

ระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงทางทหาร
AN EXPERT SYSTEM FOR LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS



พันตรี ทวีเกียรติ เหมวงศ์มณีกุล
MAJOR. TAWEEKIAT HEMWONGMANEEKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2538

ISBN 974-621-347-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 23622
1 ส.ค. 2538
วัน, เดือน, ปี.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้ง

AN EXPERT SYSTEM FOR LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE**

**MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1995

ISBN 974-621-347-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

นักศึกษา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ระดับการศึกษา

ภาควิชา

พ.ศ.

ระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงทางทหาร

พันตรี ทวีเกียรติ เหมวงศ์มณีกุล

ผศ.ดร.ศุภมิตร จิตตะยโสธร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และ
เทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2538

บทคัดย่อ

การเลือกเส้นทางส่งกำลังบำรุงมีปัจจัยหลายอย่างที่ควรคำนึง อาทิเช่น ความปลอดภัย ระยะเวลาในการลำเลียง กำลังพล อาวุธยุทโธปกรณ์ ต้องใช้เงื่อนไขในการเลือกพิจารณาเลือกเส้นทาง มาสร้างเป็นส่วนเก็บกฎในฐานความรู้ (Intensional Database) โดยผ่านการสรุปกฎด้วยวิธีอุปมาน (Rule Induction) และใช้ข้อมูลเกี่ยวกับ สภาพแวดล้อม ภูมิประเทศ เส้นทางต่างๆ มาสร้างเป็น ส่วนเก็บความจริงในฐานความรู้ (Extensional Database) แล้วนำฐานความรู้ที่ประกอบด้วย ส่วนกฎ และส่วนความจริง มาให้ระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม ในการส่งกำลังบำรุง

Thesis Title An Expert System for Logistics Transportation's
Route Analysis

Student Major.Taweekiat Hemwongmaneekul

Thesis Advisor Asst.Prof.Dr. Suphamit Jittayasotorn

Level of Student Master of Science Program in Computer Science
and Information Technology

Department Mathematic and Computer Science Department
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang

Year 1995

ABSTRACT

Logistics Transportation's Route selection have many factors to be considered such as security, time, etc. Soldiers and weapon transportation must use conditions for select any route to build the Intensional Database by Rule Induction Method and use environment and geographical data to become the Extensional Database So, an Expert System can use them to analyze the appropriate route.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ พลตรี มนต์รี สุภาพร อดีตเจ้ากรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด พลตรี ทวีศักดิ์ เรืองพงษ์ เจ้ากรมการสนเทศทหาร และ พ.อ.ประสงค์ ปานเจริญ รองผู้อำนวยการสถาบันคอมพิวเตอร์ทหาร รวมทั้งคณาจารย์ อาทิเช่น ศ.ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์ อธิการบดี, รศ.ดร.ชม กิมปาน, อาจารย์ สุรสิทธิ์ วรธกรโรจน์ เป็นผู้ก่อตั้งโครงการร่วมมือการศึกษาระดับปริญญาโทระหว่าง กองบัญชาการทหารสูงสุด กับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งทำให้ข้าราชการทหารมีโอกาสได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในระดับปริญญาโท และอำนวยความสะดวกในหลายๆ ด้าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะ ได้รับความกรุณา และ เมตตา จาก ผศ.ดร.ศุภมิตร จิตตะยโสธร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ แก่ผู้วิจัยทั้งในและนอกเวลาราชการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกวาดขั้นตอนระยะเวลาที่ผ่านมา ถึงกับเดินทางไปให้คำปรึกษาถึงที่ทำงานนักศึกษา อย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาถึงปีเศษ มีผลให้นักศึกษาจบพร้อมๆ กันหลายคนในระยะเวลาเดียวกัน

ขอขอบคุณ พ.อ.สิทธิศักดิ์ เทภาสิต ผู้อำนวยการ กองสารสนเทศทางทหาร ที่กรุณาให้การสนับสนุนเวลา และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยซาบซึ้งพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ พ.อ.มนตรี ชมภูจันทร์, น.อ.หญิง สมพร กาญจนโกศล ร.น. ที่กรุณา ให้คำแนะนำด้านการส่งกำลังบำรุงทางทหาร หาข้อมูลมาสนับสนุนการทำวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พ.อ.หญิง ขจรพร นุตยะสกุล, น.อ.หญิง เบรมบริดี วัฒนเกษม, น.อ.หญิง ฐิติวรรณ กาญจนโยธิน, พ.อ.หญิง นันทนา มุกิตาเจริญ, พ.ต.ยงยุทธ สุรโยธิน และ พ.ต.หญิง รัชนิพร ผดุงผล ที่กรุณาให้กำลังใจ สนับสนุนแนวคิดในการแก้ปัญหา คอยดูแล กวาดขั้นตอนระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณบุญช่วย ขาติทอง และ คุณศุภาณี สมปาน ที่กรุณาอำนวยความสะดวก และให้คำปรึกษาแนะนำด้วยดี อย่างเป็นกันเองตลอดมา

พันตรี ทวีเกียรติ เหมวงศ์มณีกุล

สารบัญ

คานา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
 บทที่	
1. บทนำ	1
ความเป็นมา	1
วัตถุประสงค์	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
แนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	2
2. ทฤษฎี	3
ระบบผู้เชี่ยวชาญ	3
วิธีการเรียนรู้	6
วิธีการเรียนรู้จากตัวอย่าง	7
ไอดีทรี	10
การสร้างต้นไม้ด้วยวิธีการไอดีทรี	12
การวิจัยดำเนินงาน	27
Multiple Objective Shortest Path	27
การอินเทอร์เฟซภาษา ซี กับ คลิปเปอร์	30
3. การส่งกำลังบำรุงทางทหาร	35
การขนส่ง	36
ปัจจัยพิจารณาเส้นทางส่งกำลังบำรุง	37

4. สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture)	40
องค์ประกอบของระบบ	40
เพิ่มข้อมูล	43
โมดูลหลัก	45
โมดูลย่อย	46
5. การจัดทำระบบ (System Implementation)	47
โปรแกรมไอดีทรี	47
โปรแกรมหาเส้นทางที่เหมาะสม	54
คู่มือการใช้งาน	59
โครงสร้างเพิ่มข้อมูล	79
6. การทดลอง	88
สร้างชุดฝึกหัด (Training Set)	88
ผลการทดลอง	93
7. สรุปผลการวิจัย	103
ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารอ้างอิง	105
ภาคผนวก ก.	107
ภาคผนวก ข.	166
ภาคผนวก ค.	204
ประวัติผู้เขียน	218

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย	7
2.2 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยสภาพอากาศ	15
2.3 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์เส้นทาง	18
2.4 แสดงชุดฝึกหัดที่ใช้ค่า "เตรียม" แยกออกมา	20
2.5 แสดงชุดฝึกหัดที่ใช้ค่า "ปกติ" แยกออกมา	23
2.6 แสดงชุดฝึกหัดที่ใช้ค่า แอทธิวิท "ชั้นถนน"="สำรวจ" แยกออกมา	24
5.1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1.DBF	79
5.2 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1BUFF.DBF	80
5.3 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1RULE.DBF	81
5.4 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1TREE.DBF	82
5.5 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1INF.DBF	83
5.6 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1MTX.DBF	84
5.7 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1ROUTE.DBF	85
5.8 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1FNL.DBF	86
5.9 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1NAME.DBF	87
6.1 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์เส้นทาง	88
6.2 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์เส้นทางที่อยู่ในรูปของ CODE	89
6.3 แสดงการเก็บกฎในแฟ้มข้อมูล F1RULE.DBF	91
6.4 แสดงการเก็บกฎในแฟ้มข้อมูล F1TREE.DBF	91

สารบัญภาพ

ภาพ ที่	หน้า
2.1 โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ	3
2.2 แสดงลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ	8
2.3 แสดงลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจของการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย	9
2.4 แสดงไฟล์ชาร์ตของการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ	11
2.5 แสดงการแยกของต้นไม้ย่อยโดยค่าของแอททริบิวท์ A	13
2.6 แสดงลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว	17
2.7 รูปร่างต้นไม้ที่ยังไม่สมบูรณ์	22
2.8 ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ	24
2.9 แสดงลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจวิเคราะห์เส้นทางที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว	25
2.10 Network ตัวอย่าง	28
4.1 โครงสร้างของระบบ	44
5.1 ID3 Flowchart	49
5.2 TWO OBJECTIVE SHORTEST PATH FLOWCHART (1)	52
5.3 TWO OBJECTIVE SHORTEST PATH FLOWCHART (2)	53
5.4 จอภาพแสดงการใส่รหัสผ่าน	59
5.5 จอภาพแสดงการใส่ชื่อแฟ้มข้อมูล	60
5.6 จอภาพแสดงสารบัญหลักของระบบ	61
5.7 จอภาพแสดงสารบัญย่อย Training Set	63
5.8 จอภาพแสดง Training Set ในรูป Text File	64
5.9 จอภาพแสดง Training Set ในรูป DBF File	65
5.10 จอภาพแสดง Training Set ในรูปของ code	66
5.11 จอภาพแสดง Training Set ที่สื่อความหมายได้	67
5.12 จอภาพแสดงสารบัญย่อย Route Information	68
5.13 จอภาพแสดง Route Information ในรูป Text File	69
5.14 จอภาพแสดง Route Information ในรูป DBF File	70
5.15 จอภาพแสดง Route Information ในรูปของ code	71

ภาพ ที่	หน้า
5.16 จอภาพแสดง Route Information ที่สื่อความหมายได้	72
5.17 จอภาพแสดงการใส่ข้อมูล Current Information	73
5.18 จอภาพแสดงการกำหนดจุดต้นทาง (Origin)	74
5.19 จอภาพแสดงการกำหนดจุดปลายทาง (Destination)	75
5.20 จอภาพแสดงเส้นทางที่เหมาะสมสอดคล้องตามวัตถุประสงค์	76
5.21 จอภาพแสดงรายละเอียดของเส้นทาง	77
5.22 จอภาพแสดงรายละเอียดของถนนช่วงระหว่าง node ใดๆ	78
6.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชุดฝึกหัดกับการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ	90
6.2 ต้นไม้อยู่ในรูปของ CODE	92
6.3 ต้นไม้ในรูปที่แปล CODE ให้มีความหมาย.....	92
6.4 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1 , LEVEL ถัดไป ROAD=1... ..	94
6.5 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1 , LEVEL ถัดไป ROAD=2... ..	95
6.6 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1,ROAD=3,EVENT=1	96
6.7 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1,ROAD=3,EVENT=3	97
6.8 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=2 , LEVEL ถัดไป ROAD=1... ..	98
6.9 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=2 , LEVEL ถัดไป ROAD=2,3.	99
6.10 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=3 , LEVEL ถัดไป ROAD=1,2.	100
6.11 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=3 , LEVEL ถัดไป ROAD=3... ..	101

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเบ้มา

การส่งกำลังบำรุงทางทหาร เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก หากพิจารณาประวัติศาสตร์การทางสงครามในอดีตที่ผ่านมาจะเห็นว่า ความพ่ายแพ้สงคราม จะเนื่องมาจากปัญหาการส่งกำลังบำรุงทั้งสิ้น เมื่อเกิดสงครามขึ้นมา แนนอนที่สุดคู่สงครามทั้งสองฝ่าย จะต้องหาหนทางทำอย่างไรก็ตามเพื่อลดความสามารถ ในการสู้รบและขวัญกำลังใจของข้าศึก หนทางหนึ่งที่สำคัญ คือการตัดขาดเส้นทางส่งกำลังบำรุง ซึ่งใช้ขนส่งด้าน กำลังพล อาหาร น้ำมัน อาวุธยุทโธปกรณ์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการทางสงครามทั้งสิ้น

ชายแดนไทย-กัมพูชา เป็นเขตแดนที่ล่อแหลม ต่อความมั่นคงของประเทศชาติมากที่สุด ส่วนชายแดนด้านอื่นๆ ประเทศฝ่ายตรงข้ามยังขาดความพร้อมที่จะทางสงคราม และมีสภาพภูมิประเทศเป็นอุปสรรคทางธรรมชาติ จึงทำให้ล่อแหลมน้อยกว่า ฉะนั้น จึงเลือกกรณีศึกษาในพื้นที่ของ กองทัพภาคที่ 1 คือตามแนวชายแดนไทย

1.2 วัตถุประสงค์

ปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นกับกองทัพไทย คือผู้เชี่ยวชาญด้านการทหารที่ประจำการอยู่หน่วยของแต่ละพื้นที่ เมื่ออยู่นานๆ จนกระทั่ง รู้สึกสภาพภูมิประเทศ เส้นทางต่างๆ ทั่วทุกพื้นที่ที่รับผิดชอบ เมื่อมีความจำเป็นต้องโยกย้ายไปรับตำแหน่งใหม่ที่สูงขึ้น ตามหนทางการรับราชการ ทำให้ความรู้ความเชี่ยวชาญที่มีอยู่ในความรับผิดชอบ งานในพื้นที่นั้นๆ ไม่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้รับตำแหน่งแทนที่ได้หมด ความรู้ที่มีอยู่ก็สูญเปล่าโดยใช้เหตุอย่างน่าเสียดาย จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะหาหนทางแก้ปัญหานี้ จึงได้คิดแก้ปัญหาทางระบบนี้ขึ้นมา โดยนำความรู้ความเชี่ยวชาญ ของคณะนายทหารเสนาธิการ ของหน่วยกองบัญชาการช่วยรบ มาใส่ในระบบนี้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบนี้ ได้ทำการรวบรวมความรู้ความเชี่ยวชาญของคณะนายทหารส่งกำลังบำรุง ซึ่งชำนาญเส้นทาง และ พื้นที่ตามแนวชายแดนแต่ละภูมิภาค ได้ถูกนำมาสรุปเป็นกฎอยู่ในรูปของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ สามารถที่จะนำไปใช้งาน แทนผู้เชี่ยวชาญการส่งกำลังบำรุงได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ เมื่อมีการโยกย้ายนายทหารส่งกำลังบำรุง ก็ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการถ่ายทอดงานในหน้าที่ เกิดความต่อเนื่องในการปฏิบัติงาน

สามารถนำระบบการวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุง ไปใช้กับภูมิภาคใดในประเทศไทยก็ได้ เพียงแต่เปลี่ยนข้อมูลส่วนเก็บความจริงในฐานข้อมูล ให้เป็นข้อมูลของภูมิภาคนั้น ก็สามารถที่จะใช้งานได้ทันที โดยที่ไม่ต้องสร้างระบบใหม่ และ ไม่ต้องสร้างกฎที่อยู่ในรูปของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจใหม่เช่นกัน

ประโยชน์อีกประการหนึ่ง หากประเทศไทยมีความจำเป็นต้องเข้าไปเกี่ยวพันทางการรบกับประเทศเพื่อนบ้าน และฝ่ายเราถูกทำลายเส้นทางคมนาคม ก็สามารถนำระบบนี้มาทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม เป็นการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพทันเหตุการณ์ ส่งผลให้ฝ่ายเราผันแปรกลับมาเป็นฝ่ายที่ได้เปรียบฝ่ายตรงข้ามขึ้นมาทันที

1.4 แนวความคิดที่เกี่ยวกับการวิจัย

การเลือกเส้นทางส่งกำลังบำรุง เป็นภารกิจที่จำเป็นและสำคัญยิ่งในการป้องกันประเทศ ให้ความเวลาพิจารณาความเสี่ยงต่างๆ ในการลำเลียง กำลังพล อาวุธยุทโธปกรณ์ และ ยุทโธภัณฑ์หลัก เจือปนในการพิจารณาการเลือกเส้นทาง ได้สร้างขึ้นมาเป็น ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ (Decision Tree) โดยการตรวจสอบจากคณะนายทหารผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งกำลังบำรุง ของกองบัญชาการช่วยรบ กองทัพภาคที่ 1 นอกจากนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ สภาพถนน ภูมิประเทศ ที่ตั้งหน่วยทหาร ตามเส้นทางต่างๆ ในจังหวัด ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี จันทบุรี และตราด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เส้นทางตามแนวชายแดนไทย-กัมพูชา มาสร้างเป็นส่วนเก็บความจริงของเส้นทาง (Route Information) ซึ่งเป็นข้อเท็จจริงของปัจจุบันแล้วนำต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ และ ส่วนเก็บความจริงไปทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งกำลังบำรุง โดยระบบนี้ใช้หลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญ และวิธีการสรุปกฎด้วยวิธีอุปมาน (Rule Induction) มาอำนวยความสะดวกในการทำงาน หากเส้นทางใดโดนตัดขาดเนื่องจากสงคราม ระบบนี้ จะหาเส้นทางในการส่งกำลังบำรุงที่เหมาะสม ตามสถานการณ์และข้อเท็จจริงของเส้นทาง เพื่อสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงให้ทันเวลา อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป้าหมายความอยู่รอดของประเทศชาติ

บทที่ 2

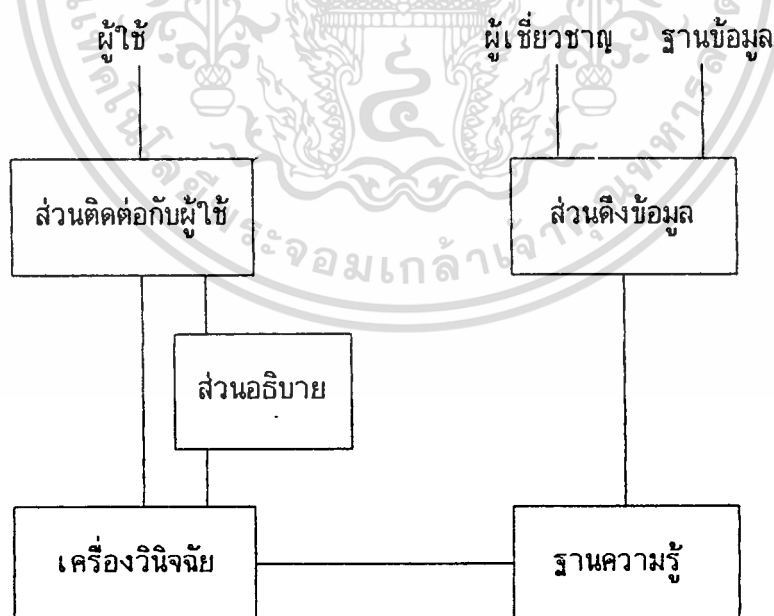
ทฤษฎี

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมเอาความรู้ ความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญ และนำมาบรรจุไว้ในฐานความรู้ ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้สามารถให้คำปรึกษาแนะนำ หรือแก้ปัญหาให้แก่ผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์ในสาขาวิชาการนั้นๆ

โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- ฐานความรู้ (Knowledge Base)
- เครื่องวินิจฉัย (Inference Engine)
- ส่วนดึงความรู้ (Knowledge Acquisition)
- ส่วนอธิบาย (Explanation)
- ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.1 ฐานความรู้

ใช้เก็บความรู้ที่เป็นจริง หรือความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ ปัญหาในการเก็บความรู้ จะเก็บเป็นโครงสร้างแบบไหน เพื่อให้ ใช้เนื้อที่เก็บน้อยที่สุด, ให้ได้รายละเอียดมากที่สุด เรียกความรู้มาใช้ได้เร็วที่สุด เทคนิคการเก็บความรู้ในฐานความรู้มีอยู่ 4 วิธี ดังนี้

- กฎ (Rule)
- ตรรกวิทยา (Logic)
- ข่ายความหมาย (Semantic Network)
- กรอบ (Frame)

2.1.2 เครื่องวินิจฉัย

เป็นส่วนที่ใช้ในการสรุปหาเหตุผล โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้ใช้งานมาตรวจสอบกับกฎต่างๆ ในฐานความรู้ว่าทำการ Match กันได้หรือไม่ ถ้าได้เราก็จะได้ความรู้ใหม่ออกมา และควรนำกฎอื่นๆในฐานความรู้ต่อไป วิธีการวินิจฉัยมี 2 วิธีด้วยกัน

- การอนุมานแบบเดินหน้า (Forward Chaining Inference)

: เป็นการหาคำตอบหรือข้อสรุป โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ หรือได้รับมาตรวจสอบว่า สมมติฐานชั้นไหนเป็นจริงได้บ้าง และถ้าเป็นจริงจะส่งผลต่อให้สมมติฐานอื่นเป็นจริงหรือไม่ ทำเช่นนั้นต่อไปจนได้คำตอบหรือข้อสรุป

- การอนุมานแบบถอยหลัง (Backward Chaining Inference)

: วิธีนี้เป้าหมายจะได้รับการกำหนดไว้ก่อน จะพิจารณากฎที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย และถอยหลังต่อไปจนกว่าจะถึงความจริงที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

2.1.3 ส่วนดึงความรู้

หน้าที่ดึงเอาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ หรือจากเอกสารต่างๆ มาเก็บไว้ในฐานข้อมูล

2.1.4 ส่วนอธิบาย

หน้าที่อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนวินิจฉัยให้กับผู้ใช้ (User) ตามคำเรียกร้อง

2.1.5 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

หน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบ

2.1.6 เครื่องมือในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.6.1 ภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language)

ในระบบผู้เชี่ยวชาญต้องอาศัยขั้นตอนการวินิจฉัย และ ถ่ายทอดความรู้ที่เรียกว่า เครื่องวินิจฉัย ดังนั้นจึงแตกต่างจากระบบฐานข้อมูลปกติ ที่เราเรียกข้อมูลมาใช้ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เป็นแบบกระบวนการ (Procedure) จึงเหมาะที่จะใช้ในการเรียกข้อมูล หรือดำเนินการทำงานตามขั้นตอนวิธี (Algorithm) แต่ไม่เหมาะที่จะเอามาเขียนระบบผู้เชี่ยวชาญ เพราะยังขาดส่วนวินิจฉัย ภาษาที่มีการถ่ายทอดความรู้จึงเป็นภาษาในลักษณะพิเศษ ปัจจุบันมีการพัฒนาภาษาในลักษณะนี้ ซึ่งได้แก่ LISP และ PROLOG ขึ้นมา ภาษาคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาเฉพาะนี้มีกลไกของการวินิจฉัย และถ่ายทอดความรู้จากฐานความรู้เป็นไปได้ง่าย และเหมาะสมกว่าการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์แบบเก่า

แต่ถ้าใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น FORTRAN, PASCAL, COBOL, C, CLIPPER ก็ใช้สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญได้เช่นเดียวกัน จุดดีที่เราใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ก็คือ สามารถยืดหยุ่น และสร้างได้ในรูปแบบที่ต้องการ แต่จะสิ้นเปลืองเวลา เพราะเราต้องเขียนเริ่มจากศูนย์

2.1.6.2 เปลือก (Shell)

เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ฐานความรู้ไม่มีอะไรอยู่เลย ที่ไม่มีอะไรก็เพราะ เวลาจะใช้ ก็ให้ผู้ใช้ในแต่ละสาขา ใส่ความรู้หรือกฎที่เหมาะสมกับปัญหาเข้าไป แต่ส่วนอื่นๆ เช่น เครื่องอนุมาน ส่วนอธิบาย จะมีการพัฒนาเอาไว้ให้ เราสามารถนำมาใช้ได้ไม่ว่าจะเป็นปัญหาการวิเคราะห์การวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ การสำรวจแหล่งน้ำมัน ประโยชน์ของเปลือกก็คือ ทำให้เราสามารถพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญไปได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสีย คือ ไม่มีความยืดหยุ่น เนื่องจากมีการกำหนดโครงสร้างการแสดงความรู้ และกลไกของเครื่องอนุมาน

2.1.7 ลักษณะของระบบฐานความรู้

ระบบฐานความรู้นี้ จะอาศัยความรู้ด้านใดด้านหนึ่ง ในการวิเคราะห์ปัญหาเฉพาะด้าน (Specific domain) ค้นหาเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบ เพื่อให้คำปรึกษาแก่ผู้ใช้ซึ่งความรู้ต่างๆ ที่สร้างให้แก่ระบบนี้ ต้องเป็นความรู้ที่ใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ตัดสินใจ และการสรุปหาเหตุผลของผู้มีประสบการณ์ในด้านนั้นๆ เพื่อให้ระบบแสดงถึงความสามารถได้เป็นอย่างดี ดังนั้นระบบฐานความรู้ที่ดีจึงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระบบฐานความรู้จะให้คำปรึกษา ในความรู้เฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น โดยมีการกำหนดขอบเขตของความรู้ที่ไม่กว้างจนเกินไป เพราะถ้าความรู้กว้างมาก การกำหนด

ความรู้ให้สมบูรณ์นั้นกระทำได้ยาก ซึ่งจะมีผลทำให้ระบบไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

2. ระบบฐานความรู้ นั้น ต้องสามารถให้คำอธิบายถึงเหตุผลต่างๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนคำแนะนำ ที่ระบบให้ออกมาแก่ผู้ใช้ได้ ทั้งนี้ถ้าระบบปราศจากเหตุผลที่จะมาช่วยสนับสนุนคำแนะนำดังกล่าวแล้ว ผู้ใช้อาจจะไม่ให้ความเชื่อถือ หรือถ้านำคำแนะนำเหล่านั้นไปใช้อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ เช่น การให้คำแนะนำในการวิเคราะห์โรค และ คุณสมบัติข้อนี้ทำให้ระบบให้คำปรึกษาแตกต่างไป

3. ระบบฐานความรู้มีการเก็บความรู้ และกลไกการวินิจฉัยไว้แยกจากกัน ซึ่งลักษณะนี้ ทำให้สองส่วนนั้นเป็นอิสระแก่กัน ทำให้ระบบดังกล่าวง่ายต่อการแก้ไขเพิ่มเติมความรู้ต่างๆ จะเห็นว่าวิธีการดังกล่าวแตกต่างจากโปรแกรมทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยอัลกอริทึม และข้อมูล โดยอัลกอริทึม จะพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างที่ใช้ร่วมกับข้อมูล ซึ่งทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขกระทำได้ยากลำบาก

4. ระบบฐานข้อมูลนั้น ให้คำแนะนำออกมาในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับ ภาษามนุษย์มากกว่าโปรแกรมทั่วไป ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและใช้งาน

2.2 วิธีการเรียนรู้ (Learning Method)

ความเป็นจริงอย่างหนึ่งที่ต้องยอมรับกันว่า ผู้เชี่ยวชาญสามารถที่จะให้ตัวอย่างของการแก้ปัญหาได้ง่ายกว่าที่จะ แสดงวิธีการแก้ปัญหาออกมาในรูปของกฎโดยตรง ดังนั้นขบวนการเรียนรู้จากตัวอย่าง จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญ เพียงแค่ให้ชุดของตัวอย่างที่แสดงการแก้ปัญหา เรียกว่า ชุดฝึกหัด (Training Set) จากนั้นส่วนของการเรียนรู้จะทำการอุปมานกฎจากตัวอย่างเหล่านั้นโดยตัวมันเอง และให้ผลลัพธ์ออกมาในรูปของต้นไม้แห่งการตัดสินใจ ผู้เชี่ยวชาญสามารถตรวจสอบว่า ต้นไม้แห่งการตัดสินใจที่ได้มา สามารถวินิจฉัย ปัญหาตามที่คนต้องการได้หรือไม่ ถ้ายังไม่ได้ ก็สามารถให้ชุดตัวอย่างใหม่อีกครั้ง หรือ เพิ่มชุดตัวอย่างในชุดคำสั่ง แล้วทดสอบจนกว่าจะได้ กฎที่น่าพอใจ ต้นไม้แห่งการตัดสินใจที่ได้ สามารถที่จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของโปรแกรมตรรกศาสตร์ เก็บไว้ในฐานความรู้เพื่อใช้งานต่อไป

2.2.1 การเรียนรู้จากตัวอย่าง (Learning by Example)

วิธีเรียนรู้จากตัวอย่างนั้น ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประกอบด้วยชนิดหรือประเภท (Class) ของตัวอย่าง และ แอททริบิวต์ (Attribute) ที่ใช้อธิบายตัวอย่างนั้น แอททริบิวต์ที่กล่าวถึงนี้ จะต้องเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ที่มีผลในการแยกประเภท เช่น ลักษณะ อาการ รูปร่าง อายุ ความสามารถต่างๆ เป็นต้น ส่วนค่าที่เป็นไปได้ เรียกว่า ค่า (Value) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการพิจารณา เพื่อแยกแยะประเภทของตัวอย่างของการแก้ปัญหา (Classification) เช่นในการวินิจฉัยโรคของแพทย์ แพทย์จะใช้อาการของผู้ป่วย เป็น แอททริบิวต์ ในการแบ่งแยกประเภทของโรค เช่น อาการไข้ อาการไอ น้ำหนัก อาการปวดศีรษะ เป็นต้น เช่น ค่าของแอททริบิวต์อาการไข้ก็อาจจะเป็น เล็กน้อย(มีไข้เล็กน้อย) สูง(มีไข้สูง) ไม่มี(ไม่มีไข้) ค่าของแอททริบิวต์ น้ำหนัก ก็อาจจะเป็น ใส(น้ำหนักใส) ข้น(น้ำหนักข้น) ไม่มี(ไม่มีน้ำหนัก) เป็นต้น ตารางที่ 2.1 แสดงกลุ่มตัวอย่างชุดฝึกหัดของการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย ที่ให้โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ส่วนของการเรียนรู้นำไปอุปมาอุปนัย ซึ่งอยู่ในรูปของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

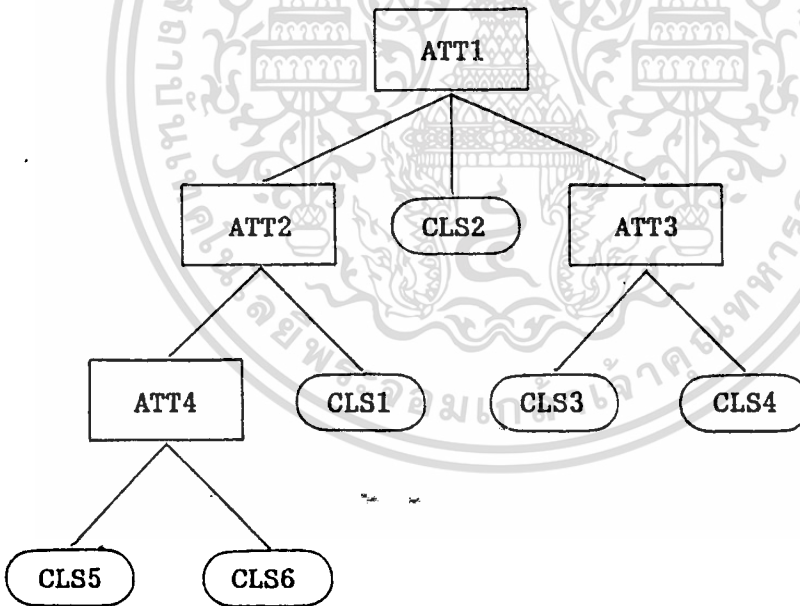
ตัวอย่าง	อาการไข้	อาการไอ	น้ำหนัก	อ่อนเพลีย	เจ็บคอ	ปวดศีรษะ	ท้อง	จุดแดง	ประเภทโรค
1	มี	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค A
2	มี	เล็กน้อย	มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค A
3	มี	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	มาก	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค B
4	มี	ไอแห้งๆ	มี	มาก	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	จุกแน่น	ไม่มี	โรค C
5	มี	ไอแห้งๆ	ไม่มี	มาก	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ตามตัว	โรค D
6	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ข้างเดียว	ปกติ	ไม่มี	โรค E
7	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค F

ตารางที่ 2.1 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย

ขบวนการที่ใช้ในการเรียนรู้ก็คือ จะนำเอาตัวอย่างจากชุดฝึกหัดไปผ่านขั้นตอนของการอุปมา (Induction) ซึ่งได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ในกรณีนี้ตัวอย่าง

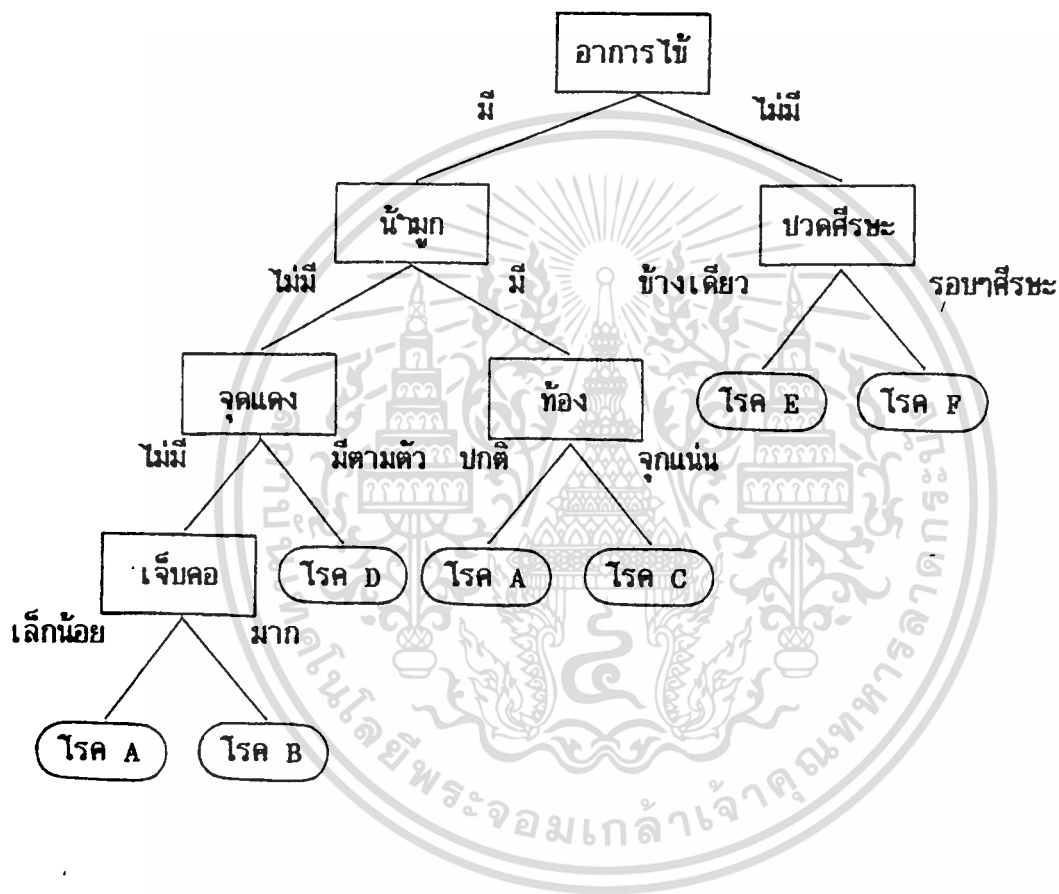
1 ตัวอย่าง ที่มีประเภท (Class) แตกต่างกัน แต่กลับอธิบายด้วยชุดของค่าของแอททริบิวต์ที่เหมือนกัน ระบบจะไม่สามารถนำไปอนุมานได้ เนื่องจากตัวอย่างใด ๆ ก็ตามที่มีประเภทแตกต่างกัน ตัวอย่างเหล่านั้น ย่อมจะอธิบายด้วยชุดของแอททริบิวต์ที่มีค่าต่างกันด้วยเสมอ ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวนี้ขึ้น แสดงว่า แอททริบิวต์ที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดไว้ยังไม่พอเพียง จำเป็นต้องเพิ่มแอททริบิวต์ใหม่ขึ้นอีกในระบบ

ลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ที่อุปมานได้ จะประกอบด้วยแอททริบิวต์ค่าของแอททริบิวต์ และประเภท ของตัวอย่างในชุดฝึกหัด โดยที่แต่ละ แอททริบิวต์ จะแทนโหนดของต้นไม้ และแต่ละกิ่งที่แยกออกจากโหนดจะถูกกำกับโดยค่าของแอททริบิวต์นั้น แล้วจากกิ่งก็อาจจะเชื่อมต่อไปยังโหนดอื่น (แอททริบิวต์อื่น) อีก จนกว่าจะถึงปลายสุดกิ่ง (Leaf) ของต้นไม้ ซึ่งแทนประเภทของตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

และจากตัวอย่างในชุดฝึกหัด ซึ่งเป็นตัวอย่างของการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย สามารถแสดงการแบ่งประเภทของโรคด้วย ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยอาศัยแอตทริบิวต์ค่าของแต่ละประเภทของตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงต้นไม้สำหรับการตัดสินใจของการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย

ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่ได้จากการอุปมาน สามารถใช้วินิจฉัยได้อย่างเดียวกับการวินิจฉัย จะเริ่มตั้งแต่รากโหนด (Root Node) ของต้นไม้ โดยทำการทดสอบแอตทริบิวต์ที่เป็นรากโหนด ด้วยการถามผู้ใช้ เพื่อให้ป้อนค่าของแอตทริบิวต์นั้นเข้ามา แล้วค่าที่ได้จะถูกนำมาเลือกกิ่ง เพื่อเชื่อมโยงไปทดสอบแอตทริบิวต์ที่แทนโหนดซึ่งเชื่อมต่อกับกิ่งนั้นต่อไป ทาไปเช่นนั้นจนกว่าจะพบประเภท (Class) ที่กิ่งปลายสุดของต้นไม้ ซึ่งจะเป็นข้อสรุปที่ได้จากการวินิจฉัยปัญหา

ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่ได้จากขบวนการเรียนรู้ สามารถที่จะวินิจฉัยแยกแยะประเภทของตัวอย่าง ได้ทั้งชุดฝึกหัด (Training Set) และยังสามารถใช้เป็นกฎเกณฑ์ ในการวินิจฉัยปัญหาประเภทเดียวกันได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่า ผู้เชี่ยวชาญจะสามารถให้ตัวอย่างได้ครอบคลุมการวินิจฉัยปัญหาประเภทนั้นๆ ได้ขนาดไหน จะพบว่าสำหรับปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน ซึ่งแต่ละตัวอย่าง จะต้องอธิบายหรือบรรยายด้วยแอตทริบิวต์จำนวนมากแล้ว ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่อุปมานได้จะมีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีจำนวนของแอตทริบิวต์ ซึ่งเป็นโหนดของต้นไม้เป็นจำนวนมากนั่นเอง ดังนั้นเพื่อให้ได้ต้นไม้ที่มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (ถามน้อยคำถามที่สุดเพื่อให้ได้คำตอบโดยเร็ว) จะต้องพยายามเลือกแอตทริบิวต์ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสร้างต้นไม้

วิธีการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยไอดีทรี (ID3) [12,13,14] สามารถให้ต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก แต่ยังไม่รับรองว่า เป็นต้นไม้ที่มีขนาดเล็กที่สุด อย่างไรก็ตามก็ยังนับว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมมาก ในโครงการนี้ก็ได้ออกใช้ ไอดีทรี ในการอุปมานต้นไม้ ในส่วนของการเรียนรู้จากตัวอย่าง

2.2.2 ไอดีทรี (ID3)

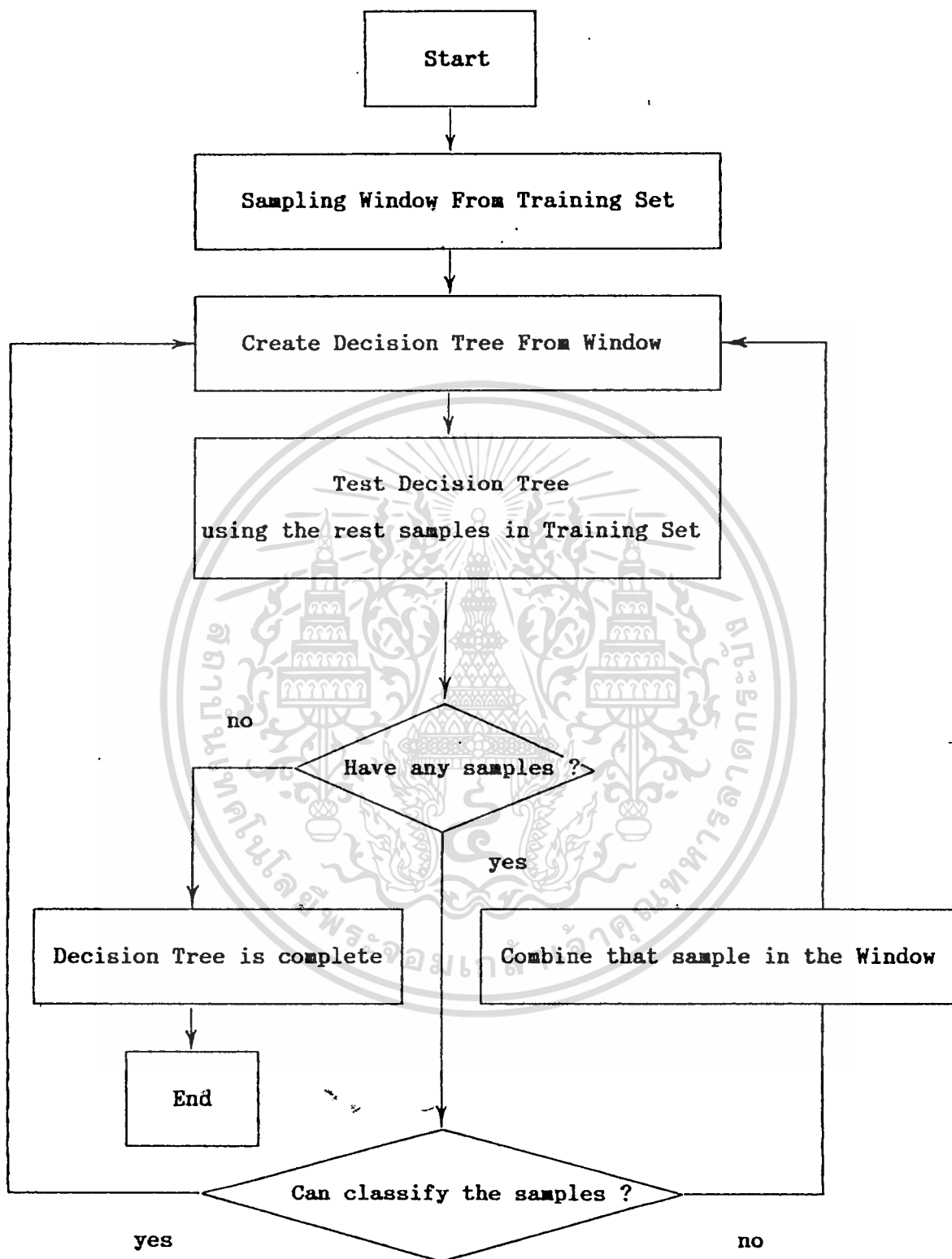
วิธีการอุปมานจากตัวอย่างหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าวิธีการสร้าง ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ จากชุดฝึกหัด โดยวิธีการ ไอดีทรี นั้น คิดค้นโดย J.R.Quinlan โดยพัฒนามาจาก CLS (Concept Learning System) ของ E.B.Hunt [11,14] ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ในสมัยต้นๆ ประมาณ ค.ศ.1963

ขั้นตอนในการสร้างต้นไม้ โดยวิธีของ ไอดีทรี มีดังต่อไปนี้ [13]

1. ทำการเลือกกลุ่มของตัวอย่างบางส่วนจาก ชุดฝึกหัด ขึ้นมา 1 กลุ่ม อย่างสุ่ม โดยจะเรียกกลุ่มของตัวอย่างที่เลือกมานี้ว่า วินโดว์ (window)

2. สร้างต้นไม้สำหรับตัดสินใจจาก วินโดว์ นั้น ซึ่งต้นไม้ที่ได้จะสามารถแยกประเภทตัวอย่างได้ครอบคลุมวินโดว์ทั้งหมด สำหรับรายละเอียดของการสร้างต้นไม้ จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

3. นำต้นไม้ที่ได้จากข้อ 2 ไปลองทดสอบแยกประเภท ตัวอย่างในชุดฝึกหัดที่ไม่อยู่ในวินโดว์ที่ละตัวอย่าง การใช้ต้นไม้ทดสอบแยกประเภทตัวอย่าง ก็โดยพิจารณาดูว่า ตัวอย่างที่กำลังทดสอบนั้น มีประเภทเดียวกับการใช้ต้นไม้ในการวินิจฉัยประเภทของตัวอย่างหรือไม่ ถ้าได้ประเภทเดียวกันแล้ว ก็แสดงว่าต้นไม้ที่สร้างขึ้นสามารถแยกตัวอย่างนั้นได้ถูกต้อง มิฉะนั้นก็จะถือว่า



รูปที่ 2.4 แสดงไฟล์ชาร์ตของการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

แยกประเภทไม่ได้ ถ้าทดสอบแล้วสามารถแยกประเภทได้ถูกต้อง ก็ทยอยเอาตัวอย่างที่เหลือไปลองทดสอบแยกประเภทอีกจนกว่าจะหมด เมื่อลองทดสอบจนไม่เหลือตัวอย่าง ที่จะให้ทดสอบอีกแล้ว ก็จะได้ ต้นไม้ ที่ใช้ทดสอบนั้น เป็นต้นไม้ที่ได้จากการอุปมานจาก ชุดฝึกหัด ทั้งหมด ซึ่งก็จะสิ้นสุดขบวนการของการสร้าง ต้นไม้ มิฉะนั้นแล้วจะนำเอาตัวอย่างที่แยกประเภทแล้ว ย้อนไปหาขั้นที่ 2 ใหม่

ขบวนการต่างๆ ในการสร้างต้นไม้จากชุดฝึกหัด แสดงได้ดังไฟล์เวิร์ด รูปที่ 2.4

2.2.3 การสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจโดยวิธีของไอดีทรี

ไอดีทรี ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีข่าวสาร (Information Theory) ในการเลือกแอทริบิวต์เพื่อสร้างต้นไม้ ซึ่ง ต้นไม้ ที่ได้ จะมีขนาดเล็ก จากที่ได้กล่าวถึงลักษณะของต้นไม้ ที่ใช้ในการวินิจฉัยประเภทของตัวอย่างแล้วว่า แต่ละโหนด จะแทนด้วย แอทริบิวต์ และกิ่งแทนด้วย ค่าของ แอทริบิวต์ ส่วนปลายกิ่งสุดท้าย (Leaf) ก็แทน ประเภท ของตัวอย่าง ถ้าพิจารณาโดยอาศัยทฤษฎีข่าวสารแล้วจะเห็นว่า โครงสร้างของต้นไม้ก็มีลักษณะคล้ายกันกับการเก็บข้อมูลสำหรับถามคำถามเพื่อค้นหา ข่าวสาร นั้นเอง โดยที่ แอทริบิวต์ต่างๆ ที่แทน โหนดของ ต้นไม้ จะเป็นเสมือนคำถามเพื่อรับเอาข่าวสาร ซึ่งคำตอบที่ได้รับมา ก็จะเป็นค่าของ แอทริบิวต์ ที่จะนำไปเลือกถามคำถามต่อไป ซึ่งก็เป็นการถามเพื่อหาค่าของแอทริบิวต์ถัดไป จนกว่าจะพบ ข่าวสาร ซึ่งก็คือ ประเภท ของตัวอย่างนั่นเอง

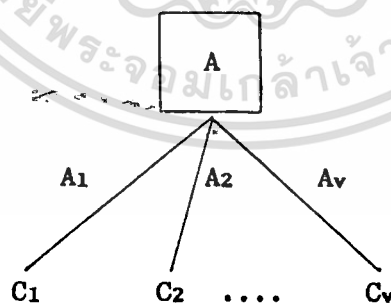
การสร้าง ต้นไม้ให้มีขนาดเล็กนั้น ขึ้นอยู่กับการเลือก แอทริบิวต์ เพื่อมาเป็นโหนดของ ต้นไม้ เป็นสำคัญ การเลือก แอทริบิวต์ ที่ไม่ดีจะทำให้เกิดมี แอทริบิวต์ ที่ซ้ำกันเกิดขึ้นเป็นโหนดในต้นไม้หลายแห่ง ต้นไม้ที่ได้ ก็จะมีขนาดใหญ่ การเลือก แอทริบิวต์ ที่เหมาะสมจะทำให้จำนวนคำถามน้อยลง ลดการซ้ำซ้อนกันของ แอทริบิวต์ ใน ต้นไม้ ซึ่งทำให้ต้นไม้มีขนาดเล็ก

จากทฤษฎีข่าวสาร จะเห็นว่าขนาดของต้นไม้ นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของ ข่าวสาร ที่ ต้นไม้ นั้นเก็บอยู่ ถ้าปริมาณของข่าวสารมาก ย่อมหมายถึงว่า จะต้องใช้จำนวนคำถามมาก จึงจะสามารถค้นพบข่าวสารที่ต้องการได้ ซึ่งส่งผลให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่ และในทางตรงข้าม ถ้าปริมาณข่าวสาร ที่ต้นไม้เก็บอยู่มีจำนวนน้อย ต้นไม้ ก็จะมีขนาดเล็ก ซึ่งหมายความว่าถามคำถามจำนวนน้อยคำถามก็จะได้คำตอบที่ต้องการ เพราะฉะนั้นจากชุดฝึกหัด ซึ่งใช้เป็นตัวอย่างชุดเดียวกัน เราจึงพยายามที่จะทำให้ได้ต้นไม้ที่เล็กที่สุด

วิธีการสร้าง ต้นไม้ โดยวิธีของไอดีทรี ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะสมมุติว่า ประเภทของตัวอย่างใน ชุดฝึกหัด มีเพียง 2 ประเภทเท่านั้น คือ ประเภท "P" กับประเภท "N" ดังนั้น การแยกประเภท ตัวอย่างใดๆ ก็ตาม ความน่าจะเป็นที่ตัวอย่างนั้นจะอยู่ในประเภท "P" มีค่าเท่ากับ $p/(p+n)$ และความน่าจะเป็นที่ตัวอย่างนั้นจะอยู่ในประเภท "N" ก็จะมีค่าเท่ากับ $n/(p+n)$ โดยที่ p, n แทนจำนวนของตัวอย่างทั้งหมดใน ชุดฝึกหัด ที่มีประเภทเป็น "P" และ "N" ตามลำดับ ดังนั้นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่จะกล่าวถึงที่นี่ สามารถให้ข่าวสารที่เป็น "P" หรือ "N" เท่านั้น ซึ่งค่าข่าวสารที่คาดว่าจะใช้ในการให้ข่าวสาร "P" หรือ "N" จากต้นไม้จะมีค่าตามสมการต่อไปนี้

$$I(p, n) = - p/(p+n) \cdot \log_2 p/(p+n) - n/(p+n) \cdot \log_2 n/(p+n)$$

ถ้าให้ แอทรีบิวต์ A ซึ่งมีค่า (Value) ต่างๆ คือ $[A_1, A_2, A_3, \dots, A_v]$ ขณะเดียวกันก็ให้ แอทรีบิวต์ A เป็น รูทโหนด ของต้นไม้ ค่าของ แอทรีบิวต์ A จะแยก ต้นไม้ ออกเป็น ต้นไม้ย่อย (Subtree) คือ $[C_1, C_2, C_3, \dots, C_v]$ โดยที่ C_i หมายถึง ต้นไม้ย่อยใดๆ ที่ตัวอย่างมีค่าของ แอทรีบิวต์ A เป็น A_i ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงการแยกของต้นไม้ย่อย โดยค่าของ แอทรีบิวต์ A

สมมุติว่า ต้นไม้ย่อย C_i นั้นมีตัวอย่างที่มีประเภทเป็น "P" อยู่ p_i ตัวอย่าง และมีตัวอย่างที่มี ประเภทเป็น "N" อยู่ n_i ตัวอย่าง ดังนั้นค่า ข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจากต้นไม้ย่อย C_i จะเป็น $I(p_i, n_i)$ จากนั้นการคำนวณค่าข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจาก ต้นไม้ ทั้งหมด โดยที่มี แอทริบิวต์ A เป็น รูทโหนด จะสามารถหาได้จากการเฉลี่ยค่า ข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจากทุก ต้นไม้ย่อย $[C_1, C_2, C_3, \dots, C_v]$ ดังสมการดังต่อไปนี้

$$E(A) = \sum_{i=1}^v (p_i + n_i) / (p + n) \cdot I(p_i, n_i)$$

จากความจริงที่ว่า ถ้าต้นไม้สำหรับการตัดสินใจต้นไม้ มีค่า ข่าวสาร น้อยก็แสดงว่า ต้นไม้ นั้น มีขนาดเล็ก ดังนั้นการเลือก แอทริบิวต์ ที่จะมาเป็น รูทโหนด ของ ต้นไม้ จึงอาศัยความจริงในข้อนี้ โดยจะทำการเลือก แอทริบิวต์ใด ๆ ก็ตามที่จะมาเป็น รูทโหนด ของ ต้นไม้ หรือ ต้นไม้ย่อย ที่ทำให้ค่า ข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจาก ต้นไม้ หรือ ต้นไม้ย่อย คือค่าของ $E(A)$ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับค่า $E(A)$ ของ แอทริบิวต์อื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการรับประกันว่า ต้นไม้ หรือ ต้นไม้ย่อย ที่ได้จากการเลือก แอทริบิวต์ นั้น เป็น รูทโหนด เป็นต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก

สำหรับขั้นตอนการสร้าง ต้นไม้ ของ ไอดีทรี จะเริ่มจากการคำนวณหาค่า $E(A)$ ของแต่ละ แอทริบิวต์ ในชุดฝึกหัด แล้วเลือกเอาเฉพาะ แอทริบิวต์ ที่ให้ค่า $E(A)$ น้อยที่สุด มาเป็น รูทโหนด ของต้นไม้ จากนั้นแบ่งชุดฝึกหัด ตามกลุ่มของตัวอย่างที่มีค่าตามค่าของแอทริบิวต์ที่เลือกมานั้นออกเป็น ชุดฝึกหัดย่อยๆ ซึ่งชุดฝึกหัดย่อยๆที่แยกโดยใช่ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_v$ ก็จะเป็นของต้นไม้ย่อย $C_1, C_2, C_3, \dots, C_v$ ตามลำดับ เช่น ชุดฝึกหัดของ C_1 ก็จะเป็น กลุ่มของตัวอย่าง ทั้งหมดจากชุดฝึกหัดเดิม ที่มีค่าของแอทริบิวต์ เป็น A_1 เป็นต้น (ดูรูปที่ 2.5 ประกอบ)

จากนั้นทำการสร้าง ต้นไม้ย่อย $C_1, C_2, C_3, \dots, C_v$ โดยใช้ชุดฝึกหัดย่อยๆ ของแต่ละ ต้นไม้ย่อย ด้วยวิธีการเดียวกัน แต่ตอนนี้การเลือก แอทริบิวต์ ที่จะมาเป็น รูทโหนด ของแต่ละต้นไม้ย่อย จะไม่พิจารณา แอทริบิวต์ A อีกต่อไป เมื่อเลือกแอทริบิวต์ที่จะมาเป็น รูทโหนดของต้นไม้ย่อยได้แล้ว ก็สามารถที่จะแยกออกเป็น ต้นไม้ย่อยลงไปอีก ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าชุดฝึกหัด ของ ต้นไม้ย่อยใด ที่ตัวอย่างทั้งหมดเป็นประเภทเดียวกัน ตอนนี้จะสามารถที่จะแทนต้นไม้ย่อยนั้น ด้วยประเภท(Class) นั้นเลย นั่นก็คือเราได้ปลายกิ่งสุดท้าย(Leaf) ของ ต้นไม้แล้วนั่นเอง

ตัวอย่างการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยวิธีการของ อดิธีร์ จากตารางชุดฝึกหัด ในตารางที่ 2.2 เป็นกลุ่มตัวอย่างอย่างง่ายที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อต้องการอุปมาน ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ที่ใช้ในการวินิจฉัยสภาพอากาศ แต่ละตัวอย่างจะอธิบายด้วย แอททริบิวท์ Outlook, Temperature, Humidity, Windy มีทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ส่วน ประเภท (Class) ของตัวอย่างนั้น สมมุติให้มีเพียง 2 ประเภท เท่านั้น คือ ประเภท "P" และ "N"

EX No.	ATTRIBUTE				CLASS
	Outlook	Temperature	Humidity	Windy	
1	sunny	hot	high	false	N
2	sunny	hot	high	true	N
3	overcast	hot	high	false	P
4	rain	mild	high	false	P
5	rain	cool	normal	false	P
6	rain	cool	normal	true	P
7	overcast	cool	normal	true	P
8	sunny	mild	high	false	N
9	sunny	cool	normal	false	P
10	rain	mild	normal	false	P
11	sunny	mild	normal	true	P
12	overcast	mild	high	true	P
13	overcast	hot	normal	false	P
14	rain	mild	high	true	N

ตารางที่ 2.2 แสดงตารางชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยสภาพอากาศ

การสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ก็เริ่มจากการเลือก แอทริบิวต์ เพื่อมาเป็น
 รุทโหนด ของ ต้นไม้ โดยคำนวณหาค่า $E(A)$ ของแต่ละแอทริบิวต์ จะได้ว่า
 สำหรับ แอทริบิวต์ Outlook ซึ่งมีค่าเป็น {Sunny, Overcast, Rain}
 ตัวอย่างที่มีค่าของ แอทริบิวต์ Outlook เป็น Sunny มีประเภท เป็น "P" และ
 "N" เป็นจำนวน 2 และ 3 ตัวอย่าง ตามลำดับ ดังนั้น

$$p_1 = 2, n_1 = 3 \qquad I(p_1, n_1) = 0.971$$

และ ขณะเดียวกันสำหรับของ ค่าอื่นๆ ของแอทริบิวต์ Outlook

$$p_2 = 4, n_2 = 0 \qquad I(p_2, n_2) = 0$$

$$p_3 = 3, n_3 = 2 \qquad I(p_3, n_3) = 0.971$$

จากนั้นสามารถหาค่าของ $E(\text{Outlook})$ ได้

โดย
$$E(\text{Outlook}) = \frac{5}{14} I(p_1, n_1) + \frac{4}{14} I(p_2, n_2) + \frac{5}{14} I(p_3, n_3)$$

$$0.694 \text{ bits}$$

สำหรับ $E(A)$ ของแอทริบิวต์อื่นๆ นั้นมีค่าดังนี้

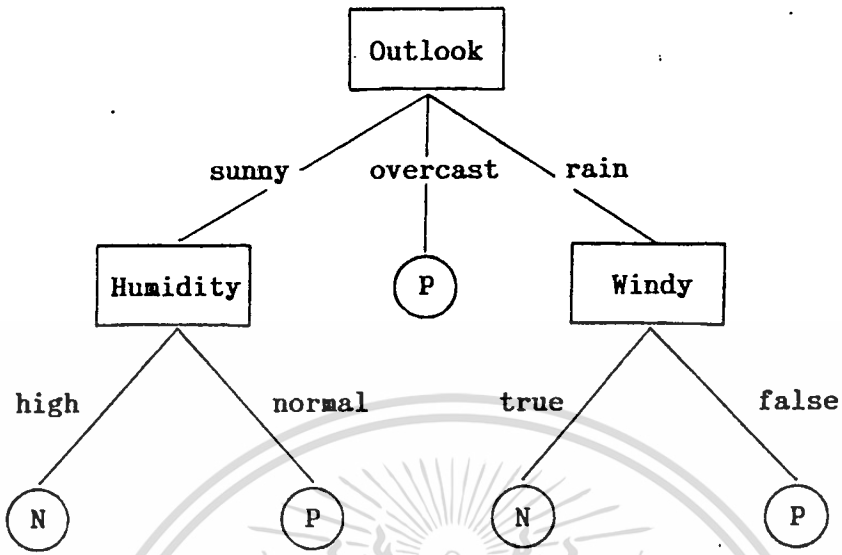
$$E(\text{Temperature}) = 0.911 \text{ bits}$$

$$E(\text{Humidity}) = 0.789 \text{ bits}$$

$$E(\text{Windy}) = 0.892 \text{ bits}$$

โดยการพิจารณาค่า $E(A)$ ของแต่ละแอทริบิวต์แล้ว จะเลือกแอทริบิวต์ Outlook
 มาเป็น รุทโหนด ของ ต้นไม้ เนื่องจากให้ค่า $E(A)$ น้อยที่สุด

จากนั้น ชดเชกหัก จะถูกแบ่งเป็น ชดเชกหักย่อยๆ ตามแต่ละค่าของ Outlook แล้ว
 แต่ละชดเชกหักย่อยๆ ก็จะถูกใช้สร้าง ต้นไม้ย่อย โดยวิธีการเดียวกันที่ได้แสดงไปแล้ว ต้นไม้สํา
 หรับการตัดสินใจ ที่สมบูรณ์แล้วแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว

2.2.4 การพัฒนาไอดีทรีกับข้อมูลการวิเคราะห์เส้นทางบางส่วน

เนื่องจากวิธีการของไอดีทรีไม่สามารถอุปมานชุดฝึกหัดบางชุดได้ ในกรณีที่การแบ่งชุดฝึกหัดเป็นชุดย่อยๆ แล้ว มีบางค่าของแอทริบิวท์ไม่ปรากฏในชุดฝึกหัดย่อยๆนั้น ดังเช่นตัวอย่างการสร้างต้นไม้จากชุดฝึกหัดต่อไปนี้

Ex No.	ATTRIBUTE						CLASS
	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	
1	ฉุกเฉิน	80-100	พล	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
2	เตรียม	80-100	กรม	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
3	ฉุกเฉิน	50-80	กรม	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
4	ฉุกเฉิน	50-80	พล	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
5	ฉุกเฉิน	50-80	พล	รัศมี	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
6	ฉุกเฉิน	50-80	พล	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มง่าย	ลำดับ-1
7	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	หลัก	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
8	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
9	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
10	ปกติ	50-80	พล	อันตราย	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
11	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มง่าย	ลำดับ-3
12	เตรียม	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มง่าย	ลำดับ-3

ตารางที่ 2.3 แสดงตารางชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์เส้นทาง

สามารถแสดงการสร้างต้นไม้โดยวิธีการที่ปรับปรุงจาก โอตัสซี่ ได้ดังนี้
จากชุดฝึกหัดนี้ เป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์เส้นทาง ให้ผลออกมาเป็นประเภท (Class) โดยอาศัยเงื่อนไขในเรื่องต่างๆ เป็น แอทริบิวต์ในการแบ่งประเภท

การสร้างต้นไม้ ก็ทำได้เช่นเดียวกับวิธีการของ โอตัสซี่ โดยเริ่มจากการเลือก แอทริบิวต์ เพื่อมาเป็น รุทไหนด ของต้นไม้เสียก่อน ซึ่งต้องหาค่า E(A) ของแต่ละ แอทริบิวต์ ในที่นี้ ค่า E(A) หาได้จาก

$$E(A) = \sum_{i=1}^v (a_i+b_i+c_i)/(a+b+c) \cdot I(a_i,b_i,c_i)$$

โดยที่

$$I(a,b,c) = - \left[\frac{a}{a+b+c} \cdot \log_2 \frac{a}{a+b+c} + \frac{b}{a+b+c} \cdot \log_2 \frac{b}{a+b+c} + \frac{c}{a+b+c} \cdot \log_2 \frac{c}{a+b+c} \right]$$

a, b, c คือ จำนวนตัวอย่างที่มีประเภทเป็น "ลำดับ-1", "ลำดับ-2", "ลำดับ-3" ตามลำดับ พิจารณาที่แอทริบิวต์ "พร้อมรบ" ซึ่งมีค่าเป็น "80-100", "50-80"

$$a_1 = 3, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = 0 \quad I(a_1, b_1, c_1) = 0$$

$$a_2 = 4, \quad b_2 = 3, \quad c_2 = 2 \quad I(a_2, b_2, c_2) = 1.53$$

$$E(\text{พร้อมรบ}) = 3/12 \cdot I(a_1, b_1, c_1) + 9/12 \cdot I(a_2, b_2, c_2) \\ = 1.148 \text{ bits}$$

$$E(\text{ที่ตั้ง}) = 0.864 \text{ bits}$$

$$E(\text{ชั้นถนน}) = 1.142 \text{ bits}$$

$$E(\text{สถานการณ}) = 0.468 \text{ bits}$$

$$E(\text{ชายแดน}) = 0.866 \text{ bits}$$

$$E(\text{ภูมิประเทศ}) = 0.980 \text{ bits}$$

เนื่องจาก $E(\text{สถานการณ})$ ต่ำที่สุดจึงเลือก แอทริบิวต์ "สถานการณ" เป็นรูทโหนดของ ต้นไม้ จะพบว่าจากขบวนการที่ผ่านมายังใช้วิธีการสร้างต้นไม้แบบโอคิตรีได้ แต่หลังจากนี้ต่อไป จะพบข้อจำกัดของ โอคิตรี

เมื่อได้รูทโหนด คือ แอทริบิวต์ "สถานการณ" แล้วใช้ค่า "ฉุกเฉิน", "เตรียม", "ปกติ" แบ่งชุดฝึกหัดเป็นชุดย่อยตามค่าเหล่านี้ จะพบว่าตัวอย่างในชุดฝึกหัดย่อยที่แยกโดยใช้ค่า "ฉุกเฉิน" นั้นมีประเภทเป็น "ลำดับ-1" ทั้งหมด ดังนั้นเราแทนส่วนปลายกิ่งสุดท้ายได้ ด้วยประเภท "ลำดับ-1" เชื่อมต่อกับกิ่ง "ฉุกเฉิน" ได้

Ex No.	ATTRIBUTE						CLASS
	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	
2	เตรียม	80-100	กรม	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
12	เตรียม	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	ลำดับ-3

ตารางที่ 2.4 ชุดฝึกหัดย่อยที่ใช้ค่า "เตรียม" แยกออกมา

จากชุดฝึกหัดย่อยนี้ สามารถสร้างเป็นต้นไม้ย่อยที่เชื่อมต่อกันถึง "เตรียม" ได้ดังนี้ เลือกแอทริบิวต์รูปทรงแนวน E(A) ของแอทริบิวต์ที่เหลือ เริ่มพิจารณาที่ แอทริบิวต์ "พร้อมรบ" มีค่าเป็น "80-100", "50-80"

$$a_1 = 1, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = 0 \quad I(a_1, b_1, c_1) = 0$$

$$a_2 = 0, \quad b_2 = 0, \quad c_2 = 1 \quad I(a_2, b_2, c_2) = 0$$

$$E(\text{พร้อมรบ}) = 0 \text{ bits}$$

สำหรับแอทริบิวต์ "ที่ตั้ง" มีค่าเป็น "พล", "กรม", "พัน"

$$a_1 = 0, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = 0 \quad I(a_1, b_1, c_1) = (\text{หาค่าไม่ได้})$$

$$a_2 = 1, \quad b_2 = 0, \quad c_2 = 1 \quad I(a_2, b_2, c_2) = 0$$

$$a_3 = 0, \quad b_3 = 0, \quad c_3 = 1 \quad I(a_3, b_3, c_3) = 0$$

กรณีที่ $I(a_1, b_1, c_1)$ หาค่าไม่ได้ เกิดเนื่องมาจากว่าชุดฝึกหัดย่อยนี้ ไม่มีตัวอย่างไหน ที่มีค่าของแอทริบิวต์ "ที่ตั้ง" เป็น "พล" อยู่เลย ไรต์ทรี จะไม่สามารถสร้างต้นไม้ให้ได้อีกต่อไป การแก้ไขทำได้โดยการตัดค่า "พล" ออกจากค่าที่เป็นไปได้ของแอทริบิวต์ "ที่ตั้ง" ก่อนที่จะใช้วิธีการเดิมของไรต์ทรี โดยให้ไรต์ทรีมองเห็นว่าค่าที่เป็นไปได้ของแอทริบิวต์ "ที่ตั้ง" ในขณะนี้มีเพียง "กรม" และ "พัน" เท่านั้น ซึ่งขบวนการสร้างต้นไม้โดยไรต์ทรี ก็จะ

สามารถทำงานได้ต่อไป ซึ่งตอนนี้จะมีเพียง $I(a_2, b_2, c_2)$ และ $I(a_3, b_3, c_3)$ ซึ่งเป็น 0 ทั้งคู่ จะได้

$$E(\text{ที่ตั้ง}) = 0 \text{ bits}$$

สำหรับที่แอทริบิวต์ "ชั้นถนน" ก็เช่นกัน ค่า "หลัก" และ "สำรอง" จะถูกตัดออก ทำให้ ค่าของแอทริบิวต์ "ชั้นถนน" เป็น "สำรอง" เท่านั้น ซึ่ง

$$a_1 = 1, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = 0 \quad I(a_1, b_1, c_1) = 0$$

$$E(\text{ชั้นถนน}) = 0 \text{ bits}$$

เช่นเดียวกันถ้ายังใช้วิธีการของไอดีทรีต่อ อาจทำให้เกิดปัญหาตามมาได้ เนื่องจาก ไอดีทรีจะนำแอทริบิวต์ "ชั้นถนน" ไปใช้พิจารณาในการเลือกรูทไหนของต้นไม้ย่อยด้วย ซึ่งไม่สมควร เนื่องจากถ้าแอทริบิวต์ "ชั้นถนน" ถูกเลือกเป็นรูทไหนแล้วมีค่าเหลือเพียงค่าเดียวก็จะแบ่งชุดฝึกหัด ได้ชุดฝึกหัดย่อยเหมือนชุดฝึกหัดเดิม แล้วแอทริบิวต์ที่เหลือก็จะถูกเลือก เป็นรูทไหนของต้นไม้ย่อยต่อไป จะเห็นว่าแอทริบิวต์ "ชั้นถนน" มีบทบาทน้อยมาก ในการใช้แบ่งประเภท เพราะถึงแม้ว่าจะเลือกมันเป็นไหนใดหนึ่ง แต่มันก็ไม่ได้ช่วยในการใช้แบ่งประเภท ให้กับต้นไม้สำหรับการตัดสินใจแต่อย่างใด ดังนั้นจึงไม่สมควรที่จะพิจารณาแอทริบิวต์ใดๆ เป็นรูทไหนอีกต่อไป ถ้าพบว่ามันเหลือค่าเพียงค่าเดียว ในขณะที่ตัวอย่างในชุดฝึกหัดย่อย (หรือชุดฝึกหัด) มีจำนวนมากว่าหนึ่งตัวอย่างขึ้นไป และมีประเภทแตกต่างกัน เราจะตัดแอทริบิวต์ที่เกิดกรณีเช่นนี้ทิ้งไป เพื่อไม่ให้ ไอดีทรี นำมาใช้พิจารณา

และเช่นเดียวกันที่แอทริบิวต์ "ชายแดน" จะเหลือค่าเฉพาะ "เขตหลัง" เท่านั้น จึงไม่มีความจำเป็นต้องพิจารณาแอทริบิวต์นี้

ที่แอทริบิวต์ "ภูมิประเทศ" ซึ่งจะมีค่าเป็น "ชุ่มยาก", "ชุ่มง่าย"

$$a_1 = 1, \quad b_1 = 0, \quad c_1 = 0 \quad I(a_1, b_1, c_1) = 0$$

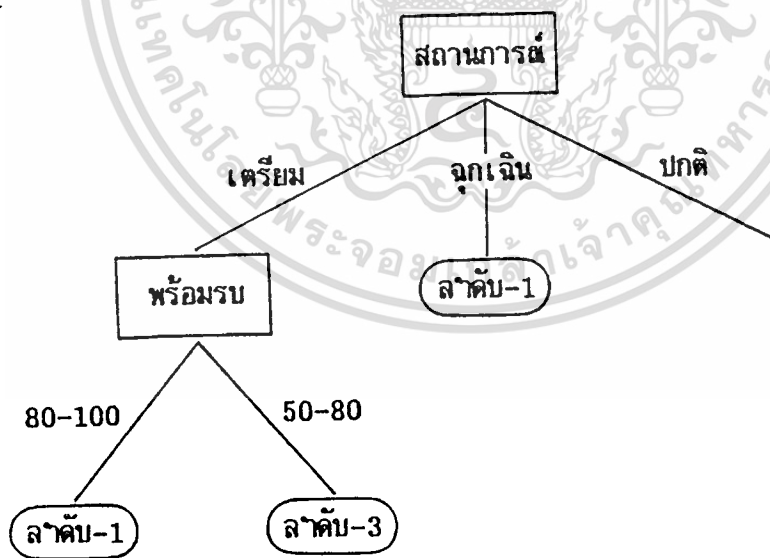
$$a_2 = 0, \quad b_2 = 0, \quad c_2 = 1 \quad I(a_2, b_2, c_2) = 0$$

$$E(\text{ชายแดน}) = 0 \text{ bits}$$

ตอนนี้เรามี $E(A)$ ค่าที่น้อยที่สุดมีค่าเท่ากันคือ $E(A)$ ของแอทริบิวต์ "พร้อมรบ" "ที่ตั้ง", "ภูมิประเทศ" โดยวิธีการของไอดีทรีไม่ได้มีการกำหนดไว้ว่า ควรจะเลือกแอทริบิวต์ไหน เป็นรูทไหน ดังนั้นในโปรแกรม ก็ขึ้นอยู่กับโปรแกรมเรียงลำดับ (Sort) ค่าของ $E(A)$ ของแต่ละแอทริบิวต์ แล้วก็จะเลือกเอาตัวที่อยู่หน้าสุด (ค่าที่น้อยที่สุด) ซึ่งอาจจะเท่ากับค่าถัดมาก็ได้ มาเป็นรูทไหนดี ข้อเสนอแนะก็คือ อาจจะมีการถ่วงน้ำหนักให้กับค่า $E(A)$ ของแอทริบิวต์ที่เท่ากันตามลำดับความสำคัญ (Priority) โดยให้ลำดับความสำคัญของแอทริบิวต์ที่เหมาะสมมากกว่ามีค่ามากกว่า หรืออีกวิธีหนึ่ง คือ อนุญาตให้ผู้ใช้เลือกเองว่าควรจะใช้แอทริบิวต์ใดเป็นไหนดีในขณะนั้นจึงจะเหมาะสม

ไม่ว่าจะใช้วิธีเลือกแบบใด เมื่อได้รูทไหนแล้วต่อไปก็ดำเนินการสร้างต้นไม้ตามวิธีของไอดีทรี และ ตอนนี้สมมติว่าเราเลือกแอทริบิวต์ "พร้อมรบ" เนื่องจากมีการวางอยู่ในลำดับก่อน แอทริบิวต์ "ที่ตั้ง" และ "ภูมิประเทศ"

จากการใช้ค่า "80-100" กับ "50-80" ในการแยกเป็นชุดฝึกหัดที่ย่อยลงไปอีก เราจะได้ประเภท "ลำดับ-1" เชื่อมกับกิ่ง "80-100" และ ประเภท "ลำดับ-3" เชื่อมกับกิ่ง "50-80" มาถึงตอนนี้ ต้นไม้ก็มิรูปร่าง ดังรูปที่ 2.7



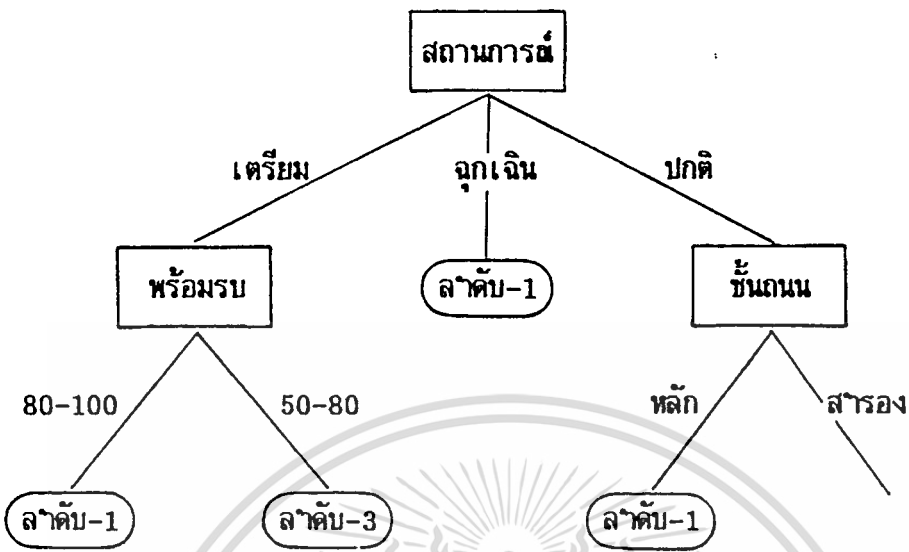
รูปที่ 2.7 รูปร่างต้นไม้ที่ยังไม่สมบูรณ์

หลังจากที่สร้างต้นไม้ย่อยที่กิ่ง "ลูกเงิน" และ "เตรียม" ได้แล้ว ต่อไปจะสร้าง
ย่อยที่กิ่ง "ปกติ" ซึ่งชุดฝึกหัดย่อยที่จะใช้สร้างต้นไม้ย่อยนี้ ได้มาจากการใช้ค่า "ปกติ" ของ
แอทริบิวต์ "สถานการณ์" แบ่งชุดฝึกหัดจากชุดฝึกหัดดั้งเดิม ลักษณะของชุดฝึกหัดย่อยดังกล่าว
แสดง ดังตารางที่ 2.5

Ex No.	ATTRIBUTE						CLASS
	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	
7	ปกติ	50-80	กรม	อันตรราย	หลัก	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
8	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
9	ปกติ	50-80	กรม	อันตรราย	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
10	ปกติ	50-80	พล	อันตรราย	สำรอง	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
11	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรอง	ชุ่มง่าย	ลำดับ-3

ตารางที่ 2.5 ชุดฝึกหัดย่อยที่ใช้ค่า 'ปกติ' แยกออกมา

จากตารางรูปที่ 2.5 คำนวณหาค่า E(A)ของทุก แอทริบิวต์ เว้น "สถานการณ์",
จะได้ E(ชั้นถนน) ต่ำสุด ฉะนั้นเลือก แอทริบิวต์ "ชั้นถนน" เป็นรูทโหนดย่อย ต่อจากกิ่ง "ปกติ"
พิจารณา แอทริบิวต์ "ชั้นถนน" แล้วใช้ค่า "หลัก" จะพบว่าตัวอย่างในชุดฝึกหัดย่อย มีประเภท
เป็น "ลำดับ-1" อย่างเดียว ดังนั้นแทนส่วนปลายกิ่งสุดท้ายด้วยประเภท "ลำดับ-1" เชื่อมต่อ
กับกิ่ง "หลัก" จะได้ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ดังรูปที่ 2.8

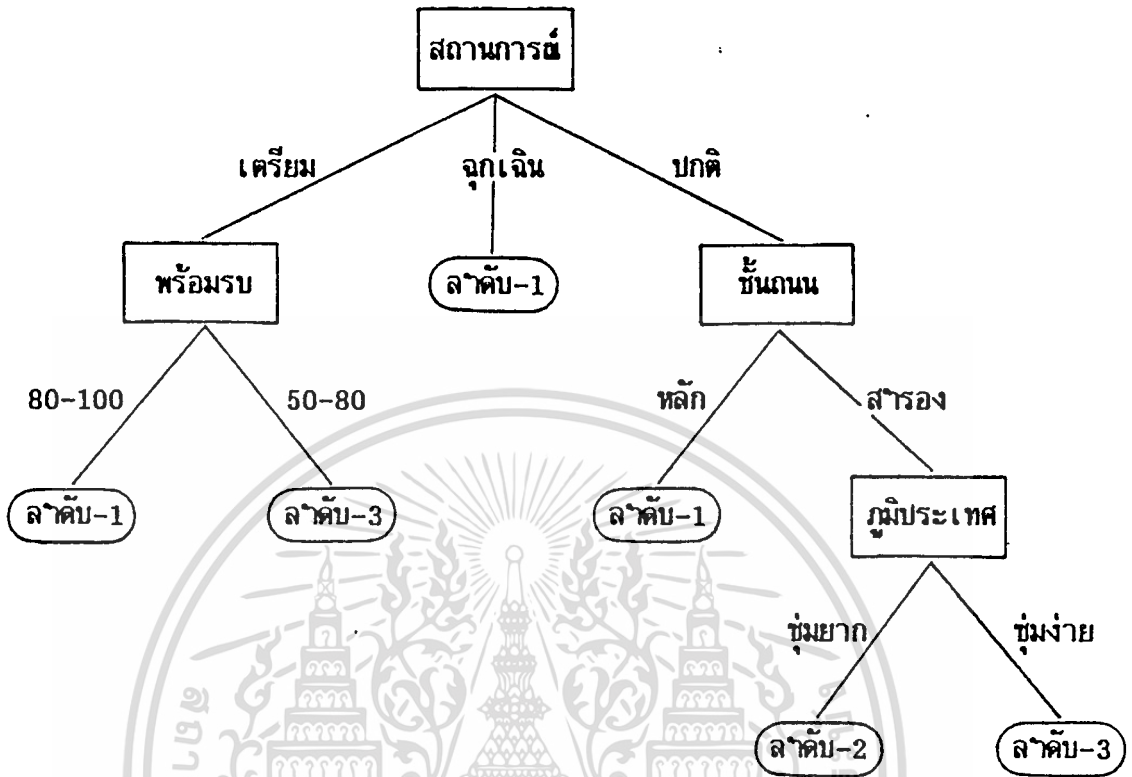


รูปที่ 2.8 ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

Ex No.	ATTRIBUTE						CLASS
	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	
8	ปกติ	50-80	พื้น	เขตหลัง	สำรอง	ขุ่มยาก	ลำดับ-2
9	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	สำรอง	ขุ่มยาก	ลำดับ-2
10	ปกติ	50-80	พล	อันตราย	สำรอง	ขุ่มยาก	ลำดับ-2
11	ปกติ	50-80	พื้น	เขตหลัง	สำรอง	ขุ่มง่าย	ลำดับ-3

ตารางที่ 2.6 ชุดฝึกหัดย่อยที่ใช้ค่า แอทริบิวต์ "ชั้นถนน"="สำรอง" แยกออกมา

โดยวิธีการเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วสามารถสร้างต้นไม้ที่สมบูรณ์ได้ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงต้นไม้สำหรับการตัดสินใจวิเคราะห์เส้นทางที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว

2.2.5. ผลการพัฒนาการอุปมาภพ (ไอทีรี)

จากการที่ได้สร้างโปรแกรมไอทีรีขึ้นมา แล้วนำข้อมูลปัจจัยต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์วินิจฉัยการเลือกเส้นทางส่งกำลังบำรุง ผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นที่น่าพอใจ เป็นการสรุปกฎที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่ได้ เป็นต้นไม้ที่ค่อนข้างเล็ก นั้นแสดงถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับ ง่ายและสะดวก ในการพิจารณาหาเส้นทางที่เหมาะสมต่อไป ทำให้ลดเวลา ในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และผลงานที่ได้ก็มีประสิทธิภาพ ถามคำถามเพียงไม่กี่คำถามก็ได้คำตอบ เป็นข่าวสาร ซึ่งรวดเร็วมาก สามารถที่จะนำต้นไม้สำหรับการตัดสินใจนี้ ไปใช้ประโยชน์ต่อไปในการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการลดกฎให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เมื่อระบบผู้เชี่ยวชาญนำโปรแกรมการอุปมาภพ (ไอทีรี) ไปใช้ต่อไปแทนที่จะนำกฎ

ทั้งหมดมาใส่ในฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นฐานความรู้ขนาดใหญ่ และอาจจะไม่ใช่กฎที่มีประสิทธิภาพทุกกฎ จะทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญทำงานได้เร็วขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น และฐานข้อมูล ก็จะมีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพ

โปรแกรมการสรุปกฎจากตัวอย่างที่ได้ทำการพัฒนานี้ ไม่จำเพาะเจาะจงว่าจะนำไปใช้ใน การวิเคราะห์วินิจฉัยเลือกเส้นทางส่งกำลังบำรุงเท่านั้น แต่สามารถนำโปรแกรมดังกล่าวนี้ ไปใช้กับชุดข้อมูลตัวอย่างใดๆ ก็ได้ โดยไม่จำกัด แล้วแต่วัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้งาน



2.3 การวิจัยดำเนินงาน (Operations Reserch)

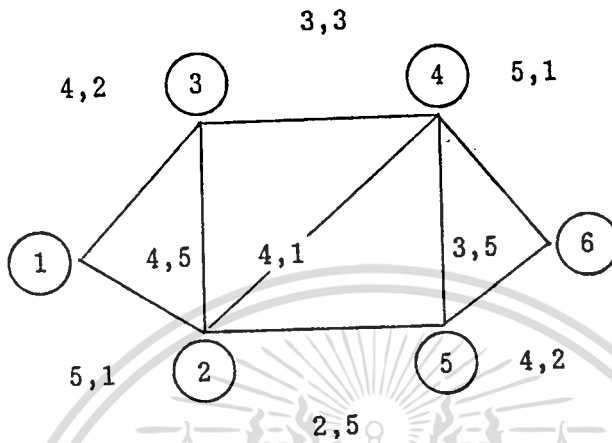
การตัดสินใจดำเนินการใด ๆ กลายเป็นปัญหาอีกลักษณะหนึ่ง ในเมื่อกิจการที่ดำเนินการเป็นกิจการใหญ่ได้มีการลงทุนสูง มีบุคคลที่เกี่ยวข้องมากมาย การตัดสินใจผิดพลาดถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อองค์การของกิจการนั้นๆ ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ความพยายามที่จะไม่ให้เกิดความเสียหายดังกล่าว มีผลทำให้เกิดแนวความคิด เพื่อหาวิธีการอย่างมีหลักการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น โดยกำหนดแนวทางของปัญหา จุดประสงค์ วิธีการดำเนินงาน การตัดสินใจจะครบพร้อมน้อยที่สุด และส่งผลดีต่อองค์การได้มากที่สุด วิชาการแขนงนี้ที่พัฒนาขึ้นในภายหลัง เพื่อการหาหลักการดำเนินการดังกล่าว ก็คือวิชาที่ว่าด้วย "การวิจัยดำเนินงาน" (Operations Research)

2.3.1 Multiobjective Shortest Path [16]

ปัญหาการขนส่ง (Transportation) ส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายเพียงอย่างเดียว (Single Objective) ซึ่งเป็นการง่ายอย่างยิ่งที่จะแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะใช้วิธีการ การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path) [17] ซึ่งสามารถไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในทางอื่นเดียวกันไม่ว่าจะหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดสองจุด ปัญหาคำนวณหาเส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุด ปัญหาคำนวณหาเส้นทางที่ประหยัดที่สุด ส่วนใหญ่ต้องการแก้ปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่หากเพิ่มวัตถุประสงค์อื่นเข้ามามากกว่าหนึ่งเป้าหมาย ในการหาเส้นทางเพื่อสนองตอบความต้องการจะไม่สามารถใช้หลักการของ Single Objective Shortest Path ได้อีกต่อไป ปัญหาในลักษณะนี้ได้แก่ การหาเส้นทางที่ใช้ระยะทางสั้นที่สุดและสะดวกที่สุด เป็นต้น ซึ่งปัญหาลักษณะดังกล่าว วัตถุประสงค์อาจจะขัดแย้งกัน คือผกผันไม่คล้อยตามกัน นั่นคือในปัญหานี้ ถนนที่สะดวกที่สุดอาจจะไม่ใช่ถนนช่วงที่สั้นที่สุด ฉะนั้นจึงต้องมีกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยากในการตัดสินใจ และผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณออกมา เส้นทางที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้นมา อาจไม่ได้มีเพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น จึงต้องมีการแก้ปัญหากันต่อไปว่าคำตอบที่ได้ซึ่งเป็นเซตของเส้นทางที่สอดคล้อง (Extreme nondominated paths) นั้น [16] เส้นทางใดควรได้รับการเลือก เป็นหน้าที่ของผู้ใช้ระบบ

วิธีการดำเนินการเพื่อให้ได้เซตของ Extreme nondominated paths (บทความบางฉบับเรียกว่า Noninferior solution set) เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจอธิบาย

ตามตัวอย่างดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 Network ตัวอย่าง

จากตัวอย่าง Network ทั้งหมดมี 6 node ด้วยกัน และมี path ถึงกัน แต่ละ path มี weight อยู่ 2 ตัว ตัวแรกบ่งบอกถึงระยะทาง, ตัวที่สองบ่งบอกถึงค่าใช้จ่าย ช่วงระหว่าง node ใดไม่มี path ถึงกัน ก็จะไม่มีการมี weight

จากจุดเริ่มต้น (origin) ใด ๆ ถึงจุดสิ้นสุด (destination) จะมีเส้นทางไปได้หลายทางด้วยกัน แต่เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์สองประการคือ ต้องการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด และ เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดด้วย ในที่นี้สมมติจุดเริ่มต้น คือ 1 จุดสิ้นสุด คือ 6 และตั้งสมมติฐานว่าระหว่างสองจุดใด ๆ จะมีเพียง 1 path เท่านั้น และ เริ่มแรกกำหนดค่าให้ทุกจุดมี weight สะสมจากจุดเริ่มต้นเป็น infinity, infinity

จาก จุด-1 สามารถที่จะเชื่อมต่อกับ จุด-2, จุด-3 สะสมค่าเก็บไว้ที่ จุด-2 จุด-3 ซึ่งทั้งสองจุดไม่มีจุดไหนดีกว่ากัน ระหว่าง 1-2 มี weight 5,1 แต่ระหว่าง 2-3 มี weight 4,2 ซึ่งไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ว่าอันไหนดีกว่า พิจารณา จุด-2 ก่อน

จาก จุด-2 สามารถที่จะเชื่อมต่อกับ จุด-1, จุด-3, จุด-4, จุด-5 ที่ จุด-1 เราจะไม่พิจารณาแล้ว เนื่องจากเป็นจุดที่เราผ่านการใช้เป็นหลักในการเชื่อมโยงไปยังจุดอื่น พิจารณาที่ จุด-3 ถ้าผ่านจาก จุด-2 จะได้ weight สะสมเท่ากับ 9,6 แต่ถ้าไม่ผ่านจุด-2 จะได้ weight แค่ 4,2 เมื่อนำ 4,2 เปรียบเทียบกับ 9,6 แล้วสามารถบอกได้ว่า 4,2 ดีกว่าเพราะ

น้อยกว่าทั้งสองหลัก สรุป ณ จุด-3 ไม่เลือกเส้นทางผ่าน จุด-2 ได้ weight สะสม 4,2 พิจารณา จุด-4 เริ่มแรกขณะนี้มีค่า infinity, infinity อยู่ เมื่อเชื่อมผ่านจาก จุด-2 จะได้ค่า weight เป็น 9,2 ซึ่ง 9,2 น้อยกว่า infinity, infinity จึงเลือกค่าผ่านจาก จุด-2 ได้ค่า weight สะสมขณะนี้ 9,2 พิจารณา จุด-5 ทางของเดียวกับ จุด-4 ได้ weight สะสมเท่ากับ 7,6

จาก จุด-3 สามารถที่จะเชื่อมต่อกับ จุด-1, จุด-2, จุด-4 ที่ จุด-1, จุด-2 เราจะไม่พิจารณาแล้ว เนื่องจากเป็นจุดที่เราผ่านการใช้เป็นหลักในการเชื่อมไปยังจุดอื่น พิจารณาที่ จุด-4 ถ้าผ่านจาก จุด-2 จะได้ weight สะสมเท่ากับ 9,2 แต่ถ้าเชื่อมผ่านจาก จุด-3 จะได้ weight สะสม 7,5 เมื่อนำ 9,2 เปรียบเทียบกับ 7,5 แล้วไม่สามารถบอกได้ว่าค่าใดดีกว่าเพราะ weight ทั้งสองคู่ต่างฝ่ายต่างมีค่าน้อย ค่ามาก คนละหลัก สรุป ณ จุด-4 เลือกเส้นทางมา จุด-4 ได้ 2 เส้นทางด้วยกัน คือ ผ่าน จุด-2 ได้ weight สะสม 9,2 และผ่าน จุด-3 ได้ weight สะสม 7,5

จาก จุด-4 สามารถที่จะเชื่อมต่อกับ จุด-2, จุด-3, จุด-5, จุด-6 ที่ จุด-2, จุด-3 เราจะไม่พิจารณาแล้ว เนื่องจากเป็นจุดที่เราผ่านการใช้เป็นหลักในการเชื่อมไปยังจุดอื่น พิจารณา ที่ จุด-5 ถ้าผ่านจาก จุด-2 จะได้ weight สะสมเท่ากับ 7,6 แต่ถ้าเชื่อมผ่านจาก จุด-4 จะได้ weight สะสม 10,10 เมื่อนำ 7,6 เปรียบเทียบกับ 10,10 จากเส้นทางที่ผ่าน จุด-2 ซึ่งได้ weight สะสม 7,6 เหมือนเดิม นั่นคือจะไม่เลือกเส้นทางใหม่ที่ผ่านมาจาก จุด-4 พิจารณา จุด-6 เริ่มแรกขณะนี้มีค่า weight infinity, infinity อยู่ เมื่อเชื่อมผ่านจาก จุด-4 จะได้ค่า weight เป็นสองค่าคือ 12,6 กับ 14,3 เนื่องจาก ณ จุด-4 มี weight อยู่สองค่าก่อนแล้ว คือ 7,5 กับ 9,2 เมื่อบวก weight เพิ่มเข้าไปอีก 5,1 จะได้เป็น 12,6 กับ 14,3 ดังกล่าว ซึ่งทั้งสองค่าไม่สามารถเปรียบเทียบได้ว่า weight ไหนดีกว่ากัน จึงเก็บไว้ทั้งสองค่า เช่นเดียวกับ จุด-4

จาก จุด-5 สามารถที่จะเชื่อมต่อกับ จุด-2, จุด-4, จุด-6 ที่ จุด-2, จุด-4 เราจะไม่พิจารณาแล้ว เนื่องจากเป็นจุดที่เราผ่านการใช้เป็นหลักในการเชื่อมไปยังจุดอื่น พิจารณาที่ จุด-6 ถ้าผ่านจาก จุด-4 จะได้ weight สะสมเท่ากับ 12,6 กับ 14,3 แต่ถ้าเชื่อมผ่านจาก จุด-5 จะได้ weight สะสม 11,8 เมื่อนำ 12,6 14,3 และ 11,8 เปรียบเทียบกันแล้วไม่สามารถสรุปได้ว่า weight ไหนดีกว่ากัน จึงเก็บไว้ทั้งสามค่า นั่นคือ จากจุดเริ่มต้น จุด-1 มาถึงจุดสิ้นสุด คือ จุด-6 มีเส้นทางที่มาได้ที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์สองประการ 3 เส้นทาง

ด้วยกัน คือ

เส้นทางที่ 1 1-3-4-6 weight เท่ากับ 12,6

เส้นทางที่ 2 1-2-4-6 weight เท่ากับ 14,3

เส้นทางที่ 3 1-2-5-6 weight เท่ากับ 11,8

ทั้ง 3 เส้นทางที่ได้นี้ เรียกว่า Extreme nondominated paths

หรือ Noninferior solution set

พิจารณาสรุปขั้นตอนการได้เส้นทางมา ดังนี้

$$G_1 = \{(0,0)\}$$

$$G_2 = \{(5,1)\}$$

$$G_3 = \text{Ext} \{(4,2), (4,5)+(5,1)\} = \{(4,2)\}$$

$$G_4 = \text{Ext} \{(3,3)+(4,2), (4,1)+(5,1)\} = \{(7,5), (9,2)\}$$

$$G_5 = \text{Ext} \{(3,5)+(7,5), (3,5)+(9,2), (2,5)+(5,1)\} = \{(7,6)\}$$

$$G_6 = \text{Ext} \{(5,1)+(7,5), (5,1)+(9,2), (4,2)+(7,6)\} = \{(12,6), (14,3), (11,8)\}$$

Ext : operation ที่ใช้เลือก Extreme nondominate points

ผลลัพธ์ที่ได้จะมีมากกว่าหนึ่งเส้นทาง จึงต้องให้ผู้ใช้ทำการตัดสินใจเอาเองว่าจะเลือกเส้นทางใดก็ได้ ตามเหตุผลของงานนั้นๆ

2.4 การอินเทอร์เฟซภาษาซี กับ คลิปเปอร์

ภาษาซี กับ คลิปเปอร์ มีความเกี่ยวข้องกันมาตั้งแต่กำเนิดอยู่แล้ว เพราะว่า คลิปเปอร์เองนั้น เขียนขึ้นมาจากภาษาซี และคอมไพล์ด้วย ไมโครซอฟท์ ซี เวอร์ชัน 5.1 ดังนั้น ผู้ที่ผลิตคลิปเปอร์ขึ้นมาจึงแนะนำว่า ซี ที่เหมาะสมจะมาอินเทอร์เฟซกับคลิปเปอร์ ควรจะคอมไพล์ด้วยไมโครซอฟท์ ซี 5.1 เหตุผลที่มีการนำภาษาซี มาอินเทอร์เฟซด้วยก็คือ ความต้องการความเร็วในการทำงาน ซึ่งงานบางชนิดไม่สามารถใช้ฟังก์ชันของคลิปเปอร์ได้ เนื่องจากว่าช้าเกินไป เหตุผลอื่นๆ ก็ได้แก่ความจำเป็นที่จะต้องเขียนโปรแกรมไปควบคุมฮาร์ดแวร์พิเศษๆ บางตัวซึ่งคลิปเปอร์ ไม่มีฟังก์ชันสนับสนุน ฯลฯ

2.4.1 คลิปเปอร์

คลิปเปอร์ เป็นภาษาที่ไม่มีการเจาะจงชนิดของตัวแปรที่แน่นอน การเก็บข้อมูลภายในของคลิปเปอร์นั้น จะมองเห็นข้อมูลเป็นหน่วยที่ใช้เก็บข้อมูลขนาดเล็ก ที่มีขนาดแน่นอนตัวหนึ่งๆ เรียกว่า VALUE ไม่ว่าข้อมูลแบบไหนก็จะเก็บไว้ใน VALUE นี้ ปัญหาคือ VALUE แต่ละตัวมีขนาดเท่ากันหมด แต่ว่าข้อมูลที่จะเก็บใน VALUE มีขนาดต่างกัน ข้อมูลบางชนิดมีขนาดใหญ่กว่า VALUE และ VALUE สามารถเก็บข้อมูลเหล่านี้ โดยการเข้ารหัสข้อมูลให้มีรูปแบบเป็นไปตามชนิดของข้อมูลนั้นๆ ก่อน แล้วนำไปเก็บใน VALUE เช่น ถ้าเป็นจำนวนเต็ม ค่านี้จะถูกเข้ารหัสและเก็บใน VALUE โดยตรง แต่ถ้าเป็นสตริงที่มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถเก็บค่าลงใน VALUE โดยตรงได้ ค่าที่เก็บใน VALUE ก็จะเป็นค่าพอยเตอร์อ้างอิงตำแหน่งข้อมูลของสตริงแทน จากวิธีนี้ทำให้สามารถมองเห็นข้อมูลทุกชนิดได้ในรูปของค่า VALUE

สำหรับการส่งผ่านข้อมูลระหว่างฟังก์ชันของคลิปเปอร์ จะทำโดยผ่านหน่วยความจำส่วนที่คลิปเปอร์เตรียมขึ้น เรียกว่า Eval Stack ซึ่งก็เหมือนกับหน่วยความจำ STACK ทั่วไป คือ ข้อมูลที่เข้าไปก่อนจะอยู่ข้างใน และถูกซ้อนทับด้วยข้อมูลที่เข้าไปทีหลัง ในการที่จะเอาข้อมูลออกมา ก็จะต้องเอาตัวที่อยู่บนสุด หรือตัวที่ถูกใส่เข้าไปหลังสุดออกมาก่อน ค่าที่อยู่ใน Eval Stack นี้ ก็ได้แก่ โอเพอร์แรนด์ค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน และค่าตัวทดสอบชั่วคราวที่เก็บไว้ในขณะที่กำลังทำงานฟังก์ชันนั้นๆ อยู่ ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้อยู่ในรูปของ VALUE นั่นคือเมื่อมองเข้าไป Eval Stack ก็จะเห็น VALUE วางเรียงกัน พารามิเตอร์ที่ส่งผ่านไปยังฟังก์ชันจะเรียงอยู่ใน Eval Stack ตามลำดับ เมื่อทำงานเสร็จก็จะรีเทิร์นค่ากลับออกมาทางเดิม คือ Eval Stack

2.4.2 ภาษาซี

ปกติเมื่อเขียนโปรแกรมภาษาซี และมีการเรียกใช้ฟังก์ชันในไลบรารีมาตรฐานของคอมไพเลอร์ จะต้องมีการเรียกใช้ไฟล์เฮดเดอร์ (ประเภทไฟล์ .h) ในตอนต้นโปรแกรมก่อน ภายในไฟล์เฮดเดอร์ จะประกอบด้วยโปรโตไทป์ของฟังก์ชันต่างๆ ในไลบรารี โปรโตไทป์ก็คือลักษณะของฟังก์ชันที่ต้องประกาศให้คอมไพเลอร์รู้ก่อนคอมไพล์ เปรียบเสมือนประตูนำไปสู่ฟังก์ชัน

ในการเขียนฟังก์ชันภาษาซี เพื่ออินเทอร์เฟซเข้ากับคลิปเปอร์ ในโปรแกรมภาษาซี ต้องมีการเรียกใช้เฮดเดอร์ไฟล์เหมือนกัน แต่เป็นเฮดเดอร์เพิ่มเติมของข้อมูลที่จะต้องใช้ในการอินเทอร์เฟซกับ คลิปเปอร์ ไฟล์นี้มีชื่อว่า EXTEND.H

2.4.3 คลิปเปอร์รวมกับภาษาซี

วิธีการอินเทอร์เฟซกัน ระหว่าง คลิปเปอร์ กับ ภาษาซี คือ เขียนโปรแกรม คลิปเปอร์ ที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซี หัวใจสำคัญของงานนี้ คือ การส่งผ่าน พารามิเตอร์ไปกลับระหว่างโมดูลของคลิปเปอร์ กับภาษาซี โดยส่วนเมนอนุญาตที่คลิปเปอร์ และ คลิปเปอร์ จะเป็นผู้จัดสรรทรัพยากรต่างๆ ให้กับโปรแกรมภาษาซี

ขั้นตอนการอินเทอร์เฟซ เริ่มจากการให้โปรแกรมคลิปเปอร์ ซึ่งเป็นโปรแกรม หลักเรียกใช้ฟังก์ชันภายนอกที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซี โดยมีการส่งพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้ไปให้ ในรูปของวงเล็บ เช่นเดียวกับโปรแกรมธรรมดา ภายในฟังก์ชันของภาษาซี จะเรียกใช้ฟังก์ชัน ภายในไลบรารีของคลิปเปอร์ อีกทีหนึ่ง ฟังก์ชันภายในเหล่านี้ได้แก่ ฟังก์ชันที่บอกค่าหรือสถานะ ของพารามิเตอร์แต่ละตัวที่คลิปเปอร์ ส่งมาฟังก์ชันภาษาซี จะเห็นได้ว่าการรับส่งค่าและสถานะ ของพารามิเตอร์ ระหว่างภาษาซีกับคลิปเปอร์ จะไม่เป็นการส่งผ่านโดยตรง เหมือนอย่าง ที่สามารถทำได้ในการเรียกใช้ ระหว่างฟังก์ชันภาษาซีด้วยกันเอง (การส่งผ่านพารามิเตอร์ใน กรณีของ คลิปเปอร์ ผ่าน Eval Stack ไม่ใช่สแต็กของ DOS โดยตรง)

2.4.4 บอกรณหรือจำนวนพารามิเตอร์ที่ส่งให้ฟังก์ชันภาษาซี

คลิปเปอร์ไม่สนใจในชนิดของตัวแปร แต่ในภาษาซีจำเป็นต้องจัดการกับข้อมูลและ ตัวแปรอย่างระมัดระวัง ฟังก์ชันในกลุ่มนี้จะทำหน้าที่ช่วยตรวจสอบ จำนวนและชนิดของพารามิเตอร์ ที่คลิปเปอร์ส่งให้กับฟังก์ชันที่เราเขียนขึ้นด้วยภาษาซี ทำให้สามารถป้องกันและหลีกเลี่ยง ความผิดพลาด อันเนื่องมาจากการส่งค่าผิดชนิดเข้าไป ซึ่งอาจทำให้ผลลัพธ์ที่ส่งออกมาไม่ถูกต้อง ฟังก์ชันในกลุ่มนี้มี

`__Parinfo(int, unsigned int)` ฟังก์ชันนี้ใช้ตรวจสอบข้อมูลแบบอาร์เรย์ โดย จะให้ค่าเป็นชนิดของข้อมูลในอาร์เรย์ หรืออาจจะเป็นจำนวน element ของอาร์เรย์ (ขึ้นอยู่กับ พารามิเตอร์ที่ใส่เข้าไป) พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันก็คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ ที่ คลิปเปอร์ ส่งให้กับฟังก์ชันภาษาซี ตัวที่ต้องตรวจสอบพารามิเตอร์ส่วนที่สองของฟังก์ชันนี้ คือ ธรรมชาติของอาร์เรย์ (ค่าที่บอกว่าเป็นสมาชิกตัวที่เท่าไรของอาร์เรย์)

`__Parinfo(int)` ฟังก์ชันนี้จะบอกข้อมูลเกี่ยวกับพารามิเตอร์ ที่คลิปเปอร์ ส่ง ให้กับฟังก์ชันภาษาซี โดยการส่งค่าลำดับที่ของพารามิเตอร์ที่จะตรวจสอบให้กับฟังก์ชัน ถ้าส่งค่า 0 เข้าไป ฟังก์ชันจะส่งค่าพารามิเตอร์ที่ คลิปเปอร์ ส่งให้กับภาษาซี กลับออกมาแทน

2.4.5 บอกคุณลักษณะของพารามิเตอร์ที่ส่งเข้ามาในภาษาซี

ฟังก์ชันเหล่านี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากเราไม่รู้ว่ ข้อมูลที่คลิบเปอร์ส่งให้ นั้นเป็นข้อมูลแบบไหน ซึ่งถ้าเราส่งข้อมูลผิดชนิดเข้าไป อาจทำให้ฟังก์ชันภาษาซี ทำงานผิด และได้ค่าที่ส่งกลับของฟังก์ชันไม่ถูกต้อง พารามิเตอร์ที่ส่งให้กับฟังก์ชันข้างล่างนี้ ตัวแรก คือลำดับที่ของพารามิเตอร์ ที่ คลิบเปอร์ ส่งให้ภาษาซี ซึ่งผู้เรียกใช้ฟังก์ชันข้างล่างนี้ จะเป็นผู้กำหนด ส่วนตัวที่สอง คือดัชนีของอาร์เรย์ของพารามิเตอร์ตัวนั้น (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์) โดยจะเป็นการผ่านค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ คลิบเปอร์ ส่งให้ มาเป็นค่าส่งคืนของฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้

`__ParC(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่าพอยเตอร์ ที่ชี้ไปที่ข้อมูลชนิดตัวอักษรที่ คลิบเปอร์ ส่งให้โดยที่พอยเตอร์จะอยู่ในรูปแบบเช็กเมนต์/ออฟเซต พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้ คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ ที่ คลิบเปอร์ส่งมาให้ (พารามิเตอร์ตัวนี้เป็นสตริง) และพารามิเตอร์ตัวที่สอง คือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นข้อมูลแบบอาร์เรย์)

`__ParCLen(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่าความยาวของสตริง โดยที่สตริงนั้นไม่รวมตัวปิดท้าย (null) นั่นคือ ฟังก์ชันนี้จะหาความยาวโดยการนับสตริงจนกระทั่งพบ null พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ซึ่งเป็นสตริง ที่คลิบเปอร์ส่งมาให้ และพารามิเตอร์ตัวที่สองคือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์)

`__ParDs(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่าของวันที่ ตามแบบฟอร์ม YYYYMMDD โดยอยู่ในรูปของสตริงที่มี null ปิดท้าย พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้ คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นสตริงที่ คลิบเปอร์ ส่งมาให้ และพารามิเตอร์ตัวที่สอง คือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์)

`__ParL(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่า 0 สำหรับค่า true ของคลิบเปอร์ พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ซึ่งเป็นสตริงที่คลิบเปอร์ส่งมาให้ และพารามิเตอร์ตัวที่สองคือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์)

`__ParND(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่าตัวเลขจำนวนเต็ม โดยเป็นแบบ double ในภาษาซี พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้ คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ซึ่งเป็นสตริงที่คลิบเปอร์ส่งมาให้ และพารามิเตอร์ตัวที่สองคือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์)

`__ParNI(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่าตัวเลขจำนวนเต็ม โดยเป็นแบบ int ในภาษาซี พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้ คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ ซึ่งเป็น

สตริงที่คลิบเปอร์ส่งมาให้ และพารามิเตอร์ตัวที่สองคือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์)

`__ParNL(int[,unsign int])` ฟังก์ชันนี้จะให้ค่าตัวเลขโดยเป็นแบบ long ในภาษาซี พารามิเตอร์ตัวแรกของฟังก์ชันนี้ คือ ลำดับที่ของพารามิเตอร์ซึ่งเป็นสตริง ที่คลิบเปอร์ส่งมาให้ และพารามิเตอร์ตัวที่สอง คือ อาร์เรย์อินเด็กซ์ (ในกรณีที่เป็นตัวแปรอาร์เรย์)

2.4.6 ฟังก์ชันที่ใช้ส่งค่าคืนให้กับคลิบเปอร์

ฟังก์ชันเหล่านี้จะส่งค่ากลับให้ คลิบเปอร์ โดยระบุชนิดของค่าตามแบบฉบับของ ภาษาซี ที่จะส่งโดยการเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสม ทำให้คลิบเปอร์รับทราบและจัดการกับค่าที่ ภาษาซีส่งคืนให้ได้อย่างเหมาะสม เป็นจุดหนึ่งที่เราจะเห็นความแตกต่าง เมื่อเทียบกับการรีเทิร์น ค่าธรรมดาในโปรแกรมภาษาซี

`__RetC(far pointer)` ฟังก์ชันนี้ส่งค่าสตริง ตามที่พอยเตอร์ที่เป็นอินพุตของ ฟังก์ชันนี้ ชี้ไปที่ให้กับคลิบเปอร์ ฟังก์ชันนี้จะรู้ว่าสตริงนั้นจะยาวเท่าไรได้โดยการตรวจหา null ซึ่งเป็นตัวปิดท้ายสตริง

`__RetClen(far pointer, unsign int)` ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ `__RetC()` แต่ฟังก์ชัน `__RetC()` ไม่สามารถส่งสตริงที่ประกอบด้วย null ได้ เนื่องจากว่าจะมอง null เป็นตัวปิดท้ายสตริง ดังนั้นจึงต้องใช้ `__RetClen()` แทน ซึ่งฟังก์ชันนี้ต้องการพารามิเตอร์เพิ่มอีกหนึ่งตัวคือ พารามิเตอร์ตัวที่สองซึ่งบอกถึงความยาวของสตริงที่จะส่งคืนให้คลิบเปอร์

`__RetDS(far pointer)` ฟังก์ชันนี้ส่งค่าพอยเตอร์ที่ชี้ไปยังสตริงของวันที่ในรูป แบบ YYYYMMDD ถ้าหากว่าสตริงที่พอยเตอร์นี้ชี้ไม่อยู่ในรูปแบบ YYYYMMDD นี้ ค่าที่ส่งออกไปก็จะเป็น blank (ว่างเปล่า)

`__RetL(int)` ฟังก์ชันนี้ส่งค่า true หรือ false ให้กับคลิบเปอร์ โดยถ้า อินพุตพารามิเตอร์เป็น 0 ค่าที่ส่งออกไปจะเป็นค่า false และถ้าเป็นค่าอื่น ๆ ค่าที่ส่งออกไป จะเป็น true

`__RetND(double int)` ฟังก์ชันนี้จะส่งคืนค่าที่เป็นจำนวนเต็ม double ให้กับคลิบเปอร์

`__RetNI(int)` ฟังก์ชันนี้จะส่งคืนค่าที่เป็นจำนวนเต็ม int ให้กับคลิบเปอร์

`__RetNL(long)` ฟังก์ชันนี้จะส่งคืนค่าที่เป็นชนิดจำนวนเต็ม long ให้กับคลิบเปอร์

`__Ret()` ฟังก์ชันนี้ใช้เมื่อไม่ต้องการส่งค่าอะไรคืนให้กับคลิบเปอร์

บทที่ 3

การส่งกำลังบำรุงทางทหาร

การปฏิบัติงานทางทหาร ประกอบด้วยงานหลักๆ ที่สำคัญ และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

- ส่วนรบ
- ส่วนสนับสนุนการรบ
- ส่วนสนับสนุนการช่วยรบ : หมายถึงการปฏิบัติงานทั้งปวงที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนการปฏิบัติงานทางทหารดังกล่าวแล้ว ซึ่งประกอบด้วยงาน 3 ประเภท คือ

- การส่งกำลังบำรุง
- การกำลังพล
- กิจการพลเรือน

3.1 การส่งกำลังบำรุง (Logistics)

เป็นงานทางการช่วยรบแบบหนึ่ง ในความหมายโดยทั่วไปคือ ศาสตร์ในการวางแผนการดำเนินการเคลื่อนย้าย หรือการสนับสนุนต่อกำลังรบ และหน่วยช่วยรบทั้งปวง

ความสำคัญของการส่งกำลังบำรุง หน่วยทหารจะปฏิบัติการรบได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และดำรงชีพอยู่ได้นั้น จะต้องรับการสนับสนุน ทางด้านการส่งกำลังบำรุงอย่างเพียงพอ และต่อเนื่อง ทั้งยามปกติและภาวะสงคราม ดังนโปเลียนกล่าวว่า "กองทัพเดินด้วยท้อง" และในสงครามสมัยใหม่ กองทัพไหนสามารถเคลื่อนย้ายกำลังได้รวดเร็ว กองทัพนั้นย่อมจะรบชนะ

วัตถุประสงค์ของการส่งกำลังบำรุง เพื่อให้กำลังส่วนต่างๆ ได้รับการตอบสนองในเรื่อง การส่งกำลัง การขนส่ง การซ่อมบำรุง การบริการและสิ่งอำนวยความสะดวกตามความจำเป็นแก่หน่วย เพื่อให้หน่วยทำการรบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยึดมั่นในหลักการส่งกำลังบำรุง ด้วยการให้การสนับสนุนไปข้างหน้า ทั้งในด้านการส่งกำลังและการซ่อมบำรุง

การดำเนินงานด้านส่งกำลังบำรุงที่จะให้ผลสมความมุ่งหมายนั้น จะต้องจัดทำให้เป็นระบบหรือเป็นขบวนการ ระบบส่งกำลังบำรุงก็คือ ขบวนการอันหนึ่งที่จะหาสิ่งอุปกรณ์ให้หน่วยทหาร ตามที่ต้องการอย่างพอเพียงและทันเวลา อีกทั้งจะต้องดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง และยาวนาน

3.2 การขนส่ง (Transportation)

การขนส่ง เป็นงานกึ่งหนึ่งของการส่งกำลังบำรุง พันธกิจของการขนส่ง ก็คือ การจัดให้มีการเคลื่อนย้ายกำลังพลและยุทโธปกรณ์ จากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง รวมทั้ง ทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ทางสะเทินน้ำสะเทินบก และทางท่อ การขนส่งตามอัตรากิจการ และที่สมทบให้กับหน่วยสำหรับการส่งกำลังบำรุงนั้น อาจนำมาใช้สำหรับการเคลื่อนย้ายหน่วยทหาร ในทางยุทธวิธีได้ ต้องพิจารณาเกี่ยวกับการวางกำลัง และที่ตั้งทางยุทธวิธี ระเบียบในการ จราจร การควบคุมการจราจร รวมถึงการกำหนดชั้นของเส้นทาง และการกำหนดมาตรการ ที่จะนำเอาถนน และ สะพานที่มีอยู่มาใช้ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด ก็จะรวมอยู่ในเรื่องของการขนส่งด้วย

ท่านผู้รู้กล่าวไว้ว่า "THE BATTLE IS FOUGHT AT THE END OF THE SUPPLY LINE" สายการส่งกำลังบำรุงจะยืดออกไปได้ไกลเท่าใด ย่อมขึ้นอยู่กับ "การบริการขนส่ง" บรรดาสิ่งๆ ที่ช่วยให้กิจกรรมของระบบการส่งกำลังบำรุง และการจัดหน่วยงานดำเนินการ ไปอย่างได้ผลต้องอาศัยระบบการขนส่ง การบริการขนส่งก่อให้เกิดการใช้สถานที่ให้เป็นประโยชน์ โดยการเคลื่อนย้ายยุทธภัณฑ์ จากพื้นที่ที่มียุทธภัณฑ์น้อย ไปยังพื้นที่ที่ต้องการใช้ประโยชน์ เพื่อมั่นใจว่า ยุทธภัณฑ์ได้เคลื่อนไปสู่สถานที่ที่กำหนดตามเวลาที่ต้องการ บริการขนส่งเป็นบริการที่ไม่มีตัวตน ไม่สามารถจะเก็บสะสมไว้ได้ เมื่อขอมาต้องใช้ทันที

ความจริงเป็น ที่ต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกทางด้านการขนส่งอย่างเพียงพอ สำหรับการเคลื่อนย้ายกำลังพลและสิ่งอุปกรณ์นั้น เป็นสิ่งที่มองข้ามเสียไม่ได้ การขาดเครื่องมือขนส่งที่มีประสิทธิภาพแล้ว ย่อมก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการทหารอย่างยิ่ง การปฏิบัติทางการทหาร นอกจากจะมีความสำคัญในยามสงบต่อความสมบูรณ์ทางเศรษฐกิจแล้ว ในยามสงคราม หรือภาวะฉุกเฉินระบบการขนส่ง ยิ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

การจัดงานขนส่งทางด้านการทหารนั้น แตกต่างกับการจัดงานขนส่งด้านพลเรือน ซึ่งมีอยู่บ้างในบางประการ เป็นต้นว่ามีการจัดส่งสิ่งอุปกรณ์จำนวนมากมายโดยทางราชการทหาร ซึ่งไม่เคยพบเห็นในการขนส่งด้านการค้า ที่ตั้งทางการทหารมักอยู่ห่างไกลจากแหล่งอุตสาหกรรม และ การขนส่งบางครั้งก็อยู่นอกเหนืออัตราค่าขนส่งของฝ่ายพลเรือน ทั้งนี้เนื่องจากข้อพิจารณา เรื่องการป้องกันประเทศ ย่อมอยู่นอกเหนือสิ่งอื่นใดนั่นเอง การขนส่งทางทหาร จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับความต้องการทางทหาร ซึ่งต้องการความอ่อนตัวเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการกำหนดเส้นทาง

ลักษณะอันพึงประสงค์ของการเคลื่อนย้าย

- ถึงตำบลที่ต้องการ
- ทันเวลาที่กำหนด
- อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย

3.3 ปัจจัยพิจารณาเส้นทางส่งกำลังบำรุง

ปัจจัยในการพิจารณาต่างๆ มีผลต่อ ความเร็วในการเดินทางให้ทันเวลา, ความปลอดภัยจากการข่มโจมตี, ความปลอดภัยจากอุบัติเหตุ แต่ละปัจจัยมีความสำคัญมากน้อยต่างกัน สรุปมาเป็นหัวข้อปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

3.3.1 ความกว้างของถนน (กว้าง : WIDTH) พิจารณาขบวนรถไปได้หรือไม่

1. ได้ : ความกว้างของถนนช่วงที่แคบที่สุด $>$ ความกว้างของรถที่กว้างสุด
2. ไม่ได้ : ความกว้างของถนนช่วงที่แคบที่สุด $\leq$ ความกว้างของรถที่กว้างสุด

3.3.2 การรับน้ำหนักของถนน (น้ำหนัก : WEIGHT) ช่วงใด

1. ได้ : การรับน้ำหนักส่วนที่รับได้น้อยที่สุด $>$ น้ำหนักของรถ คันที่หนักที่สุด
2. ไม่ได้ : การรับน้ำหนักส่วนที่รับได้น้อยที่สุด $\leq$ น้ำหนักของรถ คันที่หนักที่สุด

3.3.3 สถานการณ์ชายแดน (สถานการณ์ : EVENT)

1. จุกเงิน : มีการรบเกิดขึ้นแล้ว อยู่ในขั้นป้องกันชายแดน, ขึ้นยับยั้ง, ขึ้นรุกโต้ตอบ
2. เตรียม : เตรียมพร้อม
3. ปกติ : ในภาวะปกติ

3.3.4 ความพร้อมรบของฝ่ายตรงข้าม (พร้อมรบ : ENEMY)

1. 80-100 : ฝ่ายตรงข้ามมีความพร้อมรบ $> 80 \%$
2. 50-80 : ฝ่ายตรงข้ามมีความพร้อมรบ 50-80 %
3. 00-50 : ฝ่ายตรงข้ามมีความพร้อมรบ $< 50 \%$

3.3.5 ที่ตั้งหน่วยทหาร (ที่ตั้ง : PLACE) ระดับหน่วยทหารที่รับผิดชอบถนนช่วงดังกล่าว

1. พล : อยู่ในรัศมีความรับผิดชอบของ กองพล
2. กรม : อยู่ในรัศมีความรับผิดชอบของ กรม
3. พัน : อยู่ในรัศมีความรับผิดชอบของ กองพัน, กองร้อย, หมวด

3.3.6 ระยะห่างจากชายแดน (ชายแดน : BORDER) ของถนนช่วงดังกล่าว

1. เขตหลัง : ในระยะ > 50 km. ไม่อยู่ในรัศมีการทำลายของ บ.
2. อันตราย : ในระยะ 25-50 km. อยู่ในรัศมีการทำลายของ บ.หนัก
3. เขตหน้า : ในระยะ < 25 km. อยู่ในรัศมีการทำลายของ บ.ทุกชนิด, ค.

3.3.7 สภาพภูมิประเทศ (ภูมิประเทศ : TERRAIN) เพื่อพิจารณาความยากง่ายในการขุดเจาะ

1. ขุดยาก : 2 พากเส้นทาง > 70 % ขุดชนหนาแน่น, ที่ราบ, โลงแจ้ง
2. ขุดได้ : 2 พากเส้นทาง 35-70 % เป็นป่า, เขา
3. ขุดง่าย : 2 พากเส้นทาง > 70 % เป็นป่า, เขา

3.3.8 ลำดับชั้นถนน (ถนน : ROAD)

1. หลัก : เส้นทางส่งกำลังบำรุงหลัก
พื้นผิวแข็งแรง, เรียบ, รับน้ำหนักไม่จำกัด, กว้าง ≥ 6.50 m.
2. สารรอง : เส้นทางส่งกำลังบำรุงสารรอง
พื้นผิวแข็งแรง, เรียบ, รับน้ำหนักไม่จำกัด, กว้าง ≥ 6.00 m.
3. จำเป็น : เส้นทางส่งกำลังบำรุงกรณีจำเป็น
พื้นผิวแข็ง, ใช้ได้ตามฤดูกาล, รับน้ำหนักจำกัด, กว้าง > 5.00 m.

3.3.9 ความคับคั่งของการจราจร (คับคั่ง : TRAFFIC) ในช่วงถนนดังกล่าว

- 1.เบาบาง : มียานพาหนะ ใช้ผิวการจราจรน้อย ประมาณ 120 วินาที/คัน
- 2.ปานกลาง : มียานพาหนะ ใช้ผิวการจราจรปานกลาง " 60 วินาที/คัน
- 3.สูง : มียานพาหนะ ใช้ผิวการจราจรมาก " 30 วินาที/คัน

3.3.10 สภาพถนน (สภาพ : SHAPE) รูปร่างเป็นอุปสรรคในการขนส่งเพียงใด

1. ตรง : ถนนค่อนข้างเป็นเส้นตรง
2. โค้ง : ถนนค่อนข้างเป็นเส้นโค้ง
3. คด : ถนนค่อนข้างคดเคี้ยว

3.3.11 ลมฟ้าอากาศ (ฤดู : WHETHER)

1. ดี : อยู่ในฤดูกาล ไม่เป็นอุปสรรคในการส่งกำลัง
2. ไม่ดี : อยู่ในฤดูกาล ที่เป็นอุปสรรคในการส่งกำลัง

3.3.12 เวลาเดินทาง (เวลา : TIME)

1. วัน : ตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้น ถึง พระอาทิตย์ตก
2. คืน : ตั้งแต่พระอาทิตย์ตก ถึง พระอาทิตย์ขึ้น

3.3.13 ความยาวขบวนรถ (ขบวน : LONG) พิจารณาในการควบคุมดูแล,การใช้ความเร็ว

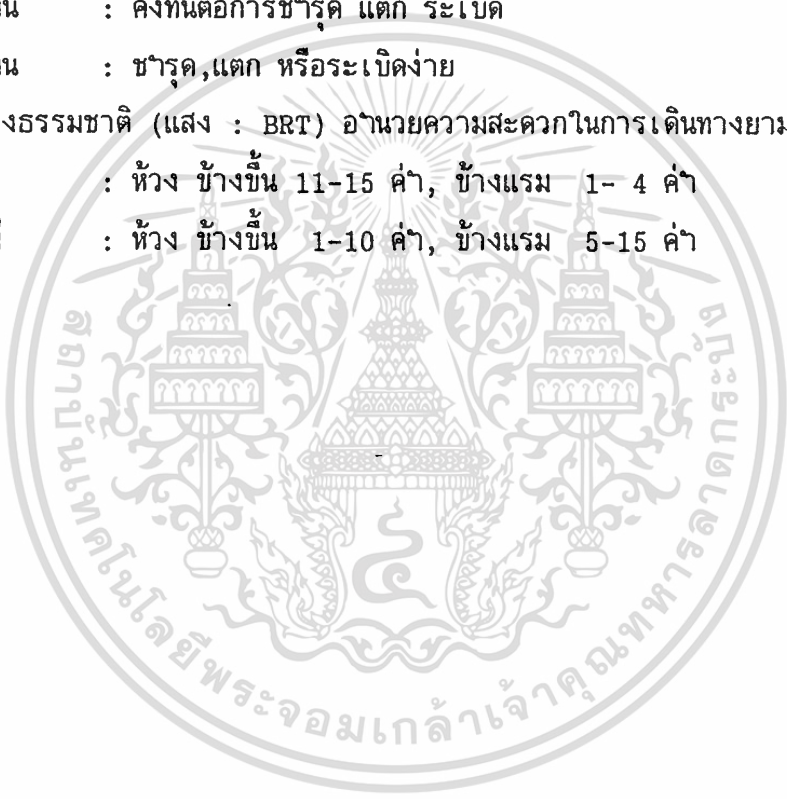
1. สั้น : ขบวนรถยาว ประมาณ 8 คันลงมา
2. ยาว : ขบวนรถยาว ตั้งแต่ 8 คันขึ้นไป

3.3.14 ชนิดสิ่งอุปกรณ์ (อุปกรณ์ : SP) ส่งผลต่อการใช้ความเร็ว, ชั้นถนนที่ใช้สัญจร

1. คงทน : คงทนต่อการชำรุด แตก ระเบิด
2. ไม่ทน : ชำรุด,แตก หรือระเบิดง่าย

3.3.15 แสงสว่างธรรมชาติ (แสง : BRT) อำนาจความสะดวกในการเดินทางยามค่ำคืน

1. มี : ห้าง ข้างขึ้น 11-15 ค่า, ข้างแรม 1- 4 ค่า
2. ไม่มี : ห้าง ข้างขึ้น 1-10 ค่า, ข้างแรม 5-15 ค่า



บทที่ 4

สถาปัตยกรรมระบบ

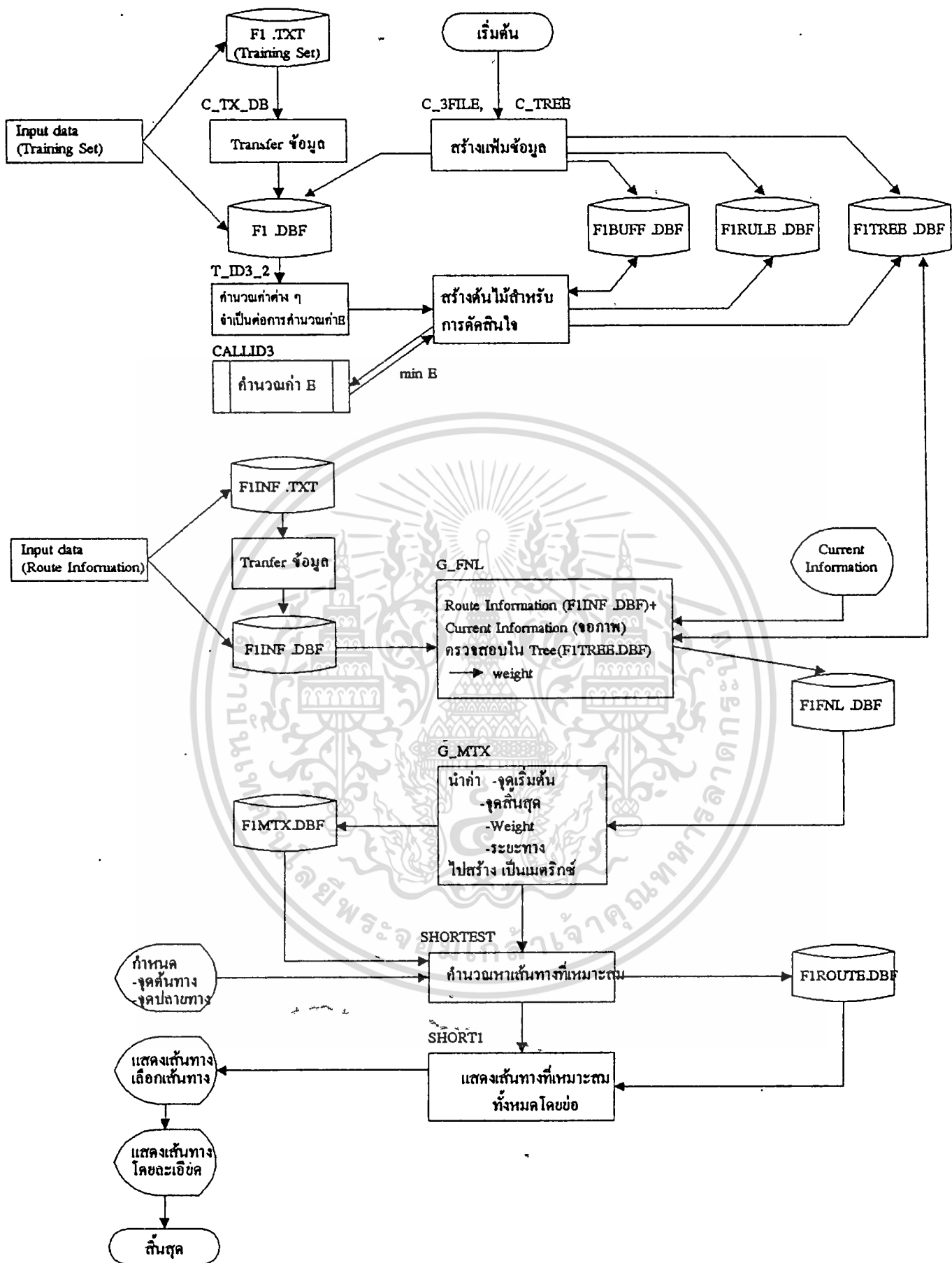
(System Architecture)

4.1 องค์ประกอบของระบบ

องค์ประกอบต่างๆ แสดงได้ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานออกเป็นข้อๆ ดังจะกล่าวต่อไป

1. สร้างแฟ้มข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบ โดยเรียกใช้โมดูลดังนี้
 - C_3FILE สร้างแฟ้ม F1.DBF, F1BUFF.DBF, F1RULE.DBF
 - C_FNL " F1FNL .DBF
 - C_INF " F1INF .DBF
 - C_TREE " F1TREE .DBF
 - C_ROUTE " F1ROUTE.DBF
 - ส่วน F1MTX .DBF จะถูกสร้างขึ้นมาโดยอัตโนมัติขณะ Execute ระบบ
 - และ F1.TXT, F1INF.TXT จะสร้างโดยตรงขณะ เรียกใช้ Editor ใส่ข้อมูล
2. ใส่ข้อมูล Training Set ลงในแฟ้ม F1.TXT โดยผ่าน Editor หรือ โดยใส่ข้อมูล Training Set ลงในแฟ้ม F1.DBF โดยตรงก็ได้ แต่จะไม่สะดวก หลังจากใส่ข้อมูลลงในแฟ้ม F1.TXT แล้วทำการ Transfer ข้อมูล ไปยัง F1.DBF โดยเรียกใช้ โมดูล C_TX_DB
3. ทำการอุปมานกฎโดยวิธีการของไอดีทรี (ID3 Technique) แฟ้มข้อมูลที่จะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ F1.DBF, F1BUFF.DBF, F1RULE.DBF, F1TREE.DBF โมดูลที่ทำงานในขั้นตอนนี้ คือ T_ID3, T_ID3_1, T_ID3_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 โครงสร้างของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- และ CALLID3 (ฟังก์ชันภาษาซี) แฟ้มข้อมูลเข้า คือ F1.DBF ส่วนแฟ้มข้อมูลออก คือ F1RULE.DBF และ F1TREE.DBF . ซึ่งจะถูกนำไปใช้งานต่อไป
4. ใส่ข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางทั้งหมดที่ได้กำหนดขอบเขตไว้ก่อนแล้ว ลงในแฟ้มข้อมูล F1INF.TXT หรือจะใส่ลงในแฟ้ม F1INF.DBF โดยตรงก็ได้ อาจจะซ้ำบ้าง หลังจากใส่ข้อมูลลงในแฟ้ม F1INF.TXT แล้วทำการ Transfer ไปยัง F1INF.DBF โดยเรียกใช้โมดูล C_TX_DB
 5. โมดูล G_FNL จะนำข้อมูลที่เป็น Route Information (F1INF.DBF) และ นำข้อมูลที่เป็น Current Information (รับค่าจากจอภาพ) ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ และเงื่อนไขปัจจุบัน มาทำการตรวจสอบเงื่อนไขของกฎ ซึ่งเก็บเป็นฐานความรู้ใน Tree (F1TREE.DBF) โดยตรวจสอบไล่เรียงลำดับจาก Root Node และไล่ไปตาม value ที่สอดคล้องกับ link ของ Tree จนกระทั่งสิ้นสุดถึงปลาย ก็จะได้ Leaf Node ซึ่งเก็บค่า weight ที่เราต้องการ และทำการไล่ไปตาม Tree วนองเดียวกันนี้ ไปจนหมด ครบทุกช่วงของเส้นทาง แล้วนำค่า weight นั้นไปเก็บลงในแฟ้ม F1FNL.DBF ซึ่งแฟ้มนี้จะเก็บข้อมูลที่สมบูรณ์ในตัวมันเอง สามารถนำไปใช้ทำงานในขั้นต่อไป
 6. โมดูล G_MTX จะนำข้อมูลจากแฟ้ม F1FNL.DBF เฉพาะ Field จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด, ระยะทาง, weight เท่านั้น มาสร้างอยู่ในฐานองเดียวกับเมตริกซ์ แล้วทำการสร้างแฟ้มข้อมูล F1MTX.DBF มาทำการเก็บข้อมูลดังกล่าว
 7. ทำการคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการ โดยใช้หลักการของ Multiple Objective Shortest Paths โดยเรียกใช้ โมดูล SHORTEST ในขั้นตอนนี้จะให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดเลือก จุดเริ่มต้น (Origin) และ จุดสิ้นสุด (Destination) โดยการรับข้อมูลเข้าทางจอภาพ พร้อมทั้งนำข้อมูลจากแฟ้ม F1MTX.DBF มาใช้ในขั้นตอนการคำนวณ เมื่อได้คำตอบออกมา ซึ่งมีเส้นทางที่สอดคล้องตามเงื่อนไขหลายทาง ก็จะถูกนำไปเก็บลงในแฟ้ม F1ROUTE.DBF ซึ่งในแฟ้มนี้จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ตำแหน่งจุดที่ผ่าน weight สะสม, ระยะทางสะสม เพื่อจะได้นำไปใช้งานต่อไป

8. แสดงเส้นทางที่สอดคล้องตามเงื่อนไขทั้งหมดที่เป็นไปได้ สามารถเลือกดูเส้นทางที่ต้องการจริงๆ ได้ ก็จะแสดงเส้นทางให้เห็นว่า เส้นทางดังกล่าวนั้นผ่านจุดใดบ้าง weight และระยะทางเป็นเท่าใด

4.2 แฟ้มข้อมูล

แฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในระบบนี้ ได้แก่

- F1 .TXT : เก็บ Training Set เพื่อความง่ายในการใส่ข้อมูลเริ่มแรก จึงใส่ในลักษณะของ Text File หลังจากใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว Transfer ไปยัง DBF File
- F1 .DBF : เก็บ Training Set เป็นส่วนที่จะนำไปใช้จริง ข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ในรูปของ code และจะนำไปสร้างเป็น Tree ใช้เก็บฐานความรู้ต่อไป
- F1BUFF .DBF : ใช้เป็นที่เก็บค่าตัวแปรต่างๆ ในระหว่างการทำงานของระบบและสร้าง Tree แฟ้มนี้ไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป สามารถลบทิ้งได้
- F1RULE .DBF : เก็บฐานความรู้ ซึ่งได้ผ่านขั้นตอนของการอุปมาภพ ด้วยวิธีการของโอคิตีร์ เก็บอยู่ในรูปของ rule มีเงื่อนไขสอดคล้องตาม field ต่างๆ สามารถนำไปใช้กับ Expert Shell อื่นๆ ได้
- F1TREE .DBF : ข้อมูลที่เก็บจะเหมือนกัน F1RULE.DBF แต่เพื่อสะดวกสำหรับการนำไปใช้งานต่อไปในระบบนี้ ลักษณะการเก็บข้อมูลจึงต่างออกไป นั่นคือ โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลจะเอื้ออำนวยต่อการเก็บฐานความรู้ ในรูปของ Tree อย่างยิ่ง มีแอทริบิวต์ตาม node และมี value ตาม link

- F1INF .TXT : เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางแต่ละช่วงระหว่างจุดตัดหนึ่ง ถึงอีกจุดตัดหนึ่ง นั่นคือ เส้นทางถนนแต่ละสายอาจจะถูกแบ่งเป็นหลายช่วง ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นจริงของเส้นทางนั้นๆ เพื่อความง่ายในการใส่ข้อมูลเริ่มแรก จึงใส่ในลักษณะของ Text File หลังจากใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว Transfer ไปยัง DBF File
- F1INF .DBF : เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทาง เป็นส่วนที่จะนำไปใช้จริงต่อไป
- F1FNL .DBF : เก็บข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ของเส้นทาง ตามสภาพการณ์และเงื่อนไขปัจจุบัน ที่ผู้ใช้ระบบได้กำหนดขึ้น นั่นคือ ได้จากนำข้อมูลเส้นทางจาก F1INF.DBF + ข้อมูลสภาพการณ์และเงื่อนไขปัจจุบัน (Current Information: จากจอภาพ) ไปตรวจสอบเงื่อนไขฐานความรู้ ซึ่งเก็บอยู่ในรูปของกฎใน Tree (F1TREE.DBF) ทำการตรวจสอบกับ Tree ครบทุกเงื่อนไขที่เป็นไปได้จนถึง Leaf node ก็จะได้ Weight ที่ต้องการ
- F1MTX .DBF : นำข้อมูลจาก F1FNL.DBF เฉพาะ จุดเริ่มต้น, จุดสิ้นสุด, Weight และ ระยะทาง มาเก็บในลักษณะตารางเดียวกับ Matrix เพื่อความง่าย และ สะดวกในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ที่ต้องการ
- F1ROUTE.DBF : เก็บข้อมูลที่เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่ต้องการ เป็นข้อมูลสุดท้ายที่จะตอบคำถามแก่ผู้ใช้ ซึ่งเส้นทางที่ได้จะมีมากกว่าหนึ่งเส้นทาง เส้นทางที่ได้นี้ ได้มาจากการนำข้อมูลจาก F1MTX.DBF คำนวณหา Optimal Two-Objective Shortest Path มาเก็บเป็นเส้นทาง
- F1NAME .DBF : เก็บข้อมูลเฉพาะตำแหน่งจุดตัดใดๆ (Node) พร้อมทั้งชื่อหมู่บ้าน ณ ตำแหน่งจุดตัดนั้นๆ

4.3 ไมคูลหลัก

ไมคูลหลัก เป็นไมคูลที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ ถูกเรียกใช้โดยตรงขณะ Execute

```

PROG.....PROG1.....EDITOR
                                C_TX_DB
                                PROG_DBU...BROWSE
                                PROG_DBU...BROWSE
                                PROG15
                                PROG16
                                T_ID3.....T_ID3_1....CALLID3
                                T_ID3_2
                                PROG2.....EDITOR
                                C_TX_DB
                                PROG_DBU...BROWSE
                                PROG24
                                PROG3.....G_FNL
                                PROG4.....G_MTX
                                PROG5.....SHORTEST...SHORT1

```

การทำงานของไมคูลต่างๆ

PROG : แสดงสารบัญหลัก ตรวจสอบรหัสผ่าน ใส่ชื่อเพิ่มข้อมูล

PROG1 : แสดงสารบัญย่อย TRAINING SET

PROG2 : แสดงสารบัญย่อย ROUTE INFORMATION

PROG3 : ใส่ข้อมูล CURRENT INFORMATION

 แล้วเรียกใช้ G_FNL

PROG4 : เรียกใช้ G_MTX

PROG5 : แสดงจุดเชื่อมต่อต่างๆ ให้เลือกจุดเริ่มต้น (Origin) และจุดสิ้นสุด (Destination)

 เรียกใช้ SHORTEST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROG_DBU; เรียกใช้ UTILITY เพื่อ BROWSE ปรับปรุงแก้ไขข้อมูล
 C_TX_DB : โปรแกรม convert จาก TXT File ไปเป็น DBF File
 T_ID3 : โปรแกรม Rule Induction เก็บอยู่ในรูปของ Tree
 ใช้หลักการของ ID3 Technique
 T_ID3_1 : ขบวนการสร้าง Tree ที่สลับซับซ้อน ใช้หลักการ Recursive
 T_ID3_2 : ขบวนการตัดต่อตารางที่เก็บ Training Set และคำนวณค่าตัวแปร
 ต่างๆ ที่จำเป็นในการคำนวณหาค่า E เพื่อสร้าง Tree
 CALLID3 : เป็นฟังก์ชันภาษาซี หาหน้าที่คำนวณค่า E
 ถูกเรียกใช้โดย T_ID3_1
 G_FNL : นำข้อมูล Current Information + Route Information
 ไปตรวจสอบเงื่อนไขใน Tree (FITREE.DBF)
 ได้ Weight และ ระยะทาง เก็บไว้ที่ F1FNL.DBF
 G_MTX : สร้างแฟ้ม เก็บ Weight และ ระยะทาง ในลักษณะ MATRIX
 F1FNL.DBF(Input) --> F1MTX.DBF(Output)
 SHORTEST: เลือกจุดตัดทาง-ปลายทาง เพื่อให้ระบบคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสม
 SHORT1 : ถูกเรียกใช้โดย SHORTEST

4.4 ไมคุลอย้อย

ไมคุลอย้อย เป็นไมคุลที่อำนวยความสะดวกในการสร้างแฟ้มข้อมูล ได้แก่

C_3FILE : สร้าง F1.DBF, F1BUFF.DBF, F1RULE.DBF
 C_FNL : " F1FNL .DBF
 C_INF : " F1INF .DBF
 C_TREE : " FITREE .DBF
 C_ROUTE : " F1ROUTE.DBF

บทที่ 5

การจัดทาระบบ

(System Implementation)

5.1 โปรแกรมไอดีทรี

โปรแกรมไอดีทรี ได้พัฒนาขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1. โปรแกรมใน Microsoft C Version 5.1

เป็นส่วนที่คำนวณค่า $E(A)$ โดยเฉพาะ จำเป็นต้องใช้ความเร็วในการทำงานมาก จึงได้พัฒนาภาษา ซี จะถูกเรียกใช้งานจากโปรแกรมส่วนที่ 2 และส่งค่า $E(A)$ ที่น้อยที่สุด กลับสู่โปรแกรมส่วนที่ 2 เพื่อเซ็ทให้เป็น รุทโหนด หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนเหมือนกัน จนได้ค่าต่างๆ เป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สมบูรณ์

2. โปรแกรมใน Clipper 5.2

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างแฟ้มข้อมูลเพื่อเก็บตารางชุดตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยในเรื่องต่างๆ มีการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแฟ้มข้อมูลค่อนข้างมาก จึงมีความจำเป็นต้องทำบน Clipper ซึ่งอำนวยความสะดวกในเรื่องนี้อยู่แล้วโปรแกรมส่วนนี้ ทำหน้าที่ สร้างแฟ้มข้อมูล, นำข้อมูลเข้าตาราง, นับจำนวนบรรทัด คำนวณค่าต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการคำนวณค่า $E(A)$ ในส่วนที่ 1

โปรแกรมส่วนที่ 1 มีรายละเอียด ดังนี้

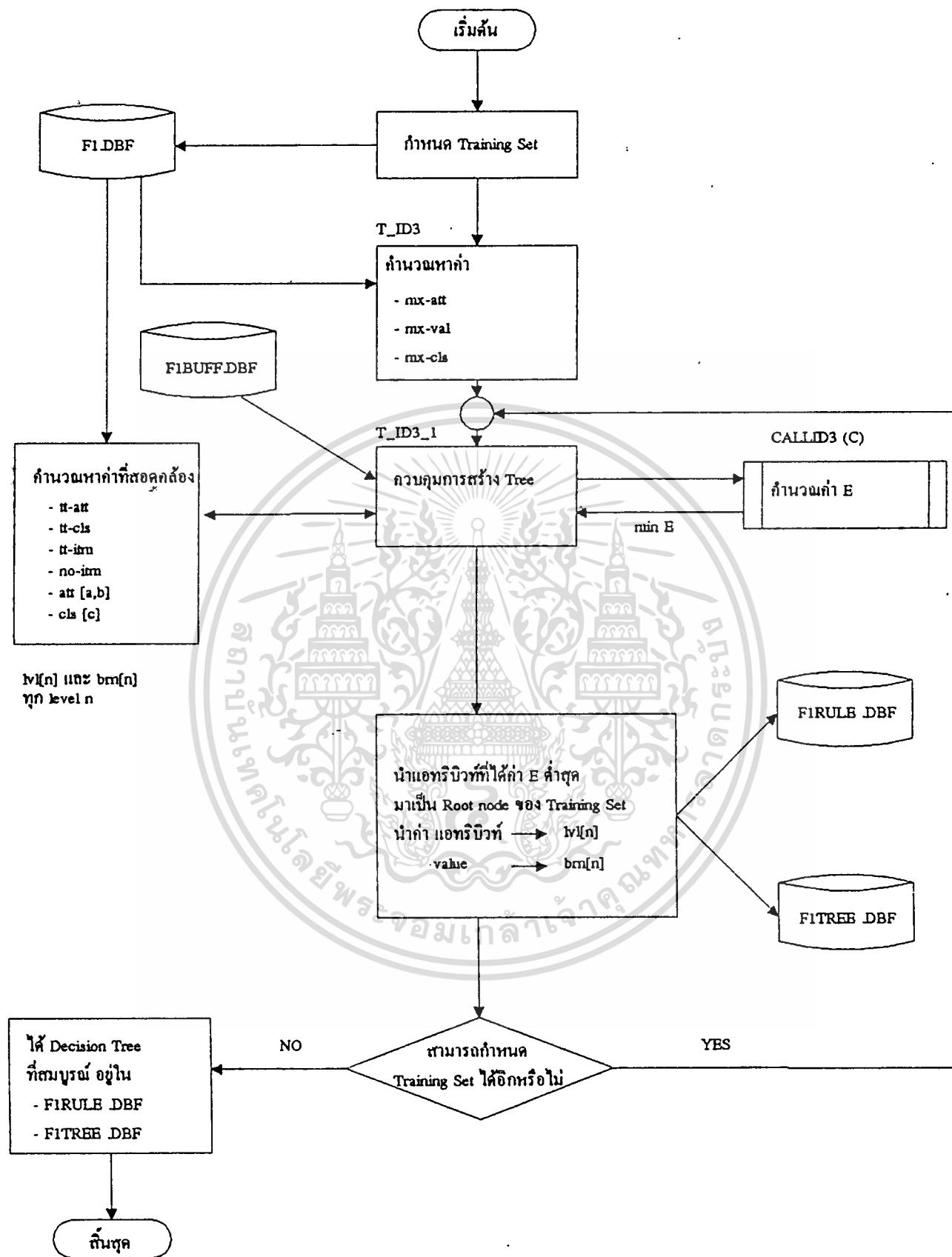
- | | |
|---|--|
| C | <ul style="list-style-type: none"> - รับค่าต่างๆ จาก Clipper - คำนวณค่า $E(A)$ ของทุก Attribute - เลือกค่า $E(A)$ ที่น้อยที่สุด <li style="padding-left: 20px;">กรณีที่ค่า $E(A)$ ที่น้อยที่สุด มีมากกว่า 1 ค่า ให้เลือกเรียงลำดับของ Attribute - ส่งค่าของ Attribute ที่ถูกเลือกกลับไปยัง Clipper |
|---|--|

โปรแกรมส่วนที่ 2 มีรายละเอียด ดังนี้

เริ่มต้น

- ขั้นที่ 1. Clipper - สร้างแฟ้มข้อมูลเก็บตารางชุดตัวอย่าง
- นำข้อมูลลงเก็บในแฟ้มข้อมูล
- ขั้นที่ 2. Clipper - คำนวณค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวณค่า $E(A)$
.. จำนวน Record ของชุดฝึกหัด
.. จำนวน Attribute ของชุดฝึกหัด
.. จำนวน Value (ค่า) ของแต่ละ Attribute ของชุดฝึกหัด
.. จำนวน Class ของชุดฝึกหัด
.. เก็บ ชื่อของค่า (Value_name) ไว้
.. ส่งค่าต่างๆ ไปยัง C
- เรียกใช้ โปรแกรมส่วนที่ 1
- ขั้นที่ 3. Clipper - รับค่าของ Attribute ที่ส่งมาจาก C
- กำหนดให้ค่าเป็น รุทโหนด
- กำหนดชุดฝึกหัดใหม่
.. ตัด Attribute ที่เป็น รุทโหนดที่ถูกเลือกแล้ว ใน C ทิ้งไป
.. พิจารณาเฉพาะ Value ของรุทโหนด ตามลำดับ
เพื่อลดจำนวน Record ของชุดฝึกหัดใหม่
เพื่อนำไปคำนวณหารุทโหนดย่อย ต่อไป
- ได้ชุดฝึกหัดย่อย นำไปคำนวณค่าต่างๆ เพื่อคำนวณหา $E(A)$
กลับไปยัง ขั้นที่ 2

ทำขั้นที่ 2-3 จนกว่าจะหมดชุดฝึกหัด และจะได้ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สมบูรณ์



รูปที่ 5.1 ID3 Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรม แสดงได้ดังรูปที่ 5.1 และจะได้อธิบายรายละเอียดเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หลังจากที่ได้ใส่ข้อมูล Training Set ลงในแฟ้ม F1.DBF

2. คำนวณค่า

mx_att : จำนวนแอทริบิวต์ทั้งหมด

mx_val : จำนวน value ของแอทริบิวต์ ที่มีจำนวน value มากที่สุด

mx_cls : จำนวน class ทั้งหมดของ

เพื่อนำไปกำหนดสร้าง array ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณต่อไป

ทำโดยโมดูล T_ID3

3. โมดูล T_ID3_1 เป็นตัวควบคุมการวนลูป โดยเรียกใช้โมดูล T_ID3_2 และ โมดูล CALLID3 (เป็นฟังก์ชันภาษาซี) ซึ่งมีตัวแปรที่ชื่อว่า lvl[n], brn[n]เป็นตัวบอกว่าขณะนี้อยู่ level ใด แอทริบิวต์ไหน และแต่ละ level link กันด้วย value ใด

4. โมดูล T_ID3_2 คำนวณค่าต่างๆ ดังนี้ เพื่อส่งให้กับโมดูล T_ID3

tt_att : จำนวนแอทริบิวต์ของ Training Set ย่อย

tt_cls : จำนวน class ของ Training Set ย่อย

tt_itm : จำนวน record ทั้งหมดของ Training Set ย่อย

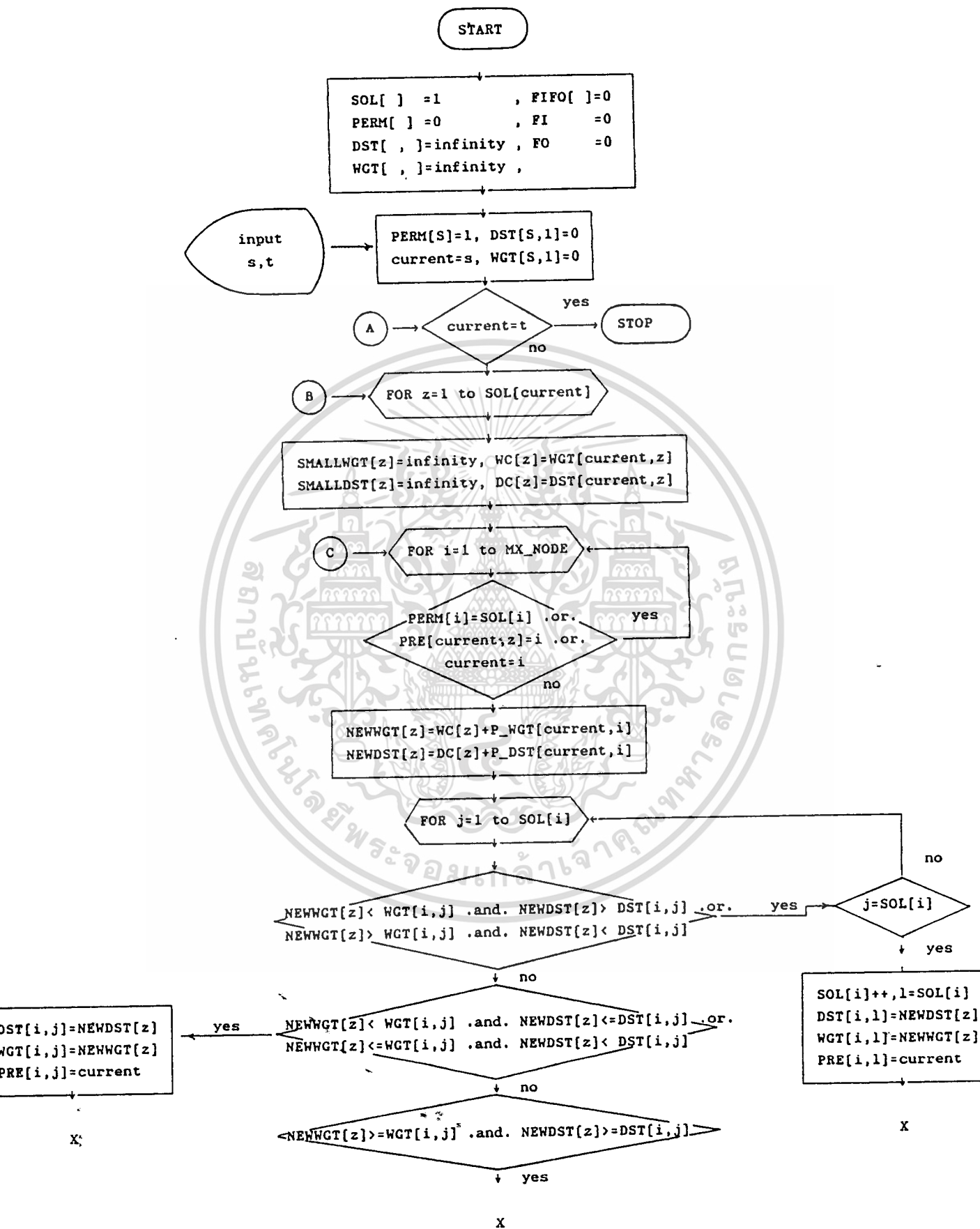
att[a,b] : ชื่อ value ของ แต่ละแอทริบิวต์ เรียงลำดับ value

cls[c] : ชื่อ class เรียงตามลำดับ class

no_itm[a,b,c]: จำนวน record ที่สอดคล้องตาม แอทริบิวต์, value, class เรียงตามลำดับ โดยการตรวจสอบให้แอทริบิวต์ สอดคล้องกับ lvl[n] ต่างๆและ value ของแอทริบิวต์ สอดคล้องกับ brn[n] ของ lvl[n]

a	ในที่นี้คือ ลำดับของ แอทรिवิวท์
b	" ลำดับของ value
c	" ลำดับของ class
n	" ลำดับชั้นที่ ของ level

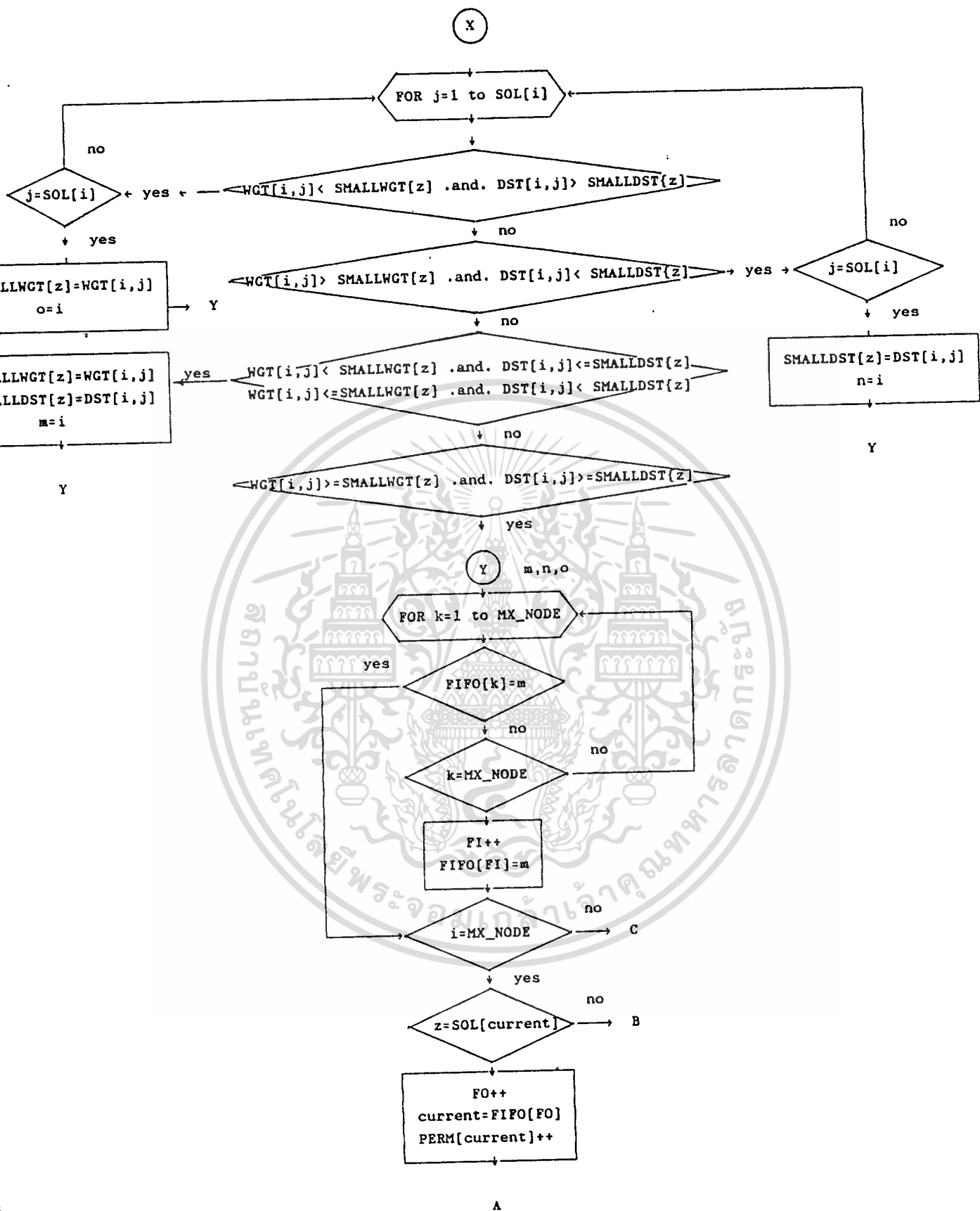
5. นำค่าต่างๆ ที่ได้จากโมดูล T_ID3_2 ไปคำนวณหาค่า E ต่อไป ในโมดูล CALLID3 นำค่า E ของแอทรिवิวท์ต่างๆ มาทำการเปรียบเทียบเพื่อคัดเลือกต้องการเฉพาะแอทรिवิวท์ที่มีค่า E ต่ำสุดเพียงแอทรिवิวท์เดียวเท่านั้น ถ้าหากมีแอทรिवิวท์หลายแอทรिवิวท์ที่มีค่า E ต่ำสุดเท่ากัน ให้เลือกเพียงแอทรिवิวท์เดียว อาจจะพิจารณาเรียงตามลำดับแอทรिवิวท์ก็ได้
6. นำแอทรिवิวท์ที่มีค่าต่ำสุดมาเป็น Root Node และ เก็บชื่อแอทรिवิวท์นั้นไว้ในตัวแปร lvl[n] ตามลำดับ level n แล้วพิจารณาที่ละ value ตามลำดับเก็บค่า value นั้นลงใน brn[n] ตามลำดับ level n ด้วย ขณะเดียวกันก็เก็บชื่อแอทรिवิวท์ และ value ลงใน Tree ในแฟ้ม F1RULE.DBF และแฟ้ม F1TREE.DBF
7. กำหนดขอบเขตของ Training Set ย่อยให้เล็กลงตามลำดับ ให้สอดคล้องกับ lvl[n], brn[n] ตั้งแต่ Root level จนถึง level ปัจจุบัน แล้วทำการคำนวณหาค่าแอทรिवิวท์ที่จะมาเป็น Root ของ Training Set ย่อย โดยการกลับไปทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไป วนลูบทวนองเดียวกันนั้นจนกระทั่งเหลือ Training Set. ที่มีค่า class เพียง class เดียวเท่านั้น นั่นคือ class นั้น เป็น Leaf node ซึ่งก็คือ weight นั้นเอง ทำเช่นนั้นจนกระทั่งครบทุกกิ่งของต้นไม้ ก็จะได้ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สมบูรณ์ ซึ่งเก็บฐานความรู้ โดยมี node ต่างๆ เก็บชื่อแอทรिवิวท์ และกิ่ง(link) เก็บค่า value ของแอทรिवิวท์ node ที่เป็น level สุดท้ายของกิ่งนั้น จะเก็บ weight



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5.2 TWO OBJECTIVE SHORTEST PATH FLOWCHART (1)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.2 โปรแกรมหาเส้นทางที่เหมาะสม

แสดงได้ดังรูปที่ 5.2, 5.3 และจะได้อธิบายรายละเอียดเป็นขั้นๆ ดังนี้

1. เพิ่มข้อมูลที่นำมาใช้ในส่วนตอนนั้นคือ F1MTX.DBF ซึ่งประกอบด้วย จุดเริ่มต้น, จุดสิ้นสุด, weight, ระยะทาง

2. กำหนดตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรดังนี้

s : บอกจุดเริ่มต้น
 t : บอกจุดสิ้นสุด
 current : เป็นตัวบอกถึงภาวะปัจจุบันว่าใช้ node ใดเป็นจุดศูนย์กลาง ในการหาระยะทางสะสมจากจุดเริ่มต้น
 perm[n] : เป็นตัวบอกว่า node ใดบ้างที่เคยใช้เป็นศูนย์กลาง และ ถ้าเคยเป็น จะบอกว่าเป็นจำนวนกี่ครั้ง, n:node
 sol[n] : เป็นตัวบอกว่า node ใด มีเส้นทางที่มาจากจุดเริ่มต้น ที่เหมาะสมได้กี่ทาง ซึ่งก็คือ อาจจะเป็นกรณีใด กรณีหนึ่งดังนี้
 weight ต่ำ และ ระยะทาง สั้น
 weight ต่ำ และ ระยะทาง ยาว
 weight สูง และ ระยะทาง สั้น
 fifo[] : เป็นตัวแปรที่ใช้ในการเก็บค่าใดๆ ชั่วคราว ซึ่งเก็บใน ลักษณะของ Queue (first in first out) ค่าที่เก็บ คือเลข node ที่จะมีการใช้เป็นจุดศูนย์กลาง ในรอบต่อไป
 fi : เป็นตัวบอกว่าขณะนี้ ข้อมูลใส่ใน Queue ถึงลำดับใดแล้ว
 fo : เป็นตัวบอกว่าขณะนี้ ข้อมูลที่ดึงออกมาจาก Queue ถึงลำดับใด
 wgt[n,b] : เป็นตัวแปรที่เก็บค่า weight สะสมจากจุดเริ่มต้นถึง node n, b ลำดับที่ของเส้นทางที่เหมาะสมจากจุดเริ่มต้น ถึง จุด n

$dst[n,b]$: เป็นตัวแปรที่เก็บค่า ระยะทาง สะสมจากจุดเริ่มต้น ถึง node n และเป็น ระยะทางสะสมของเส้นทางลำดับที่ b
 $smallwgt[b]$: เป็นตัวเก็บค่า weight ที่ต่ำที่สุด ของเส้นทางลำดับที่ b เมื่อเริ่มต้นเปลี่ยน node ที่เป็นจุดศูนย์กลาง ค่า $smallwgt$ จะถูกกำหนดเป็น infinity
 $smalldst[b]$: เป็นตัวเก็บค่า ระยะทางที่สั้นที่สุด ของเส้นทางลำดับที่ b เมื่อเริ่มต้นเปลี่ยน node ที่เป็นจุดศูนย์กลาง ค่า $smalldst$ จะถูกกำหนดเป็น infinity
 $newwgt[b]$: เป็นตัวแปรที่ใช้ในการสะสม weight จากจุดเริ่มต้น ถึง node ใดๆ ในเริ่มแรก ซึ่งอาจไม่ใช่ค่าที่ต่ำที่สุด
 $newdst[b]$: เป็นตัวแปรที่ใช้ในการสะสม ระยะทาง จากจุดเริ่มต้น ถึง node ใดๆ ในเริ่มแรก ซึ่งอาจไม่ใช่ค่าที่สั้นที่สุด
 $wc[b]$: เป็นตัวแปรที่ใช้หาค่าชั่วคราว ของค่า weight
 $dc[b]$: เป็นตัวแปรที่ใช้หาค่าชั่วคราว ของค่า ระยะทาง
 $pre[n,b]$: เป็นตัวบอกว่า node ที่อยู่ลำดับก่อน node n ในเส้นทางลำดับที่ b จากจุดเริ่มต้นนั้น คือ node ใด
 mx_node : เป็นตัวบอกค่าจำนวน node ทั้งหมด กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรต่างๆ ดังนี้
 $sol[n] = 1$
 $perm[n] = 0$
 $dst[n,b] = 0$
 $wgt[n,b] = 0$
 $fifo[n] = 0$
 $fi = 0$
 $fo = 0$

2. กำหนดจุดเริ่มต้นของการหาเส้นทาง ให้กับตัวแปร s

กำหนดจุดสิ้นสุด ให้กับตัวแปร t

ซึ่งทั้งสองค่า อาจจะรับมาจ่อจอภาพและ Execute ระบบก็ได้ และกำหนดค่า

$\text{perm}[s] = 1$ แสดงถึงว่าขณะนี้ ใช้ node s เป็นจุดศูนย์กลาง
 $\text{dst}[s, 1] = 0$
 $\text{wgt}[s, 1] = 0$
 $\text{current} = s$

3. ตรวจสอบเงื่อนไข ณ จุดนี้ว่า ถ้า $\text{current} = t$ แสดงว่าขณะนี้ การหาเส้นทางถึงจุดหมายปลายทางเรียบร้อยแล้ว เป็นอันว่า สิ้นสุดการทำงาน
4. กำหนดให้มีการทำงาน ให้มีจำนวนรอบ เท่ากับ จำนวนเส้นทางที่เหมาะสมที่ผ่าน ณ จุด current นี้
5. กำหนดค่า ให้กับตัวแปรต่างๆ ดังนี้

$\text{smallwgt}[b] = \text{infinity}$
 $\text{smalldst}[b] = \text{infinity}$
 $\text{wc}[b] = \text{wgt}[\text{current}, b]$
 $\text{dc}[b] = \text{dst}[\text{current}, b]$

b ในที่นี้ คือ ลำดับที่ของเส้นทางจากจุดเริ่มต้น
6. ณ ตำแหน่งที่ current เป็นจุดศูนย์กลาง ให้พิจารณา node ทั้งหมด ในระบบนี้ ถ้าตรงตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้ ให้เลิกการทำงานขั้นตอนต่อไป โดยให้ทำการพิจารณา node อื่นแทนที่

กรณี $\text{perm}[n] = \text{จำนวนเส้นทางที่เหมาะสมที่ผ่าน node } n$
 $\text{pre}[\text{current}, b] = n$ นั่นคือ node n เป็นทางผ่านก่อนจะมาถึง ณ ตำแหน่ง current ของเส้นทางลำดับที่ b
 $\text{current} = n$ นั่นคือ พิจารณาดำเนินงานนั่นเอง ซึ่งไม่จำเป็นต้อง
7. $\text{newwgt}[b] = \text{wc}[b] + \text{weight}$ ระหว่าง current ถึง n ใด
 $\text{newdst}[b] = \text{dc}[b] + \text{ระยะทาง}$ ระหว่าง current ถึง n ใด
 ซึ่งทั้ง weight และ ระยะทาง ได้มาจากแฟ้มข้อมูล F1MTX.DBF โดยตรง

8. ทำการตรวจสอบเงื่อนไข ให้ครบทุกเส้นทางที่เหมาะสม(b) ที่ผ่าน node n

- ถ้า $newwgt[b] < wgt[n,b]$ และ $newdst[b] < dst[n,b]$ หรือ
 $newwgt[b] < wgt[n,b]$ และ $newdst[b] = dst[n,b]$ หรือ
 $newwgt[b] = wgt[n,b]$ และ $newdst[b] < dst[n,b]$

ให้ทำการสับเปลี่ยนค่าดังนี้ นั่นคือเส้นทางใหม่นี้เหมาะสมกว่า

$wgt[n,b] = newwgt[n,b]$

$dst[n,b] = newdst[n,b]$

$pre[n,b] = current$ บอกว่า node ก่อนหน้า n คือ current

- ถ้า $newwgt[b] < wgt[n,b]$ และ $newdst[b] > dst[n,b]$ หรือ
 $newwgt[b] > wgt[n,b]$ และ $newdst[b] < dst[n,b]$

แสดงว่าได้เส้นทางใหม่ที่เหมาะสมเข้ามาอีกเส้นทางหนึ่ง

$sol[n]++$ เพิ่มจำนวนเส้นทางที่เหมาะสมขึ้นอีก 1

$wgt[b] = newwgt[n,b]$

$dst[b] = newdst[n,b]$

$pre[n,b] = current$

- ถ้า $newwgt[b] > wgt[n,b]$ และ $newdst[b] > dst[n,b]$ หรือ
 $newwgt[b] > wgt[n,b]$ และ $newdst[b] = dst[n,b]$ หรือ
 $newwgt[b] = wgt[n,b]$ และ $newdst[b] > dst[n,b]$

แสดงว่า เส้นทางใหม่ที่ได้นั้นไม่ดีกว่าของเดิม จึงไม่มีการเปลี่ยนค่าใดๆ

9. ทำการตรวจสอบเงื่อนไข ให้ครบทุกเส้นทางที่เหมาะสม(b) ที่ผ่าน node n

- ถ้า $wgt[n,b] < smallwgt[b]$ และ $dst[n,b] < smalldst[n,b]$
ทั้ง weight และ ระยะทาง ของ node n น้อยกว่า จึงสับเปลี่ยนทั้งสอง

$smallwgt[b] = wgt[n,b]$

$smalldst[b] = dst[n,b]$

แล้วนำค่า n ไปใส่ใน Queue $fifo[fi] = n$ เพื่อรอโอกาสต่อไปที่จะ

ใช้ node n เป็นศูนย์กลาง

- ถ้า $wgt[n,b] < smallwgt[b]$ และ $dst[n,b] > smalldst[n,b]$
 or $wgt[n,b] < smallwgt[b]$ และ $dst[n,b] = smalldst[n,b]$
 เฉพาะ weight เท่านั้นที่น้อยกว่า จึงสับเปลี่ยนเฉพาะ weight
 $smallwgt[b] = wgt[n,b]$
 แล้วนำค่า n ไปใส่ใน Queue $fifo[fi] = n$ เพื่อรอโอกาสต่อไปที่จะ
 ใช้ node n เป็นศูนย์กลาง

- ถ้า $wgt[n,b] > smallwgt[b]$ และ $dst[n,b] < smalldst[n,b]$
 or $wgt[n,b] = smallwgt[b]$ และ $dst[n,b] < smalldst[n,b]$
 เฉพาะ ระยะทางเท่านั้นที่น้อยกว่า จึงสับเปลี่ยนเฉพาะ ระยะทาง
 $smalldst[b] = dst[n,b]$
 แล้วนำค่า n ไปใส่ใน Queue $fifo[fi] = n$ เพื่อรอโอกาสต่อไปที่จะ
 ใช้ node n เป็นศูนย์กลาง

ทาบขั้นตอน 6-9 จนครบทุก node และครบทุกเส้นทางที่เหมาะสมของ node
 นั้น จึงจะทำการเป็น node ถัดไปที่อยู่ใน Queue มาเป็นจุดศูนย์กลางต่อไป
 จนกระทั่งสอดคล้องตามขั้นตอนที่ 3 ถึงจะสิ้นสุดการทำงาน ก็จะได้เส้นทาง
 ที่เหมาะสมดังที่ต้องการ

5.3 คู่มือการใช้งาน

การเรียกใช้ระบบ สามารถเรียกใช้ได้โดยการเรียกโปรแกรม prog.exe โดยการใส่ข้อความ "prog" แล้วกดปุ่ม Enter ก็จะมีปรากฏดังรูปที่ 5.4

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]
Enter Password [_____]
[Esc : EXIT]

รูปที่ 5.4 จอภาพแสดงการใส่รหัสผ่าน

ในรูป 5.4 ให้ทำการใส่รหัสผ่าน ในที่นี้ไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้กดปุ่ม SPACE BAR ครบ 6 ครั้ง แต่ถ้าใส่ผิดก็จะมีข้อความแสดงออกมา ให้ทำการใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้งจนกระทั่งใส่ถูกต้องก็จะผ่านขั้นตอนนี้ และจะได้จอภาพดังแสดงในรูปที่ 5.5

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]
Enter File_name
[Esc : EXIT]

รูปที่ 5.5 จอภาพแสดงการใส่ชื่อแฟ้มข้อมูล

ในจอภาพนี้ ให้ผู้ใช้ใส่ชื่อแฟ้มข้อมูล ที่เก็บข้อมูล Training set ใส่เฉพาะชื่อแฟ้มเท่านั้น อย่างในระบบนี้ ได้ใส่ข้อมูลจริงที่เป็น Training set ลงในแฟ้ม F1.DBF ก็ให้ใส่เฉพาะ "F1" เท่านั้นแล้วกดปุ่ม Enter ก็จะปรากฏจอภาพดังรูปที่ 5.6 แต่ถ้าเปลี่ยนใจต้องการออกจากระบบนี้ ให้กดปุ่ม Esc

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]
[MAIN MENU] 1. ID3....TRAINING SET 2. ROUTE...INFORMATION 3. CURRENT.INFORMATION 4. GENERATE.....MATRIX 5. SHORTEST.....PATH
Use ↑↓ & Enter or select no. ; Esc : EXIT

รูปที่ 5.6 จอภาพแสดงสารบัญหลักของระบบ

จอภาพนี้ มีหัวข้อให้เลือกปฏิบัติการได้ 5 หัวข้อดังนี้

1. ID3 Training Set : ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลชุดฝึกหัด แล้วทำการสร้างเป็น Decision Tree
2. Route Information : ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเกี่ยวกับถนนแต่ละช่วง พร้อมทั้งข้อมูล สภาพภูมิประเทศ และอื่นๆ ที่จำเป็น
3. Current Information: ใส่ข้อมูลที่เป็นภาวะการณ์ปัจจุบัน ได้แก่ สภาพลมฟ้าอากาศ สถานการณ์ปัจจุบัน ขวณขนส่ง เป็นต้น หน้า Current Information + Route

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information ตรวจสอบใน Decision Tree
เพื่อหา weight,ระยะทาง

4. Generate Matrix : รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ node บอกถึงการเชื่อม
กัน, พร้อมทั้ง weight,ระยะทาง ไปสร้างเป็น
Matrix เก็บลงในแฟ้มเฉพาะ
5. Shortest Path : หาเส้นทางที่เหมาะสม ที่มี weight,ระยะทาง
ต่ำสุด

สามารถเลือกหัวข้อใดก็ได้ ด้วยการกดปุ่ม

↑↓ เพื่อเลื่อนขึ้น-ลง ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเลือก หรือ กดหมายเลข แล้วทำ
การกดปุ่ม Enter ก็จะเป็นการเลือกหัวข้อนั้นๆ ถ้าเลือก

หัวข้อที่ 1 จะปรากฏจอภาพดังรูปที่ 5.7

" 2 " 5.12

" 3 " 5.17

" 4 จะไม่ปรากฏจอภาพใดๆ แต่จะสร้าง Matrix บ่งบอกการเชื่อมกัน
ของ node ต่างๆ

" 5 จะปรากฏจอภาพดังรูปที่ 5.18

ถ้ากดปุ่ม Esc ก็จะเป็นการออกจากระบบนี้ จบการทำงาน

จอภาพต่อไป ดังรูปที่ 5.7 แสดงหัวข้อต่างๆ ที่จะเลือกปฏิบัติการ เกี่ยวกับ
Training Set รวมทั้ง การสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ (Decision Tree)

หัวข้อที่ 1 ปรับปรุงแก้ไข Training Set ทำใน Text File โดยใช้ Editor

" 2 ทำการ Transfer ข้อมูล จาก Text File ไปยัง DBF File

" 3 ปรับปรุงแก้ไข Training Set ใน DBF File ผ่าน DBW BROWSE

" 4 ปรับปรุงแก้ไข Training Set ใน DBF File โดยใช้ โปรแกรม
ของระบบซึ่งบอกรายละเอียดความหมายของ code

" 5 ทำการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยใช้เทคนิคของไอดีทรี

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]
[ID3 TRAINING-SET] 1. INPUT DATA INTO TRAINING-SET ... TXT FILE 2. TRANSFER TRAINING-SET TO DBF FILE 3. MAINTENANCE TRAINING-SET DBU BROWSE 4. MAINTENANCE TRAINING-SET 1 REC/TIME 5. GENERATE TRAINING-SET --> ID3-TREE
Use ↑↓ & Enter or select no. ; Esc : EXIT

รูปที่ 5.7 จอภาพแสดงสารบัญย่อย Training Set

สามารถเลือกหัวข้อใดก็ได้ ด้วยการกดปุ่ม

↑↓ เพื่อเลื่อนขึ้น-ลง ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเลือก หรือ กดหมายเลข แล้วทำการกดปุ่ม Enter ก็จะเป็นการเลือกหัวข้อนั้นๆ ถ้าเลือก

หัวข้อที่ 1 จะปรากฏจอภาพดังรูปที่ 5.8

" 2 จะไม่ปรากฏจอภาพใดๆ จะทำการ Transfer ข้อมูลไป DBF File

" 3 " 5.9

" 4 " 5.10

" 5 จะไม่ปรากฏจอภาพใดๆ แต่จะทำการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

L 1      C 1      Ins Indent      c:\clipper5\thesis\fl.txt
111111111111111 1
211111112111111 5
311111113111111 9
411111121111111 2
511111122111111 6
611111123111111 10
711111131111111 3
811111132111111 7
911111133111111
101111211111111 2
111111211211111 6
121111211311111 10
131111212111111 3
141111212211111 7
151111212311111
161111213111111 4
171111213211111 8
181111213311111 12
191111311111111 3
201111311211111 7
211111311311111
221111312111111 4
231111312211111 8
241111312311111 12

```

รูปที่ 5.8 จอภาพแสดง Training Set ในรูป Text File

จอภาพนี้แสดงข้อมูลที่ค่อนข้างดูยาก แต่สะดวกในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มเติม, แก้ไขข้อมูล ก็สามารถทำได้โดยง่าย เมื่อทำเสร็จแล้ว การที่จะทำการ Transfer ข้อมูลไปยัง DBF File ก็ไม่ใช่เรื่องยาก และในระบบนี้ได้อำนวยความสะดวกให้อยู่แล้ว

การใช้ปุ่มต่างๆ ก็เหมือนกับ Editor โดยทั่วไป

- Esc สารบัญของ Editor
- Ctrl-Y ลบบรรทัด
- Alt-X + Y Save แล้วออกจาก Editor กลับสู่สารบัญย่อย Training Set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]

[MAINTENANCE FILE]

EX_NO WIDTH WEIGHT EVENT ENEMY PLACE BORDER TERR ROAD SHAPE TRAFF WHETH TIME

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1
10	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1
11	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1
13	1	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1
14	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
15	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1

Use ++ & Enter or select no. ; Esc : EXIT

รูปที่ 5.9 จอภาพแสดง Training Set ในรูป DBF File

จอภาพนี้ แสดงข้อมูลที่ดูง่ายขึ้น แต่การใส่ข้อมูลจะสะดวกน้อยกว่ารูปที่ 5.8 ก็
แล้วแต่ผู้ใช้จะเลือกปฏิบัติการ

เป็นการกระทำต่อแฟ้มข้อมูลโดยตรง หากต้องใส่ข้อมูลมากๆ ควรใช้วิธีการดังรูป

ที่ 5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]																		
[TRAINING-SET DATA]																		
[	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	:	CLASS]

[1: Ex_no]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
[2: Width]	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		5
[3: Weight]	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1		9
[4: Event]	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		2
[5: Enemy]	5	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1		6
[6: Place]	6	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1		10
[7: Border]	7	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1		3
[8: Terrain]	8	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1		7
[9: Road]	9	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1		11
[10: Shape]	10	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2
[11: Traffic]	11	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		6
[12: Whether]	12	1	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1		10
[13: Time]	13	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		3
[14: Long]	14	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1		7
[15: Sp]	15	1	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1		11
[16: Bright]	16	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1		4
[Esc:Exit PgUp/PgDn/++ :Move ENTER: Select for Maintenance]																		

รูปที่ 5.10 จอภาพแสดง Training Set ในรูปของ code

จอภาพนี้ แสดงข้อมูล Training Set โดยครบถ้วนทุกแอททริบิวต์ แต่ไม่สามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้ ในที่นี้ดูได้อย่างเดียว แต่ถ้าต้องการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลชุดใด ก็ให้ทำการเลื่อนแถบสว่างไปยังข้อมูลชุดนั้น แล้วกด Enter ก็จะแสดงได้ดังรูปที่ 5.11

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]									
[TRAINING-SET DATA]									
[1: Ex_no	[2]								
[2: Width : ความกว้าง	[1]	1: ผ่านได้	2: ไม่ได้						
[3: Weight : น้ำหนัก	[1]	1: ผ่านได้	2: ไม่ได้						
[4: Event : สถานการณ์	[1]	1: ลูกเดิน	2: เตรียม	3: บกดี					
[5: Enemy : ความพร้อมรบ	[1]	1: > 80%	2: 50-80%	3: < 50%					
[6: Place : ที่ตั้งทหาร	[1]	1: กองพล	2: กรม	3: กองพัน ลง ไป					
[7: Border : ห่างชายแดน	[1]	1: เขตหลัง	2: รัศมี	3: เขตหน้า					
[8: Terrain : ภูมิประเทศ	[1]	1: ชุ่มยาก	2: ชุ่มได้	3: ชุ่มง่าย					
[9: Road : ถนน	[2]	1: หลัก	2: สำรอง	3: จำเป็น					
[10: Shape : รูปร่าง	[1]	1: ตรง	2: โค้ง	3: คดเคี้ยว					
[11: Traffic : ความคับคั่ง	[1]	1:เบาบาง	2: ปานกลาง	3: สูง					
[12: Whether : ภูมิอากาศ	[1]	1: ดี	2: ไม่ดี						
[13: Time : เวลาเดินทาง	[1]	1: กลางวัน	2: กลางคืน						
[14: Long : ความยาวขบวน	[1]	1: สั้น	2: ยาว						
[15: Sp : สิ่งอุปการณ์	[1]	1: คงทน	2: ชำรุดง่าย						
[16: Bright : แสงสว่าง	[1]	1: มี	2: ไม่มี						
[Class : weight	[5]								
[Esc:Exit_F4:UPDATE_F5:DELETE_F6:ADD]									

รูปที่ 5.11 จอภาพแสดง Training Set ที่สื่อความหมายได้

จอภาพนี้ แสดงข้อมูลที่ดูง่ายเข้าใจได้ทันที เพราะว่ามีรายละเอียดว่า code ใด หมายถึงอะไร แต่การใส่ข้อมูลจะสะดวกน้อยมาก ใส่ข้อมูลได้ช้า ยิ่งถ้ามีข้อมูลหลายๆ ยิ่งรู้สึกว่ายาก แต่มีข้อดีในการเรียกดูข้อมูลสามารถสื่อความหมายได้ในตัวนั่นเอง ปุ่มใช้ได้ดังนี้

F4 : Update : แก้ไขข้อมูลทุก Fields แล้วกด F4

F5 : Delete : ลบข้อมูล โดยเลื่อนเลข Fields สุดท้ายไป แล้วกด F5

F6 : Add ; เพิ่มเติมข้อมูล ใส่ครบทุก Fields แล้วกด F6

Esc: Exit : ดอຍหลังจากจอภาพนี้ ไปยังยังรูปที่ 5.10

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]
[ROUTE INFORMATION]
1. INPUT..... ROUTE INFORMATION... TXT FILE 2. TRANSFER... ROUTE INFORMATION... DBF FILE 3. MAINTENANCE ROUTE INFORMATION..DBU BROWSE 4. MAINTENANCE ROUTE INFORMATION..1 REC/TIME
Use ↑↓ & Enter or select no. ; Esc : EXIT

รูปที่ 5.12 จอภาพแสดงสารบัญย่อย Route Information

จอภาพนี้ แสดงหัวข้อต่างๆ ที่จะเลือกปฏิบัติการ เกี่ยวกับ Route Information ด้วยวิธีการต่างๆ

- หัวข้อที่ 1 ปรับปรุงแก้ไข ทำใน Text File โดยใช้ Editor ดังรูปที่ 5.13
 - " 2 ทำการ Transfer ข้อมูล จาก Text File ไปยัง DBF File
 - " 3 ปรับปรุงแก้ไข ใน DBF File ผ่าน DBU BROWSE ดังรูปที่ 5.14
 - " 4 ปรับปรุงแก้ไข ใน DBF File โดยใช้ โปรแกรม ดังรูปที่ 5.15
- ของระบบซึ่งบอกรายละเอียดความหมายของ code

L 1	C 1	Ins	Indent	c:\clipper5\thesis\elinf.txt	
A001	1	2	10	109000011	1201112
A002	2	3	15	109000011	1151112
A003	1	3	15	109000011	1201212
A004	3	4	35	109000011	951111
A005	4	5	10	109000011	751111
A006	5	6	20	109000011	631111
A007	6	7	10	109000011	501111
A008	7	8	6	109000011	401112
A009	8	9	13	109000012	331111
A010	9	10	8	109000012	241111
A011	10	11	22	109000012	172111
A012	11	12	12	109000013	52112
B001	84	85	20	209000011	1351112
B002	83	84	12	109000011	1261112
B003	83	82	17	109000011	1171112
B004	82	81	55	109000011	1001111
B005	81	63	60	109000011	681112
B006	63	64	20	109000011	422121
B007	64	80	6	109000011	351111
B008	80	79	14	109000011	321111
B009	79	75	5	109000011	341111
B010	75	74	18	109000011	371112
B011	74	71	10	109000012	162111
B012	71	72	64	109000013	52111

รูปที่ 5.13 จอภาพแสดง Route Information ในรูป Text File

จอภาพแสดงข้อมูลที่ค่อนข้างดูยาก แต่สะดวกในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มเติม, แก้ไขข้อมูล ก็สามารถทำได้โดยง่าย เมื่อทำเสร็จแล้ว การที่จะทำการ Transfer ข้อมูลไปยัง DBF File ก็ไม่ใช่เรื่องยาก และในระบบนี้ได้อำนวยความสะดวกให้อยู่แล้ว

การใช้ปุ่มต่างๆ ก็เหมือนกับ Editor โดยทั่วๆ ไป

- Esc สารบัญของ Editor
- Ctrl-Y ลบบรรทัด
- Alt-X + Y Save แล้วออกจาก Editor กลับสู่สารบัญย่อย

Route Information

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]								
[MAINTENANCE FILE]								
I_NAME	I_START	I_END	I_DIST	I_WIDTH	I_WEIGHT	I_CONN	I_PLACE	I_BORDER
A001	1	2	10	10	90000	1	1	120
A002	2	3	15	10	90000	1	1	115
A003	1	3	15	10	90000	1	1	120
A004	3	4	35	10	90000	1	1	95
A005	4	5	10	10	90000	1	1	75
A006	5	6	20	10	90000	1	1	63
A007	6	7	10	10	90000	1	1	50
A008	7	8	6	10	90000	1	1	40
A009	8	9	13	10	90000	1	2	33
A010	9	10	8	10	90000	1	2	24
A011	10	11	22	10	90000	1	2	17
A012	11	12	12	10	90000	1	3	5
B001	84	85	20	20	90000	1	1	135
B002	83	84	12	10	90000	1	1	126
B003	83	82	17	10	90000	1	1	117
Use ++ & Enter or select no. ; Esc : EXIT								

รูปที่ 5.14 จอภาพแสดง Route Information ในรูป DBF File

จอภาพนี้ แสดงข้อมูลที่ดูง่ายขึ้น แต่การใส่ข้อมูลจะสะดวกน้อยกว่ารูปที่ 5.13 ก็
แล้วแต่ผู้จะใช้จะเลือกปฏิบัติการ

เป็นการกระทำต่อแฟ้มข้อมูลโดยตรง หากต้องใส่ข้อมูลมากๆ ควรใช้วิธีการดังรูป
ที่ 5.13

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]													
[ROUTE INFORMATION]													
	[	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 13]
		A001	1	2	10	10	90000	1	1	120	1	1	1 2
[1: Name]		A002	2	3	15	10	90000	1	1	115	1	1	1 2
[2: Start]		A003	1	3	15	10	90000	1	1	120	1	2	1 2
[3: End]		A004	3	4	35	10	90000	1	1	95	1	1	1 1
[4: Distance]		A005	4	5	10	10	90000	1	1	75	1	1	1 1
[5: Width]		A006	5	6	20	10	90000	1	1	63	1	1	1 1
[6: Weight]		A007	6	7	10	10	90000	1	1	50	1	1	1 1
[7: Connect]		A008	7	8	6	10	90000	1	1	40	1	1	1 2
[8: Place]		A009	8	9	13	10	90000	1	2	33	1	1	1 1
[9: Border]		A010	9	10	8	10	90000	1	2	24	1	1	1 1
[10: Terrain]		A011	10	11	22	10	90000	1	2	17	2	1	1 1
[11: Road]		A012	11	12	12	10	90000	1	3	5	2	1	1 2
[12: Shape]		B001	84	85	20	20	90000	1	1	135	1	1	1 2
[13: Traffic]		B002	83	84	12	10	90000	1	1	126	1	1	1 2
[Esc:Exit PgUp/PgDn/++ :Move ENTER: Select for Maintenance]													

รูปที่ 5.15 จอภาพแสดง Route Information ในรูปของ code

จอภาพนี้ แสดงข้อมูล Route Information โดยครบถ้วนทุกแอทริบิวต์ แต่ไม่สามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้ ในที่นี้ดูได้อย่างเดียว แต่ถ้าต้องการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลชุดใด ก็ให้ทำการเลื่อนแถบสว่างไปยังข้อมูลชุดนั้น แล้วกด Enter ก็จะแสดงได้ดังรูปที่ 5.16

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]									
[ROUTE INFORMATION]									
[1: Name	: ชื่อถนน	[A001]	Arc-name						]
[2: Start	: จุดเริ่มต้น	[1]	Start-node	1..89					]
[3: End	: จุดสิ้นสุด	[2]	End-node	1..89					]
[4: Dist	: ระยะทาง	[10]	กม.	1..99					]
[5: Width	: ความกว้าง	[10]	ม.	1..50					]
[6: Weight	: การรับ นน.	[90000]	กก.	1..99999					]
[7: Connect	: เชื่อมกัน?	[1]	1: เชื่อม	2: ขาดช่วง					]
[8: Place	: ที่ตั้งทหาร	[1]	1: กองพล	2: กรม	3: พัน				]
[9: Border	: ห่างชายแดน	[120]	กม.	1..999					]
[10: Terrain	: ภูมิประเทศ	[1]	1: ชุ่มยาก	2: ชุ่มได้	3: ชุ่มง่าย				]
[11: Road	: ชนถนน	[1]	1: หลีก	2: สี่ราอง	3: จำเป็น				]
[12: Shape	: รูปร่าง	[1]	1: ตรง	2: โค้ง	3: คดเคี้ยว				]
[13: Traffic	: ความคับคั่ง	[2]	1:เบาบาง	2: ปานกลาง	3: สูง				]
[Esc:Exit F4:UPDATE F5:DELETE F6:ADD]									

รูปที่ 5.16 จอภาพแสดง Route Information ที่สื่อความหมายได้

จอภาพนี้ แสดงข้อมูลที่ดูง่ายเข้าใจได้ทันที เพราะว่ามียารละเอียด ว่า code ใด หมายถึงอะไร แต่การใส่ข้อมูลจะสะดวกน้อยมาก ใส่ข้อมูลได้ช้า ยิ่งถ้ามีข้อมูลหลายๆ ยิ่งรู้สึกว่ายาก แต่มีข้อดีในการเรียกดูข้อมูลสามารถสื่อความหมายได้ในตัวมันเอง ปุ่มใช้ได้ดังนี้

F4 : Update : แก้ไขข้อมูลทุก Fields แล้วกด F4

F5 : Delete : ลบข้อมูล โดยเลื่อนเลย Fields สุดท้ายไป แล้วกด F5

F6 : Add ; เพิ่มเติมข้อมูล ใส่ครบทุก Fields แล้วกด F6

Esc: Exit : ถอยหลังจากจอภาพนี้ ไปยังยังรูปที่ 5.15

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]	
[CURRENT INFORMATION]	
1. ความกว้างของขบวนรถ (ม.)	_____3
2. น้ำหนักรถที่หนักที่สุด (กก.)	_21000
3. สถานการณ์ซ้ายแดน	_____3
1:ฉุกเฉิน 2:เตรียม 3:ปกติ	
4. ความพร้อมรบของข้าศึก (%)	_____60
5. ลมฟ้าอากาศ	_____1
1:ดีไม่เป็นอุปสรรค 2:ไม่ดี	
6. เวลาออกเดินทาง	_____1
1:กลางวัน 2:กลางคืน	
7. ความยาวของขบวนรถ	_____1
1:สั้น(<=8) 2:ยาว(>8 คั่น)	
8. ชนิดของสิ่งอุปการะที่ขึ้น	_____1
1:ทนต่อการชำรุด 2:ชำรุดง่าย	
9. แสงสว่างธรรมชาติ	_____1
1:มี 2:ไม่มี	
[Esc : EXIT]	

รูปที่ 5.17 จอภาพแสดงการใส่ข้อมูล Current Information

จอภาพนี้ ให้ผู้ใช้ใส่ Current Information ดังในรูป โดยใส่อยู่ในรูปของ code แล้วกด Enter ระบบก็จะนำ Current Information + Route Information ไปทำการตรวจสอบใน ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ว่าแอทริบิวต์ และ value สอดคล้องกันหรือไม่ ในแต่ละ level ของต้นไม้ ตั้งแต่จาก Root node ถึง Leaf โดยพิจารณาให้ แต่ละ node สอดคล้องกับ แอทริบิวต์ และ กิ่ง สอดคล้องกับ value จนถึง Leaf ก็จะได้ class ซึ่งเป็น weight ที่ระบบต้องการนำไปทำงานต่อไป

กด Esc ก็จะสามารถออกจากจอภาพนี้ กลับไปยังสารบัญหลัก รูปที่ 5.6

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]				
[ORIGIN POSITION]				
1.ปราจีนบุรี	2.หนองกง	3.ประจันตคาม	4.สำโรง	5.เกาะแก้ว
6.ลัมปอย	7.ทางพืด	8.สระแก้ว	9.ห้วยโจด	10.วัฒนานคร
11.อรัญประเทศ	12.กระเทียม	13.กระโพธิ์	14.ซึกสะแม	15.ตลาดไทร
16.นาจวน	17.ตงไร่	18.นางาม	19.เหล่านาก	20.ตาพระยา
21.สันล่อชะง	22.กระนวน	23.หนองแสง	24.เขาสึงห์โต	25.โคกอีหล่ง
26.ปัก	27.หมอ	28.แซร์ออร์	29.โคกสง	30.บางอ้ง
31.หังผาง	32.แม่ละนา	33.ก้อง	34.ปากมึง	35.ไร่พวย
36.บ่อนางซิง	37.ลานตม	38.หนองปรือ	39.เพีย	40.นาหมอ
41.เขาถกรรจ์	42.ป่าเลา	43.วังน้ำเย็น	44.วังน้ำฝน	45.พวยแดง
46.ตาเรือ	47.ศิลา	48.หังขนาน	49.เขาแหลม	50.น้ำลัด
51.นาบัว	52.สวนส้ม	53.คำบอน	54.ท่าก้อน	55.แหลม
56.ดงมัน	57.นาดี	58.สลุย	59.โป่งน้ำร้อน	60.คลองทราย
61.ผักกาด	62.มะขาม	63.จันทบุรี	64.ขลุง	65.หังขาม
66.ยางชุม	67.ปะอา	68.หนองหม	69.นันทรี	70.ด่านชมพล
71.แหลมค้อ	72.คลองโพ	73.หาดเล็ก	74.ตราด	75.เขาส้ม
76.สามัคคี	77.สิงขร	78.กันทรอม	79.แซร์โบร์	80.ตาม
81.แกลง	82.หนองโพ	83.ตาแท่น	84.กลาง	85.ชลบุรี
86.พนสนิม	87.โนนยาง	88.นางมุด	89.พนมสารคาม	
Use ++ & Enter ; Esc : EXIT				

รูปที่ 5.18 จอภาพแสดงการกำหนดจุดต้นทาง (Origin)

สามารถกำหนดจุดต้นทาง โดยการเลื่อนให้แถบสว่าง ไปยังจุดต้นทางที่ต้องการ ซึ่ง ตัวเลขบ่งบอกถึง node ณ จุดต้นทาง และที่ตามหลังตัวเลข นั่นคือ ชื่อสถานที่ ณ node นั้น แล้วกด Enter เป็นการเลือกจุดต้นทาง ระบบจะปรากฏจอภาพต่อไปดังรูปที่ 5.19 เพื่อให้กำหนดจุดปลายทางต่อไป

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]				
[DESTINATION POSITION]				
1.ปราจีนบุรี	2.หนองกง	3.ประจันตคาม	4.สำโรง	5.เกาะแก้ว
6.ลัมปอย	7.ทางพืด	8.สระแก้ว	9.ห้วยโจด	10.วัฒนานคร
11.อรัญประเทศ	12.กระเทียม	13.กระโพธิ์	14.ซึกสะเม	15.ตลาดโพธิ์
16.นาจาม	17.ดงไร่	18.นางาม	19.เหล่านาก	20.ตาพระยา
21.สันล่อชัง	22.กระนวน	23.หนองแสง	24.เขาสึงห์โต	25.โคกอิหลง
26.ปัก	27.หมอ	28.แซร์ออร์	29.โคกลง	30.ปางอ้ง
31.ทุ่งผาง	32.แม่ละนา	33.ก้อง	34.ปากม้ง	35.ไร่พวย
36.บ่อนางซิง	37.सानตม	38.หนองปรือ	39.เพีย	40.นาหมอ
41.เขาฉกรรจ์	42.ป่าเลา	43.วังน้ำเย็น	44.วังน้ำมน	45.พวยแดง
46.ตาเรือ	47.ศิลา	48.ทุ่งขนาน	49.เขาแหลม	50.น้ำสัด
51.นาป่า	52.สวนลัม	53.คำบอน	54.ท่าก้อน	55.แหลม
56.ดงมัน	57.นาดี	58.สลย	59.โป่งน้ำร้อน	60.คลองทราย
61.ผึกกาด	62.มะขาม	63.จันทบุรี	64.ขลย	65.ทุ่งขาม
66.ยางชุม	67.ปะอา	68.หนองหม	69.นนทรีย์	70.ด่านชมพล
71.แหลมค้อ	72.คลองโพธิ์	73.หาดเล็ก	74.ตราด	75.เขาสึง
76.สามัคคี	77.สิงขร	78.กันทรอม	79.แซร์โบร์	80.คาตม
81.แกลง	82.หนองโพธิ์	83.ตาทัน	84.กลาง	85.ชลบุรี
86.พนัสนิคม	87.โนนยาง	88.นางมด	89.พนมสารคาม	
Use ↑↑ & Enter ; Esc : EXIT				

รูปที่ 5.19 จอภาพแสดงการกำหนดจุดปลายทาง (Destination)

สามารถกำหนดจุดปลายทาง โดยการเลื่อนให้แถบสว่าง ไปยังจุดต้นทางที่ต้องการ ซึ่ง ตัวเลขบ่งบอกถึง node ณ จุดต้นทาง และที่ตามหลังตัวเลข นั่นคือ ชื่อสถานที่ ณ node นั้น แล้วกด Enter เป็นการเลือกจุดปลายทาง ระบบทำการประมวลผล หาเส้นทางที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ให้มีค่า weight และ ระยะทาง ต่ำสุด ซึ่งเส้นทางที่ได้ อาจมีได้มากกว่า 1 เส้นทาง ซึ่งจะปรากฏในจอภาพต่อไปดังรูปที่ 5.20

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]			
[SHORTEST ROUTE]			
[ORIGIN : 84 กลาง DESTINATION : 34 ปากม้าง]			
[ROUTE]	[WEIGHT]	[DIST.]	[TT.NODE]
----	-----	----	-----
1	1021	239	15
2	1031	230	15
Use ++ & Enter : Esc : EXIT			

รูปที่ 5.20 จอภาพแสดงเส้นทางที่เหมาะสมสอดคล้องตามวัตถุประสงค์

จอภาพนี้ แสดงเส้นทางที่มีค่า weight, ระยะทาง ต่ำสุด ระหว่างจุดต้นทาง คือ node 84 : กลาง กับจุดปลายทางคือ node 34 : ปากม้าง ซึ่งเส้นทางที่เป็นไปได้มี 2 เส้นทางด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.20 และสามารถดูรายละเอียดของเส้นทางว่า แต่ละเส้นทางนั้นผ่านจุดใดบ้าง และเป็นระยะทาง, weight เท่าไร โดยการเลื่อนแถบสว่างไปยังเส้นทางที่ต้องการดูรายละเอียด ก็จะปรากฏรายละเอียดดังรูปที่ 5.21

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]						
[ORIGIN : 84 กลาง]			DESTINATION : 34 ปากม้าง]			
ORDER	NODE	NAME	WEIGHT:TOTAL		DISTANCE:TOTAL	
----	----	----	-----		-----	
1	84	กลาง	0	0	0	0
2	86	พนัสนิคม	20	20	20	20
3	67	โนนยาง	30	50	30	50
4	88	นางมด	20	70	20	70
5	89	พนมสารคาม	14	84	14	84
6	4	สำโรง	55	139	55	139
7	5	เกาะแก้ว	50	189	10	149
8	6	ลัมปอย	100	289	20	169
9	7	ทางพาด	50	339	10	179
10	8	สระแก้ว	54	393	6	185
11	9	ห้วยโจด	130	523	13	198
12	10	วัดนาคนคร	80	603	8	206
13	11	อรัญประเทศ	242	845	22	228
14	33	ก้อง	128	973	8	236
15	34	ปากม้าง	48	1021	3	239
Use ++ & Enter ; Esc : EXIT						

รูปที่ 5.21 จอภาพแสดงรายละเอียดของเส้นทาง

จอภาพนี้ แสดงเส้นทางที่ได้เลือกในจอภาพดังรูปที่ 5.20 เส้นทางที่ 1 ระหว่างจุดต้นทาง คือ node 84 : กลาง กับจุดปลายทางคือ node 34 : ปากม้าง ซึ่งตลอดทั้งเส้นทางผ่านจุดทางแยกต่างๆ 15 node ด้วยกัน ช่วงที่ผ่านแต่ละ node นั้น มี weight และระยะทางบั้นเท่าไร รวมทั้งค่าสะสมของ weight และระยะทาง หากสนใจเส้นทางช่วงใด ก็สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ลึกกลงไปอีกชั้นหนึ่ง โดยการเลื่อนแถบสว่างไปยัง node ที่เราต้องการดูรายละเอียด แล้วกด Enter ก็จะแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5.22

[LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS]									
[ROUTE INFORMATION]									

[1: Name	:	ชื่อกถนน	[AB02]	Arc-name					]
[2: Start	:	จุดเริ่มต้น	[84]	Start-node	1..89				]
[3: End	:	จุดสิ้นสุด	[86]	End-node	1..89				]
[4: Dist	:	ระยะทาง	[20]	กม.	1..99				]
[5: Width	:	ความกว้าง	[10]	ม.	1..50				]
[6: Weight	:	การรับ แณ.	[90000]	กก.	1..99999				]
[7: Connect	:	เชื่อมกัน?	[1]	1: เชื่อม	2: ขาดช่วง				]
[8: Place	:	ที่ตั้งทหาร	[1]	1: กองพล	2: กรม	3: พัน			]
[9: Border	:	ทางชายแดน	[128]	กม.	1..999				]
[10: Terrain	:	ภูมิประเทศ	[1]	1: ชุ่มยาก	2: ชุ่มได้	3: ชุ่มง่าย			]
[11: Road	:	ชั้นถนน	[1]	1: หลัก	2: สำรอง	3: จำเป็น			]
[12: Shape	:	รูปร่าง	[1]	1: ตรง	2: โค้ง	3: คดเคี้ยว			]
[13: Traffic	:	ความคับคั่ง	[1]	1: เบาบาง	2: ปานกลาง	3: สูง			]
[Esc : EXIT]									

รูปที่ 5.22 จอภาพแสดงรายละเอียดของถนนช่วงระหว่าง node ใด ๆ

จากการเลือกรายละเอียดในจอภาพดังรูปที่ 5.21 ระหว่าง node 84 กับ 86 ก็จะปรากฏข้อมูลดังรูปนี้ แสดงอยู่ในรูปของ code เสียส่วนใหญ่ แต่สามารถสื่อความหมายได้ เนื่องจากมีคำอธิบายว่า code ใดหมายถึงอะไร เมื่อดูจนพอใจแล้ว กด Esc กลับไปยังจอภาพรูปที่ 5.21 เพื่อเรียกดูช่วงอื่นต่อไปได้อีกจนหายสงสัยในข้อมูลเส้นทางที่แสดงออกมา

5.4 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล

5.4.1 แฟ้มข้อมูล F1.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เก็บ Training Set เป็นส่วนที่จะนำไปใช้จริง ข้อมูลทั้งหมด จะอยู่ในรูปของ code และจะนำไปสร้างเป็น Tree ใช้เก็บฐานความรู้ต่อไป

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
EX_NO	ลำดับ	N	5
WIDTH	ความกว้างถนน : ความกว้างของรถ	C	1
WEIGHT	การรับน.ถนน : นน.รถ	C	1
EVENT	สถานการณ์ชายแดน	C	1
ENEMY	ความพร้อมรบของฝ่ายตรงข้าม	C	1
PLACE	ที่ตั้งของหน่วยทหาร	C	1
BORDER	ระยะห่างจากชายแดน	C	1
TERR	สภาพภูมิประเทศ	C	1
ROAD	ลำดับชั้นของถนน	C	1
SHAPE	สภาพรูปร่างของถนน	C	1
TRAFF	ความคับคั่งของการจราจร	C	1
WHETH	ลมฟ้าอากาศ	C	1
TIME	เวลาเดินทางของขบวนรถ	C	1
LONG	ความยาวของขบวนรถ	C	1
SP	ชนิดสิ่งอุปกรณที่บน	C	1
BRT	แสงสว่างทางธรรมชาติ	C	1
CLASS	Weight	C	2

ตารางที่ 5.1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1.DBF

5.4.2 แฟ้มข้อมูล F1BUFF.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เป็นที่เก็บค่าตัวแปรต่างๆ ในระหว่างการทำงานของระบบขณะสร้าง Tree แฟ้มนี้ไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป สามารถลบทิ้งได้

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
WIDTH	ความกว้างถนน : ความกว้างของรถ	C	1
WEIGHT	การรับนน.ถนน : นน.รถ	C	1
EVENT	สถานการณ์ชายแดน	C	1
ENEMY	ความพร้อมรบของฝ่ายตรงข้าม	C	1
PLACE	ที่ตั้งของหน่วยทหาร	C	1
BORDER	ระยะห่างจากชายแดน	C	1
TERR	สภาพภูมิประเทศ	C	1
ROAD	ลำดับชั้นของถนน	C	1
SHAPE	สภาพรูปร่างของถนน	C	1
TRAFF	ความคับคั่งของการจราจร	C	1
WHETH	ลมฟ้าอากาศ	C	1
TIME	เวลาเดินทางของขบวนรถ	C	1
LONG	ความยาวของขบวนรถ	C	1
SP	ชนิดสิ่งอุปกรณ์ที่ขน	C	1
BRT	แสงสว่างทางธรรมชาติ	C	1

ตารางที่ 5.2 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1BUFF.DBF

5.4.3 แฟ้มข้อมูล F1RULE.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เก็บฐานความรู้ ซึ่งได้ผ่านขั้นตอนของการอุปมานกฎ ด้วยวิธีการของไอดีทีรี เก็บอยู่ในรูปของ rule มีเงื่อนไขสอดคล้องตาม field ต่างๆ สามารถนำไปใช้กับ Expert Shell อื่นๆได้

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
EX_NO	ลำดับ	N	5
WIDTH	ความกว้างถนน : ความกว้างของรถ	C	1
WEIGHT	การรับน.ถนน : นน.รถ	C	1
EVENT	สถานการณ์ชายแดน	C	1
ENEMY	ความพร้อมรบของฝ่ายตรงข้าม	C	1
PLACE	ที่ตั้งของหน่วยทหาร	C	1
BORDER	ระยะห่างจากชายแดน	C	1
TERR	สภาพภูมิประเทศ	C	1
ROAD	ลำดับชั้นของถนน	C	1
SHAPE	สภาพรูปร่างของถนน	C	1
TRAFF	ความคับคั่งของการจราจร	C	1
WHETH	ลมฟ้าอากาศ	C	1
TIME	เวลาเดินทางของขบวนรถ	C	1
LONG	ความยาวของขบวนรถ	C	1
SP	ชนิดสิ่งอุปกรณ์ที่ขน	C	1
BRT	แสงสว่างทางธรรมชาติ	C	1
CLASS	Weight	C	2

ตารางที่ 5.3 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1RULE.DBF

5.4.4 แฟ้มข้อมูล F1TREE.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูล ใช้เก็บข้อมูลทํานองเดียวกับ F1RULE.DBF แต่เพื่อสะดวกสำหรับการนำไปใช้งานต่อไปในระบบนี้ ลักษณะการเก็บข้อมูลจึงต่างออกไป นั่นคือ โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลจะเอื้ออำนวยต่อการเก็บฐานความรู้ ในรูปของ Tree อย่างยิ่ง มีแอทริบิวต์ตาม node และมี value ตาม link

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
NODE	Node สำหรับเก็บ Attribute nm.	C	10
LEVEL	บอก level ของ Attribute	N	2
COME	Attribute ถูกเรียกจากบรรทัดใด	N	4
CHILD	Attribute มีกี่ value	N	1
LNK1	ชื่อ value ตัวที่ 1	C	1
GO_1	value ตัวที่ 1 ชี้ไปยัง Nodeใด	N	4
LNK2	ชื่อ value ตัวที่ 2	C	1
GO_2	value ตัวที่ 2 ชี้ไปยัง Nodeใด	N	4
LNK3	ชื่อ value ตัวที่ 3	C	1
GO_3	value ตัวที่ 3 ชี้ไปยัง Nodeใด	N	4
LNK4	ชื่อ value ตัวที่ 4	C	1
GO_4	value ตัวที่ 4 ชี้ไปยัง Nodeใด	N	4
LNK5	ชื่อ value ตัวที่ 5	C	1
GO_5	value ตัวที่ 5 ชี้ไปยัง Nodeใด	N	4

ตารางที่ 5.4 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1TREE.DBF

5.4.5 แฟ้มข้อมูล F1INF.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้กับข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางแต่ละช่วงระหว่างจุดตัดหนึ่ง ถึงอีกจุดตัดหนึ่ง นั่นคือ เส้นทางถนนแต่ละสายอาจจะถูกแบ่งเป็นหลายช่วง ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นจริงของเส้นทางนั้นๆ นอกจากนี้ก็จะเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ สภาพถนน รูปร่างถนน รวมทั้งการเชื่อมต่อของถนนว่ามีการขาดช่วงหรือไม่

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
I_NAME	ชื่อถนน	C	10
I_START	จุดเริ่มต้นของถนน	C	3
I_END	จุดสิ้นสุดของถนน	C	3
I_DIST	ระยะทาง	N	5
I_WIDTH	ความกว้างถนน : ความกว้างของรถ	N	5
I_WEIGHT	การรับน.ถนน : นน.รถ	N	5
I_CONN	ถนนขาดช่วงหรือไม่	C	1
I_PLACE	ที่ตั้งของหน่วยทหาร	C	1
I_BORDER	ระยะห่างจากชายแดน	N	5
I_TERR	สภาพภูมิประเทศ	C	1
I_ROAD	ลำดับชั้นของถนน	C	1
I_SHAPE	สภาพรูปร่างของถนน	C	1
I_TRAFF	ความคับคั่งของการจราจร	C	1

ตารางที่ 5.5 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1INF.DBF

5.4.6 แฟ้มข้อมูล F1MTX.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เก็บข้อมูลจาก F1FNL.DBF เฉพาะ Weight กับ ระยะทาง มาเก็บในลักษณะตารางเดียวกับ Matrix เพื่อความง่าย และ สะดวกในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ที่ต้องการ

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
PNT1	weight (ตำแหน่งจุดที่ 1)	N	5
D1	ระยะทาง	N	5
PNT2	weight (ตำแหน่งจุดที่ 2)	N	5
D2	ระยะทาง	N	5
PNT3	weight (ตำแหน่งจุดที่ 3)	N	5
D3	ระยะทาง	N	5
PNT4	weight (ตำแหน่งจุดที่ 4)	N	5
D4	ระยะทาง	N	5
PNT5	weight (ตำแหน่งจุดที่ 5)	N	5
D5	ระยะทาง	N	5
:	:	:	:
:	:	:	:
PNT89	weight (ตำแหน่งจุดที่ 89)	N	5
D89	ระยะทาง	N	5

ตารางที่ 5.6 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1MTX.DBF

5.4.7 แฟ้มข้อมูล F1ROUTE.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เก็บข้อมูลที่เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่ต้องการ เป็นข้อมูลสุดท้ายที่จะตอบคำถามแก่ผู้ใช้ ซึ่งเส้นทางที่ได้จะมีมากกว่าหนึ่งเส้นทาง เส้นทางที่ได้นี้ ข้อมูลได้มาจากแฟ้ม F1MTX.DBF คำนวณหา Two-Objective Shortest Path มาเก็บเป็นเส้นทาง

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
TT_NODE	จำนวนจุดทั้งหมด	N	4
LVL1	ถนนจุดที่ 1	N	4
NME1	ชื่อสถานที่จุดที่ 1	C	10
SOL1	เป็น Solution ลำดับใดของจุด	N	4
WEG1	Weight สะสมถึงจุดนี้	N	4
DST1	ระยะทางสะสมถึงจุดนี้	N	4
LVL2	ถนนจุดที่ 2	N	4
NME2	ชื่อสถานที่จุดที่ 2	C	10
SOL2	เป็น Solution ลำดับใดของจุด	N	4
WEG2	Weight สะสมถึงจุดนี้	N	4
DST2	ระยะทางสะสมถึงจุดนี้	N	4
:	:	:	:
:	:	:	:
LVL30	ถนนจุดที่ 30	N	4
NME30	ชื่อสถานที่จุดที่ 30	C	10
SOL30	เป็น Solution ลำดับใดของจุด	N	4
WEG30	Weight สะสมถึงจุดนี้	N	4
DST30	ระยะทางสะสมถึงจุดนี้	N	4

ตารางที่ 5.7 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1ROUTE.DBF

5.4.8 แฟ้มข้อมูล FIFNL.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เก็บข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ของเส้นทาง ตามสภาพการณ์ และเงื่อนไขปัจจุบัน ที่ผู้ใช้ระบบได้กำหนดขึ้น นั่นคือ ได้จากการนำข้อมูลเส้นทางจาก F1INF.DBF (Route Information) + ข้อมูลสภาพการณ์และเงื่อนไขปัจจุบัน (Current Information: จากจอภาพ) ไปตรวจสอบเงื่อนไขฐานความรู้ ซึ่งเก็บอยู่ในรูปของกฎใน Tree (F1TREE.DBF) ทำการตรวจสอบกับ Tree ครบทุกเงื่อนไข ที่เป็นไปได้จนสิ้นสุดถึง Leaf node ก็จะได้ Weight ที่ต้องการ

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
F_WIDTH	ความกว้างถนน : ความกว้างของรถ	C	1
F_WEIGHT	การรับน.ถนน : นน.รถ	C	1
F_EVENT	สถานการณ์ชายแดน	C	1
F_ENEMY	ความพร้อมรบของฝ่ายตรงข้าม	C	1
F_PLACE	ที่ตั้งของหน่วยทหาร	C	1
F_BORDER	ระยะห่างจากชายแดน	C	1
F_TERR	สภาพภูมิประเทศ	C	1
F_ROAD	ลำดับชั้นของถนน	C	1
F_SHAPE	สภาพรูปร่างของถนน	C	1
F_TRAFF	ความคับคั่งของการจราจร	C	1
F_WHETH	สภาพภูมิอากาศ	C	1
F_TIME	เวลาเดินทางของขบวนรถ	C	1
F_LONG	ความยาวของขบวนรถ	C	1
F_SP	ชนิดสิ่งอุปกรณ์ที่บน	C	1
F_BRT	แสงสว่างทางธรรมชาติ	C	1

มีต่อ

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
F_NAME	ชื่อถนน	C	10
F_START	จุดเริ่มต้นของถนน	C	3
F_END	จุดสิ้นสุดของถนน	C	3
F_DIST	ระยะทาง	N	5
F_CONN	ถนนขาดช่วงหรือไม่	C	1
F_FINAL	Weight	N	5

ตารางที่ 5.8 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1FNL.DBF

5.4.9 แฟ้มข้อมูล F1NAME.DBF

เป็นแฟ้มข้อมูลใช้เก็บข้อมูลเฉพาะตำแหน่งจุดตัดใดๆ (Node) พร้อมทั้งชื่อหมู่บ้าน
ณ ตำแหน่งจุดตัดนั้นๆ

ชื่อ Field	ความหมาย	ชนิดข้อมูล	ความกว้าง
NODE	หมายเลข Node	N	2
NAME	ชื่อหมู่บ้าน ณ จุดตัด Node นั้นๆ	C	10

ตารางที่ 5.9 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล F1NAME.DBF

บทที่ 6
การทดลอง

6.1 สร้างชุดฝึกหัด (Training Set)

ในการทดลองระบบนี้ สมมติให้ชุดฝึกหัดมีขนาดเล็ก และ จำนวนเอทริบิวท์พอสมควร เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ชุดฝึกหัดดังแสดงตามตารางที่ 6.1 ดังนี้

Ex No.	ATTRIBUTE						CLASS
	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	
1	ฉุกเฉิน	80-100	พล	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	1
2	เตรียม	80-100	กรม	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	1
3	ฉุกเฉิน	50-80	กรม	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	1
4	ฉุกเฉิน	50-80	พล	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	1
5	ฉุกเฉิน	50-80	พล	อันตราย	สำรวจ	ชุ่มยาก	1
6	ฉุกเฉิน	50-80	พล	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	1
7	ปกติ	50-80	กรม	เขตหน้า	หลัก	ชุ่มยาก	1
8	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	2
9	ปกติ	50-80	กรม	เขตหน้า	สำรวจ	ชุ่มยาก	2
10	ปกติ	50-80	พล	เขตหน้า	สำรวจ	ชุ่มยาก	2
11	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	3
12	เตรียม	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	3

ตารางที่ 6.1 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์เส้นทาง

แต่ในระบบจริงๆ แล้ว ข้อมูลชุดฝึกหัดจะถูกเก็บอยู่ในรูปของ code ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.2

Ex No.	ATTRIBUTE						CLASS
	EVENT	ENEMY	PLACE	BORDER	ROAD	TERRAIN	
1	1	1	1	1	2	1	1
2	2	1	2	1	2	1	1
3	1	2	2	1	2	1	1
4	1	2	1	1	2	1	1
5	1	2	1	2	2	1	1
6	1	2	1	1	2	3	1
7	3	2	2	3	1	1	1
8	3	2	3	1	2	1	2
9	3	2	2	3	2	1	2
10	3	2	1	3	2	1	2
11	3	2	2	1	2	3	3
12	2	2	2	1	2	3	3

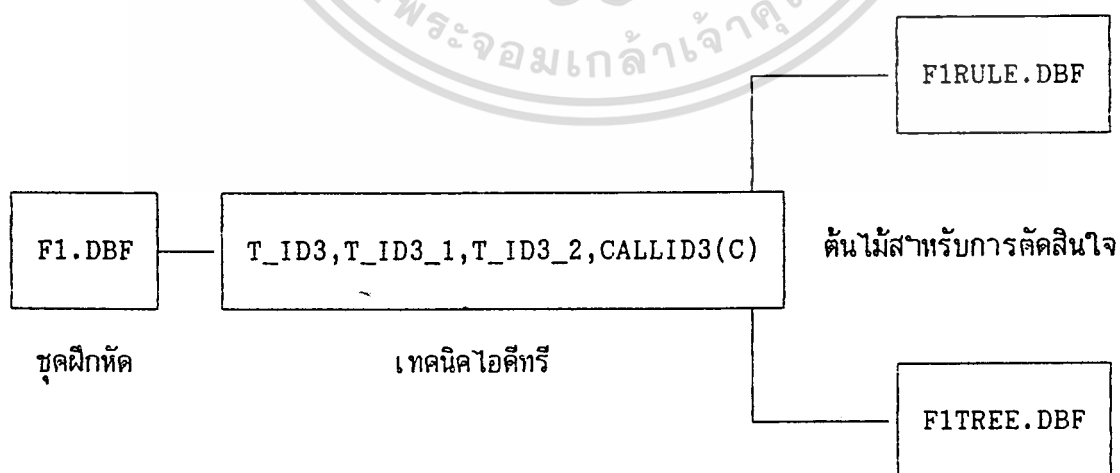
ตารางที่ 6.2 แสดงชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์ที่อยู่ในรูปของ code โดยที่แอตริบิวต์ต่างๆ และ value ของแอตริบิวต์ มีความสัมพันธ์ระหว่าง code กับ ความหมายดังนี้

- สถานการณ์ (EVENT) :
- 1 = จุกเงิน
 - 2 = เตรียม (เตรียมพร้อม)
 - 3 = ปกติ
- ความพร้อมรบฝ่ายตรงข้าม (ENEMY) :
- 1 = 80-100 %
 - 2 = 50-80 %
 - 3 = 00-50 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตั้งหน่วยทหาร (PLACE)	:	1 = พล (กองพล)
		2 = กรม
		3 = พัน (กองพัน)
ระยะห่างจากชายแดน (BORDER)	:	1 = เขตหลัง
		2 = อันตราย
		3 = เขตหน้า
ลำดับชั้นถนน (ROAD)	:	1 = หลัก
		2 = สำรอง
		3 = จำเป็น
สภาพภูมิประเทศ (TERRAIN)	:	1 = ชุ่มยาก (ชุ่มโจมตียาก)
		2 = ชุ่มได้ (ชุ่มโจมตีได้ปานกลาง)
		3 = ชุ่มง่าย (ชุ่มโจมตีง่าย)

สำหรับการทำงานของระบบจริงๆ นั้น ข้อมูลของชุดฝึกหัดจะถูกเก็บในแฟ้มข้อมูล F1.DBF ซึ่งข้อมูลที่แท้จริงจะอยู่ในภาคผนวก เมื่อนำข้อมูลชุดฝึกหัดไปสร้างเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยใช้โมดูล T_ID3, T_ID3_1, T_ID3_2, CALLID3(C) ผลที่ได้ออกมาเป็นกฎเก็บเป็นฐานความรู้เก็บไว้บนต้นไม้ ซึ่งในที่นี้จะเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล FIRULE.DBF, F1TREE.DBF แสดงได้ดังตารางที่ 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ



รูปที่ 6.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชุดฝึกหัดกับการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

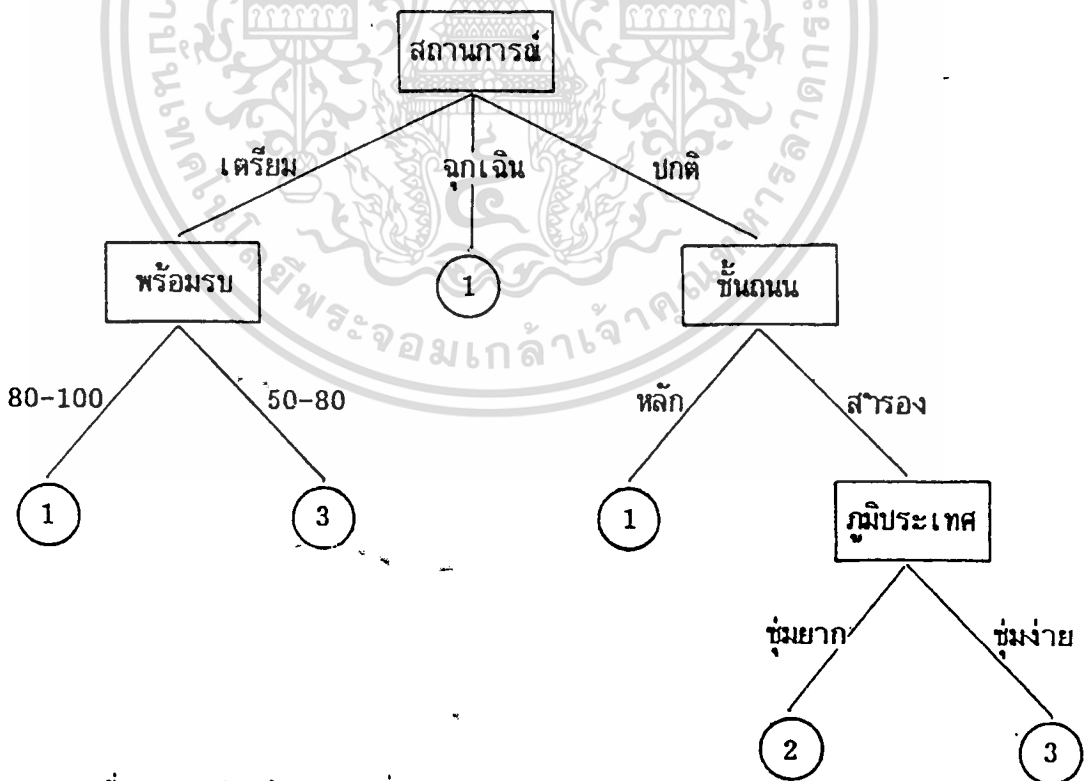
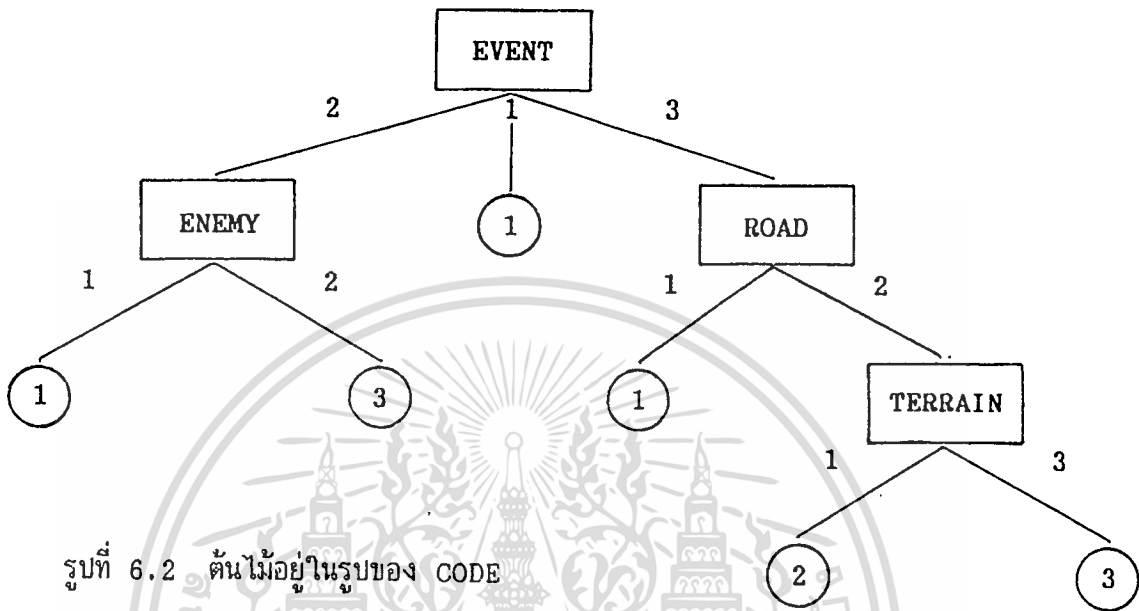
Ex No.	ATTRIBUTE					CLASS	
	EVENT	ENEMY	PLACE	BORDER	ROAD TERRAIN		
1	1					1	
2	2	1				1	
3	2	2				3	
4	3				1	1	
5	3				2	1	2
6	3				2	3	3

ตารางที่ 6.3 แสดงการเก็บกฎในแฟ้มข้อมูล FIRULE.DBF

NODE	LEVEL	COME	CHILD	LNK1	GO_1	LNK2	GO_2	LNK3	GO_3	LNK4	GO_4	LNK5	GO_5
EVENT	1	0	3	1	2	2	3	3	6				
1	2	1	0										
ENEMY	2	1	2	1	4	2	5						
1	3	3	0										
2	3	3	0										
ROAD	2	1	2	1	7	2	8						
1	3	6	0										
TERRAIN	3	6	2	1	9	3	10						
2	4	8	0										
3	4	8	0										

ตารางที่ 6.4 แสดงการเก็บกฎในแฟ้มข้อมูล F1TREE.DBF

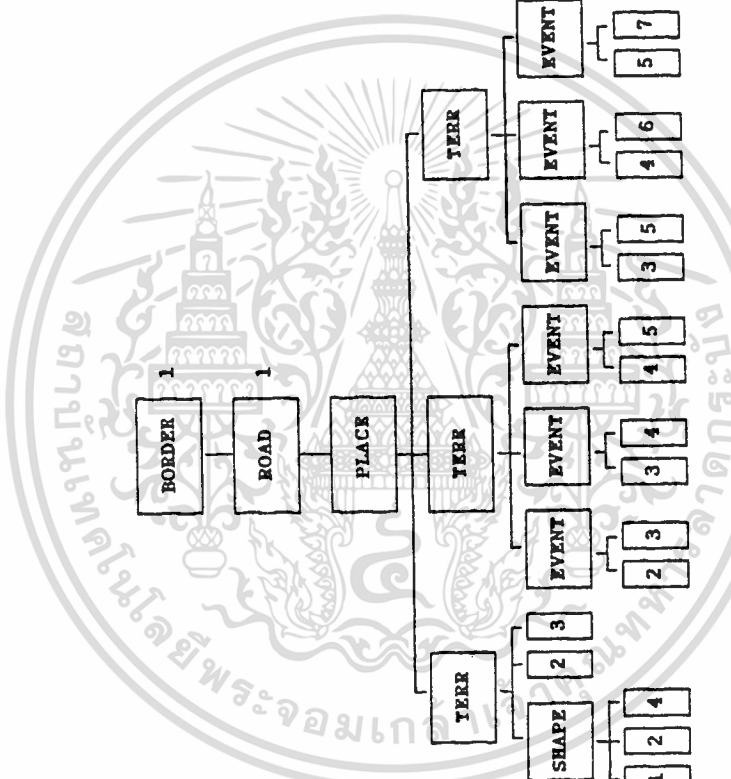
ผลจากการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ จากข้อมูลชุดฝึกหัดตัวอย่าง สามารถสร้างเขียนออกมาเป็นรูปต้นไม้จริงๆ ได้ดังรูปที่ 6.2 หรือ รูปที่ 6.3



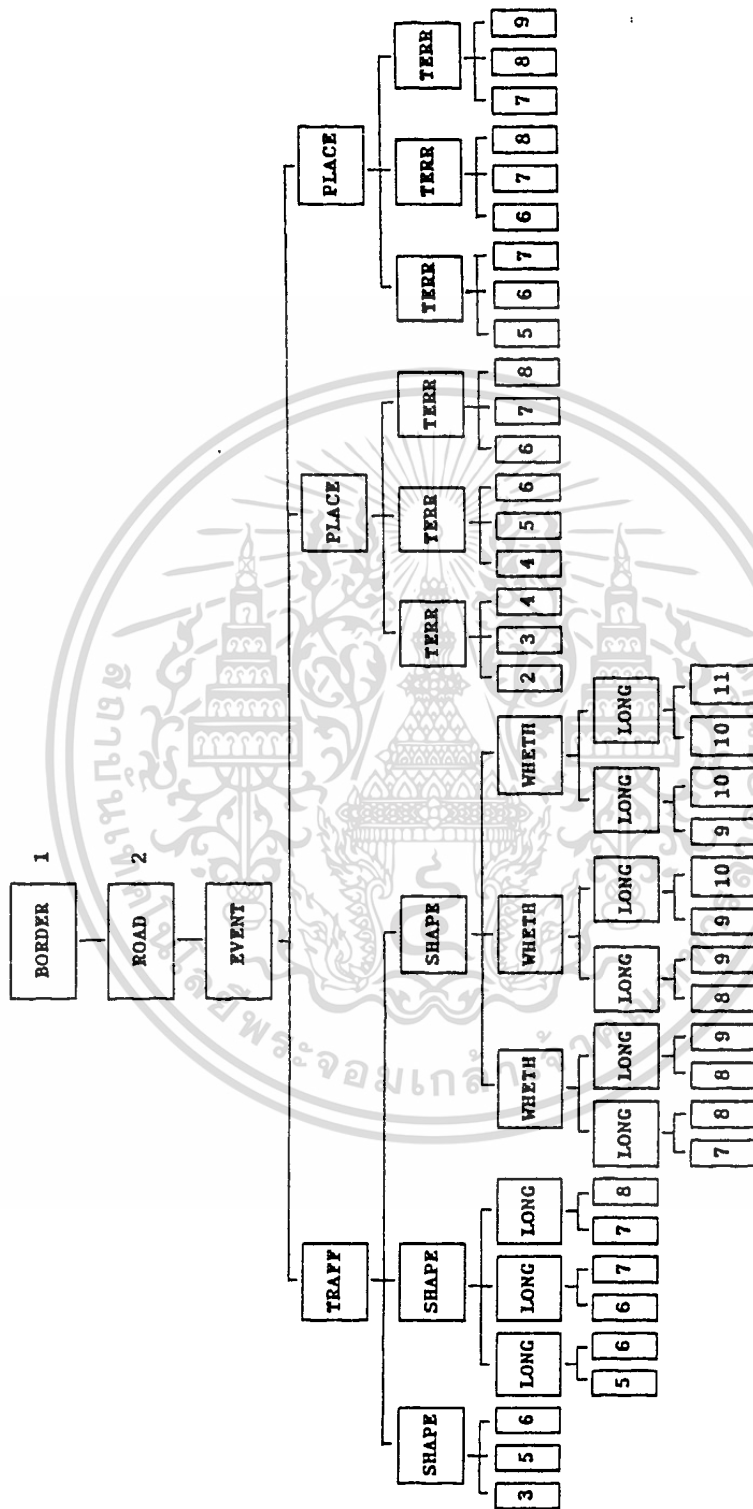
6.2 ผลการทดลอง

หลังจากใส่ข้อมูลจริงลงในชุดฝึกหัด แล้วทำการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ก็จะได้ ต้นไม้ดังรูปที่แสดงดังต่อไปนี้ ซึ่งจะได้ต้นไม้เพียงต้นเดียวที่ค่อนข้างมีกิ่งก้านสาขาเยอะมาก จึงได้ทำการแยกออกมาเป็นรูปย่อยๆ



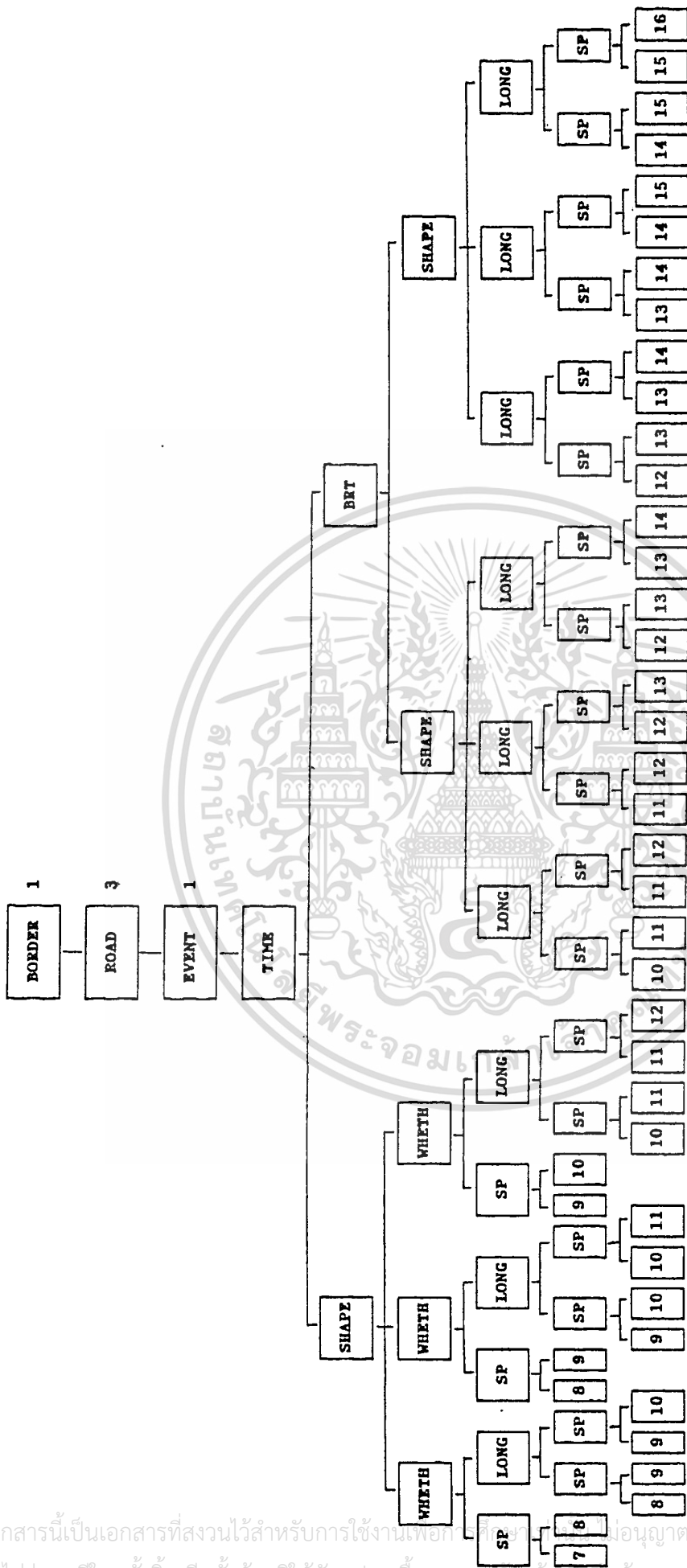


6.4 ใช้ค่าของ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1, และ LEVEL สำหรับ ROAD=1



รูปที่ 6.5 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1, และ LEVEL ไปด้วยเป็น ROAD=2

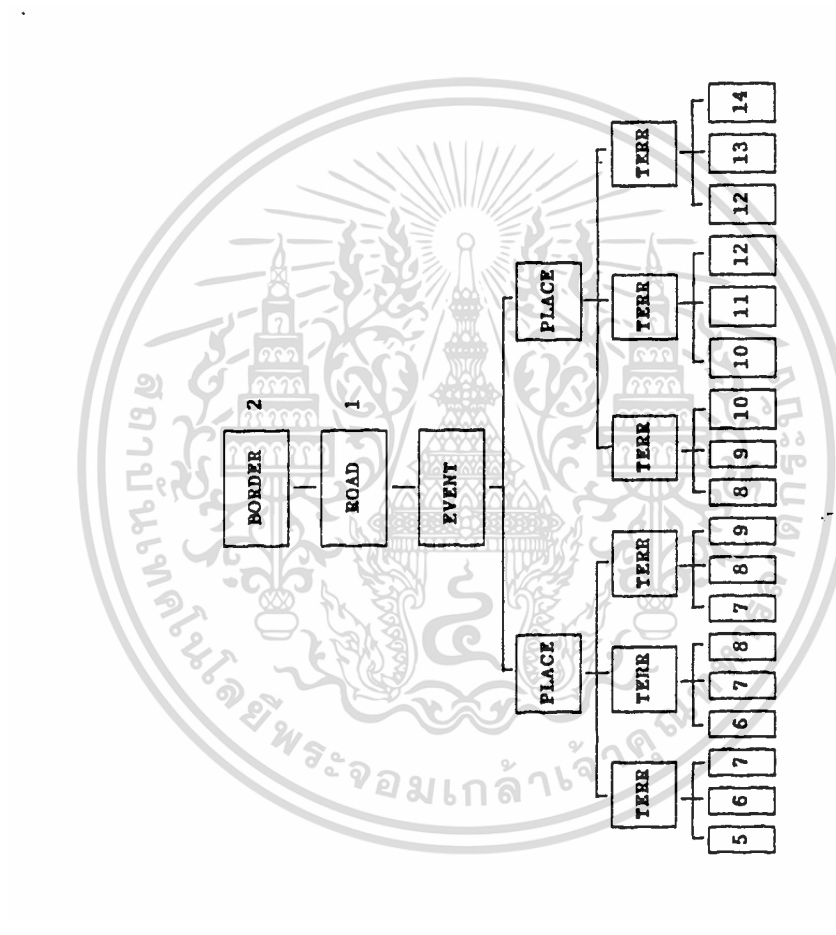
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



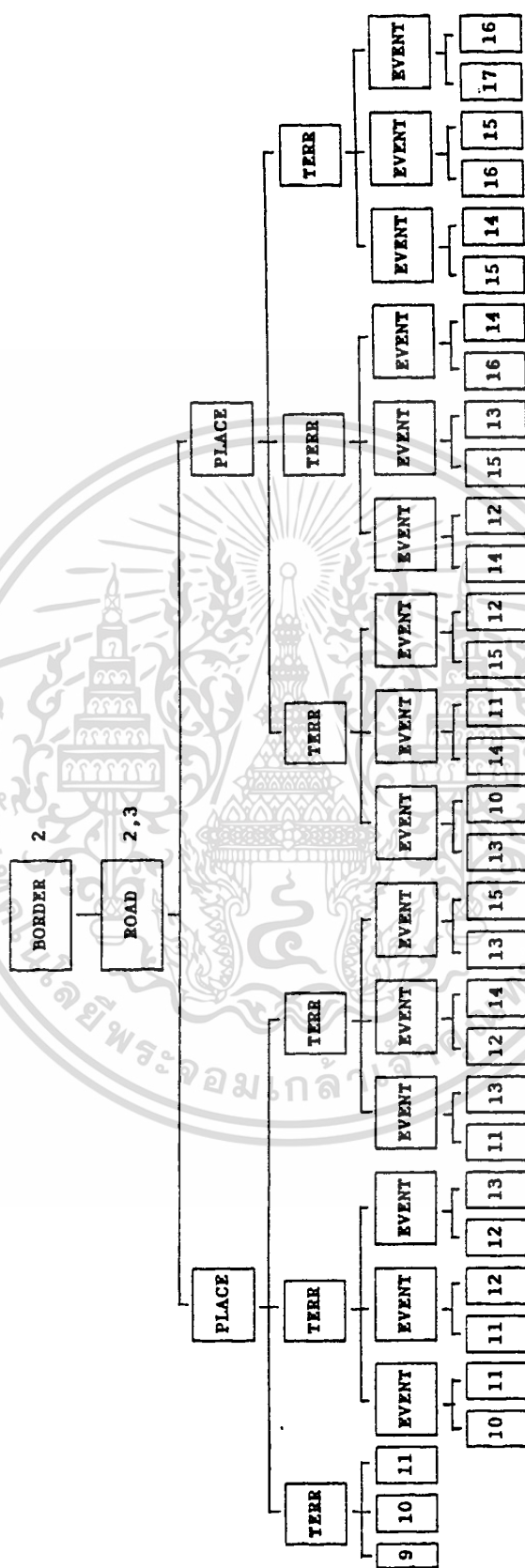
รูปที่ 6.6 แสดงต้นไม้ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=1, AND LEVEL ก็ได้เป็น ROAD=3, EVENT=1 ตามลำดับ

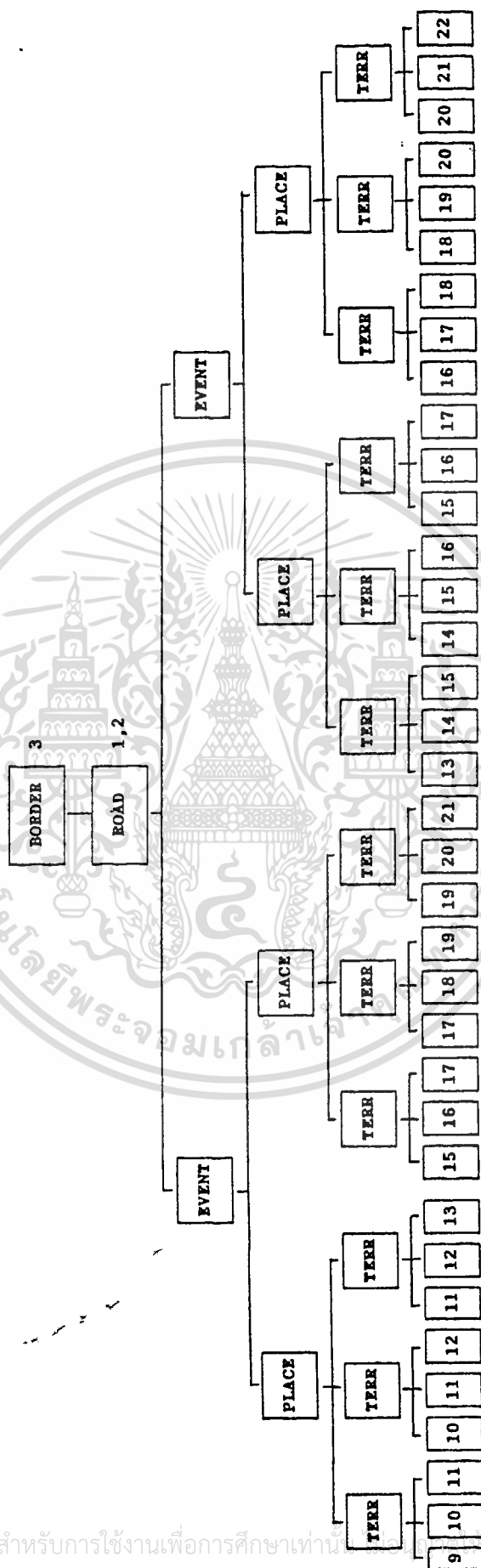
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





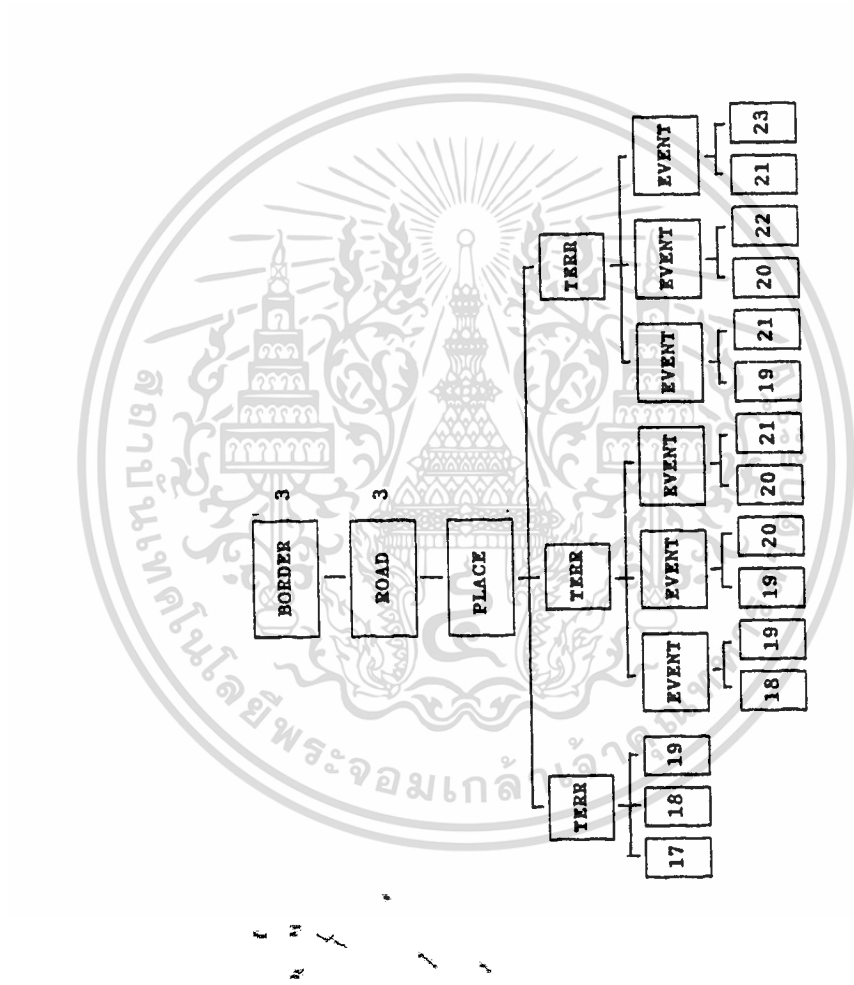
รูปที่ 6.8 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER-2, และ LEVEL ให้ได้เป็น ROAD=1





รูปที่ 6.10 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=3, และ LEVEL ที่อยู่ใน ROAD=1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.11 แสดงต้นไม้ที่ ROOT ATTRIBUTE เป็น BORDER=3, USE LEVEL ก็ได้เป็น ROAD=3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชุดฝึกหัดจริงเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการพิจารณาเส้นทางส่งกำลังบำรุง ซึ่งข้อมูลจริงที่เป็นชุดฝึกหัด แสดงอยู่ในภาคผนวก อยู่ในแฟ้มข้อมูล F1.DBF เมื่อผ่านการสร้างต้นไม้โดยเทคนิคไฮคิธีรี ก็จะได้ต้นไม้ที่สมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 6.4 ถึง 6.11

ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจในการวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงที่สมบูรณ์ ถูกสร้างและเก็บในแฟ้มข้อมูล F1RULE.DBF และ F1TREE.DBF สามารถดูได้ในภาคผนวก ต่อจากนี้

ใส่ข้อมูล ROUTE INFORMATION ลงในแฟ้ม F1INF.DBF

ใส่ข้อมูล CURRENT INFORMATION ลงในจอภาพ

นำ CURRENT INFORMATION + ROUTE INFORMATION ทำการตรวจสอบฐานความรู้ในแฟ้ม F1TREE.DBF ก็จะได้ WEIGHT เก็บลงในแฟ้ม F1FNL.DBF

จากแฟ้ม F1FNL.DBF นำข้อมูลเฉพาะ จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด ระยะทาง WEIGHT ของแต่ละช่วงมาทำการสร้างตนเองเดียวกับเมตริกซ์ เก็บลงในแฟ้ม F1MTX.DBF

ทำการหาเส้นทางที่เหมาะสมพิจารณาให้ได้ค่า WEIGHT และ ระยะทาง ตลอดเส้นทางได้ค่าต่ำสุด คือคำตอบของเรา ซึ่งมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ขบวนการที่กล่าวมาทั้งหมด ได้อธิบายแล้วใน "คู่มือการใช้งาน" บทที่ 5

ข้อมูลจริงที่ได้ทำการประมวลผล และเก็บในแฟ้มข้อมูลต่างๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวกทั้งสี่ มีแฟ้มข้อมูลดังนี้

F1 .DBF

F1RULE .DBF

F1TREE .DBF

F1INF .DBF

F1FNL .DBF

F1MTX .DBF

F1ROUTE.DBF

F1NAME .DBF

F1TAB .DBF

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

ระบบ การวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงทางทหาร ที่ได้สร้างเสร็จแล้วนี้ มีทฤษฎี ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาภายในระบบ ได้แก่ การสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ (Decision Tree) ด้วยวิธีการของไอดีทรี เป็นผลให้ได้ต้นไม้ที่มีคุณภาพ นั่นคือ ต้นเดี่ยว ซึ่งมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ เพราะว่าความรู้ที่เก็บอยู่บนต้นไม้ นั้น เป็นความรู้ที่ได้รับการกลั่นกรองเอาเฉพาะสิ่งที่จำเป็น ทำให้เบี่ยงเนื้อหาในการเก็บความรู้น้อย ตามคำถามเพียงน้อยคำถามก็จะได้รับคำตอบดังที่ต้องการ มีผลทำให้การทำงานเร็ว เนื่องจากการใช้เวลาในการตรวจสอบวินิจฉัยเงื่อนไขเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

หลังจากผ่านการวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญของทุกช่วงเส้นทางได้แล้ว การทำการวิเคราะห์ตัดสินใจหาเส้นทางที่เหมาะสมของทั้งระบบ จากจุดต้นทางใด ๆ ถึงจุดปลายทาง หลักการตัดสินใจ ยึดถือวัตถุประสงค์หลักสองประการ คือ ผลรวมของระยะทางทุกช่วงมีค่าต่ำสุด และผลรวมของ weight ทุกช่วงมีค่าต่ำสุด ซึ่งในวิทยานิพนธ์ใช้หลักการที่เรียกว่า Two Objective Shortest Path เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะมีมากกว่าหนึ่งเส้นทาง ต่อจากนั้นก็จะเป็นหน้าที่ของผู้ใช้ระบบในการตัดสินใจว่า จะเลือกเส้นทางใดที่คิดว่าดีที่สุด อาจจะพิจารณาโดยการแลกเปลี่ยน

การทำวิทยานิพนธ์เรื่อง " ระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงทางทหาร " นี้ ก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อทางราชการทหารมากมาย สามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. ทำให้สามารถแก้ปัญหาทางด้านบุคลากร ที่ชำนาญการทางด้านส่งกำลังบำรุงที่มีความคุ้นเคยแต่ละภูมิภาคใด ๆ จะนั้นการโยกย้ายนายทหารส่งกำลังบำรุงในแต่ละปี จะไม่มีปัญหาในการถ่ายทอดงานในหน้าที่ที่ปฏิบัติกันอยู่ การปฏิบัติงานจะได้เกิดความต่อเนื่อง
2. ทำให้การส่งกำลังบำรุงมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขณะเกิดวิกฤตการณ์ อยู่ในภาวะที่อาจจะเกิดการสู้รบบริเวณชายแดน สามารถใช้ระบบนี้ อำนวยความสะดวก ในการหาเส้นทางที่เหมาะสม และ ขณะเดียวกันก็สามารถใช้ระบบนี้ช่วยแก้ปัญหา เมื่อขบวนขนส่งต้องเจออุปสรรคโดยไม่คาดคิด กรณีถนนขาด ไม่ว่าจะเกิดเพราะอุบัติเหตุ หรือความเสียหาย เนื่องจากฝ่ายตรงข้าม ก็สามารถใช้ระบบนี้มาทำการหาเส้นทางใหม่ เพื่อให้ขบวน

ขนส่ง ถึงที่หมายตามต้องการ

3. สามารถที่จะนำระบบนี้ไปใช้ในภูมิภาคใดก็ได้ เพียงแต่เปลี่ยนเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับถนน ที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงในภูมิภาคนั้นๆ ก็จะสามารถนำไปใช้งานได้ทันที

7.2 ข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ระบบนี้ สามารถที่จะวิจัยต่อเนื่อง ให้สามารถใช้งานได้กว้างขวาง มีประสิทธิภาพ และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอเสนอแนะให้พัฒนาสิ่งดังต่อไปนี้

1. การแสดงเส้นทางต่างๆ ตามสภาพภูมิประเทศ ก็อาจจะนำระบบ Graphic มาช่วย ซึ่งจะทำให้ระบบการวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงทางทหาร อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช่มากยิ่งขึ้น มองเห็นเครือข่ายถนนเหมือนของจริง

2. พัฒนาให้ระบบสามารถนำไปใช้กับงานอื่นได้ โดยไม่จำเพาะเจาะจงแต่การวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงทางทหารเท่านั้น การสร้างแฟ้มข้อมูล รวมทั้งแอทริบิวต์ต่างๆ ต้องสามารถเปลี่ยนแปลงประยุกต์ตามงานระบบใหม่ได้ จะมีประโยชน์มากกว่านี้

3. รูปแบบการแสดงผล สามารถพัฒนาให้ง่ายต่อการใช้งาน แสดงในรูปแบบต่างๆ แล้วแต่ผู้จะใช้จะเลือกดู

เอกสารอ้างอิง

- [1]. วิศิษฐ์ หิรัญกิตติ, ศุภมิตร จิตตะยโสธร, เปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถสรุปกฎจากตัวอย่าง, การประชุมทางวิชาการไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 11, คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (2531)
- [2]. วิจิตร คัมภรสิทธิ์, วันชัย ธิจิรวัณ, ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, การวิจัยดำเนินงาน (OPERATION RESEARCH) ภาค DETERMINISTIC (กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2532)
- [3]. สมศักดิ์ ตรีสัตย์, เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ, ภาค: วิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุอย่างมีระบบ (SYSTEMATIC HANDLING ANALYSIS) (กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2533)
- [4]. เสกศักดิ์ วัฒนสุขชัย, สุนทร พุฒวันเพ็ญ, แผนที่ทางหลวงในประเทศไทย (กรุงเทพมหานคร : สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทย, 2535)
- [5]. โรงเรียนเสนาธิการทหารบก คผอ.4, คู่มือฝ่ายอำนวยความสะดวกด้วย แบบธรรมเนียมการส่งกำลังบำรุง, เรื่อง การขนส่ง, มิถุนายน 2518
- [6]. พีรเชษฐ์ เขิดสถิรกุล, การอินเทอร์เน็ตเพชภาษาซี กับ คลิปบอร์ด, คอมพิวเตอร์รีวิว, ฉบับที่ 104 ประจำเดือนเมษายน 2536, หน้า 313-320
- [7]. โรงเรียนทหารขนส่ง, กรมการขนส่งทหารบก, วิชาการขนส่งด้วยรถยนต์ หลักสูตรชั้นนายพัน (2537)
- [8]. โรงเรียนทหารขนส่ง, กรมการขนส่งทหารบก, วิชาการจัดการเคลื่อนย้าย หลักสูตรชั้นนายพัน (2537)
- [9]. F.S.Hillier, G.J.Lieberman, Introduction to Operations Research Fifth Edition, McGraw-Hill, Inc.: Singapore (1990)
- [10]. G.E.Whitehouse, B.L.Wechsler, Applied Operations Research a Survey, John Wiley & Sons, Inc.: Canada (1976)
- [11]. E.B.Hunt, J.Matin, and P.J. Stone, Experiments in Introduction, Academic Press: New York, (1966)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12]. J.R. Quinlan, Discovering Rules by Induction from Large Collection of Examples, Expert System in the Micro Electronic Age, (D. Michie, Ed), Edinburgh University Press (1979)
- [13]. J.R. Quinlan, Introduction of Decision Trees, Technical Report 85.6, School of Computing Science, New South Wales Institute of Technology, Australia (1985)
- [14]. J.R. Quinlan, Decision Trees and Multi-Valued Attributes, Technical Report 85.4, School of Computing Science, New South Wales Institute of Technology, Australia (1985)
- [15]. Alen D. Shapiro, Structured Induction in Expert System, Turing Institute Press, Addison-Wesley Publishing Company (1985)
- [16]. I.H. Henig, The shortest path problem with two objective function, European Journal of Operational Research 25 (1985) pp. 281-291
- [17]. J.R. Current, C.S. Reville, J.L. Cohon, An interactive approach to identify the best compromise solution for two objective shortest path problem, Computers Operations Research, Vol.17, No.2, pp. 187-198, 1990
- [18]. J.C.N. Climaco, E.Q.V. Martins, A bicriterion shortest path algorithm, European Journal of Operational Research 11 (1982) pp. 399-404
- [19]. Y.L. Chen, Y.H. Chin, The quickest path problem, Computers Operations Research, Vol.17, No.2, pp. 153-161, 1990
- [20]. Y.L. Chen, An algorithm for finding the k quickest paths in a network, Computers Operations Research, Vol.20, No.1, pp. 59-65, 1993
- [21]. C.L. Hwang, Y.J. Lai, T.Y. Liu, A new approach for multiple objective decision making, Computers Operations Research, Vol. 20, No.8, pp. 889-899, 1993



ก. ๑. ๑. ๑.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN-MODULE Using CLIPPER

1. PROG.PRG

```

*-----*
* IDENTIFICATION DIVISION.  THESIS                                *
* PROGRAM-ID.  LOGISTIC-TRANSPORATION'S ROUTE ANALYSIS.PRG      *
* AUTHOR.  MAJOR.TAWEEKIAT HEMWONGMANEEKUL                      *
* this is main_program                                           *
*-----*

```

```

LOCAL      nsecret,maxsecret,scode1,passas,maxpass,colpass,;
           secretion,nchoice
#INCLUDE "inkey.ch"
PUBLIC s_file,ss_file
DO SCREEN
RUN VTHAI
F_OFF()
nsecret = 1
maxsecret = 3
scode1 = '
DO WHILE nsecret <= maxsecret
    F_ON()
    F_FRM1()
    SET COLOR TO w+
    @ 11,11 TO 13,69 DOUBLE
    @ 12,12 CLEAR TO 12,68
    @ 12,14 SAY 'Enter Password'
    passas = ""
    @ 12,34 SAY "[_____]"
    maxpass = 0
    colpass = 35

    DO WHILE maxpass < 6
        @ 12,colpass SAY ""
        SET CONSOLE OFF
        inputkey = inkey(0)
        SET CONSOLE ON
        @ 12,colpass SAY "*"
        IF inputkey = 13
            SET CURSOR ON
            EXIT
        ENDIF
        colpass++
        passas = passas + chr(inputkey)
        maxpass = maxpass + 1
    ENDDO
    IF upper(passas) == upper(scode1)
        secretion = .t.
        @ 12,50 SAY 'Right Password'
        TONE(2000,1)
        SET CURSOR ON
        EXIT
    ELSE
        nsecret = nsecret + 1
        secretion = .f.

```

```

        @ 12,50 SAY 'Wrong Password'
        TONE(4000,1)
        TONE(0,1)
        TONE(1000,1)
        TONE(0,5)
    ENDIF
ENDDO
IF '.not.secretion'
    F_RET()
    QUIT
ENDIF
s_file := space(8)
ss_file:= space(8)
    SET COLOR TO b+
    SET CURSOR ON
    SET COLOR TO
    SET COLOR TO w+
    @ 11,11 TO 13,69 DOUBLE
    @ 12,12 CLEAR TO 12,68
    @ 12,20 SAY 'Enter File_name' get s_file
    read
    TONE(4000,1)
    TONE(0,1)
    SET CURSOR ON

DO WHILE .T.
SET KEY K_F10 TO
F_FRM2()
SET COLOR TO gr+/b+
@ 06,29 SAY '[ M A I N   M E N U ]'
@ 08,27 CLEAR TO 18,52
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
@ 08,27 TO 18,52 DOUBLE
@ 09,28 PROMPT ' 1. ID3....TRAINING SET ' //24
@ 11,28 PROMPT ' 2. ROUTE...INFORMATION '
@ 13,28 PROMPT ' 3. CURRENT.INFORMATION '
@ 15,28 PROMPT ' 4. GENERATE.....MATRIX '
@ 17,28 PROMPT ' 5. OPTIMAL.....PATH '
MENU TO nChoice
DO CASE
    CASE nChoice = 1
        TONE(4000,1)
        DO prog1
    CASE nChoice = 2
        TONE(4000,1)
        DO prog2
    CASE nChoice = 3
        TONE(4000,1)
        DO prog3
    CASE nChoice = 4
        TONE(4000,1)
        DO g_mtx
    CASE nChoice = 5
        TONE(4000,1)
        DO prog5
    CASE nChoice = 0
        .OR. LASTKEY() = 27

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        TONE(4000,1)
        EXIT
    ENDCASE
ENDDO
F_RET()
RUN VTHAI/U
RETURN NIL

```

2. PROG1.PRG

```

*-----*
* training-set submenu *
*-----*

LOCAL  nchoice,ff
#INCLUDE "inkey.ch"
cls
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
F_OFF()
DO WHILE .t.
SET KEY K_F10 TO
    F_FRM2()
    SET COLOR TO gr+/b+
    @ 06,29 SAY '[ ID3 TRAINING-SET ]'
    @ 08,15 CLEAR TO 14,65
    SET COLOR TO w+/b+,b+/w
    @ 08,15 TO 14,65 DOUBLE
    @ 09,17 PROMPT ' 1. INPUT DATA INTO TRAINING-SET ... TXT FILE '
    @ 10,17 PROMPT ' 2. TRANSFER TRAINING-SET to ..... DBF FILE '
    @ 11,17 PROMPT ' 3. MAINTENANCE TRAINING-SET ..... DBU.BROWSE '
    @ 12,17 PROMPT ' 4. MAINTENANCE TRAINING-SET ..... 1 REC/TIME '
    @ 13,17 PROMPT ' 5. GENERATE TRAINING-SET --> ID3 TREE '
    MENU TO nChoice
    IF LASTKEY() = 27
        TONE(4000,1)
        EXIT
    ENDIF
DO CASE
    CASE nChoice = 1
        TONE(4000,1)
        RUN ED &s_file.txt
    CASE nChoice = 2
        TONE(4000,1)
        ss_file := s_file
        DO c_tx_db
    CASE nChoice = 3
        TONE(4000,1)
        ss_file := s_file
        DO prog_dbu
    CASE nChoice = 4
        TONE(4000,1)
        DO prog14
    CASE nChoice = 5
        TONE(4000,1)

```

```

        ss_file := s_file
        DO t_id3
CASE nChoice = 0 .OR. LASTKEY() = 27
    TONE(4000,1)
    EXIT
ENDCASE
ENDDO
F_RET()
RETURN NIL

```

3. PROG14.PRG

```

*-----*
* show data in training set      *
* & select rec for maintenance *
*-----*

local    key1,key2,key3,line,sline,lenth,begin,;
         ulimit,lowlimit,sizefile,i,h,_recno,aaa,d_a

cls
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
use &s_file
F_OFF()
do while .t.
    count to sizefile
    lenth    = 16
    begin    = 7
    ulimit   = 1
    lowlimit = iif(sizefile > lenth,lenth,sizefile)
    store begin TO line,sline,begin
    F_FRM1()
    SET COLOR TO gr+/b+
    @ 02,28 SAY '[ TRAINING-SET DATA ]'
    if d_a='a'
        @ 02,61 say '[ Add Already ]' color "r/w"
        d_a:=''
    else
        if d_a='d'
            @ 02,61 say '[ Delete Already ]' color "r/w"
            d_a:=''
        endif
    endif
    F_RULE()
    do while .t.
        go top
        skip ulimit-1
        for i = ulimit to lowlimit
            if line = sline
                store recno() to _recno
                FOR h=1 TO IIF( sizefile < 16, sizefile,16)
                    @ h+6,79 say "n"
                next
            )));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        set color to r/w
    endif
    @ line,17 say ex_no    picture "999"
    @ line,20 say ' '
    @ line,22 say width    picture "9"
    @ line,23 say ' '
    @ line,25 say weight   picture "9"
    @ line,26 say ' '
    @ line,28 say event    picture "9"
    @ line,29 say ' '
    @ line,31 say enemy    picture "9"
    @ line,32 say ' '
    @ line,34 say place    picture "9"
    @ line,35 say ' '
    @ line,37 say border   picture "9"
    @ line,38 say ' '
    @ line,40 say terr     picture "9"
    @ line,41 say ' '
    @ line,43 say road     picture "9"
    @ line,44 say ' '
    @ line,46 say shape    picture "9"
    @ line,47 say ' '
    @ line,49 say traff    picture "9"
    @ line,50 say ' '
    @ line,52 say wheth    picture "9"
    @ line,53 say ' '
    @ line,55 say time     picture "9"
    @ line,56 say ' '
    @ line,58 say long     picture "9"
    @ line,59 say ' '
    @ line,61 say sp       picture "9"
    @ line,62 say ' '
    @ line,64 say brt      picture "9"
    @ line,65 say ' '
    @ line,71 say class    picture "99"
    skip
    line = line +1
    SET COLOR TO w+/b+,b+/w
next
key1 = 0
SAVE SCREEN TO aaa
do while key1 = 0
    key1 = INKEY()
enddo
do case
    case key1 = 27 // Escape
        TONE(4000,1)
        exit
    case key1 = 3 .AND. sizefile > lenth // PgDn
        TONE(4000,1)
        ulimit = ulimit + iif((sizefile - lowlimit);
            < lenth, sizefile - lowlimit,+ lenth)
        lowlimit = lowlimit + iif((sizefile - lowlimit);
            < lenth, sizefile - lowlimit,+ lenth)
    case key1 = 18 .AND. sizefile > lenth // PgUp
        TONE(4000,1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นจากข้อมูลที่มีอยู่และอาจมีข้อผิดพลาดได้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lowlimit = lowlimit + iif(ulimit < lenth,lenth ;
- lowlimit,- lenth)
ulimit = ulimit + iif(ulimit < lenth;;
- (ulimit - 1), - lenth)
case key1 = 24 // K_Down
LK = iif(sizefile > lenth,(lenth + begin - 1),;
(begin, + sizefile -1))
if sline = LK
if sizefile > lenth
ulimit =ulimit + iif(lowlimit < sizefile,+1,0)
lowlimit=lowlimit+ iif(lowlimit < sizefile,+1,0)
endif
else
sline = sline +1
endif
case key1 = 5 // K_Up
if sline = begin
lowlimit = lowlimit +iif (ulimit = 1,0,-1)
ulimit = ulimit + iif (ulimit = 1,0,-1)
else
sline = sline-1
endif
case key1 = 13 // K_Enter
TONE(4000,1)
DO WHILE .T.
set cursor on
F_FRM1()
SET COLOR TO gr+/b+
@ 02,28 SAY '[ TRAINING-SET DATA ]'
F_RULE_IP()
GO _RECNO
SET COLOR TO ,gr+/b+
memv->ex_no = ex_no
memv->width = width
memv->weight = weight
memv->event = event
memv->enemy = enemy
memv->place = place
memv->border = border
memv->terr = terr
memv->road = road
memv->shape = shape
memv->traff = traff
memv->wheth = wheth
memv->time = time
memv->long = long
memv->sp = sp
memv->brt = brt
memv->class = class
@ 06,32 GET memv->EX_NO PICT "999" range 1,999
@ 07,34 GET memv->width PICT "9" valid memv->width$ '12'
@ 08,34 GET memv->weight PICT "9" valid memv->weight$ '12'
@ 09,34 GET memv->event PICT "9" valid memv->event$ '123'
@ 10,34 GET memv->enemy PICT "9" valid memv->enemy$ '123'
@ 11,34 GET memv->place PICT "9" valid memv->place$ '123'
@ 12,34 GET memv->border PICT "9" valid memv->border$ '123'

```

```

@ 13,34 GET memv->terr    PICT "9" valid memv->terr$    '123'
@ 14,34 GET memv->road    PICT "9" valid memv->road$    '123'
@ 15,34 GET memv->shape    PICT "9" valid memv->shape$    '123'
@ 16,34 GET memv->traff    PICT "9" valid memv->traff$    '123'
@ 17,34 GET memv->wheth    PICT "9" valid memv->wheth$    '12'
@ 18,34 GET memv->time    PICT "9" valid memv->time$    '12'
@ 19,34 GET memv->long    PICT "9" valid memv->long$    '12'
@ 20,34 GET memv->sp    PICT "9" valid memv->sp$    '12'
@ 21,34 GET memv->brt    PICT "9" valid memv->brt$    '12'
@ 22,34 GET memv->class    PICT "99"

read
key2 = 0
do while key2 = 0
    key2 = INKEY()
enddo
do case
    case key2 = 27 // Escape
        TONE(4000,1)
        RESTORE SCREEN FROM aaa
        exit
    case key2 = -3 // PF4
        TONE(4000,1)
        replace ex_no with memv->ex_no,,
        width with memv->width,,
        weight with memv->weight,,
        event with memv->event,,
        enemy with memv->enemy,,
        place with memv->place,,
        border with memv->border,,
        terr with memv->terr,,
        road with memv->road,,
        shape with memv->shape,,
        traff with memv->traff,,
        wheth with memv->wheth,,
        time with memv->time,,
        long with memv->long,,
        sp with memv->sp,,
        brt with memv->brt,,
        class with memv->class
        RESTORE SCREEN FROM aaa
        @ 02,61 say '[ Update Already ]';
        color "r/w"

        exit
    case key2 = -4 // PF5
        TONE(4000,1)
        @ 02,57 say '[ R.U.Sure? to Delete ]';
        color "r/w"

        @ 03,57 say '[ F5:O.K._ESC:Cancel ]';
        color "r/w"

        key3 = 0
        do while key3 = 0
            key3 = INKEY()
        enddo
        do case
            case key3 = 27 // Escape
                TONE(4000,1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RESTORE SCREEN FROM aaa
@ 02,61 say '[ Cancel Delete ]';
color "r/w"

exit
case key3 = -4 // PF5
TONE(4000,1)
delete
pack
d_a:='d'
exit
endcase
case key2 = -5 // PF6
TONE(4000,1)
append blank
replace ex_no with memv->ex_no;;
width with memv->width;;
weight with memv->weight;;
event with memv->event;;
enemy with memv->enemy;;
place with memv->place;;
border with memv->border;;
terr with memv->terr;;
road with memv->road;;
shape with memv->shape;;
traff with memv->traff;;
wheth with memv->wheth;;
time with memv->time;;
long with memv->long;;
sp with memv->sp;;
brt with memv->brt;;
class with memv->class
d_a:='a'
exit
endcase
ENDDO
endcase
line = begin
if d_a='a' .or. d_a='d'
exit
endif
enddo
if lastkey()=27
exit
endif
ENDDO
F_RET()
close all
release key1,key2,key3,line,sline,lenth,begin;;
ulimit,lowlimit,sizefile,i,h,_recno,aaa,d_a
return nil

```

4. PROG2.PRG

```

*-----*
* route-information submenu *
*-----*

LOCAL    nchoice
#INCLUDE "inkey.ch"
cls
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
F_OFF()
DO WHILE .T.
SET KEY K_F10 TO
  F_FRM2()
  SET COLOR TO gr+/b+
  @ 06,28 SAY '[ ROUTE INFORMATION ]'
  @ 08,13 CLEAR TO 13,67
  SET COLOR TO w+/b+,b+/w
  @ 08,13 TO 13,67 DOUBLE
  @ 09,15 PROMPT ' 1. INPUT ROUTE INFORMATION ..... TXT FILE '
  @ 10,15 PROMPT ' 2. TRANSFER ROUTE INFORMATION to ..... DBF FILE '
  @ 11,15 PROMPT ' 3. MAINTENANCE ROUTE INFORMATION .... DBU.BROWSE '
  @ 12,15 PROMPT ' 4. MAINTENANCE ROUTE INFORMATION .... 1 REC/TIME '
  MENU TO nchoice
  IF LASTKEY()=27
    TONE(4000,1)
    EXIT
  ENDIF
  DO CASE
    CASE nChoice = 1
      TONE(4000,1)
      ss_file := rtrim(s_file)+'inf.txt'
      RUN ED &ss_file
    CASE nChoice = 2
      TONE(4000,1)
      ss_file := rtrim(s_file)+'inf'
      DO c_tx_db
    CASE nChoice = 3
      TONE(4000,1)
      ss_file := rtrim(s_file)+'inf'
      DO prog_dbu
    CASE nChoice = 4
      TONE(4000,1)
      ss_file := rtrim(s_file)+'inf'
      DO prog24
    CASE nChoice = 0 .OR. LASTKEY() = 27
      TONE(4000,1)
      EXIT
  ENDCASE
ENDDO
F_RET()
release nchoice
RETURN NIL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. PROG24.PRG

```

*-----*
* show data in route-information *
* file ..inf.dbf *
*-----*

local key1,key2,key3,line,sline,lenth,begin,;
      ulimit,lowlimit,sizefile,i,h,_recno,aaa,ff,d_a
cls
@ 5,5 say 'file_name : ' get s_file
read
ff := alltrim(s_file)+'inf'
use &ff
F_OFF()
do while .t.
  count to sizefile
  lenth = 14
  begin = 7
  ulimit = 1
  lowlimit = iif(sizefile > lenth,lenth,sizefile)
  store begin TO line,sline,begin
  F_FRM1()
  SET COLOR TO gr+/b+
  @ 02,28 SAY '[ ROUTE INFORMATION ]'
  IF d_a='a'
    @ 02,61 say '[ Add Already ]' color "r/w"
    d_a:=''
  else
    if d_a='d'
      @ 02,61 say '[ Delete Already ]' color "r/w"
      d_a:=''
    endif
  endif
  F_ROAD()
  do while .t.
    go top
    skip ulimit-1
    for i = ulimit to lowlimit
      if line = sline
        store recno() to _recno
        FOR h=1 TO IIF( sizefile < 14, sizefile,14)
          @ h+6,79 say "n"
        next
      ))
      COLOR "R/W"
      set color to r/w
    endif
  * 5,16 '[ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 ]'
  *
  * +---2---+---3---+---4---+---5---+---6---+---7---+
    @ line,19 say i_name picture "AAAA"
    @ line,23 say ' '
    @ line,25 say i_start picture "99"
    @ line,28 say ' '
    @ line,30 say i_end picture "99"

```

```

@ line,33 say ' '
@ line,35 say i_dist picture "99"
@ line,37 say ' '
@ line,39 say i_width picture "99"
@ line,41 say ' '
@ line,43 say i_weight picture "99999"
@ line,48 say ' '
@ line,50 say i_conn picture "9"
@ line,51 say ' '
@ line,53 say i_place picture "9"
@ line,54 say ' '
@ line,56 say i_border picture "999"
@ line,59 say ' '
@ line,61 say i_terr picture "9"
@ line,62 say ' '
@ line,64 say i_road picture "9"
@ line,65 say ' '
@ line,67 say i_shape picture "9"
@ line,68 say ' '
@ line,70 say i_traff picture "9"
skip
line = line +1
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
next
key1 = 0
SAVE SCREEN TO aaa
do while key1 = 0
    key1 = INKEY()
enddo
do case
    case key1 = 27 // Escape
        TONE(4000,1)
        exit
    case key1 = 3 .AND. sizefile > lenth // PgDn
        TONE(4000,1)
        ulimit = ulimit + iif((sizefile - lowlimit)
            < lenth, sizefile - lowlimit,+ lenth)
        lowlimit = lowlimit + iif((sizefile - lowlimit)
            < lenth, sizefile - lowlimit,+ lenth)
    case key1 = 18 .AND. sizefile > lenth // PgUp
        TONE(4000,1)
        lowlimit = lowlimit + iif(ulimit < lenth,lenth;
            - lowlimit, - lenth)
        ulimit = ulimit + iif(ulimit < lenth,-(ulimit - 1),;
            - lenth)
    case key1 = 24 // K_Down
        LK = iif(sizefile > lenth,(lenth + begin - 1),;
            (begin, + sizefile -1))
        if sline = LK
            if sizefile > lenth
                ulimit =ulimit + iif(lowlimit < sizefile,+1,0)
                lowlimit=lowlimit+ iif(lowlimit < sizefile,+1,0)
            endif
        else
            sline = sline +1
        endif
    endif
enddo

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

case key1 = 5 // K_Up
  if sline = begin
    lowlimit = lowlimit + iif (ulimit = 1,0,-1)
    ulimit = ulimit + iif (ulimit = 1,0,-1)
  else
    sline = sline-1
  endif
case key1 = 13 // K_Enter
  TONE(4000,1)
  DO WHILE .T.
    set cursor on
    F_FRM1()
    SET COLOR TO gr+/b+
    @ 04,28 SAY '[' ROUTE INFORMATION  ']'
    F_ROAD_IP()
    GO _RECNO
    SET COLOR TO ,gr+/b+
    memv->i_name = i_name
    memv->i_start = i_start
    memv->i_end = i_end
    memv->i_dist = i_dist
    memv->i_width = i_width
    memv->i_weight = i_weight
    memv->i_conn = i_conn
    memv->i_place = i_place
    memv->i_border = i_border
    memv->i_terr = i_terr
    memv->i_road = i_road
    memv->i_shape = i_shape
    memv->i_traff = i_traff
    @ 08,33 GET memv->i_name PICT "AAAA"
    @ 09,34 GET memv->i_start PICT "999" range 1,89
    @ 10,34 GET memv->i_end PICT "999" range 1,89
    @ 11,35 GET memv->i_dist PICT "99" range 1,99
    @ 12,35 GET memv->i_width PICT "99" range 1,50
    @ 13,32 GET memv->i_weight PICT "99999" range 1,99999
    @ 14,36 GET memv->i_conn PICT "9" valid memv->i_conn$ '12'
    @ 15,36 GET memv->i_place PICT "9" valid memv->i_place$ '123'
    @ 16,34 GET memv->i_border PICT "999" range 1,999
    @ 17,36 GET memv->i_terr PICT "9" valid memv->i_terr$ '123'
    @ 18,36 GET memv->i_road PICT "9" valid memv->i_road$ '123'
    @ 19,36 GET memv->i_shape PICT "9" valid memv->i_shape$ '123'
    @ 20,36 GET memv->i_traff PICT "9" valid memv->i_traff$ '123'
    read
    key2 = 0
    do while key2 = 0
      key2 = INKEY()
    enddo
    do case
      case key2 = 27 // Escape
        TONE(4000,1)
        RESTORE SCREEN FROM aaa
        exit
      case key2 = -3 // PF4
        TONE(4000,1)
        replace i_name with memv->i_name,;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

i_start with memv->i_start;;
i_end   with memv->i_end;;
i_dist  with memv->i_dist;;
i_width with memv->i_width;;
i_weight with memv->i_weight;;
i_conn  with memv->i_conn;;
i_place with memv->i_place;;
i_border with memv->i_border;;
i_terr  with memv->i_terr;;
i_road  with memv->i_road;;
i_shape with memv->i_shape;;
i_traff with memv->i_traff

RESTORE SCREEN FROM aaa
@ 02,61 say '[ Update Already ]';
        color "r/w"

exit
case key2 = -4 // PF5
TONE(4000,1)
@ 02,57 say '[ R.U.Sure? to Delete ]';
        color "r/w"
@ 03,57 say '[ F5:O.K. _ESC:Cancel ]';
        color "r/w"

key3 = 0
do while key3 = 0
    key3 = INKEY()
enddo
do case
    case key3 = 27 // Escape
        TONE(4000,1)
        RESTORE SCREEN FROM aaa
        @ 02,61 say '[ Cancel Delete ]';
            color "r/w"

        exit
    case key3 = -4 // PF5
        TONE(4000,1)
        delete
        pack
        d_a := 'd'
        exit
    endcase
case key2 := -5 // PF6
TONE(4000,1)
append blank
replace i_name with memv->i_name;;
i_start with memv->i_start;;
i_end   with memv->i_end;;
i_dist  with memv->i_dist;;
i_width with memv->i_width;;
i_weight with memv->i_weight;;
i_conn  with memv->i_conn;;
i_place with memv->i_place;;
i_border with memv->i_border;;
i_terr  with memv->i_terr;;
i_road  with memv->i_road;;
i_shape with memv->i_shape;;
i_traff with memv->i_traff

```

```

                                d_a := 'a'
                                exit
                        endcase
                ENDDO
        endcase
        line = begin
        if d_a='d' .or. d_a='a'
                exit
        endif
enddo
if lastkey()=27
        exit
endif
enddo
F_RET()
close all
release key1,key2,key3,line,sline,lenth,begin,;
        ulimit,lowlimit,sizefile,i,h,_recno,aaa,ff,d_a
return nil

```

6. PROG3.PRG

```

*-----*
* generate file from ..inf.dbf + screen(route information) *
* use data from file & screen check in file ..tree.dbf *
* and calculate weight *
* output file is ..fnl.dbf *
*-----*

local      s_event,s_enemy,s_wheth,s_time,s_long,s_sp,;
           s_brt,s_width,s_weight,gg1,gg2,gg3,rec1,rec2,rec3,;
           cls_end,final,con,ff1,ff2,ff3,ff4,a

#include "inkey.ch"
CLS
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
s_width   := 3
s_weight  := 20000
s_enemy   := 50
s_event   := '1'
s_wheth   := '1'
s_time    := '1'
s_long    := '1'
s_sp      := '1'
s_brt     := '1'
F_ON()
DO WHILE .T.
SET KEY K_F10 TO
        F_FRM1()
SET COLOR TO gr+/b+
@ 02,28 SAY '[ CURRENT INFORMATION.]'
@ 04,11 CLEAR TO 23,66
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
@ 04,11 TO 23,66 DOUBLE
@ 05,16 SAY '1. ความกว้างของขบวนรถ(ม.)'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

      GET S_WIDTH pict "99" range 1,99
@ 06,16 SAY '
@ 07,16 SAY ' 2. น้ำหนักบรรทุก (Max:กบ.) ' ;
      GET S_WEIGHT pict "99999" range 1,99999
@ 08,16 SAY '
@ 09,16 SAY ' 3. สถานการณ์ภัยแล้ง ' ;
      GET S_EVENT pict "9" valid s_event$ '123'
@ 10,16 SAY ' 1:ฉุกเฉิน 2:เตรียม 3:ปกติ '
@ 11,16 SAY ' 4. ความพร้อมรบของข้าศึก(%) ' ;
      GET S_ENEMY pict "999" range 0,100
@ 12,16 SAY '
@ 13,16 SAY ' 5. สภาพอากาศ ' ;
      GET S_WHETH pict "9" valid s_wheth$ '12'
@ 14,16 SAY ' 1:ดีไม่เป็นอุปสรรค 2:ไม่ดี '
@ 15,16 SAY ' 6. เวลาออกเดินทาง ' ;
      GET S_TIME pict "9" valid s_time$ '12'
@ 16,16 SAY ' 1:กลางวัน 2:กลางคืน '
@ 17,16 SAY ' 7. ความยาวของขบวนรถ ' ;
      GET S_LONG pict "9" valid s_long$ '12'
@ 18,16 SAY ' 1:สั้น(<=8) 2:ยาว(>8 คัน) '
@ 19,16 SAY ' 8. ชนิดของสิ่งอุปการะสนับสนุน ' ;
      GET S_SP pict "9" valid s_sp$ '12'
@ 20,16 SAY ' 1:หน่อการชำรุด 2:ชำรุดง่าย '
@ 21,16 SAY ' 9. แสงสว่างธรรมชาติ ' ;
      GET S_BRT pict "9" valid s_brt$ '12'
@ 22,16 SAY ' 1:มี 2:ไม่มี
READ
IF LASTKEY()=27
  TONE(4000,1)
  EXIT
ENDIF
F_FRM3()

```

```

gg1 := rtrim(s_file)+'inf'
gg2 := rtrim(s_file)+'fnl'
gg3 := rtrim(s_file)+'tree'
select 1
use &gg1
select 2
use &gg2
zap
select 3
use &gg3
select 1
do while .not. eof()
  rec1:=recno()
  select 2
    append blank
    replace f_event with s_event,;
           f_wheth with s_wheth,;
           f_time with s_time,;
           f_long with s_long,;
           f_sp with s_sp,;
           f_brt with s_brt,;
           f_place with &gg1->i_place,;
           f_terr with &gg1->i_terr,;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        f_road with &gg1->i_road;;
        f_shape with &gg1->i_shape;;
        f_traff with &gg1->i_traff;;
        f_name with &gg1->i_name;;
        f_start with &gg1->i_start;;
        f_end with &gg1->i_end;;
        f_dist with &gg1->i_dist;;
        f_conn with &gg1->i_conn
if s_enemy >= 80
    replace f_enemy with '1'
else
if s_enemy >= 50
    replace f_enemy with '2'
else
    replace f_enemy with '3'
endif
endif
if &gg1->i_border >= 50
    replace f_border with '1'
else
if &gg1->i_border >= 25
    replace f_border with '2'
else
    replace f_border with '3'
endif
endif
if &gg1->i_width >= s_width
    replace f_width with '1'
else
    replace f_width with '2'
endif
if &gg1->i_weight >= s_weight
    replace f_weight with '1'
else
    replace f_weight with '2'
endif
if &gg1->i_border >= 80
    replace f_border with '1'
else
if &gg1->i_border >= 50
    replace f_border with '2'
else
    replace f_border with '3'
endif
endif
endif
select 1
go rec1
skip
enddo
select 2
go top
do while .not. eof()
    rec2:=recno()
    select 3
    go top
    cls_end:=0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

do while cls_end=0
  ff2 := 'f_'+alltrim(node)
  if child > 0
    a:=1
    con:='y'
    do while con='y'
      if a>5
        *      ?'child>5'
        cls_end:=100
        con:='n'
      else
        ff3 := 'lnk'+ltrim(str(a))
        ff4 := 'go_'+ltrim(str(a))
        if &gg2->&ff2==&ff3
          con:='n'
        else
          a++
        endif
      endif
    enddo
    go &ff4
  else
    cls_end:=val(alltrim(node))
  endif
enddo
select 2
go rec2

replace f_final with cls_end
skip
enddo
close all
enddo
release s_event,s_enemy,s_wheth,s_time,s_long,s_sp;;
       s_brt,s_width,s_weight,gg1,gg2,gg3,rec1,rec2,rec3;;
       cls_end,final,con,ff1,ff2,ff3,ff4,a
F_RET()
RETURN NIL

```

7. G_MTX.PRG

```

*-----*
* create file ..mtx.dbf *
* convert file ..fnl.dbf -> ..mtx.dbf *
* keep range of road & weight *
*-----*

local ff1,ff2,mx_pnt,a,b,c,con,rec1;;
      pnt,ff,gg,tt_pnt
mx_pnt := 100
pnt := array(mx_pnt)
for a=1 to mx_pnt
  pnt[a]:=0
next
cls

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
F_ON()
F_FRM1()
F_FRM3()
ff1 := rtrim(s_file)+'fnl'
ff2 := rtrim(s_file)+'mtx'
select 1
use &ff1
do while .not. eof()
  a:=1
  con:='y'
  do while con='y'
    do case
      case pnt[a] == 0
        pnt[a] := f_start
        con    := 'n'
      case pnt[a] == f_start
        con    := 'n'
      otherwise
        a++
    endcase
  enddo
  skip
enddo
go top
do while .not. eof()
  a:=1
  con:='y'
  do while con='y'
    do case
      case pnt[a] == 0
        pnt[a] := f_end
        con    := 'n'
      case pnt[a] == f_end
        con    := 'n'
      otherwise
        a++
    endcase
  enddo
  skip
enddo
tt_pnt := a+1
create new_stru
use new_stru
for a=1 to tt_pnt
  ff := 'pnt'+alltrim(str(a))
  gg := 'd' +alltrim(str(a))
  append blank
  replace field_name with ff,,
  field_type with "N",,
  field_len with 5,,
  field_dec with 0
  append blank
  replace field_name with gg,,
  field_type with "N",,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                field_len with 5,;
                field_dec with 0
            next
            create &ff2 from new_stru
            erase new_stru.dbf
close all
select 2
use &ff2
    for a=1 to tt_pnt
        append blank
        for b=1 to tt_pnt
            ff := 'pnt'+alltrim(str(b))
            gg := 'd' +alltrim(str(b))

            if a==b
                replace &ff with 0
                replace &gg with 0
            else
                replace &ff with 99999
                replace &gg with 99999
            endif
        next
    ?'rec',recno()
    next
select 1
use &ff1
go top
do while .not. eof()
    rec1:= recno()
    b := val(alltrim(str(f_end)))
    select 2
    go b
    c := val(str(&ff1->f_start))
    ff := 'pnt'+alltrim(str(c))
    gg := 'd' +alltrim(str(c))
    replace &ff with &ff1->f_final*&ff1->f_dist,;
    &gg with &ff1->f_dist
    if &ff1->f_conn <> '1'
        replace &ff with 99999
        replace &gg with 99999
    endif
    *?'replace',recno()
    select 1
    go rec1
    skip
enddo
go top
do while .not. eof()
    rec1:= recno()
    b := val(alltrim(str(f_start)))
    select 2
    go b
    c := val(str(&ff1->f_end))
    ff := 'pnt'+alltrim(str(c))
    gg := 'd' +alltrim(str(c))
    replace &ff with &ff1->f_final*&ff1->f_dist,;

```

```

        &gg with &ff1->f_dist
    if &ff1->f_conn <> '1'
        replace &ff with 99999
    endif
*?'replace',recno()
    select 1
    go rec1
    skip
enddo
close all
release ff1,ff2,mx_pnt,a,b,c,con,rec1,;
        pnt,ff,gg,tt_pnt
cls
return nil

```

8. PROG5.PRG

```

*-----*
* shortest path *
* input origin-node,destination-node *
*-----*

LOCAL    nchoice,a,b,ff
public   s,t,s_name,t_name
#include  "inkey.ch"
cls
F_ON()
@ 5,5 say 'file_name : ' get s_file
read
DO WHILE .T.
SET KEY K_F10 TO
    ff := rtrim(s_file)+'name'
    use &ff
    F_FRM2()
    for c=1 to 2
        SET COLOR TO gr+/b+
        if c=1
            @ 02,30 SAY '[ ORIGIN POSITION ]'
        else
            @ 02,28 SAY '[ DESTINATION POSITION ]'
        endif
        @ 03,00 CLEAR TO 22,79
        SET COLOR TO w+/b+,b+/w
        @ 03,00 TO 22,79 DOUBLE
        for a=1 to 18
            for b=1 to 5
                go (a-1)*5+b
                @ a+3,(b-1)*15+3 PROMPT str(node)+'.'+name
            next
        next
    MENU TO nChoice
    if nChoice = 0 .OR. LASTKEY() = 27
        TONE(4000,1)
        return nil
    else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        for d=1 to 89
            if nChoice = d
                go d
                TONE(4000,1)
                if c=1
                    t:= d
                    t_name:=name
                else
                    s:= d
                    s_name:=name
                endif
            endif
        next
    endif
next
close all
do shortest
do prog51
ENDDO
SET COLOR TO
CLEAR SCREEN
release nchoice,a,b,ff,s,t,s_name,t_name
RETURN NIL

```

9. PROG51.PRG

```

*-----*
* show data total route in ..route.dbf & select each route *
*-----*

local    key1,line,sline,lenth,begin,ulimit,lowlimit,;
         sizefile,i,h,_recno,aaa,ff,gg,hh,kexit
*
         s,t,s_name,t_name
cls
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
ff := rtrim(s_file)+'route'
gg := rtrim(s_file)+'name'
hh := rtrim(s_file)+'inf'
select 3
use &hh
select 2
use &gg
select 1
use &ff
F_OFF()
kexit = .f.

DO WHILE .T.
    count to sizefile
    lenth    = 14
    begin    = 8
    ulimit   = 1
    lowlimit = iif(sizefile > lenth,lenth,sizefile)
    store begin TO line,sline,begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

F_FRM2()
SET COLOR TO gr+/b+
@ 02,28 SAY '[  SHORTEST  ROUTE  ]'
@ 04,12 say repl(' ',57)
@ 04,12 SAY '[  ORIGIN  : ' + alltrim(str(t))+':'+t_name
@ 04,38 SAY '  DESTINATION  : ' + alltrim(str(s))+':'+s_name
@ 04,68 SAY ']'
@ 06,13 CLEAR TO 23,67
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
@ 06,13 TO 23,67 DOUBLE
@ 07,21 SAY '[ ROUTE ]'
@ 07,31 SAY '[ WEIGHT ]'
@ 07,42 SAY '[ DIST.]'
@ 07,51 SAY '[ TT.NODE ]'
do while .t.
  go top
  skip ulimit-1
  for i = ulimit to lowlimit
    if line = sline
      store recno() to _recno
      FOR h=1 TO IIF( sizefile < 14, sizefile,14)
        @ h+6,79 say "η"
      next
      COLOR "R/W"
      set color to r/w
    endif
    @ LINE,19 say str(recno())+ '      '+';
      str(weg1)   + '      '+';
      str(dst1)   + '      '+';
      str(tt_node)+ '      '+';

    skip
    line = line +1
    SET COLOR TO w+/b+,b+/w
  next
  key1 = 0
  SAVE SCREEN TO aaa
  do while key1 = 0
    key1 = INKEY()
  enddo
  do case
    case key1 = 27 // Escape
      TONE(4000,1)
      kexit = .t.
      exit
    case key1 = 3 .AND. sizefile > lenth // PgDn
      TONE(4000,1)
      ulimit = ulimit + iif((sizefile - lowlimit);
        < lenth, sizefile - lowlimit,+ lenth)
      lowlimit = lowlimit + iif((sizefile - lowlimit);
        < lenth, sizefile - lowlimit,+ lenth)
    case key1 = 18 .AND. sizefile > lenth // PgUp
      TONE(4000,1)
      lowlimit = lowlimit + iif(ulimit < lenth,lenth;
        - lowlimit,- lenth)
      ulimit = ulimit + iif(ulimit < lenth;;

```

```

                                - (ulimit - 1),- lenth)
case key1 = 24 // K_Down
    LK      = iif(sizefile > lenth,(lenth + begin - 1),;
              (begin, + sizefile -1))
    if sline = LK
        if sizefile > lenth
            ulimit =ulimit + iif(lowlimit < sizefile,+1,0)
            lowlimit=lowlimit+ iif(lowlimit < sizefile,+1,0)
        endif
    else
        sline = sline +1
    endif
case key1 = 5 // K_Up
    if sline = begin
        lowlimit = lowlimit +iif (ulimit = 1,0,-1)
        ulimit = ulimit + iif (ulimit = 1,0,-1)
    else
        sline = sline-1
    endif
case key1 = 13 // K_Enter
    TONE(4000,1)
    GO _RECNO
    do prog511 with _recno
    exit
endcase
line = begin
enddo
if kexit
    exit
endif
endDO
F_RET()
close all
release key1,line,sline,lenth,begin,ulimit,lowlimit,;
sizefile,i,h,_recno,aaa,ff,gg,hh
return nil

```

10. PROG511.PRG

```

*-----*
* show data each route in ..route.dbf with detail *
*-----*

local key1,key2,line,sline,lenth,begin,ulimit,lowlimit,;
nxt,lll1,lll2,sizerec,i,j,h,_ord,bbb,order,ww2,www,;
weg,dd2,ddd,nme,lng,lvl,dst,start1,end1,tab
*public li,lifo,liso,liwt,lidt,tt,sol,pre,weg,dst,a,b,c,;
* noloop,noloop2,s,t,s_name,t_name
para _recno
cls
F_OFF()
tab := array(tt_node,7)
go _recno
for j=1 to tt_node
    jj := alltrim(str(j))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lvl := 'lvl'+jj
nme := 'nme'+jj
ddd := 'dst'+jj
www := 'weg'+jj
if j=1
  dst:=0
  weg:=0
else
  ww2:= 'weg'+alltrim(str(j-1))
  weg:= &ww2-&www
  dd2:= 'dst'+alltrim(str(j-1))
  dst:= &dd2-&ddd
endif
tab[j,1] := j
tab[j,2] := &lvl
tab[j,3] := &nme
tab[j,4] := weg
tab[j,5] := weg1-&www
tab[j,6] := dst
tab[j,7] := dst1-&ddd
next
DO WHILE .T.
  sizerec := tt_node
  lenth = 16
  begin = 7
  ulimit = 1
  lowlimit = iif(sizerec > lenth,lenth,sizerec)
  store begin TO line,sline,begin
  F_FRM2()
  SET COLOR TO gr+/b+
  @ 02,12 say repl(' ',57)
  @ 02,12 SAY '[' ORIGIN : ' + alltrim(str(t))+':'+t_name
  @ 02,38 SAY ' DESTINATION : ' + alltrim(str(s))+':'+s_name
  @ 02,68 SAY ']'
  @ 04,08 CLEAR TO 23,72
  SET COLOR TO w+/b+,b+/w
  @ 04,08 TO 23,72 DOUBLE
  @ 05,12 SAY 'ORDER  NODE      NAME      WEIGHT:TOTAL  DISTANCE:TOTAL'
  @ 06,12 SAY '-----  -----  -----  -----  -----'
  *--1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----+
  *| ORDER  NODE      NAME      WEIGHT:TOTAL  DISTANCE:TOTAL  |
  *| -----  -----  -----  -----  -----  |
  *| -- --  -----  -- --  -- --  -- --  -- --  |
  go _recno
  j := 0
  do while .t.
    for i = ulimit to lowlimit
      if i=1
        lll1:=nil
      else
        lll1:=&lvl
      endif
      jj := alltrim(str(i))
      lvl := 'lvl'+jj
      lll2:=&lvl

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารจำลองเก่าเจ้าคุณหมื่นไวยวรนาถ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if line = sline
  start1 := 1111
  end1   := 1112
  FOR h=1 TO IIF( sizerec < 16, sizerec,16)
    @ h+6,79 say "n"
  next

```

```

")) ;

```

```

COLOR "R/W"

```

```

  set color to r/w
endif
@ line,13 SAY tab[i,1]    pict '99'
@ line,20 SAY tab[i,2]    pict '99'
@ line,25 SAY tab[i,3]    pict 'AAAAAAAAAA'
@ line,41 say tab[i,4]    pict '999'
@ line,46 say tab[i,5]    pict '9999'
@ line,59 say tab[i,6]    pict '999'
@ line,64 say tab[i,7]    pict '9999'
line = line +1
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
next
key1 = 0
SAVE SCREEN TO bbb
do while key1 = 0
  key1 = INKEY()
enddo
do case
  case key1 = 27 // Escape
    TONE(4000,1)
    exit
  case key1 = 3 .AND. sizerec > lenth // PgDn
    TONE(4000,1)
    ulimit = ulimit + iif((sizerec - lowlimit)
      < lenth, sizerec - lowlimit,+ lenth)
    lowlimit = lowlimit+ iif((sizerec - lowlimit)
      < lenth, sizerec - lowlimit,+ lenth)
  case key1 = 18 .AND. sizerec > lenth // PgUp
    TONE(4000,1)
    lowlimit = lowlimit + iif(ulimit < lenth,lenth;
      - lowlimit, - lenth)
    ulimit = ulimit + iif(ulimit < lenth;;
      - (ulimit - 1),- lenth)
  case key1 = 24 // K_Down
    LK = iif(sizerec > lenth,(lenth + begin - 1),;
      (begin, + sizerec -1))
    if sline = LK
      if sizerec > lenth
        ulimit = ulimit + iif(lowlimit < sizerec,+1,0)
        lowlimit= lowlimit+ iif(lowlimit < sizerec,+1,0)
      endif
    else
      sline = sline_+1
    endif
  case key1 = 5 // K_Up
    if sline = begin
      lowlimit= lowlimit+ iif(ulimit = 1,0,-1)
      ulimit = ulimit + iif (ulimit = 1,0,-1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานราชการ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    sline = sline-1
endif
case key1 = 13 // K_Enter
    TONE(4000,1)
    DO WHILE .T.
        set cursor on
        F_FRM1()
        SET COLOR TO gr+/b+
        @ 04,28 SAY '[ ROUTE INFORMATION ]'
        F_ROADSHW()
        select 3
        go top
        nxt:='y'
        do while nxt='y'
            if i_start=start1 .and. i_end =end1 .or. ;
                i_end =start1 .and. i_start=end1
                SET COLOR TO gr+/b+
                @08,33 SAY i_name      PICT "AAAA"
                @09,34 SAY i_start    PICT "999"
                @10,34 SAY i_end      PICT "999"
                @11,35 SAY i_dist     PICT "99"
                @12,35 SAY i_width    PICT "99"
                @13,32 SAY i_weight   PICT "99999"
                @14,36 SAY i_conn     PICT "9"
                @15,36 SAY i_place    PICT "9"
                @16,34 SAY i_border   PICT "999"
                @17,36 SAY i_terr     PICT "9"
                @18,36 SAY i_road     PICT "9"
                @19,36 SAY i_shape    PICT "9"
                @20,36 SAY i_traff    PICT "9"
                nxt:='n'
            else
                skip
            endif
        enddo
        key2 = 0
        do while key2 = 0
            key2 = INKEY()
        enddo
        if key2 = 27 // Escape
            TONE(4000,1)
            RESTORE SCREEN FROM bbb
            select 1
            go _recno
            exit
        endif
    ENDDO
endcase
line = begin
enddo
if lastkey()=27
    exit
endif
enddo
F_RET()

```

```

release key1,key2,line,sline,lenth,begin,ulimit,lowlimit;;
      nxt,lll1,1ll2,sizerec,i,j,h,_ord,bbb,order,ww2,www;;
      weg,dd2,ddd,nme,lng,lv1,dst,start1,end1,bbb
return nil

```

11. T_ID3.PRG

```

*-----*
*           generate id3_tree           *
*-----*

local      flag,flax,ff1,ff2,ff3,ff4,a,x,z,ff,zz,no_lv1
public     mx_att,mx_val,mx_cls,mx_lv1,lv1,brn;;           // all use
           id3_lnk,id3_rec,aa,rec,aaa,o                   // id3_1
*public     tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,s_no_itm,nm_att,att,cls // x1 use
cls
@ 5,5 say 'file_name : ' get ss_file
read
SET CURSOR ON
SET WRAP ON
SET SCOREBOARD OFF
F_FRM1()
F_FRM3()
ff1 := ss_file
ff2 := rtrim(ss_file)+'rule'
ff3 := rtrim(ss_file)+'buff'
ff4 := rtrim(ss_file)+'tree'
select 1
use &ff1
select 2
use &ff2
zap
select 3
use &ff3
zap
select 4
use &ff4
zap
select 1
mx_att := fcount()-2
mx_cls := 25
mx_val := 3
mx_lv1 := mx_att
lv1 := array(mx_lv1)
brn := array(mx_lv1)
id3_lnk := array(mx_lv1)
id3_rec := array(mx_lv1)
aa := array(mx_lv1)
for a=1 to mx_lv1
    lv1[a] := space(10)
    brn[a] := space(10)
next
o:=0
do t_id3_1
close all

```

```

release flag,flax,ff1,ff2,ff3,ff4,a,x,z,ff,zz,no_lvl // local
release mx_att,mx_val,mx_cls,mx_lvl,lvl,brn,; // all
           id3_lnk,id3_rec,aa,rec,aaa,o // id3_1
release r,nn,rr,bbb,minr,minE,E,tE,gtot,sumt,llog2,lldiv,lldiv,tot,EE,I // id3

```

```

cls
return nil

```

```

*-----*
* input  zz=order att in tt_att in id3 *
* output x=order fld in that file not fixed file *
*-----*

```

```
function conv
```

```
para zz
```

```
no_lvl:=0
```

```
for a=1 to mx_att
```

```
    if lvl[a]<>space(10)
```

```
        no_lvl++
```

```
    endif
```

```
next
```

```
a :=0
```

```
*for x=1 to mx_att
```

```
for x=1 to fcount()
```

```
    flax := 0
```

```
* ff := field(x+1)
```

```
ff := field(x)
```

```
for z=1 to no_lvl
```

```
    if rtrim(lvl[z])==rtrim(ff)
```

```
        flax++
```

```
    endif
```

```
next
```

```
if flax==0
```

```
    a++
```

```
    if zz==a
```

```
        return x
```

```
    endif
```

```
endif
```

```
next
```

```

*-----*
* calculate min E is best attribute for selected *
*-----*

```

```
function id3
```

```
local r,nn,rr,bbb,minr,minE,E,tE,gtot,sumt,llog2,lldiv,lldiv,tot,EE,I
```

```
tot := array(tt_cls)
```

```
EE := array(tt_att)
```

```
*public tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm,; // id3 use
```

```
* mx_att,mx_val,mx_cls,mx_lvl,nm_att,att,cls,lvl,brn,; // x1 use
```

```
* id3_lnk,id3_rec,aa,rec,aaa,o // x2 use
```

```
for r=1 to tt_att
```

```
    E := 0.0
```

```
    tE := 0.0
```

```
    gtot := 0.0
```

```
    sumt := 0
```

```
    llog2 := log(2)
```

```
    for nn=1 to vl_att[r]
```

เอกสารนี้ได้รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for rr=1 to tt_cls
    sumt := sumt + no_itm[r][nn][rr]
next
for rr=1 to tt_cls
    bbb := no_itm[r][nn][rr]
    if sumt == 0
        ldiv := 999.9
    else
        ldiv := bbb/sumt
    endif
    if ldiv == 0.0
        tot[rr] := 0.0
    else
        lldiv := log(ldiv)
        tot[rr] := ldiv*lldiv/llog2
    endif
    gtot := gtot + tot[rr]
next
I := -gtot
tE := (sumt*I)/tt_itm
E := E + tE
I := 0.0
gtot := 0.0
sumt := 0
next
EE[r] = E
next
minE = 999.9
for r=1 to tt_att
    if minE > EE[r]
        minE = EE[r]
        minr = r
    endif
next
return minr

```

12. T_ID3_1.PRG

```

*-----*
* recursive input 1. tst.. *
*                  2. tst.._buff *
*                  output 3. tst.._rule *
*                  4. tst.._tree *
*-----*

local ff,b,id3_att,id3_fld,id3_nme,no_loop
*public mx_att,mx_val,mx_cls,mx_lvl,lvl,brn // all use
*public tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm,nm_att,att,cls // id3_2
*public id3_lnk,id3_rec,aa,rec,aaa,o // id3_1
*release ff,b,id3_att,id3_fld,id3_nme,no_loop
*release tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm,nm_att,att,cls
cls
o++
if o=1
    rec:=0

```

เอกสารนี้เป็นสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

no_loop:=1
else
  select 4
  go id3_rec[o-1]
  no_loop:=child
endif
aa[o]:=1
do while aa[o]<= no_loop
  if o>1
    select 3
    go aa[o]
    id3_val :=&(lvl[o-1])
    brn[o-1] :=id3_val
  if brn[o-1]==space(10)
  ? 'error id3_val=blank'
  ?'id3_val',id3_val
  wait
endif
  select 4
  go id3_rec[o-1]
  ff      := 'lnk'+ltrim(str(aa[o]))
  aaa     := aa[o]
  replace &ff with id3_val
endif
do t_id3_2
if tt_cls>1
  id3_att := id3(tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm)
  id3_fld := conv(id3_att+1) // +1 after id3_att
  id3_nme := field(id3_fld) // can not +1 after id3_fld
  id3_lnk[o] := vl_att[id3_att]
  lvl[o] := id3_nme
  select 4
  append blank
  rec++
  id3_rec[o] := rec
  replace node with id3_nme,;
  level with o,;
  child with id3_lnk[o]
  if o=1
    replace come with 0
  else
    replace come with id3_rec[o-1]
  *
  select 4
  go id3_rec[o-1]
  ff      := 'go_'+ltrim(str(aaa))
  replace &ff with id3_rec[o]
endif
  release ff,b,id3_att,id3_fld,id3_nme,no_loop
  release tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm,nm_att,att,cls
  do t_id3_1
else
  select 2
  append blank
  for b=1 to o-1
    replace &(lvl[b]) with brn[b]
  next

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        replace ex_no with recno(),;
            class with cls[1]
        select 4
        append blank
        rec++
        id3_rec[o] := rec
        replace node with cls[1],;
            level with o,,
            come with id3_rec[o-1],;
            child with 0
        go id3_rec[o-1]
        ff      := 'go_'+ltrim(str(aa[o]))
        replace &ff with id3_rec[o]
    endif
    aa[o]++
enddo
if o>1
    lvl[o-1]:=space(10)
    brn[o-1]:=space(10)
endif
o--
release ff,b,id3_att,id3_fld,id3_nme,no_loop
release tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm,nm_att,att,cls
return

```

13. T_ID3_2.PRG

```

*-----*
*  routine cal every value      *
*  routine select item 's we need only  *
*-----*

local    a,b,c,d,x,z,flax,flag,fname,no_lvl,con,canc,ff,fff
public   tt_att,tt_cls,tt_itm,vl_att,no_itm,nm_att,att,cls  // id3_2
no_itm := array(mx_att,mx_val,mx_cls)
nm_att := array(mx_att)
vl_att := array(mx_att)
att     := array(mx_att,mx_val)
cls     := array(mx_cls)
*asize   (s_no_itm,mx_att*mx_val*mx_cls)
*public  mx_att,mx_val,mx_cls,mx_lvl,lvl,brn                // all use
*public  id3_lnk,id3_rec,aa,rec,aaa,o                      // id3_1
*release a,b,c,d,x,z,flax,flag,fname,no_lvl,con,canc,ff,fff
select 1
no_lvl := 0
tt_att := 0
tt_itm := 0
tt_cls := 0
for a=1 to mx_att
    vl_att[a] := 0
    for b=1 to mx_val
        att[a][b] := ''
    next
next

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for a=1 to mx_cls
  cls[a]:=''
next
cls
for a=1 to mx_lvl
  if a<13
    ?'lvl .. ',lvl[a]
    ?'brn .. ',brn[a]
  endif
  if lvl[a] <> space(10)
    no_lvl++
  endif
next
tt_att := mx_att - no_lvl // go
for a=1 to mx_att
  for b=1 to mx_val
    for c=1 to mx_cls
      no_itm[a][b][c] := 0
    next
  next
next
go top
*** set name of att of sub table ***
a:=1
for x=1 to mx_att
  fname := field(x+1)
  flax := 0
  for z=1 to no_lvl
    if rtrim(lvl[z])==rtrim(fname)
      flax++
    endif
  next
  if flax== 0
    nm_att[a]:=fname // name
    a++
  endif
next

*** select only record ***
do while .not. eof()
  flag:=0
  for a=1 to no_lvl
    for x=1 to mx_att
      fname := field(x+1)
    if &fname<>space(10)
      if rtrim(lvl[a]) == rtrim(fname) .and. ;
        rtrim(brn[a]) == rtrim(&fname)
        flag++
      endif
    endif
  next
  next
  if flag == no_lvl // chk every cond for cancel next skip
    tt_itm++ // tt_itm
    a:=1
    tt_att:=0
  endif

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for x=1 to mx_att
  fname := field(x+1)
  flax := 0
  for z=1 to no_lvl
    if rtrim(lvl[z])==rtrim(fname)
      flax++
    endif
  next
  if flax== 0
    b := 1
    con := 'y'
  if &fname<>space(10)
    do while con = 'y'
      do case
        case att[a][b] == ''
          att[a][b] := &fname
          vl_att[a]++ // vl_att[a]
          con := 'n'
        case att[a][b] == &fname
          con := 'n'
        otherwise
          b++
        endcase
      enddo
      tt_att++ // tt_att
      a++
    endif
  next
  con := 'y'
  c := 1
  do while con='y'
    do case
      case cls[c] == ''
        cls[c] := class // cls[c]
        tt_cls++ // tt_cls
        con:='n'
      case cls[c] == class
        con:='n'
      otherwise
        c++
      endcase
    enddo
  endif
  skip
enddo

go top
do while .not. eof()
  flag:=0
  for a=1 to no_lvl
    for x=1 to mx_att
      fname := field(x+1)
      if &fname<>space(10)
        if rtrim(lvl[a]) == rtrim(fname) .and. ;

```

```

        rtrim(brn[a]) == rtrim(&fname)
        flag++
    endif
endif
    next
next
if flag == no_lvl // chk every cond for cancel next skip
    a:=1
    for x=1 to mx_att
        fname := field(x+1)
        flax := 0
        for z=1 to no_lvl
            if rtrim(lvl[z])==rtrim(fname)
                flax++
            endif
        next
        if flax== 0
            for b=1 to vl_att[a]
                for c=1 to mx_cls
                    canc :=''
if &fname<>space(10)
                        if &fname == att[a][b] .and. class == cls[c]
                            for d=1 to no_lvl
                                if rtrim(fname)==rtrim(lvl[d]) .and. ;
                                    rtrim(&fname)==rtrim(brn[d])
                                        canc :="ok"
                                    endif
                                next
                                if canc ==''
                                    no_itm[a][b][c]++ // go
                                endif
                            endif
                        endif
                    next
                next
                a++
            endif ~
        next
    endif
    skip
enddo
if lvl[1]=space(10)
    mx_cls := tt_cls
    mx_val := 0
    for a=1 to mx_att
        if mx_val<=vl_att[a]
            mx_val:=vl_att[a]
        endif
    next
    select 3
    for b=1 to mx_val
        append blank
        for a=1 to tt_att
            ff := field(a)
            replace &ff with att[a][b]
        next
    next

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

next
select 1
else
select 3
for b=1 to mx_val
go b
for a=1 to tt_att
fff:= conv(a)
ff := field(fff)
replace &ff with att[a][b]
next
next
select 1
endif
release a,b,c,d,x,z,flax,flag,fname,no_lvl,con,canc,ff,fff
return

```

14. SHORTEST.PRG

```

*-----*
* generate optimal path using algorithm Shortest path *
* use data from file ..mtx.dbf -> solve objective path *
*-----*

local    infinity,current,perm,membr,nonmembr,;
         i,j,k,l,m,n,o,y,z,ddd,dd2,lv1,nme,lng,;
         dc,smalldst,newdst,ff,mx_nod,mx_stk,;
         wc,smallweg,newweg,gg,mx_sol,correct,;
         fi,fifo,fo,tt_rec,nchoice,jj,hh
public   li,lifo,liso,liwt,lidt,tt,sol,pre,weg,;
         dst,a,b,c,noloop,noloop2
*
         s,t,s_name,t_name
cls
@ 5,5 say 'file_name : ' get s_file
read
ff := rtrim(s_file)+'mtx'
gg := rtrim(s_file)+'route'
hh := rtrim(s_file)+'name'
select 3
use &hh
select 2
use &gg
zap
select 1
use &ff
mx_nod    := fcount()/2
mx_sol    := mx_nod
mx_stk    := 50
*mx_q     := mx_nod*5
infinity  := 99999
membr     := 1
nonmembr  := 0
correct   := 0
fi        := 0
fo        := 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sol      := array(mx_nod)
perm     := array(mx_nod)
smalldst := array(mx_nod)
smallweg := array(mx_nod)
newdst   := array(mx_nod)
newweg   := array(mx_nod)
dc       := array(mx_nod)
wc       := array(mx_nod)
*fifosol := array(mx_q)
fifo     := array(mx_nod)
lifo     := array(mx_stk)
liso     := array(mx_stk)
liwt     := array(mx_stk)
lidt     := array(mx_stk)
weg      := array(mx_nod,mx_sol)
dst      := array(mx_nod,mx_sol)
pre      := array(mx_nod,mx_sol)

cls
@ 5,5 say 'origin      point ... : ' get t
@ 7,5 say 'destination point ... : ' get s
read
for i=1 to mx_nod
  fifo[i] := 0
*  fifosol[i] := 0
*next
*for i=1 to mx_nod
  perm[i] := nonmembr
  sol[i] := 1
  for j=1 to mx_sol
    weg[i,j] := infinity
    dst[i,j] := infinity
  next
next
m:=0
n:=0
o:=0
perm[s] := membr
weg[s,1] := 0
dst[s,1] := 0
current := s
*fifo[fi] := current
*fifosol[fi] := 1
do while current<> t
  for z=1 to sol[current]
*   if fifosol[fo]<=sol[current]
*     ?'current,sol,fo,fifosol',current,sol[current],fo,fifosol[fo]
*     wait
*     z := fifosol[fo]
    smalldst[z] := infinity
    smallweg[z] := infinity
    wc[z] := weg[current,z]
    dc[z] := dst[current,z]
  for i=1 to mx_nod
    if perm[i] < sol[i]
      if pre[current,z]<>i
        if current <> i

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สํานักงานคณะกรรมการการศึกษาศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

go current
ff := 'pnt'+alltrim(str(i))
gg := 'd' +alltrim(str(i))
newdst[z] := dc[z] + &gg
newweg[z] := wc[z] + &ff
*
* newdst[z] := dc[z] + p_dst[current,i]
* newweg[z] := wc[z] + p_weg[current,i]
* chk solution is duplicate or not
  for j=1 to sol[i]
    if sol[i]=1 // don't chk
      exit
    endif
  for k=1 to sol[i]
    if j<>k
      if dst[i,j] <= dst[i,k] .and. ;
        weg[i,j] <= weg[i,k]
        sol[i]--
        for l=k to sol[i]
          dst[i,l]:=dst[i,l+1]
          weg[i,l]:=weg[i,l+1]
          ?'dup'
          wait
        next
      endif
    endif
  next
next
for j=1 to sol[i]
  if (newdst[z] < dst[i,j] .and. ;
    newweg[z] <=weg[i,j]).or. ;
    (newdst[z] <=dst[i,j] .and. ;
    newweg[z] < weg[i,j])
    dst[i,j] := newdst[z]
    weg[i,j] := newweg[z]
    pre[i,j] := current
    exit
  else
    if (newdst[z] < dst[i,j] .and. ;
      newweg[z] > weg[i,j]).or. ;
      (newdst[z] > dst[i,j] .and. ;
      newweg[z] < weg[i,j])
      correct++
    if j==sol[i] .and. correct=sol[i]
    if j==sol[i]
      sol[i]++
      l:=sol[i]
      dst[i,l] := newdst[z]
      weg[i,l] := newweg[z]
      pre[i,l] := current
      exit
    endif // else this position to next continue
  else
    if (newdst[z] >=dst[i,j] .and. ;
      newweg[z] >=weg[i,j])
      exit

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    ? 'error 1 again chk this point'
    wait
endif
endif
endif
endif
next
for j=1 to sol[i]
    if dst[i,j] < smalldst[z] .and. ;
        weg[i,j] < smallweg[z]
        if fi=fo // fifo is empty,any node is ok
            for k=1 to mx_nod
                if fifo[k] = i
                    exit
                endif
            if k=mx_nod
                m:=i
                smalldst[z] := dst[i,j]
                smallweg[z] := weg[i,j]
            endif
        next
    else
        m:=i
        smalldst[z] := dst[i,j]
        smallweg[z] := weg[i,j]
    endif
    exit
else
    if dst[i,j] < smalldst[z] .and. ;
        weg[i,j] >=smallweg[z] .and. ;
        weg[i,j] < infinity
        if j=sol[i]
            if fi=fo // fifo is empty,any node is ok
                for k=1 to mx_nod
                    if fifo[k] = i
                        exit
                    endif
                if k=mx_nod
                    n:=i
                    smalldst[z] := dst[i,j]
                endif
            next
        else
            n:=i
            smalldst[z] := dst[i,j]
        endif
        exit
    endif
else
    if weg[i,j] < smallweg[z] .and. ;
        dst[i,j] >=smalldst[z] .and. ;
        dst[i,j] < infinity
        if j=sol[i]
            if fi=fo // fifo is empty,any node is ok
                for k=1 to mx_nod
                    if fifo[k] = i

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายใน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        exit
    endif
    if k=mx_nod
        o:=i
        smallweg[z] := weg[i,j]
    endif
next
else
    o:=i
    smallweg[z] := weg[i,j]
endif
exit
endif
else
    if dst[i,j] >=smallldst[z] .and. ;
    weg[i,j] >=smallweg[z] .or. ;
    dst[i,j] >=infinity .or. ;
    weg[i,j] >=infinity
        exit
    else
        ?'error 2'
        wait
    endif
endif
endif
endif
next
endif
endif
endif
next
for k=1 to mx_nod
    if fifo[k] = m
        exit
    else
        if k=mx_nod
            if m<>0
                fi++
                fifo[fi] := m
                m:=0
            endif
        endif
    endif
next
for k=1 to mx_nod
    if fifo[k] = n
        exit
    else
        if k=mx_nod
            if n<>0
                fi++
                fifo[fi] := n
                n:=0
            endif
        endif
    endif
endif
endif
endif

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

next
for k=1 to mx_nod
  if fifo[k] = o
    exit
  else
    if k=mx_nod
      if o<>0
        fi++
        fifo[fi] := o
        o:=0
      endif
    endif
  endif
endif
next

next          // z
  fo++
  ?'fo,fifo,sol',fo,fifo[fo],sol[fifo[fo]]
  current :=fifo[fo]
  perm[current]++
enddo
fi:=0
fo:=0
for i=1 to mx_nod
  fifo[i]:=0
next
current:=t
do while current<>s
  for i=1 to sol[current]
    ?'current,sol,i,pre,weg,dst',current,sol[current],i,;
    pre[current,i],weg[current,i],dst[current,i]
  for y=1 to mx_nod
    if fifo[y]=pre[current,i]
      exit
    else
      if y=mx_nod
        fi++
        fifo[fi]:=pre[current,i]
        exit
      endif
    endif
  next
next
next
fo++
current:=fifo[fo]
enddo
cls
?'origin',t
?'dest ',s
  for j=1 to mx_stk
    lifo[j]:=0
  next
  li:=0
  tt:=0
  fi:=0
  current:=t
do short1

```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

close all
release infinity,current,perm,membr,nonmembr;;
i,j,k,l,m,n,o,y,z,ddd,dd2,lv1,nme,lng;;
dc,smalldst,newdst,ff,mx_nod,mx_stk;;
wc,smallweg,newweg,gg,mx_sol,correct;;
fi,fifo,fo,tt_rec,nchoice,jj,hh;;
li,lifo,liso,liwt,lidt,tt,sol,pre,weg;;
dst,a,b,c,noloop,noloop2
return nil

```

15. SHORT1.PRG

```

*-----*
* shortest routes put in ..route.dbf *
* 1 route / record *
* 1 record maximum 30 node *
*-----*

```

```

local ff,gg,lv1,sss,www,ddd,nme,nnn
*public li,lifo,liso,liwt,lidt,tt,s,t,sol;;
* pre,weg,dst,a,b,c,noloop,noloop2

```

```

*?'origin',t
*?'dest ',s
if tt=0
select 2
for a=1 to sol[t]
tt++
li++
lifo[li]:=t
liso[li]:=a
liwt[li]:=weg[t,a]
lidt[li]:=dst[t,a]
append blank
replace tt_node with tt;;
lv11 with lifo[li];;
lng1 with 0;;
sol1 with liso[li];;
weg1 with liwt[li];;
dst1 with lidt[li]

select 3
go lifo[li]
nme := name
select 2
replace nme1 with nme
do short1
li--
tt--
next
return
endif

```

```

noloop:=sol[lifo[li]]

```

```

for b=1 to noloop

```

```

select 1

```

```

go lifo[li]

```

```

ff := 'pnt'+alltrim(str(pre[lifo[li],b]))
gg := 'd' +alltrim(str(pre[lifo[li],b]))
noloo2:=sol[pre[lifo[li],liso[li]]]
for c=1 to noloo2
?'lifo,pre[lifo]',lifo[li],pre[lifo[li],b]
?'liwt,ff,weg',liwt[li],&ff,weg[pre[lifo[li],b],c]
?'lidt,ff,dst',lidt[li],&gg,dst[pre[lifo[li],b],c]
    if (liwt[li]-&ff = weg[pre[lifo[li],b],c]) .and.;
        (lidt[li]-&gg = dst[pre[lifo[li],b],c])
        select 2
        go a
        tt++
        lvl:='lvl'+alltrim(str(tt))
        nnn:='nme'+alltrim(str(tt))
        sss:='sol'+alltrim(str(tt))
        www:='weg'+alltrim(str(tt))
        ddd:='dst'+alltrim(str(tt))
        replace tt_node with tt,;
            &lvl with pre[lifo[li],b],;
            &sss with c,;
            &www with weg[pre[lifo[li],b],c],;
            &ddd with dst[pre[lifo[li],b],c]
        select 3
        go pre[lifo[li],b]
        nme := name
        select 2
        go a
        replace &nnn with nme
        li++
        lifo[li]:=pre[lifo[li-1],b]
        liso[li]:=c
        liwt[li]:=weg[pre[lifo[li-1],b],c]
        lidt[li]:=dst[pre[lifo[li-1],b],c]
        if lifo[li]=s
            exit
        else
            do short1
        endif
    endif
next
next
li--
tt--
?'li,tt',li,tt
return

```

16. CALLID3.C Using C-LANGUAGE

```

/*-----*/
/* call ms"c" use data in file_clipper */
/* clipper call id3(c-programming) */
/* local s_tt_att */
/* s_nm_att(tt_att) */
/* s_vl_att(tt_att) */
/* s_tt_cls */
/* s_tt_itm */
/* s_no_itm(od_vl_att,od_cls) */
/*-----*/
/* ID3.C */
/*-----*/

```

```

#include <extend.h>
#include <math.h>
#include <float.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
CLIPPER id3(void)
{
    int r_tt_itm,f;
    int a,b,c,d,r,s,minr;
    int r_tt_att,r_tt_cls;
    float I,E,tE,aaa,lldiv,lldiv,llog2,gtot,minE;
    int nn,rr,sumt;
    float EE[15],tot[30];
    int r_no_itm[15][4][30],r_vl_att[15];
    f=1;
    r_tt_att = _parni(1);
    r_tt_cls = _parni(2);
    r_tt_itm = _parni(3);
    d=1;
    /* mx_val = 0; */
    for(a=0;a<r_tt_att;a++){
        r_vl_att[a] = _parni(4,d);
        d++;
    }
    d=1;
    for(a=0;a<r_tt_att;a++){
        for(b=0;b<r_vl_att[a];b++){
            for(c=0;c<r_tt_cls;c++){
                r_no_itm[a][b][c] = _parni(5,d);
                d++;
            }
        }
    }
    for(r=0;r<r_tt_att;r++){
        E = 0.0;
        tE = 0.0;
        gtot = 0.0;
        sumt = 0;
        llog2 = log(2);
        for(nn=0;nn<r_vl_att[r];nn++){
            for(rr=0;rr<r_tt_cls;rr++){

```

```

        sumt = sumt + r_no_itm[r][nn][rr];
    }
    for(rr=0;rr<r_tt_cls;rr++){
        aaa = r_no_itm[r][nn][rr];
        if(sumt==0)
            ldiv = 999.9;
        else
            ldiv = aaa/sumt;
        if(ldiv == 0.0)
            tot[rr] = 0.0;
        else{
            lldiv = log(ldiv);
            tot[rr] = ldiv*lldiv/llog2;
        }
        gtot = gtot + tot[rr];
    }
    I = -gtot;
    tE = (sumt*I)/r_tt_itm;
    E = E + tE;
    I = 0.0;
    gtot = 0.0;
    sumt = 0;
}
EE[r] = E;
}
if (f!= 0){
    minE = 999.9;
    for(r=0;r<r_tt_att;r++){
        if (minE > EE[r]){
            minE = EE[r];
            minr = r;
        }
    }
}
_retni(minr);
}
}

```

17. SCREEN.PRG

```
*-----*
* only function screen *
*-----*
```

```
FUNCTION F_OFF
  CLEAR SCREEN
  SET CURSOR OFF
  SET WRAP ON
  SET COLOR TO
  SET SCOREBOARD OFF
```

```
FUNCTION F_ON
  CLEAR SCREEN
  SET CURSOR ON
  SET WRAP ON
  SET COLOR TO
  SET SCOREBOARD OFF
```

```
FUNCTION F_RET
  CLEAR SCREEN
  SET CURSOR ON
  SET COLOR TO
```

```
FUNCTION F_FRM1
  SET COLOR TO gr+/b+,b+/gr+
  @ 0,0 SAY REPL(CHR(219),80)
  @ 24,0 SAY REPL(CHR(219),80)
  @ 0,18 SAY "[ LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS ]"
  SET COLOR TO b+
  FOR i = 1 TO 11
    @ i,i-1,24-i,80-i BOX CHR(219)
  NEXT
  @ 12,0 SAY REPL(CHR(219),80)
  SET COLOR TO b+
  @ 24,32 SAY '[ Esc : EXIT ]' COLOR "gr+/b+"
RETURN NIL
```

```
FUNCTION F_FRM2
  SET COLOR TO gr+/b+,b+/gr+
  @ 0,0 SAY REPL(CHR(219),80)
  @ 24,0 SAY REPL(CHR(219),80)
  @ 0,18 SAY "[ LOGISTICS TRANSPORTATION'S ROUTE ANALYSIS ]"
  SET COLOR TO b+
  FOR i = 1 TO 11
    @ i,i-1,24-i,80-i BOX CHR(219)
  NEXT
  @ 12,0 SAY REPL(CHR(219),80)
  SET COLOR TO b+
  & ENTER or select no.m Esc : EXIT ';
  COLOR "gr+/b+"
RETURN NIL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION F_FRM3

```

    SET COLOR TO gr+/b+
    @ 14,28 CLEAR TO 18,51
    SET COLOR TO w+/b+,b+/w
    @ 14,28 TO 18,51 DOUBLE
    @ 16,32 SAY '[ WAIT A MINUT ]'
RETURN NIL

```

FUNCTION F_RULE

```

    @ 04,00 CLEAR TO 23,79
    SET COLOR TO w+/b+,b+/w
    @ 04,00 TO 23,79 DOUBLE
    @ 05,16 SAY;
    '[ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 : CLASS ]'
    @ 06,16 SAY;
    -----
    @ 07,03 say '[ 1: Ex_no ]'
    @ 08,03 say '[ 2: Width ]'
    @ 09,03 say '[ 3: Weight ]'
    @ 10,03 say '[ 4: Event ]'
    @ 11,03 say '[ 5: Enemy ]'
    @ 12,03 say '[ 6: Place ]'
    @ 13,03 say '[ 7: Border ]'
    @ 14,03 say '[ 8: Terrain]'
    @ 15,03 say '[ 9: Road ]'
    @ 16,03 say '[10: Shape ]'
    @ 17,03 say '[11: Traffic]'
    @ 18,03 say '[12: Whether]'
    @ 19,03 say '[13: Time ]'
    @ 20,03 say '[14: Long ]'
    @ 21,03 say '[15: Sp ]'
    @ 22,03 say '[16: Bright ]'
    @ 24,10 say ;
:Move__ENTER:Select for Maintenance ]';
    COLOR "gr+/b+"
RETURN NIL

```

FUNCTION F_RULE_IP

```

    @ 04,00 CLEAR TO 23,79
    SET COLOR TO w+/b+,b+/w
    @ 04,00 TO 23,79 DOUBLE
    @ 06,05 say '[ 1: Ex_no ]'
    @ 07,05 say '[ 2: Width : ความกว้าง ]'
    @ 08,05 say '[ 3: Weight : น้ำหนัก ]'
    @ 09,05 say '[ 4: Event : สถานการณ์ ]'
    @ 10,05 say '[ 5: Enemy : ความพร้อมรบ ]'
    @ 11,05 say '[ 6: Place : ที่ตั้งทหาร ]'
    @ 12,05 say '[ 7: Border : ทางชายแดน ]'
    @ 13,05 say '[ 8: Terrain: ภูมิประเทศ ]'
    @ 14,05 say '[ 9: Road : ถนน ]'
    @ 15,05 say '[10: Shape : รูปร่าง ]'
    @ 16,05 say '[11: Traffic: ความคับคั่ง ]'
    @ 17,05 say '[12: Whether: ภูมิอากาศ ]'
    @ 18,05 say '[13: Time : เวลาเดินทาง ]'
    @ 19,05 say '[14: Long : ความยาวขบวน ]'
    @ 20,05 say '[15: Sp : สิ่งอุปการณ์ ]'

```

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@ 21,05 say '[16: Bright : แสงสว่าง ]'
@ 22,05 say '[      Class : rule-weight ]'
@ 06,31 say '[ ]'
@ 07,32 say '[ ]'
@ 08,32 say '[ ]'
@ 09,32 say '[ ]'
@ 10,32 say '[ ]'
@ 11,32 say '[ ]'
@ 12,32 say '[ ]'
@ 13,32 say '[ ]'
@ 14,32 say '[ ]'
@ 15,32 say '[ ]'
@ 16,32 say '[ ]'
@ 17,32 say '[ ]'
@ 18,32 say '[ ]'
@ 19,32 say '[ ]'
@ 20,32 say '[ ]'
@ 21,32 say '[ ]'
@ 22,32 say '[ ]'

```

```

@ 06,38 say '
@ 07,38 say '1: ฟานาต์
@ 08,38 say '1: ฟานาต์
@ 09,38 say '1: จุก
@ 10,38 say '1: > 80 %
@ 11,38 say '1: กองพล
@ 12,38 say '1: เขตหลัง
@ 13,38 say '1: ชุมยาก
@ 14,38 say '1: ทสภ
@ 15,38 say '1: ตรง
@ 16,38 say '1: เบบาง
@ 17,38 say '1: ตี
@ 18,38 say '1: กลางวัน
@ 19,38 say '1: สัน
@ 20,38 say '1: คงทน
@ 21,38 say '1: มี
@ 22,38 say '

```

```

@ 06,50 say '
@ 07,50 say '2: วัฒ
@ 08,50 say '2: วัฒ
@ 09,50 say '2: เติร์ม
@ 10,50 say '2: 50-80 %
@ 11,50 say '2: ภูมิ
@ 12,50 say '2: รัต
@ 13,50 say '2: วัฒ
@ 14,50 say '2: สารอง
@ 15,50 say '2: ติ่ง
@ 16,50 say '2: ปานกลาง
@ 17,50 say '2: วัฒ
@ 18,50 say '2: กลางคืน
@ 19,50 say '2: ยาว
@ 20,50 say '2: ารุณาย
@ 21,50 say '2: วัฒ
@ 22,50 say '

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@ 06,62 say '
@ 07,62 say '
@ 08,62 say '
@ 09,62 say '3:ปกติ
@ 10,62 say '3: < 50 %
@ 11,62 say '3:พลงไป
@ 12,62 say '3:เขตน้ำ
@ 13,62 say '3:ง่าย
@ 14,62 say '3:จาเป็น
@ 15,62 say '3:คนเดียว
@ 16,62 say '3:สูง
@ 17,62 say '
@ 18,62 say '
@ 19,62 say '
@ 20,62 say '
@ 21,62 say '
@ 22,62 say '
@ 24,19 SAY '[ Esc:Exit_F4:UPDATE_F5:DELETE_F6:ADD ]' COLOR "gr+/b+"
RETURN NIL

```

FUNCTION F_ROAD

```

@ 04,00 CLEAR TO 21,79
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
@ 04,00 TO 21,79 DOUBLE
@ 05,16 say
'[ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 ]'
@ 06,16 say repl ('-',56)
@ 08,03 say '[ 1: Name ]'
@ 09,03 say '[ 2: Start ]'
@ 10,03 say '[ 3: End ]'
@ 11,03 say '[ 4: Dist ]'
@ 12,03 say '[ 5: Width ]'
@ 13,03 say '[ 6: Weight ]'
@ 14,03 say '[ 7: Connect]'
@ 15,03 say '[ 8: Place ]'
@ 16,03 say '[ 9: Border ]'
@ 17,03 say '[10: Terrain]'
@ 18,03 say '[11: Road ]'
@ 19,03 say '[12: Shape ]'
@ 20,03 say '[13: Traffic]'
@ 24,10 say ;
:Move_ENTER:Select for Maintenance ]';
COLOR "gr+/b+"
RETURN NIL

```

FUNCTION F_ROAD_IP

```

@ 07,00 CLEAR TO 21,79
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
@ 07,00 TO 21,79 DOUBLE
@ 08,03 say '[ 1: Name : ชื่อถนน [ ] Arc-name ]'
@ 09,03 say '[ 2: Start : จุดเริ่มต้น [ ] Start-node 1..89 ]'
@ 10,03 say '[ 3: End : จุดสิ้นสุด [ ] End-node 1..89 ]'
@ 11,03 say '[ 4: Dist : ระยะทาง [ ] กม. 1..9 ]'
@ 12,03 say '[ 5: Width : ความกว้าง [ ] ม. 1..50 ]'
@ 13,03 say '[ 6: Weight : การรับ นน. [ ] กก. 1..99999 ]'
@ 16,03 say '[ 9: Border : ทางชายแดน [ ] กม. 1..999 ]'

```

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@ 14,03 say '[ 7: Connect: เชื่อมกัน? [ ] 1:เชื่อม 2:ขาดช่วง ]'
@ 15,03 say '[ 8: Place : ที่ตั้งอาคาร [ ] 1:กองพล 2:กรม 3:พัน ]'
@ 17,03 say '[10: Terrain: ภูมิประเทศ [ ] 1:ห้วยยาบ 2:ห้วยไต้ 3:งาย ]'
@ 18,03 say '[11: Road : ถนน [ ] 1:หลา 2:สำรอง 3:จำเียน ]'
@ 19,03 say '[12: Shape : รูปร่าง [ ] 1:ตรง 2:โค้ง 3:คด ]'
@ 20,03 say '[13: Traffic: ความคับคั่ง [ ] 1:เบาบาง 2:ปานกลาง 3:สูง ]'
@ 24,19 SAY '[ Esc:Exit_F4:UPDATE_F5:DELETE_F6:ADD ]' COLOR "gr+/b+"
RETURN NIL

```

FUNCTION F_ROADSHW

```

@ 07,00 CLEAR TO 21,79
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
@ 07,00 TO 21,79 DOUBLE
@ 08,03 say '[ 1: Name : ชื่อถนน [ ] Arc-name ]'
@ 09,03 say '[ 2: Start : จุดเริ่มต้น [ ] Start-node 1..89 ]'
@ 10,03 say '[ 3: End : จุดสิ้นสุด [ ] End-node 1..89 ]'
@ 11,03 say '[ 4: Dist : ระยะทาง [ ] กม. 1..99 ]'
@ 12,03 say '[ 5: Width : ความกว้าง [ ] ม. 1..50 ]'
@ 13,03 say '[ 6: Weight : การรับ นน. [ ] กก. 1..99999 ]'
@ 16,03 say '[ 9: Border : ทางซ้ายแดน [ ] กม. 1..999 ]'
@ 14,03 say '[ 7: Connect: เชื่อมกัน? [ ] 1:เชื่อม 2:ขาดช่วง ]'
@ 15,03 say '[ 8: Place : ที่ตั้งอาคาร [ ] 1:กองพล 2:กรม 3:พัน ]'
@ 17,03 say '[10: Terrain: ภูมิประเทศ [ ] 1:ห้วยยาบ 2:ห้วยไต้ 3:งาย ]'
@ 18,03 say '[11: Road : ถนน [ ] 1:หลา 2:สำรอง 3:จำเียน ]'
@ 19,03 say '[12: Shape : รูปร่าง [ ] 1:ตรง 2:โค้ง 3:คด ]'
@ 20,03 say '[13: Traffic: ความคับคั่ง [ ] 1:เบาบาง 2:ปานกลาง 3:สูง ]'
RETURN NIL

```

18. PRG_DBU.PRG

```

*-----*
* call dbu-browse *
*-----*

```

```
#INCLUDE "inkey.ch"
```

```
cls
```

```
@ 5,5 say 'file_name :' get ss_file
```

```
read
```

```
USE &ss_file
```

```
F_OFF()
```

```
DO WHILE .T.
```

```
F_FRM2()
```

```
SET COLOR TO gr+/b+
```

```
@ 02,29 SAY '[ MAINTENANCE FILE ]'
```

```
@ 04,00 CLEAR TO 23,79
```

```
SET COLOR TO w+/b+,b+/w
```

```
BROWSE(04,00,23,79)
```

```
IF LASTKEY()=27
```

```
TONE(4000,1)
```

```
EXIT
```

```
ENDIF
```

```
ENDDO
```

```
close all
```

```
F_RET()
```

```
RETURN NIL
```

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. C_TX_DB.PRG

```

*-----*
* transfer txt -> dbf *
*-----*

cls
@ 5,5 say 'file_name :' get ss_file
read
F_FRM1()
F_FRM3()
use &ss_file
zap
ss_file = ss_dile+'.TXT'
APPEND FROM &ss_file SDF
cls
return nil

```



SUB-MODULE Using CLIPPER

1. C_3FILE.PRG

```

*-----*
* create file to keep training-set for id3_tree *
* create file & structure ..,buff,rule      *
*-----*

local    ff1,ff2,ff3,field_name,field_type,field_len,;
         field_dec,no_attr,i,fld

cls
s_file   := space(8)
no_attr  := 0
@ 1,5 say 'file_name :' get s_file
@ 3,5 say 'no_attr   :' get no_attr
read
create new_stru
use new_stru
append blank
replace field_name with "EX_NO",;
       field_type with "N",;
       field_len with 5,;
       field_dec with 0
for i = 1 to no_attr
append blank
fld := space(10)
@ i+5,5 say 'attr name. :' get fld
read
replace field_name with fld,;
       field_type with "C",;
       field_len with 1,;
       field_dec with 0
next
append blank
replace field_name with "CLASS",;
       field_type with "C",;
       field_len with 2,;
       field_dec with 0
ff1 := rtrim(s_file)
ff2 := rtrim(s_file)+'rule'
ff3 := rtrim(s_file)+'buff'
create &ff1 from new_stru
create &ff2 from new_stru
close all
use new_stru
go top
delete
go bottom
delete
pack
create &ff3 from new_stru
erase new_stru.dbf
close all
release ff1,ff2,ff3,field_name,field_type,field_len,;
       field_dec,no_attr,i,fld

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทเอกชน ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. C_ROUTE.PRG

```

*-----*
* create file to keep two_obj shortest route *
*-----*

local    ff,field_name,file_type,field_len,field_dec,lv1,nme;;
         lng,sol,weg,dst,i

cls
s_file := space(8)
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
create new_stru
use new_stru
append blank
replace field_name with "TT_NODE",;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,;
       field_dec with 0
for i=1 to 30
  lv1 := 'lv1'+alltrim(str(i))
  nme := 'nme'+alltrim(str(i))
  lng := 'lng'+alltrim(str(i))
  sol := 'sol'+alltrim(str(i))
  weg := 'weg'+alltrim(str(i))
  dst := 'dst'+alltrim(str(i))
append blank
replace field_name with lv1,;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,;
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with nme,;
       field_type with "C",;
       field_len with 10,;
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with lng,;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,;
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with sol,;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,;
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with weg,;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,;
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with dst,;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,;
       field_dec with 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

next
ff := rtrim(s_file)+'route'
create &ff from new_stru
erase new_stru.dbf
close all
release ff,field_name,file_type,field_len,field_dec,lv1,,
nme,lng,sol,weg,dst,i

```

3. C_TREE.PRG

```

*-----*
* create file to keep id3_tree *
*               ..tree.dbf *
*-----*

local   ff,field_name,file_type,field_len,field_dec
cls
s_file := space(8)
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
create new_stru
use new_stru
append blank
replace field_name with "NODE",;
       field_type with "C",;
       field_len with 10,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "LEVEL",;
       field_type with "N",;
       field_len with 2,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "COME",;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "CHILD",;
       field_type with "N",;
       field_len with 1,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "LNK1",;
       field_type with "C",;
       field_len with 1,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "GO_1",;
       field_type with "N",;
       field_len with 4,,
       field_dec with 0

```

```

append blank
replace field_name with "LNK2",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "GO_2",;
      field_type with "N",;
      field_len with 4,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "LNK3",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "GO_3",;
      field_type with "N",;
      field_len with 4,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "LNK4",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "GO_4",;
      field_type with "N",;
      field_len with 4,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "LNK5",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "GO_5",;
      field_type with "N",;
      field_len with 4,,
      field_dec with 0
ff := rtrim(s_file)+'tree'
create &ff from new_stru
erase new_stru.dbf
close all
release ff,field_name,file_type,field_len,field_dec

```

4. C_INF.PRG

```

*-----*
* create file & structure to keep information of road *
*               .inf                                   *
*-----*

```

```

local    ff,field_name,field_type,field_len,field_dec
cls

```

```

s_file := space(8)
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
create new_stru
use new_stru
append blank
replace field_name with "I_NAME",;
       field_type with "C",;
       field_len with 10,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_START",;
       field_type with "N",;
       field_len with 3,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_END",;
       field_type with "N",;
       field_len with 3,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_DIST",;
       field_type with "N",;
       field_len with 5,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_WIDTH",;
       field_type with "N",;
       field_len with 5,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_WEIGHT",;
       field_type with "N",;
       field_len with 5,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_CONN",;
       field_type with "C",;
       field_len with 1,,
       field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_PLACE",;
       field_type with "C",;
       field_len with 1,,
       field_dec with 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

append blank
replace field_name with "I_BORDER",;
      field_type with "N",;
      field_len with 5,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_TERR",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_ROAD",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_SHAPE",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "I_TRAFF",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
ff := rtrim(s_file)+'inf'
create &ff from new_stru
erase new_stru.dbf
close all
release ff,field_name,field_type,field_len,field_dec

```

5. C_FNL.PRG

```

*-----*
* create file & structure to keep all att of road & weight *
*      fnl  from .inf+.tree+screen                        *
*-----*

```

```

local  ff,field_name,field_type,field_len,field_dec
cls

```

```

s_file := space(8)
@ 5,5 say 'file_name :' get s_file
read
create new_stru
use new_stru
  append blank
  replace field_name with "F_WIDTH",;
        field_type with "C",;
        field_len with 1,,
        field_dec with 0
  append blank
  replace field_name with "F_WEIGHT",;
        field_type with "C",;
        field_len with 1,,
        field_dec with 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สํานักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา กระทรวงมหาดไทย อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

append blank
replace field_name with "F_EVENT",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_ENEMY",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_PLACE",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_BORDER",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_TERR",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_ROAD",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_SHAPE",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_TRAFF",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_WHEATH",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_TIME",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_LONG",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,;
      field_dec with 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

append blank
replace field_name with "F_SP",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_BRT",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_NAME",;
      field_type with "C",;
      field_len with 10,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_START",;
      field_type with "N",;
      field_len with 3,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_END",;
      field_type with "N",;
      field_len with 3,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_DIST",;
      field_type with "N",;
      field_len with 5,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_CONN",;
      field_type with "C",;
      field_len with 1,,
      field_dec with 0
append blank
replace field_name with "F_FINAL",;
      field_type with "N",;
      field_len with 5,,
      field_dec with 0
ff := rtrim(s_file)+'fml'
create &ff from new_stru
erase new_stru.dbf
close all
release ff,field_name,field_type,field_len,field_dec

```



ภาคผนวก ข.

แฟ้มข้อมูลต่างๆ ของระบบที่ใช้ในการประมวลผล

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2--

3511111232111111111
3611111233111111115
37111122111111111 6
3811112212111111110
3911112213111111114
40111122211111111 7
4111112222111111111
4211112223111111115
43111122311111111 8
4411112232111111112
4511112233111111116
46111132111111111 7
4711113212111111111
4811113213111111115
49111132211111111 8
5011113222111111112
5111113223111111116
52111132311111111 9
5311113232111111113
5411113233111111117
55111113111111111 9
5611111312111111113
5711111313111111117
5811111321111111110
5911111322111111114
6011111323111111118
6111111331111111111
6211111332111111115
6311111333111111119
6411112311111111110
6511112312111111114
6611112313111111118
6711112321111111111
6811112322111111115
6911112323111111119
7011112331111111112
7111112332111111116
7211112333111111120
7311113311111111111
7411113312111111115
7511113313111111119
7611113321111111112
7711113322111111116
7811113323111111120
7911113331111111113
8011113332111111117
8111113333111111121
82111211111111111 1
83111211121111111 5
84111211131111111 9
85111211121111111 2
86111211122111111 6
8711121112311111110
88111211131111111 3



1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2--

891111211321111111 7

90111121133111111111

911111221111111111 2

921111221121111111 6

93111122113111111110

941111221211111111 3

951111221221111111 7

96111122123111111111

971111221311111111 4

981111221321111111 8

99111122133111111112

100111231111111111 3

101111231121111111 7

10211123113111111111

103111231211111111 4

104111231221111111 8

10511123123111111112

106111231311111111 5

107111231321111111 9

10811123133111111113

109111212111111111 5

110111212121111111 9

11111121213111111113

112111212211111111 6

11311121222111111110

11411121223111111114

115111212311111111 7

11611121232111111111

11711121233111111115

118111222111111111 6

11911122212111111110

12011122213111111114

121111222211111111 7

12211122222111111111

12311122223111111115

124111222311111111 8

12511122232111111112

12611122233111111116

127111232111111111 7

12811123212111111111

12911123213111111115

130111232211111111 8

13111123222111111112

13211123223111111116

133111232311111111 9

13411123232111111113

13511123233111111117

136111213111111111 9

13711121312111111113

13811121313111111117

13911121321111111110

14011121322111111114

14111121323111111118

14211121331111111111

1234567890123456789012

-----1-----2--

1431112133211111115

1441112133311111119

145111223111111110

1461112231211111114

1471112231311111118

1481112232111111111

1491112232211111115

1501112232311111119

1511112233111111112

1521112233211111116

1531112233311111120

1541112331111111111

1551112331211111115

1561112331311111119

1571112332111111112

1581112332211111116

1591112332311111120

1601112333111111113

1611112333211111117

1621112333311111121

16311131111111111 1

16411131112111111 5

16511131113111111 9

16611131112111111 2

16711131112211111 6

1681113111231111110

16911131113111111 3

17011131113211111 7

1711113111331111111

17211132111111111 2

17311132112111111 6

1741113211311111110

17511132121111111 3

17611132122111111 7

1771113212311111111

17811132131111111 4

17911132132111111 8

1801113213311111112

18111133111111111 3

18211133112111111 7

1831113311311111111

18411133121111111 4

18511133122111111 8

1861113312311111112

18711133131111111 5

18811133132111111 9

1891113313311111113

19011131211111111 5

19111131212111111 9

1921113121311111113

19311131221111111 6

1941113122211111110

1951113122311111114

19611131231111111 7

เอกสาร 19611131231111111 7 ข้างบนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2--

19711131232111111111

19811131233111111115

199111322111111111 6

20011132212111111110

20111132213111111114

202111322211111111 7

20311132222111111111

20411132223111111115

205111322311111111 8

20611132232111111112

20711132233111111116

208111332111111111 7

21911133212111111111

21011133213111111115

211111332211111111 8

21211133222111111112

21311133223111111116

214111332311111111 9

21511133232111111113

21611133233111111117

217111313111111111 9

21811131312111111113

21911131313111111117

22011131321111111110

22111131322111111114

22211131323111111118

22311131331111111111

22411131332111111115

22511131333111111119

22611132311111111110

22711132312111111114

22811132313111111118

22911132321111111111

23011132322111111115

23111132323111111119

23211132331111111112

23311132332111111116

23411132333111111120

23511133311111111111

23611133312111111115

23711133313111111119

23811133321111111112

23911133322111111116

24011133323111111120

24111133331111111113

24211133332111111117

24311133333111111121

244113311111111111 1

245113311112111111 2

246113311113111111 4

247113311121111111 3

248113311121211111 5

249113311121212111 6

250113311121311111 7

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2--

251113311121311211 8

252113311121321111 8

253113311121321211 9

254113311122111111 5

255113311122211111 6

256113311122211211 7

257113311122311111 8

258113311122311211 9

259113311122321111 9

26011331112232121110

261113311123111111 6

262113311123211111 7

263113311123211211 8

264113311123311111 9

26511331112331121110

26611331112332111110

26711331112332121111

268113311131111111 7

269113311131111121 8

270113311131121111 8

271113311131121121 9

272113311131121211 9

27311331113112122110

27411331113112211110

27511331113112212111

27611331113112221111

27711331113112222112

27811331113112211212

27911331113112212213

28011331113112221213

28111331113112222214

282113311132111111 8

283113311132111121 9

284113311132121111 9

28511331113212112110

28611331113212121110

28711331113212122111

28811331113212211111

28911331113212212112

29011331113212221112

29111331113212222113

29211331113212211213

29311331113212212214

29411331113212221214

29511331113212222215

296113311133111111 9

29711331113311112110

29811331113312111110

29911331113312112111

30011331113312121111

301112111111111111 1

3021121111121111111 2

3031121111131111111 3

3041121111211111111 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2--

305112111221111111 3

306112111231111111 4

307112111311111111 3

308112111321111111 4

309112111331111111 5

310112121111111111 3

311112121121111111 4

312112121131111111 5

313112121211111111 4

314112121221111111 5

315112121231111111 6

316112121311111111 5

317112121321111111 6

318112121331111111 7

319112131111111111 5

320112131121111111 6

321112131131111111 7

322112131211111111 6

323112131221111111 7

324112131231111111 8

325112131311111111 7

326112131321111111 8

327112131331111111 9

328112112111111111 8

329112112121111111 9

330112112131111111 10

331112112211111111 9

332112112221111111 10

333112112231111111 11

334112112311111111 10

335112112321111111 11

336112112331111111 12

337112122111111111 10

338112122121111111 11

339112122131111111 12

340112122211111111 11

341112122221111111 12

342112122231111111 13

343112122311111111 12

344112122321111111 13

345112122331111111 14

346112132111111111 12

347112132121111111 13

348112132131111111 14

349112132211111111 13

350112132221111111 14

351112132231111111 15

352112132311111111 14

353112132321111111 15

354112132331111111 16

355112113111111111 15

356112113121111111 16

357112113131111111 17

358112113211111111 16

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-+--+1--+2--

3591121132211111117

3601121132311111118

3611121133111111117

3621121133211111118

3631121133311111119

3641121231111111117

3651121231211111118

3661121231311111119

3671121232111111118

3681121232211111119

3691121232311111120

3701121233111111119

3711121233211111120

3721121233311111121

3731121331111111119

3741121331211111120

3751121331311111121

3761121332111111120

3771121332211111121

3781121332311111122

3791121333111111121

3801121333211111122

3811121333311111123

382112211111111111

3831122111211111112

3841122111311111113

3851122112111111112

3861122112211111113

3871122112311111114

3881122113111111113

3891122113211111114

3901122113311111115

3911122211111111113

3921122211211111114

3931122211311111115

3941122212111111114

3951122212211111115

3961122212311111116

3971122213111111115

3981122213211111116

3991122213311111117

4001122311111111115

4011122311211111116

4021122311311111117

4031122312111111116

4041122312211111117

4051122312311111118

4061122313111111117

4071122313211111118

4081122313311111119

4091122121111111118

4101122121211111119

41111221213111111110

เอกสาร 4121122122111111119 ข้างานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2---

41311221222111111110
 41411221223111111111
 41511221231111111110
 41611221232111111111
 41711221233111111112
 41811222211111111110
 41911222212111111111
 42011222213111111112
 42111222221111111111
 42211222222111111112
 42311222223111111113
 42411222231111111112
 42511222232111111113
 42611222233111111114
 42711223211111111112
 42811223212111111113
 42911223213111111114
 43011223221111111113
 43111223222111111114
 43211223223111111115
 43311223231111111114
 43411223232111111115
 43511223233111111116
 43611221311111111115
 43711221312111111116
 43811221313111111117
 43911221321111111116
 44011221322111111117
 44111221323111111118
 44211221331111111117
 44311221332111111118
 44411221333111111119
 44511222311111111117
 44611222312111111118
 44711222313111111119
 44811222321111111118
 44911222322111111119
 45011222323111111120
 45111222331111111119
 45211222332111111120
 45311222333111111121
 45411223311111111119
 45511223312111111120
 45611223313111111121
 45711223321111111120
 45811223322111111121
 45911223323111111122
 46011223331111111121
 46111223332111111122
 46211223333111111123
 463112311111111111 1
 464112311121111111 2
 465112311131111111 3
 466112311121111111 2



เอกสาร 466112311121111111 2 งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012
 -----1-----2--
 467112311221111111 3
 468112311231111111 4
 469112311311111111 3
 470112311321111111 4
 471112311331111111 5
 472112321111111111 3
 473112321121111111 4
 474112321131111111 5
 475112321211111111 4
 476112321221111111 5
 477112321231111111 6
 478112321311111111 5
 479112321321111111 6
 480112321331111111 7
 481112331111111111 5
 482112331121111111 6
 483112331131111111 7
 484112331211111111 6
 485112331221111111 7
 486112331231111111 8
 487112331311111111 7
 488112331321111111 8
 489112331331111111 9
 490112312111111111 8
 491112312121111111 9
 492112312131111111 10
 493112312211111111 9
 494112312221111111 10
 495112312231111111 11
 496112312311111111 10
 497112312321111111 11
 498112312331111111 12
 4991123221111111 10
 500112322121111111 11
 501112322131111111 12
 502112322211111111 11
 503112322221111111 12
 504112322231111111 13
 505112322311111111 12
 506112322321111111 13
 507112322331111111 14
 508112332111111111 12
 519112332121111111 13
 510112332131111111 14
 511112332211111111 13
 512112332221111111 14
 513112332231111111 15
 514112332311111111 14
 515112332321111111 15
 516112332331111111 16
 517112313111111111 15
 518112313121111111 16
 519112313131111111 17
 520112313211111111 16



1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2--

5211123132211111117
 5221123132311111118
 5231123133111111117
 5241123133211111118
 5251123133311111119
 5261123231111111117
 5271123231211111118
 5281123231311111119
 5291123232111111118
 5301123232211111119
 5311123232311111120
 5321123233111111119
 5331123233211111120
 5341123233311111121
 5351123331111111119
 5361123331211111120
 5371123331311111121
 5381123332111111120
 5391123332211111121
 5401123332311111122
 5411123333111111121
 5421123333211111122
 5431123333311111123
 54411331113312122112
 54511331113312211112
 54611331113312212113
 54711331113312221113
 54811331113312222114
 54911331113312211214
 55011331113312212215
 55111331113312221215
 55211331113312222216



2. F1RULE.DBF File

												EX_NO
												WIDTH
												WEIGHT
												EVENT
												ENEMY
												PLACE
												BORDER
												TERR
												ROAD
												SHAPE
												TRAFF
												WHETH
												TIME
												LONG
												SP
												BRT
												CLASS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
1										1	1	1
2										2	1	1
3										4	1	1
4										2	1	2
5										3	1	3
6	1									2	2	1
7	2									3	2	1
8	1									3	2	2
9	2									4	2	2
10	1									4	2	3
11	2									5	2	3
12	1									3	3	1
13	2									5	3	1
14	1									4	3	2
15	2									6	3	2
16	1									5	3	3
17	2									7	3	3
18	3	1								3	2	1
19	3	1								5	2	2
20	3	1								6	2	3
21	3	1								5	2	1
22	3	1								6	2	2
23	3	1								6	2	2
24	3	1								7	2	2
25	3	1								7	2	3
26	3	1								8	2	3
27	3	1								7	2	1
28	3	1								8	2	1
29	3	1								8	2	1
30	3	1								9	2	1
31	3	1								8	2	2
32	3	1								9	2	2
33	3	1								9	2	2
34	3	1								10	2	2

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2-----

35	3	1	2331	1	9
36	3	1	2331	2	10
37	3	1	2332	1	10
38	3	1	2332	2	11
39	1	1112			5
40	1	1122			6
41	1	1132			7
42	1	2112			6
43	1	2122			7
44	1	2132			8
45	1	3112			7
46	1	3122			8
47	1	3132			9
48	2	1112			2
49	2	1122			3
50	2	1132			4
51	2	2112			4
52	2	2122			5
53	2	2132			6
54	2	3112			6
55	2	3122			7
56	2	3132			8
57	3	1 31	11 1	7	
58	3	1 31	11 2	8	
59	3	1 31	2111	8	
60	3	1 31	2112	9	
61	3	1 31	2121	9	
62	3	1 31	2122	10	
63	3	1 32	11 1	8	
64	3	1 32	11 2	9	
65	3	1 32	2111	9	
66	3	1 32	2112	10	
67	3	1 32	2121	10	
68	3	1 32	2122	11	
69	3	1 33	11 1	9	
70	3	1 33	11 2	10	
71	3	1 33	2111	10	
72	3	1 33	2112	11	
73	3	1 33	2121	11	
74	3	1 33	2122	12	
75	3	1 31	21111	10	
76	3	1 31	21211	11	
77	3	1 31	22111	11	
78	3	1 31	22211	12	
79	3	1 32	21111	11	
80	3	1 32	21211	12	
81	3	1 32	22111	12	
82	3	1 32	22211	13	
83	3	1 33	21111	12	
84	3	1 33	21211	13	
85	3	1 33	22111	13	
86	3	1 33	22211	14	
87	3	1 31	21121	12	
88	3	1 31	21221	13	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2-----

89	3	1	31	221213
90	3	1	31	222214
91	3	1	32	211213
92	3	1	32	212214
93	3	1	32	221214
94	3	1	32	222215
95	3	1	33	211214
96	3	1	33	212215
97	3	1	33	221215
98	3	1	33	222216
99	1	1113		9
100	1	1123		10
101	1	1133		11
102	1	2113		10
103	1	2123		11
104	1	2133		12
105	1	3113		11
106	1	3123		12
107	1	3133		13
108	2	1113		3
109	2	1123		4
110	2	1133		5
111	2	2113		5
112	2	2123		6
113	2	2133		7
114	2	3113		7
115	2	3123		8
116	2	3133		9
117	1	1211		5
118	1	1221		6
119	1	1231		7
120	1	2211		6
121	1	2221		7
122	1	2231		8
123	1	3211		7
124	1	3221		8
125	1	3231		9
126	2	1211		8
127	2	1221		9
128	2	1231		10
129	2	2211		10
130	2	2221		11
131	2	2231		12
132	2	3211		12
133	2	3221		13
134	2	3231		14
135		1212		9
136		1222		10
137		1232		11
138	1	2212		10
139	2	2212		11
140	1	2222		11
141	2	2222		12
142	1	2232		12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012

-----+-----1-----+-----2-----

143	2	2232	13
144	1	3212	11
145	2	3212	13
146	1	3222	12
147	2	3222	14
148	1	3232	13
149	2	3232	15
150	1	1213	13
151	2	1213	10
152	1	1223	14
153	2	1223	11
154	1	1233	15
155	2	1233	12
156	1	2213	14
157	2	2213	12
158	1	2223	15
159	2	2223	13
160	1	2233	16
161	2	2233	14
162	1	3213	15
163	2	3213	14
164	1	3223	16
165	2	3223	15
166	1	3233	17
167	2	3233	16
168	1	1311	9
169	1	1321	10
170	1	1331	11
171	1	2311	10
172	1	2321	11
173	1	2331	12
174	1	3311	11
175	1	3321	12
176	1	3331	13
177	2	1311	15
178	2	1321	16
179	2	1331	17
180	2	2311	17
181	2	2321	18
182	2	2331	19
183	2	3311	19
184	2	3321	20
185	2	3331	21
186	1	1312	13
187	1	1322	14
188	1	1332	15
189	1	2312	14
190	1	2322	15
191	1	2332	16
192	1	3312	15
193	1	3322	16
194	1	3332	17
195	2	1312	16
196	2	1322	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
----	+	----	1	----	+	----	2	----													
197	2	1	3	3	2																18
198	2	2	3	1	2																18
199	2	2	3	2	2																19
200	2	2	3	3	2																20
201	2	3	3	1	2																20
202	2	3	3	2	2																21
203	2	3	3	3	2																22
204		1	3	1	3																17
205		1	3	2	3																18
206		1	3	3	3																19
207	1	2	3	1	3																18
208	2	2	3	1	3																19
209	1	2	3	2	3																19
210	2	2	3	2	3																20
211	1	2	3	3	3																20
212	2	2	3	3	3																21
213	1	3	3	1	3																19
214	2	3	3	1	3																21
215	1	3	3	2	3																20
216	2	3	3	2	3																22
217	1	3	3	3	3																21
218	2	3	3	3	3																23



123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4			
LONG	6	3721	392	40	0	0	0
5	7	380	0	0	0	0	0
6	7	380	0	0	0	0	0
LONG	6	3721	422	43	0	0	0
6	7	410	0	0	0	0	0
7	7	410	0	0	0	0	0
LONG	6	3721	452	46	0	0	0
7	7	440	0	0	0	0	0
8	7	440	0	0	0	0	0
SHAPE	5	3231	482	553	62	0	0
WHETH	6	4721	492	52	0	0	0
LONG	7	4821	502	51	0	0	0
7	8	490	0	0	0	0	0
8	8	490	0	0	0	0	0
LONG	7	4821	532	54	0	0	0
8	8	520	0	0	0	0	0
9	8	520	0	0	0	0	0
WHETH	6	4721	562	59	0	0	0
LONG	7	5521	572	58	0	0	0
8	8	560	0	0	0	0	0
9	8	560	0	0	0	0	0
LONG	7	5521	602	61	0	0	0
9	8	590	0	0	0	0	0
10	8	590	0	0	0	0	0
WHETH	6	4721	632	66	0	0	0
LONG	7	6221	642	65	0	0	0
9	8	630	0	0	0	0	0
10	8	630	0	0	0	0	0
LONG	7	6221	672	68	0	0	0
10	8	660	0	0	0	0	0
11	8	660	0	0	0	0	0
PLACE	4	3131	702	743	78	0	0
TERR	5	6931	712	723	73	0	0
5	6	700	0	0	0	0	0
6	6	700	0	0	0	0	0
7	6	700	0	0	0	0	0
TERR	5	6931	752	763	77	0	0
6	6	740	0	0	0	0	0
7	6	740	0	0	0	0	0
8	6	740	0	0	0	0	0
TERR	5	6931	792	803	81	0	0
7	6	780	0	0	0	0	0
8	6	780	0	0	0	0	0
9	6	780	0	0	0	0	0
PLACE	4	3131	832	873	91	0	0
TERR	5	8231	842	853	86	0	0
2	6	830	0	0	0	0	0
3	6	830	0	0	0	0	0
4	6	830	0	0	0	0	0
TERR	5	8231	882	893	90	0	0
4	6	870	0	0	0	0	0
5	6	870	0	0	0	0	0
6	6	870	0	0	0	0	0
TERR	5	8231	922	933	94	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบให้สำหรับการปฏิบัติงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4
6	6	910	0	0
7	6	910	0	0
8	6	910	0	0
EVENT	3	233	961	1762
TIME	4	9521	972	131
SHAPE	5	9631	982	1093
WHETH	6	9721	992	102
SP	7	9821	1002	101
7	8	990	0	0
8	8	990	0	0
LONG	7	9821	1032	106
SP	8	10221	1042	105
8	9	1030	0	0
9	9	1030	0	0
SP	8	10221	1072	108
9	9	1060	0	0
10	9	1060	0	0
WHETH	6	9721	1102	113
SP	7	10921	1112	112
8	8	1100	0	0
9	8	1100	0	0
LONG	7	10921	1142	117
SP	8	11321	1152	116
9	9	1140	0	0
10	9	1140	0	0
SP	8	11321	1182	119
10	9	1170	0	0
11	9	1170	0	0
WHETH	6	9721	1212	124
SP	7	12021	1222	123
9	8	1210	0	0
10	8	1210	0	0
LONG	7	12021	1252	128
SP	8	12421	1262	127
10	9	1250	0	0
11	9	1250	0	0
SP	8	12421	1292	130
11	9	1280	0	0
12	9	1280	0	0
BRT	5	9621	1322	154
SHAPE	6	13131	1332	1403
LONG	7	13221	1342	137
SP	8	13321	1352	136
10	9	1340	0	0
11	9	1340	0	0
SP	8	13321	1382	139
11	9	1370	0	0
12	9	1370	0	0
LONG	7	13221	1412	144
SP	8	14021	1422	143
11	9	1410	0	0
12	9	1410	0	0
SP	8	14021	1452	146
12	9	1440	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่อาจกรณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123456789012345678901234567890123456789012

-----1-----2-----3-----4-----

13	9	1440	0	0	0	0	0
LONG	7	13221	1482	151	0	0	0
SP	8	14721	1492	150	0	0	0
12	9	1480	0	0	0	0	0
13	9	1480	0	0	0	0	0
SP	8	14721	1522	153	0	0	0
13	9	1510	0	0	0	0	0
14	9	1510	0	0	0	0	0
SHAPE	6	13131	1552	1623	169	0	0
LONG	7	15421	1562	159	0	0	0
SP	8	15521	1572	158	0	0	0
12	9	1560	0	0	0	0	0
13	9	1560	0	0	0	0	0
SP	8	15521	1602	161	0	0	0
13	9	1590	0	0	0	0	0
14	9	1590	0	0	0	0	0
LONG	7	15421	1632	166	0	0	0
SP	8	16221	1642	165	0	0	0
13	9	1630	0	0	0	0	0
14	9	1630	0	0	0	0	0
SP	8	16221	1672	168	0	0	0
14	9	1660	0	0	0	0	0
15	9	1660	0	0	0	0	0
LONG	7	15421	1702	173	0	0	0
SP	8	16921	1712	172	0	0	0
14	9	1700	0	0	0	0	0
15	9	1700	0	0	0	0	0
SP	8	16921	1742	175	0	0	0
15	9	1730	0	0	0	0	0
16	9	1730	0	0	0	0	0
PLACE	4	9531	1772	1813	185	0	0
TERR	5	17631	1782	1793	180	0	0
9	6	1770	0	0	0	0	0
10	6	1770	0	0	0	0	0
11	6	1770	0	0	0	0	0
TERR	5	17631	1822	1833	184	0	0
10	6	1810	0	0	0	0	0
11	6	1810	0	0	0	0	0
12	6	1810	0	0	0	0	0
TERR	5	17631	1862	1873	188	0	0
11	6	1850	0	0	0	0	0
12	6	1850	0	0	0	0	0
13	6	1850	0	0	0	0	0
PLACE	4	9531	1902	1943	198	0	0
TERR	5	18931	1912	1923	193	0	0
3	6	1900	0	0	0	0	0
4	6	1900	0	0	0	0	0
5	6	1900	0	0	0	0	0
TERR	5	18931	1952	1963	197	0	0
5	6	1940	0	0	0	0	0
6	6	1940	0	0	0	0	0
7	6	1940	0	0	0	0	0
TERR	5	18931	1992	2003	201	0	0
7	6	1980	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1234567890123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4
8	6 1980	0	0	0
9	6 1980	0	0	0
ROAD	2 131	2032	2303	255
EVENT	3 20221	2042	217	0
PLACE	4 20331	2052	2093	213
TERR	5 20431	2062	2073	208
5.	6 2050	0	0	0
6	6 2050	0	0	0
7	6 2050	0	0	0
TERR	5 20431	2102	2113	212
6	6 2090	0	0	0
7	6 2090	0	0	0
8	6 2090	0	0	0
TERR	5 20431	2142	2153	216
7	6 2130	0	0	0
8	6 2130	0	0	0
9	6 2130	0	0	0
PLACE	4 20331	2182	2223	226
TERR	5 21731	2192	2203	221
8	6 2180	0	0	0
9	6 2180	0	0	0
10	6 2180	0	0	0
TERR	5 21731	2232	2243	225
10	6 2220	0	0	0
11	6 2220	0	0	0
12	6 2220	0	0	0
TERR	5 21731	2272	2283	229
12	6 2260	0	0	0
13	6 2260	0	0	0
14	6 2260	0	0	0
PLACE	3 20231	2312	2353	245
TERR	4 23031	2322	2333	234
9	5 2310	0	0	0
10	5 2310	0	0	0
11	5 2310	0	0	0
TERR	4 23031	2362	2393	242
EVENT	5 23521	2372	238	0
10	6 2360	0	0	0
11	6 2360	0	0	0
EVENT	5 23521	2402	241	0
11	6 2390	0	0	0
12	6 2390	0	0	0
EVENT	5 23521	2432	244	0
12	6 2420	0	0	0
13	6 2420	0	0	0
TERR	4 23031	2462	2493	252
EVENT	5 24521	2472	248	0
11	6 2460	0	0	0
13	6 2460	0	0	0
EVENT	5 24521	2502	251	0
12	6 2490	0	0	0
14	6 2490	0	0	0
EVENT	5 24521	2532	254	0
13	6 2520	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4
15	6	2520	0	0
PLACE	3	20231	2562	276
TERR	4	25531	2572	263
EVENT	5	25621	2582	259
13	6	2570	0	0
10	6	2570	0	0
EVENT	5	25621	2612	262
14	6	2600	0	0
11	6	2600	0	0
EVENT	5	25621	2642	265
15	6	2630	0	0
12	6	2630	0	0
TERR	4	25531	2672	2703
EVENT	5	26621	2682	269
14	6	2670	0	0
12	6	2670	0	0
EVENT	5	26621	2712	272
15	6	2700	0	0
13	6	2700	0	0
EVENT	5	26621	2742	275
16	6	2730	0	0
14	6	2730	0	0
TERR	4	25531	2772	2803
EVENT	5	27621	2782	279
15	6	2770	0	0
14	6	2770	0	0
EVENT	5	27621	2812	282
16	6	2800	0	0
15	6	2800	0	0
EVENT	5	27621	2842	285
17	6	2830	0	0
16	6	2830	0	0
ROAD	2	131	2872	3143
EVENT	3	28621	2882	301
PLACE	4	28731	2892	2933
TERR	5	28831	2902	2913
9	6	2890	0	0
10	6	2890	0	0
11	6	2890	0	0
TERR	5	28831	2942	2953
10	6	2930	0	0
11	6	2930	0	0
12	6	2930	0	0
TERR	5	28831	2982	2993
11	6	2970	0	0
12	6	2970	0	0
13	6	2970	0	0
PLACE	4	28731	3022	3063
TERR	5	30131	3032	3043
15	6	3020	0	0
16	6	3020	0	0
17	6	3020	0	0
TERR	5	30131	3072	3083
17	6	3060	0	0

เอกสารที่ส่งมอบให้เป็นการชั่วคราวเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----																															
22					6	3	6	0	0		0										0										0
EVENT					5	3	5	6	2	1	3	6	4	2	3	6	5				0										0
21					6	3	6	3	0			0									0										0
23					6	3	6	3	0			0									0										0



123456789012345678901234567890123456789012

-----1-----2-----3-----4-----

D002	13	14	2	109000012	111121
D003	14	15	3	109000013	122121
D004	15	16	4	109000013	132121
D005	16	17	2	109000013	122121
D006	17	18	11	109000013	102121
D007	18	19	7	109000013	52121
D008	19	20	10	109000013	52121
AD01	4	22	21	109000011	821111
AD02	5	23	13	73000011	702321
AD03	22	23	10	73000011	752321
AD04	23	24	15	73000011	622321
AD05	6	24	9	73000011	532321
AD06	24	25	8	73000011	502321
AD07	7	25	11	73000011	462321
AD08	25	26	67	73000012	402321
AD09	26	19	32	85000012	222221
AD10	26	27	5	85000012	282221
AD11	28	17	14	85000012	192221
AD12	28	13	14	85000012	182221
AD13	27	28	3	85000012	242221
AD14	10	27	25	85000012	262221
AD15	11	31	10	85000012	42222
AD16	14	31	8	85000013	72221
AD17	30	31	7	85000013	32221
AD18	15	30	10	85000013	82221
AD19	29	30	8	85000013	22221
AD20	16	29	7	85000013	72221
AD21	18	29	13	73000013	42321
AD22	20	21	15	85000013	72221
AD23	20	21	16	85000013	12221
AC01	36	40	13	73000012	252321
AC02	09	36	9	73000012	222321
AC03	37	41	20	73000012	222321
AC04	10	37	8	85000012	162222
AC05	33	37	13	73000013	112321
AC06	11	33	8	85000013	122222
AC07	11	32	10	85000013	72221
AC08	12	32	6	85000013	42221
AC09	32	35	10	85000013	22221
AC10	33	34	3	85000013	72221
AC11	34	35	3	85000013	42221
AC12	34	38	15	85000013	52221
AC13	35	39	30	85000013	32221
AC14	38	39	18	85000013	72221
AC36	37	38	6	85000013	72221
AC15	39	44	13	85000013	172221
AC16	39	47	11	85000013	112221
AC17	45	47	12	73000013	162321
AC18	47	48	9	85000013	82221
AC19	46	48	12	85000013	122221
AC20	48	49	15	73000013	132321
AC21	48	50	16	85000013	42221
AC22	50	51	11	73000013	122321
AC23	50	52	5	73000013	52321

เอกสารที่ส่งมาเพื่อรับการพิจารณาเพื่อบริการงานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4
AC24	51 53	7	85000013	142221
AC25	50 55	14	85000013	52221
AC26	53 54	4	73000013	122321
AC27	54 58	8	73000013	202321
AC28	54 57	7	73000013	102321
AC29	53 55	12	85000013	82221
AC30	55 56	6	85000013	42221
AC31	56 57	7	73000013	112321
AC32	57 60	11	73000013	122321
AC33	56 61	10	85000013	52221
AC34	59 60	9	85000013	202221
AC35	60 61	12	85000013	102221
BC01	62 64	20	85000012	302221
BC02	61 65	36	73000013	63331
BC03	78 80	11	73000012	202321
BC04	77 78	9	73000013	192321
BC05	78 79	18	85000012	262221
BC06	77 79	20	85000012	232221
BC07	65 77	8	85000013	122221
BC08	65 66	9	85000013	92221
BC09	66 67	10	85000013	63221
BC10	66 76	12	73000013	142321
BC11	75 76	15	85000012	262221
BC12	69 76	10	85000013	182221
BC13	66 69	6	85000013	102221
BC14	68 69	11	73000013	62321
BC15	69 70	13	85000013	122221
BC16	70 74	26	85000012	172221
BC17	70 71	26	85000013	112221
AB01	85 86	22	109000011	1371112
AB02	84 86	20	109000011	1281111
AB03	86 87	30	109000011	1321111
AB04	87 88	20	109000011	1221111
AB05	88 89	14	109000011	1101111
AB06	83 88	66	109000011	1151111
AB07	82 89	70	85000011	921211
AB08	01 89	40	109000011	1121111
AB09	04 89	55	109000011	911111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

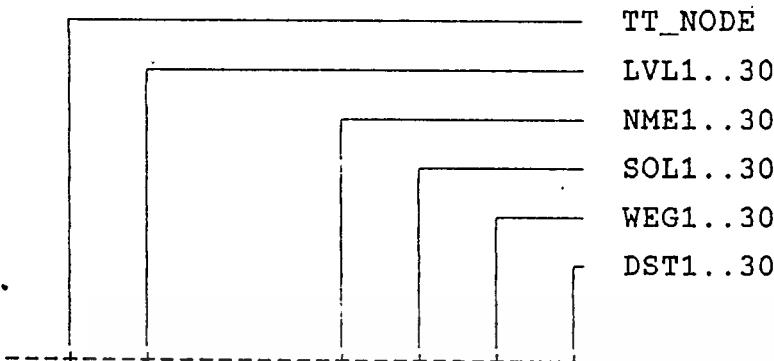
123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4
1112332111111111C006	45	46	131	12
1112332111111111C007	46	49	121	12
1112332111111111C008	49	51	71	12
1112332111111111C009	51	58	111	12
1112332111111111C010	58	59	101	12
1112233121111111C011	59	62	291	12
1112131112111111C012	62	63	121	9
1112231122111111D001	11	13	81	10
1112231121111111D002	13	14	21	10
1112332121111111D003	14	15	31	12
1112332121111111D004	15	16	41	12
1112332121111111D005	16	17	21	12
1112332121111111D006	17	18	111	12
1112332121111111D007	18	19	71	12
1112332121111111D008	19	20	101	12
1112111111111111AD01	4	22	211	1
1112122321111111AD02	5	23	131	14
1112122321111111AD03	22	23	101	14
1112122321111111AD04	23	24	151	14
1112122321111111AD05	6	24	91	14
1112122321111111AD06	24	25	81	14
1112132321111111AD07	7	25	111	18
1112232321111111AD08	25	26	671	19
1112232221111111AD09	26	19	321	15
1112232221111111AD10	26	27	51	15
1112232221111111AD11	28	17	141	15
1112232221111111AD12	28	13	141	15
1112232221111111AD13	27	28	31	15
1112232221111111AD14	10	27	251	15
1112232221111111AD15	11	31	101	15
1112332221111111AD16	14	31	81	16
1112332221111111AD17	30	31	71	16
1112332221111111AD18	15	30	101	16
1112332221111111AD19	29	30	81	16
1112332221111111AD20	16	29	71	16
1112332321111111AD21	18	29	131	20
1112332221111111AD22	20	21	151	16
1112332221111111AD23	20	21	161	16
1112232321111111AC01	36	40	131	19
1112232321111111AC02	9	36	91	19
1112232321111111AC03	37	41	201	19
1112232221111111AC04	10	37	81	15
1112332321111111AC05	33	37	131	20
1112332221111111AC06	11	33	81	16
1112332221111111AC07	11	32	101	16
1112332221111111AC08	12	32	61	16
1112332221111111AC09	32	35	101	16
1112332221111111AC10	33	34	31	16
1112332221111111AC11	34	35	31	16
1112332221111111AC12	34	38	151	16
1112332221111111AC13	35	39	301	16
1112332221111111AC14	38	39	181	16
1112332221111111AC36	37	38	61	16
1112332221111111AC15	39	44	131	16

123456789012345678901234567890123456789012	1	2	3	4
1112332221111111AC16	39	47	111	16
1112332321111111AC17	45	47	121	20
1112332221111111AC18	47	48	91	16
1112332221111111AC19	46	48	121	16
1112332321111111AC20	48	49	151	20
1112332221111111AC21	48	50	161	16
1112332321111111AC22	50	51	111	20
1112332321111111AC23	50	52	51	20
1112332221111111AC24	51	53	71	16
1112332221111111AC25	50	55	141	16
1112332321111111AC26	53	54	41	20
1112332321111111AC27	54	58	81	20
1112332321111111AC28	54	57	71	20
1112332221111111AC29	53	55	121	16
1112332221111111AC30	55	56	61	16
1112332321111111AC31	56	57	71	20
1112332321111111AC32	57	60	111	20
1112332221111111AC33	56	61	101	16
1112332221111111AC34	59	60	91	16
1112332221111111AC35	60	61	121	16
1112232221111111BC01	62	64	201	15
1112333331111111BC02	61	65	361	21
1112232321111111BC03	78	80	111	19
1112332321111111BC04	77	78	91	20
1112232221111111BC05	78	79	181	15
1112232221111111BC06	77	79	201	15
1112332221111111BC07	65	77	81	16
1112332221111111BC08	65	66	91	16
1112333221111111BC09	66	67	101	17
1112332321111111BC10	66	76	121	20
1112232221111111BC11	75	76	151	15
1112332221111111BC12	69	76	101	16
1112332221111111BC13	66	69	61	16
1112332321111111BC14	68	69	111	20
1112332221111111BC15	69	70	131	16
1112232221111111BC16	70	74	261	15
1112332221111111BC17	70	71	261	16
1112111112111111AB01	85	86	221	1
1112111111111111AB02	84	86	201	1
1112111111111111AB03	86	87	301	1
1112111111111111AB04	87	88	201	1
1112111111111111AB05	88	89	141	1
1112111111111111AB06	83	88	661	1
1112111211111111AB07	82	89	701	5
1112111111111111AB08	1	89	401	1
1112111111111111AB09	4	89	551	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. F1ROUTE.DBF File

					TT_NODE
					LVL1..30
					NME1..30
					SOL1..30
					WEG1..30
					DST1..30
15	84กลาง	11021	239	ROUTE_1	
	86พนัสนิคม	11001	219		
	87โนนยาง	1	971	189	
	88นางมุต	1	951	169	
	89พนมสารคาม	1	937	155	
	4สำโรง	1	882	100	
	5เกาะแก้ว	1	832	90	
	6สัมปอ	1	732	70	
	7ทางพาด	1	682	60	
	8สระแก้ว	1	628	54	
	9ห้วยโจด	1	498	41	
	10วัดเขาเนตร	1	418	33	
	11อรัญประเทศ	1	176	11	
	33ก้อง	1	48	3	
	34ปากมั้ง	1	0	0	



15	84กลาง	21031	230	ROUTE_2
	86พนัสนิคม	21011	210	
	87โนนยาง	2	981 180	
	88นางมุต	2	961 160	
	89พนมสารคาม	2	947 146	
	4สารโรง	2	892 91	
	5เกาะแก้ว	2	842 81	
	6ลัมบอย	2	742 61	
	7ทางพาด	2	692 51	
	8สระแก้ว	2	638 45	
	9ท้ายโจด	2	508 32	
	10วัฒนานคร	2	428 24	
	37सानตม	1	308 16	
	33ก่อ	1	48 3	
	34ปากมึง	1	0 0	

8. F1NAME.DBF File

												NODE
												NAME
-----+-----												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	
-----+-----1---												
1ปราจีนบุรี												
2หนองกุ้ง												
3ประจันตคาม												
4สำโรง												
5เกาะแก้ว												
6สัมปอ												
7ทางพาด												
8สระแก้ว												
9ทวายโจด												
10วัฒนานคร												
11อรัญประเทศ												
12กระเทียม												
13กระโพธิ์												
14ชักสะแม												
15ตลาดไทร												
16นาจาน												
17ดงไร่												
18นางาม												
19เหล่าทมาภ												
20ตาพระยา												
21สันลชจัน												
22กระนวน												
23หนองแสง												
24เขาสิงห์โต												
25โคกอีหลง												
26ปัก												
27ทมอ												
28แซร์ฮอร์												
29โคกสูง												



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123456789012

-----+-----1--

30ปางซุง

31ทุ่งผาง

32แม่ละนา

33ก้อง

34ปากมั้ง

35ไร่พวย

36บ่อนางช้าง

37सानตม

38หนองปรือ

39เพีย

40นาทมอ

41เขาฉกรรจ์

42ป่าเลา

43วังน้ำเย็น

44วังน้ำฝน

45พวยเต็ง

46ตาเริง

47ศิลา

48ทุ่งขนาน

49เขาแหลม

50น้ำลาด

51นาบัว

52สวนส้ม

53คาบอน

54ท่าก้อน

55แหลม

56ตงมัน

57นาดี

58สลุย

59โป่งน้ำร้อน

60คลองทราย

61ผักกาด

62มะขาม

63จันทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123456789012

-----+-----1--

64ขลุ่ย

65ทุ่งขาม

66ยางชุม

67ปะฮา

68หนองทม

69นนทรีย์

70ด่านชุมพล

71แหลมค้อ

72คลองใหญ่

73หาดเล็ก

74ตราด

75เขาส้ม

76สามัคคี

77สิงขร

78กันทรอม

79แซร์โบร์

80ตาตุ่ม

81แกลง

82หนองใหญ่

83ตาแค่น

84กลาง

85ชลบุรี

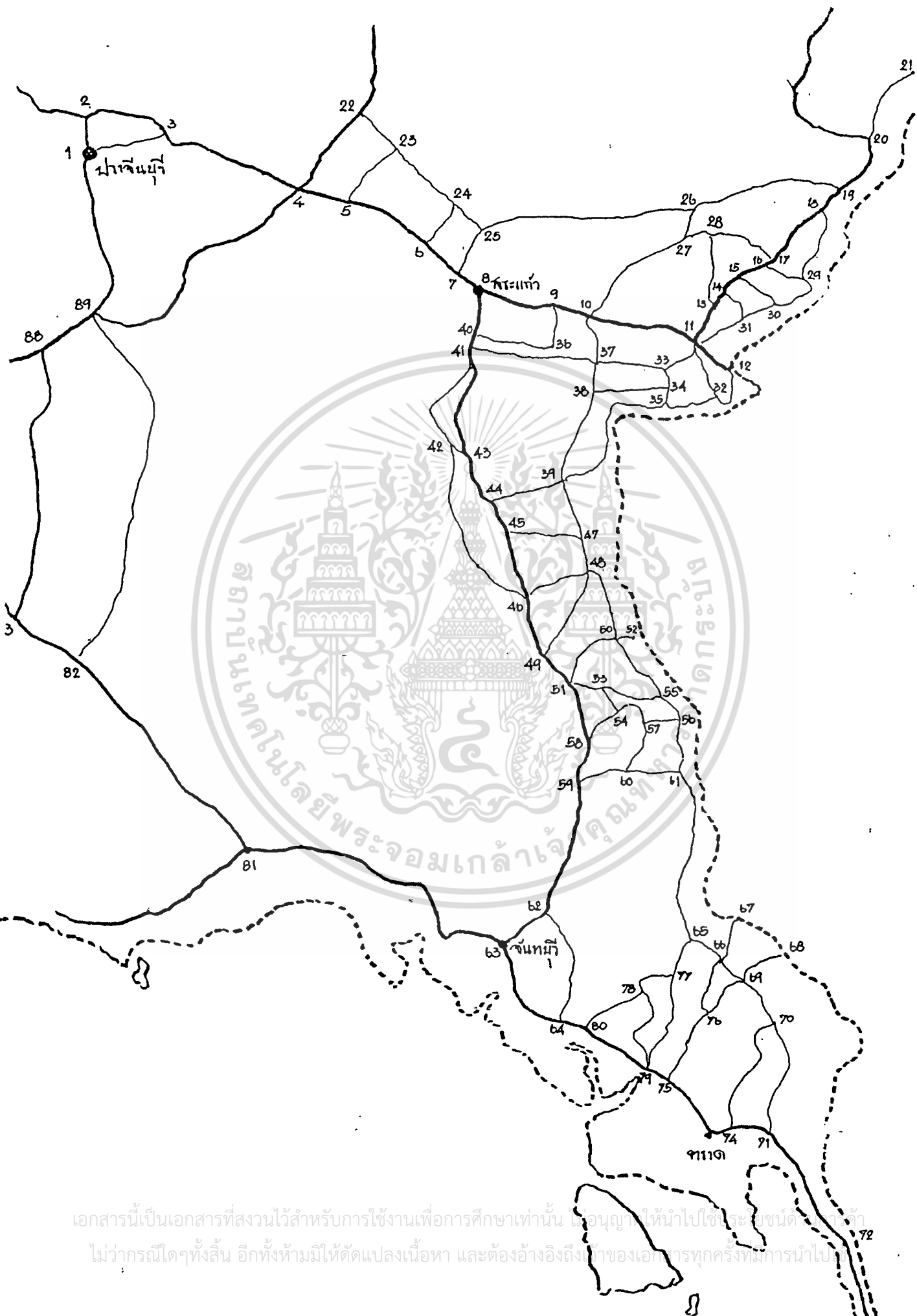
86พนัสนิคม

87โนนยาง

88นางมุต

89พนมสารคาม





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

บทความเรื่อง การสรุปจากตัวอย่างวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุง ด้วยวิธีการของไอคิรี
ได้ลงตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการของสมาคมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย
ฉบับที่ 112 ประจำเดือน มีนาคม-เมษายน 2538

การสรุปกฎจากตัวอย่างวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุง ด้วยวิธีการของไอดีทรี
 Logistics Transportation's Route Analysis Rules Induction
 Using an ID3 Technique

ศุภมิตร จิตตะยโสธร *

พ.ต.ท.วีเกียรติ เหมวงศ์มณีกุล **

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุง ต้องใช้กฎเกณฑ์ทางทหารมากมาย และความชำนาญของเจ้าหน้าที่ เมื่อมีการสับเปลี่ยนโยกย้ายนายทหารส่งกำลังบำรุง จะก่อให้เกิดปัญหา จึงได้สรุปกฎ โดยอาศัยวิธีการของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อลดความยุ่งยาก และ ลดความผิดพลาดในการสรุปกฎ บทความนี้จะเสนอ แนวทางในการสรุปกฎด้วยวิธีการของไอดีทรี (ID3) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่ง ในการเรียนรู้จากตัวอย่างของระบบผู้เชี่ยวชาญ กฎที่ได้จากการอุปมานจะช่วยในการวิเคราะห์เส้นทาง ตามหลักส่งกำลังบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

Logistics Transportation's Route Analysis depends on many military rules and staff specialization. When logistics officers are changed, there may be problems in the operations. To reduce the problems, we use the rules induction and expert system. This paper presents the development of a rule induction system using ID3 method. It is the method for learning by using experts' examples. The rules will be used in a logistics transportation's route analysis expert system.

-
- * ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- ** นักศึกษา ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

การส่งกำลังบำรุงทางทหาร เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก หากพิจารณาประวัติศาสตร์การทางสงครามในอดีตที่ผ่านมา จะเห็นว่าความพ่ายแพ้สงครามจะเนื่องมาจากการส่งกำลังบำรุงแทบทั้งสิ้น เมื่อเกิดสงครามขึ้นมา แนนอนที่สุด คู่สงครามทั้ง 2 ฝ่าย จะต้องหาหนทาง ทำอย่างใดก็ตามเพื่อลดทอนความสามารถในการสู้รบ และขวัญกำลังใจของข้าศึก หนทางหนึ่งที่สำคัญ คือ การตัดขาดเส้นทางส่งกำลังบำรุง

การวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุง คำนึงถึงหัวข้อพิจารณาทั้งหลายที่จำเป็นในการตัดสินใจ ว่าเส้นทางใดบ้าง ที่สามารถจะไปได้ ทั้งในยามภาวะสงคราม และ ภาวะปกติ ซึ่งจะอาศัยขบวนการตัดสินใจ (Decision Making) ทำการตัดสินใจว่า เส้นทางนั้นๆ สามารถที่จะผ่านไปได้หรือไม่

วิธีการที่จะใช้ในการตัดสินใจ ในที่นี้จะใช้วิธีการของ ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ (Decision Tree) จะมีการจัดลำดับ พารามิเตอร์ของข้อมูล ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบ ออกเป็นชั้นๆ เหมือนกิ่งของต้นไม้ (Hierarchical Structure) วิธีการนี้มีข้อดีคือ จะมีการคำนวณให้สามารถเข้าหาข้อมูลได้เร็ว

2. การเรียนรู้จากตัวอย่าง (Learning by Example)

วิธีเรียนรู้จากตัวอย่างนั้น ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประกอบด้วยชนิดหรือประเภท (Class) ของตัวอย่าง และ แอททริบิวท์ (Attribute) ที่ใช้อธิบายตัวอย่งนั้น แอททริบิวท์ที่กล่าวถึงนี้ จะต้องเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ที่มีผลในการแยกประเภท เช่น ลักษณะ อาการ รูปร่าง อายุ ความสามารถต่างๆ เป็นต้น ส่วนค่าที่เป็นไปได้ เรียกว่า ค่า (Value) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการพิจารณา เพื่อแยกแยะประเภทของตัวอย่างของการแก้ปัญหา (Classification) เช่นในการวินิจฉัยโรคของแพทย์

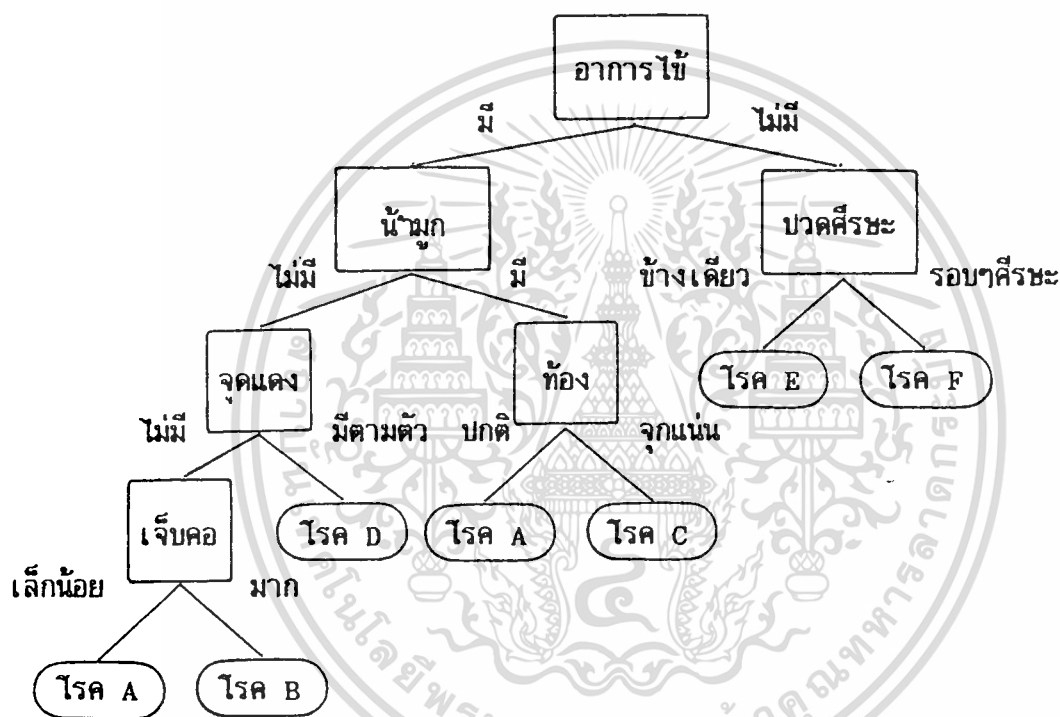
ตัวอย่าง	อาการไข้	อาการไอ	น้ำมูก	อ่อนเพลีย	เจ็บคอ	ปวดศีรษะ	ท้อง	จุดแดง	ประเภทโรค
1	มี	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค A
2	มี	เล็กน้อย	มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค A
3	มี	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	มาก	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค B
4	มี	โอหังๆ	มี	มาก	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	จุกแน่น	ไม่มี	โรค C
5	มี	โอหังๆ	ไม่มี	มาก	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ตามตัว	โรค D
6	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ข้างเดียว	ปกติ	ไม่มี	โรค E
7	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	รอบๆศีรษะ	ปกติ	ไม่มี	โรค F

รูปที่ 1 แสดงตารางชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขบวนการที่ใช้ในการเรียนรู้ก็คือ จะนำเอาตัวอย่างจากชุดฝึกหัดไปผ่านขั้นตอนของการอุปมาน (Induction) ซึ่งได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ

ลักษณะของต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ที่อุปมานได้ จะประกอบด้วยแอทริบิวต์ ค่าของแอทริบิวต์ และประเภท ของตัวอย่างในชุดฝึกหัด โดยที่แต่ละ แอทริบิวต์ จะแทนโหนดของต้นไม้ และแต่ละกิ่งที่แยกออกจากโหนดจะถูกกำกับโดยค่าของแอทริบิวต์นั้น แล้วจากกิ่งก็อาจจะเชื่อมต่อไปยังโหนดอื่น (แอทริบิวต์อื่น) อีก จนกว่าจะถึงปลายสุดกิ่ง (Leaf) ของต้นไม้ ซึ่งแทนประเภทของตัวอย่าง และจากตัวอย่างในชุดฝึกหัด ซึ่งเป็นตัวอย่างของการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย สามารถแสดงการแบ่งประเภทของโรคด้วย ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยอาศัยแอทริบิวต์ค่าของแต่ละประเภทของตัวอย่าง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงต้นไม้สำหรับการตัดสินใจของการวินิจฉัยโรคอย่างง่าย

วิธีการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดย ไอดีทีรี (ID3) [6,7,8] สามารถให้ต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก แต่ยังไม่รับรองว่า เป็นต้นไม้ที่มีขนาดเล็กที่สุด อย่างไรก็ตามก็ยังนับว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมมาก ในโครงการนี้ก็ได้ออกใช้ ไอดีทีรี ในการอุปมานต้นไม้ ในส่วนของการเรียนรู้จากตัวอย่าง

3. ไอดีทีรี (ID3)

วิธีการอุปมานจากตัวอย่างหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าวิธีการสร้าง ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ จากชุดฝึกหัด โดยวิธีการ ไอดีทีรี นั้น คิดค้นโดย J.R.Quinlan โดยพัฒนามาจาก CLS (Concept Learning System) ของ E.B.Hunt [5,8] ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ในสมัย

ต้นๆ ประมาณ ค.ศ. 1963

ขั้นตอนในการสร้างต้นไม้ โดยวิธีของ ไอดีทรี มีดังต่อไปนี้ [7]

1. ทำการเลือกกลุ่มของตัวอย่างบางส่วนจาก ชุดฝึกหัด ขึ้นมา 1 กลุ่ม อย่างสุ่ม โดยจะเรียกกลุ่มของตัวอย่างที่เลือกมานี้ว่า วินโดว์ (Window)

2. สร้างต้นไม้สำหรับตัดสินใจจาก วินโดว์ นั้น ซึ่งต้นไม้ที่ได้จะสามารถแยกประเภทตัวอย่างได้ครอบคลุมวินโดว์ทั้งหมด สำหรับรายละเอียดของการสร้างต้นไม้ จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

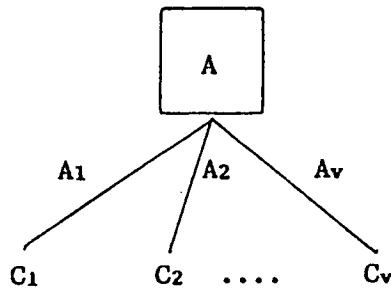
3. นำต้นไม้ที่ได้จากข้อ 2 ไปลองทดสอบแยกประเภท ตัวอย่างในชุดฝึกหัดที่ไม่อยู่ในวินโดว์ที่ละตัวอย่าง การใช้ต้นไม้ทดสอบแยกประเภทตัวอย่าง ก็โดยพิจารณาว่า ตัวอย่างที่กำลังทดสอบนั้น มีประเภทเดียวกับการใช้ต้นไม้ในการวินิจฉัยประเภทของตัวอย่างหรือไม่ ถ้าได้ประเภทเดียวกันแล้ว ก็แสดงว่าต้นไม้ที่สามารถแยกตัวอย่างนั้นได้ถูกต้อง มิฉะนั้นก็จะถือว่าแยกประเภทไม่ได้ ถ้าทดสอบแล้วสามารถแยกประเภทได้ถูกต้อง ก็ทยอยเอาตัวอย่างที่เหลือไปลองทดสอบแยกประเภทอีกจนกว่าจะหมด เมื่อลองทดสอบจนไม่เหลือตัวอย่าง ที่จะให้ทดสอบอีกแล้ว ก็จะได้ ต้นไม้ ที่ใช้ทดสอบนั้น เป็นต้นไม้ที่ได้จากการอุปมานจาก ชุดฝึกหัด ทั้งหมด ซึ่งก็จะสิ้นสุดกระบวนการของการสร้าง ต้นไม้ มิฉะนั้นแล้วจะนำเอาตัวอย่างที่แยกประเภทแล้ว ย้อนไปหาขั้นที่ 2 ใหม่อีก

การสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจโดยวิธีของไอดีทรี

วิธีการสร้าง ต้นไม้ โดยวิธีของไอดีทรี ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ จะสมมุติว่า ประเภทของตัวอย่างใน ชุดฝึกหัด มีเพียง 2 ประเภทเท่านั้น คือ ประเภท "P" กับประเภท "N" ดังนั้น การแยกประเภท ตัวอย่างใดๆ ก็ตาม ความน่าจะเป็นที่ตัวอย่างนั้นจะอยู่ในประเภท "P" มีค่าเท่ากับ $p/(p+n)$ และความน่าจะเป็นที่ตัวอย่างนั้นจะอยู่ในประเภท "N" ก็จะมีค่าเท่ากับ $n/(p+n)$ โดยที่ p, n แทนจำนวนของตัวอย่างทั้งหมดใน ชุดฝึกหัด ที่มีประเภทเป็น "P" และ "N" ตามลำดับ ดังนั้นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่จะกล่าวถึงที่นี่ สามารถให้ข่าวสารที่เป็น "P" หรือ "N" เท่านั้น ซึ่งค่าข่าวสารที่คาดว่าจะใช้ในการให้ข่าวสาร "P" หรือ "N" จากต้นไม้จะมีค่าตามสมการต่อไปนี้

$$I(p, n) = - p/(p+n) \cdot \log_2 p/(p+n) - n/(p+n) \cdot \log_2 n/(p+n)$$

ถ้าให้ แอทริบิวต์ A ซึ่งมีค่า (Value) ต่างๆ คือ $[A_1, A_2, A_3, \dots, A_v]$ ขณะเดียวกันก็ให้ แอทริบิวต์ A เป็น รุทโหนด ของต้นไม้ ค่าของ แอทริบิวต์ A จะแยก ต้นไม้ ออกเป็น ต้นไม้ย่อย (Subtree) คือ $[C_1, C_2, C_3, \dots, C_v]$ โดยที่ C_i หมายถึง ต้นไม้ย่อยใดๆ ที่ตัวอย่างมีค่าของ แอทริบิวต์ A เป็น A_i ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการแยกของต้นไม้ย่อย โดยค่าของ แอทริบิวต์ A

สมมติว่า ต้นไม้ย่อย C_1 นั้นมีตัวอย่างที่มีประเภทเป็น "P" อยู่ p_i ตัวอย่าง และมีตัวอย่างที่มี ประเภทเป็น "N" อยู่ n_i ตัวอย่าง ดังนั้นค่า ข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจากต้นไม้ย่อย C_i จะเป็น $I(p_i, n_i)$ จากนั้นการคำนวณค่าข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจาก ต้นไม้ ทั้งหมด โดยมี แอทริบิวต์ A เป็น รูทโหนด จะสามารถหาได้จากการเฉลี่ยค่า ข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจากทุก ต้นไม้ย่อย $[C_1, C_2, C_3, \dots, C_v]$ ดังสมการดังต่อไปนี้

$$E(A) = \sum_{i=1}^v (p_i + n_i) / (p + n) \cdot I(p_i, n_i)$$

จากความจริงที่ว่า ถ้าต้นไม้สำหรับการตัดสินใจต้นไม้ใด มีค่า ข่าวสาร น้อยก็แสดงว่า ต้นไม้ นั้น มีขนาดเล็ก ดังนั้นการเลือก แอทริบิวต์ ที่จะมาเป็น รูทโหนด ของ ต้นไม้ จึงอาศัยความจริงในข้อนี้ โดยจะทำการเลือก แอทริบิวต์ใด ก็ตามที่จะมาเป็น รูทโหนด ของ ต้นไม้ หรือ ต้นไม้ย่อย ที่ทำให้ค่า ข่าวสาร ที่คาดว่าจะได้รับจาก ต้นไม้ หรือ ต้นไม้ย่อย คือค่าของ $E(A)$ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับค่า E ของ แอทริบิวต์อื่นๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการรับประกันว่า ต้นไม้ หรือ ต้นไม้ย่อย ที่ได้จากการเลือก แอทริบิวต์ นั้น เป็น รูทโหนด เป็นต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก

สำหรับขั้นตอนการสร้าง ต้นไม้ ของ อดีทรี จะเริ่มจากการคำนวณหาค่า E ของแต่ละ แอทริบิวต์ ในชุดฝึกหัด แล้วเลือกเอาเฉพาะ แอทริบิวต์ ที่ให้ค่า E น้อยที่สุด มาเป็น รูทโหนด ของต้นไม้ จากนั้นแบ่งชุดฝึกหัด ตามกลุ่มของตัวอย่างที่มีค่าตามค่าของแอทริบิวต์ที่เลือกมานั้นออกเป็น ชุดฝึกหัดย่อยๆ ซึ่งชุดฝึกหัดย่อยๆที่แยกโดยใช้ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_v$ ก็จะเป็นของต้นไม้ย่อย $C_1, C_2, C_3, \dots, C_v$ ตามลำดับ เช่น ชุดฝึกหัดของ C_1 ก็จะเป็น กลุ่มของตัวอย่าง ทั้งหมดจาก ชุดฝึกหัดเดิม ที่มีค่าของ แอทริบิวต์ เป็น A_1 เป็นต้น (ดูรูปที่ 5 ประกอบ)

จากนั้นทำการสร้าง ต้นไม้ย่อย $C_1, C_2, C_3, \dots, C_v$ โดยใช้ชุดฝึกหัดย่อยๆ ของแต่ละ ต้นไม้ย่อย ด้วยวิธีการเดียวกัน แต่ตอนนั้นการเลือก แอทริบิวต์ ที่จะมาเป็น รูทโหนด ของแต่ละต้นไม้ย่อย จะไม่พิจารณา แอทริบิวต์ A อีกต่อไป เมื่อเลือกแอทริบิวต์ที่จะมาเป็น รูทโหนดของต้นไม้ย่อยได้แล้ว ก็สามารถที่จะแยกออกเป็น ต้นไม้ย่อยลงไปอีก ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าชุดฝึกหัดของต้นไม้ย่อยใด ที่ตัวอย่างทั้งหมดเป็นประเภทเดียวกัน ตอนนี้จะสามารถที่จะแทนต้นไม้ย่อยนั้น ด้วยประเภท(Class) นั้นเลย นั่นก็คือเราได้ปลายกิ่งสุดท้าย(Leaf) ของต้นไม้ตนเอง

Ex No.	Outlook	Temperature	Humidity	Windy	CLASS
1	sunny	hot	high	false	N
2	sunny	hot	high	true	N
3	overcast	hot	high	false	P
4	rain	mild	high	false	P
5	rain	cool	normal	false	P
6	rain	cool	normal	true	P
7	overcast	cool	normal	true	P
8	sunny	mild	high	false	N
9	sunny	cool	normal	false	P
10	rain	mild	normal	false	P
11	sunny	mild	normal	true	P
12	overcast	mild	high	true	P
13	overcast	hot	normal	false	P
14	rain	mild	high	true	N

รูปที่ 4 แสดงตารางชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยสภาพอากาศ

ตัวอย่างการสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ โดยวิธีการของ ไลต์ไทร จากตารางชุดฝึกหัด ในรูปที่ 4 เป็นกลุ่มตัวอย่างอย่างง่ายที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อต้องการอุปมาน ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ที่ใช้ในการวินิจฉัยสภาพอากาศ แต่ละตัวอย่างจะอธิบายด้วย แอททริบิวต์ Outlook, Temperature, Humidity, Windy มีทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ส่วน ประเภท (Class) ของตัวอย่างนั้น สมมติให้มีเพียง 2 ประเภท เท่านั้น คือ ประเภท "P" และ "N"

การสร้างต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ก็เริ่มจากการเลือก แอททริบิวต์ เพื่อมาเป็น รุทไหนด ของ ต้นไม้ โดยคำนวณค่า E ของแต่ละแอททริบิวต์ จะได้ว่า

$$E(\text{Outlook}) = 5/14 I(p_1, n_1) + 4/14 I(p_2, n_2) + 5/14 I(p_3, n_3) \\ 0.694 \text{ bits}$$

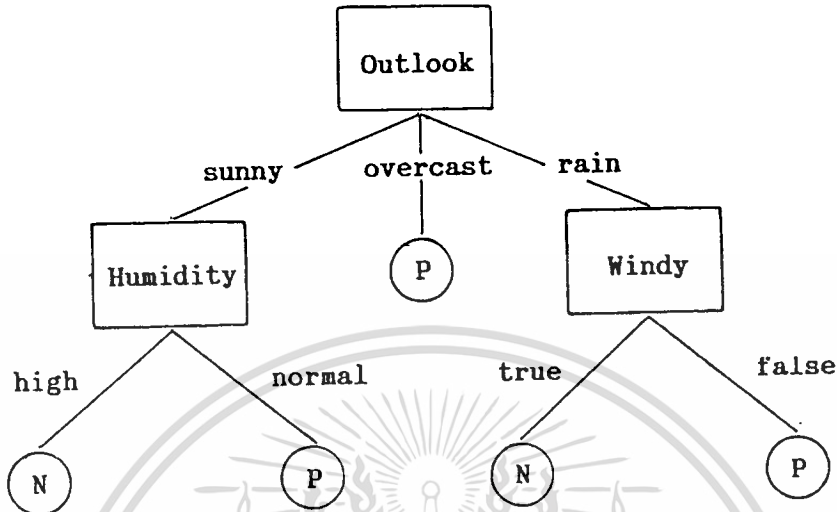
$$E(\text{Temperature}) = 0.911 \text{ bits}$$

$$E(\text{Humidity}) = 0.789 \text{ bits}$$

$$E(\text{Windy}) = 0.892 \text{ bits}$$

โดยการพิจารณาค่า E ของแต่ละแอททริบิวต์แล้ว จะเลือกแอททริบิวต์ Outlook มาเป็น รุทไหนด ของ ต้นไม้ เนื่องจากให้ค่า E น้อยที่สุด

จากนั้น ชุดฝึกหัด จะถูกแบ่งเป็น ชุดฝึกหัดย่อยๆ ตามแต่ละค่าของ Outlook แล้ว แต่ละชุดฝึกหัดย่อยๆ ก็จะถูกใช้สร้าง ต้นไม้ย่อย โดยวิธีการเดียวกันที่ได้แสดงไปแล้ว ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ที่สมบูรณ์แล้วแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว

4. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมไอคิธี

โปรแกรมได้พัฒนาขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

โปรแกรมส่วนที่ 1 สร้างโดยใช้ คลิปเปอร์

- ขั้นที่ 1. - สร้างแฟ้มข้อมูลเก็บตารางชุดตัวอย่าง
- ขั้นที่ 2. - คำนวณค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวณค่า E
- .. จำนวน Record ของชุดฝึกหัด
 - .. จำนวน Attribute ของชุดฝึกหัด
 - .. จำนวน Value (ค่า) ของแต่ละ Attribute ของชุดฝึกหัด
 - .. จำนวน Class ของชุดฝึกหัด
 - .. เก็บ ชื่อของค่า (Value_name) ไว้

เรียกใช้ โปรแกรมส่วนที่ 2

- ขั้นที่ 3. - รับค่าของ Attribute ที่ส่งมาจาก โปรแกรมส่วนที่ 2
- กำหนดให้ค่าเป็น รหัสไหน
 - กำหนดชุดฝึกหัดใหม่
 - .. ตัด Attribute ที่เป็น รหัสไหนที่ถูกเลือกแล้ว ในส่วนที่ 2 ทิ้งไป
 - .. พิจารณาเฉพาะ Value ของรหัสไหน ตามลำดับ ลดจำนวน Record ของชุดฝึกหัดใหม่ เพื่อนำไปคำนวณหารหัสไหนย่อย ต่อไป

- ได้ชุดฝึกหัดย่อย นำไปคำนวณค่าต่างๆ เพื่อคำนวณหาค่า E กลับไปยัง ขั้นที่ 2
- ทำขั้นที่ 2-3 จนกว่าจะหมดชุดฝึกหัด และจะได้ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สมบูรณ์

โปรแกรมส่วนที่ 2 สร้างโดยใช้ภาษา ซี

- รับค่าต่างๆ จาก ส่วนที่ 1
- คำนวณค่า E ของทุก Attribute
- เลือกค่า E ที่น้อยที่สุด
- กรณีที่ค่า E ที่น้อยที่สุด มีมากกว่า 1 ค่า ให้เลือกเรียงลำดับของ Attribute
- ส่งค่าของ Attribute ที่ถูกเลือกกลับไปยัง ส่วนที่ 1

5. การวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุงด้วยวิธีการของไฮคิธี

วิธีการของไฮคิธีสามารถนำมาพัฒนาเพื่อวิเคราะห์เส้นทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนด ปัจจัยในการพิจารณาต่างๆ มีผลต่อ ความเร็ว, ความเสี่ยง, ความปลอดภัย ดังนี้

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. สถานการณ์ชายแดน (สถานการณ์) | 4. ระยะห่างจากชายแดน (เขต) |
| 1.1 จุกเงิน | 4.1 เขตหลัง |
| 1.2 เตรียม : เตรียมพร้อม | 4.2 รัศมี |
| 1.3 ปกติ | 4.3 อันตราย |
| 2. ความพร้อมรบของฝ่ายตรงข้าม % (พร้อมรบ) | 5. สภาพภูมิประเทศ (ภูมิประเทศ) |
| 2.1 80-100 | 5.1 ชุ่มยาก : ชุ่มโจมตียาก |
| 2.2 50-80 | 5.2 ชุ่มได้ : ชุ่มโจมตีได้ |
| 2.3 00-50 | 5.3 ชุ่มง่าย : ชุ่มโจมตีง่าย |
| 3. ที่ตั้งหน่วยทหารในบริเวณนั้น (ที่ตั้ง) | 6. ลำดับชั้นถนน (ถนน) |
| 3.1 พล : กองพล | 6.1 หลัก |
| 3.2 กรม | 6.2 สำรอง |
| 3.3 พัน : กองพัน, กองร้อย, หมวด | 6.3 จำเป็น |

การพัฒนาไฮคิธีกับข้อมูลการวิเคราะห์เส้นทางบางส่วน

เนื่องจากวิธีการของไฮคิธีไม่สามารถอุปมานชุดฝึกหัดบางชุดได้ ในกรณีที่มีการแบ่งชุดฝึกหัดเป็นชุดย่อยๆ แล้ว มีบางค่าของแอททริบิวต์ไม่ปรากฏในชุดฝึกหัดย่อยๆ นั้น ดังเช่นตัวอย่างการสร้างต้นไม้จากชุดฝึกหัดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ex No.	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	CLASS
1	ถูกเงิน	80-100	พล	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
2	เตรียม	80-100	กรม	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
3	ถูกเงิน	50-80	กรม	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
4	ถูกเงิน	50-80	พล	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
5	ถูกเงิน	50-80	พล	รัศมี	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
6	ถูกเงิน	50-80	พล	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	ลำดับ-1
7	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	หลัก	ชุ่มยาก	ลำดับ-1
8	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
9	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
10	ปกติ	50-80	พล	อันตราย	สำรวจ	ชุ่มยาก	ลำดับ-2
11	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	ลำดับ-3
12	เตรียม	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ชุ่มง่าย	ลำดับ-3

รูปที่ 6 แสดงตารางชุดฝึกหัดของตัวอย่างที่ใช้ในการวินิจฉัยวิเคราะห์เส้นทางจากชุดฝึกหัดนี้ เป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์เส้นทาง ให้ผลออกมาเป็นประเภท (Class) การสร้างต้นไม้ ก็ทำได้เช่นเดียวกับวิธีการของ ไรต์ โดยเริ่มจากการเลือกแอทริบิวต์ เพื่อมาเป็น รุทไหนด ของต้นไม้เสียก่อน ซึ่งต้องหาค่า E ของแต่ละ แอทริบิวต์ ในที่นี้ ค่า E หาได้จาก

$$E(A) = \sum_{i=1}^v (a_i + b_i + c_i) / (a + b + c) \cdot I(a_i, b_i, c_i)$$

$$I(a, b, c) = - \left[\frac{a}{a+b+c} \cdot \log_2 \frac{a}{a+b+c} + \frac{b}{a+b+c} \cdot \log_2 \frac{b}{a+b+c} + \frac{c}{a+b+c} \cdot \log_2 \frac{c}{a+b+c} \right]$$

a, b, c คือ จำนวนตัวอย่างที่มีประเภทเป็น "ลำดับ-1", "ลำดับ-2", "ลำดับ-3" ตามลำดับ

$$E(\text{พร้อมรบ}) = 3/12 \cdot I(a_1, b_1, c_1) + 9/12 \cdot I(a_2, b_2, c_2) = 1.148$$

$$E(\text{ที่ตั้ง}) = 0.864 \text{ bits} \quad E(\text{ชายแดน}) = 0.866 \text{ bits}$$

$$E(\text{ชั้นถนน}) = 1.142 \text{ bits} \quad E(\text{ภูมิประเทศ}) = 0.980 \text{ bits}$$

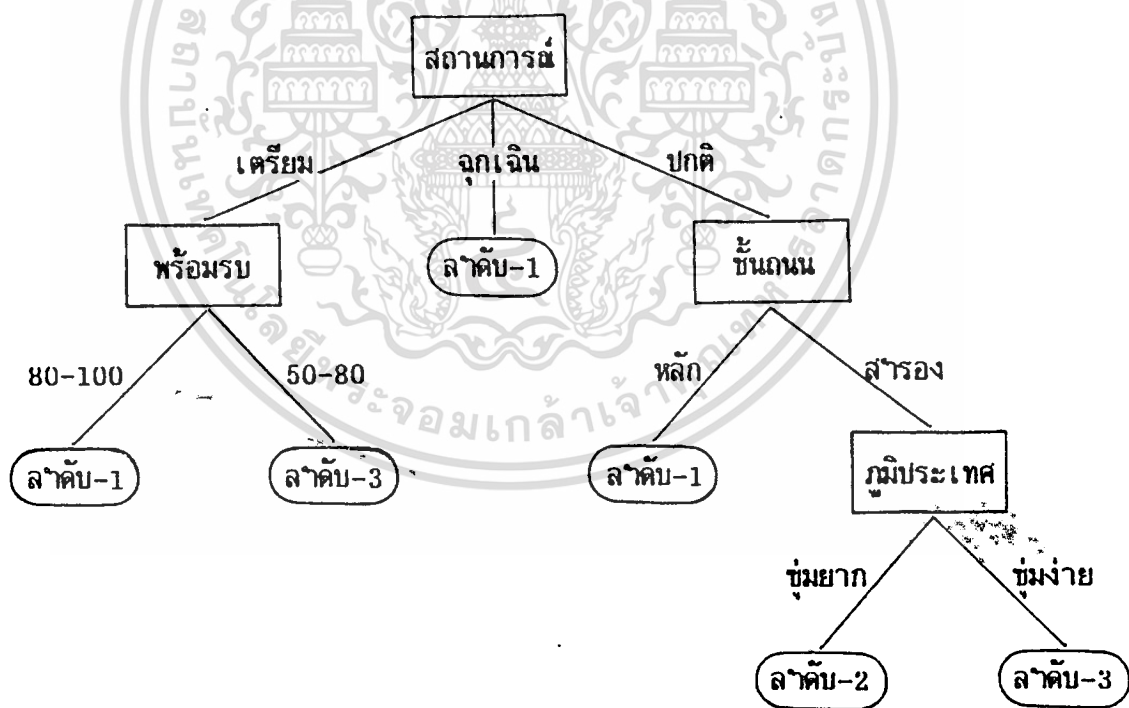
$$E(\text{สถานการณ์}) = 0.468 \text{ bits}$$

เนื่องจาก E(สถานการณ์) ต่ำที่สุดจึงเลือก แอทริบิวต์ "สถานการณ์" เป็นรุทไหนด แล้วใช้ค่า "ถูกเงิน" แบ่งชุดฝึกหัดเป็นชุดย่อย จะพบว่าตัวอย่างในชุดฝึกหัดย่อยที่แยก นั้นมีประเภทเป็น "ลำดับ-1" ทั้งหมด ดังนั้นเราแทนส่วนปลายกิ่งสุดท้ายได้ ด้วยประเภท "ลำดับ-1"

หลังจากที่สร้างต้นไม้ย่อยที่กิ่ง "ฉุกเฉิน" และ "เตรียม" ได้แล้ว ต่อไปจะสร้างย่อยที่กิ่ง "ปกติ" ซึ่งชุดฝึกหัดย่อยที่จะใช้สร้างต้นไม้ย่อยนี้ ได้มาจากการใช้ค่า "ปกติ" ของแอทริบิวต์ "สถานการณ์" แบ่งชุดฝึกหัดจากชุดฝึกหัดดั้งเดิม ชุดฝึกหัดย่อยดังกล่าวแสดง ดังรูปที่ 9

Ex No.	สถานการณ์	พร้อมรบ	ที่ตั้ง	ชายแดน	ชั้นถนน	ภูมิประเทศ	CLASS
7	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	หลัก	ขุ่มยาก	ลำดับ-1
8	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ขุ่มยาก	ลำดับ-2
9	ปกติ	50-80	กรม	อันตราย	สำรวจ	ขุ่มยาก	ลำดับ-2
10	ปกติ	50-80	พล	อันตราย	สำรวจ	ขุ่มยาก	ลำดับ-2
11	ปกติ	50-80	พัน	เขตหลัง	สำรวจ	ขุ่มง่าย	ลำดับ-3

รูปที่ 9 ชุดฝึกหัดย่อยที่ใช้ค่า 'ปกติ' แยกออกมา
จากตารางรูปที่ 9 คำนวณค่า E ของ ทุก แอทริบิวต์ โดยวิธีการเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วสามารถสร้างต้นไม้ที่สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว

6. ผลการพัฒนาโปรแกรมการอุปमानภฏ (ไอดีทรี)

จากการที่ได้สร้างโปรแกรมไอดีทรีขึ้นมา แล้วนำข้อมูลปัจจัยต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์วินิจัยการเลือกเส้นทางส่งกำลังบำรุง ผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นที่น่าสนใจ เป็นการสรุปกฎที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจที่ได้ เป็นต้นไม้ที่ค่อนข้างเล็ก นั้นแสดงถึงว่าถามคำถามเพียงไม่กี่คำถามก็ได้คำตอบซึ่งรวดเร็วมาก ต้นไม้สำหรับการตัดสินใจนี้สามารถไปใช้ประโยชน์ต่อไปในการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการลดกฎให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ เมื่อระบบผู้เชี่ยวชาญนำโปรแกรมการอุปमानภฏ (ไอดีทรี) ไปใช้ต่อไปแทนที่จะนำกฎทั้งหมดมาใส่ในฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นฐานความรู้ขนาดใหญ่ และอาจจะไม่ใช่ว่ากฎที่มีประสิทธิภาพทุกกฎ จะช่วยให้ระบบผู้เชี่ยวชาญทำงานได้เร็วขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น และ ฐานข้อมูล ก็จะมีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพ

โปรแกรมการสรุปกฎจากตัวอย่างที่ได้ทำการพัฒนานี้ ไม่จำเป็นต้องจะจริงว่าจะนำไปใช้ใน การวิเคราะห์วินิจัยเลือกเส้นทางส่งกำลังบำรุงเท่านั้น แต่สามารถนำโปรแกรมดังกล่าวนี้ ไปใช้กับชุดข้อมูลตัวอย่างใด ก็ได้ โดยไม่จำกัด แล้วแต่วัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้งาน



เอกสารอ้างอิง

1. วิศิษฐ์ หิรัญกิตติ, ศุภมิตร จิตตะยโสธร, เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถสรุปจากตัวอย่าง, การประชุมทางวิชาการไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 11, คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (2531)
2. โรงเรียนทหารขนส่ง, กรมการขนส่งทหารบก, วิชาการขนส่งด้วยรถยนต์ หลักสูตรชั้นนายพัน (2537)
3. โรงเรียนทหารขนส่ง, กรมการขนส่งทหารบก, วิชาการจัดการเคลื่อนย้าย หลักสูตรชั้นนายพัน (2537)
4. โรงเรียนเสนาธิการทหารบก คผอ.4, คู่มือฝ่ายอำนวยความสะดวก แบบธรรมนิยมส่งกำลังบำรุง, เรื่องการขนส่ง, มิถุนายน 2518
5. E.B.Hunt, J.Matin, and P.J. Stone, Experiments in Introduction, Academic Press: New York, (1966)
6. J.R. Quinlan, Discovering Rules by Induction from Large Collection of Examples, Expert System in the Micro Electronic Age, (D. Michie, Ed), Edinburgh University Press (1979)
7. J.R. Quinlan, Introduction of Decision Trees, Technical Report 85.6, School of Computing Science, New South Wales Institute of Technology, Australia (1985)
8. J.R. Quinlan, Decision Trees and Multi-Valued Attributes, Technical Report 85.4, School of Computing Science, New South Wales Institute of Technology, Australia (1985)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	พันตรี ทวีเกียรติ เหมวงศ์มณีกุล
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 17 กรกฎาคม 2505
สถานที่เกิด	จังหวัด ตรัง
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม
สถานที่สำเร็จการศึกษา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2526
ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	เรื่อง การสรุปกฎจากตัวอย่างวิเคราะห์เส้นทางส่งกำลังบำรุง ด้วยวิธีการของไอคิธี
ประสบการณ์การทำงาน	รับราชการที่ ศูนย์กรรมวิธีข้อมูล กองบัญชาการทหารสูงสุด ตำแหน่งนายทหารโปรแกรม ตั้งแต่ปี 2528
อาชีพปัจจุบัน	รับราชการทหาร ตำแหน่งประจำแผนกสนับสนุนระบบควบคุมบังคับบัญชา กองสารสนเทศทางทหาร กรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด