ระบบฐานความรู้ต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก

นางสาว อมราภรณ์ หลิมจิตธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-041-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20503738

A Prototype Knowledge-Based System for Plastics Selection

Miss. Amaraporn Limjitdham

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-041-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบฐานความรู้ต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก
โดย	นางสาว อมราภรณ์ หลิมจิตธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. มนตรี วงศ์ศรี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. มนตรี วงศ์ศรี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. สิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. มล. ศุภกนก ทองใหญ่)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

อมราภรณ์ หลิมจิตธรรม: ระบบฐานความรู้ต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก (A Prototype Knowledge-Based System for Plastics Selection) อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร. มนตรี วงศ์ศรี, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร. สิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช, 216 หน้า. ISBN 974-634-041-7

ระบบฐานความรู้ต้นแบบสำหรับการเลือกพลาสติก (**PLASA I**) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ Smart Element Version 2.0 บนคอมพิวเตอร์แบบส่วนบุคคล ขั้นตอนการพัฒนาระบบทั้งหมดได้ใช้วิธีการเชิงวัตถุ (Objected - Approach) และกลไกการอ้างอิงของฐานกฎทั้งลูกโซ่แบบเดินหน้า (Forward Chaining) และลูกโซ่แบบย้อนกลับ (Backward Chaining) ผู้ใช้จะถูกถามเกี่ยวกับสมบัติสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งได้แก่ สมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางความร้อน, สมบัติด้านสิ่งแวดล้อม, สมบัติทางกล สมบัติทางไฟฟ้า และน้ำหนักความสำคัญของสมบัติแต่ละชนิดตามความต้องการของผู้ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์สุดท้ายนั้น กระบวนการเลือกจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การพิสูจน์สมบัติของวัสดุให้ตรงกันกับข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้ และคัดเลือกพลาสติกที่ไม่ตรงกับรายละเอียดที่ได้จากผู้ใช้ออก ขั้นตอนที่สองของกระบวนการเลือกเป็นการประเมินพลาสติกตามลำดับสมบัติจากการให้น้ำหนักความต้องการของผู้ใช้ แล้วจึงเรียงรายชื่อพลาสติกตามลำดับความสำคัญของสมบัติที่ผู้ใช้กำหนดด้วยทฤษฎี AIM (An Alternative Inference Mechanism) จากข้อมูลเหล่านี้ที่ได้จากผู้ใช้ทำให้ได้กลุ่มพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น การทำงานของระบบ **PLASA I** มีส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ด้วย เมาส์ ไอคอน และช่องอินพุตรับข้อมูล ผู้ใช้สามารถตอบคำถามผ่านช่องอินพุตรับข้อมูลที่มีส่วนของการจัดการถามตอบซึ่งคำถามที่ใช้เป็นคำถามที่ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีส่วน คำอธิบายคำถาม รูปภาพ และข้อมูลเฉพาะของพลาสติกแต่ละชนิดประกอบ เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจยิ่งขึ้น ในกรณีที่ไม่พบพลาสติกที่ตรงกับความต้องการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ ระบบยังมีส่วนการผ่อนคลายเงื่อนไขเพื่อหาคำตอบที่ตรงกับความต้องการน้อยลง

ภาควิชา .....วิศวกรรมเคมี..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา .....2538..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C416612 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: PLASTICS SELECTION/ KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS/ EXPERT SYSTEMS/ RESIN SELECTION
AMARAPORN LIMJITDHAM : A PROTOTYPE KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR PLASTICS SELECTION. THESIS ADVISOR: DR. MONTREE WONGSRI, THESIS CO-ADVISOR: DR. SIRIJUTARATANA COVAVISARUCH, 216 pp. ISBN 974-634-041-7

A prototype knowledge-base system for plastics selection (PLASA I) has been developed by using Smart Element Version 2.0 on a PC computer. In the whole developing procedure, the object-oriented approach and both the forward rule-based mechanism and the backward rule-based mechanism were used. The user is questioned about the desired properties for the final product such as the physical, thermal, environmental, mechanical, electrical properties and the weight accordingly with the user's requirement for the final product. The selection process comprises two stages. The first stage is to identify which materials properties are of interest to the user; any plastics which fail to meet the user's numerical specifications are eliminated. The second stage of the selection process involves ranking of the properties required by weighing the user's requirements to arrive at some balanced compromise solutions and sort the selected resins on the basic of each plastic's scores over the range of properties being considered by means of AIM method (An Alternative Inference Mechanism). From this information, an appropriate plastic group(s) for the product is chosen. PLASA I communicates with the user via the mouse, iconic labels, menus and input fields. In addition, the PLASA I system offers question explanation, figures and specific information of individual plastic. In the case that no plastics meet the user's requirement, it will use the constraint relaxation method to provide less suitable resins.

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อ.ดร. มนตรี วงศ์ศรี เป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการพัฒนาระบบฐานความรู้ ตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าทำการวิจัย และขอขอบพระคุณ อ.ดร. สิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช ที่ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อ. ดร. มล. ศุภกนก ทองใหญ่ ที่กรุณามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม ที่กรุณามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคุณตา บิดามารดา คุณถนอม ไพศาลทรัพย์ และคุณน้าที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจตลอดเวลาจนทำให้งานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ฐ

สารบัญตาราง ..... ด

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย 6

1.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ 9

บทที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับระบบฐานความรู้ 11

2.1 บทนำ 11

2.2 นิยามของระบบฐานความรู้ 11

2.3 ความแตกต่างระหว่างโปรมแกรมแบบขั้นตอนดั้งเดิม และ
โปรมแกรมระบบฐานความรู้ 13

2.4 โครงสร้างของระบบฐานความรู้ 13

2.5 การแสดงความรู้ (Knowledge Representation) 16

2.5.1 การแสดงความรู้โดยกฎ 17

2.5.2 การแสดงความรู้โดยเฟรม (Frame) หรือวัตถุ (Object) 18

2.6 การหาเหตุผลหรือการแก้ปัญหาโดยระบบฐานความรู้ 18

2.6.1 โครงสร้างของระบบการผลิต 18

2.6.2 การอนุมาน (Inference) 19
2.7 การพัฒนาระบบฐานความรู้ 22
2.7.1 การวิเคราะห์ปัญหา (Identification Stage) 23
2.7.2 การหาแนวคิด (Conceptualization Stage) 23
2.7.3 การออกแบบระบบ (Formalization Stage) 24
2.7.4 การสร้างต้นแบบ (Implementation Stage) 25
2.7.5 การทดสอบ และปรับปรุงระบบ (Verification and Revision Stage) 25
2.8 เครื่องมือช่วยพัฒนาระบบฐานความรู้ (Knowledge-Based System Building Tools) 25
2.8.1 การแสดงความรู้ใน Smart Element (Knowledge Representation) 26
2.8.2 กระบวนการเครื่องอนุมาน (Inference Engine Processing) 30
2.8.3 การติดต่อกับผู้ใช้ (Graphic User Interface ; GUI) 35
2.8.4 องค์ประกอบของแอพลิเคชันใน Smart Element 38

บทที่ 3 พลาสติก 40
3.1 บทนำ 40
3.2 นิยามของพลาสติก 42
3.3 การแบ่งชนิดพลาสติก 44
3.3.1 การแบ่งประเภทพลาสติกตามสมบัติทางกายภาพ 44
3.3.2 การแบ่งประเภทพลาสติกตามสมบัติทางวิศวกรรม 50
3.4 สมบัติของพลาสติก 52
3.4.1 สมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) 52
3.4.2 สมบัติทางกล (Mechanical Properties) 55
3.4.3 สมบัติทางความร้อน (Thermal Properties) 58
3.4.4 สมบัติทางไฟฟ้า (Electrical Properties) 62
3.4.5 สมบัติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Properties) 63

บทที่ 4 ประวัติ สมบัติ และ การใช้งานพลาสติก 65
4.1 กลุ่มเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) 65
4.1.1 พอลิอะซีทัล (Polyacetal) 65
4.1.2 พอลิอะคริลิก (Polyacrylic) 66
4.1.3 ฟลูออโรพลาสติก (Fluorroplastics) 67
4.1.4 พอลิเอไมด์ (Polyamide) 68
4.1.5 พอลิโอลีฟีน (Polyolefin) 68
4.1.6 พอลิสไตรีน (Polystyrene) 70
4.1.7 อะคริโลไนไตรล์-บิวทะไดอีน-สไตรีน (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) 70
4.1.8 พอลิไวนิล (Polyvinyl) 71
4.1.9 เซลลูโลสิก (Cellulosic) 74
4.1.10 พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonate) 75
4.1.11 ไอโอโนเมอร์ (Ionomer) 75
4.1.12 พอลิไอมีด (Polyimide) 76
4.1.13 พอลิซัลโฟน (Polysulphone) 76
4.1.14 พอลิเอสเทอร์ (Polyester) 76
4.2 กลุ่มเทอร์โมเซท (Thermosetting) 77
4.2.1 อะมิโน (Amino) 77
4.2.2 อีพอกซี (Epoxy) 78
4.2.3 ฟีนอลิก (Phenolic) 78
4.2.4 พอลิเอสเทอร์ (Polyester) 79
4.2.5 ซิลิโคน (Silicone) 80
4.2.6 พอลิยูรีเทน (Polyurethane) 80

บทที่ 5 ระบบการให้คำปรึกษาในการเลือกพลาสติก 82
5.1 ฐานความรู้ 82
5.2 โครงสร้างระบบการให้คำปรึกษาในการเลือกพลาสติก 82

5.2.1 ฐานความรู้ (Knowledge-Based) 82
5.2.2 ฐานกฎ (Rule-Based) 87
5.2.3 กลไกการอนุมาน (Inference Mechanism) 97
5.2.4 การจัดลำดับพลาสติก (Ranking of Plastics) 97
5.2.5 การติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิก (Graphic User Interfface : GUI) 98

บทที่ 6 วิจารณ์ และสรุปผล 107
6.1 วิจารณ์ผล 107
6.2 สรุปผล 108
รายการอ้างอิง 109
ภาคผนวก ก 112
ภาคผนวก ข 168
ภาคผนวก ค 215
ประวัติผู้เขียน 216

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ส่วนหนึ่งของไดอะแกรมสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ 4

2.1 แขนงวิชาของปัญญาประดิษฐ์ 12

2.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญและโปรมแกรมแบบดั้งเดิม 15

2.3 ส่วนประกอบระบบผู้เชี่ยวชาญ 17

2.4 วงจรปฏิบัติการของระบบการผลิต (Production System) 20

2.5 แผนภาพขั้นตอนในวิศวกรรมความรู้ 21

2.6 แผนภาพแสดงโครงสร้างต้นไม้ 24

2.7 แสดงระนาบของกฎและออปเจกต์ซึ่งเป็นระบบไฮเบริด 27

2.8 แสดงส่วนประกอบของกฎ 28

2.9 โครงสร้างคลาสและออปเจกต์ 28

2.10 การสืบทอดสมบัติโดยออปเจกต์ของคลาสหนึ่ง 29

2.11 ลำดับความสำคัญของกลไกการอนุมาน 31

2.12 ลูกโซ่ย้อนกลับหลายระดับ (Multiple Level Backward Chaining) 32

2.13 การเดินหน้าของสมมุติฐาน (Hypotheseis Forward) 33

2.14 กลไกการอนุมานแบบเกต 33

2.15 ผลของการกระทำแบบเดินหน้า 34

2.16 การโวลันเทียไปยังการเปรียบเทียบแบบอย่าง 34

2.17 แสดงเส้นโยงบริบท (Context Link) ระหว่างเกาะความรู้ 36

2.18 การตัดกันของระนาบการแสดงความรู้, ระนาบการหาเหตุผล และ
ระนาบการติดต่อกับผู้ใช้ 37

2.19 แอพพลิเคชั่นของฐานความรู้ใน Smart Element 39

3.1 แผนภูมิสภาพความแข็งแรงของเทอร์โมพลาสติกอสัณฐาน 48

3.2 แผนภูมิสภาพความแข็งแรงของเทอร์โมพลาสติกที่ผลึกบางส่วน 48
3.3 แผนภาพสถานะของเทอร์โมเซท 49
3.4 แสดงการหาค่าความหนาแน่น 53
3.5 ลักษณะทั่วไปของแผนภาพสเตรส-สเตรน 57
3.6 กราฟระหว่างปริมาตรจำเพาะ (cm^3 /gm) กับอุณหภูมิ 60
3.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรจำเพาะกับอุณหภูมิ 62
5.1 แสดงฐานความรู้ของพลาสติกในระดับคลาสและคลาสย่อย 83
5.2 แสดงฐานความรู้ของพลาสติกในระดับคลาสและออปเจกต์ 84
5.3 แสดงฐานความรู้ของพลาสติกในระดับออปเจกต์และสมบัติ 85
5.4 แสดงหน้าต่างที่รวมกลุ่มกราฟฟิกที่เป็นส่วนการติดต่อกับผู้ใช้..... 99
5.5 แสดงหน้าต่างที่ใช้สร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้..... 100
5.6 แสดงหน้าต่างการเข้าโปรแกรม PLASA I 101
5.7 แสดงหน้าต่างการแนะนำโปรแกรมก่อนการใช้งาน..... 101
5.8 แสดงหน้าต่างเมนูการเลือกพลาสติกโดยอาศัยลักษณะการใช้งาน..... 102
5.9 แสดงหน้าต่างผลการเลือกพลาสติกโดยอาศัยลักษณะการใช้งาน..... 102
5.10 แสดงหน้าต่างเมนูรายละเอียดข้อมูลพลาสติกแต่ละชนิด..... 103
5.11 แสดงหน้าต่างการอธิบายพลาสติกแต่ละชนิด..... 103
5.12 แสดงส่วนถาม-ตอบ เพื่ออินพุทข้อมูลเบื้องต้น และส่วนการอธิบายคำถาม 104
5.13 แสดงส่วนถาม-ตอบ ในลักษณะตัวเลือก และส่วนการอธิบายคำถาม..... 104
5.14 แสดงส่วนถาม-ตอบ ในลักษณะตัวเลือกกากบาท และส่วนการอธิบาย
คำถาม..... 105
5.15 แสดงข้อมูลที่ใช้อินพุทเพื่อทำการแก้ไข..... 105
5.16 แสดงการผ่อนคลายเงื่อนไขในกรณีที่ไม่พบพลาสติก..... 106
5.17 แสดงผลการเลือกพลาสติกโดย PLASA I และอันดับความเหมาะสม..... 106
ข1 แสดงคำถาม และเมนูการเลือกพลาสติกในการผลิตของเด็กเล่น..... 169
ข2 แสดงผลการเลือกพลาสติกที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ของเด็กเล่น..... 169
ข3 แสดงหน้าต่างรายละเอียดข้อมูลพลาสติกแต่ละชนิดที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์
ของเด็กเล่น..... 170

ข4 แสดงการอธิบายข้อมูลพลาสติกแต่ละชนิด..... 170
ค1 แสดงอัลกอริธึมการเลือกพลาสติก..... 215

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบของโปรแกรมแบบดั้งเดิม (วิธีการ) และโปรมแกรมฐานความรู้ 14
3.1 กลุ่มธาตุที่ใช้สังเคราะห์พลาสติกพอลิเมอร์ 43
3.2 แสดงสถานะโครงสร้างโมเลกุลของพลาสติกอสัณฐาน ในช่วงอุณหภูมิต่างๆ 46
3.3 แสดงสถานะโครงสร้างโมเลกุลของเทอร์โมพลาสติกที่มีผลึกบางส่วนในช่วงอุณหภูมิต่างๆ 47
3.4 แสดงสถานะโครงสร้างโมเลกุลของเทอร์โมเซท 50
6.1 แสดงคะแนนในการจัดลำดับความเหมาะสมของพลาสติก โดยทฤษฎี AIM 108