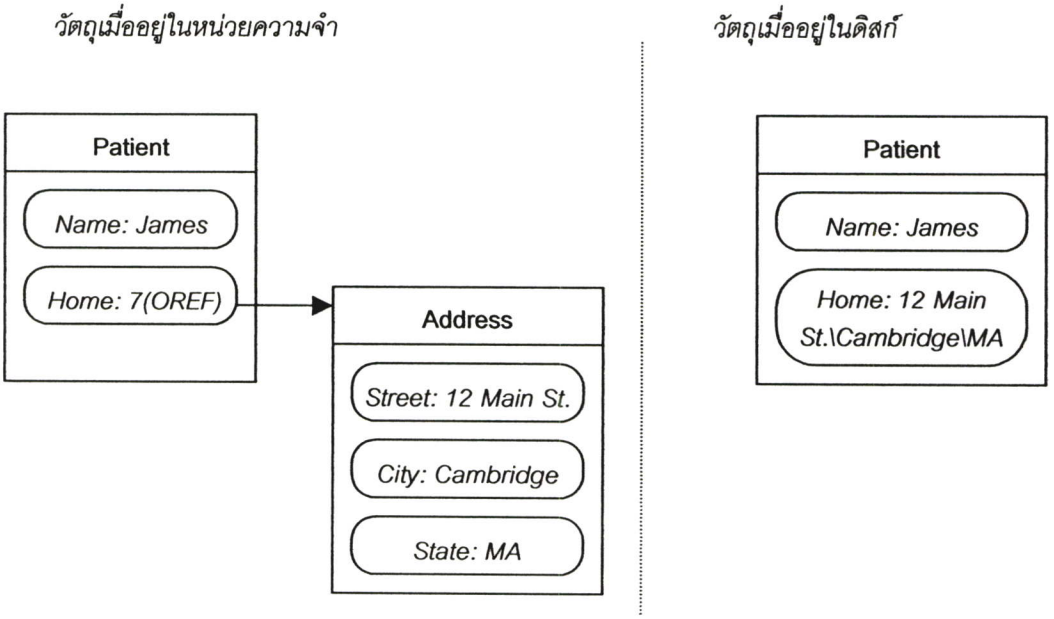
4.3.2.3 **นันรีจิสเตอร์คลาส** (Non-Registered Class) คลาสนี้เป็นคลาสของวัตถุที่ไม่ได้จัดเตรียมการจัดการ Instance ของวัตถุเองไว้ ผู้พัฒนาจำเป็นจะต้องดูแลในส่วนการสร้างข้อกำหนด (Provision) และบริหารจัดการ (Administration) OID และ OREF ด้วย เนื่องจาก OREF ในการจัดการตัวเองไม่ได้ถูกลงทะเบียนไว้ใน Cache ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดสำหรับนันรีจิสเตอร์คลาสดังนี้

- ระบบจะไม่มีการจองเนื้อที่ (Allocate) ในที่เก็บข้อมูลสำหรับค่าต่างๆ ของวัตถุให้

- กระบวนการเรียกตัวอ้างอิงวัตถุโดยอัตโนมัติ (Swizzling) จะไม่ทำงานกับคลาสนี้
- ไม่สนับสนุนโพลีมอร์ฟิซึม (Polymorphism)
- ตัวแปรที่บรรจุค่าอ้างอิงวัตถุแบบนันรีจิสเตอร์นี้ จะต้องถูกประกาศตัวแปรในแบบ เอ็กซ์พลีซิท (Explicit) ร่วมกับคลาสที่เกี่ยวข้อง

4.3.2.4 **รีจิสเตอร์คลาส** (Registered Class) ต่างจากนันรีจิสเตอร์คลาสคือจะเป็นคลาสที่สมบูรณ์ มีทั้งเมธอด และการควบคุมพฤติกรรมของวัตถุครบ และจะได้รับการสืบทอด (Inherit) เมธอดต่างๆ เหล่านั้นมาจากคลาสของระบบชื่อ %Library.RegisteredObject

4.3.2.5 **เอ็มเบ็ดเดเบิลคลาส** (Embeddable Class) อินสแตนซ์ของวัตถุในคลาสนี้สืบทอดมาจากคลาสของระบบชื่อ %Library.SerialObject ซึ่งจะถูกจัดเก็บไว้อย่างอิสระและชั่วคราวในหน่วยความจำ ในขณะที่จะสามารถเก็บไว้ในฐานข้อมูลอย่างถาวรโดยการฝังไว้ภายในวัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์เท่านั้น ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบการจัดเก็บวัตถุแบบเอ็มเบ็ดเดเบิลในดิสก์ และหน่วยความจำ

4.3.2.6 **เพอร์ซิสเท็นต์คลาส** (Persistent Class) คลาสของวัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์จะมีการจัดการโดยรวมทั้งหมด สำหรับการจัดเก็บอินสแตนซ์ของคลาสอย่างถาวรในฐานข้อมูล ซึ่งอินสแตนซ์ของคลาสนี้จะได้รับการสืบทอดมาจากคลาสของระบบชื่อ %Library. Persistent

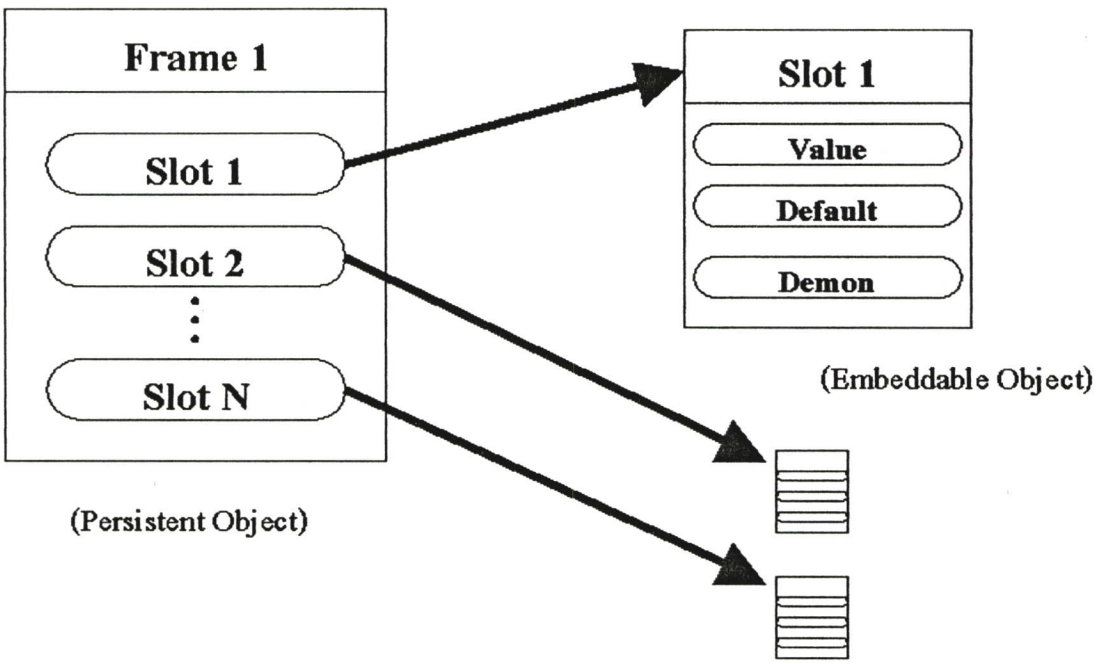
เนื่องจากวัตถุของคลาสนี้ถือเป็นวัตถุแบบรีจิสเตอร์ และมีตัวชี้เฉพาะ (OID) ที่ไม่ซ้ำกับวัตถุอื่นด้วย ทำให้วัตถุเหล่านี้มีความสามารถในการจัดการ และจัดเก็บตัวเองลงในฐานข้อมูลได้

อย่างอิสระ เพราะระหว่างวัตถุที่มีความสัมพันธ์กันจะถูกสร้างความสัมพันธ์ในลักษณะการอ้างอิงตัวชี้เฉพาะเท่านั้น ดังนั้นในกรณีที่วัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์ตัวหนึ่ง ไปเป็นแอททริบิวต์ของวัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์อีกตัวหนึ่ง (ความสัมพันธ์แบบ Have) ก็จะเป็นเพียงการเก็บค่าอ้างอิงไปยังอีกวัตถุเท่านั้น

4.4 การสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

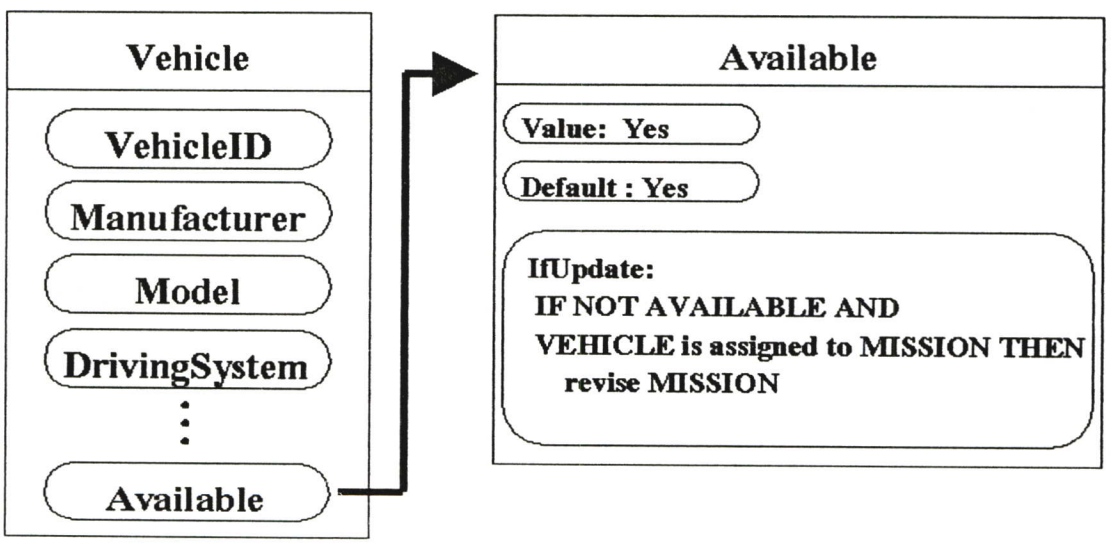
จากผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ และเฟรมตามที่ได้อธิบายไว้ข้างต้นแล้ว จะพบว่าข้อแตกต่างหลักอยู่ที่การให้ความสำคัญในระดับของข้อมูลที่ต่างกัน กล่าวคือ หลักการเชิงวัตถุจะให้ความสำคัญเน้นที่ระดับวัตถุ หรือคอนเซ็ปต์ แต่เฟรมจะให้ความสำคัญในระดับที่ต่ำกว่า คือระดับตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุ หรือคอนเซ็ปต์ ทำให้ความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมจะไม่สามารถจัดเก็บลงในโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุได้โดยตรง ซึ่งขัดกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ที่ต้องการจะสร้างระบบฐานความรู้เพื่อเก็บความรู้ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรม ด้วยระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ โดยไม่จำเป็นต้องทำการแมป หรือแปลงโครงสร้างของความรู้นั้นให้มาอยู่ในโครงสร้างแบบเฟรมเสียก่อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องดัดแปลง หรือสร้างโครงสร้างใหม่ภายในระบบฐานข้อมูลคาเช่ ที่มีรูปแบบเหมือน หรือใกล้เคียงกับเฟรมมากที่สุด

จากสาเหตุข้างต้นผู้วิจัยจึงหันมาให้ความสนใจกับออปเจ็กต์คลาสแบบเอ็มเบ็ดเดเบิล ที่จะสามารถฝังอยู่ภายในวัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์เท่านั้น คุณสมบัตินี้ หากลองพิจารณาดูจะพบว่า มีลักษณะใกล้เคียงกับสล๊อตที่ฝังอยู่ภายในเฟรมเท่านั้น จะไม่สามารถมีสล๊อตอยู่อย่างโดดเดี่ยวภายนอกได้ ในขณะเดียวกัน สล๊อตที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ในรูปแบบของเอ็มเบ็ดเดเบิลคลาสนี้ ก็ยังคงความสามารถที่จะมีคุณสมบัติ และเมธอด หรือโพรซิเยอร์ของตนเองได้ดังเดิม ดังนั้นโครงสร้างข้อมูลของระบบที่งานวิจัยนี้ออกแบบมา จึงมีโครงสร้างในลักษณะดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมที่ถูกสร้างขึ้นด้วยออปเจ็กต์คลาสของคาเช่

จากโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยออปเจ็กต์คลาสของโปรแกรมระบบฐานข้อมูลคาเช่ข้างต้น เราจะสามารถสร้างอินสแตนต์ ของเฟรมที่ได้จากการแทนความรู้ได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างอินสแตนต์ของเฟรมที่ถูกสร้างขึ้น

บทที่ 5
การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ
สำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

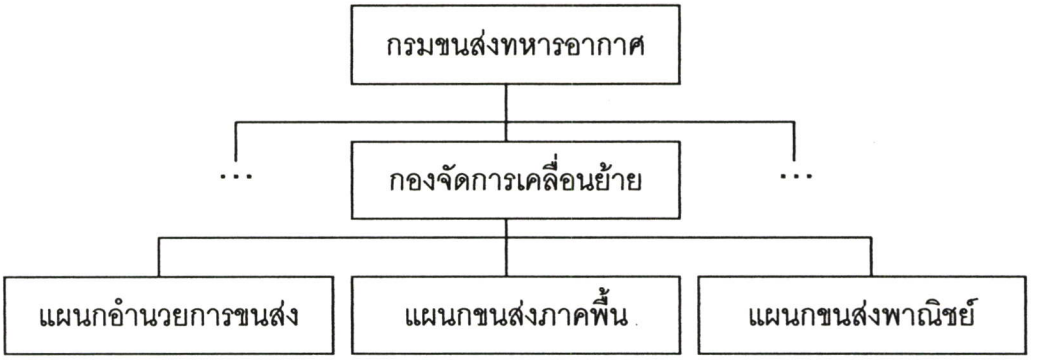
เพื่อให้เข้าใจถึงการพัฒนาระบบผู้เชียวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศมากขึ้น ในบทนี้จะได้กล่าวถึงลักษณะงานของระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศเพื่อสร้างความเข้าใจก่อนที่จะได้อธิบายถึงการพัฒนาระบบผู้เชียวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ต่อไป

5.1 ระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

กรมขนส่งทหารอากาศ มีหน้าที่วางแผน อำนวยการ ประสานงาน ควบคุมกำกับดูแล และการจัดการงบประมาณในการขนส่งทางภาคพื้น ของกองทัพอากาศ โดยให้การสนับสนุนในการจัดเตรียมพาหนะ เชื้อเพลิง แผนการปฏิบัติ และเจ้าหน้าที่ในการขนส่งกำลังพล และพัสดุต่างๆ ตามภารกิจ ซึ่งในการปฏิบัติงานของกรมขนส่งทหารอากาศนั้น ระบบงานอำนวยการขนส่งถือเป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่ง เนื่องจากเป็นขั้นตอนการในการพิจารณาประมาณการ และวางแผนการปฏิบัติในภารกิจการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้การปฏิบัติเป็นไปด้วยความเรียบร้อยตามหน่วยผู้ร้องขอ ก่อนจะสั่งการให้หน่วยปฏิบัติดำเนินการตามแผนต่อไป เพื่อให้เข้าใจถึงระบบงานอำนวยการขนส่งภาคพื้น ของกรมขนส่งทหารอากาศได้ดีขึ้น ในบทนี้จะได้กล่าวถึงโครงสร้าง ภารกิจ และระบบงานอำนวยการขนส่ง ของกรมขนส่งทหารอากาศพอสังเขป และอธิบายโครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ เพื่อเป็นกรณีศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 โครงสร้างงานขนส่งภาคพื้นของกรมขนส่งทหารอากาศ

เพื่อให้การปฏิบัติภารกิจในการขนส่งทางภาคพื้นของกรมขนส่งทหารอากาศ ตามการร้องขอจากหน่วยงานภายในกองทัพอากาศเป็นไปด้วยความเรียบร้อย กรมขนส่งทหารอากาศจึงได้จัดหน่วยตามโครงสร้างงานตามรูปที่ 5.1 (จะขอกล่าวเฉพาะงานขนส่งภาคพื้น) โดยภารกิจการดำนวยการขนส่งจะอยู่ในความรับผิดชอบของแผนกอำนวยการขนส่ง กองจัดการเคลื่อนย้าย เป็นหลัก และภารกิจที่ได้ทำการพิจารณาแผนการปฏิบัติเรียบร้อยแล้ว จึงจะถูกแจกจ่ายให้แผนกขนส่งภาคพื้นดำเนินการ และประสานกับส่วนราชการอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป



รูปที่ 5.1 แผนผังการจัดส่วนงานความรับผิดชอบภายในกรมขนส่งทหารอากาศ (เฉพาะส่วนงานขนส่งภาคพื้น)

กรรมวิธีขอใช้การขนส่งของกรมขนส่งทหารอากาศ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับหน่วยผู้ขอ กรมขนส่งทหารอากาศจึงได้กำหนดกรรมวิธีขอใช้การขนส่งไว้ ตามระเบียบกองทัพอากาศว่าด้วยการขนส่งปี พ.ศ. ๒๕๓๖ ตามขั้นตอนพอสังเขปดังนี้ (จะกล่าวถึงเฉพาะกรณีการขนส่งจากต้นทางที่กรมขนส่งทหารอากาศ)

ขั้นตอนที่ 1 หน่วยผู้ขอใช้การขนส่ง หรือจัดการเคลื่อนย้าย พัสดุ หรือสัตว์ ให้ใช้ใบขอการขนส่ง (แบบฟอร์ม ของกรมขนส่งทหารอากาศ) ซึ่งจะต้องระบุรายละเอียดของการขนส่งได้แก่ หน่วยผู้ขอ, รายละเอียดพัสดุที่จะขนส่ง, ตำบลต้นทาง, ตำบลปลายทาง, เวลาที่หน่วยรับผิดชอบพร้อมในการบรรทุกพัสดุขึ้นพาหนะ, เวลาที่ต้องส่งพัสดุถึงปลายทาง และชื่อผู้รับผิดชอบ พร้อมทั้งจะต้องออกใบกำกับพัสดุ และคำสั่งอนุมัติการเคลื่อนย้าย พร้อมส่งสำเนาให้กรมขนส่งทหารอากาศต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 กรมขนส่งทหารอากาศ ส่งเรื่องการขอใช้การขนส่งให้แผนกอำนวยการขนส่ง กองจัดการเคลื่อนย้าย พิจารณา พร้อมทั้งบันทึกแผนการปฏิบัติ สถานที่ วันเวลาในการขนส่ง ตามความเหมาะสมของภารกิจ แล้วส่งให้แผนกขนส่งภาคพื้น

ขั้นตอนที่ 3 แผนกขนส่งภาคพื้น ซึ่งถือเป็นหน่วยบริการขนส่ง เพื่อปฏิบัติตามภารกิจต่อไป

ซึ่งจากขั้นตอนการขอใช้การขนส่งดังกล่าว จะเห็นได้ว่า แผนกอำนวยการขนส่ง มีหน้าที่จัดการการขนส่ง ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของงานขนส่ง และเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ผู้ปฏิบัติที่มีความรู้ความชำนาญในการจัดการขนส่ง เพื่อให้ภารกิจการขนส่งในแต่ละครั้งเป็นไปด้วยความเรียบร้อยตามความต้องการของหน่วยผู้ขอต่อไป

5.1.2 งานอำนวยการขนส่ง

ในงานอำนวยการการขนส่งนั้น จะมีขั้นตอนในการจัดการขนส่ง เพื่อการพิจารณาจัดทำแผนการขนส่ง โดยหลังจากแผนกอำนวยการขนส่งได้รับเรื่องขอใช้การขนส่งแล้ว นายทหารขนส่งภาคพื้นผู้มีหน้าที่พิจารณา และวางแผนการปฏิบัติจะดำเนินการตามขั้นตอนพิจารณา ก่อนนำเสนอหัวหน้าแผนกอำนวยการขนส่งพิจารณาอนุมัติ และส่งเรื่องต่อให้แผนกขนส่งภาคพื้นต่อไป สำหรับในขั้นตอนการพิจารณาวางแผนการปฏิบัตินั้นสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลักพอสังเขปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาพาหนะการขนส่งจากเงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ คุณสมบัติพัสดุที่จะบรรทุก โดยเฉพาะปริมาตร และน้ำหนักบรรทุก ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับระวางของรถ และข้อกำหนดการบรรทุกตามกฎหมาย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงประเภทของทาง ซึ่งจะส่งผลต่อการเลือกประเภทการขับเคลื่อนของพาหนะ เช่น เส้นทางขึ้นเขา จำเป็นจะต้องใช้รถประเภท 4x4 หรือ 6x6 เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาเส้นทางการเดินทาง ซึ่งโดยปกติ กรมขนส่งทหารอากาศ จะได้ระบุเส้นทางการเดินทางตามภารกิจประจำ อันได้แก่เส้นทางจากดอนเมืองไปยังกองบิน และหน่วยงานต่างๆ ของกองทัพอากาศไว้แล้ว ทั้งเส้นทางหลัก และเส้นทางสำรอง ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกเส้นทางตามความเหมาะสม ตามสถานภาพของทาง เช่น การหลีกเลี่ยงเส้นทางที่ประสบอุทกภัย เป็นต้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้นอกจากเส้นทางการเดินทางแล้ว ยังจะได้ระยะทางในการเดินทางเพื่อใช้ในการคำนวณเชื้อเพลิงต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะในการบรรทุก โดยคำนวณจากอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของพาหนะแต่ละประเภท และระยะทางในการเดินทาง นอกจากนี้จะต้องมีการเผื่อสำรองเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะไว้อีก 5 เปอร์เซ็นต์ด้วย

5.1.3 ปัญหาหลักในการปฏิบัติในขั้นตอนการจัดการขนส่ง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในการดำเนินการพิจารณาวางแผนการขนส่งทั้ง 3 ขั้นตอน จำเป็นจะต้องใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ ในงานขนส่งระดับหนึ่ง จึงจะสามารถวางแผนการดำเนินการให้มีความเหมาะสมตามภารกิจขนส่งแต่ละครั้งได้ ทั้งนี้ โดยเฉพาะหากภารกิจนั้นเป็นภารกิจพิเศษที่ไม่เคยมีการปฏิบัติมาก่อน เช่น การส่งกำลังบำรุงในภาวะฉุกเฉิน หรือเกิดปัญหากับสภาพผิวการจราจรของทางหลวงได้แก่ การซ่อมแซมผิวจราจร หรือเกิดน้ำท่วมเป็นต้น ซึ่งนายทหารขนส่งภาคพื้นที่มีความชำนาญทั้งในงานขนส่งภาคพื้น และงานอำนวยการขนส่งจะต้องปฏิบัติงานด้วยความรวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งอาจส่งผลถึงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของกรมขนส่งทหารอากาศได้ ดังนั้นระบบงานการอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศจึงเป็นระบบที่น่าสนใจ ที่วิทยานิพนธ์

ฉบับนี้จะได้นำมาเป็นกรณีศึกษา สำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม ด้วยระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

5.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

ดังที่ได้อธิบายถึงลักษณะของงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศแล้ว จะพบว่าการจะพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับระบบงานอำนวยการขนส่งดังกล่าว จะเป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบการวางแผน (Planning) ซึ่งจะต้องสามารถสร้างคำตอบของระบบได้ดังนี้

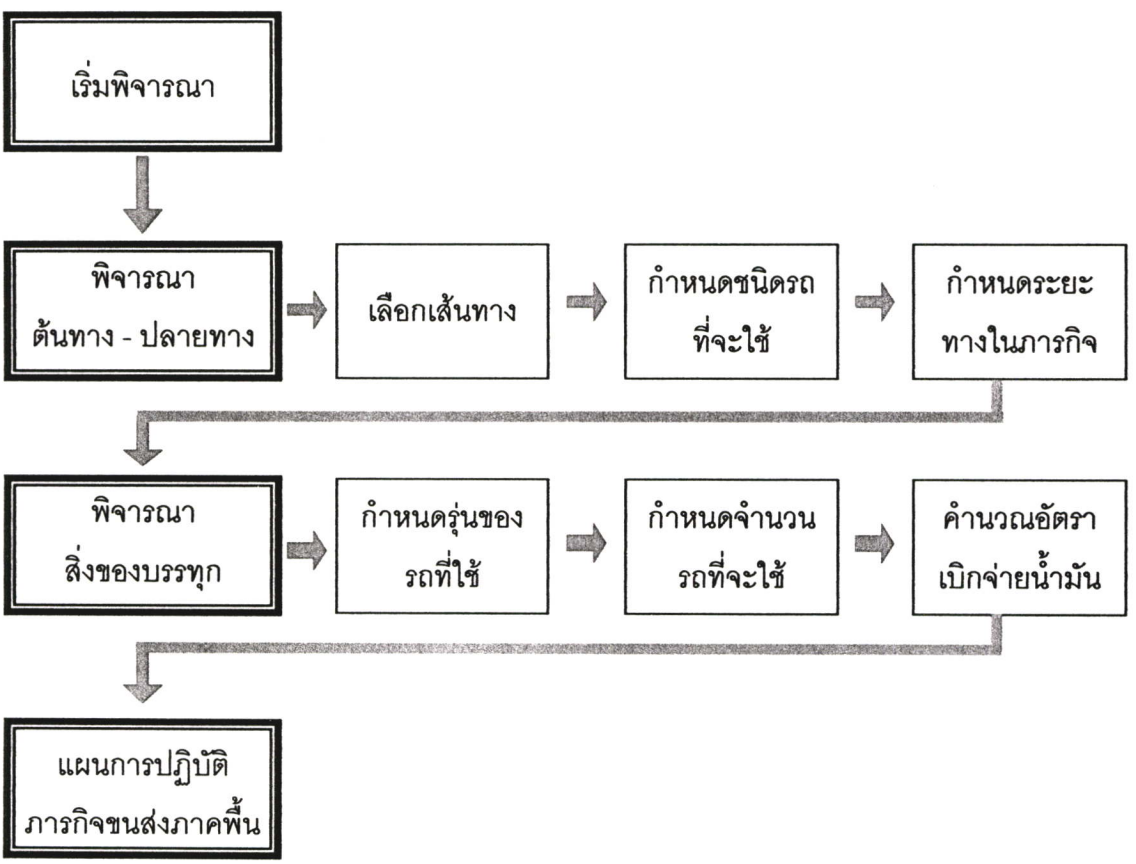
1) กำหนดประเภท และจำนวนยานพาหนะให้สอดคล้องกับภารกิจ และข้อกำหนดตามระเบียบ และกฎหมาย
2) กำหนดเส้นทางการขนส่งให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และสภาพเส้นทางในขณะนั้น
3) กำหนดปริมาณเชื้อเพลิงในการเบิกจ่ายสำหรับภารกิจ และแผนการขนส่งที่ได้วางไว้

ดังนั้น เพื่อให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถตอบสนองความต้องการของระบบงานอำนวยการขนส่งที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงได้ติดต่อประสาน เพื่อขอเข้าศึกษาระบบงาน และเทคนิคการวางแผนการปฏิบัติสำหรับภารกิจขนส่งภาคพื้น กับนายทหารอำนวยการขนส่ง แผนกอำนวยการขนส่ง กองจัดการเคลื่อนย้าย กรมขนส่งทหารอากาศ ซึ่งจากการศึกษาผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการวิเคราะห์ และออกแบบระบบ โดยสามารถแจงรายละเอียดเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 วิธีการพิจารณากำหนดแผนปฏิบัติภารกิจในระบบมือ (Manual)

ในการกำหนดแผนการปฏิบัติภารกิจ นายทหารอำนวยการขนส่ง จะพิจารณาจากเส้นทาง และชนิดของสิ่งของบรรทุก โดยมีขั้นตอนการพิจารณาดังแผนภาพในรูปที่ 5.2 โดยเริ่มจากการพิจารณาเลือกเส้นทางจากตำบลต้นทาง และตำบลปลายทางที่หน่วยผู้ใช้ระบุ เส้นทางที่ถูกเลือกนอกจากจะได้ระยะทางเพื่อเป็นข้อมูลนำมาคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ต่อไปแล้ว ยังจะถูกนำมาพิจารณาเลือกประเภทรถว่า จำเป็นต้องใช้รถที่มีขับเคลื่อนแบบ 4x4 หรือ 6x6 หรือไม่ ในกรณีที่เส้นทางเป็นเส้นทางธรรมดา ไม่มีความลาดชัน หรือเส้นทางที่ทุรกันดารมาก สามารถจะเลือกใช้รถบรรทุกธรรมดาได้ เพราะกระบะบรรทุกจะมีปริมาตรบรรทุกมากกว่า แต่หากจำเป็นต้องใช้พาหนะที่มีระบบขับเคลื่อนทุกล้อ จึงจะพิจารณามาเลือกใช้รถประเภท 4x4 หรือ 6x6 ตามลำดับ

ในขั้นตอนต่อไป ข้อมูลจากหน่วยเจ้าของภารกิจที่สำคัญอีกส่วนคือ ชนิดของสิ่งของบรรทุก เพราะจะเป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดพาหนะที่แท้จริงว่า จะเลือกใช้รถรุ่นใดจึงจะเหมาะสม สำหรับภารกิจบางประเภทที่มีการปฏิบัติเป็นประจำ และต้องติดตั้งอุปกรณ์พิเศษเพื่อการบรรทุก จะมีการกำหนดรุ่นของรถไว้ชัดเจนว่าจะต้อง ใช้รถรุ่นใด และสามารถบรรทุกได้ปริมาณเท่าใด เช่น การขนส่งถังบรรจุก๊าซออกซิเจน เป็นต้น โดยคำตอบที่ได้จากขั้นตอนนี้ จะนำมาซึ่งการระบุอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถที่ใช้ ซึ่งจะถูกนำมาคำนวณร่วมกับระยะทาง และปริมาณรถที่ต้องใช้ปฏิบัติภารกิจ เพื่อกำหนดอัตราการเบิกจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับภารกิจ ถือเป็นจุดเสร็จสิ้นของงานอำนวยการขนส่งสำหรับภารกิจนั้นๆ



รูปที่ 5.2 ขั้นตอนการพิจารณากำหนดแผนการปฏิบัติภารกิจขนส่งภาคพื้นในงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ

5.2.2 **การแบ่งเฟรมความรู้ที่ใช้**

การแบ่งเฟรมความรู้เป็นส่วนหลักสำคัญประการหนึ่งในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะนำเฟรมความรู้เหล่านี้มาบันทึกลงในฐานความรู้สำหรับใช้ในการวินิจฉัยในระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไปได้ ซึ่งความรู้ที่ถูกจัดแบ่งเป็นเฟรมนี้คือส่วนของข้อเท็จจริง (Fact) นั่นเอง

สำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศนั้น สามารถจัดแบ่งเฟรมความรู้ได้ทั้งสิ้น 8 เฟรม ซึ่งแต่ละเฟรมมีโครงสร้างดังต่อไปนี้

1) **เฟรม** Mission เป็นตัวแทนความรู้ด้านภารกิจมีโครงสร้างดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงโครงสร้างของเฟรม Mission

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Mission.MissionID	String	หมายเลขภารกิจ
Mission.MissionOwner	String	หน่วยเจ้าของภารกิจ
Mission.DueDate	Date	วันที่ปฏิบัติ
Mission.FinishDate	Date	วันที่เสร็จสิ้นภารกิจ
Mission.Departure	[Place]	ตำบลต้นทาง
Mission.Destination	[Place]	ตำบลปลายทาง
Mission.Officer	String	นายทหารผู้รับผิดชอบ
Mission.TravelRoute	[Route]	เส้นทาง
Mission.Loads	Set of [Load]	สิ่งของบรรทุก
Mission.Vehicles	Set of [Vehicle]	พาหนะที่ใช้
Mission.FuelQuota	Integer	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้
Mission.Description	String	คำอธิบายภารกิจ

2) **เฟรม** Vehicle เป็นตัวแทนความรู้ด้านพาหนะมีโครงสร้างดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงโครงสร้างของเฟรม Vehicle

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Vehicle.VehicleID	String	ทะเบียนรถ
Vehicle.Manufacturer	String	ยี่ห้อ
Vehicle.Model	String	รุ่น
Vehicle.Wheel	Integer	จำนวนล้อ
Vehicle.DrivingWheel	Integer	จำนวนล้อขับเคลื่อน
Vehicle.ContainWeight	Float	น้ำหนักบรรทุก
Vehicle.ContainWidth	Float	ความกว้างกระบะบรรทุก

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

Vehicle.ContainLength	Float	ความยาวกระบะบรรทุก
Vehicle.ContainHeight	Float	ความสูงกระบะบรรทุก
Vehicle.GasTankContain	Integer	จำนวนถังน้ำมันบรรทุกได้
Vehicle.O2Contain	Integer	จำนวนถังออกซิเจนบรรทุกได้
Vehicle.FuelWasteRate	Float	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน กม./ล.
Vehicle.Available	Boolean	สถานภาพรถ

3) **เฟรม Place** เป็นตัวแทนความรู้ด้านสถานที่มีโครงสร้างดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงโครงสร้างของเฟรม Place

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Place.Name	String	ชื่อหน่วย
Place.ShortName	String	ชื่อย่อ
Place.Address	String	ที่อยู่
Place.District	String	ตำบล
Place.Amphor	String	อำเภอ
Place.Province	String	จังหวัด

4) **เฟรม Load** เป็นตัวแทนความรู้ด้านสิ่งของบรรทุกมีโครงสร้างดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงโครงสร้างของเฟรม Load

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Load.LoadID	String	หมายเลขสิ่งของบรรทุก
Load.LoadType	String	ประเภทสิ่งของ
Load.LoadWeight	Float	น้ำหนักสิ่งของ
Load.LoadWidth	Float	ความกว้างสิ่งของ
Load.LoadLength	Float	ความยาวสิ่งของ
Load.LoadHigth	Float	ความสูงสิ่งของ

5) **เฟรม Road** เป็นตัวแทนความรู้ด้านถนน มีโครงสร้างดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงโครงสร้างของเฟรม Road

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Road.RoadID	String	หมายเลขทางหลวง
Road.RoadName	String	ชื่อถนน
Road.RoadWidth	Float	ความกว้างถนน
Road.SurfaceType	String	ชนิดของผิวถนน
Road.SlopeType	String	ความลาดเอียง
Road.WeightLimit	Integer	พิกัดน้ำหนักบรรทุก
Road.Available	Boolean	สถานภาพ

(6) **เฟรม** RoutePart เป็นตัวแทนความรู้ด้านเส้นทางย่อยโครงสร้างตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงโครงสร้างของเฟรม RoutePart

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
RoutePart.Road	[Road]	ถนน
RoutePart.StartPoint	Integer	จุดเริ่มต้น กม. ที่
RoutePart.StopPoint	Integer	จุดสิ้นสุด กม. ที่

6) **เฟรม Route** เป็นตัวแทนความรู้ด้านเส้นทางมีโครงสร้างดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงโครงสร้างของเฟรม Route

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Route.RouteID	String	หมายเลขเส้นทาง
Route.RouteName	String	ชื่อเส้นทาง
Route.RouteType	String	ชนิดเส้นทาง หลัก, รอง
Route.StartPlace	[Place]	ตำบลต้นทาง
Route.StopPlace	[Place]	ตำบลปลายทาง
Route.Distance	Integer	ระยะทาง
Route.SubRoute	Set of [RoutePart]	เส้นทางย่อย
Route.Available	Boolean	สถานภาพ

7) **เฟรม** Damage เป็นตัวแทนความรู้ด้านสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความเสียหายของถนนทางหลวงมีโครงสร้างดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 แสดงโครงสร้างของเฟรม Damage

สล๊อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Route.RouteID	String	หมายเลขเส้นทาง
Route.RouteName	String	ชื่อเส้นทาง
Route.RouteType	String	ชนิดเส้นทาง หลัก, รอง
Route.StartPlace	[Place]	ตำบลต้นทาง
Route.StopPlace	[Place]	ตำบลปลายทาง
Route.Distance	Integer	ระยะทาง
Route.SubRoute	Set of [RoutePart]	เส้นทางย่อย
Route.Available	Boolean	สถานภาพ

5.2.3 การสร้างกฎให้แก่เฟรม

เมื่อได้มีการกำหนดเฟรมของข้อมูล หรือความรู้ได้แล้วสิ่งสำคัญในขั้นตอนถัดมาคือการกำหนดกฎ (Rule) ให้แก่สล๊อตของเฟรม กฎที่กล่าวถึงนี้จะถูกบรรจุไว้ในเดมอนของสล๊อต ซึ่งจะถูกเรียกขึ้นมาปฏิบัติ เมื่อเกิดเหตุการใดๆ กับสล๊อตขึ้นอยู่กับชนิดของเดมอนที่เลือกในลักษณะอีเวนท์-ไดรฟ์เว็น (Event-Driven) การทำงานของกฎในแบบเฟรมนี้ไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในรูป IF-THEN เพียงอย่างเดียว แต่จะสามารถสร้างคำสั่งการปฏิบัติงานเพื่อสั่งให้โปรแกรมดำเนินงานส่วนอื่นต่อไปได้ ซึ่งจะเปรียบได้กับการทำงานในส่วนของกลไกการวินิจฉัย (Inference Engine) ในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบอื่นๆ นั่นเอง

ดังนั้นจากโครงสร้างของเฟรมที่จัดแบ่งไว้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการพิจารณากำหนดแผนปฏิบัติภารกิจ จะเห็นได้ว่าเฟรมหลักของระบบงานอำนวยการขนส่งที่จำเป็นจะต้องกำหนดกฎสำหรับบรรจุลงไปในสล๊อตต่างๆ ของเฟรมเพื่อเป็นส่วนกลไกในการวินิจฉัยหลักของระบบคือเฟรม Mission ดังตัวอย่างรายการกฎของเฟรมตามตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 แสดงรายการกฎที่จะถูกเพิ่มให้สล๊อตในเฟรม Mission

สล๊อต	เหตุการณ์ (Event)	การปฏิบัติ
Mission.Departure	Add	Mission.FindRoute();
	Change	Mission.FindRoute();
	Remove	Prompt Mission.Departure
Mission.Destination	Add	Mission.FindRoute();
	Change	Mission.FindRoute();
	Remove	Prompt Mission.Destination
Mission.Loads	Add	Mission.AssignVehicle();
	Change	Mission.AssignVehicle();
	Remove	Mission.AssignVehicle();
Mission.Vehicles	Add	Mission.EstimateFuel();
	Remove	Mission.EstimateFuel();

โดย เมธอด Mission.FindRoute(); จะทำหน้าที่ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดมาให้ ส่วน Mission.AssignVehicle(); จะดำเนินการคัดเลือกพาหนะขนส่งที่เหมาะสมตามชนิดของถนนที่อยู่ในเส้นทางนั้นๆ และกระบวนการหาคำตอบของภารกิจจะเสร็จสิ้นที่ Mission.EstimateFuel(); ที่ทำหน้าที่คำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะขนส่งที่ได้มาตามระยะทางของเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้

นอกจากนี้เพื่อเป็นการทำให้ระบบสมบูรณ์ขึ้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มกฎให้แก่เฟรมหลักอีก 2 เฟรม ได้แก่ เฟรม Vehicle และเฟรม Damage ดังแสดงในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 แสดงรายการกฎที่จะถูกเพิ่มให้สล๊อตในเฟรม Vehicle และ Damage

สล๊อต	เหตุการณ์ (Event)	การปฏิบัติ
เฟรม Vehicle		
Vehicle.Avalable	Change	Mission. ReviseMission();
เฟรม Damage		
Damage.Road	Add	Damage.UpdateRouteStatus();
Damage.Road	Delete	Damage.UpdateRouteStatus();

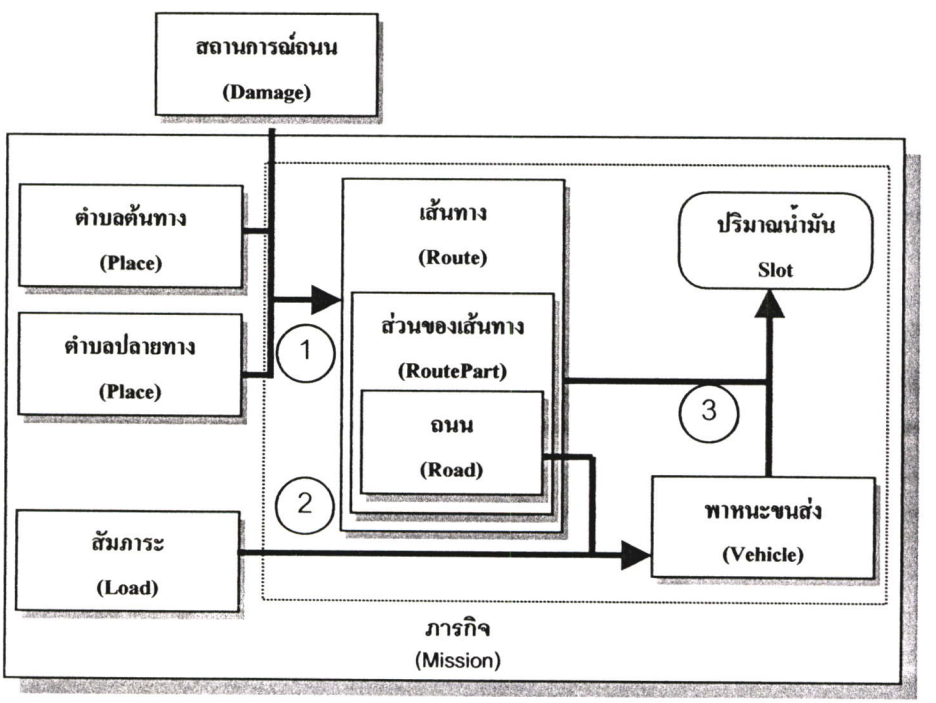
5.2.4 การหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น

กระบวนการในการหาคำตอบจะใช้คล้ายคลึงกับระบบมือ เนื่องจากอัลกอริธึมที่ระบบผู้เชี่ยวชาญใช้มักเป็น เฮียวริสติก อัลกอริธึม ซึ่งยึดหลักตามที่ผู้เชี่ยวชาญปฏิบัติ สำหรับการพิจารณาจะเริ่มจากการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.3 โดยสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมใช้แทนเฟรมที่มีความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งกับเฟรมอื่นๆ และเฟรมที่เป็นเอกเทศ ส่วนสัญลักษณ์ สี่เหลี่ยมมุมมนจะใช้แทนสล๊อต ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. Mission.FindRoute() เลือกเส้นทางทั้งที่มีตำบลต้นทาง และปลายทางที่ระบุ และถนนภายในเส้นทางไม่มีความเสียหาย ถ้ากลุ่มของเส้นทางที่พบมีทางหลัก ให้เลือกทางหลัก ถ้าไม่มี ให้เลือกทางรองที่สั้นที่สุดในกลุ่มนั้น

2. Mission.AssignVehicle() ถ้าเส้นทางที่เลือกมีถนนที่มีทางลาดชัน ให้ใช้รถประเภท 4x4 หรือ 6x6 ถ้าไม่มีให้ใช้แบบขับเคลื่อน 2 ล้อ แล้วเลือกพาหนะที่ใช้งานได้ในกลุ่มนั้นออกมา เพื่อคำนวณปริมาณรถที่ใช้จากสัมภาระสิ่งของในภารกิจทั้งหมด

3. Mission.EstimateFuel() คำนวณปริมาณน้ำมันในภารกิจ ซึ่งเป็นผลรวมของปริมาณน้ำมันสำหรับพาหนะแต่ละคัน ซึ่งมีวิธีการคำนวณโดยใช้ระยะทาง ตั้งหารกับอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันแต่ละคัน และคูณด้วย 2 (เดินทางไป-กลับ) แล้วบวกอีก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนสำรองใช้งาน



รูปที่ 5.3 แสดงรายขั้นตอนการการหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น

บทที่ 6
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือต้องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุสร้างฐานความรู้ โดยผู้วิจัยได้นำเอาระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ มาสร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญแบบการวางแผน เพื่อเป็นกรณีศึกษา ให้กับแนวคิดที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ ซึ่งจากการดำเนินการวิจัยทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปผล และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการนำแนวคิดจากงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

สืบเนื่องมาจากวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุสร้างฐานความรู้ ซึ่งระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุที่ผู้วิจัยเลือกคือโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ โดยได้ดำเนินการพัฒนาโครงสร้างข้อมูลที่ใกล้เคียงกับเฟรมมากที่สุดบรรจุไว้ภายในคลาสของวัตถุในระบบฐานข้อมูลคาเช่ เพื่อรองรับการจัดเก็บความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมได้ และได้ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ โดยพัฒนาส่วนประสานผู้ใช้ด้วยภาษาวิชวลเบสิก เวอร์ชัน 6.0 จนสามารถปฏิบัติงานตามความต้องการของภารกิจงานอำนวยการขนส่งได้แล้วนั้น

จากผลงานดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดในการสร้างระบบฐานความรู้แบบเฟรมด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ จะสามารถอำนวยความสะดวก และแทนที่การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือภาษาทางด้านปัญญาประดิษฐ์ได้เป็นอย่างดี โดยจะสามารถลดภาระการสร้างส่วนบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งเป็นการใช้จุดเด่นของระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้วอีกด้วย ขณะเดียวกันการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม โดยที่สามารถจัดเก็บความรู้ที่อยู่ในรูปของเฟรมลงฐานข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้องแมป หรือแปลงโครงสร้างความรู้ให้มาอยู่ในรูปโครงสร้างแบบวัตถุก่อน จะทำให้ผู้พัฒนาระบบสามารถรักษาความหมาย และความสัมพันธ์ของความรู้ไว้ได้อย่างครบถ้วน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนา ระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นๆ ต่อไปในอนาคต

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบฐานข้อมูลคาเช่ โดยมิได้ทดลองกับโปรแกรมระบบฐานข้อมูลอื่นๆ ที่มีอยู่ในท้องตลาดผลิตภัณฑ์ซอฟท์แวร์ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจประการหนึ่งในการทดสอบแนวคิดที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ด้วยการทดลองกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาสถาปัตยกรรมของโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ต่อไป

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนากับหลักการหรือแนวคิดอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Donald A. Waterman. **A Guide to Expert Systems.** : Addison-Wesley,1999.

[2] Efraim Turban. **Decision Support and Expert Systems : Management Support Systems 4th ed.** : Prentice-Hall,1995.

[3] Peter D. Karp. "The Design Space of Frame Knowledge Representation System." SRI AI Center Technical Note #520, 1993

[4] W. Kirsten, M. Ihringer, B. Röhrig, P. Schulte. **Object-Oriented Application Development Using the Caché Postrelational Database.** : Springer, 1999

[5] Natalya F.Noy, Mark A. Musen, Jose L.V. Mejino, Jr. , Cornelius Rosse. "Pushing the Envelope: Challenge in a Frame-Based Representation of Human Anatomy.", 2002

[6] J. Luo, C.Haycocks. "Knowledge-based Expert system in Roof support protocol.",1998

[7] Nikhil Sadarangani, Hua Fung The. "WEST: Wine Expert Tool", 2001

[8] Douglas L. Brutlug, Adam R. Galper, David H. Millis. "Knowledge-Based Simulation of DNA Metabolism: Prediction of Enzyme Action" Computer Application in the Biosciences, 1991

[9] Behrouz H. Far, Takeshi Takizawa, Zenya Koono. "Software Creation : An Expert System for Applying Design Process Knowledge in Automatic Software Design", Saitama University, 1993

[10] Neil F. Abernethy, Russ B. Altman. "Sophia : Providing Basic Knowledge Service with A Common DBMS" Proceedings of the 5th KRDB Workshop, 1998

[11] Chao Chen, Philip D. Udo-Inyang, Frederick C. Schmitt. "Integration of a Database Management System and a Knowledge-Based Expert System in Construction: A Review", 1994

[12] M. C. Norrie, U. Reimer, P. Lippuner, M. Rys, H. J. Schek. "Frames, Objects and Relations : Three Semantic Levels for Knowledge Base Systems" Swiss Priority Programme in Computer Science No. 5003-34347, 1995

[13] Expert System. http://www.emclab.umr.edu/consortium/Whatis/node7.html

[14] What are Expert Systems. http://www.geocities.com/expertsystems_2000/whatare-expertsystems.htm

[15] Expert System. http://www.cs.utexas.edu/user/qr/algy/algy-expsys/node3.html

[16] Expert System. http://www.cee.hw.ac.uk/~alison/ai3notes/subsection2_4_2.html

[17] B.E. Prasad, T. Siva Perraju, G. Uma, P. Umarani. "REX: An Object Oriented Asynchronous Real Time Expert System Shell for Aerospace Appication", Artificail Intelligence Laboratory, Hyderabad, 1996

[18] William L. Kuechler, Jr., Nena Lim, Vijay K. Vaishnavi. "A Smart Object Approach To Hybrid Knowledge Representation and Reasoning Strategy" Proceedings of the 28th HICSS Volume III, pp. 32-41.

[19] M.H. Scholl, C. Laasch, C. Rich, H.-J. Schek, M. Tresch. The COCOON Object Model second revised edition, 1994

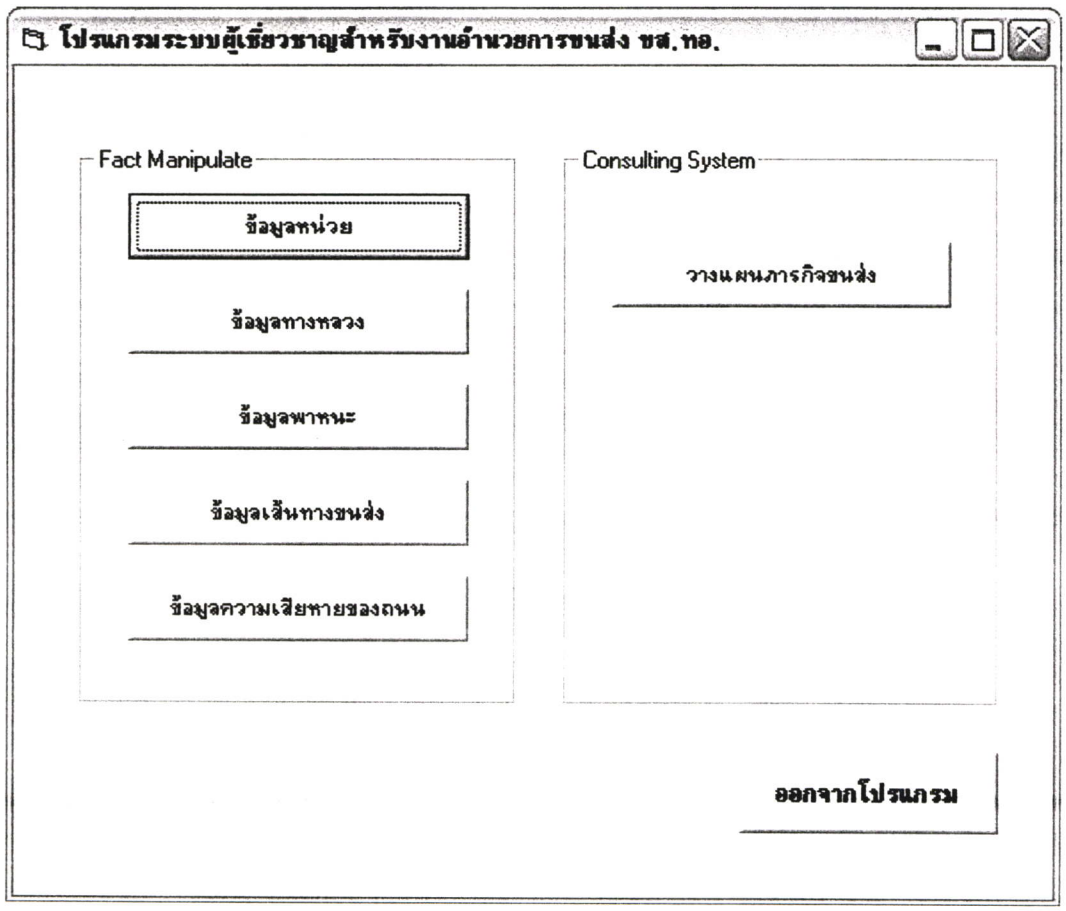
ภาคผนวก

ผนวก ก.
วิธีการใช้งานโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศ นั้น มีอยู่ด้วยกัน 2 ส่วนหลัก ได้แก่ส่วนการบริหารจัดการความรู้ หรือข้อเท็จจริงที่ใช้ (Fact Manipulate) และส่วนให้คำปรึกษา ในการวางแผนภารกิจงานขนส่ง (Consulting System) ซึ่งงานทั้ง 2 ส่วนนี้ จะสามารถทำงานภายใต้โปรแกรมหลักเดียวกัน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ส่วนโปรแกรมหลัก และการบริหารจัดการความรู้

เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานผู้ใช้จะพบกับหน้าจอหลัก ซึ่งมีเมนูเป็นลักษณะสวิตช์บอร์ด เพื่อเลือกการดำเนินงานต่อไปดังรูปที่ ก-1



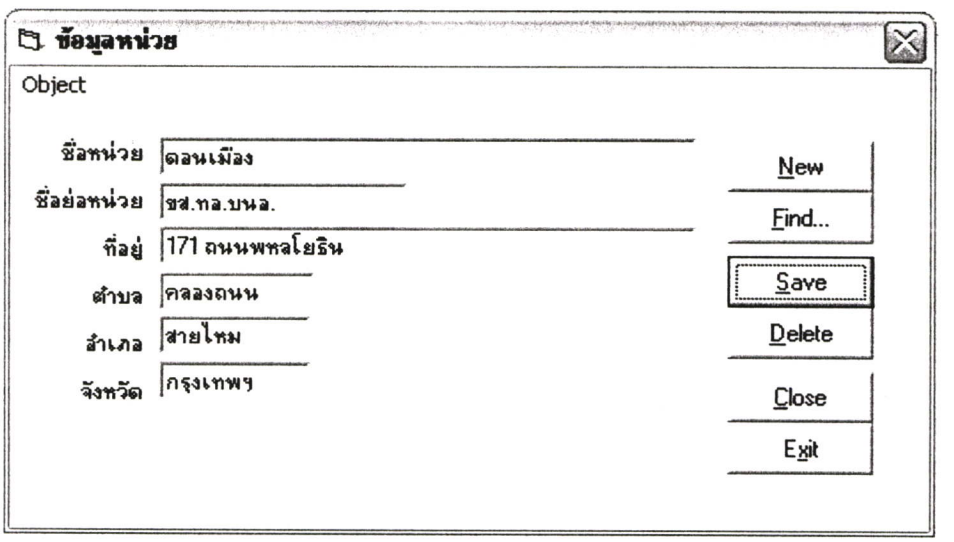
รูปที่ ก-1 แสดงภาพหน้าจอส่วนหลักของโปรแกรม

จากภาพจะพบว่า การทำงานของโปรแกรมถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ซึ่งในส่วนการบริหารจัดการความรู้นั้น จะประกอบด้วยความรู้ 5 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลหน่วย, ข้อ

มูลทางหลวง, ข้อมูลพาหนะ, ข้อมูลเส้นทางขนส่ง และข้อมูลความเสียหายของถนนอันเนื่องมาจากสถานการณ์ต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติภารกิจขนส่งได้

1.1 ส่วนของข้อมูลหน่วย

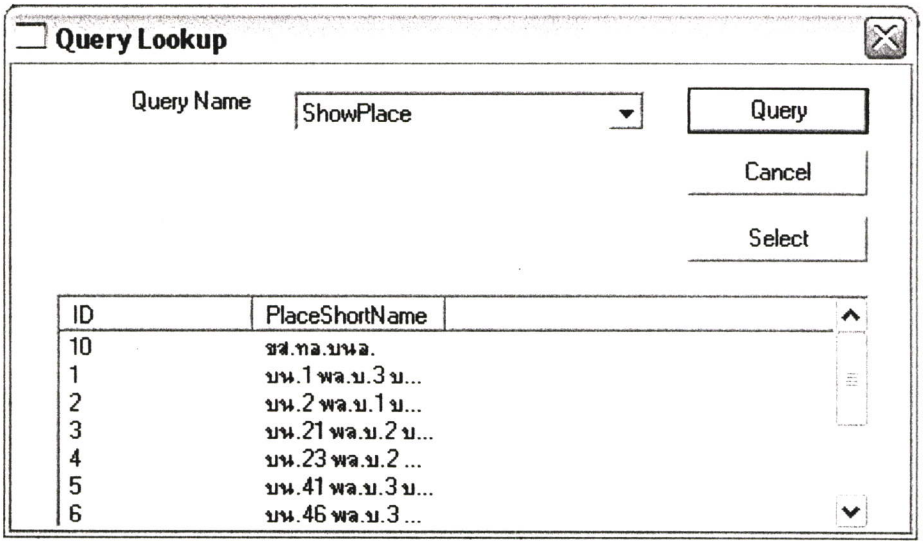
การดำเนินการในส่วนนี้ เป็นการบริหารจัดการความรู้ เกี่ยวกับหน่วยขึ้นตรงกองทัพอากาศ ที่ผู้ปฏิบัติภารกิจขนส่งจะต้องเดินทางไป ดังมีรายละเอียดตามรูปที่ ก –2



รูปที่ ก-2 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับหน่วยงานในกองทัพ

ซึ่งข้อเท็จจริงของความรู้ที่จัดเก็บไว้มีดังแสดงในหน้าจอ สำหรับปุ่มคำสั่งในการทำงานนั้นในโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ ได้ออกแบบมาให้มีลักษณะการทำงานในลักษณะรูปแบบเดียวกันทุกๆ ส่วน ได้แก่ หากผู้ใช้ต้องการป้อนความรู้ใหม่เข้าไปในระบบ ให้กดที่ปุ่มคำสั่ง New กล่องข้อความต่างๆ ก็จะพร้อมทำงานรับข้อมูลเข้าไป และเมื่อผู้ใช้ป้อนเสร็จก็จะต้องกดปุ่มคำสั่ง Save เพื่อเป็นการจัดเก็บข้อมูลลง หรือหากผู้ใช้ไปเลือกปุ่มคำสั่งอื่นๆ ที่ใช้งานได้ในขณะนั้นก่อน ระบบจะขึ้นกล่องข้อความตอบโต้ เตือนว่ายังไม่ได้จัดเก็บ และถามว่าจะจัดเก็บหรือไม่ เพื่อเป็นการป้องกันการทำงานที่อาจจะผิดพลาดของผู้ใช้ได้

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเลือกข้อมูลเก่าที่มีอยู่ขึ้นมาดู หรือแก้ไข ผู้ใช้จะต้องกดปุ่มคำสั่ง Find ซึ่งจะพบกับกล่องข้อความตอบโต้ดังรูปที่ ก-3 ให้ผู้ใช้กดปุ่มคำสั่ง Query อีกครั้ง ระบบจะแสดงผลข้อมูลทั้งหมดที่จัดเก็บไว้ในระบบ ซึ่งหากผู้ใช้ต้องการดูรายละเอียดของข้อมูลใด ให้ใช้เมาส์คลิกเพื่อระบุตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการดู แล้วกดปุ่มคำสั่ง Select หรืออาจใช้การดับเบิลคลิกที่ข้อมูลที่ต้องการดูก็สามารถทำได้

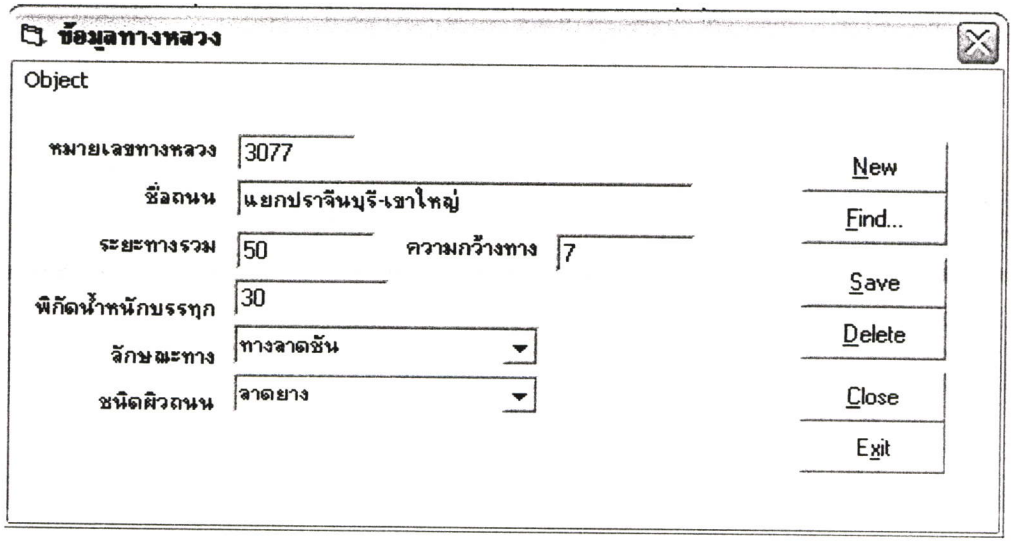


รูปที่ ก-3 แสดงภาพหน้าจอส่วนค้นหาข้อมูลที่จัดเก็บไว้แล้วจากปุ่มคำสั่ง Find

และเมื่อผู้ใช้ทำงานในส่วนนั้นเสร็จ และต้องการกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก ให้ผู้ใช้กดที่ปุ่มคำสั่ง Exit ซึ่งดังที่กล่าวมาแล้วว่า การทำงานในทุกส่วนของโปรแกรม จะใช้วิธีการทำงานกับปุ่มคำสั่งเช่นนี้เหมือนกันหมดทั้งโปรแกรม เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจในการใช้

1.2 ส่วนของข้อมูลทางหลวง

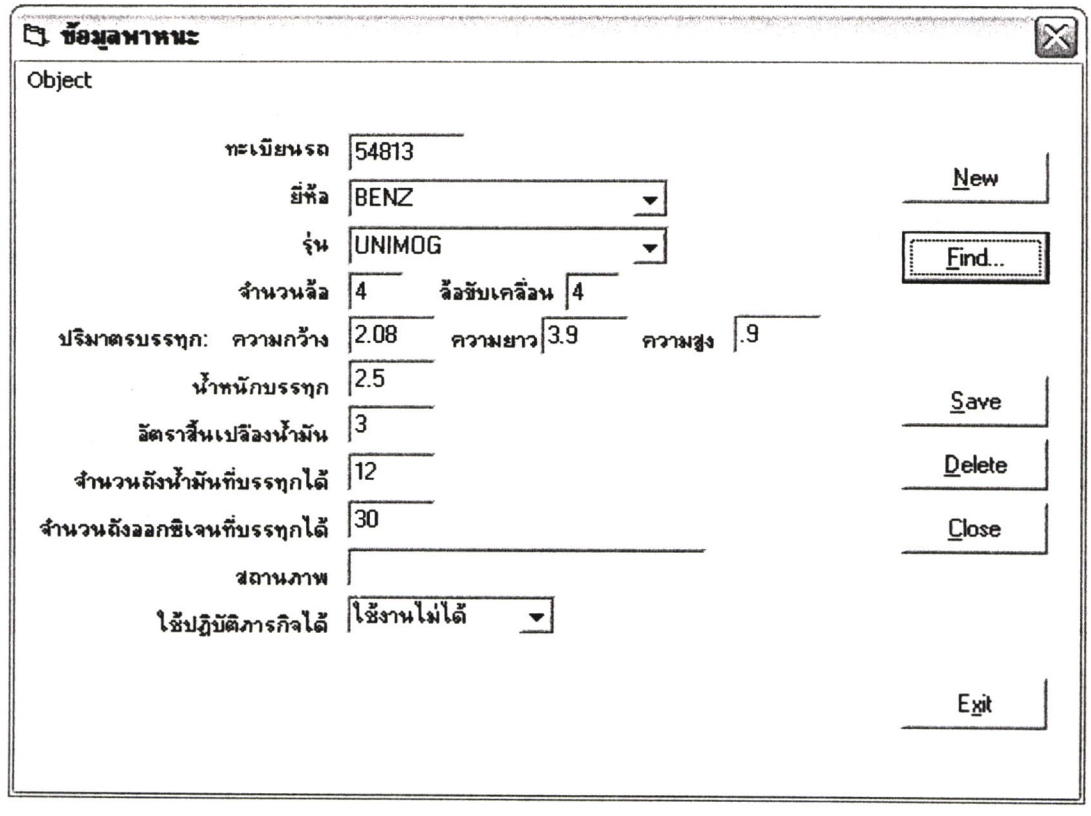
เป็นส่วนที่ใช้ในการบริหารจัดการความรู้เกี่ยวกับทางหลวงสายต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งทางหลวงเหล่านี้จะถูกกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางขนส่งอีกครั้ง ในภายหลัง ดังแสดงให้เห็นรายละเอียดในรูปที่ ก-4



รูปที่ ก-4 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับทางหลวง

1.3 ส่วนของข้อมูลพาหนะ

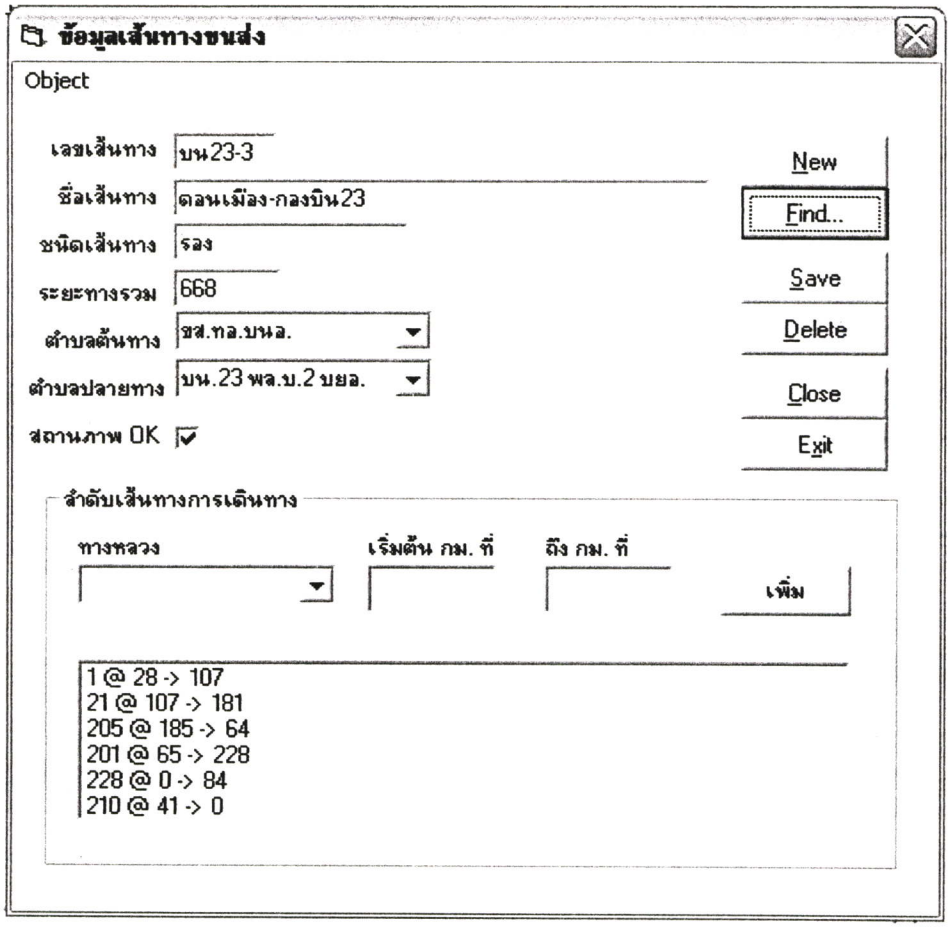
เป็นส่วนบริการจัดการข้อมูลพาหนะขนส่งแต่ละคัน ซึ่งเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป และความสามารถในการบรรทุกของพาหนะขนส่งที่มีประจำการในกรมขนส่งทหารอากาศ ดังรายละเอียดในภาพที่ ก-5



รูปที่ ก-5 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับพาหนะขนส่ง

1.4 ส่วนของข้อมูลเส้นทางขนส่ง

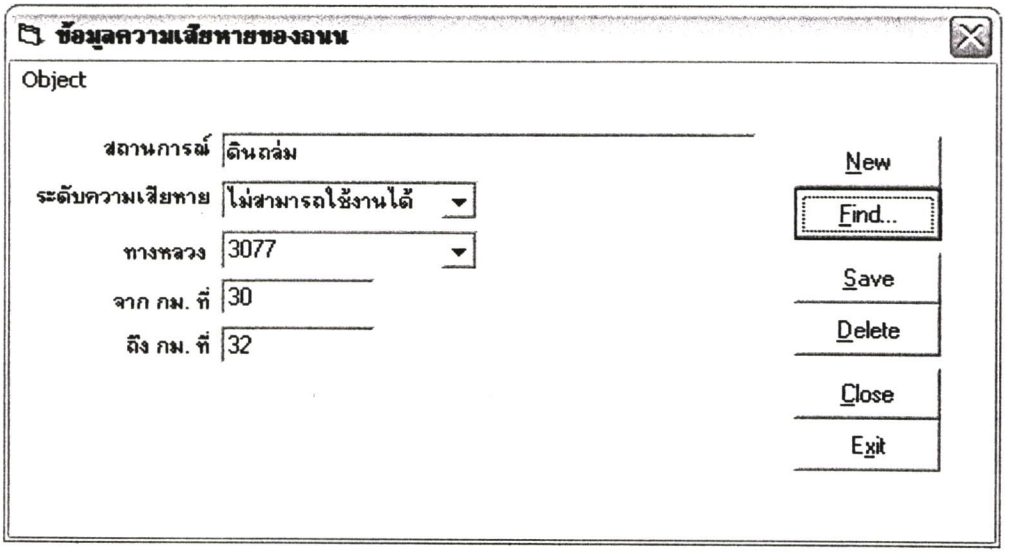
ตามระเบียบว่าด้วยการขนส่งของกรมขนส่งทหารอากาศ จะมีการกำหนดเส้นทางการเดินทางระหว่างหน่วยไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะประกอบด้วยเส้นทาง หลัก และรองสำหรับการเดินทางไปยังหน่วยต่างๆ ซึ่งส่วนของโปรแกรมในส่วนนี้จะทำหน้าที่บริหารจัดการข้อมูลด้านเส้นทางการขนส่งดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ ก-6



รูปที่ ก-6 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับเส้นทางขนส่ง

1.6 ส่วนของข้อมูลความเสียหายของถนน อันเกิดมาจากสถานการณ์ต่างๆ

เป็นที่ทราบกันดีว่าสถานการณ์โดยรอบ ไม่ว่าจะเป็นภัยธรรมชาติ หรือมนุษย์เป็นผู้กระทำย่อมอาจส่งผลถึงสภาพถนน หรือเส้นทางคมนาคม ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงถึงภารกิจในการขนส่งอย่างมาก ดังนั้นในระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับงานอำนวยการขนส่งนี้ จึงได้ถูกออกแบบมาให้มีการบริหารจัดการข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อถนน ทำให้ไม่อาจใช้งานได้ ซึ่งการปฏิบัติภารกิจ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยความรู้ในส่วนนี้นอกจากจะส่งผลถึงการวางแผนภารกิจที่จะกระทำใหม่แล้ว ยังจะสามารถช่วยแก้ไขภารกิจที่ได้วางแผนไปแล้ว และรอการปฏิบัติซึ่งจะดำเนินการเองอย่างอัตโนมัติ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ส่วนการทำงานนี้มีลักษณะดังรูปที่ ก-7

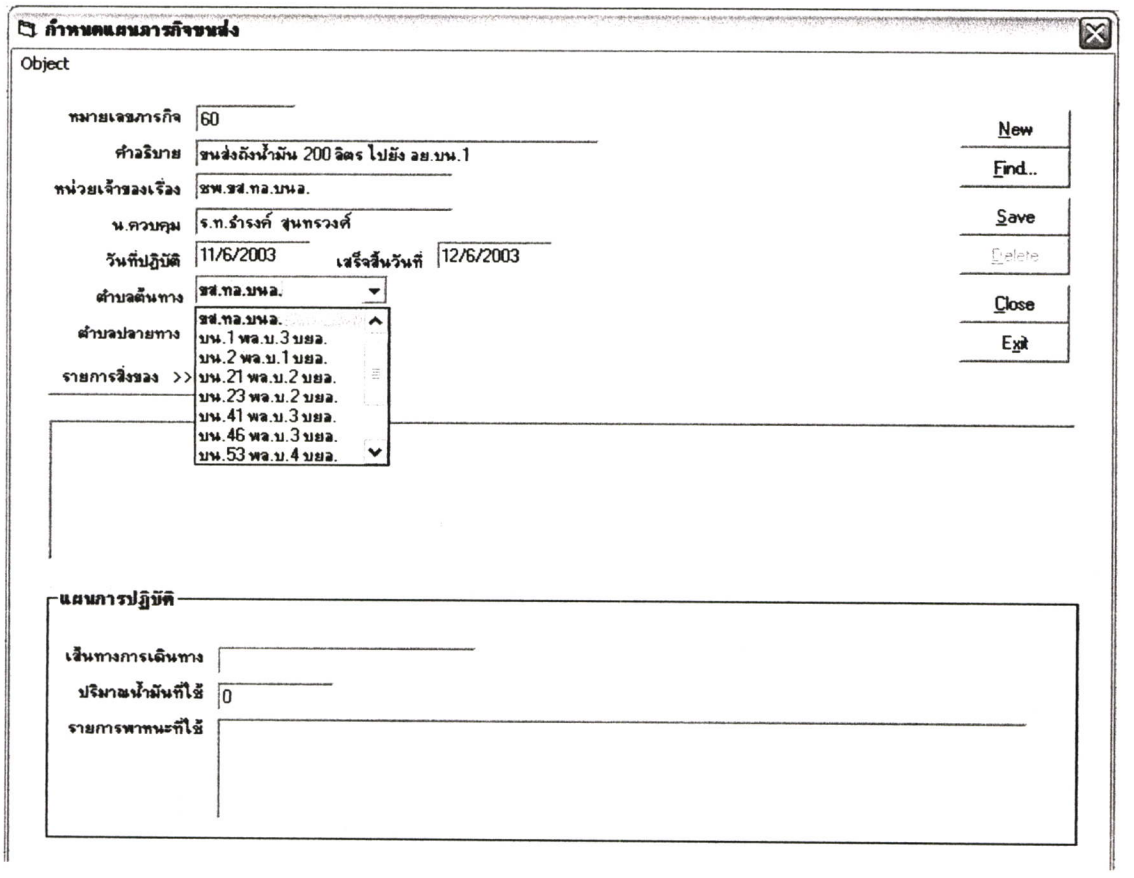


รูปที่ ก-7 แสดงภาพหน้าจอส่วนการบริการจัดการความรู้เกี่ยวกับความเสียหายของถนน

จากที่ได้อธิบายมาแล้วทั้ง 6 ส่วน ความรู้ที่ได้นำเข้ามาในส่วนนี้ จะถูกใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัย หรือสร้างคำตอบหลักของระบบ อันได้แก่การกำหนดเส้นทาง, ชนิดพาหนะ, จำนวนพาหนะ และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการปฏิบัติสำหรับภารกิจนั้นๆ ซึ่งการทำงานในส่วนนี้จะได้อธิบายในส่วนถัดไป

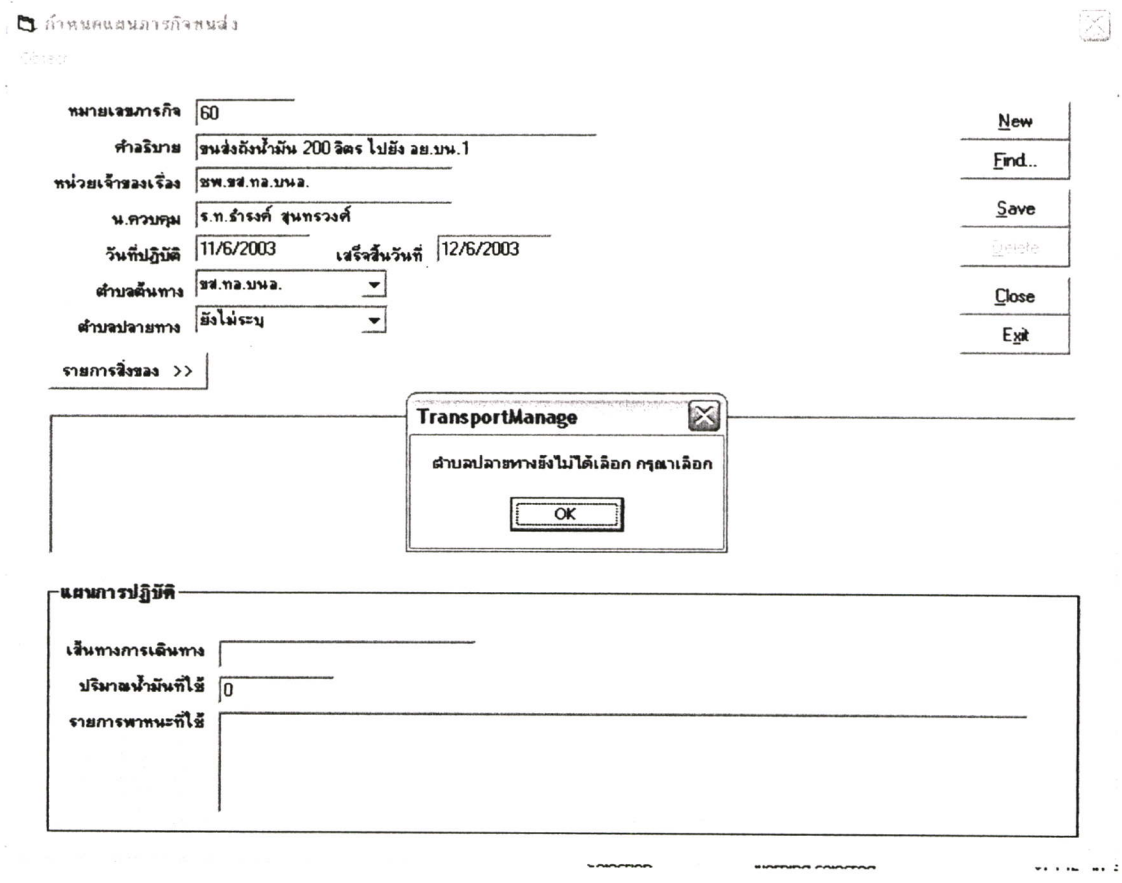
2. ส่วนการใช้งานโปรแกรมในการรับคำปรึกษาวางแผนปฏิบัติภารกิจขนส่ง

จากหน้าจอเมนูหลักเมื่อคลิกเลือกที่ปุ่มคำสั่ง "วางแผนภารกิจขนส่ง" แล้ว จะเข้ามาสู่หน้าจอดังรูปที่ ก-8 ซึ่งถือเป็นส่วนการทำงานหลักของระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานอำนวยการขนส่ง โดยในส่วนของหน้าจอจะประกอบด้วยปุ่มคำสั่งในลักษณะเดียวกันกับหน้าจอส่วนความรู้ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นต้น สำหรับส่วนที่เป็นข้อมูล หรือกล่องข้อความนั้นจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนข้อมูลนำเข้าทั่วไป และส่วนคำตอบของระบบ หรือแผนการปฏิบัติ ซึ่งถูกจัดกลุ่มไว้ภายในกรอบด้านล่าง



รูปที่ ก-8 แสดงภาพหน้าจอหลักของส่วนวางแผนภารกิจขนส่ง

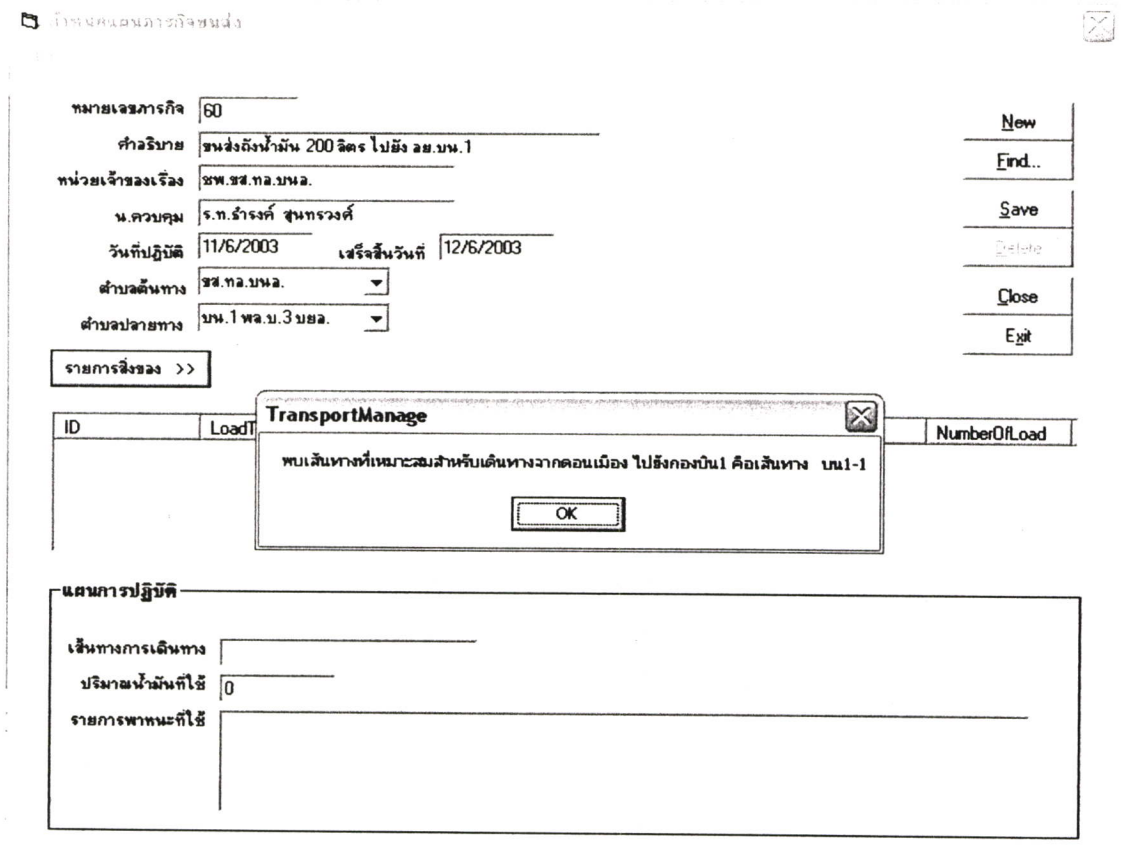
ในการเริ่มใช้หลังจากผู้ใช้กดปุ่มคำสั่ง New เพื่อสร้างภารกิจใหม่ที่ต้องการจะขอคำปรึกษาขึ้นมาแล้ว ผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลทั่วไปของภารกิจ ดังแสดงไว้ในรูปที่ ก-8 จนกระทั่งถึงกล่องข้อความแบบเลือกข้อมูลตำบลต้นทาง ซึ่งในส่วนนี้จะเริ่มมีการพยายามดำเนินงานตามกฎที่ได้สร้างไว้ในระบบผู้เยาวชาญแบบเฟรม กล่าวคือจะเริ่มเข้าสู่กระบวนการค้นหาเส้นทาง ดังจะสังเกตได้จาก หากผู้ใช้กดปุ่มแทปบนคีย์บอร์ด หรือคลิกเมาส์ออกนอกกล่องข้อความแบบเลือก กระบวนการค้นหาเส้นทางจะร้องขอข้อมูลด้านตำบลปลายทางเพิ่มทันที ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ ก-9 ซึ่งหากขั้นตอนการเลือกเป็นไปในทางตรงกันข้าม คือผู้ใช้เลือกตำบลปลายทางก่อน ระบบก็จะร้องขอข้อมูลตำบลต้นทางเช่นกัน



รูปที่ ก-9 แสดงภาพหน้าจอหลักของการร้องข้อข้อมูลเพิ่มเพื่อดำเนินการต่อไป

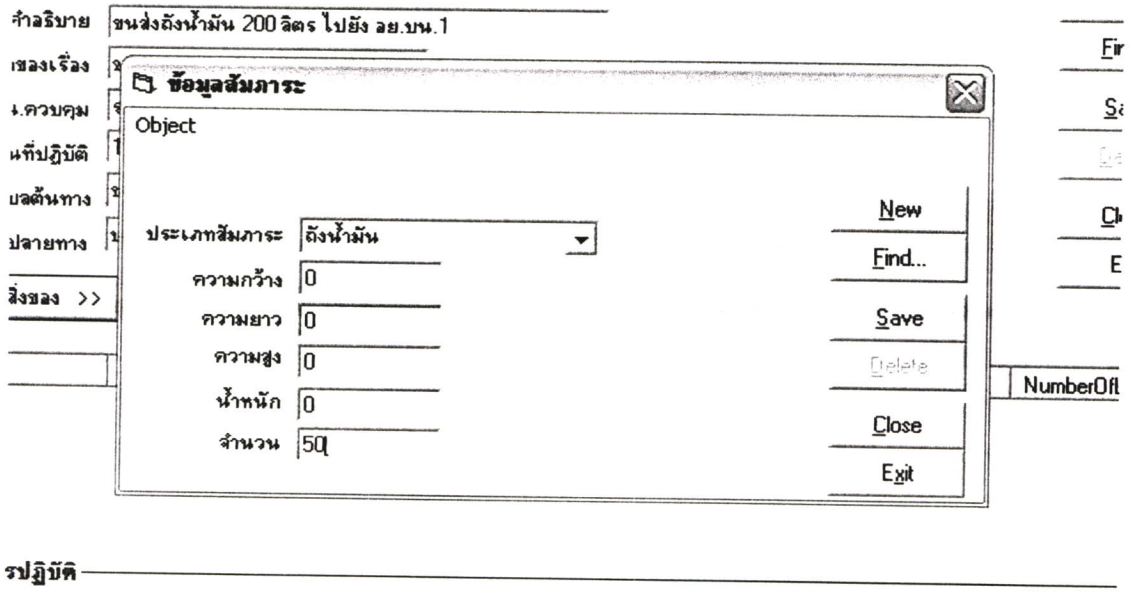
ภายหลังจากการร้องขอดังกล่าว เมื่อผู้ใช้ได้กำหนดตำบลต้นทาง หรือปลายทางตามที่ระบบร้องขอเรียบร้อยแล้ว ระบบจะสามารถดำเนินการหาคำตอบที่เหมาะสม พร้อมแสดงออกมาดังรูปที่ ก-10 ต่อไป

ซึ่งข้อมูลคำตอบเส้นทางที่ได้นี้ จะถูกนำไปกำหนดเลือกประเภทพาหนะ และการคำนวณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ต่อไป



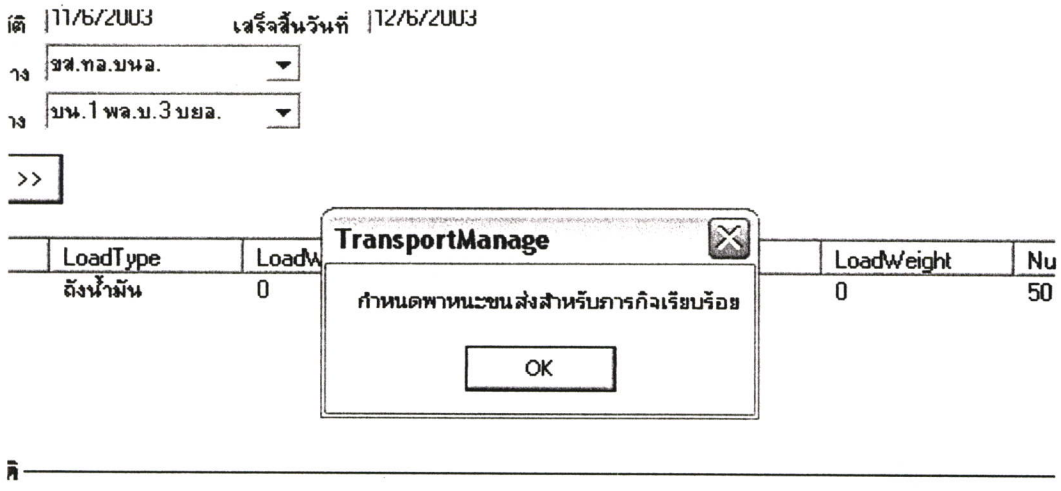
รูปที่ ก-10 แสดงภาพหน้าจอหลักของคำตอบเส้นทางที่ระบบสร้างขึ้น

หลังจากนั้นผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลของสิ่งของสัมภาระที่จะขนส่งโดยการกดที่ปุ่มคำสั่ง "รายการสิ่งของ >>" เหนือกล่องรายการข้อมูล ซึ่งจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ก-11



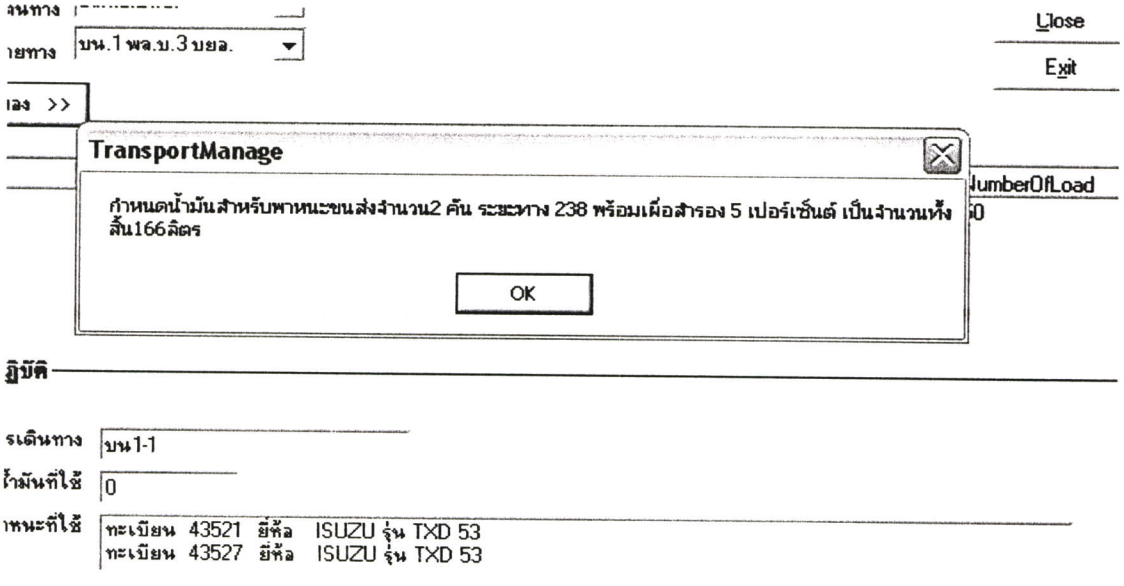
รูปที่ ก-11 แสดงภาพหน้าจอในการกรอกข้อมูลสิ่งของบรรทุกในภารกิจ

ภายหลังจากผู้ใช้ได้กรอกข้อมูลสิ่งของบรรทุก และปิดหน้าจอดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว กฎจะถูกดำเนินการขึ้นอีกครั้ง เพื่อสร้างคำตอบในการคัดเลือกพาหนะ ที่เหมาะสมขึ้นมา และจะมีข้อความแจ้งให้ทราบว่าการกำหนดพาหนะในภารกิจสำเร็จหรือไม่ ดังตัวอย่างในรูปที่ ก-12

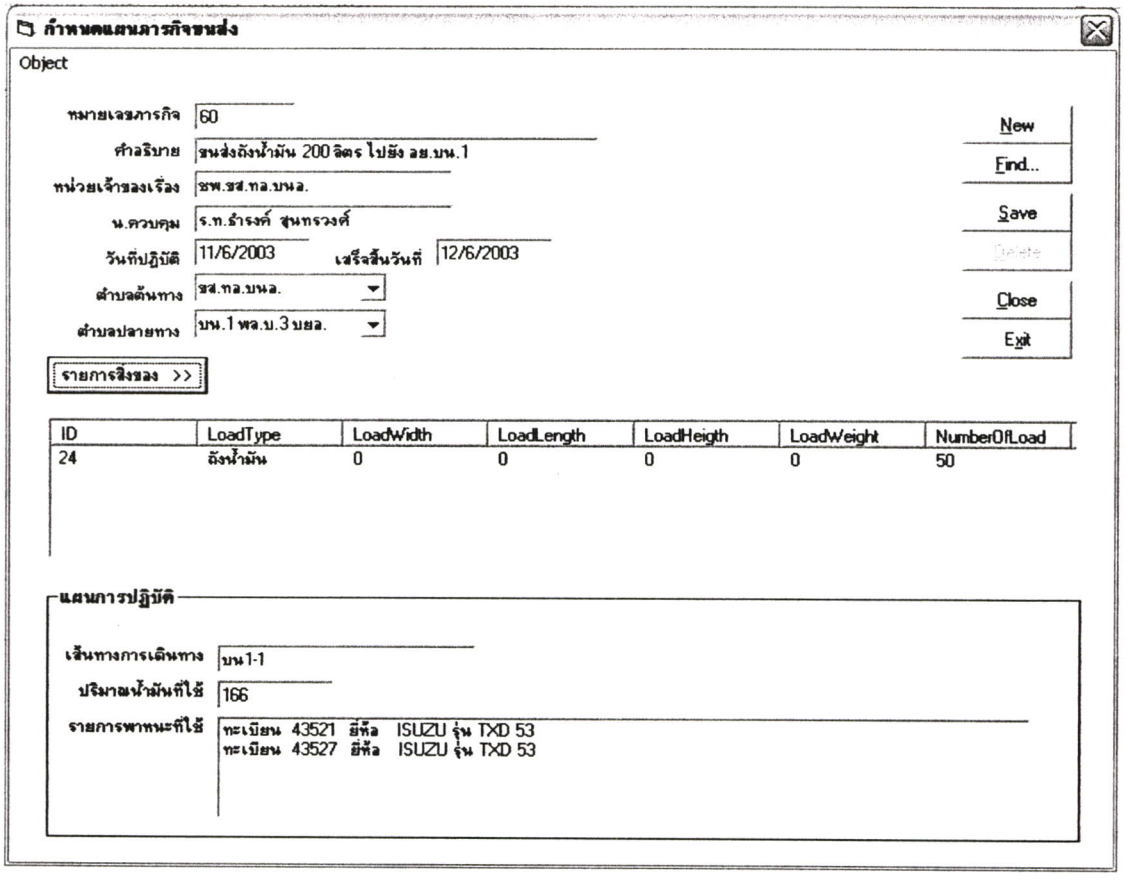


รูปที่ ก-12 แสดงภาพตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนภายหลังการกำหนดพาหนะให้ภารกิจ

หลังจากผู้ใช้ปิดข้อความแจ้งเตือนไป ระบบจะดำเนินการตามกฎที่กำหนดไว้ในข้อสุดท้าย คือการคำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ และจะแจ้งเตือนในลักษณะเช่นเดียวกันอีกครั้งดังรูปที่ ก-13 ก่อนจะเสร็จสิ้นขั้นตอนทั้งหมด และได้คำตอบออกมาเช่นรูปที่ ก-14 ตามลำดับ



รูปที่ ก-13 แสดงภาพหน้าจอข้อความแจ้งเตือนภายหลังการคำนวณน้ำมันเชื้อเพลิงเสร็จสิ้น



รูปที่ ก-14 แสดงภาพหน้าจอของคำตอบแผนการปฏิบัติภารกิจเมื่อระบบดำเนินการเสร็จสิ้น

ผนวก ข.

หลักฐานการตีพิมพ์ และบรรยายบทความ

รูปที่ ข-1 สำเนาปกวารสารรวมบทคัดย่องานวิจัยที่ผ่านการพิจารณาเข้าร่วม วทท.29

of the edges of $K_{r,s}$ contains either a red $K_{l,l}$ or a blue $K_{l,l}$. We find that $br(l_1,l_2) \le n$ where $\binom{n}{l_1}\binom{n}{l_2} < 2^{(l_1 l_2 - 1)}$. Also, we obtain more general result for the case when the number of colors is greater than two.

SA-6O: A Frame based Object-oriented Expert Database System for RTAF Transportation Management

Supat Namwat
Faculty of Information Technology, Suphanburi Rajabhat University, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand, e-mail addresses: fitbuy@gratis.co.th, supharm@kmitl.ac.th

Abstract: Expert database system is an interesting research area, which combines the features and functions of expert systems and database systems together. There are several approaches for the coupling of the two systems range from the most coupled database calls from an expert system shell to the implementation of expert system features on a database system. This research work presents the design and implementation of an expert database system, FOXDB1 (Frame based Object-oriented Expert Database system) 1). The FOXDB1 uses frames as its knowledge representation. It is implemented on Caché which is a commercial object oriented DBMS. Although frame and object have similar model structure, they differ in many details thus challenge the implementation of the system. An expert system for the Royal Thai Air Force Transportation management system was built on the FOXDB1 shell to demonstrate its potentials.

SA-7O: EVALUATION OF A WEB-BASED APPROACH TO TEACHING *COMPUTER SYSTEMS AND ARCHITECTURE* AT RAJABHAT INSTITUTE SURAT THANI, THAILAND

Sittima Siricharoenwong[1], Walter Kalceff[2], Peter Logan[2] and Monchai Tiantong[3]
[1]Faculty of Science, University of Technology Sydney, PO Box 123 Broadway, NSW 2007 Australia, e-mail: 100@student.uts.edu.au, [2]Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Institute Surathani, (RIST), 272 T. Khuntalee A.Muang Surathani 84100, Thailand; [3]Faculty of Technical Education, Department of Computer Education, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok (KMITNB), 1518 Pibulsongkram Road, Bangsue, Bangkok 10800, Thailand

Abstract: This paper discusses a comparative study of two delivery methods for the subject *Computer Systems and Architecture* (CSA) at Rajabhat Institute Surathani, Thailand. The study consisted of 69 first year Computer Science students, one group of 39 students was taught using a traditional classroom approach, while the other followed a Web-based instruction (WBI) mode of presentation in 4 of the 10 units of the subject. Division into the two groups was based on a general knowledge test. Both groups had the same instructor and were presented with the same course content, the only difference being in the method of accessibility to the instructor and the instructional media in the four WBI topics. Multiple choice pre- and post tests were administered to measure student performance and outcomes. After the course, a five point Likert scale questionnaire was applied to determine satisfaction with using WBI. A matched pair sample t-test showed significant differences in the mean gain difference results; however, there was no significant difference between the two groups in the final exam and final course grades. A gender-based analysis of the results was also carried out, overall gain differences between the two groups showed no significant differences, with the exception of one unit of work for which the females achieved significantly better results than the males. Student attitudes to web-based instruction were at a satisfactory or higher level with respect to the student manual, course content, presentation, exercises, tests and learning process. Valuable feedback was also obtained about ways to design more effective WBI material for the course. Overall, the study showed that WBI merits pursuing as a delivery method for the CSA subject.

SA-8P: A Development of Electric-Switched Remote System on the Internet

Sarut Teemuangsai
Program of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Institute Mahasarakham, Muang, Mahasarakham, Thailand 44000, e-mail address: sarut1@rumbh.go.th

Abstract: The purpose of this study was to develop a model of electric-switched remote control system on the Internet. The researcher designed and developed electric circuit for electric-switched control, an electric-switched control box. It is a panel four-lamp model installed four light sensors in each lamp to receive light of lamp. Consequently, the control system program was developed for computer server by using Borland Delphi program to show the status and control the electric-switch on computer. The homepage of user was connected to the Internet with ASP language to check the states and control electric. And the electric panel model was connected to the Computer Server through parallel port and then connected to the Internet network of Rajabhat Institute Maha Sarakham. Client must use web browser for checking and controlling system. According to the data, it was found that electric panel model and program can control switch of lamps all over manual and Internet. The system can check the status electric switch at that time and can setup time to turn on/off automatically, which provides convenience for users. Therefore, This model can be applied system to other devices and also add the security system on Internet network in the future.

SA-9O: INSTRUCTIONAL DESIGN AND FEATURES OF AN ONLINE BUSINESS STATISTICS COURSE

Pannee Suanpang and Walter Kalceff.
Faculty of Science, University of Technology Sydney, PO Box 123 Broadway, NSW, 2007 Australia, e-mail address: dechpannee@yahoo.com and wkalceff@uts.edu.au

รูปที่ ข-2 สำเนาบทคัดย่องานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่ตีพิมพ์

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๒๙

29th Congress on Science and Technology of Thailand

๒๐ - ๒๒ ตุลาคม ๒๕๔๖

ณ ศูนย์ประชุมนานาประดิษฐ์การญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

ขอมอบเกียรติบัตรเพื่อแสดงว่างานวิจัยเรื่อง

A frame-based object oriented expert database system for RTAF transportation management

Sipat Namwat

เป็นผลงานที่ได้รับการคัดเลือกให้เสนอแบบบรรยาย

รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสิต มงคลกุล
นายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
President, The Science Society of Thailand

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ เหล่าสุขสถิตย์
ประธานจัดการประชุม วทท. ๒๙
Chairperson, Organizing Committee

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย สุมังค์
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Dean, Faculty of Science, Khon Kaen University

ประวัติผู้เขียน

เรืออากาศเอกศีพัฒน์ นามวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2518 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คอมพิวเตอร์) จากโรงเรียนนายเรืออากาศ ปีการศึกษา 2541

ได้รับพระราชทานยศเรืออากาศตรีตั้งแต่ปี 2541 และเข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศ กองบัญชาการฝึกศึกษาทหารอากาศ โดยปฏิบัติหน้าที่อยู่ที่ภาควิชาคอมพิวเตอร์ กองวิชาคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศ กองบัญชาการฝึกศึกษาทหารอากาศจนถึงปัจจุบัน