

## บทที่ 4

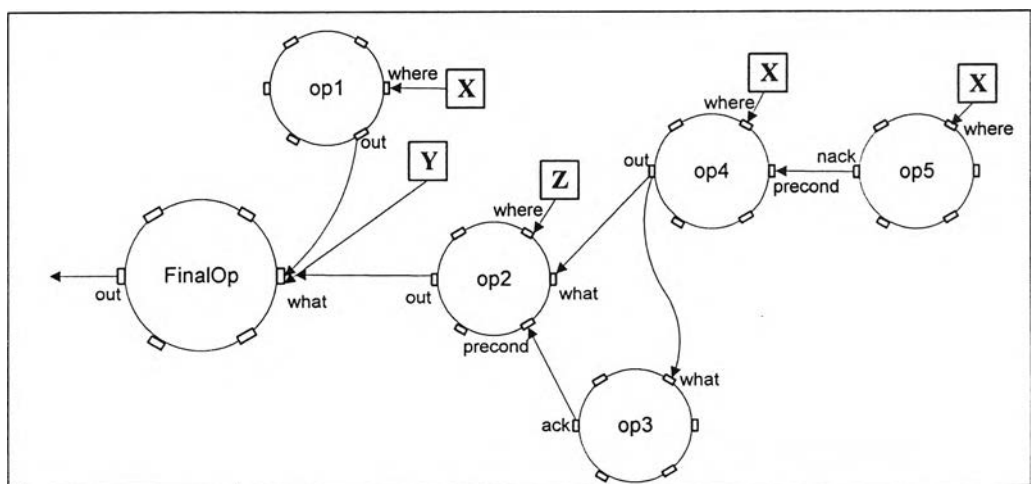
### เครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับการแปลงเครือข่ายอนุภาคความต้องการ เป็นข้อกำหนดคาเฟ่โอบีเจ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการแปลงระหว่างเครือข่ายข้อกำหนดอนุภาคความต้องการกับคาเฟ่โอบีเจ โดยจะพูดถึงการออกแบบข้อมูลนำเข้า คลังจัดเก็บตัวดำเนินการ จนถึง การออกแบบโปรแกรมสำหรับการแปลงเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟ่โอบีเจ ซึ่งจะกล่าวถึงการออกแบบโดยละเอียดดังนี้

#### 4.1 การออกแบบข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นเท็กซ์

จากกฎการแปลงเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟ่โอบีเจที่ได้กำหนดขึ้น ได้ทำการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงชื่อ อาร์พีเอ็นทูคาเฟ่โอบีเจ (RPN2CafeOBJ) โดยโปรแกรมนี้จะทำการแปลงจากเครือข่ายข้อกำหนดอนุภาคความต้องการที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปเป็นข้อกำหนดคาเฟ่โอบีเจ แต่เนื่องจากเครือข่ายอนุภาคความต้องการมีลักษณะเป็นแผนภาพ การนำแผนภาพไปเข้าโปรแกรมอาร์พีเอ็นทูคาเฟ่โอบีเจ จะต้องทำการเขียนให้อยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อความ (Text file) ก่อน โดยเรียกเครือข่ายอนุภาคความต้องการที่อยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อความว่า อาร์พีเอ็นเท็กซ์ (RPNText)

อาร์พีเอ็นเท็กซ์ คือตารางข้อมูลเครือข่ายอนุภาคความต้องการที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ (Text) โดยนำแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการมาทำการแปลงเป็นข้อความแล้วนำมาใส่ไว้ในตารางข้อมูลของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าไปยังเครื่องมือซอฟต์แวร์อาร์พีเอ็นทูคาเฟ่โอบีเจต่อไป



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของอาร์พีเอ็นเท็กซ์

ชื่อสแตมภ์	ชื่อ	การใช้งาน
A	ID	สำหรับระบุหมายเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการไว้ในคำสั่งอ้างอิงกับอนุภาคความต้องการวงอื่น โดยเขียน อยู่ในรูปแบบของ RnPm โดยที่ <ul style="list-style-type: none"> <li>n คือหมายเลขของแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการที่กำลังอ้างถึง</li> <li>m คือหมายเลขของอนุภาคความต้องการที่กำลังอ้างถึง</li> </ul> เช่น เครือข่ายอนุภาคความต้องการรูปที่สอง อนุภาคความต้องการวงที่สาม สามารถเขียนได้เป็น R2P3
B	Name	จะระบุชื่อของอนุภาคความต้องการซึ่งจะใช้เป็นชื่อของตัวดำเนินการ เช่น top
C	What	จะระบุเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการที่มีเส้นเชื่อมเข้ามายังช่องสื่อสาร "What"
D	Where	จะระบุค่าของโหนดข้อมูลที่เข้ามายังช่องสื่อสาร "Where"
E	Precond	จะระบุเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการที่มีเส้นเชื่อมเข้ามายังช่องสื่อสาร "Precond"
F	Out	จะระบุเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการที่มีเส้นเชื่อมต่อออกไปจากช่องสื่อสาร "Out" ถ้าเป็นอนุภาคความต้องการวงสุดท้ายของแผนภาพจะระบุค่าเป็น M เพื่อให้เครื่องมือซอฟต์แวร์อาร์พีเอ็นทูคาเฟโอบีเจทราบถึงจุดเริ่มต้น (ตามกฎข้อที่ 3 ของการแปลงเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ)
G	Ack	จะระบุเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการที่มีเส้นเชื่อมต่อออกไปจากช่องสื่อสาร "Ack"
H	Nack	จะระบุเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการที่มีเส้นเชื่อมต่อออกไปจากช่องสื่อสาร "Nack"

สำหรับข้อมูลที่อยู่ในอาร์พีเอ็นเท็กซ์ ในแต่ละแถวจะประกอบไปด้วยคุณสมบัติของอนุภาคความต้องการหนึ่งวงกลม โดยคุณสมบัติของอนุภาคความต้องการจะประกอบไปด้วย

หมายเลขอนุภาคความต้องการ ชื่อของอนุภาคความต้องการ รายละเอียดของช่องสื่อสาร "What", "Where", "Precond", "Out", "Ack" และ "Nack" ตามลำดับ ถ้าช่องการสื่อสารใดไม่มีค่า จะระบุแทนด้วยเครื่องหมาย "-" และค่าในช่องที่เป็นการระบุเลขอนุภาคความต้องการ จะเขียนอยู่ในเครื่องหมายปีกกา {...} ดังตัวอย่างจากแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ ดังรูปที่ 4.1 และเมื่อเขียนเป็นอาร์พีเอ็นเท็กซ์จะได้ดังรูปที่ 4.2

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	#id	name	what	where	precond	out	ack	nack
2	R1P1	FinalOp	{R1P2}{R11-			M		
3	R1P2	op1	-	X		{R1P1}		
4	R1P3	Y	-			{R1P1}		
5	R1P4	op2	{R1P5}	Z	{R1P6}	{R1P1}		
6	R1P5	op4	-	X	{R1P7}	{R1P4}{R1P}		
7	R1P6	op3	{R1P5}				{R1P4}	
8	R1P7	op5	-	X				{R1P5}

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างอาร์พีเอ็นเท็กซ์

สำหรับรายละเอียดของแต่ละสทมภในแฟมข้อมูลอาร์พีเอ็นเท็กซ์ สามารถแสดงเป็นตารางได้ ดังตารางที่ 4.1

#### 4.2 คลังจัดเก็บตัวดำเนินการ

คลังจัดเก็บตัวดำเนินการ คือรายการของตัวดำเนินการที่ถูกกำหนดไว้ก่อนในรูปของภาษาคาเฟโอบีเจ โดยตัวดำเนินการที่อยู่ในคลังจัดเก็บตัวดำเนินการนี้เป็นตัวดำเนินการพื้นฐานที่ถูกอ้างไปใช้สำหรับหนึ่งโหนดการดำเนินการในแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ ตัวดำเนินการเหล่านี้จะถูกจัดเป็นกลุ่มและเขียนอยู่ในรูปของมอดูลข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ

ในการแปลงแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ จะนำข้อกำหนดตัวดำเนินการเหล่านี้มาร่วมประกอบการแปลง โดยจะนำข้อกำหนดของมอดูลที่เกี่ยวข้องมาใช้

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างตัวดำเนินการที่ถูกกำหนดไว้ภายในคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ จะพบ ว่าตัวดำเนินการ A1, A2, A3, B1, B2, และ B3 สามารถนำไปประกอบสร้างเป็นแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการได้ และหากตัวดำเนินการใดถูกนำไปใช้ในแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ เมื่อแปลงเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ จะต้องนำชื่อของมอดูลที่ตัวดำเนินการนั้นอยู่ ไปเขียนไว้ในส่วนของการกำหนดมอดูลนำเข้าด้วย

```

mod* MODULE_A {
  op A1 : S1 S2 -> S2
  op A2 : S2 -> S2
  op A3 : S1 S2 -> S1

  eq A1(X, A2(Y)) = A2(X) .
  eq A3(X,Y) = X .
}

mod* MODULE_B {
  op B1 : S1 S2 -> S2
  op B2 : S2 -> S2
  op B3 : S1 S2 -> S1

  eq B1(X, B2(Y)) = B2(X) .
  eq B3(X,Y) = X .
}

```

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ

#### 4.3 การออกแบบโปรแกรมอาร์พีเอ็นทูคาเฟ่โอบีเจ

จากกฎการแปลงจากเครือข่ายข้อกำหนดอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟ่โอบีเจที่ได้กำหนดขึ้น ได้ทำการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงมีชื่อว่า อาร์พีเอ็นทูคาเฟ่โอบีเจ โดยโปรแกรมนี้จะทำการแปลงเครือข่ายข้อกำหนดอนุภาคความต้องการที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปเป็นข้อกำหนดคาเฟ่โอบีเจ โดยเพิ่มข้อมูลผลลัพธ์ของการแปลงจะมีชื่อเดียวกับเพิ่มข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นเท็กซ์แต่จะมีนามสกุล "mod" เพิ่มข้อกำหนดผลลัพธ์นี้จะเป็น 1 เพิ่ม ที่จะรวมทุกๆ มอดูลที่ใช้ไว้ด้วยกัน เพื่อความสะดวกในการนำข้อกำหนดไปใช้ในการพิสูจน์โดยโปรแกรมแปลภาษาคาเฟ่โอบีเจ (CafeOBJ Interpreter)

การออกแบบโปรแกรม จะกำหนดให้มีโครงสร้างและฟังก์ชันตามที่แสดงไว้ในแผนภาพโครงสร้างโปรแกรมอาร์พีเอ็นทูคาเฟ่โอบีเจ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภาพโครงสร้างโปรแกรมอาร์พีเอ็นทีทีคาเฟอีน

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายส่วนของแผนภาพโครงสร้างโปรแกรม ดังนี้

#### มอดูลที่ 1 การอ่านข้อกำหนดจากคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ

โปรแกรมจะอ่านข้อกำหนดคาเฟอีนที่มีอยู่แล้วในรูปของแฟ้มข้อความจากคลังจัดเก็บตัวดำเนินการตามที่ผู้ใช้ได้เลือก แล้วเขียนลงในแฟ้มข้อความที่เป็นแฟ้มข้อความของผลลัพธ์ของการแปลงเพื่อใช้ในการกำหนดส่วนการประกาศมอดูลการนำเข้า และใช้ในการสนับสนุนการเขียนข้อกำหนดคาเฟอีนจากแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ โดยมีฟังก์ชันการอ่านข้อกำหนดจากคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ เป็นฟังก์ชันที่สนับสนุนการทำงานในขั้นตอนนี้

ฟังก์ชันการอ่านข้อกำหนดจากคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ จะอ่านตัวดำเนินการที่ได้จัดเก็บไว้ในคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ โดยตัวดำเนินการเหล่านี้จะเขียนอยู่ในรูปแบบของมอดูลข้อกำหนดคาเฟอีน ซึ่งถูกต้องตามวากยสัมพันธ์ (Syntax) ของข้อกำหนดคาเฟอีนดังแสดงในภาคผนวก ก ซึ่งมอดูลข้อกำหนดคาเฟอีนที่อยู่ในคลังจัดเก็บตัวดำเนินการเหล่านี้ จะเขียนอยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลนามสกุล "mod" ซึ่งโปรแกรมจะอ่านเข้ามาเก็บไว้ก่อน

#### มอดูลที่ 2 การอ่านข้อมูลจากอาร์พีเอ็นทีที

หลังจากอ่านข้อมูลจากคลังจัดเก็บตัวดำเนินการเข้ามาแล้ว โปรแกรมจะอ่านข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นทีทีที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ แล้วทำการเขียนส่วนการประกาศชื่อมอดูล โดยชื่อมอดูลที่ได้จะมีชื่อเดียวกับชื่อของอนุภาคเริ่มต้น โดยมีฟังก์ชันการอ่านข้อมูลจากอาร์พีเอ็นทีที เป็นฟังก์ชันที่สนับสนุนการทำงานในขั้นตอนนี้

ในการอ่านแฟ้มข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นทีที ซึ่งเป็นแฟ้มที่เขียนด้วยโปรแกรมเอ็กซ์เซล จะทำการหาจุดเริ่มต้นของอนุภาคความต้องการเพื่อส่งไปยังฟังก์ชันในการแปลงข้อมูลนำเข้าเป็นข้อกำหนดคาเฟอีน โดยการหาจุดเริ่มต้นของอนุภาคความต้องการจะพิจารณาจากสตรัม F ซึ่งจะ

เก็บข้อมูลของช่องการสื่อสาร "Out" ถ้าข้อมูลเป็น M แสดงว่าเป็นจุดเริ่มต้นของอนุภาคความต้องการ

### มอดูลที่ 3 การแปลงข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ

จากข้อมูลนำเข้าโปรแกรมจะทำการแปลงเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ โดยโปรแกรมจะแปลงในส่วนของสมการก่อนแล้วจึงทำการแปลงในส่วนที่เป็นเงื่อนไข ฟังก์ชันที่สนับสนุนการทำงานในขั้นตอนนี้อยู่ประกอบด้วย ฟังก์ชันการแปลงข้อมูลนำเข้าเป็นสมการสัจพจน์ในข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ ฟังก์ชันการแปลงข้อมูลนำเข้าในส่วนสมการสัจพจน์ส่วนเงื่อนไขของข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ ฟังก์ชันการหาผลลัพธ์ของเงื่อนไขในสมการสัจพจน์ ฟังก์ชันการหาชนิดข้อมูลของอาร์กิวเมนต์ของตัวดำเนินการ

#### มอดูลที่ 3.1 การแปลงข้อมูลนำเข้าเป็นสมการสัจพจน์

ฟังก์ชันการแปลงข้อมูลนำเข้าเป็นสมการสัจพจน์ในข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นเท็กซ์เป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจส่วนการกำหนดสมการ โดยจะเริ่มอ่านจากจุดเริ่มต้นของอนุภาคความต้องการไปจนกระทั่งถึงจุดสิ้นสุดของอนุภาคความต้องการและทำการเก็บข้อมูลเลขประจำตัวที่อยู่ในสดมภ์ E ซึ่งบอกข้อมูลของช่องการสื่อสาร "Precond" สำหรับการเขียนเงื่อนไขของสมการไว้ด้วย

ขั้นตอนการแปลงข้อมูลนำเข้าเป็นข้อกำหนดรูปนัยคาเฟโอบีเจมีดังนี้

- 1) ถ้าอนุภาคความต้องการใด ๆ จะทำการแปลงหมายเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการเป็นชื่อของอนุภาคความต้องการ
- 2) ถ้าอนุภาคความต้องการใด มีข้อมูลในช่องสดมภ์ C ซึ่งบอกข้อมูลของช่องการสื่อสาร "What" จะทำการเก็บหมายเลขประจำตัวอนุภาคความต้องการที่ระบุในช่องสดมภ์ C นั้นไว้
- 3) ถ้าอนุภาคความต้องการใด มีข้อมูลในช่องสดมภ์ D ซึ่งบอกข้อมูลของช่องการสื่อสาร "Where" โดยเป็นการระบุค่าของโหนดข้อมูล จะทำการแปลงข้อมูลเหล่านั้น เป็นข้อมูลตัวแปร หรือพารามิเตอร์สำหรับสมการในคาเฟโอบีเจ
- 4) ถ้าอนุภาคความต้องการใดระบุหมายเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการในช่องสดมภ์ E ซึ่งบอกข้อมูลของช่องการสื่อสาร "Precond" จะทำการเก็บหมายเลขประจำตัวอนุภาคความต้องการไว้
- 5) ทำจนกระทั่งไม่มีข้อมูลในขั้นตอนที่ 2

**มอดูลที่ 3.2** การแปลงข้อมูลนำเข้าในส่วนสมการสัจพจน์ส่วนเงื่อนไขของข้อกำหนดคาเฟอปีเจ

การแปลงข้อมูลนำเข้าในส่วนสมการสัจพจน์ส่วนเงื่อนไขนี้เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นเท็กซ์เป็นข้อกำหนดคาเฟอปีเจในส่วนของสมการเงื่อนไข โดยจะนำหมายเลขประจำตัวของอนุภาคความต้องการในส่วนของเงื่อนไขที่ได้ในขั้นตอนที่ 4 ของมอดูลที่ 3.1 มาทำการแปลงเป็นสมการของข้อกำหนดคาเฟอปีเจซึ่งขั้นตอนการแปลงจะเหมือนกับขั้นตอนในมอดูลที่ 3.1

**มอดูลที่ 3.3** การหาผลลัพธ์ของเงื่อนไขในสมการสัจพจน์

ฟังก์ชันการหาผลลัพธ์ของเงื่อนไขในสมการสัจพจน์ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ของสมการเงื่อนไข โดยจะพิจารณาจากสตมภ์ G และ H ซึ่งเก็บข้อมูลของช่องการสื่อสาร "Ack" และ "Nack" ตามลำดับ ถ้าสตมภ์ G มีข้อมูล จะได้ผลลัพธ์ของเงื่อนไขนั้นเป็นจริง แต่ถ้าสตมภ์ H มีข้อมูล จะได้ผลลัพธ์ของเงื่อนไขนั้นเป็นเท็จ

**มอดูลที่ 3.4** การหาชนิดข้อมูลของอาร์กิวเมนต์ของตัวดำเนินการ

ฟังก์ชันการหาชนิดข้อมูลของอาร์กิวเมนต์ของตัวดำเนินการเป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการหาชนิดข้อมูลของอาร์กิวเมนต์ของตัวดำเนินการ ซึ่งสามารถหาได้จากคลังจัดเก็บตัวดำเนินการ โดยดูจากชนิดข้อมูลของผลลัพธ์ (Coarity) ของตัวดำเนินการนั้นๆ สำหรับผลลัพธ์จากฟังก์ชันนี้จะใช้ในการกำหนดชนิดของข้อมูลในการประกาศตัวแปรด้วย

**มอดูลที่ 4** การเขียนข้อกำหนดคาเฟอปีเจลงเพิ่มข้อมูล

เมื่อแปลงข้อกำหนดได้ครบถ้วนแล้ว จะทำการเขียนข้อกำหนดคาเฟอปีเจที่แปลงได้ลงในเพิ่มข้อความที่เป็นเพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บผลลัพธ์ โดยเพิ่มข้อความที่ได้จะมีนามสกุลเป็น "mod" โดยมีฟังก์ชันการเขียนข้อมูลในรูปของเพิ่มข้อความ เป็นฟังก์ชันที่ใช้สนับสนุนในการทำงานขั้นตอนนี้

ฟังก์ชันการเขียนข้อมูลในรูปของเพิ่มข้อความ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการเขียนข้อกำหนดคาเฟอปีเจซึ่งได้จากการแปลงข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นเท็กซ์ลงในเพิ่มข้อความ โดยชื่อเพิ่มข้อมูลที่ได้อาจมีชื่อเดียวกับชื่อเพิ่มอาร์พีเอ็นเท็กซ์ แต่จะมีนามสกุล "mod" และเก็บอยู่ที่เดียวกับเพิ่มอาร์พีเอ็นเท็กซ์

#### 4.4 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์

ระบบที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์ ได้พัฒนาภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 2000 โดยใช้โปรแกรมวิซวลเบสิก เวอร์ชัน 6 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา มีคุณสมบัติดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ CPU Pentium II 333 MHz.
- หน่วยความจำหลัก 160 MB
- ฮาร์ดดิสก์ความจุ 10 GB

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาครั้งนี้คือ

- ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 2000
- ชุดปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ 2000
- โปรแกรมวิซวลเบสิก เวอร์ชัน 6