ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

(EXPERT SYSTEM FOR ANALYZING OF HYDRAULIC TAILGATE SYSTEM)

โดย

น.ส. รุ่งทิพย์ ศรีธรรมรัชต์ รหัสประจำตัว 34105286

น.ส. วีณา วิรติกุล รหัสประจำตัว 34106345

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ดร. ครรชิต ไมตรี

วัน เดือน ปี ..19 ม.ค 2539

เลขทะเบียน.....034884

เลขเรียกหนังสือ.....T 37184 วท

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034884

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

(EXPERT SYSTEM FOR ANALYZING OF HYDRAULIC TAILGATE SYSTEM)

ผู้จัดทำ

1. น.ส. รุ่งทิพย์ ศรีธรรมรัชต์ 34105286

2. น.ส. วีณา วิรติกุล 34106345

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ดร. กรรชิต ไมตรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

รุ่งทิพย์ ศรีธรรมรัชต์
วีณา วิรติกุล

รศ. ดร. ครรชิต ไมตรี อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ขาดเสียมิได้ในระบบผู้เชี่ยวชาญนั่นก็คือ การแทนความรู้ ซึ่งการแทนความรู้มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี โดยในแต่ละวิธีก็มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเอาวิธีการแทนความรู้ในรูปแบบของฐานกฎ(Rule-base) และเฟรม(Frames) มาใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อเก็บข้อมูล และวิเคราะห์การทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค เนื่องจากระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคเป็นงานที่ต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระบบ ดังนั้นหากผู้ใช้ไม่มีความรู้ทางด้านนี้เลย หรือมีความรู้ด้านนี้น้อยก็สามารถนำความรู้ที่มีอยู่เป็นที่ปรึกษาในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นบ่อยครั้งในระบบได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจกับกลไกการทำงานต่างๆของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคได้โดยง่าย อีกทั้งสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้โดยอาศัยระบบผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวนี้ โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่ออธิบายถึงกลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค รวมถึงหน้าที่และความสำคัญของส่วนประกอบแต่ละชนิดของฝาปิดท้ายไฮโดรลิคเมื่อผู้ใช้ต้องการทราบ นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำเมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้นกับระบบเพื่อแนะนำวิธีตรวจสอบ แก้ไขและป้องกันไม่ให้ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERT SYSTEM FOR ANALYZING OF HYDRAULIC TAILGATE SYSTEM

Rungthip srithamarat

Veena Viratikul

Associate Professor Kanchit Maitree Advisor

1994

Abstract

Knowledge representation, which one of the most important aspect of expert systems development, is based on various methodologied. In this thesis, rule and frame are used in the system to keep information and analyze the tailgate hydraulic system. Because of this system must to use knowledge, skill and experience to solve the problems that happened. And useful for users who don't know about that, can be understand, solve, and protect them too.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

Abstract II

วัตถุประสงค์และความเป็นมาของระบบ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ 2

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ 2

2.1.1 ความเป็นมาของระบบผู้เชี่ยวชาญ 2

2.1.1.1 วิวัฒนาการของระบบผู้เชี่ยวชาญ 2

2.1.1.2 การจัดรูปแบบของความรู้ 4

2.1.1.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ 6

2.1.2 ลักษณะโดยทั่วไปของระบบผู้เชี่ยวชาญ 8

2.1.2.1 รูปแบบการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ 8

2.1.2.2 ส่วนประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ 9

2.1.3 การแทนความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ 10

2.1.3.1 ประเภทของความรู้ 11

2.1.3.2 วิธีการแทนความรู้ที่ดี 11

2.1.3.3 รูปแบบการแทนความรู้ 11

2.1.4 เทคนิคสำหรับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ 12

2.2 ระบบไฮโดรลิค 13

2.2.1 การใช้งานระบบไฮโดรลิค 14

2.2.2 ข้อดีของงานระบบไฮโดรลิค 15

2.2.3 ข้อเสียของงานระบบไฮโดรลิค 15

2.2.4 การบริการและซ่อมบำรุงระบบไฮโดรลิค 15

2.2.5 การทำความสะอาด 18

2.2.6 การตรวจสอบการทำงานของระบบไฮโดรลิค 18

2.2.7 การบำรุงรักษาระบบไฮโดรลิค 18

2.2.8 ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8.1 ภาพรวมของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค 21
2.2.8.2 ส่วนประกอบของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค 22
2.3 หลักการทำงานของโปรแกรมพีซีพลัส 30
2.3.1 เฟรม(FRAMES) 30
2.3.2 พารามิเตอร์และ TEXTAGS 33
2.3.3 การให้คำปรึกษาและทดสอบ 41
2.3.4 คำสั่งที่ใช้ในการพัฒนา 44
2.3.5 ผู้ใช้และฟังก์ชั่น Lisp 51
2.3.6 คำจำกัดความและการใช้ตัวแปร 59
2.3.7 ค่าความแน่นอน 65
2.3.8 กราฟิค 69
บทที่ 3 โครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม 78
3.1 ขั้นตอนการสร้างระบบ 78
3.2 การจัดรูปแบบความรู้ของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค 78
3.2.1 ลำดับขั้นของเฟรม 79
3.2.2 เงื่อนไขในการแสดงส่วนประกอบ
และการทำงานของระบบไฮโดรลิค 79
3.2.2.1 เงื่อนไขการแสดงส่วนประกอบ
ของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค 79
3.2.2.2 เงื่อนไขการแสดงการทำงาน
ของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค 80
3.2.2.3 เงื่อนไขในการเกิดปัญหาในระบบไฮโดรลิคทั่วๆไป 80
3.2.3 ฐานความรู้ของระบบ 91
3.3 การทำงานของโปรแกรม 92
3.3.1 ฐานความรู้ของ MECHANIC 92
3.3.2 คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา 93
บทที่ 4 ผลการทดลอง 94
4.1 การทดสอบขนาดของฐานความรู้ 94
4.2 การทดสอบความถูกต้องของฐาน-กฎและอัลกอริทึมของโปรแกรม 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 106
5.1 ประเมินผลการใช้งานของระบบ 106
5.2 ข้อดีของการพัฒนาระบบแบบไปข้างหน้า 107
5.3 ข้อเสนอแนะที่จะใช้ในการพัฒนาต่อไป 107

กิตติกรรมประกาศ 108
หนังสืออ้างอิง 109
ภาคผนวก
ภาคผนวกที่ 1 คีย์ที่ใช้ในการแก้ไข 110
ภาคผนวกที่ 2 คีย์ที่ใช้ในการควบคุมเคอร์เซอร์ในลิสต์ 111
ภาคผนวกที่ 3 คีย์ที่ใช้กับค่าความแน่นอน 112
ภาคผนวกที่ 4 คีย์ที่ใช้ในการพัฒนาอื่นๆ 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 แสดงระบบผู้เชี่ยวชาญในยุคต้นๆ 4
ตารางที่ 2-2 แสดงตัวอย่างเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ 2-1 แสดงหน้าที่ของวิศกรความรู้ 5
รูปภาพที่ 2-2 แสดงฝาปิดท้ายรถรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 22
รูปภาพที่ 2-3 แสดงฝาปิดท้ายขณะเปิดออก 23
รูปภาพที่ 2-4 แสดงชุดแขนยึดฝาท้าย 24
รูปภาพที่ 2-5 แสดงชุดแขนยึดฝาเมื่อขยายให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น 24
รูปภาพที่ 2-6 แสดงการบังคับให้แขนฝาท้ายเคลื่อนที่ดันฝาท้ายออก 25
รูปภาพที่ 2-7 แสดงภาพการจัดลำดับเฟรม 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์และความเป็นมาของระบบ

วัตถุประสงค์

ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค มีวัตถุประสงค์แยกออกเป็นข้อๆ ดังนี้

- เพื่อที่จะนำเอาทฤษฎีและหลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค
- ให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาแก่ผู้ใช้
- เพื่อลดความสูญเสียในแง่ต่างๆลงได้อย่างมาก เช่น เวลา ค่าใช้จ่าย

นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาถึงโอกาสความเป็นไปได้ของการนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับหน่วยงานอื่นๆ รวมไปถึงการได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาระบบด้วย

ความเป็นมาและขอบเขตของงานวิจัย

ความเป็นมา

การขนย้ายสิ่งของจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่อีกแห่งหนึ่งเป็นเรื่องที่พบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวัน และบ่อยครั้งที่สิ่งของที่ต้องการขนย้ายนั้นมีน้ำหนักมากจนต้องใช้คนหลายคนในการขนย้าย ดังนั้นจึงได้มีการสร้างระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคขึ้นมาเพื่อใช้ในการยกของขึ้นรถ และขนย้ายไปยังที่อีกแห่งหนึ่งเพื่อขนสิ่งของลง ซึ่งจะเห็นได้ว่า การนำระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคมาประยุกต์ใช้กับรถนั้นจะช่วยให้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้วย

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ได้เจริญไปอย่างรวดเร็ว การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปใช้งานในแง่ต่างๆก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดความคิดที่จะนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค เพราะจะช่วยให้ผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคเข้าใจถึงส่วนประกอบ กลไกการทำงาน และการแก้ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปได้ ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้จึงได้ทำการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคในบางส่วนขึ้นมา เพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้น เพื่อนำมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของระบบ

สำหรับปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการบรรยายถึงระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดและหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละชิ้น กลไกการทำงานของระบบ และการให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ

- เมื่อผู้ใช้เลือกดูรายละเอียดและหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละชิ้นในระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค ระบบก็จะแสดงข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการทราบโดยการดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้
- เมื่อผู้ใช้เลือกดูกลไกการทำงานของระบบ ระบบก็จะให้ผู้ใช้เลือกต่อไปว่า ต้องการดูการทำงานของระบบขณะปิดฝาท้าย หรือขณะเปิดฝาท้าย เมื่อผู้ใช้เลือกเสร็จระบบก็จะแสดงข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการทราบ โดยการดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้
- เมื่อผู้ใช้เลือกดูคำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิคทั่วๆไป ระบบจะให้ผู้ใช้ใส่อาการผิดปกติที่เกิดขึ้น จากนั้นระบบก็จะนำอาการผิดปกติเหล่านั้นไปเปรียบเทียบกับฐานและกฎของฐานความรู้ที่มีอยู่ และสรุปออกมาว่าอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นนนั้นเกิดจากอะไร มีวิธีการแก้ไขอย่างไร และเนื่องจากฐานความรู้ที่มีอยู่นี้มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก ดังนั้นจึงอาจจะไม่ครอบคลุมอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การขนย้ายสิ่งของจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่อีกแห่งหนึ่ง เป็นเรื่องที่พบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวัน และบ่อยครั้งที่สิ่งของที่ต้องการขนย้ายนั้นมีน้ำหนักมากจนต้องใช้คนหลายคนในการขนย้าย ดังนั้นจึงได้มีการสร้างระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคขึ้นมาเพื่อใช้ในการยกของขึ้นรถ และขนย้ายไปยังที่อีกแห่งหนึ่งเพื่อขนสิ่งของลง ซึ่งจะเห็นได้ว่า การนำระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคมาประยุกต์ใช้กับรถนั้น จะช่วยให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

เทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems) ก็เป็นสาขาหนึ่งของงานวิจัยทางด้านปัญญาประดิษฐ์ ระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ อย่างมากมาย เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญทางพยากรณ์อากาศ (WILLARK) ระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เคมี(DENDRAL) เป็นต้น

ปริญญานิพนธ์นี้ได้เสนอการนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้เพื่อวิเคราะห์กลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค และแนะนำวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบไฮโดรลิคทั่วๆไป โดยใช้ พีซีพลัส ซึ่งเป็นเชลล์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert shell) มาช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และเสนอแนะวิธีการแก้ไข โดยจะกล่าวถึงทฤษฎี โครงสร้างและการทำงานของระบบ จึงได้แบ่งเนื้อหาในปริญญานิพนธ์นี้ ออกเป็น 5 บท ดังนี้

บทที่ 2 ได้กล่าวถึง ทฤษฎีของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยอธิบายถึงลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญ วิธีการแทนความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ รวมไปถึงเทคนิคของการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ, ทฤษฎีของพีซีพลัส ซึ่งจะอธิบายถึงลักษณะของโครงสร้าง และการทำงาน นอกจากนั้นแล้ว ยังได้กล่าวถึงส่วนประกอบ การทำงานการซ่อมแซมและการบำรุงรักษาของระบบไฮโดรลิค

บทที่ 3 ได้กล่าวถึง โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม การจัดรูปแบบของความรู้ โครงสร้างของโปรแกรม และเงื่อนไขต่างๆ ที่นำมาใช้ในระบบการเก็บฐานข้อมูล และการแทนความรู้

บทที่ 4 แสดงถึงผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองรันโปรแกรม

บทที่ 5 เป็นบทสุดท้าย จะสรุปผลการทำงานของระบบ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะของการพัฒนาในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี หรือ หลักการ

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

การศึกษาค้นคว้าทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ได้มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1956 สาขาที่ประสบผลสำเร็จอย่างมาก คือ สาขาระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งเริ่มมาตั้งแต่ราวปี ค.ศ. 1965 จนปัจจุบันได้มีการสร้างโปรแกรมที่มีความสามารถสูง โปรแกรมเหล่านี้ได้ถูกออกแบบเพื่อแทนความรู้เฉพาะด้าน

2.1.1 ความเป็นมาของระบบผู้เชี่ยวชาญ

เนื้อหาวิชาระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นการพิจารณาวิธีการและเทคนิคในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะด้าน ความเชี่ยวชาญในที่นี้ประกอบด้วย ความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ความเข้าใจปัญหาเรื่องนั้นๆ และทักษะในการแก้ปัญหาบางอย่างในเรื่องนั้นๆ

2.1.1.1 วิวัฒนาการของระบบผู้เชี่ยวชาญ

วิวัฒนาการของระบบผู้เชี่ยวชาญใน 2 ทศวรรษที่ผ่านมา โครงงานส่วนใหญ่จะใช้เวลาดำเนินการหลายปี ในที่นี้จะนำโครงงานที่สำคัญและน่าสนใจที่ได้มีการพัฒนาและประสบผลสำเร็จ มากล่าวพอเป็นที่สังเขปดังนี้

- DENDRAL ของมหาวิทยาลัยแสตนด์ฟอร์ด ใช้เวลาพัฒนาจนถึงปัจจุบันนี้รวมทั้งสิ้น 16 ปี ผลงานของโครงงานนี้ ก็คือ DENDRAL และ META-DENDRAL ระบบ DENDRAL ใช้ วิเคราะห์ mass spectrographic, nuclear magnetic resonance และข้อมูลการทดลองเคมีอื่นๆ โดยสามารถวินิจฉัยหาโครงสร้างทางเคมีที่เป็นไปได้ของสารประกอบ ระบบ META-DENDRAL เป็นระบบที่พัฒนาต่อจาก DENDRAL โดยเพิ่มความรู้ในการเสนอและการเลือกกฎต่างๆ ที่แยกกันอยู่ สำหรับโครงสร้างทางอินทรีย์เคมี ระบบสามารถที่จะให้กำเนิดกฎและทดสอบกฎเหล่านั้น โดยตรวจสอบกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- MACSYMA เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ พัฒนาขึ้นที่ MIT ระบบนี้มีความสามารถในการทำการดิฟเฟอเรนชิเอทและอินทิเกรท โดยใช้สัญลักษณ์และความสามารถลดรูปนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างดี เยี่ยม MACSYMA ประกอบด้วยกฎที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ประยุกต์หลายร้อยกฎ แต่ละกฎจะแสดงวิธีการเปลี่ยนรูปนิพจน์หนึ่งไปยังอีกนิพจน์หนึ่งที่สมมูลกัน สำหรับการแก้ปัญหาและเป็นการหาวิธีการเชื่อมโยงของกฎซึ่งทำการเปลี่ยนนิพจน์ เริ่มต้นไปเป็นอีกนิพจน์ที่กะทัดรัดมากขึ้น ระบบนี้พัฒนาด้วยภาษา LISP

- MYCIN เป็นระบบที่ใช้วินิจฉัยโรคจำกัดเฉพาะโรคติดเชื้อทางเลือด ระบบประกอบด้วยกฎประมาณ 400 กฎจากการประเมินการทำงานของ MYCIN พบว่ามีความสามารถใกล้เคียงกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ระบบนี้พัฒนาด้วยภาษา LISP
- PROSPECTOR เป็นระบบที่อาศัยรูปแบบการแทนความรู้ที่คล้ายคลึงสำหรับความสัมพันธ์ของการพบแหล่งแร่ ปัจจุบันระบบประกอบด้วยฐานความรู้ประมาณ 12 ฐานความรู้ที่เกี่ยวกับแต่ละประเภทของแหล่งแร่ ระบบนี้พัฒนาด้วยภาษา LISP
- HEARSAY-II เป็นระบบเข้าใจคำพูด (speech understanding system) พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยคาร์เนกี้เมลลอน เป็นระบบแรกในสองระบบที่สามารถเข้าใจการสนทนาติดต่อกันรวมแล้วเป็นคำศัพท์ทั้งหมด 1,000 คำ แม้ว่าความสามารถของระบบนี้จะเทียบได้กับเด็กอายุ 10 ขวบก็ตาม แต่ระบบนี้ไม่ได้อาศัยวิธีการที่มีประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญ งานสร้างระบบที่เข้าใจคำพูดนับได้ว่าเป็นงานที่ยากที่สุด เมื่อเทียบกับสาขาอื่นๆ ในด้านปัญญาประดิษฐ์

สำหรับระบบอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงจะแสดงให้ทราบในตาราง 2-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM	DATE	AUTHOR	SUBJECT
Dendral	1965	Stanford	Infers information about chemical structures
Macsyma	1965	MIT	Performs complex mathematical analysis
Hearsay	1973	Carnegie-Mellon	Natural-language interpretation for subset language
Age	1973	Standford	Expert-system-generation tool
Mycin	1972	Standford	Diagnosis of blood disease
Teiresias	1972	Standford	Knowledge transformation tool
Prospector	1972	Standford Res.Inst	Mineral exploration and identification tool
Rosie	1978	Rand	Expert-system-building tool
OPS5	1974	Canegie-mellon	Expert-system-building tool
R1	1978	Canegie-mellon	Configuration for DEC computer equipment
Caduceus	1975	Univ.of.Pittsburgh	Diagnostic tool for internal medical

ตาราง 2-1 แสดงระบบผู้เชี่ยวชาญในยุคต้นๆ

2.1.1.2 การจัดการรูปแบบของความรู้

ในช่วงปี 1950 ถึง 1960 ความรู้ที่ใช้ในโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ชุดแรกเป็นแบบแฮนคราฟ (hand-craft) ผู้เขียนโปรแกรมจะเปลี่ยนรูปแบบความรู้เป็นรหัสโดยไม่มีการแยกความรู้ออกจากกลไกหาเหตุผลโดยการทำความรู้แบบแฮนคราฟนี้ ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีการเรียนรู้ความชำนาญจากผู้เชี่ยวชาญด้วยถึงจะเขียนโปรแกรมได้คือ ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญก่อนจึงสามารถเขียนโปรแกรมขึ้นมาได้

แต่เมื่อไม่นานมานี้ วิศวกรรมด้านความรู้กลายมาเป็นวิธีที่ใช้เพื่อได้มาซึ่งความรู้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญมีการติดต่อโต้ตอบกับวิศวกรความรู้หรือโปรแกรมที่ใช้สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นวิศวกรรมความรู้จึงได้กลายเป็นสาขาวิชาหนึ่งที่ประกอบวิธีดำเนินการ (methodology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุที่เกิดสาขาวิชานี้ขึ้นมาก็เนื่องมาจากความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญมักจะทำให้อยู่ในรูปของอัลกอริทึมไม่ได้ จึงต้องหาวิธีที่จะสามารถนำไปใช้อยู่ในรูปที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ การนำเอาความเชี่ยวชาญ การปะติดปะต่อ และการประมวลผลของความรู้เป็นงานหลักของสาขาวิชานี้ โดยศาสตราจารย์ Edward A. Feigenbaum ได้อธิบายความหมายของวิศวกรรมความรู้ (knowledge engineering) ไว้ดังนี้

"วิศวกรรมความรู้ (knowledge engineer) จะเป็นผู้ที่นำเอาหลักการและเครื่องมือของงานวิจัยปัญญาประดิษฐ์มาใช้กับปัญหาของงานที่ยาก ซึ่งต้องอาศัยความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อแก้ปัญหานั้น หัวข้อทางเทคนิคของการได้มาซึ่งความรู้ การแทนความรู้และการใช้สิ่งเหล่านั้น ให้เหมาะสมกับการสร้างและอธิบายการอ้างอิงเหตุผล ซึ่งส่วนนี้เป็นปัญหาสำคัญในการออกแบบฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ศิลปะในการสร้างตัวแทนของความฉลาดนี้เป็นทั้งส่วนหนึ่งของโปรแกรมและเป็นส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไป ซึ่งมันเป็นศิลปะของการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความซับซ้อน เพื่อให้แทนและอ้างอิงถึงความรู้ที่มีอยู่"

ในเวลาอีกไม่นานนัก วิศวกรความรู้จะเข้ามามีบทบาทสำคัญ ดังรูป เมื่อความรู้มีบทบาทในการแก้ไข ปัญหาที่สำคัญๆ ซึ่งสาขาวิศวกรรมความรู้จะเอื้ออำนวยให้เกิดผลดี 2 ด้าน ด้วยกันคือ

1. เทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมความรู้ จะนำไปสู่การแปรเปลี่ยนความรู้มาอยู่ในลักษณะของอุตสาหกรรม

รูป 2-1 แสดงหน้าที่ของวิศกรความรู้

2. การค้นคว้าวิจัยทางด้านวิศวกรรมความรู้ จะนำไปสู่การรวบรวม การจัดระเบียบ การแลกเปลี่ยนการใช้ประโยชน์รูปแบบที่ใช้งานได้และเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเร่งการพัฒนาการขยายความรู้ความเข้าใจในความรู้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญส่วนมากจะเป็นไปในลักษณะทางด้านซอฟต์แวร์ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ภาษาโปรแกรมและระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญในการค้นคว้าและพัฒนาในด้านปัญญาประดิษฐ์ต้องการภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถดีกว่าภาษาที่ใช้ในด้านธุรกิจและวิทยาศาสตร์โดยทั่วๆไป ซึ่งการใช้ภาษาที่ใช้ในด้านนี้จะหนักไปในด้านการประมวลผลในสิ่งที่เป็นรูปสัญลักษณ์มากกว่าตัวเลขภาษาด้านปัญญาประดิษฐ์

ในยุคแรกๆ จะหนักไปในด้าน LISt-Processing และได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถมากขึ้นเรื่อยๆ ในด้านการ search, pattern matching เรื่อยไปจนถึง backtracking ปัจจุบันมีอยู่ 2 ภาษาที่นิยมใช้กันในด้านปัญญาประดิษฐ์ คือภาษา LISP และภาษา PROLOG

LISP ซึ่งเป็นภาษาที่ประมวลผลเกี่ยวกับข้อมูลประเภท linked list ภาษาแรก ผู้ให้กำเนิดคือ John McCarthy ในปี ค.ศ.1958 คำว่า LISP ย่อมาจาก LISt Processing เป็นภาษาที่จัดการเกี่ยวกับข้อมูลประเภทลิสต์เป็นหลัก Mccarthy ได้กล่าวถึงแนวความคิดของ LISP มีดังนี้

1. การประมวลผลข้อมูลในรูปสัญลักษณ์มากกว่าตัวเลข
2. ประมวลผลข้อมูลที่เป็นลิสต์ นั่นคือ แสดงข้อมูลด้วยโครงสร้าง Link-list ในกลไกและลิสต์หลายๆ ระดับชั้น
3. ควบคุมโครงสร้างขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของฟังก์ชัน มากกว่าฟังก์ชันที่ซับซ้อน
4. การเรียกตัวเอง เป็นแนวทางของการอธิบายขบวนการและปัญหา
5. การแสดงของโปรแกรม LISP ภายในเป็น link list และภายนอกเป็นลิสต์หลายๆ ระดับ นั่นคือเหมือนกันในรูปของข้อมูลทั้งหมดที่แสดง

PROLOG เป็นภาษาที่นิยมใช้ทางด้านปัญญาประดิษฐ์อีกภาษาหนึ่ง แรกเริ่มได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจาก U. of Marseilles, ฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 1972 คำว่า PROLOG ย่อมาจาก Programming in Logic โปรแกรม PROLOG จะมีการทำงานตามนี้

1. ระบุบางสิ่งเกี่ยวกับวัตถุและความสัมพันธ์
2. ระบุกฎเกี่ยวกับวัตถุและความสัมพันธ์กัน
3. ถามคำถามเกี่ยวกับวัตถุและความสัมพันธ์กัน

ดังนั้น เมื่อเรากำหนดความจริงตามนี้

likes(bob, mary).

likes(paul, mary).

likes(mary, bob).

และเมื่อถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

? - likes(bob, mary).

PROLOG จะให้คำตอบ

yes

ที่กล่าวมาแล้วเป็นตัวอย่างของภาษาที่ส่วนใหญ่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งอาจมีภาษาอื่นได้อีก เช่น C, PASCAL, BASIC ฯลฯ

ถ้าเราสร้างโปรแกรมที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการอนุมานฐานความรู้และจัดการเกี่ยวกับการสร้างฐานความรู้ที่วิศกรความรู้ป้อนให้ จะทำให้ประหยัดเวลาและช่วยให้สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญได้มากขึ้น โปรแกรมที่ทำหน้าที่เหล่านี้ เรียกว่า "ระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ" (Expert system) ซึ่งเปรียบเสมือนเปลือกหรือโครงของระบบผู้เชี่ยวชาญที่ไม่มีฐานความรู้อยู่เลยนั่นเอง

ระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ ที่พัฒนากันขึ้นมามีตั้งแต่บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไปจนถึงระดับเครื่องเมนเฟรม แต่ที่นิยมใช้กันส่วนมากมักจะอยู่บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในแต่ละระบบนั้นจะมีการจัดการแทนความรู้แตกต่างกันออกไป ดังตัวอย่างของระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญดังตาราง 2-2 ความสามารถของแต่ละระบบนั้นแตกต่างกันออกไป ในการเลือกใช้แต่ละระบบต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของการแทนความรู้และลักษณะของความรู้

Shell	Base system	Language	Reference	Model
Age	Hearsay II	Lisp	Nii,1979	Rule,independent knowledge sources
Emycin	Mycin	Lisp	Buchanan,1984	Rules,backward chaining diagnostic consultant
Expert	Casnet	Fortran	Weiss,1984	Rules,classification diagnostic consultant
KAS	Prospector	Lisp	Duda,1984	Rules,semantic networks forward

ฯลฯ

ตาราง 2-2 แสดงตัวอย่างเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญบนภาษาโปรแกรม และเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ นั้นมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความต้องการของวิศวกรความรู้ในการเลือกใช้

2.1.2 ลักษณะโดยทั่วไปของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2.1 รูปแบบการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

การจัดรูปแบบการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถแยกออกได้เป็น 5 แบบ ซึ่งแยกตามพื้นฐานของความรู้ที่ได้มา และขึ้นอยู่กับความต้องการของวิศวกรรมความรู้ที่จัดการกับความรู้นั้นได้ดังนี้

- ระบบฐานความรู้ (Knowledge-Base information systems) ลักษณะการทำงานของระบบเอนเอียงไปทางการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นระบบที่ผู้ใช้ติดต่อ ถามตอบระหว่างข้อมูล
- ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision support systems) เป็นระบบที่ช่วยแก้ปัญหาได้บ้าง เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญของปัญหา ซึ่งในระบบนี้จะประกอบไปด้วยฐานความรู้อีกเป็นจำนวนมาก
- ระบบให้คำปรึกษา (Consultation systems) เป็นระบบที่ให้คำปรึกษาวิเคราะห์ และรายงานปัญหานั้นๆ สามารถสรุปผลในการแก้ปัญหาได้และผู้ใช้ยังถามถึง เหตุผลของการแก้ปัญหานั้นได้
- ระบบแก้ไขปัญหา (Problem solving systems) การแก้ปัญหาบางอย่างนั้น ในบางกรณีต้องอาศัยความรู้ที่ไม่สามารถอธิบายได้ ซึ่งเป็นหน้าที่ของวิศวกรรมความรู้จะต้องทำการจัดรูปแบบของความรู้เหล่านั้น รวมทั้งการดัดแปลงความรู้เหล่านั้นป้อนให้แก่ระบบ เพื่อให้แก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้อย่างดี
- ระบบเกี่ยวกับการสอน (Coaching systems) เป็นระบบใช้สอนนักเรียนหรือผู้ที่ยังไม่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้เขาเหล่านั้นสามารถแก้ไขปัญหาได้ ปัจจุบันบางระบบอาจไม่เหมาะสมกับบุคคลทุกคนไปแต่ในอนาคตระบบนี้จะมีการพัฒนาเป็นระบบที่เหมาะสมเฉพาะแต่ละบุคคล ฐานความรู้ของระบบนี้อาจไม่ใหญ่เกินไป การพัฒนาระบบนี้ค่อนข้างจะยุ่งยากพอสมควร

2.1.2.2 ส่วนประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ฐานความรู้ (Knowledge base) เป็นส่วนที่ใช้เก็บสะสมความรู้เบื้องต้นใน Domain Expert หรือขอบเขตของความรู้ในระบบผู้เชี่ยวชาญที่ต้องการสร้างขึ้น ในส่วนนี้เปรียบเสมือนกับข้อมูลในโปรแกรมธรรมดาหรือฐานข้อมูลต่างกันตรงที่ฐานความรู้ประกอบด้วย

ก) ข้อมูลความจริงต่างๆ (fact)

ข) สมมุติฐานและการเชื่อ (Assumption and beliefs)

ความรู้ที่เก็บสะสมอยู่นี้ คือ สิ่งที่เกื้อหนุนให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้ใกล้เคียงผู้เชี่ยวชาญ โดยปกติแล้วความรู้เหล่านี้ มักจะเก็บอยู่ในรูปแบบความจริงและกฎ อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีการเก็บความรู้นี้ก็อาจจะแตกต่างกัน จากระบบผู้เชี่ยวชาญประเภทหนึ่งกับอีกประเภทหนึ่ง

2) กลไกการวินิจฉัย (Inference engine) หมายถึงส่วนของระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะค้นหาความรู้จากฐานความรู้และช่วยสร้างความรู้ใหม่ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปผลเป็นคำตอบในระบบผู้เชี่ยวชาญมีความพยายามในการพัฒนาการวินิจฉัยขึ้นหลายรูปแบบ เพื่อให้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีประสิทธิภาพสูง แต่การวินิจฉัย พื้นฐานที่เป็นที่รู้จักกันดี ก็คือการวินิจฉัยย้อนกลับ (Backward-Chaining), การวินิจฉัยไปข้างหน้า(Forward-chaining) และการวินิจฉัยแบบร่วม (Hybrid) ซึ่งอาศัยวิธีการทั้งสองทำงานร่วมกันตามความเหมาะสม

3) ส่วนดึงความรู้ (Knowledge Acquisition) เป็นส่วนดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ เอกสาร หนังสือ หรือฐานข้อมูล

หลักการทำงานของส่วนดึงความรู้นี้ จะมีหน้าที่ใหญ่ๆ อยู่ 2 ประการ คือ

ก) เป็นหน่วยรับความรู้ เช่น กฎเกณฑ์ต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญ หรือจากวิศวกรความรู้ แล้วนำความรู้ได้เหล่านี้ส่งให้กับส่วนกลไกวินิจฉัยเพื่อนำไปใช้ในการวินิจฉัยต่อไป

ข) ทำหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้เพื่อรับข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการที่จะปรึกษามาทำการประมวลผลร่วมกับความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้

4) ส่วนอธิบาย (Explanation) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ อธิบายและให้เหตุผลแก่ผู้ใช้งาน ในขณะกำลังใช้งานนั้นอยู่ เช่น ให้เหตุผลแก่ผู้ใช้งานว่า ทำไมระบบผู้เชี่ยวชาญจึงได้ตั้งคำถามนั้นขึ้นมา และคำถามนั้นมีความเกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์ต่างๆ ในฐานความรู้อย่างไรบ้าง เป็นต้น การให้คำอธิบายนี้จะเป็นลักษณะเดียวกันกับผู้เชี่ยวชาญให้คำอธิบายแก่เรา ส่วนนี้ของโปรแกรมเป็นส่วนที่มักไม่อยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานทั่วไป การอธิบายควรกระทำด้วยภาษาธรรมชาติที่เราเข้าใจได้ง่าย

5) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบเพื่อทำให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบเป็นไปอย่างราบรื่น และทำให้ผู้ใช้ยอมรับระบบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง
034884

จากที่กล่าวมาแล้ว ระบบผู้เชี่ยวชาญบางระบบอาจจะมีไม่ครบทั้ง 5 ส่วนก็ได้ แต่หัวใจของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นอยู่ที่ฐานความรู้ และกลไกวินิจฉัย ถึงแม้จะยังต้องพึ่งส่วนวินิจฉัยอยู่ก็ตาม ความรู้ที่แฝงเอาวิชาชีพและทักษะประสบการณ์เข้าไว้ด้วยกันนี้ ทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี

2.1.3 การแทนความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

การแทนความรู้ (Knowledge Representation) คือ ลักษณะการจัดรูปแบบของฐานความรู้เพื่อจัดเก็บบนเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกหรือออกแบบลักษณะของการแทนความรู้นี้มีผล กระทบอย่างมากต่อการออกแบบชนิดของกลไกการวินิจฉัย และประสิทธิภาพโดยส่วนรวมของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.3.1 ประเภทของความรู้

ความรู้ที่มนุษย์เรามีอยู่นั้นมีหลายรูปแบบ ถึงแม้เราจะไม่รู้ว่าความรู้เหล่านี้ถูกเก็บอยู่ในสมองในรูปโครงสร้างแบบใด แต่การที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้ความรู้ได้ เราจำเป็นต้องบันทึกความรู้ในรูปแบบโครงสร้างใดโครงสร้างหนึ่ง เข้าไปในคอมพิวเตอร์ปัญหานี้เราเรียกว่าการแทนความรู้ ซึ่งเป็นหัวใจของการสร้างระบบความรู้ ความรู้แม้จะมีหลายรูปแบบแต่พอจะแยกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- ความรู้ที่จะบอกความจริง, ลักษณะหรือคุณสมบัติ
- ความรู้ที่บอกความสัมพันธ์, เหตุการณ์
- ความรู้ที่บอกขั้นตอนหรือวิธีการ
- ความรู้ที่เกี่ยวกับความรู้ (Meta Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของความรู้อื่นหรือเกี่ยวกับวิธีการใช้ความรู้อื่นช่วยในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ความรู้นี้เปรียบเสมือนประสบการณ์ หรือ sense ในการแก้ปัญหาที่มนุษย์เรามีอยู่ ความรู้ชนิดนี้เป็นสิ่งที่ระบบผู้เชี่ยวชาญจะขาดไม่ได้

แต่ในโลกแห่งความจริงแล้ว ความรู้ไม่ได้ปรากฏอยู่ในรูปที่สามารถแบ่งออกได้เป็นกรณีอย่างชัดเจน ความรู้นี้เองเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถแก้ไขปัญหายากๆ ได้ โดยจะสร้างแบบจำลองเหตุผล(Causal Models) จากรูปแบบต่างๆ ของความรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะอาศัยการหาเหตุผลจาก แบบจำลองเหตุผลเหล่านี้ เพื่อทำนายหาจุดบกพร่อง วางแผนและวิเคราะห์สถานะการณ์ต่างๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 วิธีการแทนความรู้ที่ดี

วิธีการแทนความรู้ที่ดีนั้น จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1) มีสมรรถภาพในการแทนความรู้ชนิดต่างๆ กล่าวคือ จะต้องสามารถบันทึกความรู้ที่มีโครงสร้างความรู้ที่ไม่แน่นอนเป็นต้น โดยการใช้โครงสร้างชนิดเดียวกัน และถ้าเป็นไปได้โครงสร้างที่ใช้ในการแทนความรู้จะต้องเป็นโครงสร้างที่ง่าย แต่มีสมรรถภาพในการแสดงออกสูง

2) มี Modularity กล่าวคือ ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนๆ (Module) ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเพิ่มหรือแก้ไขฐานความรู้ได้ง่าย คุณสมบัติอันนี้จำเป็นเพราะทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้ฐานความรู้

3) ง่ายต่อการจัดการ กล่าวคือ เป็นคุณสมบัติที่ช่วยในการตรวจสอบฐานความรู้เช่น ช่วยในการตรวจดูความขัดแย้งระหว่างความรู้ การซ้ำกัน หรือความผิดพลาดในความรู้

4)ง่ายต่อการเข้าใจของมนุษย์และการแทนความรู้ที่ดีนอกจากจะทำเพื่อให้เข้ากับคอมพิวเตอร์แล้ว ยังต้องให้เข้ากับมนุษย์ได้ดีด้วย คุณสมบัติอันนี้ช่วยในการตรวจสอบหาที่ผิดพลาดในการพิมพ์ความรู้เข้าไปในฐานความรู้

5) เข้ากันได้กับการวินิจฉัย เนื่องจากการวินิจฉัยต้องใช้ความรู้ในฐานความรู้เป็นข้อมูล ดังนั้นเพื่อให้การวินิจฉัยมีประสิทธิภาพ การแทนความรู้จะต้องเข้าได้กับการวินิจฉัย

2.1.3.3 รูปแบบการแทนความรู้

รูปแบบการแทนความรู้แบ่งเป็นหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่นิยมกันมากมีอยู่ 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

1) การแทนความรู้โดยใช้กฎ

กฎจะใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งจะอยู่ในรูปของ IF-THEN ส่วน IF เรียกว่าส่วนเงื่อนไขและส่วนของ THEN เรียกว่าส่วนข้อสรุปหรือส่วนการปฏิบัติ

การแทนความรู้โดยใช้กฎ จะประกอบด้วยส่วนย่อยหลัก 3 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

- ฐานกฎ (rule base)
- ส่วนตีความ (interpreter)
- working memory (WM)

ฐานกฎเป็นฐานความรู้ที่เก็บความรู้ที่อยู่ในรูปของกฎ working memory เป็นที่เก็บข้อมูลและสถานะของกฎ ข้อมูลและสถานะใน WM เป็นอินพุทของส่วน IF ของกฎ และจะถูกอ้างอิงและเปลี่ยนแปลงโดยฐานกฎ ส่วนตีความจะตรวจดูเนื้อหาในกฎและ WM แล้วก็เลือกกฎใดกฎหนึ่ง จากชุดของกฎที่มีเงื่อนไขครบขึ้นมาปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การแทนความรู้โดยใช้ข่ายความหมาย (semantics)

จะแทนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของสองสิ่ง เช่นการใช้กราฟซึ่งประกอบด้วย โหนด (node) และอาร์ค (arc) ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างโหนด หากต้องการแทนความสัมพันธ์เท่านั้นจะใช้เส้นธรรมดาแต่ถ้าต้องการแทนทิศทางของความสัมพันธ์ จะต้องเพิ่มลูกศรให้อาร์คด้วย โหนดจะแสดงวัตถุ (object) สภาพ (state) หรือการยืนยัน (assertion) อาร์คที่แสดงความสัมพันธ์จะมีชื่อข้างๆ เพื่อบอกลักษณะความสัมพันธ์

3) การแทนความรู้โดยใช้กรอบ (frame)

การแทนความรู้โดยใช้กรอบเป็นโครงสร้างแบบจำลองของความจำ และขบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยในกรอบจะมีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ เหตุการณ์ วัตถุหรือความคิดและบันทึกความสัมพันธ์ต่างระดับระหว่างสิ่งต่างๆ เหล่านั้น อาจเป็นค่าที่ชี้ไปยังกรอบหรือสล็อตอื่นหรือเป็นชื่อขั้นตอนการคำนวณหรือโปรแกรมย่อยอื่นๆ การแทนความรู้โดยใช้กรอบนี้ จะมีลักษณะเด่นดังต่อไปนี้

ก) เป็นการแทนความรู้แบบรวบยอด โดยใช้โครงสร้างข้อมูลชนิดเดียวกัน กรอบแทนความรู้ได้หลายประเภทเหมาะที่จะเป็นโมดูล สำหรับการแทนความรู้แบบรวบยอด

ข) เป็นการแทนความรู้ที่ประหยัด การแทนความรู้ในลักษณะแบ่งเป็นระดับของกรอบนั้น ทำให้สามารถใช้ลักษณะการถ่ายทอดคุณสมบัติเพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเก็บความรู้ได้

ค) ความยืดหยุ่นในการใช้ความรู้ ในระบบกรอบไม่มีการกำหนดการใช้ความรู้แบบตายตัว ดังนั้นผู้ออกแบบจึงสามารถเลือกวิธีการใช้ความรู้ให้เหมาะสมกับลักษณะ และสภาพของปัญหาได้

2.1.4 เทคนิคสำหรับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ วิศวกรความรู้จะต้องพิจารณาหัวข้อ 3 ประการเหล่านี้ก่อน คือ

ก) การเลือกขอบเขตของงานหรือ DOMAIN

ข) การค้นคว้าหัวข้อเรื่องต่างๆ ในขอบเขตงานนั้น

ค) จัดการแทนความรู้ในรูปแบบที่เหมาะสม

คำจำกัดความพื้นฐานอันหนึ่งของระบบผู้เชี่ยวชาญคือ การเข้าถึงจุดหมาย (goals) ได้ โดยผ่านทางข้อมูล, กฎ, การตัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับจุดหมายออก (Pruning) และกลไกการวินิจฉัย ดังนั้น ถ้าเรากำหนดขอบเขตของงานที่สนใจได้แล้ว ก็จะต้องรวบรวมจุดหมายทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวกับขอบเขตเล็กๆ ของเรานั้น แล้วจึงรวมความรู้ทั้งหมดที่ได้นี้เข้ากับกลไกการวินิจฉัย ซึ่งมีโครงสร้างการ Pruning เพื่อพัฒนาขึ้นเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ

ก) การเลือกขอบเขตงาน

ประการแรก แน่นอนที่ว่างานนั้นจะต้องอยู่ในขอบเขตที่เราสนใจจะทำ ประการต่อไป เราต้องสามารถรวบรวมข้อมูลในขอบเขตนั้นจำนวนหนึ่งเข้าไว้ด้วยกันเป็นฐานความรู้ขนาดที่พอเหมาะ คือ ข้อมูลจะต้องมีไม่มาก และกระจัดกระจายเกินไป จนไม่สามารถรวบรวมเป็นกลุ่มได้

ข) การค้นคว้าหัวข้อเรื่องต่างๆ ในขอบเขตงาน

ในการหาขอบเขตงานจะทำให้การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นไปได้ง่ายขึ้น ในขั้นแรกอาจจะไปที่ห้องสมุด เพื่อหาหนังสือที่เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการในขณะเดียวกันก็นึกไปถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะสามารถให้คำปรึกษากับเราได้ จากการอ่านหนังสือและพบปะกับผู้เชี่ยวชาญ เราจะได้ข้อมูลจำนวนหนึ่งแต่ไม่อยู่ในลักษณะที่รัดกุม เราต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาเลือกหัวข้อเรื่องที่เราสนใจ หรือต้องการสร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นเราควรจะค้นคว้าเรื่องนั้นให้ละเอียด เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

ค) จัดการแทนความรู้ในรูปแบบที่เหมาะสม

เมื่อเรามีจุดหมายที่แน่นอนแล้ว ขั้นต่อไปคือจัดโครงสร้างของข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นอิสระต่อกัน ให้ง่ายขึ้นเพื่อใช้แทนความรู้ตามลักษณะที่เหมาะสม

เมื่อได้ข้อมูลเรียบร้อยแล้วขั้นต่อไปก็ออกแบบ โดยเริ่มด้วยการบรรยายลักษณะของระบบว่าเราต้องการให้ระบบตอบสนองกับผู้ใช้ได้อย่างไร จากนั้นก็ต้องเริ่มพัฒนาระบบต้นแบบโดยใช้เครื่องมือช่วยพัฒนาซึ่งอาจจะเป็นโปรแกรมหรือระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ และทำการสร้างฐานความรู้ จากนั้นก็ทดสอบฐานความรู้นั้นโดยการนำไปรันบนระบบที่ได้สร้างขึ้น

เมื่อได้ระบบเรียบร้อยแล้วแต่ยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นเราต้องทำการทดสอบปรับปรุงและขยายระบบจนกว่าจะได้ตามที่เราต้องการ

หลักจากระบบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ก็สามารถนำไปใช้ได้ แต่ในขณะใช้งานวิศวกรความรู้จะต้องเพิ่มเติมฐานความรู้อยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ระบบเป็นปัจจุบันมากขึ้น

2.2 ระบบไฮโดรลิค

คำว่า hydraulic มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึงน้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึงท่อ (pipe) เดิมคำว่าhydraulic จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮโดรลิคและมอเตอร์ไฮโดรลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน ตัวอย่างงานเช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮโดรลิค เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์ ฝาเปิดท้ายรถบรรทุก(ที่ใช้ในการยกของ) และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ระบบไฮโดรลิคจะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

- อุปกรณ์ต้นกำลังไฮโดรลิค (primary component)
- อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮโดรลิค (storage and treatment component)
- อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component)
- อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)
- อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)
- อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)

อุปกรณ์ต้นกำลังไฮโดรลิค ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮโดรลิค เพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮโดรลิค ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮโดรลิค ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมัน ขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศและระบายความร้อนของน้ำมันไฮโดรลิค ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮโดรลิค ไส้กรองน้ำมันไฮโดรลิค และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน

อุปกรณ์สร้างการไหล ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮโดรลิคชนิดต่างๆ

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงวาล์วควบคุมชนิดต่างๆ ในระบบไฮโดรลิค เช่นวาล์วควบคุมทิศทางการไหลใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัด ปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ควบคุมความดันในระบบ

อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล เช่น กระบอกสูบไฮโดรลิคหรือมอเตอร์ไฮโดรลิค

อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮโดรลิคในระบบ ประกอบด้วยแป๊ป (pipe) ท่อ(tube) สายน้ำมันไฮโดรลิค(hoses) ข้องอ(bending) และข้อต่อชนิดต่างๆ(fittings)

2.2.1 การใช้งานระบบไฮโดรลิค

- ระบบไฮโดรลิคในโรงงานอุตสาหกรรม (Industrail hydraulics)
- ระบบไฮโดรลิคที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า งานวิศวกรรมโยธา และ สถานีกำเนิดไฟฟ้า (hydraulics in steelwork, civil engineering and generating station)
- ระบบไฮโดรลิคในยานยนต์อุตสาหกรรม (mobile machinery hydraulics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบไฮโดรลิคในเรือเดินทะเล (hydraulics for marine applications)
- ระบบไฮโดรลิคในงานเทคนิคเฉพาะอย่าง (hydraulics in special technical applications)

2.2.2 ข้อดีของระบบไฮโดรลิค

- สามารถส่งกำลังได้มากโดยใช้เครื่องมือขนาดเล็ก
- สามารถควบคุมการทำงานได้ง่าย
- มีคุณสมบัติหล่อลื่นอยู่ในตัวเอง
- เมื่อเกิดความร้อนขึ้นในระบบ น้ำมันจะเป็นตัวพาความร้อนออกไปเอง
- เครื่องจักรที่ใช้ระบบไฮโดรลิคจะมีขนาดเล็ก
- ทำงานร่วมกับระบบควบคุมอื่นๆ ได้ เช่น ไฟฟ้า อิเลกทรอนิคส์ เป็นต้น
- อายุการใช้งานนาน

2.2.3 ข้อเสียของระบบไฮโดรลิค

- พลังงานไฮโดรลิคไม่พร้อมที่จะใช้งานทันทีเหมือนพลังงานไฟฟ้า
- อุปกรณ์ที่ใช้งานต้องทำอย่างละเอียด จึงทำให้มีราคาแพง
- สกปรก เมื่อเกิดการรั่วในระบบ
- การบำรุงรักษาและตรวจซ่อมค่อนข้างจะยุ่งยาก
- มีโอกาสเสียหาย แตกหัก และติดไฟได้
- ความรวดเร็วในการทำงาน จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำมัน อันเนื่องจากค่าความหนืด

2.2.4 การบริการและซ่อมบำรุงระบบไฮโดรลิค

ปัญหาของระบบไฮโดรลิค ส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุดังนี้

- มีสิ่งสกปรกในน้ำมัน เช่น น้ำ ฝุ่นละออง ควรปฏิบัติดังนี้เพื่อป้องกัน คือ

-น้ำมันที่ใช้เติมควรเป็นชนิดเดียวกัน เพราะจะทำให้มีคุณสมบัติตามที่มีอยู่ในน้ำมันนั้นๆ เหมือนกัน

- ควรกรองน้ำมันที่เติมทุกครั้ง
- ท่อหายใจของถังน้ำมันต้องมีไส้กรองที่สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความสกปรกของน้ำมันเป็นสาเหตุทำให้เกิดความร้อน ดังนั้นควรมีอุปกรณ์ระบายความร้อน หรือ เปลี่ยนน้ำมันใหม่

- เก็บไว้ในภาชนะเดิมของมันและปิดให้มิดชิด อย่าเก็บน้ำมันโดยเปิดฝาภาชนะทิ้งไว้เป็นอันขาดเพราะสิ่งสกปรกตกลงไปได้

- ป้องกันการกระทบกับฝนหิมะโดยตรง ฯลฯ

- เมื่อต้องการน้ำมันไฮโดรลิค ภาชนะที่นำมาใช้ต้องสะอาดจริงๆ แม้กระทั่งกรวยเติมน้ำมันก็ต้องสะอาดด้วย

- อย่าใช้น้ำมันหลายยี่ห้อผสมกันในการเก็บรักษา

ข้อควรสังเกต

- ความเร็วของน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงกลับกันกับพื้นที่ในของท่อ

- ความฝืดของน้ำมันที่ไหลในท่อ จะเป็นสัดส่วนกับความเร็ว

- ขาดการถ่ายน้ำมันทิ้ง ตามตารางเวลาที่กำหนด

ควรเปลี่ยนน้ำมันใหม่ หลังจาก 50 ถึง 100 ชั่วโมงการทำงาน สารปรับปรุงคุณภาพบรรจุผสมอยู่ในน้ำมันมีหน้าที่ป้องกัน การเกิดออกซิเดชั่น การกัดกร่อน การเกิดฟองอากาศ และการดูดความชื้น น้ำมันไฮโดรลิคได้รับความร้อนจากความฝืด และการส่งผ่านพลังงานของปั๊ม จึงใช้ตัวระบายความร้อนมีลักษณะเป็นครีบ ครีบที่สกปรกจะทำให้การผ่านความร้อนลำบากขึ้น ทำให้น้ำมันร้อนขึ้นและเกิดออกซิไดซ์ ผสมกับความชื้นเกิดเป็นกรด ทำให้เกิดตะกอนเหนียว ทำให้ลิ้นทำงานช้าลง และชิ้นส่วนเคลื่อนที่สึกหรอ

- น้ำมันในถังไม่เพียงพอ

ระดับน้ำมันที่เหมาะสมทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนของน้ำมันคงที่ และลดการดูดอากาศเข้าไปในระบบ

- ใช้ตัวกรองผิดประเภท

ไส้กรองทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองสิ่งสกปรกต่างๆ ระหว่างทำงาน อนุภาคโลหะเล็กๆ ที่เกิดเนื่องจากการสึกหรอของระบบไฮโดรลิค ถ้าไม่กรองออกก็จะทำให้ลิ้น มอเตอร์ และปั๊มเสียหายได้

ตัวกรองจะอยู่ที่ฝาหายใจ และท่อทางดูดของปั๊ม ตัวกรองน้ำมัน สามารถกรองอนุภาคที่มีขนาดเล็กถึง 10 ไมโครเมตรได้ อย่าใช้ไส้กรองน้ำมันเครื่องเพราะไม่สามารถกรองอนุภาคที่ขนาดเล็กนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้น้ำมันผิดประเภท

ระบบยกและขับแบบไฮโดรสแตติค ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังเครื่องจักรต้องใช้น้ำมันไฮโดรลิค อย่าใช้น้ำมันชนิดอื่น เพราะอาจจะทำให้ตัวกันรั่วเสีย เกิดการรั่วก่อนเวลาอันสมควร หรือลดการป้องกันการสึกหรอ

คุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ในระบบไฮโดรลิค ควรเป็นดังต่อไปนี้ คือ

1) ต้องมีคุณสมบัติในการหล่อลื่น

2) ไม่ทำปฏิกริยากับซีลหรือชิ้นส่วนของอุปกรณ์

3) มีอัตราการยุบตัวและขยายตัวน้อย น้ำมันไฮโดรลิคสามารถอัดตัวได้ประมาณครึ่งหนึ่งของ 1% ที่ความดัน 1000 psi

4) ความหนืดเปลี่ยนแปลงน้อย เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

5) เกิดฟองอากาศได้ยาก

6) ติดไฟได้ยาก หรือทนอุณหภูมิได้สูง

7) รวมตัวกับน้ำได้ยาก

น้ำมันไฮโดรลิคเกิดจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และปราศจากสารเคมีต่างๆ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ในระบบไฮโดรลิคได้ นอกจากนั้นแล้ว น้ำมันไฮโดรลิคยังมีสารเคมีบางอย่างเพิ่มเติมลงไป เพื่อทำให้มีคุณสมบัติดีขึ้น เช่น ไหลตัวช้า ป้องกันสนิม ไม่ลุกเป็นไฟ เป็นต้น น้ำมันเบรคของรถยนต์ไม่สามารถที่จะนำมาใช้แทนน้ำมันไฮโดรลิคได้ เนื่องจาก น้ำมันเบรคเป็นตัวกัดซีลต่างๆ ของระบบไฮโดรลิคให้เปื่อยยุ่ย และสูญเสียการเป็นซีล

- ความร้อนสูงในน้ำมัน

อุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิคในงานเครื่องมือกลประมาณ 130 องศาฟาเรนไฮน์ หากอุณหภูมิสูงกว่านี้ จะทำให้น้ำมันไฮโดรลิคมียางเหนียวๆเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการอุดตันของอุปกรณ์ในระบบได้

- ความร้อนต่ำในน้ำมัน

ปกติแล้วน้ำมันเย็นจะไม่ค่อยมีผลเสียกับอุปกรณ์ไฮโดรลิคมากนัก แต่ก็มีบ้าง เช่น ทำให้ปั๊มทำงานมีประสิทธิภาพต่ำ (ดูดได้น้อย) ในประเทศที่มีอุณหภูมิติดลบมักจะใช้ฮีทเตอร์เพิ่มอุณหภูมิให้แก่น้ำมันก่อนที่จะใช้งาน

- อากาศเข้าไปในระบบ

น้ำมันไฮโดรลิคเป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดตัวได้ แต่อากาศสามารถอัดให้หดตัวได้โดย อากาศเข้าไปในน้ำมันทำให้เกิดฟองอากาศ ทำให้การทำงานกระตุกสั่น ถ้ามีอากาศเข้าไปในกระบอกสูบ เวลายกของจะเกิดอันตราย เพราะอากาศจะหนีออกอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการลงอย่างพรวดพราด อากาศเข้าไปได้ทั้งทางถังน้ำมัน และปั๊มที่ช่องทางดูดสวมไม่แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การทำความสะอาด

ปั๊ม มอเตอร์ กระบอกสูบและลิ้น มีชิ้นส่วนสวมแน่น ถ้ามีสิ่งสกปรกเข้าไปจะทำให้เกิดรอยขีดข่วนสึกหรอ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานเลวลง รั่วและเกิดความร้อนสูง ขั้นตอนการบริการที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สิ่งสกปรกเข้าไปในระบบไฮโดรลิคได้ เพราะฉะนั้นจะต้องระวังไว้ก่อนดังนี้

- ทำความสะอาดสิ่งสกปรกรอบๆ ตัวกรอง ก่อนถอดตัวกรองออก
- ควรถ่ายและเก็บน้ำมันไฮโดรลิคไว้ในถังปิดเพื่อป้องกันสิ่งสกปรก มีฝาปิดภาชนะที่จะเติมต้องสะอาด หลีกเลี่ยงการถ่ายน้ำมันจากถังต้นกำเนิด และปิดฝาถังเมื่อถ่ายน้ำมันเสร็จแล้ว
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้กรวยและอุปกรณ์ถ่ายน้ำมันที่ไม่ได้ทำความสะอาดสิ่งสกปรกอย่างเหมาะสม
- ควรทำความสะอาดรอบๆ อุปกรณ์ที่จะทำการซ่อม
- ระหว่างการซ่อมแซม ล้างทำความสะอาดชิ้นส่วนในสารละลายที่เหมาะสมแล้วใส่ไว้ในถุงพลาสติกก่อนทำการประกอบ พื้นที่ทำงานต้องสะอาด

2.2.6 การตรวจสอบการทำงานของระบบไฮโดรลิค

การรั่วส่วนใหญ่เกิดที่ตัวขับดัน ปั๊มและลิ้นควบคุมทิศทางให้เปลี่ยนตัวกันรั่วใหม่ การรั่วที่ข้อต่อให้เปลี่ยน แหวน o-ring ท่อรั่วให้เปลี่ยนใหม่

การตรวจการทำงานว่าอยู่ในสภาพดีหรือเลว ดูที่

- ค่าความดันที่ใช้งาน
- อัตราการไหลของน้ำมันที่อุณหภูมิของน้ำมันที่กำหนด
- ความเร็วของการทำงาน

2.2.7 การบำรุงรักษาระบบไฮโดรลิค

การบำรุงรักษาระบบไฮโดรลิคสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงนั้น ควรประกอบด้วยกิจกรรม ที่สำคัญ คือ การรักษาความสะอาด ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่สุดในการบำรุงรักษาระบบไฮโดรลิค ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งสกปรกนั้นจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบชำรุดได้ง่าย ในการรักษาความสะอาดนั้นจะต้องรักษาความสะอาดสิ่งต่างๆ คือ ดังนี้

- รักษาความสะอาดของน้ำมันไฮโดรลิค ตั้งแต่การเก็บในที่สะอาดและเมื่อเอาน้ำมันออกจากถังน้ำมันต้องใส่ภาชนะที่สะอาดและมีฝาปิดจนถึงการเติมน้ำมันจะต้องใช้กรวยที่สะอาดที่มีตะแกรงกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รักษาความสะอาดส่วนต่างๆ ของระบบ เมื่อจะเติมหรือเปลี่ยนน้ำมันไฮโดรลิค จะต้องทำความสะอาดฝาถังและบริเวณโดยรอบก่อนที่จะเปิดฝาถังน้ำมันไฮโดรลิคทุกครั้ง สำหรับการถอดชิ้นส่วนใดๆ ของระบบก็จะต้องทำความสะอาดเครื่องจักรกลเสียก่อนเสมอ และเมื่อถอดชิ้นส่วนออกมาแล้ว จะต้องอุดท่อทางต่างๆ ไว้ด้วย นอกจากนี้ชิ้นส่วนที่ถอดออกมานั้น จะต้องทำความสะอาดจนกว่าจะนำประกอบเข้าใหม่
- รักษาความสะอาดที่บริเวณและเครื่องมือที่ใช้ในการซ่อม เช่น โต๊ะที่ใช้ในการถอดประกอบ เครื่องมือที่ใช้ในการถอดและปรับแต่งต้องสะอาด

การเปลี่ยนน้ำมันและเครื่องกรองน้ำมันไฮโดรลิค ซึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนน้ำมันและเครื่องกรองน้ำมันไฮโดรลิคตามกำหนดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากถึงแม้ว่าจะมีการดูแลระบบอย่างดีก็ตาม ก็จะมีสิ่งสกปรกหลุดเข้าไปในระบบไฮโดรลิค เครื่องกรองก็จะเกิดการอุดตันขึ้น เมื่อใช้งานไปนานๆ สำหรับตัวน้ำมันไฮโดรลิคนั้น ก็จะมีการเสื่อมคุณภาพเมื่อใช้ไปนานๆ เช่นกัน สำหรับการถ่ายน้ำมันไฮโดรลิค และทำความสะอาดหรือเปลี่ยนไส้กรองใหม่ แต่ถ้าน้ำมันเก่าสกปรกมาก เมื่อถ่ายน้ำมันเก่าออกแล้วให้ชะล้างระบบโดยใช้น้ำมันไฮโดรลิค ส่วนการเติมน้ำมันไฮโดรลิคนั้น จะต้องทำความสะอาดบริเวณฝาปิดถังน้ำมันไฮโดรลิคก่อนเสมอ และเมื่อเติมน้ำมันไฮโดรลิคแล้วให้ติดเครื่องยนต์และให้อุปกรณ์ทำงานอย่างน้อย 4 รอบ เพื่อไล่อากาศออกจากระบบให้หมดเสร็จแล้วให้ตรวจสอบระดับน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง

การป้องกันการรั่วซึม การรั่วซึมในระบบไฮโดรลิคนั้นจะมี 2 ลักษณะคือ

- การรั่วซึมภายใน จะเกิดจากการสึกหรอของชิ้นส่วนของระบบไฮโดรลิค ซึ่งจะตรวจพบและป้องกันได้ยากแต่สามารถสังเกตได้จากการทำงานของระบบ ถ้าระบบทำงานช้าแสดงว่าอาจมีการรั่วซึมภายในมากจะต้องมีการทดสอบระบบ โดยทั่วไปหากมีการรักษาความสะอาดที่ดีแล้ว การรั่วซึมภายในจะเกิดขึ้นเมื่อระบบมีอายุการใช้งานสูงเท่านั้น
- การรั่วซึมภายนอก มักจะเกิดขึ้นที่ข้อต่อ และสายน้ำมันไฮโดรลิค ซึ่งสามารถป้องกันได้ โดยการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ

การป้องกันไม่ให้ระบบไฮโดรลิคร้อนเกินไป ถ้าระบบไฮโดรลิคร้อนเกินไป จะทำให้น้ำมันไฮโดรลิคเสื่อมคุณภาพเร็ว ชิ้นส่วนจะชำรุดได้ง่ายและการทำงานก็จะช้าลง การป้องกันไม่ให้ระบบไฮโดรลิคร้อนเกินไป โดยสามารถทำได้โดยการรักษาระดับน้ำมันไฮโดรลิคในถังให้อยู่ที่ระดับกำหนด รักษาความสะอาดของระบบตรวจสอบอย่าให้ท่อไฮโดรลิคมีการพับงอ และตั้งวาล์วควบคุมความดันให้ได้ตามกำหนด

การป้องกันไม่ให้อากาศไปผสมกับน้ำมัน ถ้ามีอากาศในน้ำมันไฮโดรลิค จะทำให้การทำงานของระบบไม่ปกติ เช่น การทำงานจะหยุ่น มีเสียงเกิดขึ้นจากระบบและปั๊มไฮโดรลิคและปั๊มอาจไม่ทำงาน เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วอากาศจะเข้าไปผสมกับน้ำมันในลักษณะเป็นฟอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเกิดมาจากระดับน้ำมันไฮโดรลิคในถังต่ำเกินไป หรือมีการรั่วเข้าทางท่อดูดของปั๊มไฮโดรลิค การป้องกันสามารถทำได้โดยการรักษาระดับน้ำมันไฮโดรลิคให้อยู่ที่ระดับกำหนด ตรวจสอบการรั่วของท่อดูดและไล่อากาศออกให้หมด เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำมัน หรือมีการถอดซ่อมชิ้นส่วนต่างๆ

การปะปนของอากาศในน้ำมันเกิดขึ้นได้หลายทาง เช่น

(ก) หากระดับน้ำมันในอ่างต่ำเกินไป น้ำมันไฮโดรลิคที่ไหลกลับลงอ่างจะพุ่งปะทะผิวระดับน้ำมันเกิดการปั่นกวนมีฟองอากาศในเนื้อน้ำมัน

(ข) ซีลที่สึกหรอจะเป็นทางที่อากาศสามารถเล็ดลอดเข้าสู่น้ำมันได้

(ค) ข้อต่อด้านทางดูดของปั๊มหากไม่แน่นกระชับ อากาศก็อาจมีการเล็ดลอดเข้าสู่เรือนปั๊ม เนื่องจากอากาศสามารถหดตัวได้ เมื่อผ่านเข้าสู่บริเวณที่มีความดันสูงในเรือนปั๊ม จึงทำให้เกิดการกระแทกในเรือนปั๊ม ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกหรอและเสียหายได้

การตรวจสอบทั้งระบบก่อนการใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าส่วนต่างๆของระบบไฮโดรลิค อยู่ในสภาพดีจะต้องมีการตรวจสอบส่วนต่างๆ ของระบบ คือ

- การตรวจสอบถังและน้ำมันไฮโดรลิค ซึ่งได้แก่การตรวจสอบระดับน้ำมัน การตรวจสอบสภาพของน้ำมันว่ามีฟองอากาศหรือไม่ มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำมันหรือไม่ในแต่ละวัน และดูว่าน้ำมันเปลี่ยนเป็นสีขาวคล้ายนมหรือไม่
- การตรวจสอบท่อ สาย ข้อต่อ และเครื่องหล่อเย็น ว่ามีการรั่วหรือหักงอหรือไม่
- การตรวจสอบวาล์วควบคุม ว่ามีการรั่วหรือติดหรือไม่
- การตรวจสอบกระบอกไฮโดรลิค ว่ามีการรั่วหรือไม่
- การตรวจสอบปั๊มไฮโดรลิค มีการรั่วและยังสามารถทำงานได้เป็นปกติหรือไม่
- การตรวจสอบมอเตอร์ไฮโดรลิค ว่ามีการรั่วหรือไม่ และยังสามารถทำงานได้เป็นปกติหรือไม่

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฮโดรลิค

การตรวจและทดสอบระบบไฮโดรลิคมีวัตถุประสงค์ที่จะหาสาเหตุข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิค เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น การตรวจและทดสอบระบบ ไฮโดรลิคสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ

- การตรวจและทดสอบโดยไม่ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษ
- การตรวจและทดสอบโดยใช้เครื่องมือทดสอบ

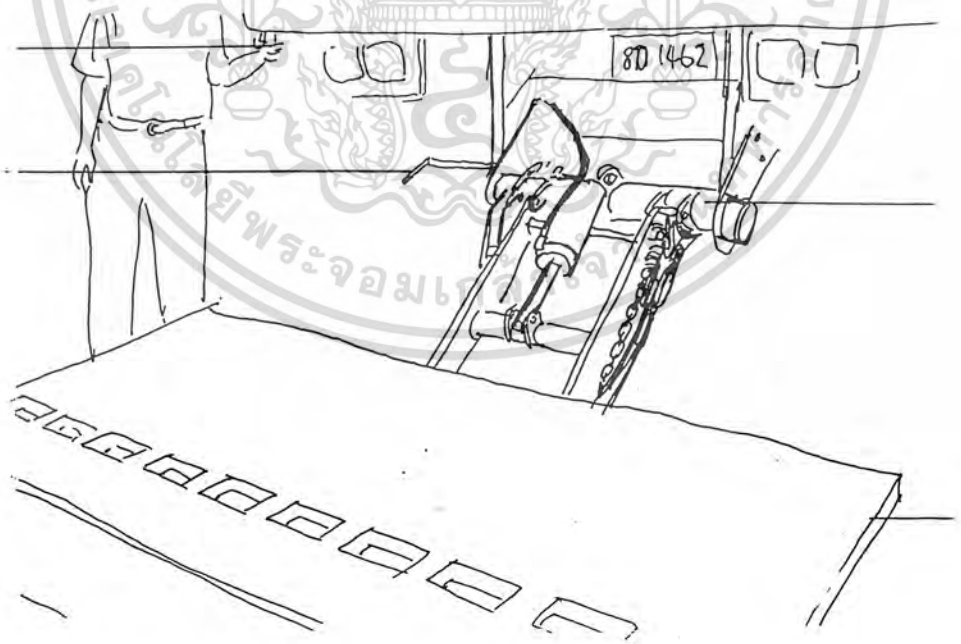
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในจุดหมุนที่แชสซีส์ จะเป็นตัวนำเอาฝาท้ายลงไปอยู่ที่ระดับเดียวกับพื้นดิน ก็จะสามารถนำเอาสิ่งของที่ต้องการบรรทุกวางบนฝาท้าย แล้วบังคับให้ฝาท้ายยกเลื่อนขึ้นไปอยู่ในระดับเดียวกับกระบะรถพร้อมกับเลื่อนสิ่งของเข้าไปในกระบะ ทำให้ไม่ต้องเสียแรงงานในการยกของจากพื้นดินขึ้นไปสู่กระบะ หรือในกรณีที่ต้องการนำของลงจากรถ ก็เลื่อนฝาท้าย ซึ่งมีของอยู่ลงมาที่ระดับพื้นดิน แล้วจึงเคลื่อนย้ายของออก ก็จะทำให้ประหยัดแรงงานในการยกของจากกระบะรถลงมาสู่พื้นดิน น้ำหนักของสิ่งของที่ยกขึ้นลงแต่ละเที่ยวจะมีน้ำหนักได้มากถึงหนึ่งตันครึ่ง หรือ หนึ่งพันห้าร้อยกิโลกรัม ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนแล้ว คนๆ หนึ่งจะยกของได้ประมาณ 65 กิโลกรัม ถ้ายกของถึงหนึ่งพันห้าร้อยกิโลกรัม แล้วต้องใช้คนงานถึง 23 คน หรือถ้าใช้คนๆ เดียวก็ต้องเสียเวลายกถึงประมาณ 23 เที่ยว ดังนั้นจะเห็นว่า ถ้าใช้ฝาท้ายไฮโดรลิคยกแทนแล้ว จะสามารถประหยัดแรงงาน หรือเวลาเทียบกับ 1 การใช้คนงานหนึ่งคนแล้วได้ถึง 23 เท่า

2.2.8.2 ส่วนประกอบของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

ส่วนประกอบของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 7 ส่วน คือ

- ฝาท้าย

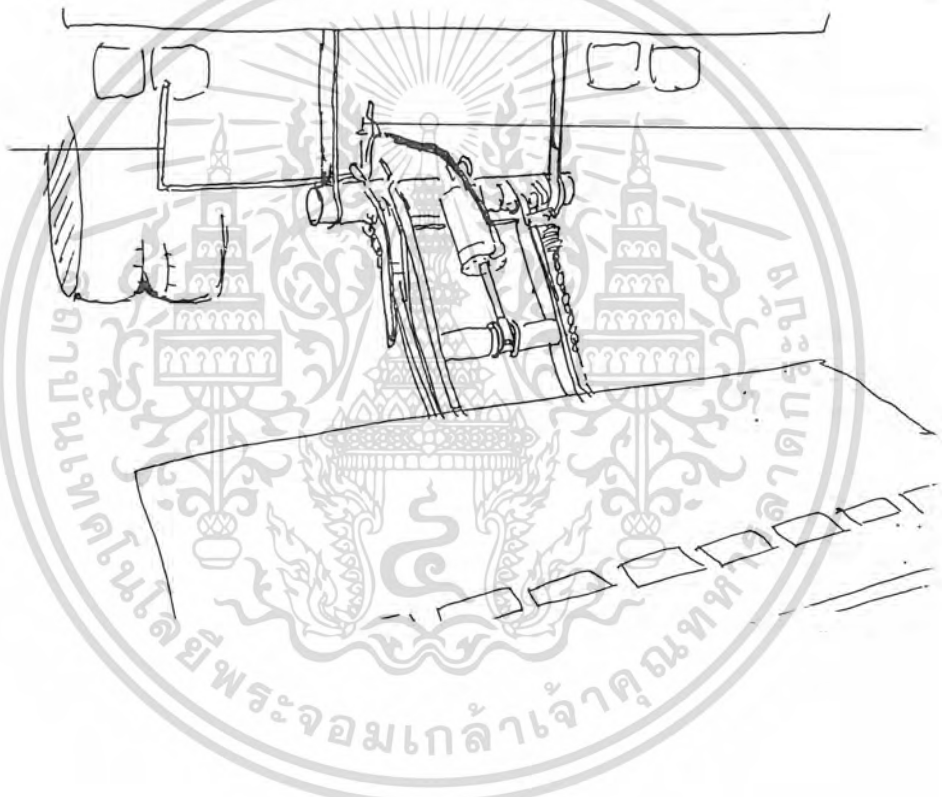


รูปภาพที่ 2-2 แสดงฝาปิดท้ายรถรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝาปิดท้าย จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ประกอบขึ้นจากเหล็กและปิดท้ายด้วยเหล็กลาย ส่วนกลางเจาะรูฉลุรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ เพื่อลดการต้านลม และเพื่อใช้เป็นช่องสำหรับดูสิ่งของที่บรรทุกอยู่ภายในกระบะ

ขอบด้านบนของฝาปิดท้าย ทำเป็นรูปร่างเรียวเหมือนคมมีด เพื่อให้ง่ายต่อการเข็นสิ่งของจากพื้นขึ้นบนฝาปิดท้ายนี้ขณะที่ปรับระดับให้ฝาปิดท้ายนี้วางอยู่บนพื้นดิน ดังรูป



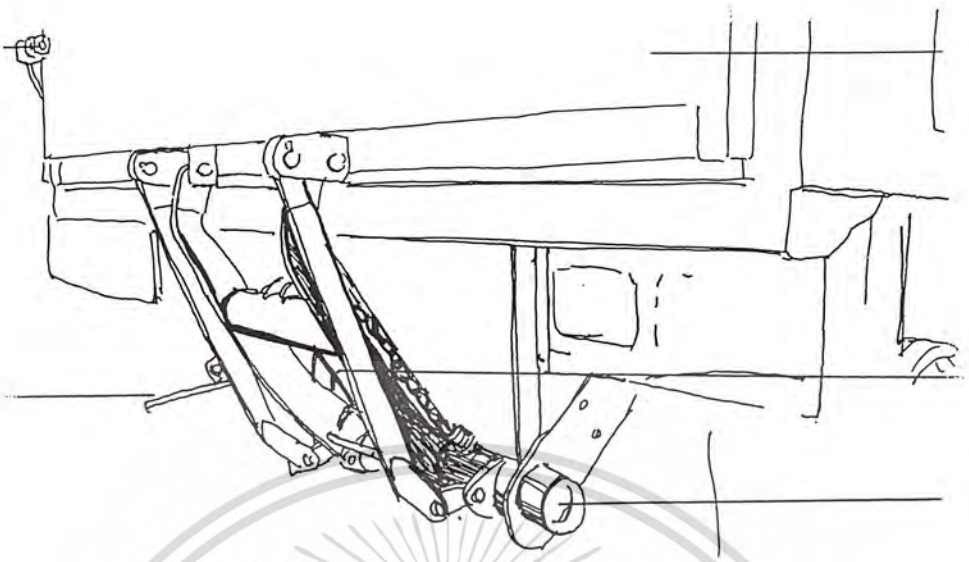
รูปภาพที่ 2-3 แสดงฝาปิดท้ายขณะเปิดออก

จากรูป จะเห็นได้ว่าแชสซีส์รถถูกวางอยู่บนคาน ซึ่งสูงกว่าความสูงของล้อ เพื่อให้ง่ายต่อการทดลอง ดังนั้นจะเห็นว่าเมื่อเปิดฝาท้ายออกสุดแล้ว ฝาท้ายจะลอยสูงจากพื้นดินเล็กน้อย ถ้าวางแชสซีส์ลงบนล้อจริงแล้ว ฝาท้ายนี้จะเปิดออกอยู่ในระดับพื้นดินพอดี

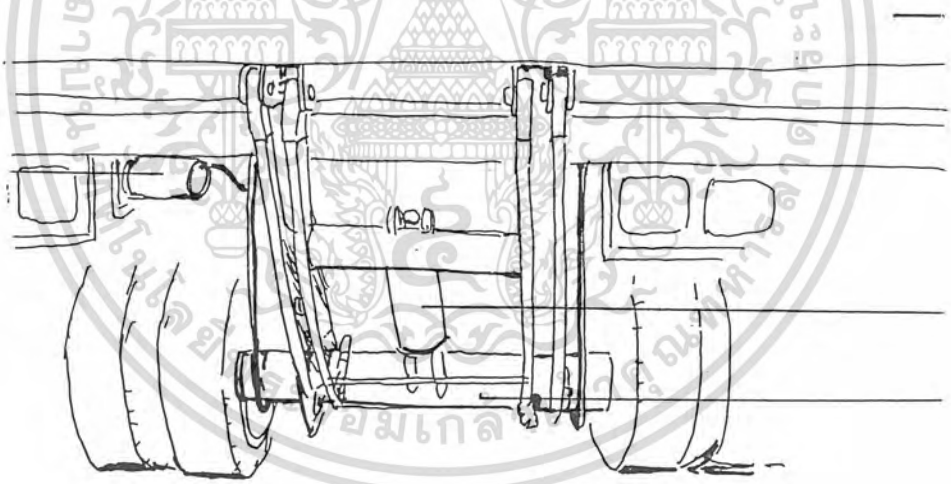
- ชุดแขนยึดฝาท้าย

ที่ส่วนล่างของฝาท้าย จะมีแขน 4 แขน ยึดติดกับฝาท้าย โดยการร้อยสลัก 4 ตัว ที่ขอบล่างของฝาท้าย ดังแสดงให้เห็นในรูปข้างล่าง และขยายให้เห็นชัดเจนในรูปถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2-4 แสดงชุดแขนยึดฝาท้าย

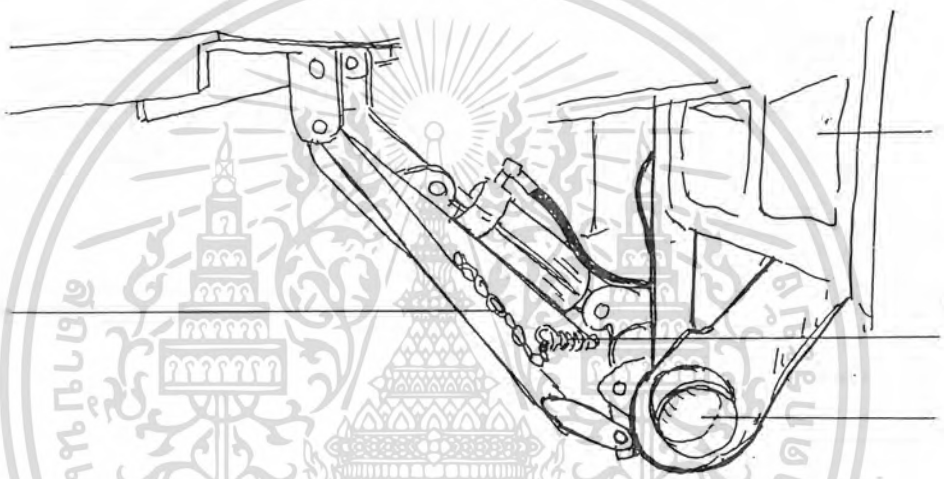


รูปภาพที่ 2-5 แสดงชุดแขนยึดฝาท้ายเมื่อขยายให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น

ท่อนล่างของแขนทั้งสี่นี้ จะยึดติดอยู่กับเพลากลางของระบบเปิดฝาท้าย เพลากลางนี้จะมี ลักษณะเป็นท่อนเหล็กกลมใหญ่ ภายในกลวง ที่ปลายทั้งสองข้างของท่อนเหล็กยึดติดกับแผ่นเหล็กยาวที่ต่อลงมาจากแชสซีส์ ดังนั้นเพลากลางนี้จะอยู่ใต้แชสซีส์ลงมาประมาณ 20 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลากลางนี้เปรียบเสมือนกับข้อศอกของแขนมนุษย์ เป็นจุดหมุนของแขนทั้งสี่ ซึ่งจะไปยึดติดอยู่กับฝาท้าย ซึ่งเปรียบเสมือนกับฝ่ามือของมนุษย์นั่นเอง ที่เพลากลางนี้ยังเป็นตัวยึดกระบอก ไฮโดรลิค ซึ่งเป็นตัวสร้างแรงกระทำ เปรียบเสมือนกับกล้ามเนื้อของคนเรา ซึ่งจะเป็นตัวทำให้แขนยกขึ้น-ลง และ ฝ่ามือยกปิด-เปิดได้ เมื่อก้านสูบของกระบอกไฮโดรลิคยืดออก เหล็กเว้าที่ยึดติดอยู่กับเพลากลางและในขณะเดียวกันก็เป็นจุดหมุนของแขนท่อนล่าง จะบังคับให้แขนฝาท้ายง้างออกไปทางด้านล่าง ดังรูป



รูปภาพที่ 2-6 แสดงการบังคับให้แขนฝาท้ายเคลื่อนที่ดันฝาท้ายออก

- ชุดคันโยกปรับระดับ

ชุดคันโยกปรับระดับมีไว้เพื่อใช้ในการบังคับควบคุมการทำงานของฝาท้าย ซึ่งมีความยาวประมาณ 6 ฟุต ต่อเนื่องเชื่อมอยู่กับเหล็กเพื่อใช้ในการกำหนดให้ฝาท้ายปิดหรือเปิด

- กระบอกไฮโดรลิค

กระบอกไฮโดรลิคเป็นตัวทำงานของระบบไฮโดรลิค ซึ่งจะเปลี่ยนกำลังงานไฮโดรลิคในรูป ของความดันและปริมาณการไหลของน้ำมันไฮโดรลิคให้เป็นแรงและการเคลื่อนที่ โดยความเร็วของการทำงานของกระบอกไฮโดรลิคจะขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลของน้ำมัน ถ้าปริมาณการไหลของน้ำมันเข้ากระบอกมาก กระบอกไฮโดรลิคก็ทำงานได้เร็ว ส่วนแรงกระทำของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกไฮโดรลิกก็จะขึ้นอยู่กับความดันของน้ำมันไฮโดรลิค ถ้าระบบไฮโดรลิคสามารถรับความดันได้สูง แรงกระทำของกระบอกไฮโดรลิคก็จะมากด้วย

- ปั๊มไฮโดรลิค

ปั๊มไฮโดรลิคเปรียบเสมือนหัวใจของระบบไฮโดรลิค ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกล เช่น กำลังจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า หรือกำลังคนให้เป็นพลังงานของของไหลในรูปของอัตราการไหลความดันซึ่งทำหน้าที่เช่นเดียวกับปั๊มแบบอื่น

ปั๊มที่ใช้ในการสูบจ่ายของเหลวทั่วๆ ไป จะแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

- ปั๊มแบบที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูกพาไปในการเคลื่อนที่ของปั๊มในแต่ละวงจรที่เรียกว่า displace-ment นั้นขึ้นอยู่กับความดันของระบบ ถ้าความดันของระบบซึ่งเกิดจากความต้านทานของระบบมากกว่าความสามารถของปั๊มที่จะเอาชนะได้ เช่น ปิดประตูที่ทางออกของปั๊ม ก็จะไม่มีการไหลของของไหลออกจากปั๊ม ปั๊มแบบนี้เรียกว่า non-positive displacement pump สำหรับตัวอย่างของปั๊มแบบนี้ ก็คือ ปั๊มแบบหอยโข่ง (centrifugal pump) ที่ใช้ใบพัดเหวี่ยงเอาของเหลวออกไปจากเรือนปั๊ม

- ปั๊มแบบที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูกพาไปในการเคลื่อนที่ของปั๊มแต่ละวงจรจะคงที่ไม่ว่าความต้านทานของระบบจะเป็นเท่าใด ดังนั้นหากปิดประตูที่ทางออกของปั๊มหรือเพิ่มความต้านทานของระบบให้สูงเกินกว่าความแข็งแรงของปั๊ม ปั๊มก็จะแตกหักได้ ปั๊มแบบนี้เรียกว่า positive displacement pump หรับตัวอย่างของปั๊มแบบนี้ก็คือ ปั๊มแบบลูกสูบ (piston pump) และปั๊มแบบโรตารี่ (rotary pump)

จากลักษณะการทำงานของปั๊มทั้งสองแบบข้างต้น จะเห็นว่าสำหรับระบบไฮโดรลิคที่ต้องการความดันของน้ำมันไฮโดรลิคสูงมาก ปั๊มแบบ positive displacement เท่านั้นที่จะสามารถใช้ได้กับระบบไฮโดรลิคปั๊มแบบ positive displacement นี้ถึงแม้ปริมาตรของน้ำมันไฮโดรลิคที่ถูกส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรหรือที่เรียกว่า displacement นั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับความดันหรือจะมีค่าคงที่ไม่ว่าความดันจะเป็นเท่าใด แต่หากต้องการจะเปลี่ยนแปลง displacement ของปั๊มแบบนี้ก็ยังคงสามารถทำได้ในปั๊มบางชนิด ปั๊มแบบ positive displacement จึงสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ชนิด คือ

- ชนิดปริมาตรคงที่ (fixed displacement) คือ ชนิดที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูกส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรของการเคลื่อนที่จะคงที่ตลอดเวลา ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้

- ชนิดปริมาตรเปลี่ยนแปลง (variable displacement) คือ ชนิดที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูกส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรของการเคลื่อนที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยการปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกภายในของปั๊มไฮโดรลิคที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีทั้งชนิดปริมาตรคงที่และชนิดปริมาตรเปลี่ยนแปลง

สมรรถนะของปั๊มไฮโดรลิค

สมรรถนะของปั๊มไฮโดรลิคจะถูกกำหนด โดยคุณสมบัติต่างๆ คือ

1. ปริมาณการไหล คือ ปริมาณของน้ำมันไฮโดรลิคที่ไหลออกจากปั๊ม ซึ่งอาจมีหน่วยเป็นแกลลอนต่อนาที หรือลิตรต่อนาที

2. ความดัน คือ ความดันที่ปั๊มสามารถรับได้โดยที่ยังให้ปริมาณการไหลตามที่กำหนด ซึ่งอาจมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

3. อัตราเร็ว คือ อัตราเร็วที่ปั๊มจะต้องหมุนเพื่อให้ได้ปริมาณการไหลตามกำหนด ซึ่งมีหน่วยเป็นรอบต่อนาที

4. ประสิทธิภาพของปั๊ม คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังงานที่ได้รับซึ่งก็คือกำลังงานของน้ำมันไฮโดรลิคต่อกำลังงานที่ใส่เข้าไป

การทำงานของปั๊ม

การเก็บรักษาปั๊ม ในกรณีที่ปั๊มได้ถูกถอดออกจากการใช้งานในเวลานานๆ อย่างเช่นมากกว่า 6 เดือน ควรที่จะมีน้ำมันอยู่ภายในตัวปั๊ม และรูปั๊มทั้งหมดต้องอุดไม่ให้วัสดุหรือเศษผงเข้าภายในปั๊มได้ น้ำมันที่ใช้ต้องป้องกันสนิมได้ และไม่ทำปฏิกริยาต่อซีลต่างๆ ภายในปั๊มด้วย

ความเร็วขับปั๊มสูงเกินไป ในกรณีนี้จะทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า "โพรงอากาศ" ได้ควรใช้ความเร็วตามคู่มือบริษัทกำหนดไว้และนอกจากนี้แล้วยังอาจทำให้เกิดเสียงดัง การสั่นสะเทือน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อายุการใช้งานของปั๊มสั้นลง ปั๊มบางอย่างทำให้น้ำมันภายในขุ่นตลอดเวลา เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางที่ความเร็วสูง

ความหนืดของน้ำมัน ปั๊มเมื่อหยุดการทำงาน ในประเทศหนาว อากาศจะทำให้น้ำมันจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นควรต้องให้ความร้อนแก่น้ำมันก่อนที่จะใช้งาน โดยใช้ตัวให้ความร้อนที่แช่อยู่ในน้ำมัน ข้อควรระวังในกรณีนี้น้ำมันฐานปิโตรเลียมทั้งหลายที่ลุกเป็นไฟง่ายนั้น ห้ามผสมกับน้ำมันไฮโดรลิคชนิดนี้เป็นอันขาด เพราะขณะที่ทำการอุ่นน้ำมันนั้น อาจลุกเป็นไฟได้

การเสียหายของปั๊มไฮโดรลิค

สาเหตุของการเสียหายของปั๊มไฮโดรลิค อาจแบ่งได้เป็น 3 สาเหตุใหญ่ๆ คือ

- การประกอบเมื่อถอดซ่อมขาดความระมัดระวัง ทำให้เกิดการไม่ได้ศูนย์ (mis-alignment) ทำให้ขาดการหล่อลื่นที่ดี เกิดการสึกหรอ เศษอนุภาคแข็งคมจากการสึกหรอปะปนลงในน้ำมัน ทำให้ปั๊มเกิดการสึกหรอมากขึ้นไปอีกและเสียหายในที่สุด การใส่ประกอบซีลอย่างไม่ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องอาจทำให้ซีลทำงานไม่ได้ผลเต็มที่ สิ่งสกปรกจากภายนอกเล็ดลอดเข้ามาปะปนกับน้ำมันได้ง่าย ทำให้เกิดการสึกกร่อนในปั๊มได้

- การสึกกร่อนจากการที่มีสิ่งสกปรกและฝุ่นในน้ำมัน เป็นสาเหตุใหญ่ที่พบอยู่เสมอ เกิดจากมีสิ่งสกปรก พวกที่เป็นของแข็งขนาดเล็กมากปะปนเข้ามาในน้ำมันไฮโดรลิคโดยอาจจะผ่านเข้ามาทางซีลซึ่งสึกหรอหมดอายุ หรือเข้ามาในขณะเติมน้ำมันโดยภาชนะเติมสกปรกและถังเก็บน้ำมันปิดไม่แน่น หรือฝาอ่างน้ำมันไฮโดรลิคของระบบปิดไม่สนิท หรือไส้กรองตรงท่อหายใจไม่เคยได้รับการทำความสะอาดเลย การไม่เคยถ่ายเปลี่ยนน้ำมันเลยทำให้ปริมาณอนุภาคแข็งคมในน้ำมันมีปริมาณสูงขึ้นมาก อนุภาคเหล่านี้มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น คือมีขนาดราว 10 ถึง 20 ไมครอน ดังนั้น จึงมองดูเสมือนน้ำมันยังสะอาดอยู่ แต่สามารถก่อให้เกิดการสึกหรอเสียหายในเรือนปั๊มได้ ตรวจสอบดูได้จากชิ้นส่วนต่างๆ ของปั๊ม เช่น ถ้าเป็นแบบครีบ จะเห็นแนวสึกหรอเป็นลูกคลื่นตามแนวผังเรือนปั๊มด้านใน ปลายใบครีบก็สึกกร่อนเห็นได้ชัด

- การหล่อลื่นไม่ดีพอ เกิดจากการเลือกใช้น้ำมันผิดประเภท หรือการใช้น้ำมันเกินอายุการใช้งานหรือเกิดจากการที่มีอากาศรั่วเข้าทางท่อดูด หรือมีฟองอากาศในเนื้อน้ำมันเพราะระดับน้ำมันในอ่างต่ำ น้ำมันที่ข้นเกินไปและร้อนจัดก็ก่อให้เกิดโพรงหรือคาวิเตชั่น (cavitation) ในเรือนปั๊มได้ ผลก็คือ เกิดการสึกกร่อนและผิวเรือนปั๊มเป็นรูพรุน โดยเฉพาะบริเวณช่องเข้าออก หากเกิดคาวิเตชั่นอย่างรุนแรงเรือนปั๊มอาจร้าวได้ ซึ่งจะทำให้ตัวโรเตอร์ติดตายในที่สุด

การดูดน้ำมันของปั๊ม

ตามปกติแล้ว ปั๊มแบบดูด-อัดทั้งหลายนั้น จะมีกำลังการดูดน้ำมันในครั้งแรกได้โดยไม่ต้องใช้น้ำมันเป็นตัวล่อ หรือหลังจากการล้างทำความสะอาดปั๊มหรือการซ่อมใหญ่เหล่านี้ การดูดน้ำมันของปั๊มจะทำงานได้ทันทีหลังจากที่ปั๊มทำงานไปแล้วนั้น เมื่อหยุดการทำงาน น้ำมันจะต้องยังคงค้างอยู่ภายในท่อดูด ถ้าจำนวนน้ำมันไม่มีค้างไว้ การรั่วของอากาศจะเข้าไปยังระบบได้ อาจจะเข้าทางซีลแกนหรือทางท่อต่อต่างๆ

- วาล์วควบคุม

ในระบบไฮโดรลิคจำเป็นจะต้องมีการควบคุมเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามความต้องการและจะต้องป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ของระบบเกิดการเสียหายอีกด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมนี้ ก็คือวาล์วไฮโดรลิค ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1. วาล์วควบคุมความดัน (pressure control valve) จะทำหน้าที่ควบคุมความดันสูงสุดของระบบ ควบคุมการทำงานของปั๊ม และปรับความดันในวงจรต่างๆ ให้ได้ตามต้องการในกรณีที่มีหลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วาล์วควบคุมทิศทางการไหล (directional control valve) จะทำหน้าที่กำหนดทิศทางการไหลของน้ำมันไฮโดรลิคให้ไหลไปในทางที่ต้องการ

3. วาล์วควบคุมปริมาตร (volume control valve) จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันไฮโดรลิคไปยังตัวทำงานต่างๆ ตามความต้องการ

- **แบตเตอรี่**

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ทางเคมีไฟฟ้าสำหรับเก็บพลังงานในรูปของเคมี ให้ไฟฟ้าเมื่อต้องการ สตาร์ทเครื่องยนต์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า

การเก็บรักษา

ตรวจระดับของสารละลายอิเล็กโตรไลท์ ในช่วงเวลาที่กำหนด ปกติตั้งแต่ 50 ถึง 200 ชั่วโมง ของการทำงาน ถ้าระดับของสารละลายอยู่ต่ำ ให้เติมน้ำกลั่น ถ้าเติมน้ำในสภาพอากาศที่หนาวเย็นหลังจากเติมแล้ว ก็ควรจะเดินเครื่องยนต์อย่างน้อยที่สุด 30 นาที เพื่อให้น้ำผสมกับสารละลายอิเล็กโตรไลท์อย่างทั่วถึงเพื่อป้องกันการแข็งตัว

คำเตือน เมื่อจ่ายไฟ (ชาร์จ) เข้าแบตเตอรี่ หลังจากชาร์จเสร็จควรปล่อยแบตเตอรี่ทิ้งไว้เพื่อระบายแก๊สไฮโดรเจน เพราะถ้าใส่ขั้วแบตเตอรี่เกิดประกายไฟ แก๊สไฮโดรเจนจะรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศ ทำให้เกิดการระเบิด การถอดขั้วให้ถอดขั้วดิน (grounding) ก่อน แล้วจึงถอดอีกขั้ว

การทำความสะอาดแบตเตอรี่

แบตเตอรี่และขั้วแบตเตอรี่ควรทำความสะอาด ควรทำความสะอาดด้านบนของแบตเตอรี่หลังจากทุกๆ 200 ชั่วโมงของการทำงาน หรือกรณีมีสิ่งสกปรกมากเกินไปสิ่งสกปรกสามารถดูดความชื้นทำให้เกิดการลัดวงจรได้

สิ่งสกปรกอาจจะกัดกร่อนจึงควรทำความสะอาดและใช้สารละลายซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ โซดา 1/4 ปอนด์ (0.1 กิโลกรัม) ผสมกับน้ำ 1 ควอซ์ท (0.95 ลิตร) เช็ดเป็นการกำจัด กรดที่สะสมอยู่ที่บริเวณนั้น หลังจากทำความสะอาดแล้ว ก็ควรเช็ดด้วยสารละลายโซดาแล้วล้างด้วยน้ำ ทาจาระบีที่ขั้วแบตเตอรี่เคลือบบางๆ ช่วยป้องกันความชื้น

การเก็บแบตเตอรี่

การถอดเก็บแบตเตอรี่ไม่ใช้เป็นเวลานานๆ ควรนำแบตเตอรี่ ไปชาร์จไฟให้เต็มที่เสียก่อนแล้วเทสารละลายอิเล็กโตรไลท์ทิ้ง การเก็บไม่ควรวางไว้บนพื้น เพราะจะเกิดการจ่ายไฟออกด้วยตัวเอง ดูรายละเอียดการเก็บ การจ่ายไฟและการบริการของแบตเตอรี่จากคู่มือการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของโปรแกรมพีซีพลัส

2.3.1 เฟรม (FRAMES)

เฟรมและซับเฟรม (Frames and Subframes)

เฟรม เป็นโครงสร้างพื้นฐานของฐานความรู้ของพีซีพลัส (PC Plus knowledge base) ฐานความรู้แต่ละอันจะต้องมีเฟรมอย่างน้อยที่สุดหนึ่งเฟรม ซึ่งเรียกว่า เฟรมราก (root frame) และสามารถมีซับเฟรมหนึ่งเฟรมย่อยหรือมากกว่าก็ได้

เฟรม คือ การรวบรวมข้อมูล (information) โดยบางส่วนของข้อมูลอาจจะเป็นส่วนของปัญหาและบางส่วนของข้อมูลอาจจะเป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างและการดำเนินงาน เป็นต้น

เฟรมราก

เมื่อทำการสร้างฐานความรู้เป็นครั้งแรก พีซีพลัส จะถามข้อมูลพื้นฐานบางอย่าง เช่น ตัวแปร DOMAIN (ซึ่งจะปรากฏบริเวณส่วนบนสุดของจอภาพ), ชื่อของเฟรมราก, ทรานสเลชั่นของชื่อ เฟรม และเป้าหมาย (goal) ของเฟรม ถัดไป พีซีพลัสจะให้กำหนดพารามิเตอร์เป้าหมายแต่ละตัวที่ลิสต์เอาไว้ โดยกฎที่เกิดขึ้นก่อน, ตัวแปร, ฟังก์ชั่น, และ TEXTAGs จะแสดงไว้ในหน้าจอของเฟรมรากเท่านั้น

นอกจากนี้แล้ว หากต้องการทำการพัฒนา (development) ต่อ ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มกฎ (rules) และพารามิเตอร์เข้าไป หรืออาจจะเพิ่มคุณสมบัติของเฟรม, เพิ่มตัวแปร (variable), ฟังก์ชั่นที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นมาเอง, TEXTAGs หรือกฎที่เกิดขึ้นก่อนไปก็ได้

ซับเฟรม

หากฐานความรู้มีขนาดใหญ่และซับซ้อน ก็สามารถเพิ่มเฟรมเข้าไปอีกได้ ซึ่งเฟรมเหล่านี้ เรียกว่า เฟรมย่อย แต่ในการใช้เฟรมย่อยในฐานความรู้ มีข้อควรระวังที่จะต้องไม่เกิดขึ้นกับเฟรมใดเฟรมหนึ่งในฐานความรู้ ดังนี้

- Inheritance หรือการแอกเซสของเฟรมหนึ่งไปยังพารามิเตอร์ของเฟรมอื่น
- Instantiation หมายถึงการอ้างถึงเฟรมในระหว่างที่ทำการปรึกษา (consultation)

ข้อแนะนำในการสร้างเฟรมย่อย

-สร้างเฟรมย่อยเมื่อต้องการแบ่งข้อมูลในฐานความรู้ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้โครงสร้างชัดเจนยิ่งขึ้นและเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

- สร้างเฟรมย่อยเมื่อต้องการให้พีซีพลัสสามารถอ้างถึงเฟรมได้มากกว่าหนึ่งครั้ง
- สร้างเฟรมย่อย เมื่อพบวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาองค์ประกอบของมันเหมือนกับเป็นวัตถุ (objects)

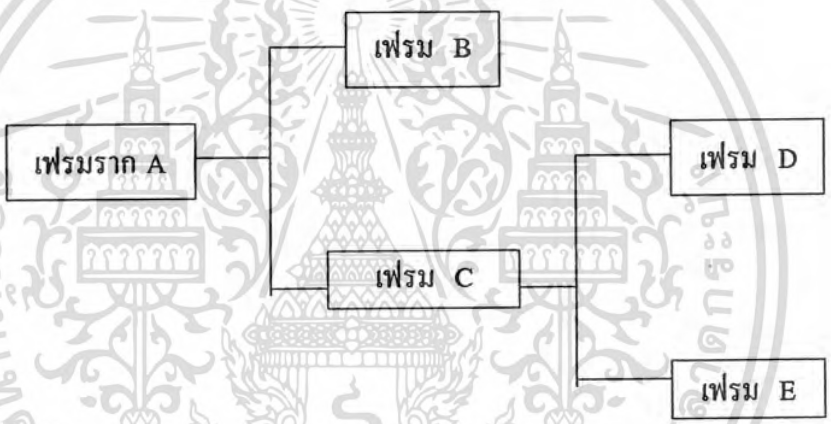
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟรมย่อยที่สร้างขึ้นมานี้ เรียกว่า ลูกของเฟรมราก (child of the root frame) ส่วน เฟรมรากก็จะเรียกว่าเป็น พ่อของเฟรมย่อย (parent of the subframe) เฟรมลูกจะมีคุณสมบัติ, พารามิเตอร์, กฎ และคุณลักษณะอื่นๆ เป็นของตนเอง

การสืบทอด(Inheritance) และขอบเขต

แนวความคิดเรื่อง เฟรมพ่อและเฟรมลูกนี้มีความสำคัญมาก เพราะเฟรมลูกสามารถใช้พารามิเตอร์ของเฟรมพ่อได้ แต่เฟรมพ่อไม่สามารถแอกเซสไปยังพารามิเตอร์ของเฟรมลูกได้ แต่ในทางตรงกันข้ามเฟรมสามารถแอกเซสกฎที่อยู่ในเฟรมที่สืบลงมาได้ (descendant frame)แต่ไม่สามารถแอกเซสกฎที่อยู่ในเฟรมที่อยู่เหนือได้ (ancestor frames)

เพื่อความเข้าใจจะแสดงภาพให้ดูดังรูป



รูปภาพที่ 2-7 แสดงภาพการจัดลำดับเฟรม

จากรูปพบว่า A เป็นเฟรมรากจึงไม่มีพ่อ A มีลูกสองเฟรม คือ B และ C ส่วนเฟรม D และ E เป็นเฟรมลูกของ C เฟรม B ไม่มีเฟรมลูก จากขอบเขตดังที่ได้อธิบายไปแล้วข้างต้น จะพบว่า

- เฟรม A สามารถแอกเซสพารามิเตอร์ในเฟรม A ได้และสามารถอ้างถึงกฎในเฟรม A, B, C, D, และ E ได้
- เฟรม B สามารถแอกเซสพารามิเตอร์ในเฟรม A และเฟรม B และสามารถอ้างถึงกฎในเฟรม B ได้
- เฟรม C สามารถแอกเซสพารามิเตอร์ในเฟรม A และ C และสามารถอ้างถึงกฎในเฟรม C, D และ E ได้
- เฟรม D สามารถแอกเซสพารามิเตอร์ในเฟรม D,C และ A และสามารถอ้างถึงกฎในเฟรม D ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เฟรม E สามารถแอกเซสพารามิเตอร์ในเฟรม E,C และ A และสามารถอ้างถึงกฎในเฟรม E ได้

การใช้ข้อมูลของเฟรมที่สืบทอดคุณสมบัติร่วมกัน(Bypassing Inheritance)

ถ้าต้องการใช้ข้อมูลร่วมกับเฟรมที่ไม่ได้อยู่ในแนวของการสืบทอดคุณสมบัติ (inheritance) สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้ :-

- ตัวแปร(Variables) คล้ายกับพารามิเตอร์ แต่ตัวแปรจะเป็นโกลบอลในฐานความรู้ทั้งหมด ข้อมูลของมันจะสามารถแอกเซสได้จากทุกเฟรมในฐานความรู้

- การจับคู่ฟังก์ชั่น(Mapping functions)สามารถแอกเซสและเคลื่อนย้ายข้อมูลข้ามเฟรมได้

- ACTIVE-VALUE เป็นคุณสมบัติที่ใช้ในการเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ในเฟรมที่ต่างกัน

- การใช้กลุ่มของพารามิเตอร์ร่วมกัน (shared parameter groups) เฟรมต่างกันสามารถใช้กลุ่มของพารามิเตอร์ร่วมกันได้

การอ้างถึงเฟรม(Instantiation)

การยกตัวอย่างจะอ้างถึงกระบวนการที่พีซีพลัส เข้าถึงเฟรมในระหว่างที่ทำการปรึกษา เฟรมที่ถูกสร้างขึ้นเมื่อทำการพัฒนาฐานความรู้นั้น จะเป็นสแตติก (static) มีการแสดงส่วนประกอบที่สำคัญๆของฐานความรู้ (กฎ และพารามิเตอร์) และโครงสร้าง แต่เมื่อพีซีพลัสอ้างถึง เฟรมในระหว่างที่ทำการปรึกษา เฟรมจะกลายเป็นไดนามิก การอ้างถึงเฟรมย่อยนั้นพีซีพลัสจะไม่ได้สร้างกระบวนการอ้างถึงเฟรมย่อยเอาไว้อย่างอัตโนมัติ ดังนั้นต้องทำการสร้างกระบวนการที่ใช้ในการอ้างถึงและควบคุมการอ้างถึงในฐานความรู้เอง สำหรับเฟรมที่สามารถอ้างถึงได้มากกว่าหนึ่งครั้งนั้น ก็สามารถใช้การจับคู่ฟังก์ชั่นเข้ามาทำงานร่วมกับคาด้าระหว่างที่มีการอ้างถึงหลายๆ ครั้ง

สาเหตุของการอ้างถึงเฟรม

พีซีพลัสจะอ้างถึงเฟรมรากเมื่อผู้ใช้เริ่มต้นปรึกษา และจะอ้างถึงเฟรมย่อย (โดยปกติจะเกิดขึ้นในกรณีของทำงานจากข้างหลัง(backward chaining)) เมื่อต้องการค่าที่ถูกเซ็ตโดยกฎในเฟรมย่อย หรือ เมื่อมันพบว่ากฎนั้นถูกต้อง และในถ้อยแถลง THEN ของกฎนั้น มีฟังก์ชัน CONSIDERFRAME อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 พารามิเตอร์และ TEXTAGS

พารามิเตอร์เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของพีซีพลัส ซึ่งคุณสมบัติต่างๆจะถูกนำมาใช้ร่วมกันกับการตัดสินใจของการทำงานที่มีอยู่ตลอดเวลา โดยพารามิเตอร์จะเป็นโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนของข้อมูลต่างๆซึ่งพีซีพลัสใช้เมื่อไปถึงจุดสิ้นสุดของงาน ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้พารามิเตอร์ที่ชื่อว่า อุณหภูมิ ชิ้นส่วนของข้อมูลก็จะเกี่ยวข้องกับอากาศ เป็นต้น

ชื่อของพารามิเตอร์ ถ้ามีมากกว่า 1 คำ ก็จะใช้เครื่องหมายยัติภังค์ "-" หรือ "_" เชื่อมคำเหล่านั้นเข้าด้วยกันเป็นคำเดียว เช่น INTERATE-RATE หรือ ENGINE_SIZE โดยชื่อต่างๆถ้าเป็นภาษาอังกฤษก็จะเก็บเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด แม้ว่าขณะพิมพ์ชื่อจะเป็นตัวพิมพ์เล็กก็ตาม

ชื่อในที่นี้อาจรวมหมายถึง ตัวเลขและสัญลักษณ์ต่างๆด้วย(เช่น # และ /) แต่จะมีข้อยกเว้นกรณีที่เมื่อรวมเข้ากันแล้วกลายเป็นตัวเลข เช่น 1.5E2 กลายเป็นสัญลักษณ์ของเอกซ์โปแนนเชียลเป็นต้น และชื่อที่ใช้จะต้องไม่ใช่คำยกเว้น(reserve word) ซึ่งเป็นคำที่ใช้เฉพาะงานอีกด้วย

พารามิเตอร์ประกอบไปด้วยคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้ คือ

- **TYPE**

TYPE เป็นการบอกชนิดของพารามิเตอร์ โดยจะมีผลต่อการดำเนินงานของพารามิเตอร์และหน้าจอ และเมื่อมีส่วน TYPE ก็จะต้องมีส่วน PROMPT อยู่ด้วยเสมอ โดย TYPE แบ่งออกเป็น 4 ชนิดดังนี้ คือ

- ASK-ALL

พารามิเตอร์ที่กำหนดชนิดเป็น ASK-ALL จะสามารถมีค่าที่ปรากฏเป็นค่าความแน่นอน ได้หลายค่า โดยจะต้องมีองค์ประกอบที่เป็น PROMPT และ EXPECT ด้วยทุกครั้ง ซึ่ง EXPECT จะทำหน้าที่ในการเก็บค่าต่างๆที่ต้องการมีไว้เพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกในการใช้งาน ASK-ALL ต่างกับMULTIVALUED ตรงที่สามารถกำหนดค่าได้มากกว่า 1 ค่าเป็นค่าความแน่นอน โดยอยู่ในรูปแบบของการรับค่า ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

การทำงานจะสามารถมี CERTAINTY-FACTOR-RANGE ซึ่งจะเก็บค่าได้ต่างๆกัน อาจเป็น FULL หรือ POSITIVE

- MULTIVALUED

คล้ายกับ ASK-ALL แต่จะมีข้อแตกต่างดังต่อไปนี้ คือ

ก) MULTIVALUED จะไม่มีคุณสมบัติที่เป็น EXPECT

ข) MULTIVALUED ไม่จำเป็นต้องใช้คุณสมบัติที่เป็น PROMPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) และถ้า MULTIVALUED มี PROMPT แล้ว พีซีพลัสจะแสดงค่าของพารามิเตอร์เพียง 1 ครั้งที่เวลาหนึ่งที่ผู้ใช้ต้องการขณะปรึกษาปัญหาเท่านั้น

MULTIVALUED จะไม่สามารถใช้ CERTAIN-FACTOR-RANGE ได้ และขณะที่กำหนดค่า MULTIVALUED ให้มีคุณสมบัติเป็น PROMPT จำเป็นจะต้องรวมคำว่า VALU ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายพิเศษในพีซีพลัสเข้าไปด้วย โดยการทำงานจะนำค่าที่อยู่ในกฎเข้าไปแทนที่ VALU ซึ่งอยู่ในประโยคที่สร้างไว้เวลาใช้งาน

การใช้ PROMPT ใน MULTIVALUED ควรระวังสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ผู้ใช้สามารถตอบรับเป็น ได้(yes) หรือ ไม่ได้(no) ได้
2. พีซีพลัสสามารถใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับ VALU ได้
3. การเขียน VALU ทุกครั้ง ต้องมีการเว้นช่องว่าง 1 ช่องเสมอ

ในกรณีภาษาอังกฤษ ถ้าต้องการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ปรากฏเป็นตัวพิมพ์เล็กด้วยจะต้องใส่เครื่องหมายอัญประกาศ " " เช่น "Car Repair" เป็นต้น

- SINGLEVALUED

จะปรากฏค่าเพียง 1 ค่าพร้อมกับ absolute certainty เท่านั้น แต่ค่าที่ปรากฏ อาจมีได้มากกว่า 1 ค่า ถ้าค่าความแน่นอนที่มีอยู่ น้อยกว่า 100 เนื่องจากสามารถกำหนดค่าความแน่นอน ให้กับค่าต่างๆได้

ใน EXPECT ของ SINGLEVALUED ยังแบ่งได้เป็นค่าต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

1. SINGLE-LINE-INPUT
   - รับค่าอินพุทได้เพียง 1 บรรทัด
2. MULTI-LINE-INPUT
   - รับค่าอินพุทได้หลายบรรทัด
3. INTEGER
   - แสดงผลเป็นตัวเลขที่เป็นค่าบวก(possitive) หรือค่าลบ(negative)
4. NUMBER
   - แสดงผลเป็นตัวเลขที่เป็นจำนวนจริงหรือจำนวนเต็มทั้งค่าบวกและค่าลบ
5. POSITIVE-NUMBER
   - แสดงผลเป็นตัวเลขที่เป็นจำนวนจริงหรือจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นค่าบวกหรือศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. User-defined

- เป็นการกำหนดค่าในกรณีอื่นๆ ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว

- YES/NO

จะแสดงค่าเป็นได้ทั้งตอบรับและปฏิเสธ โดยมีเงื่อนไขเป็นข้อกำหนดในการตัดสินใจและในภาษาอังกฤษคำต่อไปนี้ ได้แก่ are, did, do, does, had, has, have, is, shall, should, was, were, will, would จะสามารถใช้ได้ในกรณีพิเศษในการกำหนดค่าใน TRANSLATION เช่น กำหนดค่าใน TRANSLATION เป็น it is a car. พีซีพลัสจะทำการเปลี่ยนค่าให้ตอนแสดงผลเป็นประโยคคำถาม คือ Is it a car?

แต่ถ้ากำหนดคุณสมบัติให้เป็น PROMPT แต่ไม่ใช้คำภาษาอังกฤษที่ได้กำหนดเอาไว้พีซีพลัสจะสร้างวลี Is it true that นำหน้าประโยคภาษาอังกฤษที่เขียนไว้ใน TRANSLATION และเครื่องหมาย ! เมื่อนำไปไว้หน้าคำใด จะมีความหมายปฏิเสธคำๆนั้น

- **ACTIVE-VALUE**

เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบอกพีซีพลัสถึงการกระทำที่พิเศษ โดยการกระทำนั้นๆจะถูกสร้างอยู่ในสถานะ THEN ของกฎ เพื่อใช้ในหลายวัตถุประสงค์ เช่น

1) ใช้เปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์อื่น

2) ใช้เกี่ยวกับการสร้างเสียง

3) ใช้เกี่ยวกับการแสดงผลออกเป็นรูปภาพ

4) ใช้เพื่อแสดงการกระทำบางอย่างที่เกิดขึ้น เวลาเรียกฟังก์ชั่นของผู้ใช้ เช่น การเซ็ตค่าเก็บขณะใช้งาน โดยส่งค่ามาเก็บที่ค่าๆหนึ่งตลอดเวลา

โดยสถานะการทำงานมีลักษณะเดียวกับกฎการเดินหน้า(antecedent rule) คือจะสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ได้อยู่ภายใต้เงื่อนไขการสืบทอดกันเท่านั้น

- **ASK-FIRST**

เป็นพารามิเตอร์ที่มีคุณสมบัติในการบอกให้พีซีพลัสถามผู้ใช้ถึงค่าของพารามิเตอร์ ก่อนหน้าที่จะใช้กฎต่างๆในการกำหนดค่า ASK-FIRST จะต้องมีคุณสมบัติที่เป็น PROMPT อยู่ด้วยเสมอ

- **ASK-METHOD**

เป็นการควบคุมของฟังก์ชั่น METHOD ตลอดเวลาที่ PLAYBACK หรือ REVIEW ในกรณีที่ ฟังก์ชั่น METHOD เรียกไฟล์ในฐานข้อมูลและค่าของ ASK-METHOD เป็น YES แล้ว จะมีคำปรึกษากลับไปที่ตำแหน่งเก่าโดยที่จะไม่เกี่ยวข้องกับค่าอินพุทที่เข้ามาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **CERTAINTY-FACTOR-RANGE**

เป็นการกำหนดระดับความแน่นอนหรือความน่าจะเป็น โดยให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด ซึ่งมี 3 รูปแบบดังนี้ คือ

- FULL

เป็นการกำหนดช่วงความแน่นอนจาก YES ไปยัง NO

- POSITIVE

เป็นการกำหนดช่วงความแน่นอนจากตำแหน่งใดๆไปยัง NO

- UNKNOWN

เป็นการรวมการเลือกที่เป็นไปได้อื่นเข้าไว้ด้วยกัน

โดยค่า CERTAINTY-FACTOR-RANGE อาจมีความไม่แน่นอนได้ ถ้าเกิดกรณีต่างๆ ดังนี้

1. เป็นการคาดเดาเหตุการณ์ในอนาคต
2. เมื่อผู้ใช้ไม่ตั้งใจให้คำตอบ หรือไม่ทราบถึงคำตอบจริง
3. เมื่อผู้ใช้ต้องการทำเป็นอัตราของปริมาณ

ถ้าเลือก CERTAINTY-FACTOR-RANGE เป็น FULL หรือ POSITIVE จะมีการแสดงเป็นสเกลซึ่งประกอบด้วยกรอบสี่เหลี่ยมเล็กๆรวมอยู่ด้วย ขึ้นอยู่กับการเลือกค่าความแน่นอนของผู้ใช้ โดยที่พารามิเตอร์ YES/NO จะมี FULL, POSITIVE หรือ UNKNOWN ในขณะที่ ASK-ALL จะเป็น FULL หรือ POSITIVE เท่านั้น ส่วน MULTIVALUED จะไม่มีค่าความแน่นอน เว้นแต่จะเปลี่ยนเป็นพารามิเตอร์ YES/NO

- **DEFAULT**

จะทำหน้าที่สร้างค่าขึ้นมาเวลาผิดพลาดจากเงื่อนไขที่มีอยู่ ซึ่งเกิดจาก METHOD, ACTIVE-VALUE, กฎ และจากผู้ใช้

- **DICTIONARY**

เป็นรูปแบบที่กำหนดขึ้นมาเพื่อใช้อ้างถึงพารามิเตอร์ใน HOW และ REVIEW โดยจะทำงานตลอดเวลาที่ให้คำปรึกษา ซึ่ง HOW จะแสดงพารามิเตอร์ที่ค่าถูกกำหนดโดยความหมายอื่นนอกเหนือจากที่แสดงออกทางหน้าจอ ส่วน REVIEW จะแสดงพารามิเตอร์ต่างๆที่แสดงตลอดการให้คำปรึกษา เมื่อต้องการสร้าง DICTIONARY ต้องปรากฏค่าดังต่อไปนี้ด้วย คือ

- INTERNAL

พารามิเตอร์ที่ถูกละเลยจาก HOW จะปรากฏในรายการที่ถูกสร้างใน REVIEW

- PARAMETER-NAME

ชื่อพารามิเตอร์จะปรากฏในรายการถ้ามี TRANSLATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- TEXT

เป็นข้อความที่ปรากฏในรายการ โดยจะมีความยาวไม่เกิน 30 ตัวอักษร

- **EXPECT**

จะเป็นค่าที่ถูกสร้างไว้ใน SINGLEVALUED หรือ ASK-ALL ตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยอาจใส่ค่าไว้ใน OPTIONS ก็ได้ เช่น ปกติเขียนเป็น ดี พอใช้ ไม่ดี ก็อาจอ้างโดยรวมเป็น (การเรียน) โดยเมื่อใส่ค่าว่า ดีพอใช้ แย่มาก (การเรียน) ก็จะเท่ากับคำว่า ดีพอใช้ แย่มาก ดี พอใช้ ไม่ดี เป็นต้น

- **FORM-SPEC**

เป็นการสร้างระบบซึ่งข้อมูลที่ต้องการจะถูกรวมเข้ากับพารามิเตอร์ในรูปแบบของการนำเข้าของเฟรมที่เป็นค่า INITIALDATA โดยจะมีเพียง 1 พารามิเตอร์เท่านั้นที่มีคุณสมบัติพิเศษดังกล่าว คุณสมบัติของ FORM-SPEC จะเป็นรายการของตัวเลข 4-6 ตัว ซึ่งจะอยู่ที่ตำแหน่งนำเข้าของพารามิเตอร์ INITIALDATA โดยตัวเลขดังกล่าวจะประกอบด้วยค่าของ แถวของพรอมพ์, คอลัมน์ของพรอมพ์, แถวของค่าที่นำเข้า, คอลัมน์ของค่าที่นำเข้า, ความยาวของค่าที่นำเข้า และตัวเลขหน้า ซึ่งรูปแบบของหน้าจอโดยทั่วไปจะมี 20 แถว 78 คอลัมน์ ยกตัวอย่างเช่น

Parameter: ชื่อ

PROMPT: "Name(ชื่อ):"

FORM-SPEC: 4 10 4 16 30

TYPE: SINGLEVALUED

หมายความว่า พรอมพ์จะปรากฏที่ตำแหน่งบรรทัดที่ 4 คอลัมน์ที่ 10 และชื่อจะปรากฏที่ตำแหน่ง บรรทัดที่ 4 คอลัมน์ที่ 16 โดยชื่อมีได้ 30 ตัวอักษร

- **GHELP**

จะใช้เพื่อแสดงภาพขณะที่ผู้ใช้กด F1 เพื่อช่วยเหลือให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกและสามารถเข้าใจได้จากภาพ เช่น แสดงการเคลื่อนไหวของข้อต่อบานพับ เป็นต้น

- **GPROMPT**

จะใช้แสดงภาพเพื่อช่วยเหลือเวลาสร้างคำถาม และเพื่อให้เข้าคำถามและคำตอบได้รวดเร็วและง่ายขึ้น เนื่องด้วยคำถามและคำตอบบางอย่างไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดให้เข้าใจได้

- **HELP**

เป็นข้อความพิเศษที่สร้างเพื่ออธิบาย ณ ตำแหน่งที่พรอมพ์ปรากฏ เมื่อกด F1 ในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **META-RULES**

ใช้เพื่อบอกให้พีซีพลัสให้ทำงานที่ META-RULES ก่อนทำงานที่กฎทั่วไป โดย META-RULES จะทำงานแบบเริ่มต้นจากท้าย ขณะที่ทำงานลักษณะดังกล่าว พีซีพลัสจะทำรายการ พารามิเตอร์ผ่าน UPDATED-BY ซึ่งเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดค่าสำหรับพารามิเตอร์ META-RULES สามารถกำหนดลำดับของกฎได้ใหม่ใน UPDATED-BY โดยทำงานกับ UTILITY และ DOBEFORE

- **NO/YES**

เป็นการสร้างเพื่อควบคุมเหนือลำดับของ YES ของค่า NO ในการเลือกลำดับเพื่อใช้งานใน YES/NO พารามิเตอร์

- **METHOD**

เป็นการสร้างความหมายเพื่อจัดค่าพารามิเตอร์ให้กับฟังก์ชั่นของผู้ใช้ในฐานข้อมูลหรือกับฟังก์ชั่นที่มาจากภายนอก(external) พีซีพลัส

ค่าของ METHOD สามารถเป็นฟังก์ชั่นที่ส่งค่ากลับมาเป็นลำดับของศูนย์หรือค่าอื่นใดที่สัมพันธ์กับพารามิเตอร์และเป็นค่าที่อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ โดยถ้าฟังก์ชั่นนั้นไม่ส่งค่าลำดับของความไม่แน่นอนระบุมาเป็นคู่กับ DEFAULT แล้ว พีซีพลัสก็จะให้ค่าความแน่นอนเท่ากับ 100 แต่ถ้า METHOD เป็นค่าที่เกิดจากฟังก์ชั่นที่กำหนดขึ้นมาเอง ชนิดของฟังก์ชั่นนั้นก็จะเป็น EXPRESSION

- **PROMPT**

PROMPT จะเป็นสิ่งเดียวที่พารามิเตอร์ต้องการมากขณะที่พารามิเตอร์รับค่ามาจากผู้ใช้ โดยจะมีเงื่อนไขในการกำหนดพรอมพ์อยู่ 3 ประการ คือ

- กำหนดพรอมพ์เอง โดยใส่ค่าพรอมพ์เป็นข้อความ อาจจะมีเครื่องหมาย * อยู่ในข้อความได้ด้วย ซึ่งพีซีพลัสจะแทนที่ * ด้วยเฟรมของ SYNONYM หรือค่าของ IDENTIFIER
- พีซีพลัสสร้างพรอมพ์ให้เอง โดยใส่คำว่า YES
- ถ้าไม่ต้องการพารามิเตอร์ที่มีพรอมพ์ก็ให้กดคีย์ ENTER ผ่านไปได้

พารามิเตอร์ที่เป็น MULTIVALUED จะเป็นข้อยกเว้นที่ผู้สร้างจะต้องใส่ค่าพรอมพ์ด้วยตัวเอง ถ้ากำหนดพรอมพ์เป็น YES ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

- พรอมพ์ที่ปรากฏจะมีการตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของภาพกราฟิค
- พรอมพ์ควรจะเหมาะสมกับชนิดของพารามิเตอร์นั้น
- ควรจะใช้ให้ถูกว่าเมื่อใดจะเป็นแบบเอกพจน์(singular)หรือแบบพหูพจน์(plural)
- สามารถใช้พรอมพ์กับคำสั่ง ซึ่งจะทำให้อ่านได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RANGE

เป็นการกำหนดช่วงของพารามิเตอร์ที่เป็นตัวเลข(numeric) ซึ่งเป็น POSITIVE-NUMBER หรือ INTEGER ก็ได้ โดยเขียนค่าต่ำสุดก่อน แล้วจึงเว้นช่องว่าง 1 ช่อง ก่อนเขียนค่าสูงสุด เช่น กำหนดช่วงให้ 1 ปีมี 12 เดือน จะเขียนได้ว่า 1 12 หมายความว่าจำนวนเดือนมีตั้งแต่ 1 เดือน จนกระทั่งถึง 12 เดือน เป็นต้น ซึ่งจะมีคำเฉพาะ CONFIRM ใช้ตามหลังเพื่อระบุว่า เมื่อผู้ใช้ใส่ค่าไม่ตรงกับช่วงที่กำหนดไว้ จะมีการถามเพื่อยืนยันความต้องการของผู้ใช้ทุกครั้ง

- TRANSLATION

เป็นข้อความที่บรรยายถึงพารามิเตอร์นั้น โดยพีซีพลัสมีวัตถุประสงค์ในการใช้คุณสมบัติ TRANSLATION ดังต่อไปนี้ คือ

- เพื่ออ้างถึงพารามิเตอร์ขณะเคลื่อนย้ายกฎ
- เพื่อสร้าง PROMPT สำหรับพารามิเตอร์ ASK-ALL, YES/NO และ SINGLEVALUED ถ้า PROMPT มีค่าเป็น YES
- เพื่ออ้างถึงพารามิเตอร์ซึ่งตอบรับการทำงานไปยังคำสั่ง HOW, WHY หรือ REVIEW

พารามิเตอร์ประกอบด้วยคุณสมบัติภายในดังต่อไปนี้ คือ

- ANTECEDENT-IN

เป็นรายการซึ่งจัดตามลำดับกฎที่เกิดขึ้นก่อน โดยอ้างถึงพารามิเตอร์ใน IF

- CONTAINED-IN

เป็นรายการที่เป็นทั้งจัดตามลำดับกฎที่เกิดขึ้นก่อน และจัดตามลำดับกฎที่เกิดขึ้นมาที่หลัง โดยอ้างถึงพารามิเตอร์ใน THEN แต่จะไม่มีการกำหนดค่าไปยังพารามิเตอร์

- CONTAINED-IN-BY-THE-WAY

เป็นลำดับที่เป็นกฎที่เปลี่ยนแปลงไป โดยอ้างถึงพารามิเตอร์ที่อยู่ใน THEN แต่ไม่กำหนดค่าไปยังพารามิเตอร์

- UPDATED-BY

เป็นรายการของกฎที่เกิดขึ้นก่อน ซึ่งรวมค่าสำหรับพารามิเตอร์ใน THEN โดยพีซีพลัสจะพยายามทำกฎนั้นจนกว่าจะได้ค่าของพารามิเตอร์ที่ต้องการ

พารามิเตอร์ TYPE จะทำงานกับ UPDATED-BY ดังต่อไปนี้ คือ

- พารามิเตอร์ SINGLEVALUED หรือ YES/NO จะให้พีซีพลัสทดสอบกฎในรายการของ UPDATED-BY จนกระทั่งพีซีพลัสสามารถกำหนดค่าความแน่นอน หรือเรียกใช้กฎเพื่อทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MULTIVALUED ASK-ALL UPDATED-BY จะให้พีซีพลัสทดสอบทุกๆกฎในรายการ UPDATE-BY เป็นผู้ดำเนินกฎด้วยการอ้างถึงตัวเองหรือที่เรียกว่า SREFMARK ถ้าปรากฏคำว่า SREFMARK ใน UPDATED-BY ทุกๆกฎที่อยู่หลัง SREFMARK จะเป็นกฎที่อ้างถึงตัวเอง

- UPDATED-BY-THE-WAY

เป็นรายการ กฎที่ทำขึ้นมาก่อน ซึ่งแก้ไขพารามิเตอร์ใน THEN ซึ่งจะไม่เหมือนกับ UPDATED-BY ตรงที่ค่าของ UPDATED-BY-THE-WAY ไม่เป็นเหตุให้พีซีพลัสกระทำการใดๆกับกฎแต่พีซีพลัสจะกระทำการใดๆอยู่ภายในตัวมันเองเท่านั้น

- UPDATED-IN

เป็นรายการ กฎที่ทำขึ้นมาก่อน ของกฎที่เกิดขึ้นมาก่อน ซึ่งรวมค่าของพารามิเตอร์เข้าไปด้วย

- USED-BY

เป็นรายการของกฎที่เกิดขึ้นมาก่อน ซึ่งรวมพารามิเตอร์ใน IF

- USED-BY-THE-WAY

เป็นรายการกฎที่ทำขึ้นมาก่อน ซึ่งรวมพารามิเตอร์ใน IF

คุณสมบัติทั้ง 8 ข้อนี้ จะไม่สามารถแก้ไขหรือเพิ่มเติมเข้าไปใหม่ได้ และจะมองไม่เห็นตามปกติยกเว้นใช้คำสั่ง PRINT KB หรือ SYSTEM PROPERTES แสดงให้เห็น

- TEXTAGs

เป็นพารามิเตอร์ชนิดพิเศษ ซึ่งจะอนุญาตให้ใช้ชื่อสั้นๆสำหรับข้อความยาวๆ โดยสามารถใช้ชื่อนั้นตลอดเวลาเท่าที่จำเป็นโดยไม่กระทบกระเทือนข้อความที่มีอยู่ และสามารถใช้ในฐานข้อมูลได้มากกว่า 1 ครั้ง

การทำงานก็คือ เมื่อพบพารามิเตอร์ TEXTAG พารามิเตอร์นั้นจะถูกส่งไปเหมือนกับเป็นข้อความซึ่งจะทำงานในคุณสมบัติ TRANSLATION หรือ FILE โดยถ้าเป็น TRANSLATION ข้อความใน TRANSLATION จะร่วมกันกับ TEXTAG แต่ถ้าเป็น FILE ค่าของ TEXTAG จะมาจากไฟล์ซึ่งมีชื่อกำหนดมาให้แล้ว

ในการใช้ FILE จัดการกับหน่วยความจำโดยการแสดงข้อความบนคำสั่งนั้น ควรจะมีโครงสร้างไฟล์ที่เก็บชื่อของ TEXTAG และการส่งข้อความก็ควรทำดังต่อไปนี้ คือ

- ในการเขียนชื่อของ TEXTAG ต้องใช้พื้นที่ในไฟล์ 1 บรรทัด เขียนเครื่องหมายดอลล่าห์ ($) 1 ตัว เป็นจุดเริ่มต้นของข้อความแล้วตามด้วยชื่อของ TEXTAG ซึ่งในบรรทัดนี้จะใช้ทำงานอย่างอื่นไม่ได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการเขียนคำสั่งต้องใช้พื้นที่อีก 1 บรรทัด โดยเขียนเครื่องหมายโคลอน(:) 1 ตัว ตามด้วยชื่อคำสั่งและคำสั่ง ซึ่งในบรรทัดนี้ก็จะใช้ทำงานอย่างอื่นไม่ได้แล้วเช่นกัน

- บรรทัดอื่นๆจะใช้เขียนข้อความ ซึ่งสามารถพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ได้ รวมทั้งบรรทัดที่เป็นคำสั่งก็สามารถพิมพ์ออกมาได้ด้วย

- จะไม่สนใจบรรทัดที่ว่างไว้

พารามิเตอร์ TEXTAG มีสิ่งที่แตกต่างจากพารามิเตอร์อื่นดังต่อไปนี้ คือ

1. พารามิเตอร์ TEXTAG จะสามารถเรียกใช้งานได้จากทุกแห่งในเฟรม ซึ่งจะไม่ถูกจำกัดโดยกฎของการสืบทอด(rule of inheritance)

2. พารามิเตอร์ TEXTAG ไม่มีค่า นอกจากว่าใส่รวมเข้าไปใน FILE หรือ TRANSLATION

3. ตลอดเวลาที่ทำงาน จะต้องใส่พารามิเตอร์ TEXTAG โดยการเลือก TEXTAG จากรูทเฟรมของหน้าจอเฟรมแล้วใส่พารามิเตอร์อื่น โดยใช้ชื่อของกลุ่มพารามิเตอร์นั้น

4. เมื่อไม่ได้กำหนดพารามิเตอร์ในกฎ พีซีพลัสจะแสดงให้เห็นด้วยการกำหนดตัวเอง โดยจะต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ TEXTAG ก่อนหน้าที่จะใช้ในกฎอย่างไรก็ตามถ้าไม่ได้กำหนดพารามิเตอร์ TEXTAG กับฟังก์ชั่น TEXTNAME ในกฎ ARL พีซีพลัสก็จะสร้าง TEXTAG และแสดงในเห็นถึงคุณสมบัติ TRANSLATION ด้วย

2.3.3 การให้คำปรึกษาและการทดสอบ

เป็นการติดต่อกันระหว่างผู้ใช้กับพีซีพลัสและฐานความรู้ที่มีอยู่

การใช้เมาส์แบบ 3 ปุ่ม

- คลิกปุ่มซ้ายเป็นการเลือกตัวนั้น(หรือกดคีย์ ENTER)
- คลิกปุ่มกลางเพื่อออกจากการทำงาน(หรือกดคีย์ ESC)
- คลิกปุ่มขวาเป็นการกลับไปที่เมนูคำสั่ง(หรือกดคีย์ F2)
- คลิกปุ่มซ้ายและขวาพร้อมกันเป็นการขอความช่วยเหลือ(หรือกดคีย์ F1)

การใช้เมาส์แบบ 2 ปุ่ม

- คลิกปุ่มซ้ายเป็นการเลือกตัวนั้น
- คลิกปุ่มขวาเป็นการกลับไปที่เมนูคำสั่ง(หรือใช้ปุ่ม F2)
- คลิกปุ่มซ้ายและขวาพร้อมกันเพื่อออกจากการทำงาน(หรือกดคีย์ ESC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่งในการติดต่อ

- CONTINUE

เป็นการกลับเข้าไปทำงานหลังจากมีการขัดจังหวะการทำงานจากการเข้าไปทำงานอื่นชั่วคราว

- GET PLAYBACK FILE

เป็นการกลับไปทำงานที่การให้คำปรึกษาครั้งล่าสุดที่เก็บไว้ในคำสั่ง SAVE PLAYBACK FILE โดยคำสั่งนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ ถ้าต้องการพัฒนาฐานความรู้ในกรณีต่อไปนี้

- ทดสอบสถานะในฐานความรู้ โดยการเปลี่ยนการตอบสนองตั้งแต่ 1 ครั้งขึ้นไป ซึ่งสามารถเห็นได้ว่า ค่าอินพุทที่เข้ามาใหม่มีผลต่อผลลัพธ์ที่ได้อย่างไร
- ใช้การตอบสนองที่เป็นมาตราฐานในการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของฐานความรู้ โดยสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดจากการพัฒนาเพิ่มเติม อันเป็นผลให้เกิดการไหลของสถานะของฐานความรู้

ไฟล์ PLAYBACK จะเป็นการเก็บการตอบสนองฐานความรู้ที่เขียนเข้ามาจากคีย์บอร์ด และค่าที่เก็บเข้ามาจากภายนอก เช่น ฟังก์ชั่น dBASE ในพารามิเตอร์ METHOD หรือฟังก์ชั่น IMPORT ในฐานความรู้จะมีสิ่งต่อไปนี้ที่ทำงานใน GET PLAYBACK FILE คือ

1. ลักษณะเฟรมแบบ PROMPTEVER
2. ลักษณะเฟรมแบบ GPROMPTEVER
3. ตัวแปร $$TITLE

- HOW

เป็นคำสั่งที่อนุญาตให้ถามว่าค่าของพารามิเตอร์พีซีพลัสจบลงอย่างไร โดยคำสั่ง HOW จะแสดงพารามิเตอร์ให้เลือกเพื่อดูว่าพีซีพลัสกำหนดค่าให้อย่างไร

รายการพารามิเตอร์ที่ปรากฏให้เลือกจากคำสั่ง HOW มี 3 รูปแบบ คือ

1. เป็นรายละเอียดที่อยู่ใน DICTIONARY ของพารามิเตอร์นั้น(ถ้ามี)
2. เป็นชื่อพารามิเตอร์ ถ้าพารามิเตอร์มี DICTIONARY กับค่าของ PARAMETER-NAME หรือถ้าพารามิเตอร์ไม่มี DICTIONARY หรือ TRANSLATION
3. เป็นค่าของ TRANSLATION สำหรับทุกๆกรณี

แต่ถ้าพารามิเตอร์มี DICTIONARY กับค่าของ INTERNAL พารามิเตอร์นั้นก็จะไม่ปรากฏบนรายการ

- NEW START

เป็นการหยุดการให้คำปรึกษาโดยทันทีทันใดและเริ่มต้นการให้คำปรึกษาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PRINT CONCLUSIONS

เป็นการพิมพ์คำปรึกษา ซึ่งคำสั่งนี้จะทำงานได้เมื่อจบสิ้นการให้คำปรึกษาแล้ว โดยจะสามารถเขียนผลการปรึกษาทั้งหมดบนหน้าจอ เครื่องพิมพ์ หรือเก็บเป็นไฟล์ในเครื่องหรือในแผ่นเก็บข้อมูลก็ได้ โดยไฟล์ที่เก็บจะเป็น .REC

- QUIT

เป็นการหยุดการให้คำปรึกษาในทันทีทันใด

- REVIEW

เป็นคำสั่งที่อนุญาตให้แสดงการตอบสนองของค่าที่รับไปตลอดการปรึกษา และสามารถแก้ไขได้ตามต้องการ คำสั่งนี้จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์มาในการทดสอบฐานความรู้

หลังจากเลือกคำสั่ง REVIEW แล้ว จะปรากฏรายการพารามิเตอร์บนหน้าจอ ซึ่งพารามิเตอร์ที่ปรากฏ จะเป็นรายการพารามิเตอร์ที่เก็บเข้าไปก่อนหน้าจากการให้คำปรึกษา โดยพารามิเตอร์เหล่านั้นอาจเก็บโดย DICTIONARY หรือ TRANSLATION หรืออาจเก็บโดยชื่อของพารามิเตอร์เอง จากนั้นเลือกส่วนที่ต้องการเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็กดคีย์ CONTINUE เพื่อให้โปรแกรมทำงานต่อไป

- SAVE PLAYBACK FILE

เป็นคำสั่งที่ใช้เก็บการตอบสนองทุกอย่างของผู้ใช้ และค่าที่อยู่ในแหล่งข้อมูลภายนอกตลอดการให้คำปรึกษา ต่อมาก็สามารถขอดูสิ่งที่เก็บไว้ได้โดยคำสั่ง GET PLAYBACK FILE เพื่อนำข้อมูลที่เก็บไปกลับมาแสดงใหม่ โดยคำสั่งนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์ในการทดสอบฐานข้อมูลได้

แหล่งข้อมูลภายนอกที่เก็บอาจมาจากฟังก์ชั่น IMPORT ในรูปลักษณะเฟรม PREMISE หรือ READ-FROM-FILE ในพารามิเตอร์ METHOD ก็ได้

SAVE PLAYBACK FILE จะสร้างรายการซึ่งประกอบไปด้วย

1. ชื่อของพารามิเตอร์
2. การตอบสนองที่ได้รับตลอดการให้คำปรึกษา
3. ค่าความแน่นอนของพารามิเตอร์

- TRACE ON และ TRACE OFF

คำสั่ง TRACE เป็นคำสั่งที่ใช้ควบคุมลำดับการทำงานของสถานะที่เขียนเข้ามาตลอดการให้คำปรึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการทดสอบฐานความรู้และค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

การ TRACE จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ ON อยู่เท่านั้น และจะแสดงให้เห็นผ่านสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พีซีพลัสจะไม่ทำรายการ ถ้าพารามิเตอร์ไม่พร้อมที่จะมีอีกลักษณะหนึ่งเพิ่มเข้ามาอีก เช่น CERTAINTY-FACTOR-RANGE จะไม่ปรากฏบนรายการของที่ใช้ป้อนพารามิเตอร์ ถ้าพารามิเตอร์นั้นไม่พร้อมที่จะมี PROMPT

- BROWSE

เป็นคำสั่งที่อนุญาตให้ชี้ไปที่พารามิเตอร์และความสัมพันธ์ไปยังกฎและพารามิเตอร์อื่น ซึ่งจะปรากฏอยู่บนหน้าจอของเฟรม

รายการพารามิเตอร์ที่ปรากฏบนจอสี ถ้าพารามิเตอร์ที่เป็นเป้าหมายถูกเฟรมเลือกจะแสดงบนหน้าจอเป็นสีเขียว แต่ถ้าพารามิเตอร์นั้นเป็นของกลุ่มพารามิเตอร์ของเฟรมที่แตกต่างกัน พารามิเตอร์ก็จะปรากฏเป็นสีแดง

คำสั่ง BROWSE จะประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ

- สองบรรทัดแรกที่อยู่บนสุดจะเป็นเฟรมที่ถูกเลือกและพารามิเตอร์ที่ต้องการ
- คอลัมน์ทางซ้าย เป็นหัวข้อของกฎที่มามีผลกระทบกับพารามิเตอร์ที่เลือก โดยจะมีรายการของกฎที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของพารามิเตอร์นั้น ซึ่งแต่ละกฎก็จะมีเฟรมเท่าที่เกี่ยวข้องกับกฎปรากฏอยู่ด้วย โดยพารามิเตอร์ที่เลือกจะถูกเก็บไว้ใน THEN และรายการของทุกๆกฎที่เกี่ยวข้องที่มีพารามิเตอร์ที่ถูกเก็บไว้ใน IF พารามิเตอร์เหล่านี้จะเป็นตัวที่กำหนดค่าให้กับพารามิเตอร์ที่เลือก
- คอลัมน์ทางขวา เป็นหัวข้อของกฎที่พารามิเตอร์นั้นไปมีผลกระทบ โดยจะมีรายการของ กฎที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของพารามิเตอร์นั้น ซึ่งแต่ละกฎก็จะมีเฟรมเท่าที่เกี่ยวข้องกับกฎปรากฏอยู่ด้วย โดยพารามิเตอร์ที่เลือกจะถูกเก็บไว้ใน IF และรายการของทุกๆกฎที่เกี่ยวข้องที่มีพารามิเตอร์ที่ถูกเก็บไว้ใน THEN พารามิเตอร์เหล่านี้จะเป็นตัวที่ได้รับผลกระทบมาจากพารามิเตอร์ที่เลือก
- ส่วนที่เป็นบรรทัดของเอกสาร จะแสดงข้อมูลรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับพารามิเตอร์หรือกฎที่เคอร์เซอร์กระพริบอยู่ บรรทัดนี้จะแสดง TRANSLATION ของพารามิเตอร์หรือ DESCRIPTION ของกฎ แต่ถ้าไม่มี DESCRIPTION ก็จะแสดง EXPLANATION แทน แต่ถ้าพารามิเตอร์ที่เลือกนั้นไม่ได้ถูกอ้างอิงโดยกฎใดๆ ก็จะปรากฏข้อความ

Nothing associated with this parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งต่างๆ ที่ใช้ใน BROWSE

- MODIFY

จะปรากฏหน้าจอของพารามิเตอร์หรือกฎ ณ ตำแหน่งที่เคอร์เซอร์อยู่ก่อนที่จะเลือกคำสั่งนี้ โดยสามารถแก้ไขคุณสมบัติของพารามิเตอร์หรือกฎนี้ได้ เมื่อแก้ไขแล้วสองคอลัมน์ของหน้าจอจะถูกแก้ไขตามที่ได้เปลี่ยนแปลงไปแล้ว

- DISPLAY MODE

เป็นการข้ามไปยังคอลัมน์ที่ถูกเลือกระหว่างการแสดงทั้งกฎและพารามิเตอร์ และแสดงพารามิเตอร์เพียงอย่างเดียว

- END BROWSE

เป็นคำสั่งที่ให้กลับไปที่หน้าจอของเฟรม โดยถ้าเลือกคำสั่ง TREE ON เคอร์เซอร์จะอยู่บนเฟรมที่เก็บอยู่ในพารามิเตอร์ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตอนเลือกเข้ามาใน BROWSE

- QUIT

กลับไปยังหน้าจอปกติที่ทำงานตอนเริ่มแรก

- CHANGE DIRECTORY

เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงไดเรกทอรี่ ซึ่งคำสั่งนี้ใช้เพื่อรองรับการทำงานกับฐานข้อมูลอื่นหรือไฟล์อื่นที่อยู่นอกไดเรกทอรี่

- COPY

เป็นการนำค่าของกฎหรือพารามิเตอร์ไปใช้ร่วมกับตัวอื่น โดยจะทำได้ทั้งที่เป็นหน้าจอของพารามิเตอร์หรือหน้าจอของกฎ

นอกจากนี้แทนที่จะต้องพิมพ์ชื่อพารามิเตอร์ ณ ตำแหน่งนั้น ก็สามารถใช้ปุ่ม F3 ในการเลือกกลุ่มพารามิเตอร์ และเลือกพารามิเตอร์จากรายการที่ปรากฏ จากนั้นแก้ไขฐานความรู้ด้วยคำสั่ง Edit ดังที่จะได้กล่าวต่อไป ก่อนการก๊อปปี้ก็ได้

คำสั่ง COPY ยังสามารถใช้ร่วมกับคำสั่ง ADD ได้ คือ เมื่อต้องการ ADD กฎใหม่ จะมีการถามว่า จะป้อนข้อมูลอะไรให้ IF ตรงจุดนี้ สามารถใช้คำสั่ง COPY ค่าข้อมูลจากกฎตัวอื่น หรือจากที่อื่นเข้ามายังกฎใหม่ที่กำลังสร้างอยู่ได้

- DISPLAY FILE

เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อแสดงไฟล์ของดอสในรูปแบบของรหัสแอสกี้ โดยเมื่อใช้คำสั่งนี้ พีซีพลัสจะให้ป้อนชื่อของไฟล์ที่ต้องการให้แสดงบนหน้าจอ

- ERASE

เป็นคำสั่งที่ใช้ลบส่วนที่ไม่ต้องการออกจากฐานข้อมูล ซึ่งจะทำงานได้บนหน้าจอเกือบทั้งหมดแต่จะมีเพียงกฎเท่านั้นที่ใช้คำสั่งนี้แล้วไม่มีผลกระทบกับตัวอื่น ๆ แต่จะไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทำกับกลุ่มของกฎได้ ถ้ายังมีกฎหรือพารามิเตอร์เก็บอยู่ และในเฟรมก็เช่นกันต้องลบพารามิเตอร์ กฎ หรือโครงสร้างอื่นใดในกฎเสียก่อน จึงจะลบเฟรมออกได้ รวมทั้งการลบพารามิเตอร์ก็เช่นกัน จะต้องทำการลบหรือแก้ไขกฎทุกๆ ตัวที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์นั้นออกเสียก่อน

โดยขณะที่ลบพารามิเตอร์นั้น พีซีพลัสจะเตือนให้ระวังถ้าการลบนั้นมีผลกระทบต่อคุณสมบัติอื่นใดที่เกี่ยวข้อง เช่นถ้าลบ PROMPT ของพารามิเตอร์กับ EXPECT พีซีพลัสจะเตือนว่าไม่ถูกต้องหรือมีการสูญหายของข้อมูลที่จำเป็น

- EXIT

เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการจบการทำงาน และกลับไปยังดอส โดยก่อนที่จะออกจากการทำงานทุกครั้ง ถ้ายังไม่มีการเก็บข้อมูลพีซีพลัสจะถามว่า ต้องการเก็บข้อมูลหรือไม่ ถ้าต้องการเก็บ จะเก็บได้ 2 แบบ ดังนี้ คือ

- SOURCE

เป็นการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ โดยข้อความที่เก็บจะเป็นมาตรฐานทั่วไป

- FAST LOAD

เป็นการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์แบบการทำงานเร็วของ LISP ซึ่งจะใช้เวลาในการเก็บนานกว่าการเก็บในรูปแบบการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ และข้อมูลก็มากกว่าอีกด้วย

- FIND

เป็นการค้นหาไปยังฐานข้อมูลโดยตรง โดยพีซีพลัสจะถามถึงฐานข้อมูลที่ต้องการค้นหา เมื่อป้อนชื่อของกฎ พารามิเตอร์ ตัวแปร ฟังก์ชั่นที่ผู้ใช้กำหนด หรือพารามิเตอร์แบบ TEXTAG พีซีพลัสก็จะไปยังหน้าจอของชื่อนั้นโดยตรงทันที

- HELP OFF

เป็นคำสั่งที่ใช้เคลื่อนย้ายการช่วยเหลือของพีซีพลัสออกไปจากหน่วยความจำ โดยทำให้พื้นที่ของหน่วยความจำว่างลง เป็นผลให้พีซีพลัสสามารถทำงานได้เร็วยิ่งขึ้น

- HELP ON

เป็นคำสั่งที่ใช้เคลื่อนย้ายการช่วยเหลือของพีซีพลัสเข้าไปในหน่วยความจำ ซึ่งเป็นคำสั่งที่ทำงานตรงข้ามกับ HELP OFF

- INVOKE DOS

ขณะที่ทำงานร่วมกันอยู่กับพีซีพลัส อาจจะต้องการออกไปยังดอส และขณะเดียวกันก็ต้องการกลับเข้ามาได้ด้วย สามารถใช้ INVOKE DOS ในการออกจากพีซีพลัส และเมื่อต้องการกลับจากดอสเข้ามาทำงานดังเดิมอย่างรวดเร็วก็ให้ใช้คำสั่งออก (exit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เมื่อโปรแกรมเรียก INVOKE DOS แล้ว จะต้องไม่มีการลบไฟล์ใดๆซึ่งพีซีพลัสกำลังใช้งานอยู่ และเมื่อพีซีพลัสกำลังเขียนบางสิ่งส่งไปยังโปรแกรมที่ทำการลบไฟล์ตัวหนึ่งที่มีอยู่ ซึ่งจะทำลายข้อมูลหรือโครงสร้าง ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้ขณะออกจะต้องไม่ถูกซ่อนอยู่ในหน่วยความจำซึ่งมันเป็นจุดสิ้นสุดของโปรแกรมหรือต้องการหน่วยความจำมากเกินความจำเป็น และถ้าต้องการทำงานแบบโปรแกรมจะต้องทำงานก่อนกลับเข้ามายังพีซีพลัส หรือพูดอีกอย่างหนึ่งได้ว่าไม่สามารถกลับเข้ามายังพีซีพลัสได้ จนกว่าโปรแกรมจะเรียกทำงาน(execute)

ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังในการทำงานกับโปรแกรมเมื่อถึงจุดจบของหน่วยความจำ หรือจุดจบนั้นใหญ่เกินกว่าที่จะเก็บในหน่วยความจำ เพราะถ้าไม่ระวังอย่างเพียงพอ จะเกิดการสูญหาย

- **LISP**

เป็นคำสั่งที่ให้ออกจากการทำงานที่หน้าจอปกติและเข้าไปทำงานใน Lisp แทน ซึ่งคำสั่งนี้สามารถแก้ไขฐานข้อมูลหรือพัฒนาและทดสอบหน้าที่ของผู้ใช้

เมื่ออยู่ใน Lisp แล้วต้องการกลับไปที่พีซีพลัสให้เขียนคำสั่งว่า (continue) และถ้าต้องการออกไปยังดอสให้ใช้คำสั่งออก(exit)

- **LISP EDIT**

เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อแก้ไขรูปแบบของ Lisp ของกฎในสถานะ IF และ THEN ซึ่งกฎนั้นอาจเป็นกฎธรรมดาหรือ meta-rule ก็ได้

โดยเมื่อใช้คำสั่งนี้ ส่วนที่เลือกจะปรากฏเป็นรูปแบบ Lisp แต่ถ้ากด ESC ก็จะกลับมาที่รูปแบบ ARL

- **LOAD**

เป็นคำสั่งที่ใช้เรียกฟังก์ชั่นต่างๆของผู้ใช้จากแหล่งที่มีไฟล์ โดยการรวมเข้าไปในฐานข้อมูลโดยพีซีพลัสจะแสดงรายการของไฟล์ซึ่งบรรจุอยู่ในฐานข้อมูลเป็น .FNC เมื่อเลือกไฟล์แล้ว พีซีพลัสจะเรียกฟังก์ชั่นมาจากหน่วยความจำ จากนั้นฟังก์ชั่นนั้นก็กลายเป็นส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลไปโดยปริยาย

- **LOAD ALL**

เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อเรียกไฟล์ที่มีอยู่ทุกไฟล์มารวมกับฐานข้อมูลในหน่วยความจำ

- **MODIFY**

เป็นคำสั่งที่ใช้แก้ไขเปลี่ยนแปลงค่าคุณลักษณะต่างๆที่เก็บไว้ เมื่อแก้ไขแล้ว ถ้าแน่ใจว่า ต้องการแก้ไขข้อมูลจริงให้ใช้คำสั่ง ENTER แต่ถ้าไม่ต้องการแก้ไขให้ยกเลิกด้วยคำสั่ง ESC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MOVE

เป็นคำสั่งที่สามารถดัดแปลงแก้ไขลำดับความสำคัญของเฟรม โดยการเคลื่อนย้ายพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มพารามิเตอร์ และเคลื่อนย้ายกฎจากกลุ่มของกฎ

- NEW KB

เป็นคำสั่งที่ย้ายกลับมายังฐานความรู้อื่น เพื่อเลือกการทำงานอื่นต่อไปขณะที่ทำงานอยู่กับพีซีพลัส

- PARAMETERS

เป็นคำสั่งที่สามาถไปยังหน้าจอของพารามิเตอร์ที่ถูกเก็บอยู่ในกฎที่เลือกใช้งานอยู่ โดยที่หน้าจอพารามิเตอร์ เมื่อย้ายไปแล้วก็สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตามต้องการ และกลับมาทำงานที่กฎดังเดิมด้วยคำสั่ง RULE ที่จะกล่าวถึงต่อไป

จากนั้นเลือกปลายทางที่ต้องการให้แสดงข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. An existing file

รวมรายการที่ได้กับรายการที่มีอยู่เดิม โดยเลือกจาก .LKB

2. Screen

แสดงรายการออกทางหน้าจอ

3. Printer

แสดงรายการออกบนเครื่องพิมพ์

4. New file name

เก็บรายการที่เลือกเป็นไฟล์ในรูปแบบ .LKB

นอกจากนี้ยังเลือกได้อีกว่าจะแสดงออกมาในรูปแบบใด ภาษาอังกฤษ, ARL หรือเป็น Lisp โดยพีซีพลัสจะจัดการเปลี่ยนให้ทั้งหมด

- QUIT

เป็นคำสั่งที่ขัดจังหวะการทำงานหรือหยุดการทำงานกับฐานข้อมูล ซึ่งใช้ได้ในหลายๆกรณี

- RENAME

เป็นคำสั่งที่ใช้เปลี่ยนชื่อเฟรมหรือพารามิเตอร์ เมื่อใช้คำสั่งนี้พีซีพลัสจะแก้ไขฐานข้อมูลและเปลี่ยนชื่อเป็นชื่อใหม่ โดยจะเปลี่ยนชื่อในทุกตำแหน่งที่มีชื่อนี้อยู่เดิม

- RULES

เป็นคำสั่งที่ไปยังหน้าจอของกฎโดยตรง เมื่อย้ายไปแล้วก็สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตามต้องการ และกลับมาทำงานที่พารามิเตอร์ดังเดิมด้วยคำสั่ง PARAMETER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SAVE KB

เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้กระทำไปแล้ว อาจจะเป็นชื่อเดิม หรือชื่อที่ตั้งขึ้นมาใหม่ จะเก็บเป็น SOURCE หรือ FAST-LOAD

- SYSTEM PROPERTIES

เป็นคำสั่งที่ใช้แสดงคุณสมบัติของระบบ ซึ่งเป็นกฎพิเศษที่รวมอยู่ในพารามิเตอร์

- TRANSLATE

เป็นการอธิบายการทำงานของกฎด้วยภาษาอังกฤษ

- TREE OFF

เป็นคำสั่งที่ปิดการทำงานของเฟรมในการแสดงกราฟิคเป็นรูปแบบแผนภูมิต้นไม้ กลับไปสู่ภาวะตัวหนังสือปกติ

- TREE ON

เป็นคำสั่งที่สร้างกราฟิครูปต้นไม้ โดยสามารถใช้คีย์ลูกศรเลื่อนในการเลือกใช้การทำงาน ซึ่งสามารถทำงานได้เหมือนกับสภาวะปกติทุกประการ

- VIEW DIRECTORY

เป็นคำสั่งที่ใช้แสดงไฟล์ในไดเรกทอรี่ ซึ่งสามารถแสดงให้ดูได้เหมือนทำงานอยู่ในดอส และใช้คำสั่งเหมือนในดอสด้วย

- Formatting commands

เป็นคำสั่งที่ใช้เมื่อไม่ต้องการรูปแบบข้อความที่สร้างขึ้นมาหลากหลายคุณสมบัติหลากหลายกฎ แต่ต้องการรวมเป็นรูปแบบพิเศษอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้ผู้ใช้อ่านได้ง่ายและเข้าใจยิ่งขึ้น โดยมีรูปแบบคำสั่งดังนี้ คือ

- :LINE[n]

เป็นการเริ่มบรรทัดใหม่ โดยถ้าตามด้วยตัวเลขจะเป็นการกำหนดตัวเลขของบรรทัด ซึ่งจะพยายามหลีกเลี่ยงการหยุดการทำงานของคำที่จบบรรทัด

- :TAB[n]

เป็นการเคลื่อนย้ายไปยัง tab ที่อยู่ถัดไป คือขยับไปทีละ 8 ตัวอักษร โดยนับตั้งแต่หน้าจอด้านซ้าย จำนวน tab ก็จะขึ้นอยู่กับการป้อนค่าให้กับคำสั่งนี้

- :LEFT n

กำหนดด้านซ้ายของข้อความ โดยเป็นตัวเลขระหว่าง 0 ถึงจำนวนตัวเลขของคอลัมน์ด้านขวาของหน้าต่างที่ต้องการแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- :RIGHT n

กำหนดด้านขวาของข้อความ โดยเป็นตัวเลขระหว่างตัวเลขด้านซ้ายของข้อความจนถึงจำนวนตัวเลขของคอลัมน์ด้านขวาของหน้าต่างที่ต้องการแสดง

- :ROW n

เป็นการใช้รวมอยู่ในฟังก์ชั่น PRINT โดยบอกถึงข้อความที่ต้องการพิมพ์ว่ามีจำนวนบรรทัดเท่าไหร่ ระหว่าง 0 ถึง 20

- :HOLD/CLEAR

ใช้รวมอยู่ในฟังก์ชั่น PRINT เช่นกัน โดยใช้ลบข้อความที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอ

- :GCLEAR

เมื่อรวมอยู่ในฟังก์ชั่น PRINT จะหมายถึงลบรูปภาพกราฟิคที่แสดงอยู่ออกจากหน้าจอออกไป

- :ATTR(list of attribute)

เป็นการเปลี่ยนข้อความที่ตามหลังคำสั่งนี้ จนกว่าจะมีการเซ็ตค่าตัวใหม่เพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นแบบอื่นต่อไปอีก โดยมีลักษณะเป็นสีของหน้าจอ แสงกระพริบ และข้อความที่เป็นแถบสี ตัวอย่างของ :ATTR มีดังต่อไปนี้ คือ BLACK, BLUE, RED, MAGENTA, GREEN, CYAN, YELLOW, WHITE, REVERSE, UNDERLINE และ BLINK

2.3.5 ผู้ใช้และฟังก์ชั่น Lisp

ฟังก์ชั่นที่เขียนใน Lisp จะมีได้ทั้งฟังก์ชั่นแบบ user-defined หรือฟังก์ชั่นแบบ user-written ซึ่งจะต้องแยกความแตกต่างออกให้ได้ว่าชนิดไหนเป็นอย่างไร

user-defined จะใช้สร้างร่วมกับพีซีพลัสขณะทำงาน โดยจะเป็นการกำหนดค่าตัวมันไปยังพีซีพลัส ซึ่งจะมีหน้าที่ดังต่อไปนี้ คือ

- รวมอยู่ในรายการหน้าที่ของพีซีพลัส
- เป็นการทำงานกับ LISP
- ใช้รวบรวมค่าสำหรับ TRANSLATION, TYPE, TEMPLATE และ SOURCE
- ถูกเรียกเป็นส่วนหนึ่งของฐานข้อมูล
- สามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้ขณะใช้งานพีซีพลัส
- จะมีการเก็บค่าฐานความรู้ตลอดการปฏิบัติงาน

user-written จะใช้สร้างร่วมกับพีซีพลัสขณะทำงาน โดยจะเป็นการกำหนดค่าตัวมันไปยังพีซีพลัส ซึ่งจะมีหน้าที่ดังต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่รวมอยู่ในรายการหน้าที่ของพีซีพลัส
- กลายเป็นโครงสร้างของ LISP
- ไม่ใช้รวบรวมค่าสำหรับ TRANSLATION, TYPE, TEMPLATE และ SOURCE
- ถูกเรียกจากไฟล์ kb-name.CST และไฟล์ CUSTOM.PC
- ไม่สามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้ขณะใช้งานพีซีพลัส
- จะไม่มีการเก็บค่าฐานความรู้ตลอดการปฏิบัติงาน

การเปรียบเทียบระหว่างฟังก์ชั่น user-defined กับฟังก์ชั่น user-written มีข้อดี ดังต่อไปนี้

- ไม่ต้องสร้างค่าสำหรับ TRANSLATION, TYPE, TEMPLATE และ SOURCE
- ไม่ต้องสนใจคุณสมบัติบางอย่างในเฟรม โดยเฉพาะ SOURCE ในการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำ
- ขนาดใหญ่ เป็นฟังก์ชั่นที่สมบูรณ์และจัดการได้ง่ายขึ้น
- ฐานความรู้ที่เก็บไว้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงชื่อที่เก็บเป็น .CST หรือที่เก็บเป็นไฟล์ CUSTOM.PC โดยไม่ต้องถูกแก้ไขเป็นสิ่งอื่น หรือไฟล์ .FSL สำหรับการเรียกข้อมูลที่รวดเร็วกว่า

การเปรียบเทียบระหว่างฟังก์ชั่น user-defined กับฟังก์ชั่น user-written มีข้อเสีย ดังต่อไปนี้ คือ

- ไม่สามารถใช้ตัวแก้ไขของพีซีพลัสในการแก้ไขรหัส
- เมื่อเรียกฟังก์ชั่นที่เป็นส่วนประกอบของฐานข้อมูล จะไม่ต้องใช้รูปแบบการเรียกพิเศษ เช่น (E argument)
- ฟังก์ชั่นที่เรียกจะปรากฏในคำสั่ง WHY และในรายการฐานข้อมูลที่ไม่มีการเตรียมรูปแบบที่มีคำอธิบายมากเพียงพอ
- พีซีพลัสมีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ไม่สามารถการป้องกันการผิดพลาดในการใช้งาน
- พีซีพลัสพัฒนาอุปกรณ์ที่ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับพารามิเตอร์หรือส่วนประกอบของฐานข้อมูลอื่นที่ใช้ในฟังก์ชั่นที่เรียก และไม่สามารถแน่ใจได้ว่าคำแนะนำเหล่านั้นจะเพียงพอกับส่วนประกอบจำนวนมากเหล่านั้นหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการหนึ่งที่จะสามารถลดข้อเสียของกรณีที่กล่าวไปแล้วได้ก็คือ ไม่ใช้ตัวแปลงรหัสของพีซีพลัสในการแก้ไขรหัส โดยการสร้างฟังก์ชั่นที่เป็น user-defined ขนาดเล็ก ซึ่งฟังก์ชั่นนั้นก็จะสร้างการเคลื่อนย้ายการทำงานไปยังฟังก์ชั่น user-written ได้ใหญ่และสมบูรณ์มากขึ้น

คุณลักษณะที่ใช้ในฟังก์ชั่น user-defined

- TEMPLATE

เป็นการบรรยายลักษณะชนิดของตัวสนับสนุน ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่ใช้คาดหวังการช่วยเหลือพีซีพลัสเพื่อให้มั่นใจได้ว่าส่วนประกอบของฐานข้อมูลได้ถูกแนะนำอยู่ในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

TEMPLATE ใช้เพื่อบอกพีซีพลัสว่าตัวสนับสนุนซึ่งใช้คาดหวังจะอยู่ในรายการและลำดับที่เป็นอยู่ ซึ่งสามารถรวมตัวสนับสนุนดังกล่าวเข้าไปในฟังก์ชั่น โดยตัวที่ใช้สนับสนุนจะมีดังต่อไปนี้ คือ

1. FRAME คือ ค่าของตัวแปรที่ใช้งานเป็นเฟรม
2. PARM คือ พารามิเตอร์
3. PARMS คือ รายการของพารามิเตอร์
4. TEXT คือ ข้อความที่เป็นสตริง
5. VALU คือ ค่าๆหนึ่ง
6. VALUS คือ อาจเป็นรายการของสิ่งๆหนึ่งหรือค่าความแน่นอนเป็นคู่
7. IGNORE คือ คำพิเศษที่ใช้เพื่อบอกพีซีพลัสให้ยกเลิกตัวสนับสนุนในฟังก์ชั่นที่เรียกโดย IGNORE จะแตกต่างจากตัวสนับสนุนตัวอื่นที่พีซีพลัสไม่ต้องการหรือใช้ตัวสนับสนุนนี้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในฐานข้อมูล
8. CF คือ ค่าความแน่นอนที่เป็นตัวเลขในช่วง -100 ถึง 100
9. TALLY คือ ตัวแปรที่เป็น global ซึ่งเป็นค่าความแน่นอนที่เข้าร่วมกับ IF ของกฎ โดย TALLY จะใช้ได้กับฟังก์ชั่นซึ่งถูกใช้โดยกฎนั้นเพียงอย่างเดียว และจะต้องส่งค่า TALLY เหมือนกับตัวสนับสนุนไปยังฟังก์ชั่น ซึ่งค่านั้นจะถูกผ่านไปยังฟังก์ชั่นที่เป็นค่าความแน่นอนรวมอยู่กับ IF ของกฎเมื่อกฎนั้นทำงาน ค่าความแน่นอนมักจะอยู่ในช่วง 21 ถึง 100

- TRANSLATION

เป็นการบรรยายถึงลักษณะของฟังก์ชั่นที่ใช้ในการอ้างถึงคำสั่ง WHY และใช้ในการแสดงข้อความของฐานข้อมูล

TRANSLATION จะมีในพีซีพลัสเพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายไปยังฟังก์ชั่นที่เรียกโดยงานดังกล่าว ใช้เมื่อมีคำสั่ง WHY หรือในการแสดงรายการฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับTRANSLATIONสามารถใช้การป้อนค่าข้อมูลซึ่งอธิบายฟังก์ชั่นหรือมีพีซีพลัสเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังค่า TEMPLATE ซึ่งสามารถรวม 2 วิธีนี้เข้าด้วยกัน โดยป้อนข้อความดังกล่าวจากส่วนของค่า TRANSLATION และมีพีซีพลัสส่วนที่เหลืออยู่จากส่วนนั้นในค่า TEMPLATE

ค่าของ TRANSLATION สามารถรวมได้กับค่าต่อไปนี้ คือ

- Text

ถ้ามีการป้อนข้อความ พีซีพลัสจะเคลื่อนย้ายข้อความนั้นตามตัวอักษร

- (n)

พีซีพลัสจะใช้ค่า TRANSLATION ของ n ซึ่งเป็นส่วนย่อยๆส่วนหนึ่งของค่า TEMPLATE

- (-n)

พีซีพลัสจะปฏิเสธการใช้ค่า TRANSLATION ของ n ซึ่งเป็นส่วนย่อยๆส่วนหนึ่งของค่า TEMPLATE

- (%n)

พีซีพลัสจะใช้ชื่อของตัวสนับสนุน เช่น ชื่อพารามิเตอร์ ที่อาจจะเป็นของ n ซึ่งเป็นส่วนย่อยๆส่วนหนึ่งของค่า TEMPLATE

- (%-n)

พีซีพลัสจะใช้รูปแบบที่ตรงกันข้ามกับชื่อของตัวสนับสนุนของ n ซึ่งเป็นส่วนย่อยๆส่วนหนึ่งของค่า TEMPLATE

- TYPE

เป็นการกำหนดการใช้ของฟังก์ชั่นเหมือนกับเป็นการทดสอบฟังก์ชั่นนั้นใน IF ยกตัวอย่างเช่น การช่วยเหลือด้วยการแสดงข้อผิดพลาดในการใช้งานตลอดการสร้างกฎ เป็นต้น

TYPE ของฟังก์ชั่นจะประกอบด้วยค่าต่างๆที่เป็นไปได้ดังต่อไปนี้

- PREMISE

ฟังก์ชั่น user-difined ซึ่งค่า TYPE เป็นค่า PREMISE ปรากฏอยู่ในหลักฐานใน IF ของกฎ ฟังก์ชั่นจะทดสอบเงื่อนไขและถ้าพบเงื่อนไขจะส่งคำว่าถูกต้องและค่าความแน่นอนกลับไป

- ACTION

ฟังก์ชั่น user-difined ซึ่งค่า TYPE เป็นค่า ACTION ปรากฏอยู่เป็นการกระทำใน THEN ของกฎ ฟังก์ชั่นจะปฏิบัติการกระทำนั้นและจะไม่มีการส่งค่ากลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EXPRESSION

ฟังก์ชั่น user-difined ซึ่งค่า TYPE ถูกใช้โดยฟังก์ชั่นอื่นไม่ว่าจะเป็นหลักฐาน หรือ การกระทำของกฎ โดยฟังก์ชั่นจะต้องส่งค่ากลับ

- SOURCE

SOURCE ของฟังก์ชั่นเป็นการประกอบกันของรหัสซึ่งกำหนดในฟังก์ชั่น ซึ่ง SOURCE จะต้องถูกเขียนลงใน Lisp

การสร้างฟังก์ชั่น user-written

ฟังก์ชั่น user-written จะเป็นสิ่งหนึ่งที่สร้างอยู่ภายนอกพีซีพลัสและไม่ทำการกำหนดไปยังพีซีพลัส ฟังก์ชั่น user-written จะไม่ต้องการรวม TRANSLATION, TYPE, TEMPLATE และ SOURCE เหมือนกับฟังก์ชั่น user-defined

การกำหนดฟังก์ชั่นใน user-written จะมีอยู่ 2 แบบ คือ kb-name.CST และ CUSTOM.PC โดยมีสิ่งที่แตกต่างดังนี้

- กำหนดฟังก์ชั่นอยู่ในไฟล์ kb-name.CST ถ้าใช้ฟังก์ชั่นในฐานข้อมูลเฉพาะฟังก์ชั่นนั้นฟังก์ชั่นเดียว
- กำหนดฟังก์ชั่นอยู่ในไฟล์ CUSTOM.PC ถ้าต้องการฟังก์ชั่นที่มีค่าสำหรับทุกๆค่าหรือโดยทั่วไปของฐานข้อมูล

ไฟล์ kb-name.CST สามารถอยู่ในรูปแบบ .FSL สำหรับการเรียกข้อมูลที่เร็วกว่า โดยฐานข้อมูลจะถูกเก็บการปฏิบัติงานโดยไม่มีการเปลี่ยนที่เก็บ และสามารถเก็บสิ่งที่เข้ามาสิ่งอื่นที่เป็นการพัฒนาการทำงาน ที่ได้กล่าวถึงแล้วในเรื่องหลักการและโครงสร้างของการพัฒนา

เมื่อมีการเรียกใช้ฐานข้อมูลใหม่โดยที่ยังไม่ได้ออกจากพีซีพลัส พีซีพลัสสามารถเคลื่อนย้ายออกจากหน่วยความจำที่เป็นฟังก์ชั่น user-written ในไฟล์ kb-name.CST เพื่อให้พีซีพลัสทำการเคลื่อนย้ายฟังก์ชั่น โดยรวมเอาแต่ละบรรทัดของรหัสใน kb-name.CST เข้าด้วยกัน

ถ้าใช้ฟังก์ชั่น user-defined หรือฟังก์ชั่น user-written ในการทำงานกับไฟล์บนแผ่นดิสก์จะต้องมีการบอกถึงวิธีการหรือเส้นทางที่ใช้ในการทำงานกับไฟล์ อาจด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- เข้ารหัสเส้นทางโดยตรงในฟังก์ชั่น
- กำหนดเส้นทางผ่านวิธีอื่นที่กำหนดขึ้นมาเอง
- ใช้พีซีพลัสสร้างด้วยฟังก์ชั่น ADD-PATH และตัวแปรโกบอลที่มีชื่อว่าตัวแปร &CUR-DIR และ ตัวแปร &KB-DIR โดยแต่ละตัวแปรทำหน้าที่ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

&CUR-DIR ใช้เก็บสตริงที่ใช้ในการกำหนดเส้นทางให้พีซีพลัส เมื่อเริ่มต้นทำงาน เส้นทางของพีซีพลัสจะเริ่มต้นที่ช่องใส่แผ่นดิสก์

&KB-DIR ใช้เก็บสตริงที่ค่าความแน่นอนของทิศทางฐานความรู้

ADD-PATH เป็นฟังก์ชั่นภายในที่ไม่มีรูปแบบ ARL หรือการเคลื่อนย้ายและการแบ่งส่วนที่มีอยู่จำกัดของฟังก์ชั่น user-written ซึ่งสามารถรวมฟังก์ชั่น ADD-PATH เข้าไปในฟังก์ชั่นที่เป็นต้นแบบตามรูปแบบต่อไปนี้ คือ

(ADD-PATH "filename" path)

filename และ path เป็นสตริงหรือเป็นการหาค่าให้สตริง โดย filename คือ ชื่อของไฟล์ที่ทำงานในฟังก์ชั่น และ path คือ &KB-DIR หรือ &CUR-DIR โดย path จะเป็น &KB-DIR ถ้าไฟล์ที่เจาะจงหรือไฟล์ที่ต้องการทำงานเกี่ยวข้องด้วยในฐานข้อมูลอยู่ในไดเรกทอรี่เดียวกัน และ path จะเป็น &CUR-DIR ถ้าไฟล์ที่เจาะจงหรือไฟล์ที่ต้องการทำงานเกี่ยวข้องด้วยในฐานข้อมูลอยู่คนละไดเรกทอรี่และใช้ CHANGE DIRECTORY ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับการทำงานกับไดเรกทอรี่ เพื่อใช้ในการเก็บไฟล์

สำหรับเวอร์ชั่น run-time ของฐานข้อมูลที่สร้างไปยังผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็น &CUR-DIR หรือ &KB-DIR บ่อยครั้งก็มีความหมายเดียวกัน โดยสามารถเปลี่ยนไดเรกทอรี่ได้ก่อนเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการใช้ แต่ไม่สามารถเปลี่ยนไดเรกทอรี่ได้ตลอดการทำงาน

โครงสร้างของฐานข้อมูลที่เป็นสแตติก

การสร้างฟังก์ชั่น user-defined หรือฟังก์ชั่น user-written จะมีการเก็บหรือเปลี่ยนค่าของโครงสร้างที่เป็นสแตติกในฐานข้อมูลได้ตลอดการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างที่เป็นเฟรม, กฎ, กฎที่ทำขึ้นมาก่อน, พารามิเตอร์, ฟังก์ชั่น, ตัวแปร, และ TEXTAGs ก็ตาม

พีซีพลัสจะทำงานกับตัวแปรของ Lisp 2 ตัว ซึ่งทำงานเป็นโครงสร้างฐานข้อมูลแบบสแตติก ได้แก่ GETPROP และ PUTPROP โดยสามารถรวมฟังก์ชั่นนี้ในฟังก์ชั่น user-defined หรือฟังก์ชั่น user-written

ฟังก์ชั่น Lisp สามารถเรียกใช้ได้โดยตรงพร้อมกับการทำงานของพีซีพลัส แต่ไม่สามารถใช้ทำงานโดยการกำหนดค่าเป็นรูปแบบพิเศษ เพราะฟังก์ชั่นที่เป็นรูปแบบพิเศษ เช่น DEFINE, SET!, IF, COND และ CASE จะแก้ปัญหาในเวลาคอมไพล์ แต่ส่วนประกอบของฐานข้อมูลอย่าง Lisp ไม่มีการคอมไพล์ โดยรูปแบบที่ใช้ในการเรียกใช้งาน Lisp จากฐานข้อมูลเป็นดังนี้ คือ

(E (Lisp-procedure arg1...argN))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Lisp ในฟังก์ชั่นอินพุทและฟังก์ชั่นเอาท์พุทในฐานข้อมูล จะต้องมีการกำหนดค่า port ให้กับตัวแปรของ Lisp ที่ทำเช่นนี้เพราะ Lisp ไม่มีรูปแบบพิเศษ จึงไม่สามารถเรียกใช้งานฟังก์ชั่น Lisp ได้จากฐานข้อมูลที่กำหนดค่าตัวแปรได้โดยตรง

มีวิธีการกำหนดค่า port ได้ 2 วิธี คือ

- ทุกๆการทำงานกับฐานข้อมูลจะเป็นการเขียนไปยังไฟล์เพียง 1 ไฟล์หรือไฟล์ที่เจาะจงในฐานข้อมูลนั้น ในกรณีนี้ การกำหนดค่าของทุกๆไฟล์จะรวมอยู่ในบรรทัดเดียว ซึ่งมีรูปแบบเดียวกัน คือ kb-name.CST

(DEFINE MY-PORT(OPEN-OUTPUT-FILE "my-file.abc"))

ขณะนี้สามารถเขียนจากฐานข้อมูลไปยัง port ยกตัวอย่างเช่น กฎมีสถานะเป็น THEN ดังนี้ คือ

(E (NEWLINE (E MY-PORT)) AND (E (DISPLAY "a-value" (E MY-PORT))

- การทำงานกับผู้ใช้จะเป็นไฟล์ที่เจาะจงหรือหลายๆไฟล์ก็ได้ จะเป็นการกำหนดชื่อๆเดียว หรือหลายๆชื่อ โดยทำงานดังนี้ คือ

1. สร้างพารามิเตอร์ที่เป็น SINGLEVALUED 2 ตัว ซึ่งในตัวอย่างได้แก่ FILE-NAME และ PORT-NAME กับการกำหนดค่า EXPECT ของ SINGLE-LINE-INPUT
2. ให้ผู้ใช้ป้อนชื่อของ FILE-NAME
3. รวมเข้าในกฎ ดังนี้ คือ

IF statement : **FILE-NAME IS KNOWN**

THEN statement : **PORT-NAME = (E (OPEN-OUTPUT-FILE (VAL1 FRAME FILE-NAME #T)))**

ซึ่งขณะนี้สามารถเขียน port จากฐานข้อมูลได้ เช่นในสถานะ THEN ดังนี้

(E (NEWLINE (VAL1 FRAME PORT-NEME #T))) AND (E (DISPLAY "a-value" (VAL1 FRAME PORT-NAME #T)))

การหลีกเลี่ยงการรวมฟังก์ชั่น user-defined อาจใช้วิธีส่งไปในภาษาซี หรือเรียกการทำงานที่ถูกเขียนอยู่ในภาษาอื่น สามารถทำได้ดังนี้

- เขียนฟังก์ชั่นในภาษาซี(หรือภาษาอื่น)
- เขียนฟังก์ชั่นเล็กๆจาก Lisp ไปยังฟังก์ชั่นภาษาซีดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่น

```
(define C-function-name
(lambda (arg1 ... argN)
(xcall "C-function-name" arg1 ... argN)))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อสร้างการทำงานของภาษาซีของฐานข้อมูลแล้ว ให้ทำการเรียกจากภายในไปยังภาษาซีของฟังก์ชั่นโดยตรง

แต่ฟังก์ชั่นของ user-defined ที่เขียนในภาษาซีหรือภาษาอื่นไม่สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ง่ายเหมือนกับฟังก์ชั่น Lisp ยกตัวอย่าง เช่น ใน Lisp สามารถรวมรูปแบบดังนี้เข้าไปในรหัสซึ่งรับค่าที่ได้มาจากพารามิเตอร์ ดังนี้

(VAL1 FRAME 'parameter-name #T)

ขณะเรียกฟังก์ชั่นซีจะต้องมีการรวมรูปแบบที่แสดงเป็นตัวอย่างข้างต้น หรือบางสิ่งที่ซีเรียกใช้ ซึ่งเหมือนกับสิ่งสนับสนุนการทำงานไปยังฟังก์ชั่นอย่างหนึ่ง โดยรวมรูปแบบที่เหมือนกันกับสิ่งที่ใช้สนับสนุนนั้นหมายความว่าอาจมีการหาค่าก่อนหน้าที่จะเข้าไปทำงานในรหัสของฟังก์ชั่นซี

การเรียกใช้ฟังก์ชั่นจากฐานข้อมูลไปยังฟังก์ชั่น user-defined กระทำได้ดังนี้ คือ

(function-name arg1 ... argN)

และการเรียกใช้ฟังก์ชั่นจากฐานข้อมูลไปยังฟังก์ชั่น user-written กระทำได้ดังนี้ คือ

(E (function-name arg1 ... argN))

ชื่อของพารามิเตอร์จะถูกส่งผ่านเหมือนกับตัวสนับสนุน ที่เป็นชื่อพารามิเตอร์มาตรฐาน โดยจะไม่อ้างชื่อของพารามิเตอร์ถ้าพารามิเตอร์นั้นถูกส่งผ่านไปยังฟังก์ชั่นในรายการของตัวสนับสนุน และจะอ้างชื่อของพารามิเตอร์ได้ ถ้าพารามิเตอร์นั้นถูกส่งผ่านไปยังฟังก์ชั่นเหมือนกับตัวสนับสนุนตัวหนึ่ง

Lisp สามารถใช้ได้ในส่วนต่างๆของฐานข้อมูลดังนี้ คือ กฎ(ในรูปแบบของการอ้างอิงใน IF และ THEN), ฟังก์ชั่น(เป็นเหมือนตัวสนับสนุนไปยังระบบฟังก์ชั่น), ฟังก์ชั่นที่อยู่ใน pred และ test ของตัวสนับสนุน, PREMISE, PROMPTEVER, PROMPT1ST, PROMPT2ND, TRANSLATION, ACTIVE-VALUE, EXPECT, HELP, METHOD, PROMPT, TRANSLATION และ EXPLANATION โดยจะใช้ระบบฟังก์ชั่น ARL ได้เฉพาะในกฎที่เป็นเหตุเป็นผลหรือในเฟรมที่มีค่าแบบ PREMISE เท่านั้น

การใช้ฟังก์ชั่นในส่วนเล็กๆของฐานข้อมูล จะทำให้แน่ใจได้ว่าฟังก์ชั่นนั้นจะส่งค่ากลับมาเป็นชนิดของค่าซึ่งเป็นส่วนที่คาดหวัง

ตัวแปรสามารถถูกแอกเซสได้จากฐานความรู้ทั้งหมด และจะไม่ถูกดำเนินการ (trace) ดังนั้นในบางภาวะตัวแปรจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 คำจำกัดความและการใช้ตัวแปร

ตัวแปรจะมีลักษณะคล้ายกับพารามิเตอร์ โดยตัวแปรเป็นรูปแบบที่ใช้เก็บข้อมูลในฐานความรู้ หากงานใดที่ใช้พารามิเตอร์แล้วจะเกิดความยุ่งยากและน่าเบื่อ ก็สามารถนำ ตัวแปรมาช่วยได้

วัตถุประสงค์หลักในการนำตัวแปรมาใช้

- เพื่อเตรียมค่าสำหรับให้ฐานความรู้ทั้งหมดทำการแอกเซสในระหว่างทำการปรึกษา
- เพื่อออกแบบค่าที่ต้องการใช้ในหลายสถานที่
- เพื่อสงวนเนื้อที่ในฐานความรู้
- เพื่อควบคุมค่าทั้งสามในฐานความรู้ ซึ่งได้แก่ หน้าจอแสดงหลัก(title screen), ส่วนหัวบนหน้าจอที่ทำการปรึกษา , และข้อความที่ติดต่อโดยตรงกับผู้ใช้ในระหว่างที่ทำการปรึกษา

ตัวแปรและพารามิเตอร์

เนื่องจากตัวแปรและพารามิเตอร์จะมีฟังก์ชันที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นในการเลือกเอาไปใช้งานก็จะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในฐานความรู้นั้น แต่อย่างไรก็ตาม ตัวแปร กับพารามิเตอร์ ก็มีข้อแตกต่างกัน 3 ประการ ดังนี้

- พีซีพลัสจะไม่ดำเนินการกับตัวแปร
- ตัวแปรจะไม่มีค่าความแน่นอน
- ตัวแปรจะเป็นโกลบอลในฐานความรู้ และไม่ถูกจำกัดโดยกฎของการสืบทอดเฟรม (rules of frame inheritance)

ดังนั้นจึงควรพิจารณาข้อแตกต่างเหล่านี้ เมื่อจะทำการเลือกว่าจะนำตัวแปรหรือพารามิเตอร์มาใช้ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

การนำตัวแปรมาใช้ในฐานความรู้

- ใช้ในการเปรียบเทียบในถ้อยแถลง IF ของกฎ
- ใช้ในการให้ค่าในถ้อยแถลง THEN ของกฎ
- ใช้เป็นค่าของ EXPECT
- ใช้ในการกำหนดหน้าจอ ($$TITLE), ข้อความที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรงในระหว่างที่ทำการปรึกษา เช่น "Enter a positive number." ($$MESSAGE), และส่วนหัวของหน้าจอที่ทำการปรึกษา (consultation screen header) (DOMAIN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานกับตัวแปร

การสร้างตัวแปรจะสร้างที่เฟรมราก คุณสมบัติมาตรฐานของตัวแปรคือ ค่า(value)

การสร้างตัวแปร

การสร้างตัวแปรมีขั้นตอนในการทำดังนี้ คือ

1.เข้าไปในหน้าจอเฟรมของเฟรมรากของฐานความรู้และทำการเลือก VARIABLES

2. กด ALT-A หรือกด F2 และเลือก ADD

3. เมื่อพีซีพลัสให้ป้อนชื่อของ ตัวแปร ก็ใส่ชื่อที่มีความยาวเท่าใดก็ได้

4. เมื่อพีซีพลัสให้ป้อนค่าของ ตัวแปร ก็ใส่ค่าเข้าไป หรือถ้าต้องการใส่ค่าโดยการเซ็ตค่าโดยผ่านกฎ หรือ ด้วยวิธีการอื่น ก็ทำการกดคีย์ ENTER

ค่า

ค่าของ ตัวแปร จะอยู่ในรูปแบบดังต่อไปนี้

- สตริง (เท็กซ์ที่ล้อมรอบด้วยเครื่องหมาย ") เช่น "สีเขียว" หรือ "ซานตาครอส"
- ตัวเลข เช่น 1 หรือ -3.5
- ชื่อ เช่น สีเขียว หรือ ซานตาครอส
- ลิสต์ เช่น (หนึ่ง สอง สาม)

รูปแบบของค่าจะต้องเหมาะสมกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน

การเซ็ตค่า

พีซีพลัสจะไม่ดำเนินการกับตัวแปร เพราะว่ามันไม่ใช่ส่วนของการทำงานที่ต้องการอ้างอิง ดังนั้น ถ้าไม่ได้กำหนดค่าเริ่มต้นเอาไว้เมื่อทำการสร้างตัวแปรจะต้องแน่ใจว่าค่าของตัวแปรที่ได้รับนั้น ถูกเซ็ตโดยวิธีอื่น วิธีเซ็ตหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าของตัวแปร มีดังนี้

- ใน VALUE ของตัวแปร
- ในกฎที่ดำเนินไปข้างหน้า(antecedent rule)
- ในถ้อยแถลง THEN ของกฎที่ทดสอบแล้วว่าเป็นจริง
- ผ่านทาง ACTIVE-VALUE ของพารามิเตอร์
- ผ่านทางฟังก์ชั่นของผู้ใช้

ต้องแน่ใจว่าตัวแปรจะต้องมีค่าก่อนที่พีซีพลัสจะเรียกใช้กฎที่มีตัวแปรนั้นอยู่

ค่าตัวแปรที่ใช้ในกฎ

การเซ็ตค่าหรือการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรในกฎนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ส่วนฟังก์ชันที่ใช้อ้างถึงตัวแปรมีอยู่สองฟังก์ชัน คือ SET-VALUE และ VALUE-OF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเลือกใช้ฟังก์ชั่น

การเลือกใช้ฟังก์ชันเพื่ออ้างอิงถึง ตัวแปร และเพื่อเปลี่ยนแปลงค่าของมัน มีหลักเกณฑ์ดังนี้

- ถ้าเข้าไปในกฎในลิปส์ (Lisp) ต้องใช้ฟังก์ชัน SET-VALUE และ VALUE-OF ของลิปส์ในการอ้างอิงและเปลี่ยนแปลงค่าของ ตัวแปร
- ถ้าเข้าไปในกฎใน ARL และไม่ได้กำหนด ตัวแปร เอาไว้ก่อน ต้องใช้ฟังก์ชันระบบ SET-VALUE และ VALUE-OF ในการอ้างอิงและเปลี่ยนแปลงค่าของ ตัวแปร และถ้าต้องการให้ค่าของ ตัวแปร อยู่อย่างถาวรในฐานความรู้ จะต้องทำการกำหนด ตัวแปร นั้นเอาไว้
- ถ้าเข้าไปในกฎใน ARL และมีการกำหนด ตัวแปร เอาไว้ก่อนแล้ว ไม่ต้องใช้ฟังก์ชันระบบ SET-VALUE และ VALUE-OF ในการอ้างอิงและเปลี่ยนแปลงค่าของ ตัวแปร แต่ก็สามารถเรียกใช้ฟังก์ชันนี้ได้ เมื่อต้องการใช้

หากเราพยายามรวมตัวแปรที่ไม่ได้กำหนดไว้ ใน ARL โดยไม่ใช้ฟังก์ชัน SET-VALUE และ VALUE-OF พีซีพลัสจะสันนิษฐานว่าตัวแปรนั้นเป็นพารามิเตอร์

การเซ็ตค่าด้วย SET-VALUE

ฟังก์ชัน SET-VALUE จะให้ค่ากับ ตัวแปร หากถ้อยแถลง IF ในกฎเป็นจริง และส่งค่าความแน่นอนกลับมา และมีรูปแบบที่ใช้ในการเซ็ตค่าดังนี้

รูปแบบ: SET-VALUE ตัวแปร ค่า*(value)*

การเซ็ตค่าโดยไม่ใช้ SET-VALUE

ฟังก์ชันระบบของ ARL = จะทำการให้ค่ากับ ตัวแปร หากถ้อยแถลง IF ของกฎเป็นจริงและส่งค่าความแน่นอน ซึ่งในที่นี้จะสมมุติว่าได้ทำการกำหนดค่าของตัวแปรเอาไว้ก่อนที่จะนำมาใช้งาน โดยมีรูปแบบของการเซ็ตค่าดังนี้

รูปแบบ: *variable* = ค่า (*value*)

การใช้ค่าของตัวแปร

หากไม่ได้กำหนดตัวแปรเอาไว้ก่อน จะต้องใช้ฟังก์ชั่น VALUE-OF ในกฎเพื่อทำการกู้(retrieve) ค่าของตัวแปรโดยใช้ฟังก์ชันนี้ในการเชื่อมต่อกับฟังก์ชันอื่น

รูปแบบ: VALUE-OF *variable*

ตัวแปรที่มีค่าใช้ใน EXPECT

การใช้ ตัวแปร เป็นค่าของ EXPECT ของพารามิเตอร์นั้น บางครั้งจะช่วยให้สามารถประหยัดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพของฐานความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน

การใช้ ตัวแปร เป็นค่าของ EXPECT ของพารามิเตอร์ มีประโยชน์ 2 ข้อ ดังนี้

- ถ้าลิสต์ของค่าที่เป็นไปได้มีขนาดยาว และต้องการใช้สำหรับพารามิเตอร์หลายๆ ตัว ก็สามารถนำลิสต์นั้นไปใส่ให้เป็นค่าของตัวแปรเพียงครั้งเดียว และใช้ชื่อของตัวแปรเป็นค่าของ EXPECT ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแทนได้
- ถ้าค่าของ EXPECT ของพารามิเตอร์เป็นตัวแปรก็สามารถเซ็ตหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าของ EXPECT ได้ในระหว่างที่ทำการปรึกษา

รูปแบบ

การใส่ชื่อของตัวแปรให้เป็นค่าของ EXPECT นั้น สามารถทำได้โดยการใส่วงเล็บล้อมรอบชื่อตัวแปร นั้น

ค่าตัวแปรที่ใช้ในหน้าจอตอนเริ่มต้น

การสร้างหน้าจอซึ่งจะปรากฏในตอนเริ่มต้นของการปรึกษานั้น สร้างโดยการกำหนดตัวแปร $$TITLE

การสร้าง

การเพิ่มตัวแปร $$TITLE เข้าไปในฐานความรู้ ทำได้โดยการเลือก VARIABLES จากเฟรมที่เป็นหน้าจอ และกด ALT-A สำหรับชื่อของตัวแปรนั้น ให้ใส่ $$TITLE

เมื่อต้องใส่ค่าของ $$TITLE จะต้องใส่ฟังก์ชันระบบเข้าไป ซึ่งอาจจะเป็น

- MPRINTT (ฟังก์ชัน PRINT ในรูปแบบของภาษาลิปส์) เพื่อแสดงเท็กซ์ที่ต้องการให้ปรากฏเป็นไตเติ้ล หรือการแนะนำฐานความรู้
- PICTURE ใช้ในการแสดงรูปภาพ

การแสดงเท็กซ์ นั้นจะใส่ค่า MPRINTT แล้วตามด้วยเท็กซ์ ข้อสังเกตคือเราไม่สามารถใช้ชื่อ พารามิเตอร์เป็นค่าของ $$TITLE ได้ และใส่เครื่องหมายอัญประกาศ(" ") ล้อมรอบเท็กซ์ที่ต้องการแสดง เช่น MPRINTT "TAX ADVISOR Copyright 1987, Texas Instruments" ส่วนการแสดงรูปภาพ ให้ใส่ค่า PICTURE แล้วตามด้วยชื่อของไฟล์กราฟิคที่บรรจุภาพนั้น (ใส่เครื่องหมายอัญประกาศล้อมรอบชื่อไฟล์ โดยที่ชื่อไฟล์ไม่ต้องมีส่วนขยาย) เช่น PICTURE "titlepic"

วัตถุประสงค์

เราสามารถระบุรูปแบบของเท็กซ์ $$TITLE ได้ และสามารถระบุแอททริบิวต์ของสี และการกระพริบได้อีกด้วย และถ้าต้องการให้มีการแสดงเท็กซ์ประกอบรูปภาพ ก็สามารถทำได้โดยการสร้างข้อความด้วยกราฟิคเอดิเตอร์ และรวมข้อความนั้นเข้ากับรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรและข้อความในการปรึกษา

ข้อความที่ปรากฏบริเวณมุมล่างซ้ายของจอภาพในระหว่างที่ทำการปรึกษานั้น สามารถกำหนดได้โดยตัวแปร $$MESSAGE

ข้อความ

ตัวแปร $$MESSAGE จะควบคุมเท็กซ์ที่แสดงบนหน้าจอเพื่อบอกกับผู้ใช้ว่าจะโต้ตอบกับพร้อมพ์ประเภทต่างๆ อย่างไร

การเปลี่ยนแปลงของข้อความ

การเปลี่ยนแปลงส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมดของข้อความสามารถทำได้โดยตัวแปร $$MESSAGE โดยมีขั้นตอนในการทำดังนี้

- เลือก VARIABLES จากหน้าจอ Frame ของเฟรมราก และกด ALT-A
- เมื่อพีซีพลัสถามถึงชื่อของตัวแปร ให้ใส่ $$MESSAGE
- เมื่อพีซีพลัสถามถึงค่าของตัวแปร ให้ใส่ YES และกลับไปที่หน้าจอของตัวแปร
- เลือก $$MESSAGE
- กด ALT-A ลิสต์ของคุณสมบัติต่างๆจะปรากฏขึ้น
- เลือกคุณสมบัติที่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อความ
- เมื่อพีซีพลัสถามถึงค่าใหม่ ให้ใส่ข้อความใหม่ โดยให้ใส่เครื่องหมายอัญประกาศล้อมรอบแต่ละบรรทัด และคำสั่งที่กำหนดรูปแบบของแต่ละบรรทัด

ข้อความนี้สามารถมีความยาวได้ถึง 3 บรรทัด และเมื่อสิ้นสุดการใส่ค่าแล้ว ก็จะยังคงอยู่ที่หน้าจอ $$MESSAGE

- ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5-7 สำหรับแต่ละคุณสมบัติที่ต้องการเปลี่ยนแปลง

ข้อความเตือนการทำงาน

ข้อความเตือนการทำงานที่พีซีพลัสแสดงเมื่อมีพร้อมพ์ต่างๆ กัน

* สำหรับพารามิเตอร์แบบ SINGLEVALUED ที่ไม่มีคุณสมบัติของ CERTAINTY-FACTOR-RANGE

1. Use the arrow keys or first letter of item to position the cursor.

2. Press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์แบบ SINGLEVALUED ที่มีคุณสมบัติของ CERTAINTY-FACTOR-RANGE

1. Use and arrow key to indicate your degree of certainty.

2. To select only one item, with 100% certainty, press CTRL-right arrow.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. After making selections, press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์แบบ ASK-ALL ที่ไม่มีคุณสมบัติของ CERTAINTY-FACTOR-RANGE

1. Use the arrow keys or first letter of item to position cursor.

2. Select all applicable response.

3. After making selections, press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์แบบ ASK-ALL ที่มีคุณสมบัติของ CERTAINTY-FACTOR-RANGE

1. Use the arrow key to indicate your degree of certainty.

2. Indicate certainty factors on all lines that apply.

3. Press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์ที่มีค่า EXPECT เป็น NUMBER

1. Enter a positive or negative number.

2. Press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์ที่มีค่า EXPECT เป็น POSITIVE-NUMBER

1. Enter a positive number.

2. Press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์ที่มีค่า EXPECT เป็น INTEGER

1. Enter a positive or negative whole number.

2. Press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์ที่มีค่า EXPECT เป็น SINGLE-LINE-INPUT

1. Type your response.

2. Press ENTER to continue.

* สำหรับพารามิเตอร์ที่มีค่า EXPECT เป็น MULTI-LINE-INPUT

1. Type your response.

2. Press ENTER for another line.

3. Press ENTER on a blank line to continue.

ตัวแปร DOMAIN

ตัวแปร DOMAIN จะทำหน้าที่ควบคุมข้อความซึ่งปรากฏบริเวณส่วนบนสุดของจอภาพของฐานความรู้ในระหว่างที่ทำการปรึกษาและทำการพัฒนา ลักษณะของเท็กซ์จะเป็นข้อความสั้นๆ ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับฐานความรู้เอาไว้อย่างคร่าวๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้าง

พีซีพลัสจะให้ใส่ค่าของตัวแปร DOMAIN ตั้งแต่เริ่มกำหนดฐานความรู้ โดยสามารถใส่ได้ถึง 64 ตัวอักษร ลักษณะของตัวอักษรพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่จะยังคงลักษณะเดิม และไม่ต้องใส่เครื่องหมายอัญประกาศล้อมรอบเท็กซ์นั้น เพราะพีซีพลัสจะใส่ให้เอง

การแก้ไขค่าของ DOMAIN สามารถแก้ไขได้ด้วยคำสั่ง MODIFY

2.3.7 ค่าความแน่นอน

ค่าความแน่นอน หรือ CF เป็นค่าของตัวเลขที่ใช้วัดความมั่นใจในค่าของพารามิเตอร์เวลารับค่ามาจากผู้ใช้ โดยค่าความแน่นอนจะอนุญาตให้ฐานความรู้เกี่ยวข้องกับความจริง ซึ่งเป็นข้อเท็จจริง และเป็นความคิดเห็นที่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ทุกครั้ง

จุดประสงค์ของการมีค่า CF

เพื่อสร้างเครื่องมือซึ่งสัมพันธ์กับค่าความไม่แน่นอนในระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำค่าความไม่แน่นอนมาคำนวณในระบบซึ่งสามารถเพิ่มค่าผลลัพธ์ของระบบผู้เชี่ยวชาญได้อย่างถูกต้อง

ระบบผู้เชี่ยวชาญอาจจะมีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนใน 2 รูปแบบ ดังต่อไปนี้ คือ

- ค่าความจริงและค่าความสัมพันธ์ของขอบข่ายของปัญหา ซึ่งเป็นค่าความไม่แน่นอน บ่อยครั้ง ระบบผู้เชี่ยวชาญมักจะบอกบางสิ่งดังต่อไปนี้ได้ เช่น "ถ้าเงื่อนไขนี้ถูกพบ ผลที่ปรากฏออกมาส่วนใหญ่จะเป็นผลลัพธ์ แต่อย่างไรก็ตามผลที่ออกมาเป็นผลลัพธ์ดังกล่าวอาจมีความแตกต่างจากที่คิดไว้ก็เป็นได้"
- ผู้ใช้มักจะรู้สึกว่าระดับความไม่รู้ของการตอบสนองในการรับค่าแต่ละครั้ง มักจะมีค่าความจริงหรือความคิดเห็นรวมเข้าไปด้วย เช่น "คุณพูดได้ถูกต้อง ฉันรู้สึกดีมากกับสิ่งที่เกิดขึ้น" หรือ "ฉันรู้สึกดีกว่าก็จริงแต่ฉันก็ชอบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น" เป็นต้น

พีซีพลัสจะเป็นผู้สร้างค่าความแน่นอน ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญอาจจะทำการคำนวณจากทั้ง 2 ข้อข้างต้น หรืออาจคำนวณเพียงข้อใดข้อหนึ่งเท่านั้น

ยังมีฐานความรู้อีกเป็นจำนวนมากที่ถูกสร้างโดยปราศจากค่าความแน่นอน ถ้าความสามารถในการกำหนดระดับความแน่นอนนั้นมีผลลัพธ์ของระบบผู้เชี่ยวชาญที่เกิดขึ้นเพิ่มขึ้นอย่างมีเหตุมีผล แต่อย่างไรก็ตามการกำหนดค่าความแน่นอนลงไปในฐานความรู้ก็ยังเป็นสิ่งที่ควรจะกระทำ เช่น กรณีระบบฐานข้อมูลที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ยา สมมติผู้ใช้ต้องการถามเกี่ยวกับความรู้เรื่องยาดังกล่าว ระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่ ควรจะมีความแน่นอนที่จะให้คำตอบ มากกว่าไม่แน่ใจแต่ให้คำตอบผิดๆแก่ผู้ใช้ แต่ก็อาจมีปัญหาที่เกิดจากผู้ใช้ก็เป็นได้ ถ้ามีการรวมค่า CERTAINTY-FACTOR-RANGE เข้าไปใน พารามิเตอร์ เช่น กรณีผู้ใช้ไม่แน่ใจกับคำตอบที่ให้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเต็มร้อยเปอร์เซ็นต์หรือไม่ จึงให้คำตอบเพียง 90 เปอร์เซ็นต์แทน หรืออีกกรณีหนึ่งก็คือ ผู้ใช้ให้ค่าความแน่นอนนอกเหนือจากกรณีที่กำหนดเอาไว้ในกฎหรือในโปรแกรม

ค่าความแน่นอนจะถูกกำหนดอยู่ใน THEN โดยสามารถใส่ค่าความแน่นอนเท่าใดก็ได้ ซึ่งจะใช้ตลอดการทำงาน โดยพีซีพลัสจะนำค่าความแน่นอนดังกล่าวไปกำหนดให้กับค่าพารามิเตอร์ซึ่งทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้นั้นมีค่าในการทำงาน

การกำหนดค่าให้กับค่าความแน่นอน

ค่าความแน่นอนจะถูกกำหนดใน 2 รูปแบบ คือ ให้ผู้ใช้เป็นผู้ป้อนระดับความแน่นอนจากการรับข้อมูล หรือผู้สร้างรวมการวัดค่าความแน่นอนเข้าไปใน THEN ของกฎ

วิธีการกำหนดค่าความแน่นอนจะมีทั้งตลอดการทำงานหรือตลอดการพัฒนาก็เป็นได้ดังนี้

- ถ้าเป็นการกำหนดค่าให้ตลอดการทำงาน ผู้ใช้จะสามารถกำหนดค่าความแน่นอนไปยังค่าของพารามิเตอร์ซึ่งมีค่าต่อไปนี้ คือ ค่า CERTAINTY-FACTOR-RANGE ของ FULL หรือ POSITIVE แต่จำไว้ว่าพารามิเตอร์ของ MULTIVALUED จะไม่สามารถมีค่า CERTAINTY-FACTOR-RANGE ได้
- การกำหนดค่าโดยผู้ใช้จะใช้วิธีเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยัง YES หรือ NO โดยจะรับค่ามาจากพรอมพ์ เมื่อเลือก YES หรือ NO ที่ระดับใดจะปรากฏเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมเหมือนกล่องไปตามค่าที่เลือก ซึ่งอาจมีการระบุจำนวนเปอร์เซนต์ตามจำนวนกล่องที่เลือกด้วย
- ถ้าเป็นการกำหนดค่าให้ตลอดการพัฒนา ผู้พัฒนาจะสามารถกำหนดค่าความแน่นอนไปยังค่าของพารามิเตอร์ขณะเขียน THEN ของกฎ โดยป้อนค่า CF เป็นตัวเลขต่อท้ายพารามิเตอร์ที่ต้องการให้มีค่าความแน่นอน ระหว่าง -100 ถึง 100

การรวมค่าความแน่นอน

พีซีพลัสจะรวมค่าความแน่นอนของพารามิเตอร์ที่มีสถานะเป็น IF หรือ THEN กับค่าความแน่นอนอื่นที่ค่าพารามิเตอร์อาจจะถูกกำหนดไปแล้วตลอดการทำงาน

พีซีพลัสจะคำนวณค่าความแน่นอนใหม่สำหรับค่าพารามิเตอร์ ในสถานะ THEN เมื่อมีการแสดงดังที่ได้กำหนดไว้ใน THEN ของกฎ

การสร้างค่าความแน่นอนใหม่สำหรับพารามิเตอร์ พีซีพลัสจะเก็บค่าความแน่นอนต่อไปนี้ไว้

1. ค่าความแน่นอนของสถานะ IF
2. ค่าความแน่นอนของสถานะ THEN
3. ค่าความแน่นอนที่จบการทำงานใดๆไปแล้วสำหรับพารามิเตอร์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าความแน่นอนของสถานะ IF พีซีพลัสจะใช้ฟังก์ชั่น ARL รวมเหตุผลทั้งหมดใน IF เป็นลักษณะ AND หรือ OR

1. ถ้าใช้ฟังก์ชั่น AND ในการรวมของสถานะ IF และผลที่ได้ถูกต้อง ค่าความแน่นอนของสถานะ IF จะเลือกจากค่าที่ต่ำที่สุดที่มีในผลลัพธ์ที่ได้นั้น เช่น ประโยค

COSE < 1000 AND INTEREST-RATE <= 14.5

ถ้าให้ค่าความแน่นอนของพารามิเตอร์ COST เป็น 70 และค่าความแน่นอนของพารามิเตอร์ INTEREST-RATE เป็น 50 แล้ว ค่าความแน่นอนของสถานะ IF ในที่นี้จะเท่ากับ 50

2. ถ้าใช้ฟังก์ชั่น OR ในการรวมของสถานะ IF และผลที่ได้ถูกต้อง ค่าความแน่นอนของสถานะ IF จะเลือกจากค่าที่สูงที่สุดที่มีในผลลัพธ์ที่ได้นั้น เช่น ประโยค

TEMPERATURE < 65 OR RAINING

ถ้าให้ค่าความแน่นอนของพารามิเตอร์ RAINING เป็น 60 และค่าความแน่นอนของพารามิเตอร์ TEMPERATURE เป็น 90 แล้ว ค่าความแน่นอนของสถานะ IF ในที่นี้จะเท่ากับ 90 THEN จะกำหนดค่าความแน่นอนโดยตั้งค่าให้พารามิเตอร์ด้วยเครื่องหมาย = และป้อนค่าความแน่นอนตามหลัง CF เช่น

THEN statement: PARK = "Acadia" CF 75

เมื่อมีการทำงานไปยังสถานะ IF ของกฎที่สร้างไว้ พีซีพลัสจะใช้ค่าความแน่นอนโดยรวมกับค่าความแน่นอนที่อยู่ในสถานะ THEN ด้วย ยกตัวอย่าง เช่น

IF statement: CLOUDS AND MUD

THEN statement: BOOTS CF 60 AND UMBRELLA

ถ้าค่าความแน่นอนของสถานะ IF เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ พีซีพลัสก็จะใช้ค่าความแน่นอนตามที่กำหนดไว้ในสถานะ THEN แต่ถ้าที่สถานะ IF ส่งค่าความแน่นอนเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ พีซีพลัสก็จะคำนวณค่าความแน่นอน ดังนี้

1. BOOTS CF 48 (80 เปอร์เซ็นต์ของ 60)

2. UMBRELLA CF 80 (80 เปอร์เซ็นต์ของ 100)

CF คือ ค่าความแน่นอนที่รวมอยู่กับค่าพารามิเตอร์ โดยจะทำงานอยู่ในสถานะ THEN ของพีซีพลัส ซึ่งจะมีการคำนวณค่า CF(กฎ)ดังนี้

$$CF(\text{กฎ}) = \frac{(\text{CF ของสถานะ IF}) * (\text{CF ของจุดสิ้นสุดโปรแกรม}) + 50}{100}$$

ซึ่งได้แยกเป็นกรณีต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้า CF(ที่เกิดขึ้นก่อน) และ CF(กฎ) เป็นค่าบวกหรือศูนย์ทั้งคู่ จะคำนวณดังนี้

$$CF = CF(\text{ที่เกิดขึ้นก่อน}) + \frac{CF(\text{กฎ}) * (100 - CF(\text{ที่เกิดขึ้นก่อน})) + 50}{100}$$

- ถ้า CF(ที่เกิดขึ้นก่อน) และ CF(กฎ) เป็นค่าลบทั้งคู่ จะคำนวณดังนี้

$$CF = CF(\text{ที่เกิดขึ้นก่อน}) + \frac{CF(\text{กฎ}) * (100 + CF(\text{ที่เกิดขึ้นก่อน})) - 50}{100}$$

- ถ้าผลคูณของ CF(ที่เกิดขึ้นก่อน)กับ CF(กฎ)เป็นค่าลบ และผลบวก ของ CF(ที่เกิดขึ้นก่อน)กับ CF(กฎ)เป็นค่าบวก จะคำนวณดังนี้

$$CF = \frac{CF(\text{ที่เกิดขึ้นก่อน}) + CF(\text{กฎ}) * 100 + \frac{100 - MIN}{2}}{100 - MIN}$$

- ถ้าผลคูณของ CF(ที่เกิดขึ้นก่อน)กับ CF(กฎ)เป็นค่าลบ และผลบวกของ CF(ที่เกิดขึ้นก่อน)กับ CF(กฎ)เป็นค่าลบ จะคำนวณดังนี้

$$CF = \frac{CF(\text{ที่เกิดขึ้นก่อน}) + CF(\text{กฎ}) * 100 - \frac{100 - MIN}{2}}{100 - MIN}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8 กราฟิค

การใช้งานกราฟิค

ภายในพีซีพลัสจะมียูทิลิตี้ หรือทูลที่ใช้ในการรวมภาพเข้าในฐานความรู้ ยูทิลิตี้นี้มีชื่อเรียกว่า SNAPSHOT ซึ่งจะช่วยให้สามารถแสดงภาพได้ในระหว่างที่ทำการปรึกษา (หากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแสดงกราฟิค)

การแสดงภาพ

การแสดงภาพในฐานความรู้นั้นสามารถทำได้หลายแห่ง เช่น การแสดงภาพ หรือตกแต่งเท็กซ์ในหน้าจอไดเติ้ล หรืออาจจะแสดงภาพอธิบายเมื่อผู้ใช้ขอความช่วยเหลือ นอกจากนี้แล้วก็ยังสามารถแสดงภาพในหน้าจอ Conclusion หรือ เมื่อพีซีพลัสทำถ้อยแถลง THEN ของกฎเสร็จเรียบร้อยแล้ว

การแสดงภาพนั้น สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้:-

* เชื่อมภาพด้วยคุณสมบัติของพารามิเตอร์หรือ คุณสมบัติของเฟรม
* รวมฟังก์ชันกราฟิคเอาไว้ในถ้อยแถลง THEN ของกฎ
* ให้ค่าของตัวแปร $$TITLE เป็นฟังก์ชัน PICTURE

คุณสมบัติ

การเชื่อมภาพนั้น สามารถทำได้โดยใช้คุณสมบัติของเฟรม ดังต่อไปนี้

* GPROMPTEVER
* GPROMPT1ST
* GPROMPT2ND

และสามารถเชื่อมภาพ ด้วยคุณสมบัติของพารามิเตอร์ ดังนี้

* GPROMPT
* GHELP

การเพิ่มคุณสมบัติของพารามิเตอร์ GPROMPT เข้าไป เช่น การแสดงภาพเมื่อต้องการให้ผู้ใช้ใส่ค่า

กฎ

การแสดงภาพโดยกำหนดให้มีการแสดงภาพในส่วนถ้อยแถลง THEN ของกฎนั้น สามารถทำได้โดยใช้ฟังก์ชันของ ARL 2 ฟังก์ชัน คือ PICTURE และ =G

$$TITLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงภาพบนหน้าจอไตเติ้ลของฐานความรู้ ทำได้โดยการกำหนดค่าของตัวแปร $$TITLE ให้มีค่าเป็นฟังก์ชัน PICTURE และถ้าต้องการให้มีเท็กซ์ปรากฏอยู่บนหน้าจอไตเติ้ลด้วย ก็ต้องทำการรวมเท็กซ์เข้ากับภาพ

SNAPSHOT

ในการรวมภาพไว้ในฐานความรู้นั้น จะต้องสร้างภาพด้วย third-party กราฟิคเอดิเตอร์ และบันทึกไว้ในรูปแบบย่อ โดยที่กราฟิคยูทิลิตี้ของพีซีพลัส SNAPSHOT จะทำหน้าที่ในการย่อภาพและจะทำการขยายภาพในระหว่างที่ทำการปรึกษา

การทดสอบ

หลังจากทำการเพิ่มภาพเข้าในฐานความรู้แล้ว ก็จะทำการทดสอบการปรึกษาเพื่อจะได้แน่ใจว่าภาพที่ปรากฏนั้น จะปรากฏในสถานที่และเวลาที่ต้องการ และหากมีการแสดงเท็กซ์ร่วมกับภาพ จะต้องแน่ใจว่ารวมภาพกับเท็กซ์ได้อย่างเหมาะสมดีแล้ว หากยังไม่ดีก็ทำการแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม

SNAPSHOT เป็นยูทิลิตี้ของพีซีพลัสที่ใช้ในการรวมภาพเข้าในฐานความรู้

การสร้างภาพ

SNAPSHOT ไม่ได้ทำหน้าที่ในการสร้างภาพ แต่จะทำหน้าที่ย่อภาพที่สร้างโดยการใช้ third-party กราฟิคเอดิเตอร์ลงในไฟล์ และจะทำการขยายในระหว่างที่ทำการปรึกษา

คอมพิวเตอร์

SNAPSHOT จะสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์เหล่านี้ได้ (หรือที่คอมแพททิเบิลกัน)

* IBM Personal Computer AT™
* TI BUSINESS-PRO Professional Computer

และถ้าจะให้ความสามารถในการแสดงกราฟิคของพีซีพลัสมีประโยชน์สูงสุด ก็ควรจะใช้จอ EGA หรือ VGA

พีซีพลัสจะสนับสนุนกราฟิคโหมดของเครื่องไอบีเอ็มดังนี้

- 640*200 เรโซลูชั่น 16 สี (จอ EGA)
- 640*350 เรโซลูชั่น 16 สี (จอ EGA 128 กิโลไบต์ และ Enhanced Color Monitor)
- 640*480 เรโซลูชั่น 16 สี (จอ VGA และ Enhanced Color Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทูลส์

SNAPSHOT ประกอบด้วยทูลส์หลักๆ 2 ตัว คือ

- ทูลที่ใช้ในการย่อ (Compression tool)
- ทูลที่ใช้ในการขยาย (Expansion tool)

สำหรับทูลที่ใช้ในการย่อนั้น จะอ้างถึงกราฟิคเอดิเตอร์, การสร้างภาพ และการย่อภาพลงในไฟล์ ส่วนทูลที่ใช้ในการขยาย จะทำการขยายภาพโดยอัตโนมัติเมื่อฐานความรู้ต้องการแสดงภาพในระหว่างที่ทำการปรึกษา

ทูลที่ใช้ในการย่อโพรซิเยอร์

การใช้ทูลที่ใช้ในการย่อของ SNAPSHOT นั้น จะต้องทำตามขั้นตอน ดังนี้

- ทำการติดตั้งทูลที่ใช้ในการย่อ
- สร้างภาพด้วยกราฟิคเอดิเตอร์
- ย่อภาพ
- เปลี่ยนชื่อไฟล์ที่เก็บภาพที่ย่อไว้ และนำไปเก็บไว้ในไดเรกทอรี่ที่พีซีพลัสสามารถแอกเซสได้

ก่อนที่จะใช้ทูลที่ใช้ในการย่อในครั้งแรก จะต้องทำการคัดลอก (copy) SNAPSHOT ไว้ในไดเรกทอรี่ที่เก็บกราฟิคเอดิเตอร์ก่อน

การคัดลอก SNAPSHOT

ในการคัดลอก SNAPSHOT เข้าไปไว้ในไดเรกทอรี่ที่มีกราฟิคเอดิเตอร์อยู่นั้น จะต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ที่คอสพรอมพ์ ให้พิมพ์คำสั่งที่เข้าไปในไดเรกทอรี่ของพีซีพลัส และกด ENTER

CD

2. พิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ แล้วกด ENTER

COPYSNAP *drive:*

ซึ่ง *directory-name* คือชื่อของไดเรกทอรี่ที่กราฟิคเอดิเตอร์อยู่ ส่วน *drive* ก็คือไดรฟ์ที่ไดเรกทอรี่นั้นอยู่ ดังตัวอย่าง ถ้าไดเรกทอรี่ที่กราฟิคเอดิเตอร์อยู่คือ DRHALO และอยู่บนไดรฟ์ C ก็สามารถพิมพ์คำสั่งได้ดังนี้

COPYSNAP C:

จะปรากฏข้อความขึ้น เมื่อ SNAPSHOT ถูกคัดลอกเรียบร้อยแล้วดังนี้

Installation of SNAPSHOT complete.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างภาพ

ในการสร้างภาพนั้น จะต้องพึงระวังไว้เสมอว่า โคออร์ดิเนตของมันจะเหมือนกับที่ปรากฏบนหน้าจอพีซีพลัส ดังนั้นจะต้องทำการแก้ไขตำแหน่งของภาพให้เหมาะสม (กระบวนการนี้ อาจจะต้องใช้วิธีลองผิดลองถูก) ทูลที่ใช้ในการย่อนี้ จะยังคงรักษาตำแหน่งของภาพเมื่อทำการย่อภาพ

ข้อสังเกต ถ้าใช้คอมพิวเตอร์ IBM จะต้องแน่ใจว่าภาพที่ทำอยู่ไม่เกินบรรทัดที่ 24 ของจอภาพ เพราะบรรทัดนี้พีซีพลัสจะบอกให้ผู้ใช้กดคีย์ ENTER เพื่อทำการปรึกษาต่อ แต่อย่างไรก็ตาม สีแบ็คกราวนด์สามารถเลยออกมาได้ โดยไม่มีผลต่อข้อความของพีซีพลัส

การเปลี่ยนชื่อและการเคลื่อนย้ายไฟล์

ทูลที่ใช้ในการย่อ จะเก็บภาพที่ถูกย่อเอาไว้ในไฟล์ ซึ่งไฟล์นี้จะมีชื่อเรียกว่า SCREENxx.GRI (สำหรับคอมพิวเตอร์ IBM) หรือ SCREENxx.GRS (สำหรับคอมพิวเตอร์ TI) ซึ่งในที่นี้ xx จะหมายถึงตัวนับที่เริ่มต้นจากหนึ่งและเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งจนมีค่าสูงสุดคือ 99 เช่น ในแต่ละเซ็ชชั่น (session) ของทูลที่ใช้ในการย่อ ตัวนับจะถูกเซ็ตให้เริ่มต้นที่ 01 เมื่อสร้างภาพแรก, และถูกเซ็ตให้มีค่า 02 เมื่อสร้างภาพที่สอง ไปเรื่อย ดังนั้น จะได้ว่าภาพที่สามที่สร้างขึ้น จะมีชื่อว่า SCREEN03.GRI หรือ SCREEN03.GRS

ข้อสังเกต ในแต่ละครั้งที่ใช้ทูลที่ใช้ในการย่อ ตัวนับจะเริ่มต้นที่ 01 เสมอ ดังนั้นจะต้องเปลี่ยนชื่อไฟล์ที่ต้องการบันทึกไว้ เพื่อไม่ให้พีซีพลัสเขียนทับเมื่อมีการเรียกใช้ทูลที่ใช้ในการย่อในครั้งต่อไป อีกทั้งชื่อไฟล์ที่เปลี่ยนใหม่แล้วจะต้องมีส่วนขยายเหมือนกับชื่อไฟล์ครั้งแรกที่ยังไม่ได้เปลี่ยนไฟล์ที่บรรจุภาพที่ต้องการใช้ในฐานความรู้จะต้องอยู่ในไดเรกทอรี่พีซีพลัส หรือไดเรกทอรี่อื่นที่พีซีพลัสสามารถแอกเซสเข้าไปได้

ทูลที่ใช้ในการขยาย

- ทูลที่ใช้ในการขยายของ SNAPSHOT จะแสดงภาพในฐานความรู้

-ทูลที่ใช้ในการขยายจะขยายภาพที่ถูกจัดเก็บโดยทูลที่ใช้ในการย่อของ SNAPSHOT เท่านั้น

การติดตั้ง

พีซีพลัสจะติดตั้งทูลที่ใช้ในการขยายโดยอัตโนมัติ เมื่อใส่คำสั่ง PC ทูลนี้จะยังคงอยู่ในหน่วยความจำจนกระทั่งบู๊ตเครื่องใหม่

กราฟิคภายในคุณสมบัติของเฟรมและพารามิเตอร์

สามารถรวมกราฟิคเข้าในคุณสมบัติของเฟรมและพารามิเตอร์หลายๆ อย่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ

พีซีพลัสได้เตรียมคุณสมบัติของเฟรมและพารามิเตอร์หลายๆ อย่างที่สามารถแสดงภาพได้ในระหว่างที่ทำการปรึกษา ซึ่งได้แก่

- คุณสมบัติของเฟรม ได้แก่ GPROMPTEVER, GPROMPT1ST และ GPROMPT2ND

- คุณสมบัติของพารามิเตอร์ ได้แก่ GHELP และ GPROMPT

ข้อสังเกต หากใช้จอ CGA จะสามารถแสดงภาพได้โดยใช้ GHELP และ GPROMPTEVER เท่านั้น

การเพิ่มคุณสมบัติ

ในการเพิ่ม GPROMPTEVER, GPROMPT1ST และ GPROMPT2ND นั้น สามารถทำได้โดยการเลือก PROPERTIES ที่หน้าจอเฟรมที่หน้าจอคุณสมบัติเฟรมให้กด ALT-A และเลือกคุณสมบัติจากลิสต์ที่ปรากฏ

ส่วนการเพิ่ม GHELP และ GPROMPT ทำได้โดยการเลือก name-PARMS ที่หน้าจอ Frame จากนั้นก็เลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการเพิ่มคุณสมบัติ ที่บริเวณหน้าจอของพารามิเตอร์ ให้กด ALT-A และเลือกคุณสมบัติจากลิสต์ที่ปรากฏ

GPROMPTEVER

ในการแสดงภาพบนหน้าจอ Current Objective ของเฟรม ทำได้โดยการเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER และหากต้องการแสดงทั้งเท็กซ์และภาพบนหน้าจอ Objective ก็ทำโดยการเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER และ PROMPTEVER (ถ้าใช้จอ CGA ให้ทำการรวมเท็กซ์เข้ากับภาพ และไม่ต้องเพิ่มคุณสมบัติ PROMPTEVER)

หากเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER โดยไม่เพิ่มคุณสมบัติ PROMPTEVER พีซีพลัสจะแสดงภาพเพียงชั่วขณะแล้วกลับมาทำงานต่อ หากต้องการให้ภาพยังคงแสดงอยู่จนกระทั่งผู้ใช้กดคีย์ ENTER จะต้องเพิ่มคุณสมบัติ PROMPTEVER ที่พิมพ์ช่องว่าง ดังนี้

เวลาที่ทำการเลือก GPROMPTEVER พีซีพลัสจะถามชื่อของกราฟิคไฟล์ที่บรรจุภาพที่ต้องการให้แสดงในการใส่ชื่อไฟล์นั้น ไม่ต้องใส่เครื่องหมายอัญประกาศล้อมรอบชื่อ รวมทั้งไม่ต้องใส่ส่วนขยายของไฟล์ด้วย

GPROMPT1ST

ในการแสดงภาพบนหน้าจอที่ถามผู้ใช้ว่าจะอ้างถึงเฟรมหรือไม่ ทำได้โดยการเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT1ST ซึ่งจะคล้ายกับคุณสมบัติ PROMPT1ST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือก GPROMPT1ST แล้ว พีซีพลัสจะให้ใส่ชื่อไฟล์ที่บรรจุภาพที่ต้องการให้แสดง หลักการใส่ชื่อไฟล์เหมือนกับการใส่ชื่อไฟล์ เมื่อเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER

ข้อสังเกต หากใช้จอ CGA จะไม่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT1ST ได้

GPROMPT2ND

ในการแสดงภาพบนหน้าจอเพื่อถามผู้ใช้ว่าจะอ้างถึงเฟรมอีกครั้งหรือไม่ ทำได้โดยการเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT2ND ซึ่งจะคล้ายกับคุณสมบัติ PROMPT2ND

เมื่อเลือก GPROMPT2ND แล้ว พีซีพลัสจะให้ใส่ชื่อไฟล์ที่บรรจุภาพที่ต้องการให้แสดง หลักการใส่ชื่อไฟล์เหมือนกับการใส่ชื่อไฟล์ เมื่อเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER

ข้อสังเกต หากใช้จอ CGA จะไม่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT2ND ได้

GHELP

การแสดงภาพเมื่อผู้ใช้กดคีย์ F1 เพื่อขอความช่วยเหลือ ทำได้โดยการเพิ่มคุณสมบัติ GHELP เข้าไปในพารามิเตอร์ เมื่อเลือก GHELP จากลิสต์คุณสมบัติของพารามิเตอร์ พีซีพลัสจะให้ใส่ชื่อไฟล์ที่บรรจุภาพที่ต้องการให้แสดง หลักการใส่ชื่อไฟล์เหมือนกับการใส่ชื่อไฟล์ เมื่อเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER

ถ้าต้องการให้มีข้อมูลเท็กซ์ปรากฏพร้อมกับภาพ GHELP ก็ทำการเพิ่มคุณสมบัติ HELP เข้าไปในพารามิเตอร์ ซึ่งค่าที่จะใส่ให้คุณสมบัติ HELP ก็คือ เท็กซ์ที่ต้องการให้ปรากฏพร้อมกับภาพ

ข้อสังเกต หากใช้จอ CGA ให้รวมเท็กซ์เข้าในภาพ และไม่ต้องเพิ่มคุณสมบัติ HELP และหากต้องการแสดงภาพอย่างเดียวเมื่อผู้ใช้กดคีย์ F1ก็เพียงแต่เพิ่มคุณสมบัติ GHELP เข้าไปในพารามิเตอร์เพียงอย่างเดียว

GPROMPT

การแสดงภาพพร้อมกับพร้อมพ์ ทำได้โดยการเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT เข้าไปในพารามิเตอร์ เมื่อเลือก GPROMPT จากลิสต์ของคุณสมบัติของพารามิเตอร์ พีซีพลัสจะให้ใส่ชื่อกราฟิคไฟล์ที่บรรจุภาพที่ต้องการให้แสดง หลักการใส่ชื่อไฟล์เหมือนกับการใส่ชื่อไฟล์ เมื่อเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPTEVER

ส่วนการเพิ่มคุณสมบัติ PROMPT ก็จะคล้ายกับการเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT เข้าไปในพารามิเตอร์ สำหรับค่าที่ใส่ให้กับคุณสมบัติ PROMPT นั้น ก็จะเป็นเท็กซ์ที่ต้องการให้ปรากฏร่วมกับภาพ พีซีพลัสจะรวมเท็กซ์และภาพบนหน้าจอพร้อมพ์ซึ่งปรากฏแก่ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกต หากใช้จอ CGA ไม่ต้องเพิ่มคุณสมบัติ GPROMPT

กราฟิคภายในกฎ

ฟังก์ชันเกี่ยวกับการแสดงภาพของ ARL มี 2 ฟังก์ชัน คือ PICTURE และ =G จะแสดงภาพในระหว่างที่ทำการปรึกษา

ฟังก์ชัน

- ฟังก์ชัน =G จะทำให้ภาพปรากฏบนหน้าจอตอนจบ
- ฟังก์ชัน PICTURE จะทำให้ภาพปรากฏเมื่อพีซีพลัสกระทำตามถ้อยแถลง THEN ของกฎ ซึ่งมีข้อสังเกตคือ ภาพนั้นจะต้องถูกสร้างโดยทูลที่ใช้ในการย่อ

หน้าจอตอนจบ

การแสดงภาพบนหน้าจอตอนจบ ในบางครั้งจะช่วยให้เข้าใจในบทสรุปที่ยากในการที่จะใช้คำพูดในการอธิบายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น ในกฎที่สรุปรูปแบบของการสวิทซ์ของชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ หากใช้ภาพแสดงก็จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น (มีประโยชน์ต่อผู้ใช้เป็นอย่างยิ่ง)

การแสดงภาพบนหน้าจอตอนจบจะรวมฟังก์ชัน =G ไว้ในถ้อยแถลง THEN ของกฎที่เซ็ตค่าของพารามิเตอร์เป้าหมาย หรือ ของพารามิเตอร์ซึ่งถูกให้ค่าโดยพารามิเตอร์เป้าหมาย เช่น กฎ ซึ่งรวมฟังก์ชัน =G เอาไว้เพื่อแสดงภาพของการเซ็ตสวิทซ์

IF statement:

8BIT-DATA AND PARITY=ODD AND BAUD-RATE=9600

THEN statement:

SWITCH-SETTING = SET257 AND SWITCH-SETTING =G "SWITCH257"

จากตัวอย่าง SWITCH-SETTING คือพารามิเตอร์เป้าหมาย และ SWITCH257 คือชื่อของกราฟิคไฟล์ที่เก็บภาพที่ต้องการแสดง และเมื่อรวมฟังก์ชัน =G ไว้ในถ้อยแถลง THEN จะเป็นการให้ค่าพารามิเตอร์เป้าหมายสองค่า คือ ค่าที่เป็นเท็กซ์ (SET257 ซึ่งให้ค่าโดยฟังก์ชัน =) และค่าที่เป็นภาพ ("SWITCH257" ซึ่งให้ค่าโดยฟังก์ชัน =G) ดังนั้น จึงต้องกำหนดคุณสมบัติ TYPE ของพารามิเตอร์เป้าหมายเป็น MULTIVALUED

การทำงานของกฎ

ในการแสดงภาพ และเท็กซ์เมื่อพีซีพลัสทำถ้อยแถลง THEN ของกฎนั้น จะใช้ฟังก์ชัน PICTURE และฟังก์ชัน PRINT เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IF statement:

8BIT-DATA AND PARITY=ODD AND BAUD-RATE=9600

THEN statement:

SWITCH-SETTING = SET257 AND PICTURE "SWITCH257"

ในกรณีนี้ ไม่ได้เซ็ตค่าของพารามิเตอร์ SWITCH-SETTING ให้เป็นภาพ แต่เป็นการบอกพีซีพลัสให้แสดงภาพเมื่อค่าของ SWITCH-SETTING ถูกเซ็ต ผลก็คือ เมื่อใช้ฟังก์ชัน PICTURE พารามิเตอร์ SWITCH-SETTING ไม่ต้องเป็นพารามิเตอร์แบบ MULTIVALUED

หากต้องการให้เท็กซ์ปรากฏเมื่อค่าของพารามิเตอร์ถูกเซ็ต ก็ใช้ทั้งสองฟังก์ชัน คือ PRINT และ PICTURE เช่น ในกฎนี้เท็กซ์ ("Set switches 2, 5, and 7") จะปรากฏบนหน้าจอหนึ่ง และหลังจากที่ผู้ใช้กดคีย์ ENTER และ หน้าจออื่นก็จะแสดงรูปภาพ

IF statement:

8BIT-DATA AND PARITY=ODD AND BAUD-RATE=9600

THEN statement:

SWITCH-SETTING=SET257 AND PRINT "Set switches 2, 5, and 7" AND PICTURE "SWITCH257"

และถ้าต้องการแสดงภาพก่อน ก็สลับลำดับของฟังก์ชัน PRINT และฟังก์ชัน PICTURE ดังนี้

IF statement:

8BIT-DATA AND PARITY=ODD AND BAUD-RATE=9600

THEN statement:

SWITCH-SETTING=SET257 AND PICTURE "SWITCH257" AND PRINT "Set switches 2, 5, and 7"

กราฟิคในตัวแปร $$TITLE

เราสามารถแสดงภาพบนหน้าจอไตเติ้ลของฐานความรู้ ด้วยตัวแปร $$TITLE

การแสดงที่หน้าจอ

การแสดงภาพบนหน้าจอไตเติ้ลของฐานความรู้ ทำได้โดยการเพิ่มตัวแปร $$TITLE และใส่ค่า PICTURE ตามด้วยชื่อของกราฟิคไฟล์ซึ่งเก็บภาพนั้น (ใส่เครื่องหมายอัญประกาศล้อมรอบชื่อไฟล์ โดยที่ไม่ต้องใส่ส่วนขยายของชื่อไฟล์) เช่น

$$TITLE: PICTURE "firstpic"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร $$TITLE จะไม่สามารถเก็บค่าเท็กซ์ (ฟังก์ชัน PRINT) และภาพ (ฟังก์ชัน PICTURE) พร้อมกันได้ ดังนั้น ถ้าต้องการให้มีเท็กซ์ปรากฏอยู่บนภาพด้วย จะต้องสร้างเท็กซ์ในกราฟิคเอดิเตอร์ และรวมเท็กซ์นั้นเข้าในภาพก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม

3.1 ขั้นตอนการสร้างระบบ

ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคนี้ ได้มีการแบ่งการดำเนินงานออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการศึกษารายละเอียดต่างๆ แบ่งออกเป็น

- ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญ
- ศึกษาทฤษฎีและการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (EXPERT SYSTEM SHELL) ที่มี ชื่อว่า Personal Consultant Plus ของบริษัท Texas Instruments
- ศึกษารายละเอียดของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค
- กำหนดขอบเขตของงานให้เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาระบบต้นแบบ

- กำหนดความรู้ที่จะใช้ในการสร้างระบบต้นแบบ
- ทำการจัดรูปแบบของความรู้ที่ได้ศึกษามา
- พัฒนาระบบฐานความรู้ที่ได้สร้างเริ่มแรก
- ค้นหาปัญหาที่เกิดระหว่างการสร้างระบบต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบฐานความรู้ให้สมบูรณ์

- ทำการปรับปรุง และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาระบบต้นแบบ
- เพิ่มความสามารถให้กับระบบโดยการขยายฐานความรู้ออกไป
- แก้ไข ปรับปรุง ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลระบบ โดยทำการทดสอบการทำงานของระบบให้กับผู้ใช้เป็นครั้งสุดท้าย

3.2 การจัดรูปแบบความรู้ของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

เนื่องจากข้อมูลหรือความรู้เกี่ยวกับระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคนั้น เป็นไปในลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดเนื้อที่ในหน่วยความจำ และคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบัติที่ดีของระบบกรอบเกี่ยวกับความยืดหยุ่นของการใช้ความรู้ ในที่นี้จึงได้นำเอาวิธีการใช้ความรู้แบบกฎหรือเงื่อนไขร่วมกันด้วย

3.2.1 ลำดับขั้นของกรอบ (Hierarchies of frames)

ลักษณะของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค สามารถจัดอยู่ในลำดับขั้นของกรอบ (frame) ได้ดังนี้ ระดับบนสุดจะแสดงถึงระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค โดยจะให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการทราบเรื่องใด เช่น กลไก การทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค หรือต้องการปรึกษาปัญหาทั่วๆ ไปที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิค (ซึ่งเปรียบเสมือนกรอบย่อย (subframe) ของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคนั่นเอง)

3.2.2 เงื่อนไขในการแสดงส่วนประกอบและการทำงานของระบบไฮโดรลิค

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงเงื่อนไขต่างๆ ของการแสดงส่วนประกอบและการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคที่นำมาใช้เป็นระบบฐานความรู้

3.2.2.1 เงื่อนไขการแสดงส่วนประกอบของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

- ฝาท้าย แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุด คือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของฝาท้าย
แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของฝาท้าย

- ชุดแขนยึดฝาท้าย แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของชุดแขนยึดฝาท้าย
แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของชุดแขนยึดฝาท้าย
จากนั้นจะถามว่าต้องการทราบเกี่ยวกับเพลากลางหรือไม่
ถ้า - เลือกต้องการทราบเกี่ยวกับเพลากลาง
แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของเพลากลาง

- ชุดคันโยกปรับระดับ แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของชุดคันโยกปรับระดับ
แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของชุดคันโยกปรับระดับ

- ชุดไฮโดรลิค แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของชุดไฮโดรลิค
แล้ว - แสดงส่วนประกอบสำคัญของชุดไฮโดรลิค ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระบอกไฮโดรลิค แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของกระบอกไฮโดรลิค

แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของกระบอกไฮโดรลิค

- ปั๊มไฮโดรลิค แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของปั๊มไฮโดรลิค

แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของปั๊มไฮโดรลิค

- วาล์วควบคุม แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของวาล์วควบคุม

แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของวาล์วควบคุม

- มอเตอร์ แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์

แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของมอเตอร์

- แบตเตอรี่ แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกการแสดงส่วนประกอบของแบตเตอรี่

แล้ว - แสดงหน้าที่และลักษณะการทำงานของแบตเตอรี่

3.2.2.2 เงื่อนไขการแสดงการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

- การปิดฝาท้าย แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกดูกลไกในการปิดฝาท้าย

แล้ว - อธิบายกลไกในการปิดฝาท้าย

- การเปิดฝาท้าย แบ่งเงื่อนไขออกเป็น 1 ชุดคือ

(1) ถ้า - เลือกดูกลไกในการเปิดฝาท้าย

แล้ว - อธิบายกลไกในการเปิดฝาท้าย

3.2.2.3 เงื่อนไขในการเกิดปัญหาในระบบไฮโดรลิคทั่วๆ ไป

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงเงื่อนไขในการเกิดปัญหาต่างๆ ในระบบไฮโดรลิคทั่วๆ ไป ซึ่งแบ่งออกตามประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มไฮโดรลิค
2. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วปลดความดันแบบลูกสูบสมดุลหรือแบบไพลอต
3. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วควบคุมอัตราการไหล
4. ปัญหาอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มไฮโดรลิค สามารถแบ่งออกได้เป็น

(1.1) อัตราส่งน้ำมันไม่เพียงพอ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในปั๊มเกิดการชำรุดเสียหาย

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุด

(2) - อุปกรณ์ปรับอัตราส่งน้ำมัน หรือปรับค่าปริมาตรจุทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนหรือซ่อมอุปกรณ์

(3) -วาล์วแบ่งความดันทำงานผิดปกติ (สำหรับปั๊มเวนชนิด 2 สเตจ)

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนหรือทำความสะอาดวาล์ว

(1.2) อุณหภูมิในการทำงานสูงขึ้นจนผิดปกติ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - เกิดการรั่วภายในมากทำให้ปริมาตรของน้ำมันไม่เพียงพอ

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมบริเวณที่รั่ว

(2) - ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่เกิดความร้อนสูง

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมบริเวณที่ชำรุด

(3) - แบริ่งชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนแบริ่ง

(1.3) น้ำมันรั่วซึมบริเวณซีลที่เพลา อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ซีลหรือเพลาชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนซีลหรือเพลา

(2) - ความดันที่ซีลของเพลาสูงเกินไปเนื่องจากเกิดการรั่วภายใน

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด

(3) - ท่อระบายอุดตัน

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดท่อทาง

(1.4) ชิ้นส่วนอุปกรณ์ชำรุดหรือร้อนจัดอย่างรวดเร็ว อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - น้ำมันไฮโดรลิคมีสิ่งสกปรกปะปน

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหรือเพิ่มฟิลเตอร์

(2) - มีน้ำและฟองอากาศผสมอยู่ในน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมชิ้นส่วนที่ทำให้น้ำ และฟองอากาศรั่วไหลเข้าไปในน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) - น้ำมันไฮโดรลิคมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับอุปกรณ์

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนน้ำมันไฮโดรลิค เลือกใช้ชนิดที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ตามที่บริษัทกำหนด

(4) - ปั๊มทำงานด้วยความเร็วผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - ปรับความเร็วให้พอเหมาะ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้น้ำมันไฮโดรลิค ประเภทมีน้ำเป็นส่วนผสม

(1.5) ชิ้นส่วนอุปกรณ์มีอายุการใช้งานต่ำ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - น้ำมันไฮโดรลิคมีสิ่งสกปรกปะปน

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหรือเพิ่มฟิลเตอร์

(2) - มีน้ำและฟองอากาศผสมอยู่ในน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมชิ้นส่วนที่ทำให้น้ำและฟองอากาศรั่วไหลเข้าไปในน้ำมัน

(3) - น้ำมันไฮโดรลิคมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับอุปกรณ์

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนน้ำมันไฮโดรลิค เลือกใช้ชนิดที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ตามที่บริษัทกำหนด

(4) - ปั๊มทำงานด้วยความเร็วผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - ปรับความเร็วให้พอเหมาะ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้น้ำมันไฮโดรลิค ประเภทมีน้ำเป็นส่วนผสม

(1.6) ปั๊มมีเสียงดัง อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - สเตรนเนอร์หรือท่อดูดอุดตัน

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดสเตรนเนอร์หรือท่อดูด

(2) - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดูดเล็กเกินไป

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนท่อดูด เพื่อให้ระดับสุญญากาศในท่อดูดไม่สูงเกินกว่าที่กำหนด (สุญญากาศในท่อดูดไม่ควรเกิดขึ้นเกินกว่า 5 นิ้วปรอท)

(3) - สเตรนเนอร์ที่ท่อดูดมีขนาดไม่พอเหมาะ ใช้ขนาดเล็กเกินไป

วิธีการแก้ไข - ใช้สเตรนเนอร์ที่ให้อัตราการไหลผ่านเป็น 2 เท่า หรือกว่านั้นของอัตราการไหลของน้ำมันในท่อดูด

(4) - บูชของปั๊มเกิดการเสียหายหรือหลวม

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนหรือซ่อมบูชของปั๊มใหม่

(5) - น้ำมันมีความหนืดมากเกินไป

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนมาใช้น้ำมันที่มีความหนืดพอเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) - ช่องระบายอากาศบนถังพักน้ำมันอุดตัน

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดช่องระบายอากาศ และเปลี่ยนไส้กรองอากาศถ้าสกปรกมาก

(7) - มีฟองอากาศในถังพักน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ในกรณีที่น้ำมันมีความเร็วสูง ให้วางปากท่อไหลกลับอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำมันในถังพัก แล้วตรวจเช็คข้อต่อท่อให้แน่น

- ปรับสภาพถังพักน้ำมัน เช่น ใช้แผ่นกั้นในถังพัก
- ถ้าระดับน้ำมันต่ำเกินไปให้เติมน้ำมันอีก

(8) - ซีลที่เพลาของปั๊มเกิดการสึกหรอและรั่วซึม

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนซีลใหม่

(9) - ท่อน้ำมันไหลกลับที่ต่อลงถังอยู่สูงกว่าระดับน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ติดตั้งใหม่โดยต่อให้ปลายท่อไหลกลับอยู่ในระดับต่ำกว่าผิวน้ำมัน สูงจากก้นถังประมาณ 2 นิ้ว ปลายท่อควรบากเป็นมุม 45 องศา หันด้านบากเข้าหาผนังด้านข้าง

(10) - ท่อน้ำมันรั่วหรือข้อต่อต่างๆ ในระบบท่อขันไม่แน่น

วิธีการแก้ไข - ขันให้แน่น

(11) - มีฟองอากาศในท่อทาง

วิธีการแก้ไข - ในวงจรปิด ควรใช้วงจรที่มีการระบายอากาศออกจากท่อ

(12) - ความเร็วของน้ำมันในท่อไหลกลับลงถังสูงเกินไป

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนท่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ให้ได้ความเร็วในท่อไหลกลับตามที่กำหนด

(13) - ความดันสูงเกินกำหนด

วิธีการแก้ไข - เลือกใช้ปั๊มให้เหมาะกับความดันที่ใช้งานและปรับตั้งค่าความดันใช้งานให้เป็นไปตามสเป็คของปั๊ม

(14) - มีเสียงดังบริเวณคัปปลิ้ง

วิธีการแก้ไข - ปรับแนวข้อต่อเพลาให้ได้ศูนย์ หรือเปลี่ยนคัปปลิ้ง

(15) - ชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในปั๊มเกิดการชำรุดเสียหายหรือสึกหรอไป

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดหรือสึกหรอมากเกินไปใหม่

(16) - แบริ่งชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนแบริ่งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(17) - วาล์วแบ่งความดันในปั๊มเวนชนิด 2 สเตจทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - ถอดวาล์วออกทำความสะอาด

(18) - อุปกรณ์ปรับอัตราส่งน้ำมันทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนหรือซ่อมอุปกรณ์

(1.7) กำลังสูบออกลดลง อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ความหนืดของน้ำมันมากเกินไป

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนน้ำมันที่เหมาะสมใหม่ หรือหากอุณหภูมิของน้ำมันต่ำก็เพิ่มอุณหภูมิของน้ำมัน

(2) - ท่อดูดเข้ามีอากาศเข้า

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมท่อดูดเข้า เพื่อไม่ให้มีอากาศเข้าไป

(3) - ไส้กรองตัน

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดไส้กรอง

(4) - ระดับน้ำมันในถังลดลง

วิธีการแก้ไข - เติมน้ำมันในถังให้ถึงระดับมาตรฐาน (เกินกว่าไส้กรอง 100 มม. ขึ้นไป)

(5) - เฟือง, แผ่นข้างของปั๊มเฟืองสึกหรอ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนเฟือง, แผ่นข้างของปั๊มเฟืองใหม่

(6) - แคทริจของปั๊มใบพัดสึกหรอ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนแคทริจของปั๊มใบพัดใหม่

(7) - กระบอกสูบ, ลูกสูบของปั๊มลูกสูบสึกหรอ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนกระบอกสูบ, ลูกสูบของปั๊มลูกสูบใหม่

(8) - ปั๊มหมุนผิดทิศทาง

วิธีการแก้ไข - ซ่อมปั๊ม

(1.8) แรงดันสูบออกลดลง อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - เกิดน้ำมันรั่วจากวาล์วในท่อหรือแอ็คจูเอเตอร์

วิธีการแก้ไข - ซ่อมวาล์วในท่อหรือแอ็คจูเอเตอร์

(2) - รีลีฟวาล์วไม่ดีหรือแรงดันตั้งไว้ต่ำเกินไป

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาด, เช็คหรือเปลี่ยนวาล์วซีทใหม่

(3) - ชิ้นส่วนภายในปั๊มสึกหรอหรือแตกเสีย

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วปลดความดันแบบลูกสูบสมดุลหรือแบบไพลอต สามารถแบ่งออกได้เป็น

(2.1) ความดันไม่เพิ่มขึ้นตามต้องการ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ความดันที่ตั้งไว้ไม่เหมาะสม

วิธีการแก้ไข - ตรวจสอบที่เกจวัดความดันและปรับให้พอดี

(2) - ลูกสูบสมดุลทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดตัวลูกสูบและผนังภายในกระบอกสูบ และเปลี่ยนสปริงลูกสูบเมื่อชำรุด

(3) - ฝาปิดลูกสูบชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนฝาปิดลูกสูบ

(4) - ฝาประกับลูกสูบหรือบ่าวาล์วชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนลูกสูบหรือบ่าวาล์ว

(5) - เกิดการรั่วในอุปกรณ์ส่วนตัว

วิธีการแก้ไข - ตรวจสอบอุปกรณ์อื่นๆ และซ่อมแซมถ้าชำรุด

(2.2) ความดันไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงมาก อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - วาล์วแบบเข็มหรือแบบป๊อปเป็ตไม่อยู่ในตำแหน่งตามปกติ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนวาล์วหรือสปริงวาล์ว

(2) - วาล์วแบบเข็มหรือแบบป๊อปเป็ตชำรุดหรือมีฝุ่นละอองเศษโลหะติดอยู่

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนวาล์วหรือทำความสะอาด

(3) - ลูกสูบสมดุลทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดลูกสูบ

(4) - น้ำมันมีฟองอากาศผสม

วิธีการแก้ไข - ระบายอากาศออกจากระบบให้หมด

(2.3) ความดันเปลี่ยนแปลงเป็นห้วงๆและเกิดเสียงดัง อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ลูกสูบสมดุลทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - ตรวจสภาพลูกสูบ

(2) - วาล์วแบบเข็มหรือแบบป๊อปเป็ตชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนวาล์วและตรวจสภาพของน้ำมัน

(3) - มีอากาศเข้าไปในช่องปล่อยระบาย

วิธีการแก้ไข - ระบายอากาศออกจากระบบให้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) - การวางท่อในถังพักน้ำมันผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - แก้ไขวิธีการวางท่อทาง

(5) - อัตราการไหลมีค่าสูงมาก

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนขนาดของวาล์วให้ใหญ่ขึ้นเหมาะกับอัตราการไหลและใช้แบบที่มีการระบายภายนอก

(6) - มีการสั่นสะเทือนที่ท่อน้ำมันไหลกลับถังพัก

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนมาใช้วาล์วที่มีการระบายภายนอก

(2.4) การตอบสนองความดันเกิดขึ้นช้าหรือมีระดับต่ำ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - สปริงลูกสูบอ่อน

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนมาใช้สปริงที่แข็งขึ้น

(2) - ในระบบมีฟองอากาศและท่อทางในระบบใช้สายไฮโดรลิค

วิธีการแก้ไข - ลดแรงอัดหรือลดการอัดตัวของน้ำมันในระบบ

3. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วควบคุมอัตราการไหล สามารถแบ่งออกได้เป็น

(3.1) อุปกรณ์ชดเชยความดันทำงานผิดปกติ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - มีฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกติดอยู่ที่ลูกสูบชดเชยความดัน

วิธีการแก้ไข - ถอดลูกสูบออกมาทำความสะอาด

(2) - ปลอกออริฟิซมีฝุ่นละอองอุดตัน

วิธีการแก้ไข - ถอดออกทำความสะอาด

(3) - ความดันระหว่างช่องทางเข้ากับช่องทางออกแตกต่างกันมาก

วิธีการแก้ไข - ปรับความดันที่แตกต่างให้อยู่ในระดับที่กำหนด

(3.2) ตัวหมุนปรับควบคุมอัตราการไหลฝืด (ตัวหมุนปรับมีทั้งแบบเกนและแบบลูกเบี้ยวที่มีร่องหยัก) อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - มีฝุ่นละอองติดที่แกนควบคุมหรือที่ร่องบาก

วิธีการแก้ไข - ถอดทำความสะอาด

(2) - ความดันที่ช่องทางออกสูงเกินไปในวงจรแบบควบคุมน้ำมันเข้า

วิธีการแก้ไข - ลดความดันก่อนจะทำการหมุนปรับควบคุมอัตราการไหล

(3) -ความดันสูงที่ต้นทางอยู่ต่ำกว่าระดับความดันที่ทำให้น้ำมันเริ่มไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแก้ไข - ลดความดันก่อนที่จะให้วาล์วเคลื่อนที่ (โดยที่ไม่ลดอัตราการไหลจนต่ำกว่าระดับที่จะควบคุมได้)

(3.3) แผ่นสเกลเลื่อนขึ้น (ปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นกับวาล์วที่ใช้การระบายแบบภายใน) อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ท่อระบายอุดตัน

วิธีการแก้ไข - ทำความสะอาดและแยกท่อระบายออกจากวาล์วตัวอื่น

(2) - ให้ความดันย้อนกลับออกทางท่อระบาย

วิธีการแก้ไข - ในกรณีที่ถังพักน้ำมันติดตั้งอยู่เหนือวาล์ว ให้เปลี่ยนมาใช้วาล์วที่ไม่มีท่อระบาย

4. ปัญหาอื่นๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น

(4.1) ปัญหาเกี่ยวกับน้ำมัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น

(4.1.1) น้ำมันไฮโดรลิคสกปรก อาจแบ่งออกได้ตามประเภทของสารเจือปน ดังนี้

- อากาศ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - การต่อข้อต่อไม่ถูกต้องและไม่แน่น

วิธีการแก้ไข - ทดสอบหาปริมาณที่มีการรั่ว โดยเทน้ำมันลงบนข้อต่อท่อในขณะที่ปั๊มทำงาน

(2) - ซีลที่เพลาปั๊มชำรุด

วิธีการแก้ไข - เมื่อความดันในท่อดูดลดลง อากาศก็จะเข้าไปในท่อได้ง่าย ดังนั้นจึงควรป้องกันไม่ให้ความดันในท่อดูดลดลง

(3) - ปะเก็นที่กระบอกสูบชำรุด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนปะเก็นใหม่

(4) - ถุงแก๊สในถังสะสมพลังงานฉีกขาด

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนถุงแก๊สใหม่

(5) - ปะเก็นในอุปกรณ์ไฮโดรลิคชำรุดสึกหรอ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนปะเก็นและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระดับต่ำกว่าระดับน้ำมันและติดตั้งวาล์วกันกลับด้วย

(6) - มีฟองอากาศในถังพักน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ตรวจสภาพท่อไหลกลับถังพักแล้วให้ปากท่ออยู่ต่ำกว่าระดับน้ำมันในถัง รวมทั้งตรวจสภาพถังพักด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) - น้ำมันมีคุณภาพต่ำ

วิธีการแก้ไข - ใช้น้ำมันที่มีคุณภาพสูง

- น้ำ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - น้ำผ่านเข้ามาทางช่องระบายอากาศในถังพัก

วิธีการแก้ไข - เมื่อสภาพอากาศมีความชื้นสูง ควรตรวจสอบช่องระบายน้ำที่ก้นถังพักอย่างน้อยเดือนละครั้ง เพื่อระบายน้ำออก และถ้ามีน้ำปนอยู่ในน้ำมันมาก ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันใหม่

(2) - น้ำผ่านเข้ามาทางรอยรั่วของท่อหล่อเย็นในอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน

วิธีการแก้ไข - ซ่อมแซมอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน

(3) - น้ำผ่านเข้ามาทางฝาปิดถังพักน้ำมันที่มีรอยรั่ว

วิธีการแก้ไข - ควรดูแลสภาพฝาปิดถังพักไม่ให้ชำรุด

- วัสดุที่เป็นของแข็ง อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - เศษโลหะหรือเศษผงที่ปนเข้ามาในระบบ ในขณะประกอบอุปกรณ์และท่อทาง

วิธีการแก้ไข - ควรทำความสะอาดอุปกรณ์ และภายในท่อทางก่อนประกอบอุปกรณ์และเดินท่อทางในระบบ

(2) - ซีลของท่อทาง

วิธีการแก้ไข - ใช้ความระมัดระวังในการประกอบซีล

(3) - สิ่งสกปรกเข้าสู่ระบบโดยผ่านทางฝาปิดถังพักน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ควรปิดฝาถังพักให้สนิท

(4) - สิ่งสกปรกผ่านเข้าทางช่องเติมน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - ในขณะเติมน้ำมัน ควรใช้ตะแกรงช่วยกรองน้ำมันขณะเติมด้วย

(5) - เศษโลหะหรือฝุ่นผงที่เกิดจากการสึกหรอของอุปกรณ์

วิธีการแก้ไข - ตรวจสภาพน้ำมันไฮโดรลิคและเปลี่ยนน้ำมัน เมื่อคุณภาพไม่ได้มาตรฐานหรือเมื่อถึงอายุการใช้งาน

(6) - สารที่ใช้ฉาบผิวภายในของถังพักน้ำมัน

วิธีการใช้งาน - ในการตรวจสภาพถังพัก ควรใช้ความระมัดระวังเพื่อป้องกันไม่ให้สารหรือสิ่งที่ฉาบในถังพักหลุดร่อนออกมา (ปกติภายในถังพักไม่ควรทาสี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารประเภทยางเหนียว อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - เกิดจากการสึกหรอของปะเก็นและซีล

วิธีการแก้ไข - เลือกปะเก็นและซีลที่ไม่ผุกร่อนหรือยุ่ยขาด เมื่อใช้กับน้ำมันไฮโดรลิค

(2) -เกิดจากการผุกร่อนฉีกขาดของถุงแก๊สในถังสะสมพลังงานในระบบที่ใช้น้ำมันคุณภาพต่ำ

วิธีการแก้ไข - ในการเลือกอุปกรณ์ใดๆ ควรเลือกชนิดที่ไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำมันไฮโดรลิค โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้น้ำมันทนไฟ

(3) - สารที่ใช้ฉาบผิวภายในของถังพักน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - เลือกใช้สีหรือสารที่สามารถทนต่อน้ำมันได้

(4) - ซีลในท่อทาง

วิธีการแก้ไข - เลือกใช้ซีลที่มีคุณภาพเหมาะสมกับน้ำมันที่เลือกใช้ในระบบ

(4.1.2) น้ำมันรั่วซึม อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - บริเวณเชื่อมท่อแตกร้าว

วิธีการแก้ไข -

(1) การต่อท่อควรปฏิบัติดังนี้

ก. การเชื่อมท่อต่อท่อควรใช้ข้อต่อ (coupling) ไม่ควรเชื่อมแบบมาประกบชนกัน

ข. การเชื่อมควรเชื่อมให้จุดเชื่อมได้ระดับแนวนอนและแนวตั้งฉาก ไม่ควรเชื่อมแบบฝืนแรง

ค. ควรใช้ pipe clamp ที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือเรซินป้องกันการสั่นสะเทือน ไม่ควรใช้โบล์ทตัว U หรือหมอนไม้

(2) ป้องกันการสั่นสะเทือนที่เกิดจากแรงดันกระตุก

(2) - ท่อยางแตกร้าวหรือข้อต่อหลวม

วิธีการแก้ไข - การป้องกันท่อยางแตกร้าว

ก. ติดตั้งโดยมิให้สัมผัสกับส่วนอื่น ถ้าจำเป็นต้องสัมผัสควรติดไกด์

ข. เวลาติดตั้ง ไม่ควรงอท่อรัศมีเกินกว่ารัศมีต่ำสุดที่ผู้ผลิตกำหนด

ค. เวลาติดตั้งหรือเดินเครื่อง. ไม่ควรทำให้ท่อยางบิดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) - จานเกลียวอุปกรณ์ติดตั้งไม่ดี

วิธีการแก้ไข - โบลต์ยึดหลวม

ก. ถ้าแรงบิดไม่พอควรขันด้วยแรงบิดที่เหมาะสม

ข. หน้าตัดของอุปกรณ์ที่ยึดเข้าด้วยกันต้องให้ได้ระดับและตรงศูนย์

ค. ขจัดการสั่นสะเทือน

(4) - แกรนด์ซีลไม่ดี

วิธีการแก้ไข - การป้องกันการสึกหรอ

ก. ซีลมีอายุการใช้งาน ควรเปลี่ยนตามเวลาที่เหมาะสม

ข. ป้องกันมิให้น้ำมันขับดันสกปรก

ค. ขัดซีลและผิวที่เสียดสีให้สะอาดถูกต้อง

(4.2) ปัญหาเกี่ยวกับอัตราการไหลและความดัน แบ่งออกเป็น

(4.2.1) อัตราการไหลและความดันไม่เพียงพอ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - แก๊สในถังสะสมพลังงานรั่ว

วิธีการแก้ไข - แก้ไขสาเหตุที่รั่ว และอัดแก๊สเข้าไปใหม่

(2) - ช่องปล่อยระบายของวาล์วปลดความดันเปิดออก

วิธีการแก้ไข - แก้ไขที่ช่องปล่อยระบายและตรวจดูการรั่วซึม

(3) - เกิดการรั่วซึมมากภายในวาล์วและกระบอกสูบ

วิธีการแก้ไข - ตรวจดูอัตราการรั่วในอุปกรณ์แต่ละส่วน

(4.2.2) อัตราการไหลเพิ่มขึ้นจนผิดปกติ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - ระดับน้ำมันในถังพักต่ำเกินไป

วิธีการแก้ไข - เติมน้ำมันหรือใช้ถังพักที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

(2) - วาล์วในวงจรลดโหลดทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข - แก้ไขวาล์วที่ทำงานผิดปกติ

(3) - โครงสร้างถังพักน้ำมันไม่เหมาะสมกับระบบ

วิธีการแก้ไข - เปลี่ยนมาใช้ถังพักที่สามารถระบายความร้อนได้ดี

(4.3) ปัญหาที่ทำให้อุปกรณ์การทำงานเคลื่อนไหวผิดปกติ อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - มีอากาศรั่วไหลเข้าวงจร

วิธีการแก้ไข - ระบายอากาศออกจากวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) - ซีลที่ลูกสูบหรือก้านสูบแข็งหรือมีความฝืดมากเกินไป

วิธีการแก้ไข - ในขณะที่ทำงานด้วยความเร็วช้า ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนจึงควรลดความแข็งของซีล หรือทาด้วยโมลิบดินั่ม ซึ่งเป็นสารจำพวกจาระบีชนิดหนึ่ง

(3) - ผิวสัมผัสของอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวฝืดเนื่องจากขาดการหล่อลื่น

วิธีการแก้ไข - ถอดกระบอกสูบออก ตรวจซ่อมและซ่อมแซม

(4.4) ปัญหาที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน, เสียงดังและเสียงสะท้อน อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

(1) - เสียงสะท้อนของสปริงวาล์วกับอากาศ

วิธีการแก้ไข - ระบายอากาศออกจากระบบให้หมด ถ้าความดันเพิ่มขึ้นไม่ควรจะให้ปั๊มทำงานต่อไป จนกว่าจะระบายอากาศออกหมด

(2) - การสั่นสะเทือนของกระบอกสูบเนื่องจากมีอากาศรั่วซึมเข้าไป

วิธีการแก้ไข - 1. ระบายอากาศออกให้หมด

2.ควรทาสารประเภทจาระบีที่ลูกสูบและปะเก็นของกระบอกสูบ

(3) - เสียงดังในถังพักน้ำมัน

วิธีการแก้ไข - 1. ใช้ฝาปิดถังพักที่มีขนาดหนาขึ้น

2. เพิ่มความแข็งแรงของโครงที่ผนังด้านข้างฝาด้านล่างของถังพัก และใช้แผ่นกั้นที่มีความหนา

3. เปลี่ยนท่อน้ำมันไหลกลับและตำแหน่งติดตั้งท่อให้ถูกต้องตามกำหนด

3.2.3 ฐานความรู้ของระบบ

1) ฐานความรู้เกี่ยวกับหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ ในระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค และกลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค (การปิดฝาท้าย , การเปิดฝาท้าย)

2)ฐานความรู้เกี่ยวกับลักษณะอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิค โดยจะนำลักษณะอาการผิดปกติต่างๆ ที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานความรู้ หากมีข้อมูลเพียงพอสำหรับอาการผิดปกตินั้นๆ ก็จะสามารถสรุปออกมาได้ว่าอาการเหล่านั้นเกิดจากอะไร และมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ฐานความรู้ทั้งสองนี้ เกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก ผู้เชี่ยวชาญ วีดีโออธิบายการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค หนังสือ และวารสารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงานของโปรแกรม

เมื่อเข้าสู่ระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้จะต้องเลือกว่าต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับฐานความรู้เรื่องอะไรในหัวข้อต่อไปนี้คือ

- MECHANIC (แสดงหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละชิ้นของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค และกลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค)
- MAINTAIN (อธิบายคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิคทั่วๆ ไป)

3.3.1 ฐานความรู้ MECHANIC

ภายในฐานความรู้ MECHANIC ประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ

- ส่วนที่แสดงส่วนประกอบของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค
- ส่วนที่แสดงกลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

แสดงส่วนประกอบของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

หากผู้ใช้ต้องการทราบหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละชิ้นของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค ผู้ใช้ก็สามารถเลือกได้ว่าต้องการดูส่วนประกอบชิ้นไหน ดังนี้

- ฝาปิดท้าย
- ชุดแขนยึดฝาท้าย
- ชุดไฮโดรลิค
- ชุดคันโยกปรับระดับ
- แบตเตอรี่

เมื่อผู้ใช้เลือกดูส่วนประกอบชิ้นใด ก็จะปรากฏข้อมูลอธิบายส่วนบ่ระกอบและหน้าที่สำคัญของส่วนประกอบชิ้นนั้น

ส่วนที่แสดงกลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค

หากผู้ใช้ต้องการทราบกลไกการทำงานของระบบฝาปิดท้าย ผู้ใช้ก็สามารถเลือกได้ว่าต้องการดูกลไกการทำงานขณะใด โดยแบ่งออกเป็น

- กลไกในการปิดฝาท้าย
- กลไกในการเปิดฝาท้าย

เมื่อผู้ใช้เลือกดูกลไกการทำงานแบบใด ก็จะปรากฏข้อมูลอธิบายรายละเอียดของกลไกการทำงานแบบนั้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา

หากผู้ใช้ต้องการคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิคทั่วๆ ไป ผู้ใช้จะต้องบอกอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบ เพื่อที่จะได้นำไปเปรียบเทียบกับฐานความรู้ที่มีอยู่ หากข้อมูลมีมากพอก็สามารถสรุปออกมาได้ว่าเกิดปัญหาอะไรขึ้นกับระบบ เช่น น้ำมันในระบบมีความหนืดมากเกินไป เป็นต้น และ แนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาและการบำรุงรักษา

วิธีการบอกอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นนั้น ผู้ใช้สามารถเลือกอาการผิดปกติต่างๆ ได้จากตัวเลือกที่โปรแกรมกำหนดให้ โดยสามารถกำหนดค่าความแน่นอนของอาการผิดปกติเหล่านั้นได้ โปรแกรมจะนำลักษณะอาการผิดปกติที่ผู้ใช้ป้อนมาเปรียบเทียบกับฐาน-กฎของฐานความรู้ที่มีอยู่แล้วสรุปออกมาว่าเกิดปัญหาตรงจุดใด และมีวิธีแก้ไขและวิธีบำรุงรักษาอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

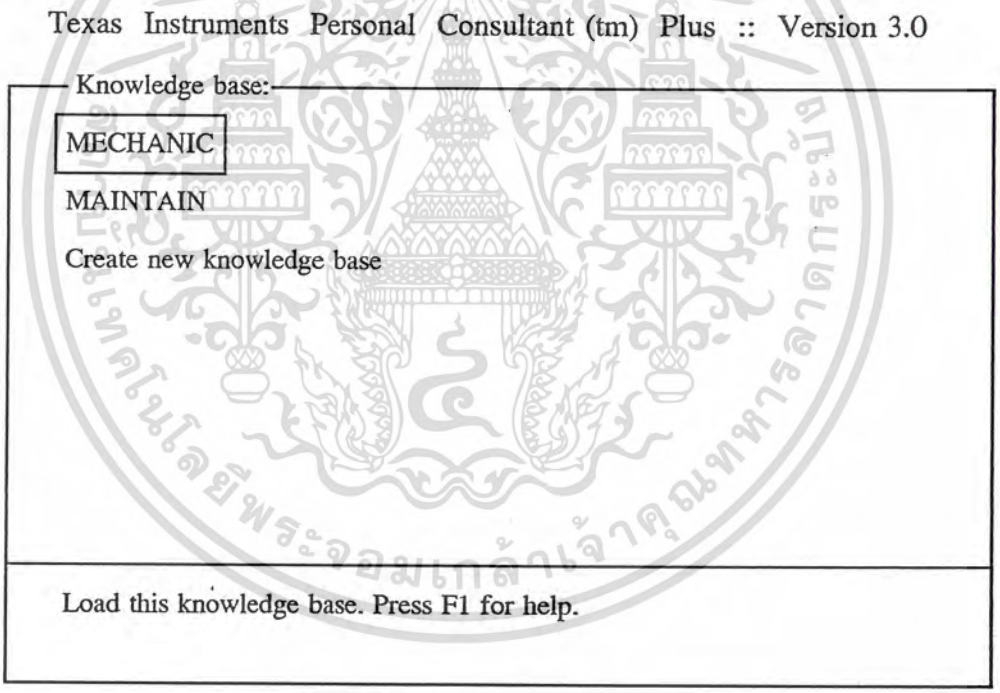
4.1 การทดสอบขนาดของฐานความรู้

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบขนาดของฐานความรู้ที่มีอยู่ว่าเพียงพอหรือไม่

วิธีการและผลการทดลอง

1. เข้าสู่โปรแกรมพีซีพลัส โดยเรียก PC จะปรากฏหน้าจอดังนี้



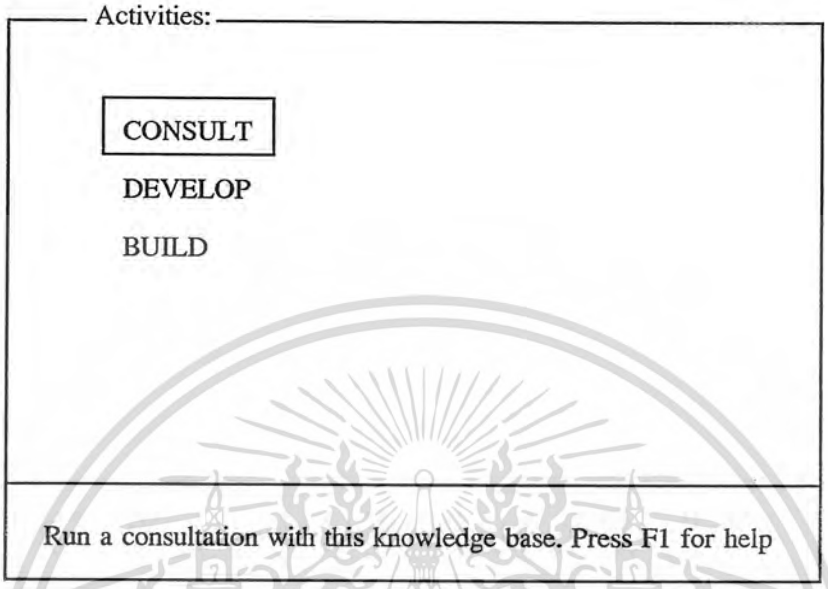
2. เลือกฐานความรู้

2.1 MECHANIC (จะอธิบายถึงส่วนประกอบที่สำคัญของระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค และการทำงาน)

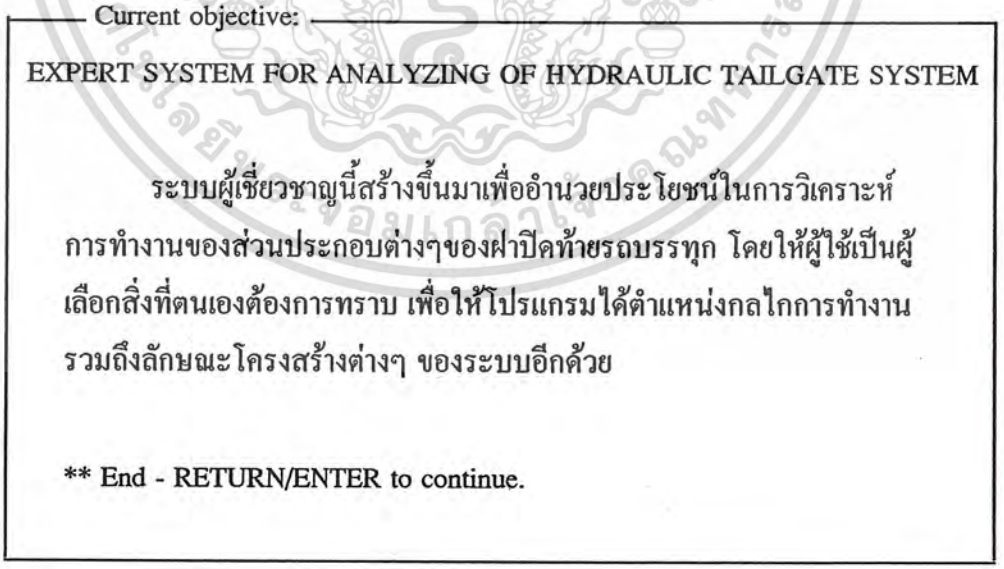
2.2 MAINTAIN (จะอธิบายถึงวิธีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบ เมื่อมีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 หากเลือกฐานความรู้ MECHANIC จะปรากฏหน้าจอดังนี้

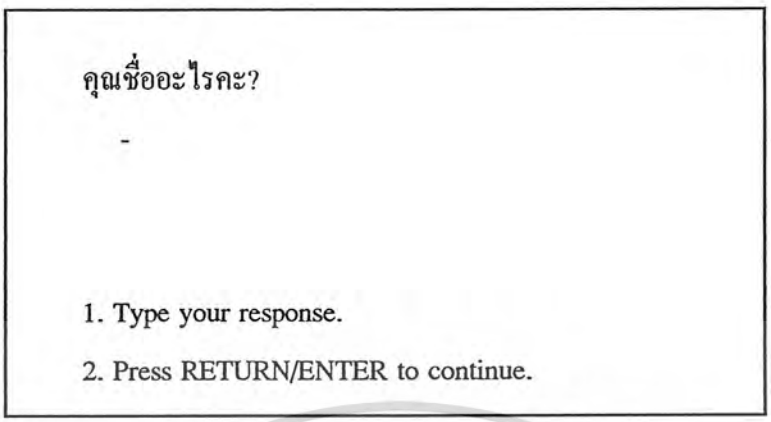


- เลือก CONSULT เพื่อเริ่มต้นการทำงาน จะปรากฏหน้าจอไดเติ้ลเพื่อแนะนำโปรแกรม ดังนี้

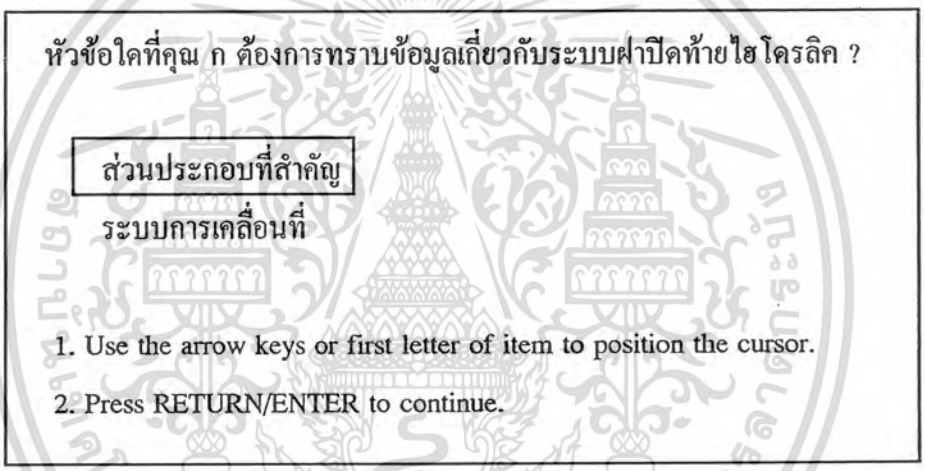


- กด ENTER จะปรากฏหน้าจอให้ผู้ใช้ใส่ชื่อ

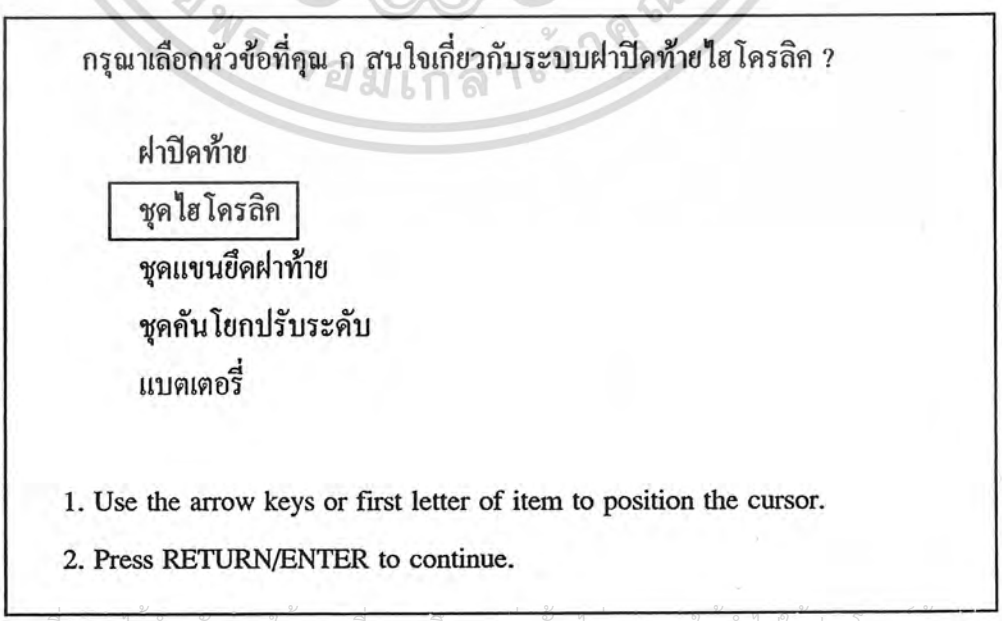
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ป้อนชื่อของผู้ใช้ สมมติชื่อ ก และกด ENTER จะปรากฏหน้าจอถัดไป ดังนี้



- เลือก "ส่วนประกอบที่สำคัญ"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกชุดไฮโดรลิค หน้าจอจะปรากฏรายละเอียดของชุดไฮโดรลิคดังนี้

ชุดไฮโดรลิคประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ กระบอกไฮโดรลิค ปั๊มไฮโดรลิค และวาล์วควบคุม

ซึ่งแต่ละส่วนล้วนมีความสำคัญในการเคลื่อนที่ของฝาท้ายทั้งสิ้น

** End - RETURN/ENTER to continue.

- กด ENTER จะปรากฏหน้าจอดังนี้

คุณ ก ต้องการทราบถึงส่วนประกอบใดของชุดไฮโดรลิค ?

กระบอกไฮโดรลิค
ปั๊มไฮโดรลิค
วาล์วควบคุม

1. Use the arrow keys or first letter of item to position the cursor.
2. Press RETURN/ENTER to continue.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก “กระบอกไฮโดรลิค”

กระบอกไฮโดรลิคปีนส่วนประกอบที่สำคัญมาก มีหน้าที่ในการผลักดันให้ฝาท้ายเกิดการเคลื่อนที่ แต่จะมากหรือน้อยก็ย่อมต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอีกสองตัวที่เหลือ

** End - RETURN/ENTER to continue.

- กด ENTER สุดท้ายจะปรากฏผลดังนี้

Conclusion:

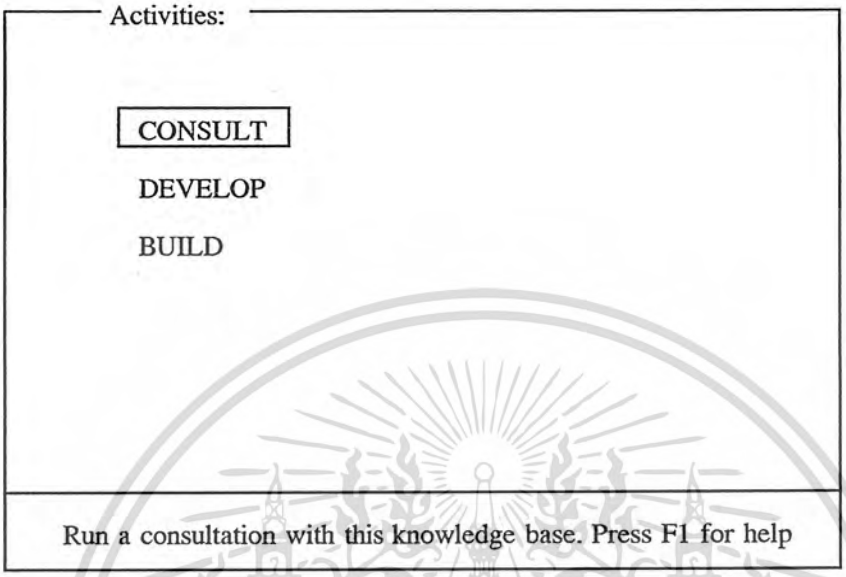
เสร็จสิ้นการตอบคำถาม is as follows กระบอกไฮโดรลิค

Command:
CONTINUE
HOW
TRACE ON
PRINT CONCLUSIONS
REVIEW
SAVE PLAYBACK FILE
NEW START
QUIT

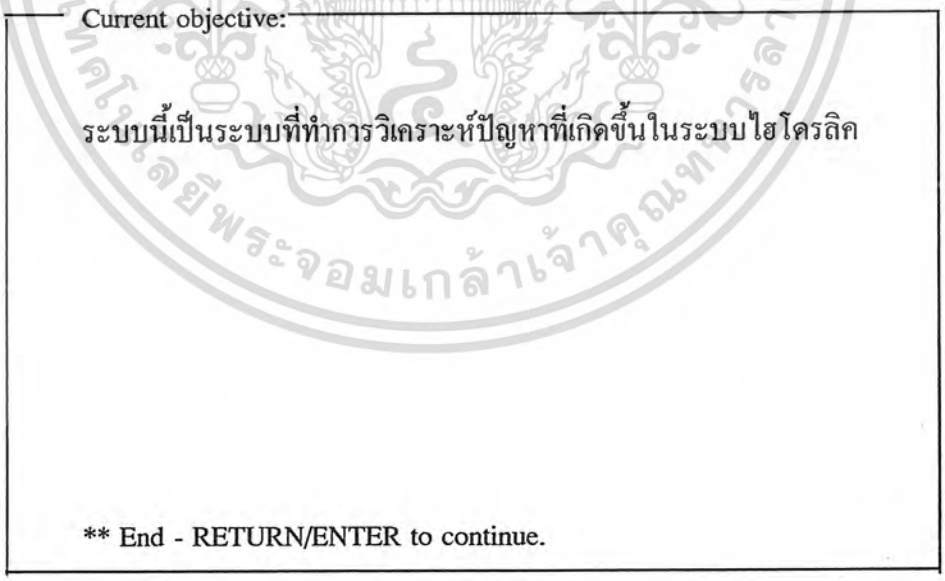
** End - RETURN/ENTER to continue.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หากเลือกฐานความรู้ MAINTAIN จะปรากฏหน้าจอดังนี้

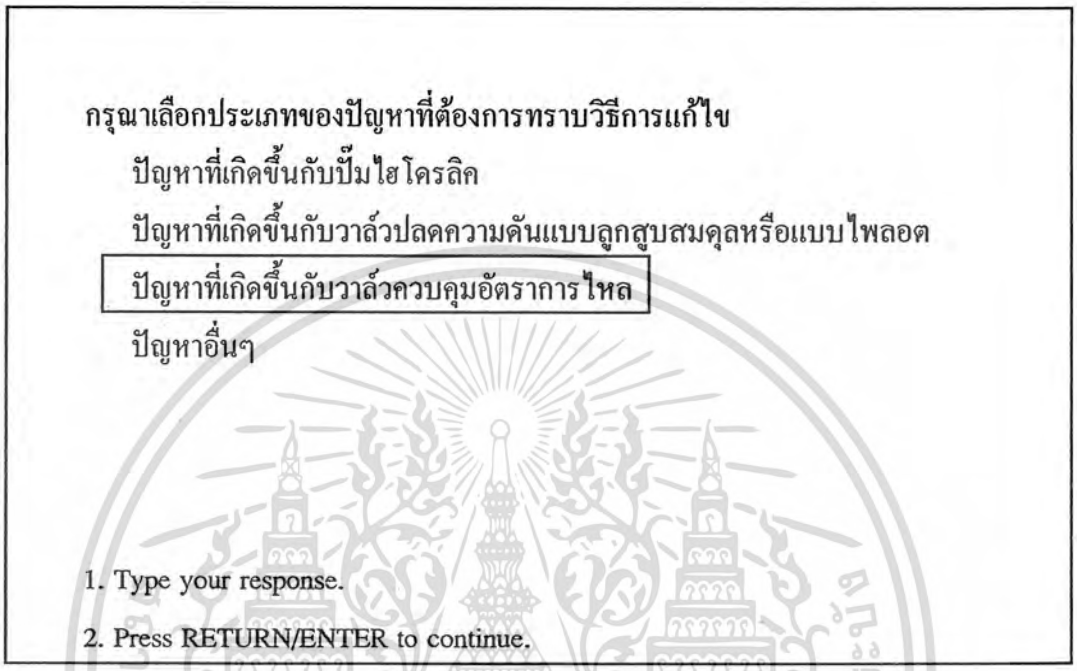


- เลือก CONSULT เพื่อเริ่มต้นการทำงาน จากนั้นจะปรากฏหน้าจอไตเติ้ลเพื่อแนะนำโปรแกรม

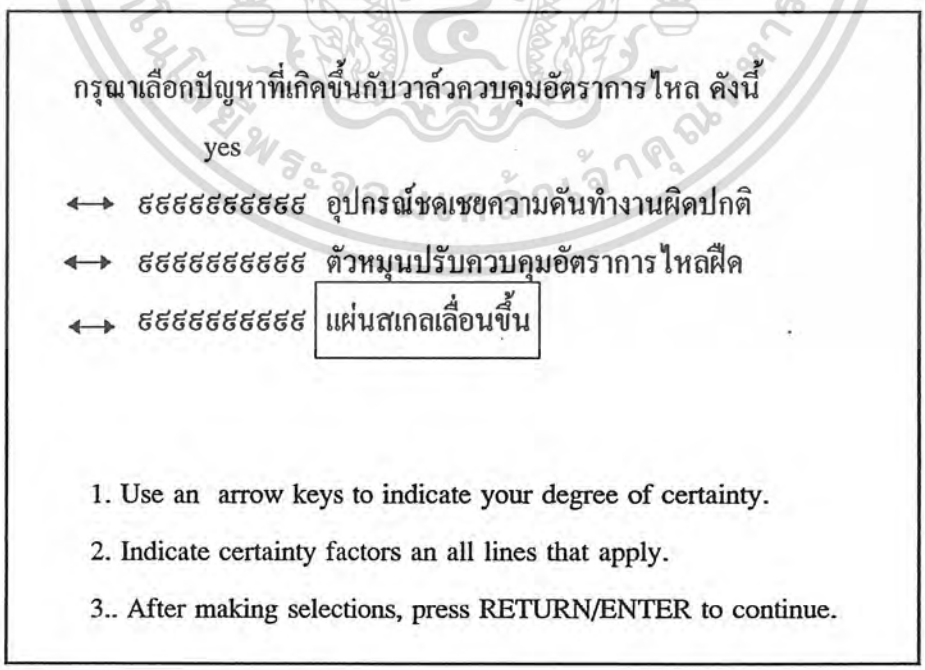


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กดคีย์ ENTER จากนั้นจะปรากฏหน้าจอให้ผู้ใช้เลือกประเภทของปัญหาที่ต้องการทราบวิธีการแก้ไข ดังนี้

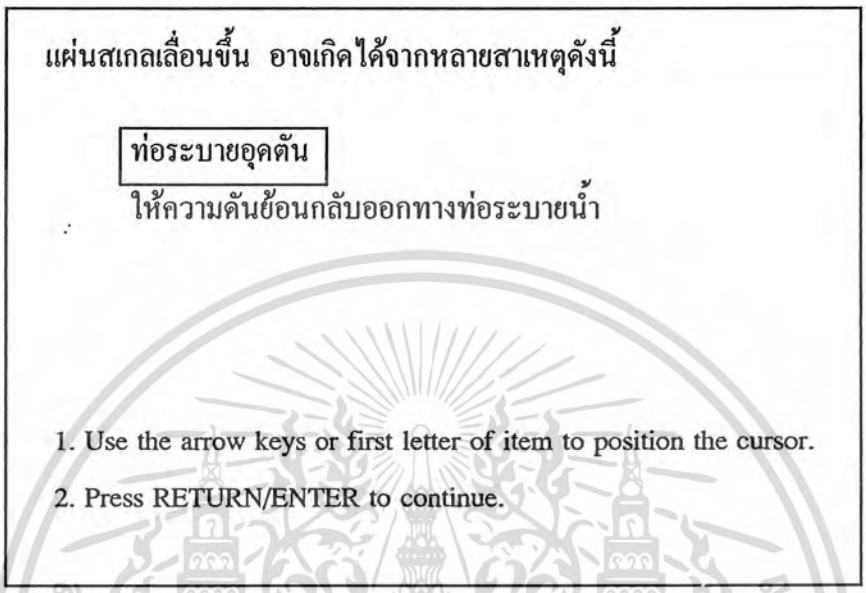


- เลือกปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วควบคุมอัตราการไหล จะปรากฏหน้าจอดังนี้

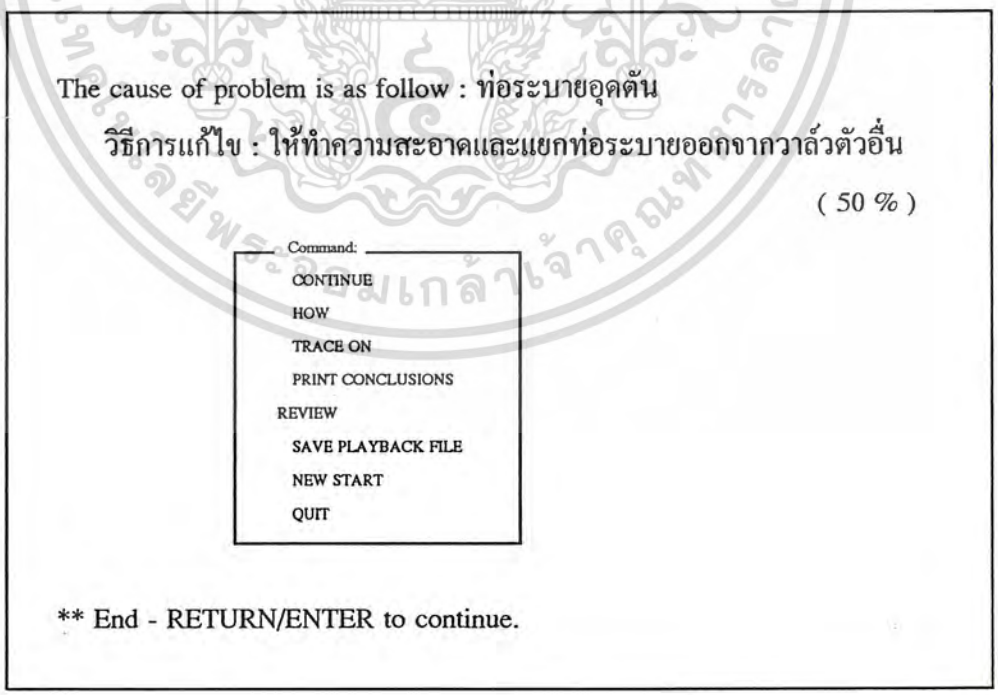


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกแผ่นสเกลเลื่อนขึ้น ด้วยค่า certainty factor 50 % จะปรากฏหน้าจอแสดงสาเหตุที่ทำให้แผ่นสเกลเลื่อนขึ้น



- เลือกท่อระบายอุดตัน จะปรากฏหน้าจอแสดงวิธีการแก้ไขท่อระบายอุดตันให้ทราบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ ตัวอักษร ก และ ข ยังมีปัญหาในการแสดงผลอยู่ นั่นคือ เวลาแสดงผล ตัวอักษร ก จะปรากฏเป็นตัวอักษร I แทน และ ข ก็จะปรากฏตัวอักษร O แทน ส่วนข้อมูลในฐานความรู้นั้นยังมีไม่มากพอที่จะครอบคลุมอาการผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งหมด แต่ก็สามารถใช้งานได้ในระดับหนึ่ง

4.2 การทดสอบความถูกต้องของฐาน-กฎและอัลกอริทึมของโปรแกรม

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความถูกต้องของฐาน-กฎและอัลกอริทึมของโปรแกรมว่ามีความถูกต้องแม่นยำแค่ไหน

วิธีการและผลการทดลอง

1. เข้าสู่โปรแกรมพีซีพลัส
2. เลือกฐานความรู้ MAINTAIN
3. เลือก CONSULT เพื่อเริ่มต้นการทำงาน จากนั้นจะปรากฏหน้าจอไตเติ้ลเพื่อแนะนำโปรแกรม ดังนี้

```
Current objective:
ระบบนี้เป็นระบบที่ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฮโดรลิค




** End - RETURN/ENTER to continue.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดคีย์ ENTER จากนั้นจะปรากฏหน้าจอให้ผู้ใช้เลือกประเภทของปัญหาที่ต้องการทราบวิธีการแก้ไข ดังนี้

กรุณาเลือกประเภทของปัญหาที่ต้องการทราบวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มไฮโดรลิค

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วปลดความดันแบบลูกสูบสมดุลหรือแบบไพลอต

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวาล์วควบคุมอัตราการไหล

ปัญหาอื่นๆ

1. Type your response.
2. Press RETURN/ENTER to continue.

เลือกปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มไฮโดรลิค จะปรากฏหน้าจอดังนี้

กรุณาเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มไฮโดรลิคของคุณ

yes

↔ ßßßßßßßßßß กำลังสูบออกลดลง

↔ ßßßßßßßßßß แรงดันสูบออกลดลง

↔ ßßßßßßßßßß ปั๊มมีเสียงดัง

↔ ßßßßßßßßßß อัตราส่งน้ำมันไม่เพียงพอ

↔ ßßßßßßßßßß อุณหภูมิในการทำงานสูงขึ้นจนผิดปกติ

↔ ßßßßßßßßßß น้ำมันรั่วซึมบริเวณซีลที่เพลา

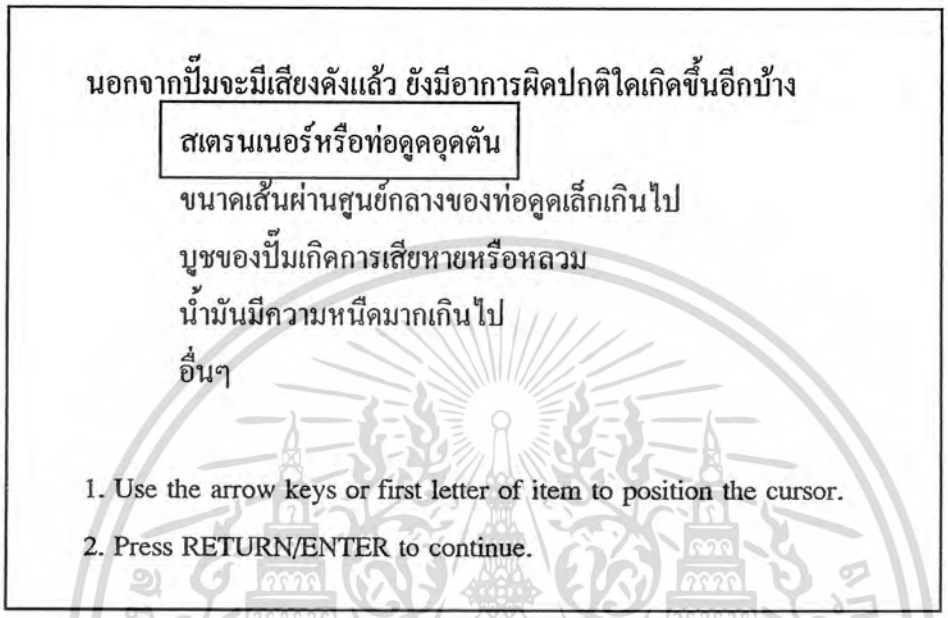
↔ ßßßßßßßßßß ชิ้นส่วนอุปกรณ์ชำรุดหรือร้อนจัดอย่างรวดเร็ว

↔ ßßßßßßßßßß ชิ้นส่วนอุปกรณ์มีอายุการใช้งานต่ำ

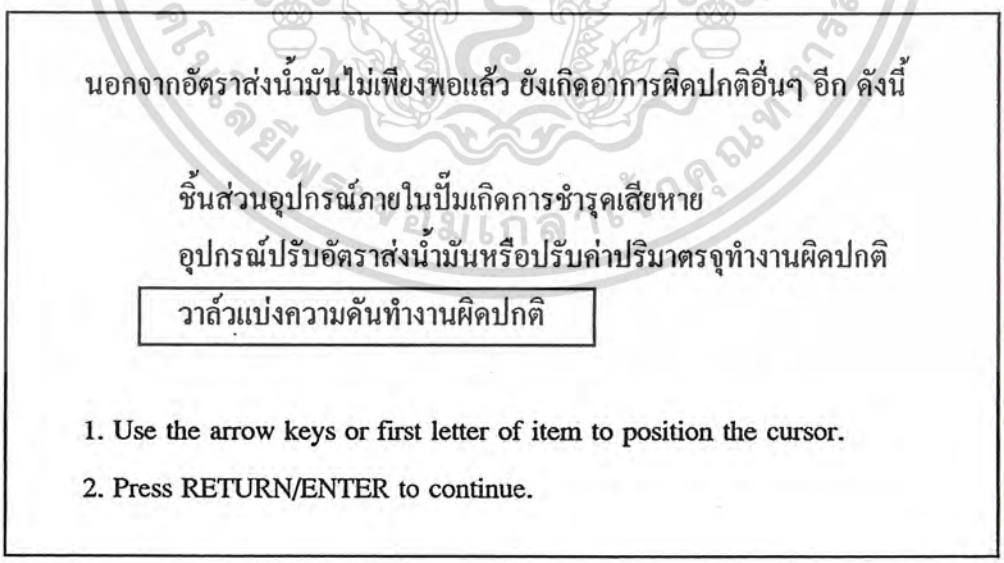
1. Use an arrow key to indicate your degree of certainty.
2. Indicate certainty factors on all lines that apply.
3. After making selections, press RETURN/ENTER to continue.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกปั๊มมีเสียงดัง ด้วยค่า certainty factor 50 % และเลือกอัตราส่งน้ำมันไม่เพียงพอ ด้วยค่า certainty factor 30 % จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังนี้



เลือกสเตรนเนอร์หรือท่อดูดอุดตัน จากนั้นกด ENTER จะปรากฏหน้าจอดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกวาล์วแบ่งความดันทำงานผิดปกติ สุดท้ายจะปรากฏผลดังนี้

Conclusion:

The cause of problem is as follows: สเตรนเนอร์หรือท่อดูดอุดตัน

ทำให้เกิดคาวิเตชั่น

วิธีการแก้ไข : ทำความสะอาดสเตรนเนอร์หรือท่อดูด (50 %)

วาล์วแบ่งความดันทำงานผิดปกติ

วิธีการแก้ไข : เปลี่ยนหรือทำความสะอาดวาล์ว (30 %)

** End - RETURN/ENTER to continue.

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หากตัวอักษรที่ต้องการให้ปรากฏบนหน้าจอเป็นตัวอักษร ก จะปรากฏเป็นอักษร I แทน และหากเป็นตัวอักษร ข ก็จะปรากฏเป็นอักษร O แทน เช่นคำว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นกับปั๊มไฮโดรลิค ก็จะปรากฏที่หน้าจอ ดังนี้

ปัญหาที่เ ิดขึ้นกับปั๊มไฮโครลิค

ซึ่งจากข้อผิดพลาดนี้เอง อาจทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนในการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญนี้เพิ่มขึ้นได้ ส่วนความถูกต้องของฐาน-กฎและอัลกอริทึมของโปรแกรมนั้น จัดว่าอยู่ในระดับดี เพราะสามารถแสดงผลได้ถูกต้องภายในขอบเขตของฐานความรู้ที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคนี้ ได้ทำการพัฒนาบนเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (EXPERT SYSTEM SHELL) ชื่อว่า Personal Consultant Plus ของบริษัท Texas Instruments เกิดปัญหาคือ เนื่องจากพีซีพลัสเป็นโปรแกรมที่ค่อนข้างเก่า และขาดการพัฒนาต่อ อีกทั้งไม่ค่อยมีผู้นิยมใช้จึงทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งโปรแกรม การศึกษาการทำงาน และการเขียนโปรแกรม ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษามากพอสมควร

ขั้นตอนการพัฒนาระบบที่ลำบากที่สุดคือ การนำเอาความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ(Knowledge Acquisition) มาแทนให้อยู่ในรูปของทฤษฎี เพราะจะต้องทำการค้นคว้ารวบรวมจากประสบการณ์ ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่เขาเหล่านั้นใช้ในการแก้ปัญหา โดยการสัมภาษณ์ สังเกตจากสถานการณ์จริง รวมทั้งการค้นคว้ารวบรวมจากหนังสือ วารสารต่างๆ และการศึกษาจากวีดีโออธิบายการทำงานของระบบ

5.1ประเมินผลการใช้งานของระบบ

แม้ว่าระบบนี้ได้พัฒนาอยู่บนเครื่องระดับไมโครคอมพิวเตอร์ก็ตาม แต่ก็สามารถนำไปใช้งานดังต่อไปนี้

- การแสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญ มาใช้ในงานทางด้านการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับ ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค
- สำหรับผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิคเลย ก็สามารถศึกษาส่วนประกอบ และกลไกการทำงานของระบบนี้ได้จากระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาอย่างง่ายที่เกิดขึ้นในระบบได้
- การเปลี่ยนแปลงข้อมูลสามารถทำได้ตลอดเวลาโดยสามารถแก้ไข เพิ่มเติมข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของระบบ กลไกการทำงาน และอาการผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้น เข้าในฐานความรู้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อดีของการพัฒนาระบบแบบไปข้างหน้า(forward chaining)

ในการพัฒนาระบบนี้จะเริ่มจากอาการผิดปกติไปหาข้อสรุปของปัญหา (เช่น จากอาการเกิดการสั่นสะเทือน ท่อแตกร้าวทำให้สายสูบเสียหาย ปะเก็นรั่ว สรุปได้ว่าระบบการป้องกันการสั่นสะเทือนไม่ดี เป็นต้น) การพัฒนาระบบแบบนี้มีข้อดี คือ ทำให้เกิดความง่าย สะดวกรวดเร็วแก่ผู้ใช้ข้อมูลที่นำมาช่วยในการตัดสินใจของผู้ใช้ว่าเกิดอาการผิดปกติอะไรขึ้นนั้น เป็นสิ่งที่ผู้ใช้สามารถสังเกตได้จากการใช้งานระบบ ทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจ

5.3 ข้อเสนอแนะที่จะศึกษาและพัฒนาต่อไป

สิ่งที่ควรจะศึกษาและพัฒนาต่อไป คือ

- การพัฒนาให้ระบบนี้สามารถแสดงผลเป็นภาษาไทยได้ทั้งหมด เพราะการแสดงผลเป็นภาษาไทยบ้าง ภาษาอังกฤษบ้างจะทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจของผู้ใช้ว่าระบบต้องการให้ใส่ข้อมูลอะไรทำให้ผู้ใช้ไม่อยากใช้ระบบ เพราะเกิดความลำบากในการใช้
- การแสดงผลเป็นภาษาไทย ตัวอักษร ก และ ข ยังมีปัญหาเนื่องจากหากมีการแสดงผลเป็น ก ก็จะปรากฏอักษร I แทนและหากแสดงผลเป็น ข ก็จะปรากฏอักษร O แทน
- การเพิ่มฐานความรู้ให้มีขนาดใหญ่กว่านี้ เนื่องจากขณะนี้ฐานความรู้ของระบบยังมีขนาดเล็กทำให้ไม่ครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบได้ทั้งหมด ดังนั้นหากเพิ่มฐานความรู้ให้มีขนาดใหญ่มากขึ้นก็จะสามารถครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นได้มากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยคำแนะนำชี้แนะจาก รศ.ดร.ครรชิต ไมตรี และขอขอบคุณ คุณสุขสถิต และบริษัท CRP ที่ให้คำแนะนำรายละเอียดวิธีการความรู้ปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับระบบฝาปิดท้ายไฮโดรลิค ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร, "บทนำ", ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม, 2533, หน้า 11-20.
2. บี-แทค, "ปัญหาการใช้งานของระบบไฮโดรลิค", คู่มือไฮโดรลิคและการใช้งานอุตสาหกรรม, 2530, หน้า 42-45.
3. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์, "ภาค 2 เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์", เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงาน, 2530, หน้า 57-111.
4. มนตรี โชติวรวิทย์, "น้ำมันไฮดรอลิกส์และการบำรุงรักษา", หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งานไฮดรอลิกส์, 2531, หน้า 211-222.
5. วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร,"การบำรุงรักษา ตรวจสอบ และทดสอบระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรกล", การจัดการเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์, 2533, หน้า 44-55.
6. วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร, "ระบบไฮดรอลิก", เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง, 2530 ,หน้า 121-158.
7. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ, "ไฮดรอลิค", ไฮดรอลิค, 2533, หน้า 5-93.
8. สมเกียรติ กองชีพ, "เลือกใช้งานและหาขนาดของปั๊มไฮดรอลิค", 74 เรื่องน่ารู้เทคนิคเครื่องกล, 2533, 308-313.
9. สมชัย เถาสมบัติ, "ระบบไฮดรอลิค", ระบบขับเคลื่อนเครื่องจักรกลการเกษตร, 2531, หน้า 413-431.
10. สำนักพิมพ์ซีเอ็ด, "ปั๊มโรตารี่", ระบบท่อ วาล์ว ปั๊ม, 2533, หน้า 166-171.
11. TEXAS INSTRUMENT, "PC PLUS", PERSONAL CONSULTANT PLUS 3.0(Starting Guide), 1987, PAGE 1-400.
12. TEXAS INSTRUMENT, "PC PLUS", PERSONAL CONSULTANT PLUS 3.0(Reference Guide), 1987, PAGE 1-400.
13. TEXAS INSTRUMENT, "PC PLUS", PERSONAL CONSULTANT ONLINE, 1987, PAGE 1-400.
14. TEXAS INSTRUMENT, "PC PLUS", PERSONAL CONSULTANT IMAGES, 1987, PAGE 1-400.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 คีย์ที่ใช้ในการแก้ไข(edit)

F1	ใช้แสดงข้อความเพื่อช่วยเหลือในการทำงาน
F3	เลือกหรือใส่ชื่อของพารามิเตอร์
Left arrow	เคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย
Right arrow	เคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ไปทางขวา
Up arrow	เคลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นข้างบน
Down arrow	เคลื่อนเคอร์เซอร์ลงข้างล่าง
CTRL-left arrow	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของบรรทัดต่อไป
CTRL-right arrow	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังจุดสิ้นสุดของบรรทัดต่อไป
ENTER	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของบรรทัดต่อไป
HOME	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งเริ่มต้นที่เป็นข้อความแรกของหน้านั้น
CTRL-HOME	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งสุดท้ายที่เป็นข้อความแรกของหน้านั้น
PgUp หรือ F8	เคลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นทีละหลายๆบรรทัด
PgDn หรือ F9	เคลื่อนเคอร์เซอร์ลงทีละหลายๆบรรทัด
CTRL-F8 หรือ CTRL-PgUp	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังจุดเริ่มต้นของไฟล์
CTRL-F9 หรือ CTRL-PgDn	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังจุดสิ้นสุดของไฟล์
BACKSPACE	เคลื่อนเคอร์เซอร์ไปข้างซ้ายพร้อมทั้งลบตัวอักษร
INS	ใส่ข้อความ
DEL	ลบตัวอักษรที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F4	ลบทุกข้อความจากตำแหน่งเคอร์เซอร์อยู่จนจบบรรทัด
CTRL-F4	เรียกข้อความที่ถูกลบด้วยคำสั่ง F4 กลับคืนมา
F5	ตัดข้อความในบล๊อก
F6	เรียกข้อความที่ถูกตัดมาจาก F5
F7	เปลี่ยนแอทริบิวของข้อความในบล๊อก
ESC	ยกเลิกบล๊อก
F10	จบการแก้ไข

ภาคผนวกที่ 2 คีย์ที่ใช้ในการควบคุมเคอร์เซอร์ในลิสต์

Up arrow	เคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ขึ้น
Dawn arrow	เคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ลง
Left arrow	ในลิสต์ที่มีหลายคอลัมน์จะเป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย ในลิสต์ของคุณสมบัติเป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ขึ้น และในคำสั่ง BROWSE เป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์จากพารามิเตอร์ไปยังกฎในคอลัมน์
Right arrow	ในลิสต์ที่มีหลายคอลัมน์จะเป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ไปทางขวา ในลิสต์ของคุณสมบัติเป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ลง และในคำสั่ง BROWSE เป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์จากกฎไปยังพารามิเตอร์ในคอลัมน์
CTRL-PgUp	เลื่อนหน้าจอขึ้น
CTRL-PgDn	เลื่อนหน้าจอลง
CTRL-left arrow	สำหรับคำสั่ง BROWSE เป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์จากคอลัมน์ผู้กระทำไปยังผู้ถูกกระทำ
CTRL-right arrow	สำหรับคำสั่ง BROWSE เป็นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์จากคอลัมน์ผู้ถูกกระทำไปยังผู้กระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOME	ย้ายเคอร์เซอร์ไปยังส่วนบนสุดในหน้าต่าง
CTRL-HOME	ย้ายไปยังส่วนบนสุดของหน้าต่าง
ENTER	เลือก item หลังจากพิมพ์ข้อความ เพื่อใช้ในเมนูคำสั่ง
Alpha key	ค้นหา item ซึ่งมีอักษรตัวแรกสอดคล้องกับตัวอักษรที่รับเข้ามา

ภาคผนวกที่ 3 คีย์ที่ใช้กับค่าความแน่นอน

Left-arrow	ลบค่าความแน่นอน 10 เปอร์เซนต์
Right-arrow	บวกค่าความแน่นอน 10 เปอร์เซนต์
BACK SPACE	ลบตัวอักษรที่อยู่ทางซ้ายของเคอร์เซอร์ และย้ายเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย 1 ตัวอักษร
ESC	ลบตัวอักษรทุกตัว
CTRL-left arrow	เซ็ตค่าความแน่นอน -100 เปอร์เซนต์
CTRL-right arrow	เซ็ตค่าความแน่นอน 100 เปอร์เซนต์
1 ถึง 9	เซ็ตค่าความแน่นอน เช่น 6 เป็น 60 เปอร์เซนต์
0	เซ็ตค่าความแน่นอน 100 เปอร์เซนต์ ถ้าตัวที่เลือกเป็น 100 เปอร์เซนต์
-1 ถึง -9	เซ็ตค่าความแน่นอน เช่น -3 เป็น -30 เปอร์เซนต์
-0	เซ็ตค่าความแน่นอน -100 เปอร์เซนต์ ถ้าตัวที่เลือกเป็น -100 เปอร์เซนต์

ภาคผนวกที่ 4 คีย์ที่ใช้ในการพัฒนาอื่นๆ

ESC	กลับไปยังหน้าจอเดิม
F1	แสดงข้อความช่วยเหลือสำหรับหน้าจอนั้น
F2	แสดงเมนูคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F3	แสดงรายการของพารามิเตอร์ เมื่อต้องการใส่กฎหรือคุณสมบัติใดๆ
F4	ให้ดูสิ่งที่เก็บไว้กรณีใช้ extend memory
ALT-Alpha key	เลือกคำสั่งเริ่มต้นกับตัวอักษรพิเศษ โดยไม่ต้องใช้เมนูคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้