

## บทที่ 5

### ระบบการให้คำปรึกษาในการเลือกพลาสติก

#### 5.1 ฐานความรู้ (Knowledge Base)

เป็นส่วนที่เก็บความรู้ต่างๆที่ใช้ในการให้คำปรึกษาในการเลือกพลาสติก อันได้แก่ ความรู้ที่เกี่ยวกับการเลือกพลาสติก, แนวทางในการเลือก ซึ่งฐานความรู้ที่ใช้ในที่นี้มีลักษณะเป็นไฮบริดจ์(Hybrid scheme) ที่รวมฐานเฟรม(Frame-base) และแบบฐานกฎ(Rule-base)

#### 5.2 โครงสร้างของระบบการให้คำปรึกษาในการเลือกพลาสติก

ระบบการให้คำปรึกษาในการเลือกพลาสติก (Plastics Selection Advisor: PLASA I) ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

5.2.1 ฐานความรู้ (Knowledge Base)

5.2.2 ฐานกฎ (Rule Base)

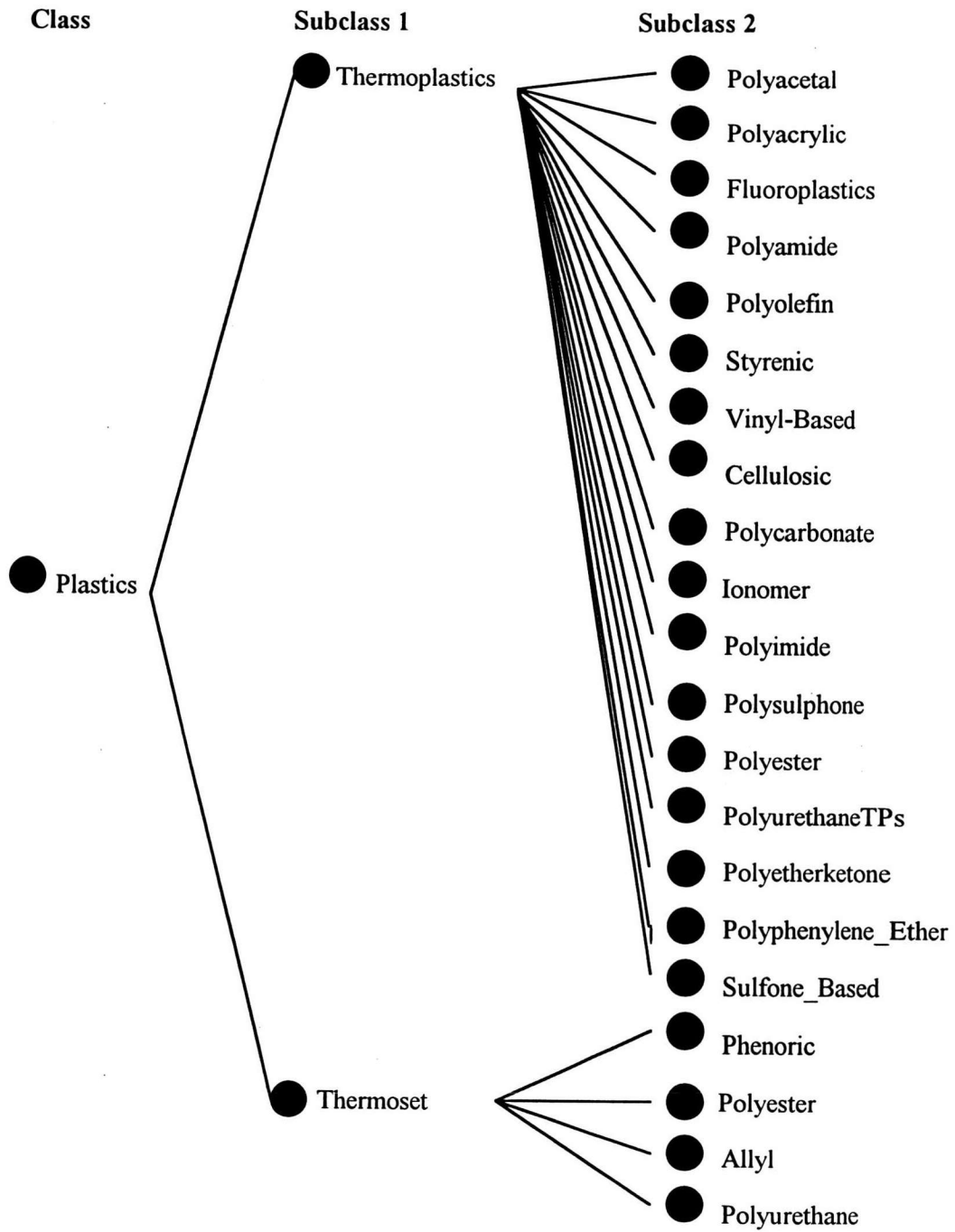
5.2.3 กลไกการอนุมาน (Inference Mechanism)

5.2.4 การติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิก (Graphic User Interface; GUI)

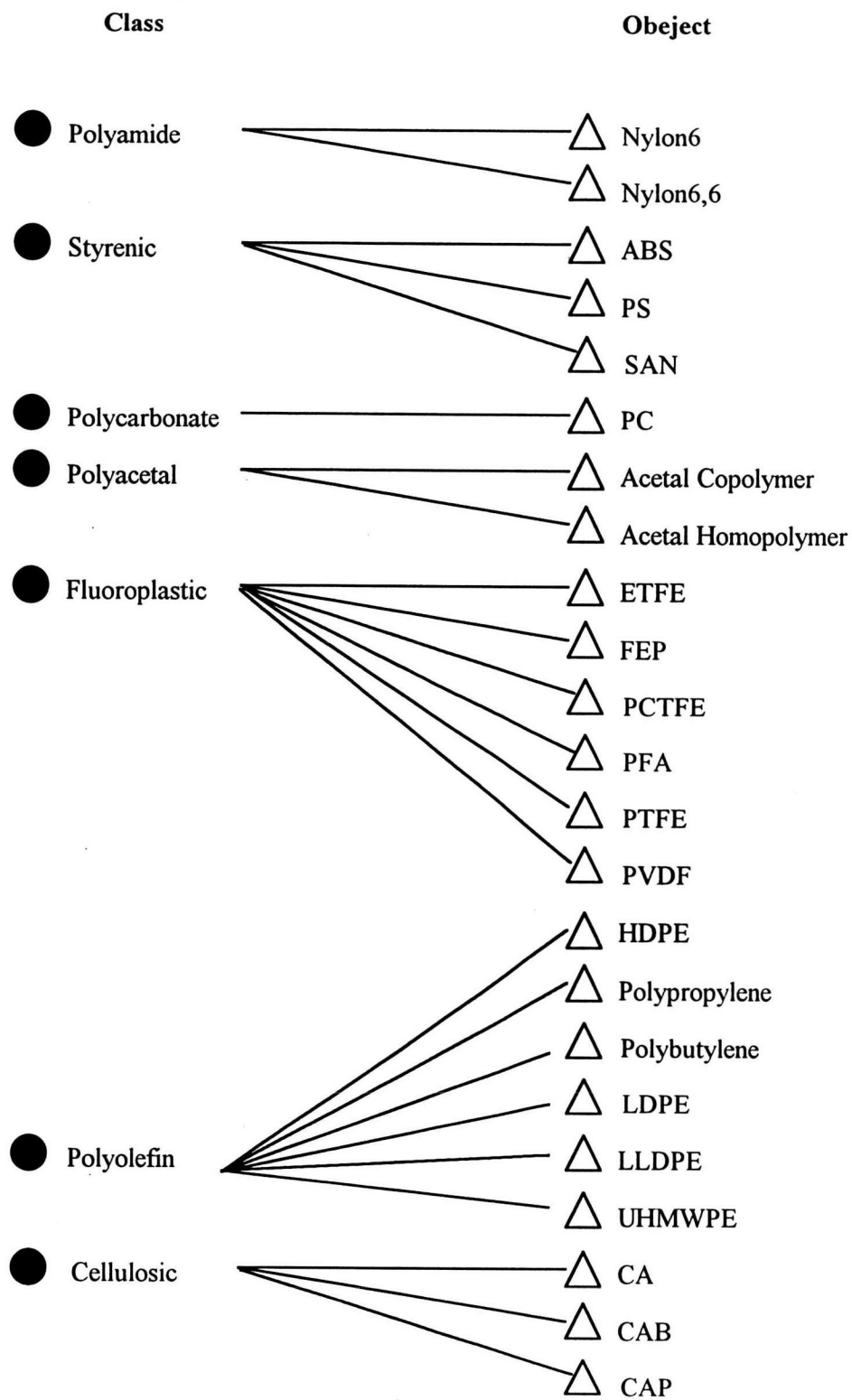
##### 5.2.1 ฐานความรู้(Knowledge Base)

ทำการจัดแบ่งกลุ่มของพลาสติก และเก็บไว้ในฐานความรู้ในรูปของ คลาส, ออปเจกต์ และสมบัติ ดังต่อไปนี้

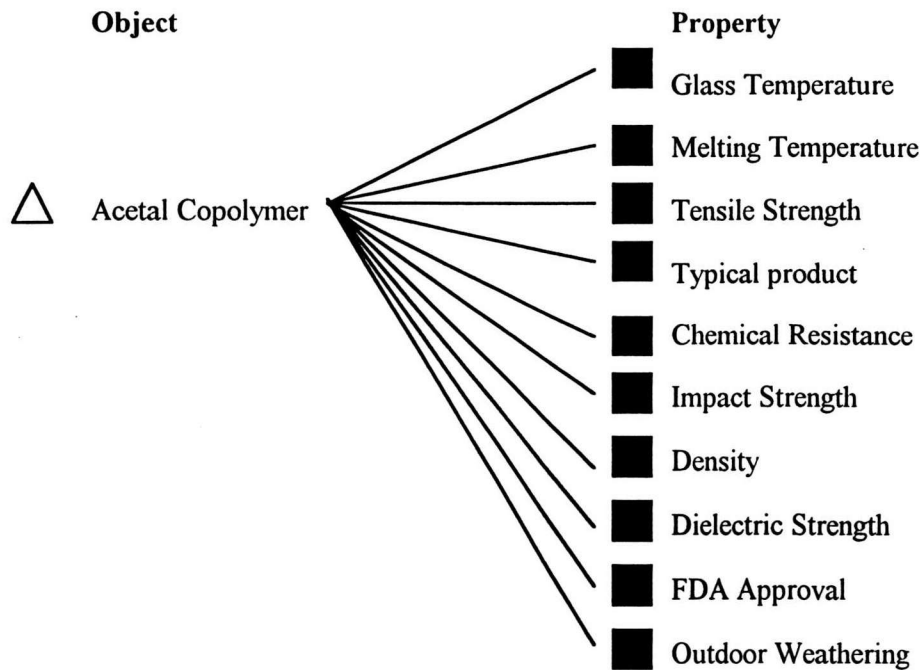
PLASA I ประกอบด้วยโครงสร้างคลาสที่เก็บความรู้เกี่ยวกับพลาสติก ในรูปของ คลาส โดยจัดแบ่งพลาสติกตามลักษณะทางกายภาพ(Physical Properties) ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่มเทอร์โมพลาสติก(Thermoplastics) และกลุ่มเทอร์โมเซต(Thermosetting) นอกจากนี้ระบบได้ทำการจัดความรู้ที่บรรจุอยู่ในฐานความรู้ออกเป็นกลุ่มย่อยเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อให้การค้นหาในเบื้องต้นมีทิศทางที่เป็นระเบียบ ซึ่งเป็นการเพิ่มความเร็วในการเลือก โดยจัดแบ่งพลาสติกตามลักษณะสมบัติที่คล้ายกัน 21 กลุ่ม ดังรูปที่ 5.1 ส่วนพลาสติกจำนวน 50 ชนิด จะเก็บความรู้ในรูปของออปเจกต์ ดังรูปที่ 5.2 และสามารถกำหนดลักษณะเฉพาะของคลาสและออปเจกต์ไว้ในรูปของสมบัติต่างๆ ดังรูปที่ 5.3 ซึ่งสมบัติของพลาสติกทั้งหมดที่เก็บในคลาสและออปเจกต์



รูปที่ 5.1 แสดงฐานความรู้ของพลาสติกในระดับคลาสและคลาสย่อย



รูปที่ 5.2 แสดงฐานความรู้ของพลาสติกในระดับคลาสและออปเจกต์



รูปที่ 5.3 แสดงฐานความรู้ของพลาสติกในระดับออปเจกต์และสมบัติ

ในการออกแบบ วิศวกรจะต้องพิจารณาว่าพลาสติกชนิดใดเหมาะสมกับงานมากที่สุด และการเลือกวัสดุพลาสติกที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับสมบัติของพลาสติก วิศวกรควรทราบสมบัติที่จำเป็นในการผลิตผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากการออกแบบแล้ว และหลังจากนั้นควรทราบน้ำหนัก ความสำคัญของสมบัตินั้นๆ เพื่อทำการจัดลำดับพลาสติกที่เหมาะสม กลุ่มสมบัติที่กำหนด ลักษณะเฉพาะของคลาสและออปเจกต์ แบ่งเป็น 5 กลุ่มที่สำคัญคือ

ก. ความรู้ด้านสภาวะแวดล้อม (Environmental Properties Knowledge) ประกอบความรู้เกี่ยวกับสารละลายและสารเคมีที่กลุ่มพลาสติกที่สามารถทนได้ ได้แก่ ความต้านทานต่อสารเคมี (Chemical Resistance) เช่น กรด ด่าง สารเคมีอื่นๆ และความรู้เกี่ยวกับความทนทานต่อสภาพอากาศ (Outdoor Exposure)

ความรู้เกี่ยวกับความทนทานต่อสภาพอากาศ เป็นสมบัติที่สำคัญที่ใช้พิจารณาสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานในที่โล่งแจ้ง คำว่าสภาพอากาศในที่นี้หมายถึง กระบวนการที่รวมผลกระทบบจากแสง ออกซิเดชัน และอุณหภูมิ เหตุการณ์ธรรมชาติ เช่น ฝนตก ลม ความชื้น และมลพิษทางอากาศ เช่น โอโซน ก็มีผลกระทบที่ควรพิจารณา ในการนิยามคำว่าสภาพอากาศอย่างง่าย ๆ อาจกล่าวได้ว่า สภาพอากาศคือการออกซิเดชันที่ถูกเร่งโดยพลังงานแสงอุลตราไว

โอเลตที่สูง แม้วามีรังสีรวม 4 % เท่านั้น ที่ส่องผ่านมายังโลกนั่นคืออุตราไวโอเลต ซึ่งเป็นพลังงานที่ผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพลาสติกที่ใช้งานในที่โล่งแจ้ง อัตราการเสื่อมสลายของพลาสติกขึ้นอยู่กับจำนวนของแฟกเตอร์ พลาสติกทั้งหมดสามารถเสื่อมสลายได้ในสภาพภูมิประเทศและฤดูกาลที่ต่างกัน

ในที่นี้ได้กำหนดสเกลเปรียบเทียบค่าความทนทานต่อสภาพอากาศ ดังนี้

ค่าความทนทานต่อสภาพอากาศ แย่มาก (Poor), ค่าความทนทานต่อสภาพอากาศ พอใช้ (Fair), ค่าความทนทานต่อสภาพอากาศ ดี (Good), ค่าความทนทานต่อสภาพอากาศ ดีมาก (Excellent)

ข. ความรู้ด้านอุณหภูมิใช้งานของผลิตภัณฑ์ (Temperature Properties Knowledge)

เป็นข้อจำกัดที่สำคัญข้อหนึ่งของการเลือกพลาสติก อุณหภูมิที่ผลต่อสมบัติของพลาสติกในช่วงหนึ่ง และหลายทาง เช่น ค่าโมดูลัส (ความแข็ง) และเทนไซล์สเตรง (Tensile strength) ซึ่งจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในขณะที่สมบัติการทนแรงกระแทก (Impact properties) เพิ่มขึ้น ดังนั้นสมบัติด้านอุณหภูมิจึงมีผลต่อด้านการตัดสิกลุ่มพลาสติกที่สามารถควบคุมช่วงอุณหภูมิใช้งานที่ต้องการ อุณหภูมิห้องที่พิจารณาคือ 77 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าช่วงอุณหภูมิใช้งานสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิห้องจะต้องเลือกพลาสติกที่มีสมบัติเพียงพอที่อุณหภูมินั้น อุณหภูมิใช้งานที่ต้องกำหนดโดยผู้ใช้ ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้งานต่ำสุด และอุณหภูมิที่ใช้งานสูงสุด

ค. ความรู้ด้านไฟฟ้า (Electrical Properties Knowledge) ได้แก่ความทนทานของไดอิเล็กตริก (Dielectric Strength) ความรู้สมบัติทางไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ใช้ตัดสินว่าพลาสติกแต่ตัวมีความเหมาะสมหรือไม่ ในการใช้งานที่เกี่ยวข้องทางไฟฟ้า ผู้ใช้อาจไม่จำเป็นต้องพิจารณาสมบัติทางไฟฟ้านี้ สมบัติทางไฟฟ้าที่สำคัญที่ใช้พิจารณากันอย่างกว้างขวางในด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในที่นี้ได้กำหนดสเกลเปรียบเทียบค่าความทนทานของไดอิเล็กตริกไว้ดังนี้

ความทนทานของไดอิเล็กตริก ต่ำ (Low)	≤ 200	โวลต์ต่อมิลลิเมตร
ความทนทานของไดอิเล็กตริก ปานกลาง (Medium)	200-400	โวลต์ต่อมิลลิเมตร
ความทนทานของไดอิเล็กตริก สูง (High)	400-500	โวลต์ต่อมิลลิเมตร
ความทนทานของไดอิเล็กตริก สูงมาก (Very High)	≥ 500	โวลต์ต่อมิลลิเมตร

ง. ความรู้สมบัติทางกล (Mechanical Properties Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวัสดุพลาสติกที่แสดง เมื่อให้แรงแก่วัสดุพลาสติก ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรม การยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่นของวัสดุ สมบัติทางกลเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการ

พิจารณาในการเลือกวัสดุพลาสติกที่เหมาะสม ในการนำไปใช้งานสำหรับส่วนประกอบทางโครงสร้าง เช่น ชิ้นส่วนที่ต้องการรับแรงหรือความทนทานต่อแรงกระแทกและรอยขีดข่วน สมบัติทางกลที่พิจารณาในกลุ่มนี้ ได้แก่ ความแข็งแรงในการรับแรงดึง (Tensile Strength) เป็นสมบัติที่ใช้ในการพิจารณาการเลือกวัสดุ เพื่อคัดเลือกพลาสติกที่มีคุณลักษณะความแข็งแรง ในที่นี้ได้กำหนดความแข็งแรงในการรับแรงดึงออกเป็น 2 ระดับ คือ ความแข็งแรงในการรับแรงดึงต่ำ (Low) :  $< 5$  Kpsi และความแข็งแรงในการรับแรงดึงสูง (High) :  $\geq 5$  Kpsi

สมบัติทางกลที่สำคัญอีกกลุ่มหนึ่งคือ ความแข็งแรงในการทนแรงกระแทก (Impact Strength) ซึ่งใช้พิจารณาความสามารถในการทนทาน Shock loading ในที่นี้ได้กำหนดความแข็งแรงในการทนแรงกระแทกออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

ความแข็งแรงในการทนแรงกระแทก ต่ำ (Low)	$< 2$ ft.lb / inch
ความแข็งแรงในการทนแรงกระแทก ปานกลาง (Medium)	2-5 ft.lb / inch
ความแข็งแรงในการทนแรงกระแทก สูง (High)	5-10 ft.lb / inch
ความแข็งแรงในการทนแรงกระแทก สูงมาก (Very High)	$\geq 10$ ft.lb / inch

จ. ความรู้ด้านอื่นๆ (Others Properties Knowledge) ได้แก่ การใช้งานที่สัมผัสกับอาหาร (FDA Approval)

สมบัติของออปเจกต์ และคลาส จากแหล่งความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ถูกเก็บค่าไว้โดยเฟรมซึ่งเป็นการแสดงความรู้แบบโครงสร้าง โดยสมบัติเฉพาะของออปเจกต์ และคลาส เรียกว่า สล็อต (Slot) สล็อตมีคุณลักษณะของเมตาสล็อตซึ่งอธิบายค่าลักษณะเฉพาะของสล็อต

### 5.2.2 ฐานกฎ (Rule Base)

เป็นส่วนของฐานความรู้ที่เก็บความรู้ในรูปของกฎ รูปแบบของกฎที่ใช้ใน PLASA I อยู่ในรูปของ IF...THEN...ELSE ในส่วนของ IF เรียกว่า ส่วนเงื่อนไข และส่วนของ THEN เรียกว่า ส่วนข้อสรุป หรือส่วนการปฏิบัติการ ในการปฏิบัติการแต่ละครั้งจะใช้แบบอย่างการจับคู่ (Pattern Matching) แล้วจึงนำมาทำการอนุมาน (Inference Mechanism) ตามลำดับความสำคัญของกฎ กฎในระบบฐานความรู้สำหรับการเลือกพลาสติก (PLASA I) มีดังนี้

ก. กฎเกี่ยวกับการเลือกพลาสติกตามผลิตภัณฑ์

RULE : Rule Information1

If |Product|.TypicalA is precisely equal to "Appliances","Industrial","Automotive","Material Handling","Electrical and Electronics","Plumbing","Consumer Applications","Hardware","Irrigation and Agricultural","Building and Construction"

Then FIRST\_START

is confirmed.

And ApplicationSelect is assigned to ApplicationSelect

**RULE : Rule Information10**

If |Product|.TypicalJ is precisely equal to "Boathulls","Toys","Luggage","Furniture","Opticals","Handles","Sheeting","Skylights","Pens","Signs","Ski goggles","Packaging containers","Medical devices","Safety glasses","Steering wheels","Cosmetic parts","To

Then ConsumerSelect

is confirmed.

And |Product|.TypicalJ is assigned to |Product|.Typical

And Execute "TestMultiValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=<|Plastics|>.

TypicalProduct;@STRING="@SUPERSET,@TEST=@V(Product.Typical),@RETURN=PrePlastics,@COMP=STRING");

And Execute "AtomNameValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=<|PrePlastics|>;

@STRING="@RETURN=|PrePlastics|.Name");

ข. กฎเกี่ยวกับการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

**RULE : Rule Information2**

If Execute "ControlSession"(@WAIT=TRUE;

@ATOMID=Begin;@STRING="@UNSUGGEST");

And |Product|.component is assigned to |Product|.component

And |Product|.TemperatureMin is assigned to |UserRequirement|.TemperatureMin

And |Product|.TemperatureMax is assigned to |UserRequirement|.TemperatureMax

And Structure is assigned to Structure

And DielectricQuestion is assigned to DielectricQuestion

And |Product|.Elongation is assigned to |UserRequirement|.Elongation

And Create Object PriorityElongation |Priority|

Then SEC\_START

is confirmed.

And |Product|.component is assigned to <ProductObject>.component

And |Product|.TemperatureMin is assigned to <ProductObject>.TemperatureMin

And |Product|.TemperatureMax is assigned to <ProductObject>.TemperatureMax

And |Product|.Elongation is assigned to <ProductObject>.Elongation

And SEC\_START1 is assigned to SEC\_START1

ค. กฎเกี่ยวกับโครงสร้างของพลาสติก

**RULE : Rule Leather**

If there is evidence of Leather\_Properties

Then Structure

is confirmed.

And Leather\_Properties is assigned to ProductObject.Leaner

**RULE : Rule LeatherLike**

If there is evidence of Leather\_Properties

And <|Plastics|>.TemperatureMelting is precisely equal to (0-99999)

And ProductObject.TemperatureMin is greater than or equal to <|Plastics|>.

TemperatureGlassMin+10

And ProductObject.TemperatureMax is less than or equal to

<|Plastics|>.TemperatureGlassMax-10

Then Structured\_Polymer

is confirmed.

And Create Object <|Plastics|> |PlasticsLeather|

**RULE : Rule Semicrystalike**

If there is evidence of Moderate\_Rigidity

Then Structure



is confirmed.

And Moderate\_Rigidity is assigned to ProductObject.ModerateRigidity

**RULE : Rule Semicrystalline**

If there is evidence of Moderate\_Rigidity

And <|Plastics|>.TemperatureGlassMax is not equal to (0-99999)

And <|Plastics|>.TemperatureGlassMin is not equal to 99999

And <|Plastics|>.TemperatureMelting is not equal to (0-99999)

And ProductObject.TemperatureMin is greater than <|Plastics|>.TemperatureGlassMin

And ProductObject.TemperatureMax is less than <|Plastics|>.TemperatureMelting

Then Structured\_Polymer

is confirmed.

And Create Object <|Plastics|> |PlasticsSemicrystalline|

**RULE : Rule Crystalline**

If there is evidence of High\_Rigidity

And <|Plastics|>.TemperatureGlassMax is precisely equal to (0-99999)

And <|Plastics|>.TemperatureGlassMin is precisely equal to 99999

And ProductObject.TemperatureMax is less than <|Plastics|>.TemperatureMelting

Then Structured\_Polymer

is confirmed.

And Create Object <|Plastics|> |PlasticsCrystalline|

**RULE : Rule Elastomer**

If there is evidence of Stretch\_Rapidly\_under\_Tension

And there is evidence of Recover\_its\_Original\_Dimension

And <|Plastics|>.TemperatureMelting is precisely equal to (0-99999)

And <|Plastics|>.TemperatureGlassMin is not equal to 99999

And ProductObject.TemperatureMin is greater than <|Plastics|>.TemperatureGlassMax

Then Structured\_Polymer

is confirmed.

And Create Object <|Plastics|> |PlasticsElastomer|

**RULE : Rule Glassy**

If there is evidence of GlassLike\_Rigidity

And <|Plastics|>.TemperatureMelting is precisely equal to (0-99999)

And <|Plastics|>.TemperatureGlassMin is not equal to (0-99999)

And ProductObject.TemperatureMax is less than <|Plastics|>.TemperatureGlassMax

Then Structured\_Polymer

is confirmed.

And Create Object <|Plastics|> |PlasticsGlassy|

จ. กฎเกี่ยวกับสมบัติการนำไปใช้งานทางด้านอาหาร

**RULE : Rule AskFDA\_Required**

If ProductObject.FDA is precisely equal to "Yes"

Then AskFDA

is confirmed.

And Create Object PriorityFDA |Priority|

ฉ. กฎเกี่ยวกับสมบัติความทนทานต่อสภาพอากาศ

**RULE : Rule AskWeatheringRequired**

If ProductObject.OutdoorWeather is precisely equal to "Excellent"

Then AskOutdoorWeathering

is confirmed.

And Create Object PriorityOutdoor |Priority|

**RULE : Rule AskWeatheringRequired**

If ProductObject.OutdoorWeather is precisely equal to "Good"

Then AskOutdoorWeathering

is confirmed.

And Create Object PriorityOutdoor |Priority|

**RULE : Rule AskWeatheringRequired**

If ProductObject.OutdoorWeather is precisely equal to "Fair"

Then AskOutdoorWeathering

is confirmed.

And Create Object PriorityOutdoor |Priority|

**RULE : Rule AskWeatheringRequired**

If ProductObject.OutdoorWeather is precisely equal to "Poor"

Then AskOutdoorWeathering

is confirmed.

And Create Object PriorityOutdoor |Priority|

**RULE : Rule AskWeatheringRequired**

If ProductObject.OutdoorWeather is precisely equal to "Not\_necessary"

Then AskOutdoorWeathering

is confirmed.

**ข. กฎเกี่ยวกับสมบัติความทนทานของไดอิเล็กตริก (Dielectric Strength)**

**RULE : Rule CheckSelectDielectric**

If <|Second\_Media|>.DielectricStrength is greater than or equal to 200

And <|Second\_Media|>.DielectricStrength is less than 400

Then CheckDielectricSelectPlastics

is confirmed.

And "Medium" is assigned to InformationB.ValueString

**RULE : Rule CheckSelectDielectricLow**

If <|Second\_Media|>.DielectricStrength is less than 200

Then CheckDielectricSelectPlastics

is confirmed.

And "Low" is assigned to InformationC.ValueString

**RULE : Rule CheckSelectDielectric**

If <|Second\_Media|.DielectricStrength is greater than or equal to 400

And <|Second\_Media|.DielectricStrength is less than 500

Then CheckDielectricSelectPlastics

is confirmed.

And "High" is assigned to InformationD.ValueString

**RULE : Rule CheckSelectDielectric**

If <|Second\_Media|.DielectricStrength is greater than or equal to 500

Then CheckDielectricSelectPlastics

is confirmed.

And "VeryHigh" is assigned to InformationA.ValueString

๕. กฎเกี่ยวกับสมบัติความต้านทานสารเคมี

**RULE : Rule ChemicalValue**

If Create Object PriorityChemical |Priority|

And Execute "Inform.win11"(@TYPE=FRM;@WAIT=TRUE;)

Then RuleChemical

is confirmed.

And Execute "AtomNameValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=<|ProductChemical|>.

ChemicalResistance;@STRING="@ADD,@RETURN=|ProductChemical|.

ChemicalNotUnknown,@VALUES");)

And Execute

"ComputeMultiValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=|ProductChemical|.ChemicalNotUnknown;@STRING="@VALUE=UNKNOWN,NOTKNOWN,@RETURN=|ProductChemical|.ChemicalResistance,@DIFFERENCE");)

๖. กฎเกี่ยวกับสมบัติความหนาแน่น

**RULE : Rule DensityHeavy**

If ProductObject.Dens is precisely equal to "Heavy"

And <|First\_Media|.Density is less than 62.37

Then Density

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule DensityLight**

If ProductObject.Dens is precisely equal to "Light"

And <|First\_Media|>.Density is greater than or equal to 62.37

Then Density

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

๗. กฎเกี่ยวกับการผ่อนคลายน้ไข

**RULE : Rule FDA\_Constraint**

If Execute "LinkMultiValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=<|First\_Media|>.

FDA;@STRING="@LINKTO=Third\_Media,@CREATEOBJECTS";)

And Execute "AtomNameValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=<|Third\_Media|>;

@STRING="@ADD,@RETURN=Third\_Media.ValueString";)

And Execute "GetMultiValue"(@WAIT=TRUE;@ATOMID=|Third\_Media|.ValueString,<

Third\_Media|>.ValueString;)

Then FDASub

is confirmed.

๘. กฎเกี่ยวกับสมบัติความแข็งแรงในการทนแรงกระแทก

**RULE : Rule ImpactStrengthHigh**

If ProductObject.Impact\_Resistance is precisely equal to "High"

And ImpactStrengthHighSub is assigned to ImpactStrengthHighSub

Then ImpactStrength

is confirmed.

**RULE : Rule ImpactStrengthHigh\_\_1**

If <|First\_Media|>.ImpactStrength is less than 5

Then ImpactStrengthHighSub

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule ImpactStrengthHigh\_\_2**

If <|First\_Media|.ImpactStrength is greater than or equal to 10

Then ImpactStrengthHighSub

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule ImpactStrengthHigh\_\_3**

If ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.NewValue

And ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.Impact\_ResistanceNew

And ProductObject.Impact\_ResistanceNew is precisely equal to "High"

And ImpactStrengthHighSub is assigned to ImpactStrengthHighSub

Then ImpactStrengthChange

is confirmed.

**RULE : Rule ImpactStrengthLow**

If ProductObject.Impact\_Resistance is precisely equal to "Low"

And <|First\_Media|.ImpactStrength is greater than or equal to 2

Then ImpactStrength

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule ImpactStrengthLow\_\_1**

If ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.NewValue

And ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.Impact\_ResistanceNew

And ProductObject.Impact\_ResistanceNew is precisely equal to "Low"

And <|First\_Media|.ImpactStrength is greater than or equal to 2

Then ImpactStrengthChange

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule ImpactStrengthMedium**

If ProductObject.Impact\_Resistance is precisely equal to "Medium"  
 And ImpactStrengthMedSub is assigned to ImpactStrengthMedSub  
 Then ImpactStrength  
 is confirmed.

**RULE : Rule ImpactStrengthMedium\_\_1**

If <|First\_Media|.ImpactStrength is less than 2  
 Then ImpactStrengthMedSub  
 is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule ImpactStrengthMedium\_\_2**

If <|First\_Media|.ImpactStrength is greater than or equal to 5  
 Then ImpactStrengthMedSub  
 is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

**RULE : Rule ImpactStrengthMedium\_\_3**

If ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.NewValue  
 And ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.Impact\_ResistanceNew  
 And ProductObject.Impact\_ResistanceNew is precisely equal to "Medium"  
 And ImpactStrengthMedSub is assigned to ImpactStrengthMedSub  
 Then ImpactStrengthChange  
 is confirmed.

**RULE : Rule ImpactStrengthVeryhigh**

If ProductObject.Impact\_Resistance is precisely equal to "VeryHigh"  
 And <|First\_Media|.ImpactStrength is less than 10  
 Then ImpactStrength  
 is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media|> |First\_Media|

### RULE : Rule ImpactStrengthVeryhigh\_\_1

If ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.NewValue

And ProductObject.NewValue is assigned to ProductObject.Impact\_ResistanceNew

And ProductObject.Impact\_ResistanceNew is precisely equal to "VeryHigh"

And <|First\_Media|.ImpactStrength is less than 10

Then ImpactStrengthChange

is confirmed.

And Delete Object <|First\_Media| |First\_Media|

### 5.2.3 กลไกการอนุมานสำหรับการเลือกพลาสติก (Inference Mechanism for Plastics Selection)

การอนุมานของระบบฐานความรู้ต้องอาศัยเครื่องอนุมาน (Inference Engine) ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบฐานความรู้ และมีหน้าที่หลักในการกำหนดทิศทางในการหาเหตุผล กลไกในการอนุมานของ PLASA I เริ่มจากการรับข้อมูลจากผู้ใช้เก็บไว้ในฐานความรู้ และอาศัยกลไกการหาเหตุผลของฐานกฎทั้งลูกโซ่แบบเดินหน้า (Forward Chaining) และลูกโซ่แบบย้อนกลับ (Backward Chaining) หลังจากที่ PLASA I ได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอนุมานครบแล้ว ก็จะแสดงข้อมูลที่รับจากผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้ทำการตรวจสอบและแก้ไขก่อนก่อนที่จะเข้าสู่ระบบการเลือกพลาสติกตามลำดับของน้ำหนักความสำคัญสมบัติที่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งระบบ PLASA I สามารถผ่อนคลายน้ไขของสมบัติได้ในกรณีที่ไม่พบพลาสติกที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ กระบวนการเลือกจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่แรก คือ การพิสูจน์สมบัติของวัสดุให้ตรงกับข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้ และคัดเลือกพลาสติกที่ไม่ตรงกับรายละเอียดที่ได้จากผู้ใช้ออก ขั้นตอนที่สองของกระบวนการเลือกเป็นการประเมินพลาสติกตามน้ำหนักความสำคัญ และตามความต้องการของผู้ใช้ แล้วจึงเรียงรายชื่อพลาสติกตามลำดับของคะแนนที่ได้จากการใช้ทฤษฎี AIM (An Alternative Inference Mechanism)

### 5.2.4 การจัดลำดับพลาสติก (Ranking of Plastics)

การจัดลำดับของพลาสติกขึ้นอยู่กับทางเลือกสมบัติทางกายภาพที่สำคัญกว่า และมีเหตุผล สิ่งเหล่านั้นซึ่งถูกวิเคราะห์ และพิจารณาเป็นสำคัญโดยนักออกแบบ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเลือกพลาสติก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ทฤษฎี AIM ที่ทำการศึกษาโดย Adrian



Hopgood มาช่วยในการจัดลำดับพลาสติกเพื่อให้ระบบมีความสามารถในการเลือก พลาสติก ได้ถูกต้องมากขึ้น

ทฤษฎี AIM เป็นการนำเอาหลักการของเบย์ส์มาปรับปรุงแก้ไข รูปแบบทั่วไปของ กลไก AIM แสดงดัง สมการข้างล่าง :-

คะแนนรวมทั้งหมดสำหรับพอลิเมอร์  $i = \Pi \{[(\text{weight}(j) - \text{mid\_point}_1) \times (\text{performance}(i, j) - \text{mid\_point}_2)] + \text{Scale\_shift\_term}\}$

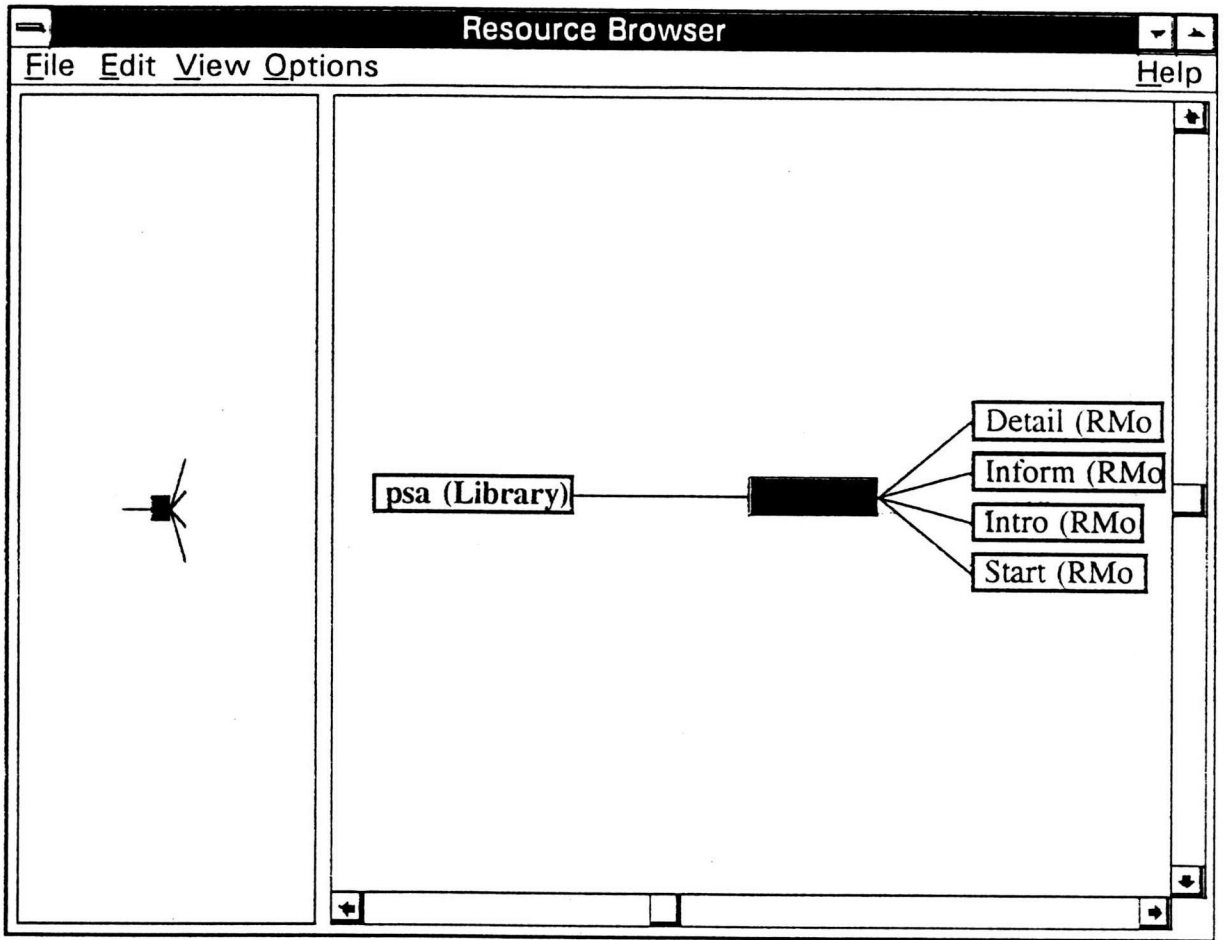
โดยที่  $\text{Scale\_shift\_term} =$  ตัวเลขต่ำสุดที่มั่นใจว่าน้ำหนักรวม และอัตราการกระทำเป็นบวก

$\text{performance}(i, j) =$  ค่าการกระทำของพอลิเมอร์  $i$  สำหรับ สมบัติ  $j$ ;

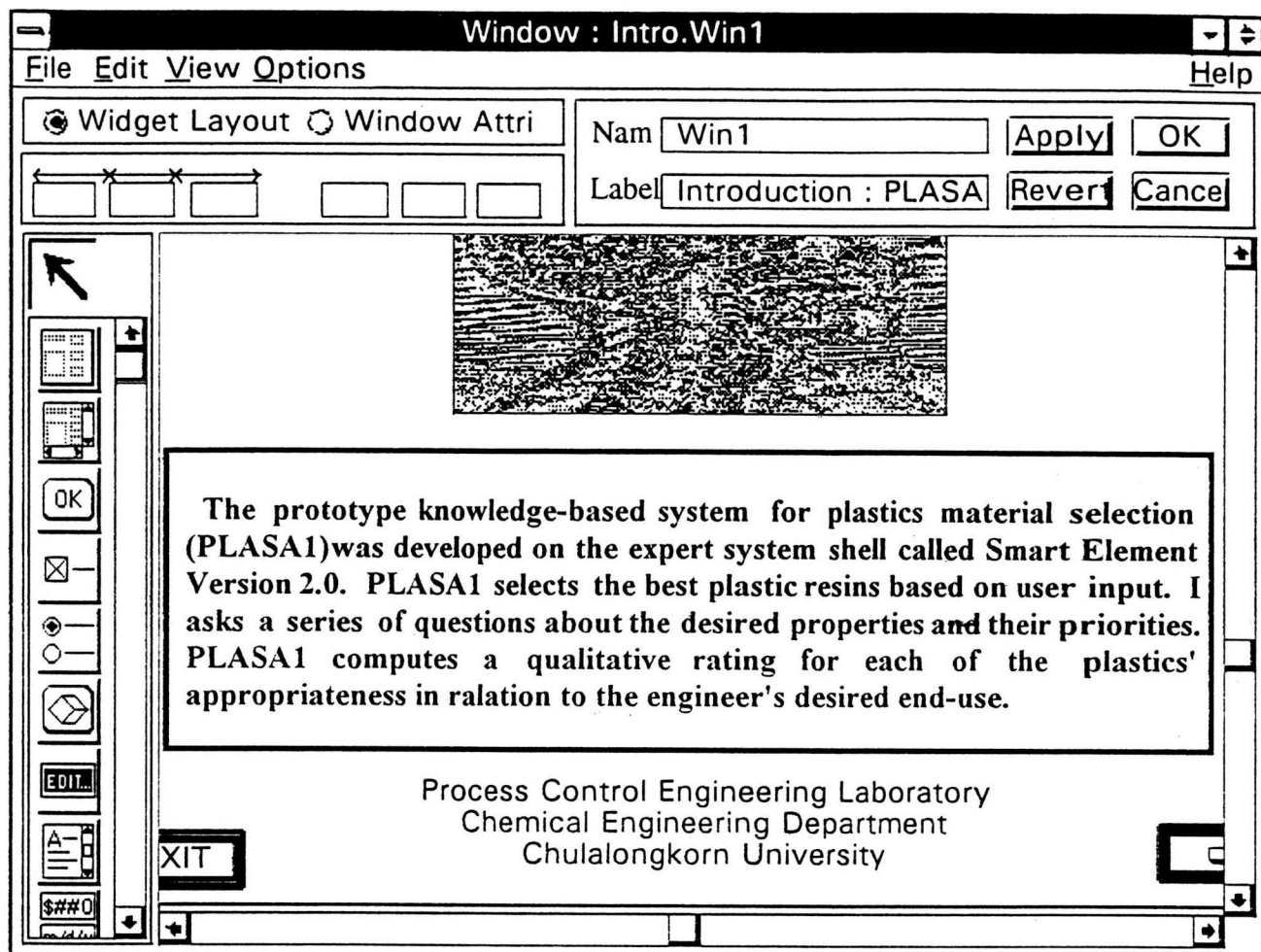
$\text{weight}(j) =$  ค่าถ่วงน้ำหนักที่ผู้ใช้ใส่เข้าไป สำหรับ สมบัติ  $j$

#### 5.2.5 การติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิก (Graphic User Interface; GUI)

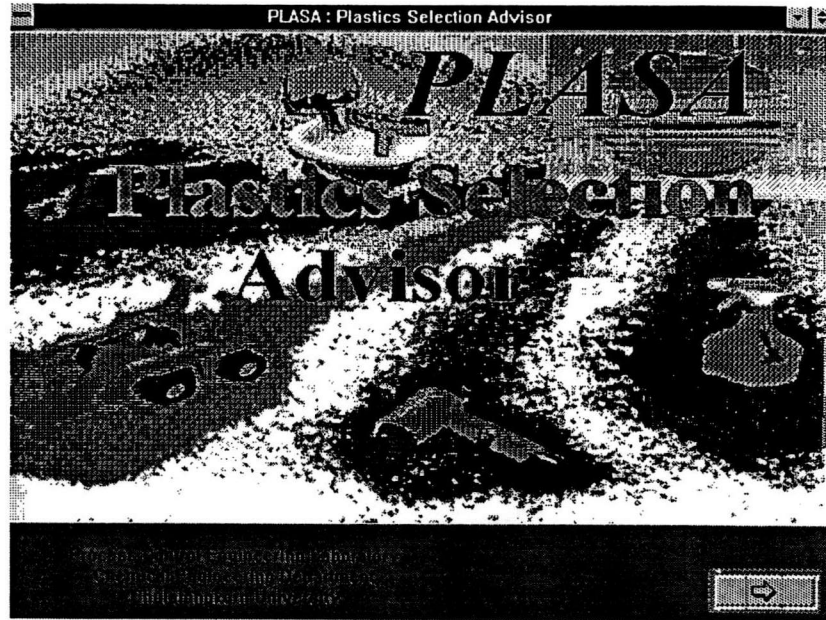
PLASA I มีส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ที่สร้างจากกลุ่มของเครื่องมือต่างๆ ใน Smart Element ได้แก่ หน้าต่าง, วิดเจต เช่น กล้องตัวเลือก ปุ่ม เมนู เป็นต้น, แหล่งสคริปต์, แหล่งกราฟฟิก เช่น กรอบ, ลี เป็นต้น รูปที่ 5.4 เป็นการแสดงหน้าต่างที่รวมกลุ่มกราฟฟิกที่เป็นส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ทั้งหมด ซึ่งสามารถเรียกมาทำการแก้ไขได้โดยตรง รูปที่ 5.5 แสดงหน้าต่างที่ใช้สร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งมีเมนูต่างๆ ให้เลือกสร้างเช่น ไอคอน, ปุ่มกด, ส่วนภาพ, ส่วนข้อความ เป็นต้น เมื่อเริ่มใช้ PLASA I ระบบจะแสดงการเข้าโปรแกรมดังรูปที่ 5.6 และแนะนำการใช้โปรแกรมดังรูปที่ 5.7 ระบบสามารถทำการเลือกพลาสติกได้ทั้งแบบอาศัยลักษณะการใช้งาน และแบบอาศัยสมบัติของผลิตภัณฑ์ รูปแบบของการเลือกโดยอาศัยลักษณะการใช้งาน แสดงในรูปที่ 5.8 และผลของการเลือกพลาสติกแสดงดังรูปที่ 5.9 ซึ่งสามารถดูคำอธิบาย และรายละเอียดของพลาสติกแต่ละชนิดที่ทำการเลือกมาได้ ดังรูปที่ 5.10 และ 5.11 ส่วนรูปแบบของการเลือกโดยอาศัยสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นจะใช้ส่วนถาม-ตอบเพื่ออินพุทข้อมูลเบื้องต้น หรือการถามตอบในลักษณะตัวเลือก นอกจากนี้ยังมีส่วนของการอธิบายคำถาม ดังรูปที่ 5.12, 5.13 และ 5.14 ข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปจะถูกแสดงในภายหลังเพื่อให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข ดังรูปที่ 5.15 ในกรณีที่ระบบไม่พบพลาสติกที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ระบบจะแสดงส่วนของการผ่อนคลายนใจ ดังรูปที่ 5.16 และพลาสติกที่เลือกได้จากการใช้โปรแกรมนี้จะถูกนำมาจัดลำดับความเหมาะสม และแสดงผล ดังรูปที่ 5.17



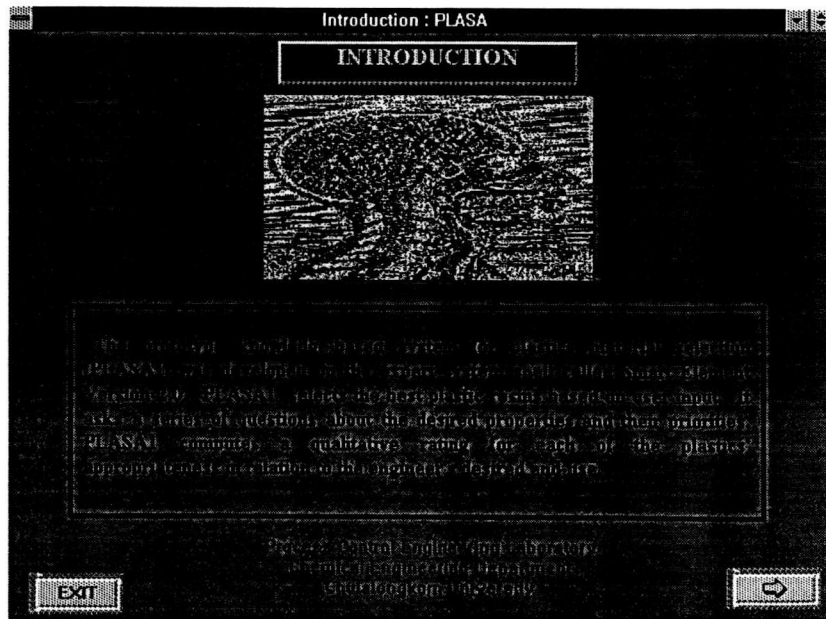
รูปที่ 5.4 แสดงหน้าต่างที่รวมกลุ่มกราฟฟิคที่เป็นส่วนการติดต่อกับผู้ใช้



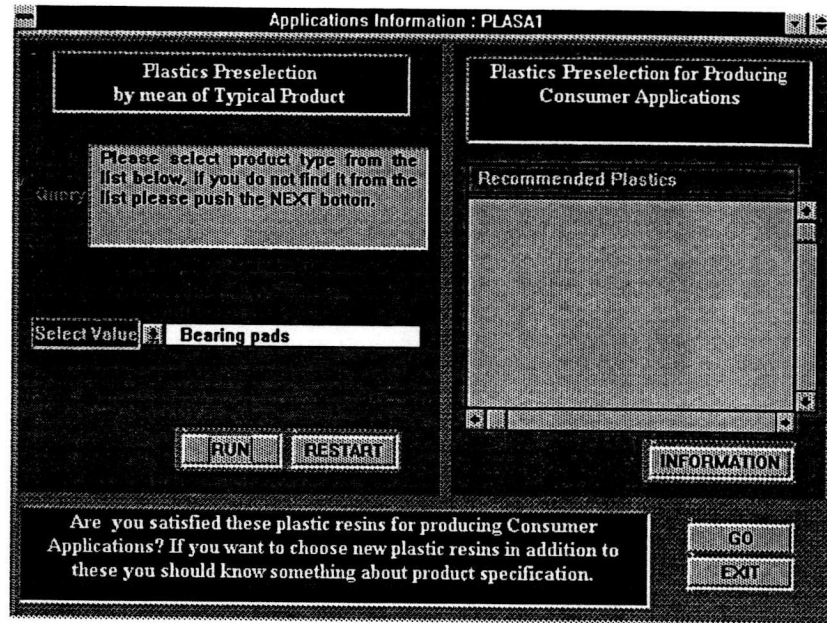
รูปที่ 5.5 แสดงหน้าต่างที่ใช้สร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้



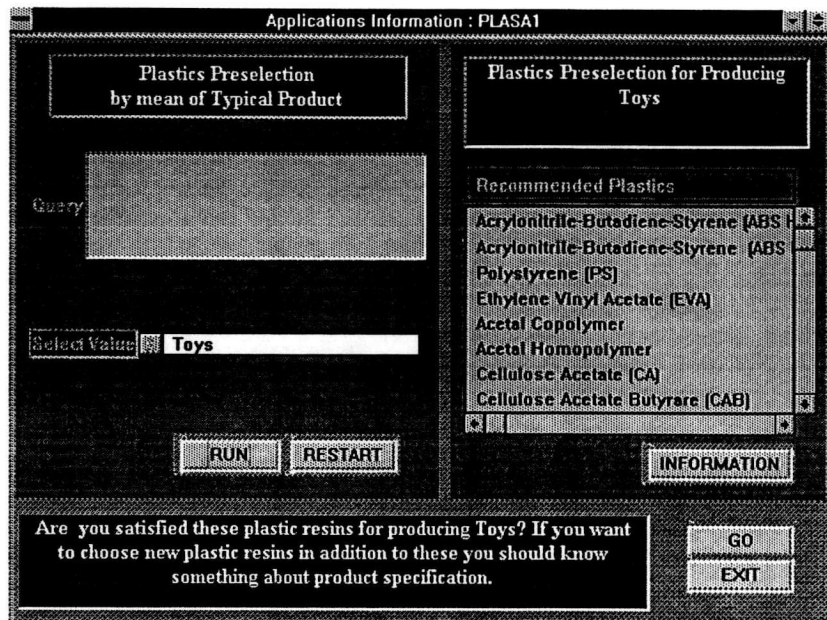
รูปที่ 5.6 แสดงการเข้าโปรแกรม PLASA I



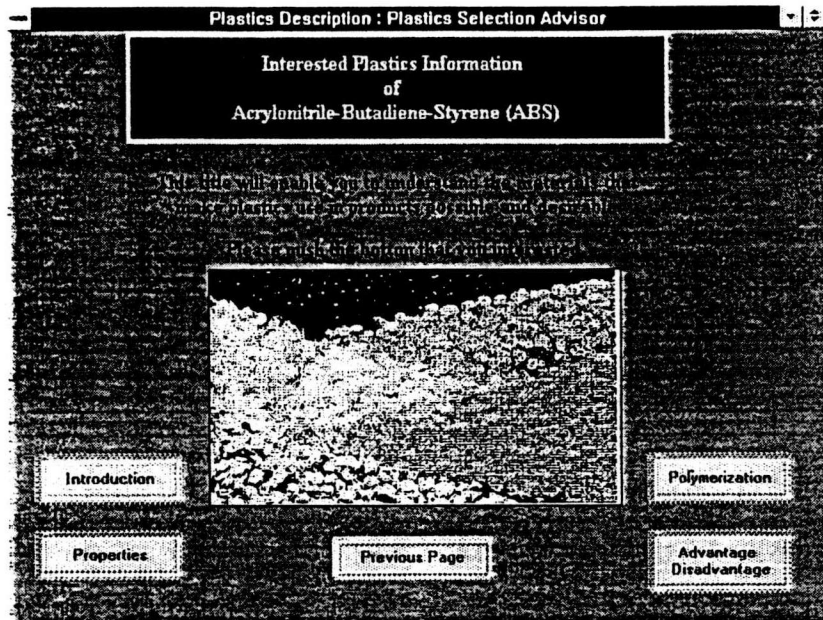
รูปที่ 5.7 แสดงการแนะนำโปรแกรมก่อนใช้งาน



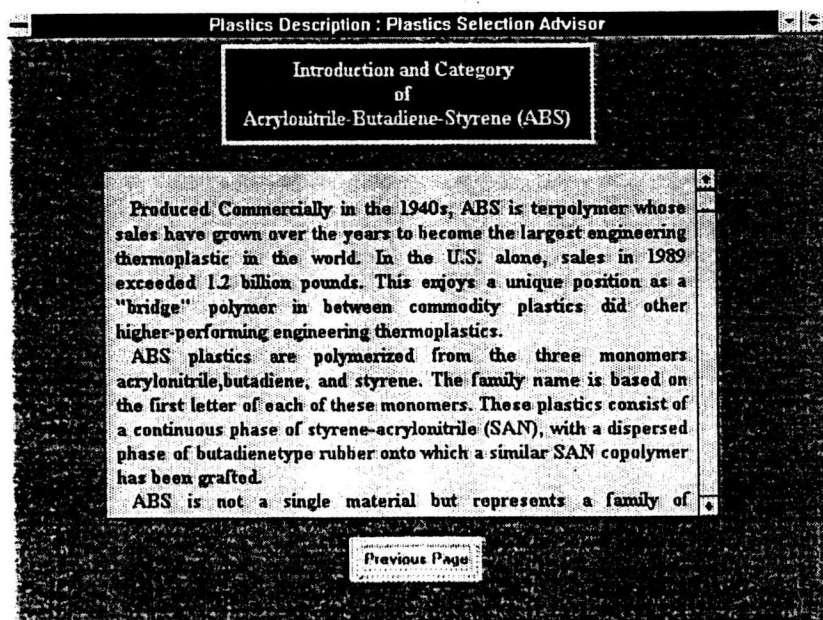
รูปที่ 5.8 แสดงเมนูการเลือกพลาสติกโดยอาศัยลักษณะการใช้งาน



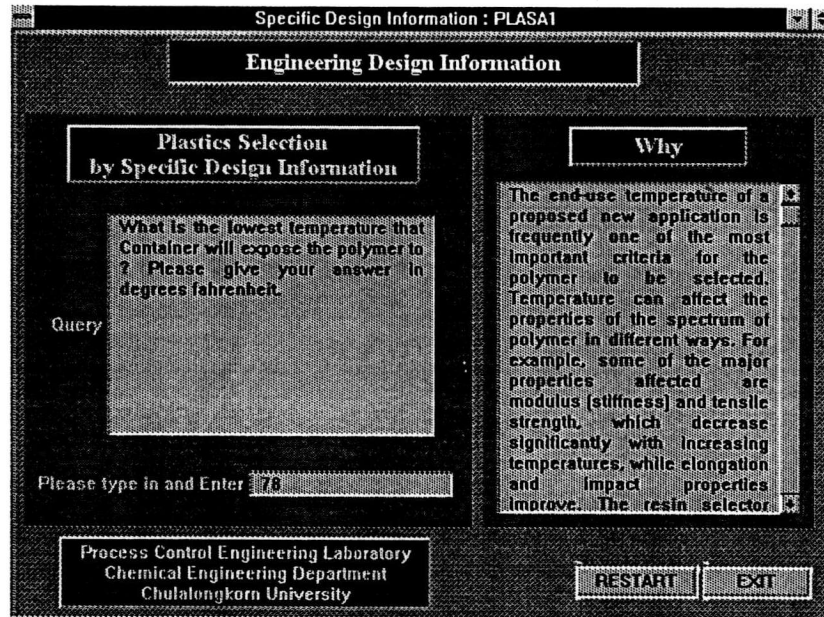
รูปที่ 5.9 แสดงผลการเลือกพลาสติกโดยอาศัยลักษณะการใช้งาน



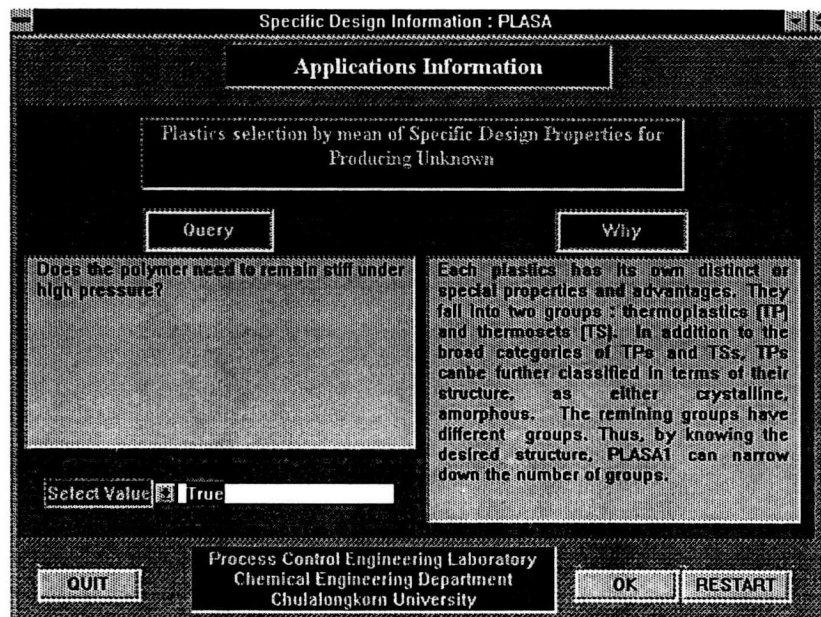
รูปที่ 5.10 แสดงหน้าต่างเมนูรายละเอียดข้อมูลพลาสติกแต่ละชนิด



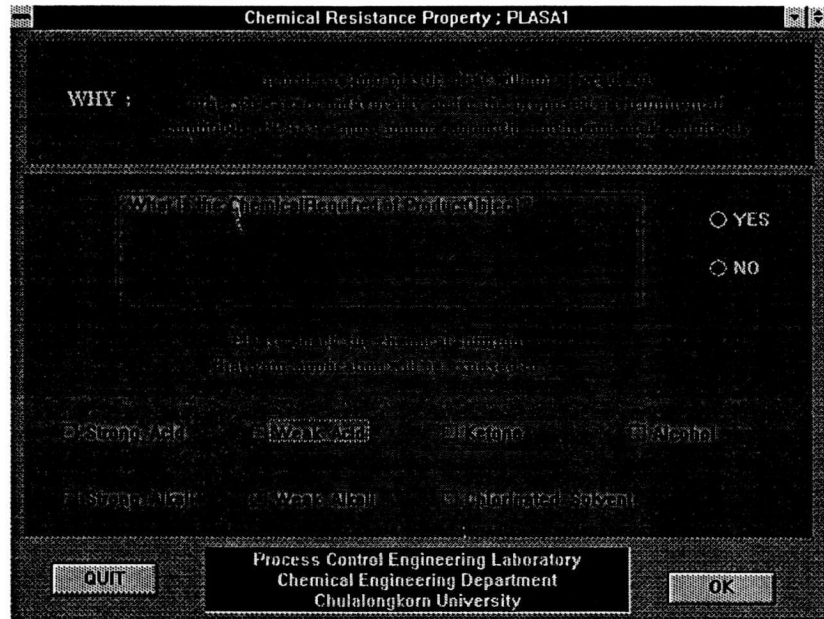
รูปที่ 5.11 แสดงการอธิบายพลาสติกแต่ละชนิด



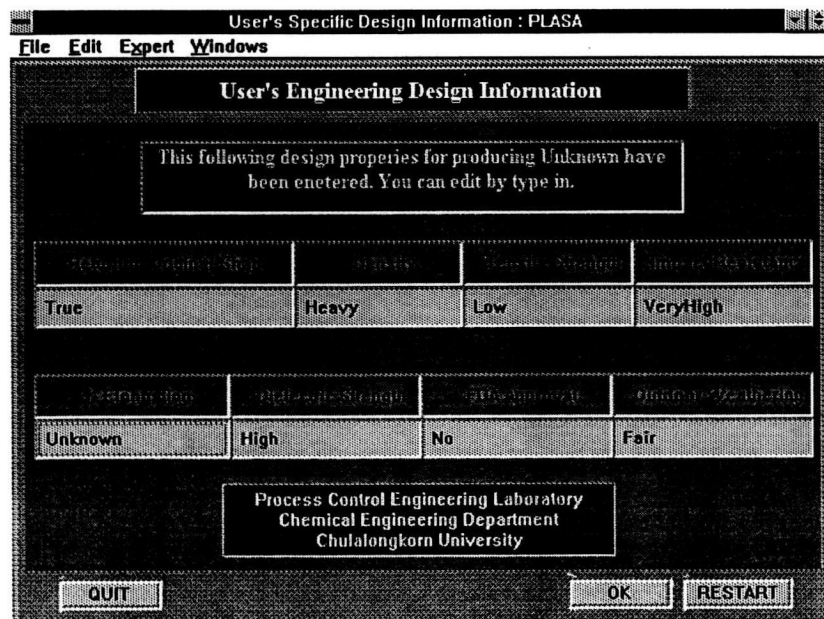
รูปที่ 5.12 แสดงส่วนถาม-ตอบ เพื่ออินพุตข้อมูลเบื้องต้น และส่วนการอธิบายคำถาม



รูปที่ 5.13 แสดงส่วนถาม-ตอบ ในลักษณะตัวเลือก และส่วนการอธิบายคำถาม

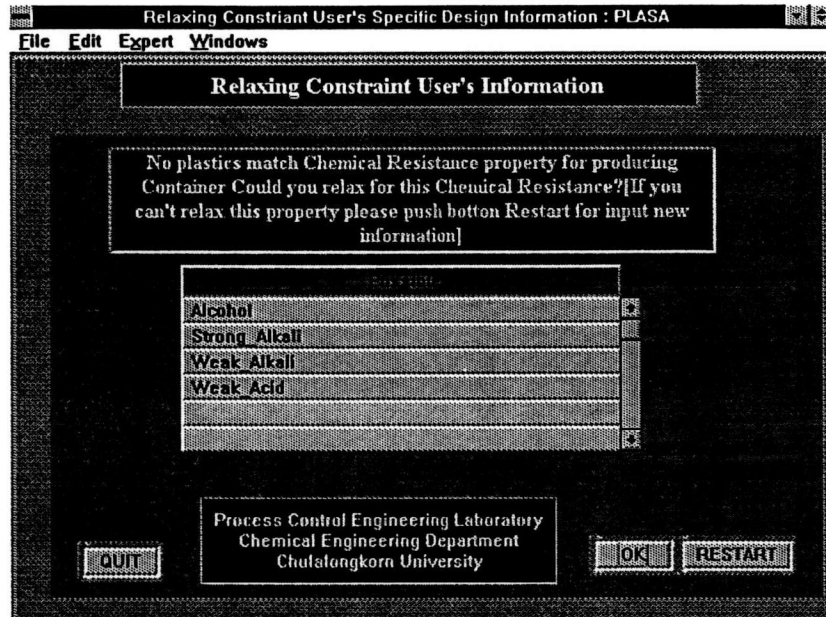


รูปที่ 5.14 แสดงส่วนถาม-ตอบ ในลักษณะตัวเลือกกากบาท และส่วนการอธิบายคำถาม

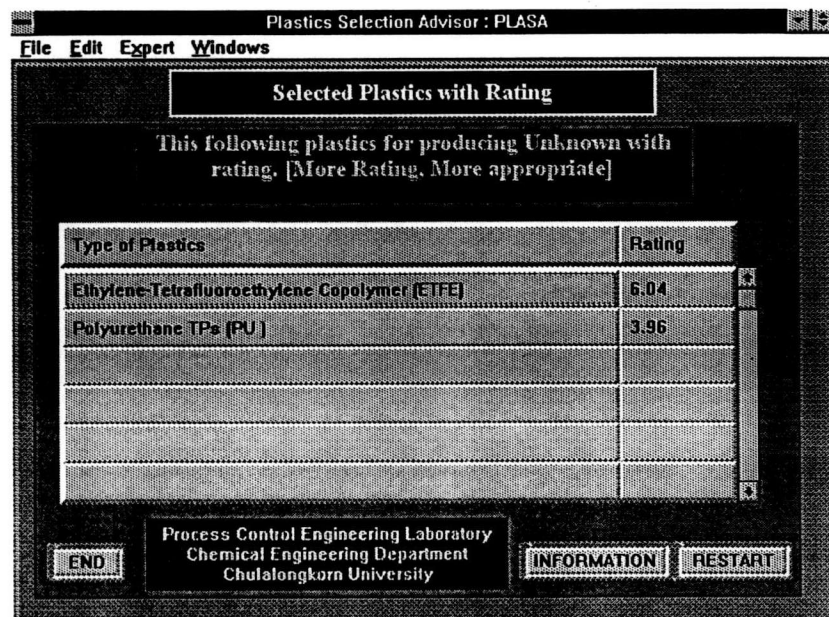


รูปที่ 5.15 แสดงข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกเพื่อทำการแก้ไข





รูปที่ 5.16 แสดงการผ่อนคลายเงื่อนไขในกรณีที่ไม่พบพลาสติก



รูปที่ 5.17 แสดงผลจากการเลือกพลาสติกโดย PLASA I และอันดับความเหมาะสม