

## บทที่ 2

### สาระสำคัญและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การผลิตยาเม็ด เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งของการผลิตยาทั้งแผนปัจจุบันและยาสมุนไพร ซึ่งผู้ผลิตส่วนมากประสบปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างกันและการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะใช้วิธีลองผิดลองถูก(Trial & Error) ซึ่งทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และนำมาซึ่งความสูญเสียจำนวนมากในอุตสาหกรรมการผลิตยา นอกจากนี้ยังทำให้คุณภาพของยาไม่แน่นอน และอาจส่งผลถึงผู้ป่วยที่ได้บริโภคยานั้นๆ

ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนการทำงาน และปัญหาที่พบในการผลิตยาเม็ด นอกจากนี้ยังกล่าวถึงซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบงาน อีกทั้งยังช่วยให้เข้าใจถึงเป้าหมายในการพัฒนาระบบงานใหม่โดยนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ระบบงานเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

#### 2.1 การผลิตยาเม็ด

ยาเม็ดเป็นยาในรูปแบบของแข็งที่มีรูปร่างแบบต่างๆ เช่น กลม แบน สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม รูปไข่ รูปหัวใจ เป็นต้น ซึ่งได้จากการตอกอัดตัวยาที่อยู่ในลักษณะผงหรือในลักษณะแกรนูล และโดยปกติแล้วจะต้องมีการผสมสารช่วยอื่นด้วย เช่น สารเพิ่มปริมาตร สารช่วยยึดเกาะ สารช่วยในการแตกตัว และสารช่วยหล่อลื่น เพื่อให้การตอกเป็นไปได้อย่างดีและได้ยาเม็ดที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

ยาเม็ดจัดได้ว่าเป็นรูปแบบยาที่มีการนิยมนำใช้กันมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบยาเตรียมอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อได้เปรียบกว่ากันหลายประการในการใช้สำหรับคนไข้ มีความสะดวกสบายในการเก็บ พกพาและขนส่ง รวมทั้งมีความคงตัวค่อนข้างดีและสามารถผลิตได้คราวละมากๆ ในทางอุตสาหกรรม

การผลิตยาเม็ดแบ่งออกเป็น 2 วิธี

1. การผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยตรง (Direct compression)
2. การผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยทางอ้อม (Indirect compression)

### 2.1.1 การผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยตรง (Direct compression)

นับได้ว่าเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัด โดยเป็นการตอกอัดตัวยาที่อยู่ในรูปผงยาเดี่ยวๆ หรือที่อยู่ในรูปผสมสารช่วยตัวอื่นๆ โดยตรงและไม่ต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมให้ผงยาเหล่านั้นอยู่ในรูปเกรนูลเสียก่อน

#### 2.1.1.1 ข้อดีของการผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยตรง

1. เป็นขบวนการที่ใช้เวลาไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับขบวนการผลิตยาเม็ดแบบอื่น
2. ค่าใช้จ่ายในการผลิตไม่สูง โดยเฉพาะการประหยัดพลังงานในการอบสารให้แห้ง
3. ส่วนประกอบที่เป็นตัวยาคำคัญในตำรับ ไม่สัมผัสกับความชื้นและความร้อน ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะสมกับตัวยาที่มีปัญหาเกี่ยวกับความคงตัวเมื่อถูกความร้อนหรือความชื้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวตัวยาหลายชนิดที่นำมาตอกโดยวิธีโดยตรงนี้สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะมีความคงตัวอยู่ได้นานกว่า
4. มีขั้นตอนในการผลิตน้อยขั้นตอน
5. หลังจากตอกเป็นเม็ดแล้ว เม็ดยาที่ได้เมื่อมีการแตกตัวจะได้ขนาดของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก ซึ่ง เป็นผลดีต่อการละลายตัว(dissolution) ของตัวยา ทำให้เกิดละลายตัวได้เร็ว

#### 2.1.1.2 ข้อเสียของการผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยตรง

1. ปัญหาที่พบได้บ่อยๆคือ การที่ผงยาที่จะนำไปตอกมีการไหลที่ไม่ดี
2. ในตำรับมักประกอบด้วยสารช่วยยึดเกาะ(binding agent) ที่อยู่ในรูปผงแห้งในสัดส่วนที่ค่อนข้างมาก จึงทำให้ไม่เหมาะสมกับผงยาที่มี bulk density ต่ำ
3. มักจะพบปัญหาในด้าน Physical stability ของเม็ดยาที่ได้

#### 2.1.1.3 ขั้นตอนของการตอกอัดยาเม็ดโดยวิธีการตอกโดยตรง

ขั้นตอนในการผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยตรงแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. การผสม(Mixing) ส่วนประกอบต่างๆเข้าด้วยกัน
2. ขั้นตอนการปรับน้ำหนักเม็ดยาให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

### 3. ขั้นตอนการตอกอัด

การที่จะเตรียมให้ได้ตำรับที่ดีเพื่อนำไปตอกเป็นยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยตรงนั้น สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณามี 3 ประการ คือ

1. การตอกอัด(Compressibility)
2. การไหล(Flowability or Fluidity)
3. การหล่อลื่น(Lubricability)

#### 2.1.2 การผลิตยาเม็ดโดยวิธีตอกโดยทางอ้อม (Indirect compression)

การตอกอัดผงยาให้เป็นเม็ดโดยการเตรียมเป็นแกรนูล(Granule)ก่อน ซึ่งเป็นวิธีโดยทางอ้อม(Indirect Compression)นั้น เป็นวิธีที่นิยมกันมานานและเป็นวิธีการที่มักจะมาก่อนให้เกิดปัญหาในการผลิตเหมือนดังเช่นวิธีการตอกอัดโดยตรง ซึ่งการตอกอัดผงยาโดยตรงให้เป็นเม็ดไม่สามารถที่จะประยุกต์ใช้ได้กับสารหรือผงยาทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับตำรับยาที่มีปริมาณของตัวยามาก และตัวยานั้นมีคุณสมบัติในด้าน compressibility ที่ไม่ดี หรือในการตั้งตำรับเกิดปัญหาในการผลิต เช่น ปัญหาในการเลือกใช้สารช่วยต่างๆแม้กระทั่งปัญหาในด้านการลงทุนหรือต้นทุนการผลิต จากอุปสรรคต่างๆดังกล่าวจะเป็นปัจจัยในการเลือกการผลิตยาเม็ดโดยวิธีอื่น

การเตรียมแกรนูลเป็นขบวนการในการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงให้สารหรือผงยาที่อยู่ในรูปอนุภาคขนาดเล็กหรือเป็นผงละเอียดให้มาจับรวมตัวกันเป็นกลุ่มอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นทรงกลม แท่งหรือคล้ายตัวหนอน เป็นต้น แกรนูลมีคุณสมบัติในการไหลที่ดีและสม่ำเสมอกว่าผงยา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นผิวลดลงทำให้มีแรงเกาะกัน(Adhesion force) น้อยกว่าผงยา

การทำให้ผงยาอยู่ในรูปของแกรนูลเพื่อนำไปตอกให้เป็นยาเม็ด แบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ

##### 2.1.2.1 การเตรียมแกรนูลแบบเปียก(Wet Granulation)

แกรนูลที่ได้จากการเตรียมแบบเปียกสามารถนำไปตอกอัดเป็นเม็ดได้ง่ายและมีปัญหาในระหว่างการผลิตน้อย ด้วยเหตุผลดังกล่าวแกรนูลที่เตรียมด้วยวิธีแบบเปียกจึงเป็นที่นิยมในการนำไปตอกเป็นเม็ดที่สุด หลักการของการเตรียมโดยวิธีนี้คือ ใช้ตัวทำละลายหรือสารละลายนำไปผสมลงในผงยาหรือผงยาผสม โดยที่ตัวทำละลายหรือสารละลายนี้จะลงไปแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างผงยาดด้วยกัน และทำให้ผงยาต่างๆเกาะติดด้วยกัน และเมื่อนำไปอบแห้งจะเกิดเป็น Solid Bridge ระหว่างผงยาดด้วยกัน อันเนื่องจาก Cohesion Force และทำให้สามารถเกาะติดกันได้นาน

### 2.1.2.1.1 ข้อดีของการเตรียมแกรนูลแบบเปียก

- ไม่เกิดการแยกตัวของสารหรือผงยา แม้ว่าจะถูกสั่นสะเทือนในระหว่างขบวนการผลิต เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆ ยึดเกาะกันแน่นในรูปของแกรนูล
- มีคุณสมบัติในการไหลที่ดีขึ้น เนื่องจากมีขนาดใหญ่ขึ้น
- เป็นการเพิ่มและทำให้ความหนาแน่นของผงยามีความใกล้เคียงกัน
- ทำให้มีการเกาะกัน ได้ดีขึ้นของผงยา
- มีปริมาณของฝุ่นที่เกิดขึ้นน้อยกว่า
- สามารถผสมส่วนที่เป็นของเหลวได้
- สามารถเปลี่ยนแปลงผิวของยาที่ไม่ชอบน้ำ(Hydrophobic) ให้ชอบน้ำ(Hydrophilic) ได้
- มีความแน่นอนและปัญหาน้อย

### 2.1.2.1.2 ข้อเสียของการเตรียมแกรนูลแบบเปียก

- ในการใช้สารละลายที่มีสารช่วยยึดเกาะจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่น ชนิด ความเข้มข้น การกระจาย ตลอดจนถึงเวลาที่ใช้ในการนวด ให้มีความเหมาะสม
- ผลของอุณหภูมิ เวลา และอัตราการทำให้แห้ง ต่อความคงตัวของตัวยารวมทั้งการกระจายความร้อนในระหว่างขบวนการทำให้แห้ง
- ขนาดของแกรนูลและการเกิด Segregation ในระหว่างการ Dry screening และรวมถึงปัญหาการผสมแกรนูลในภายหลัง
- มีขั้นตอนในการผลิตหลายขั้นตอน
- เครื่องมือราคาแพง
- ใช้เวลาในการผลิตมาก
- มีการสูญเสียสารหรือผงยาไประหว่างขบวนการผลิต ในแต่ละขั้นตอน
- มีโอกาสเกิด Cross-contamination ได้มากกว่าการตอกโดยตรง
- อาจเกิดการละลายของตัวยาได้ช้า หากตั้งตำรับไม่ดี

### 2.1.2.2 การเตรียมแกรนูลแบบแห้ง(Dry Granulation) หรือที่เรียกว่าวิธี Slugging

การเตรียมแกรนูลโดยวิธีแห้งเป็นวิธีการที่ได้มาของแกรนูลโดยไม่ใช้น้ำหรือความชื้นมาเกี่ยวข้องในขบวนการด้วยเลย วิธีการนี้เหมาะสมที่จะใช้กับตัวยาหรือผงยาผสมที่มีความไม่คงตัวเมื่ออยู่ภายใต้ภาวะที่มีความชื้นอยู่ หรือไม่คงตัวเมื่อถูกความร้อนและไม่สามารถพัฒนาให้นำไป

ตอกได้โดยตรง เนื่องจากคุณสมบัติการไหลที่ไม่ดี การใช้เทคโนโลยีนี้มีกฎเกณฑ์ที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ แรงที่ใช้ที่ในการตอกหรืออัดผงยาเพื่อเตรียมแกรนูลต้องไม่มาก กล่าวคือต้องใช้แรงน้อยกว่าขั้นตอนในการตอกแกรนูลให้เป็นเม็ดซึ่งไม่เช่นนั้นแล้วจะเป็นการยากหรือเป็นไปได้ที่จะทำให้แกรนูลที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือถูกอัดต่อไปได้อีกเมื่อนำไปตอกด้วยเครื่องตอกยาเม็ด ผลก็คือเม็ดยาที่ได้จะมีความแข็งไม่เพียงพอตามที่ได้กำหนดไว้ แกรนูลแห้งที่ได้จัดได้ว่าเป็น Intermediate product ที่นิยมหรือเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการผลิตยาเม็ดที่มีตัวยาที่ไวต่อความชื้น และโอกาสที่จะเกิดการแยกตัวออกจากกันของผงยาผสมนั้นเป็นไปได้น้อย

## 2.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตยาเม็ด

ปัญหาในการผลิตยาเม็ดจะเกิดขึ้นเสมอทั้งในการผลิตยาเม็ดซึ่งทำอยู่เป็นประจำ และในการพัฒนาตำรับยาเม็ด ดังนั้นการศึกษาถึงสาเหตุซึ่งอาจเกิดจากตำรับยาเม็ดหรือเครื่องมือในการผลิตยาเม็ดหรือหลายๆ สาเหตุรวมกัน เพื่อที่จะแก้ไขได้อย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็น ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

### 1. การแยกฝา(Capping) และการแยกชั้น(Laminating)

การแยกฝา(Capping) หมายถึงการแยกตัวของฝ้อออกจากตัวยาเม็ด จะเป็นการแยกตัวโดยเด็ดขาดหรือบางส่วนก็ได้

การแยกชั้น(Laminating) หมายถึงการแยกตัวออกเป็น 2 ชั้นหรือมากกว่านั้นของยาเม็ด การแยกตัวจะเป็นไปโดยเด็ดขาดหรือเพียงบางส่วนก็ได้เช่นกัน ซึ่งการแยกฝาเป็นแบบหนึ่งของการแยกชั้นของยาเม็ด แต่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยกว่า

### 2. การติดหน้าสาก(Sticking)

การติดหน้าสาก(Sticking) หมายถึงการที่สารจากผิวหน้าของยาเม็ดบางส่วนเหลือติดอยู่ที่ผิวหน้าของสาก หลังจากยาเม็ดถูกปัดออกจากเบ้า ยาเม็ดที่ได้จะมีผิวเป็นฝ้าหรือเป็นหลุมเป็นร่อง (Pitting Tablet) ถ้าสารจากผิวหน้าของยาเม็ดเหลือติดอยู่ที่ผิวหน้าของสาก ในลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เรียกว่า Filming แต่ถ้าสารจากผิวหน้าของยาเม็ดเหลือติดอยู่ที่ผิวหน้าของสาก ในลักษณะเป็นจุดๆเรียกว่า Picking

### 3. การที่สากติดเบ้า(Binding)

การที่สากติดเบ้า(Binding) หมายถึงการที่สากตัวล่างไม่สามารถเคลื่อนที่ในเบ้าได้อย่างเป็นอิสระ

### 4. การป้อนผงยาซ้ำ(Double Feed)

การป้อนผงยาคั่ว(Double Feed) หมายถึงการป้อนผงยาคั่วสองครั้งในการตอกยาเม็ดหนึ่งเม็ด

#### 5. การพิมพ์รอยยาคั่ว (Double Impression)

การพิมพ์รอยยาคั่ว (Double Impression) หมายถึง การพิมพ์รอยหรือรูปหรืออักษรสองครั้งในการตอกยาเม็ดหนึ่งเม็ด

#### 6. การด่างสี (Mottling)

การด่างสี (Mottling) หมายถึง การที่สีผิวของยาเม็ดไม่สม่ำเสมอ เห็นเป็นบริเวณสีเข้มหรือสีอ่อนอยู่ท่ามกลางผิวหน้าที่มีสีสม่ำเสมอ

#### 7. น้ำหนักไม่สม่ำเสมอ (Weight Variation)

น้ำหนักไม่สม่ำเสมอ (Weight Variation) หมายถึงน้ำหนักยาเม็ดที่ตอกได้ในแต่ละ Batch หรือ Lot มีน้ำหนักไม่สม่ำเสมอ

#### 8. ความแข็งไม่สม่ำเสมอ(Hardness Variation)

ความแข็งไม่สม่ำเสมอ(Hardness Variation) หมายถึงความแข็งยาเม็ดที่ตอกได้ในแต่ละ Batch หรือ Lot มีความแข็งไม่สม่ำเสมอ

## 2.3 ระบบผู้เชี่ยวชาญ(Expert System)

### 2.3.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ

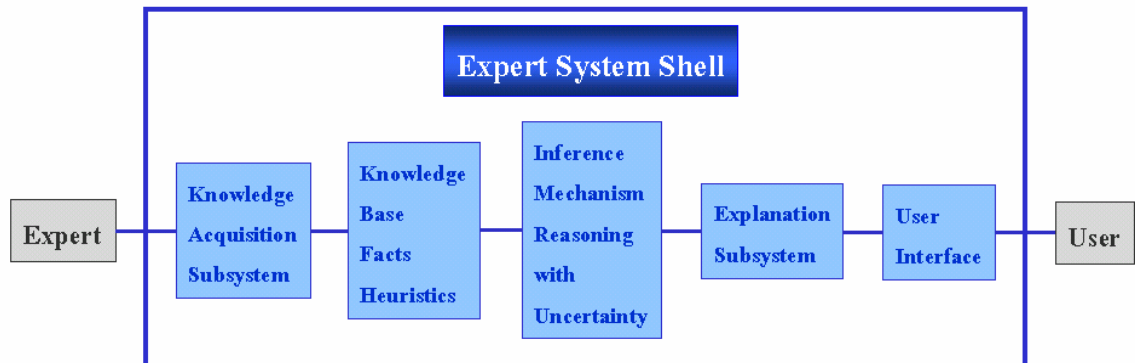
ศาสตราจารย์ Edward Feigenbaum แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ซึ่งเป็นนักค้นคว้าชั้นแนวหน้าในสาขาปัญญาประดิษฐ์(Artificial Intelligence) ได้ให้คำจำกัดความของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความฉลาดด้วยการใช้ความรู้และกระบวนการอนุมาน(Inference Procedure)หรือการคาดคะเนตามหลักเหตุผล ในการแก้ปัญหาที่ยู่ยากขนาดที่ต้องใช้ประสบการณ์ความชำนาญการของมนุษย์จึงจะแก้ได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ระบบผู้เชี่ยวชาญคือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เก็บทั้งความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่จะแก้ไขและกระบวนการอนุมานเพื่อนำไปสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้น ความรู้ที่เก็บมีทั้งความรู้ที่เป็นความจริงที่อาจจะถูกบันทึกไว้ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการ และความรู้ที่ได้จากประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์นั้น

ระบบผู้เชี่ยวชาญมีส่วนที่คล้ายคลึงกับระบบอื่นๆ คือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยผู้บริหารแก้ไขปัญหาหรือทำการตัดสินใจได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ระบบผู้เชี่ยวชาญจะแตกต่างกับระบบอื่นอยู่มาก เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญจะเกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ (Knowledge) มากกว่าสารสนเทศ และถูกออกแบบให้ช่วยในการตัดสินใจโดยใช้วิธีเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ โดยใช้หลักการ

ทำงานด้วยระบบ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ระบบผู้เชี่ยวชาญจะทำการโต้ตอบกับมนุษย์ โดยมีการถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อความกระจ่างให้ข้อแนะนำ และช่วยเหลือในกระบวนการตัดสินใจ นั่นคือทำงานคล้ายกับเป็นมนุษย์ผู้เชี่ยวชาญในการแก้ไขปัญหาต่างๆ เนื่องจากระบบนี้ก็คือการจำลองความรู้ของผู้เชี่ยวชาญจริงๆ มานั่นเอง โดยผู้เชี่ยวชาญในที่นี้อาจเป็นได้ทั้งผู้เชี่ยวชาญในการบริหาร ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องภาษี ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องยา หรือแม้แต่ผู้เชี่ยวชาญในการทำอาหารก็ตาม

## 2.4 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

Expert system tool หรือ Shell เป็น ซอฟต์แวร์ที่พัฒนา โดยมีส่วนประกอบพื้นฐานของ Expert system รวมทั้ง Shell ที่เป็นวิธีการอธิบายสำหรับการสร้างโปรแกรมโดย configuring และ instantiating ส่วนประกอบเหล่านี้ เป็นส่วนประกอบโดยทั่วไปของ Shell ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของ Expert system คือ knowledge base และ reasoning engine ส่วนประกอบของ Expert System Shell แสดงดังภาพ



รูปที่ 2.1 แสดง Basic Components of Expert System Tools

1. Knowledge base: เป็นแหล่งเก็บรวบรวม fact และ heuristic knowledge โดย Expert system tool มีการแทน Knowledge ในหลายรูปแบบ บาง tool ใช้ทั้ง frames (objects) และ IF-THEN rules ใน PROLOG knowledge ถูกแทนในรูปของ logical statement

2. Reasoning engine: เป็นกลไกการอนุมานสำหรับการจัดการ symbolic information และ knowledge ใน Knowledge base ในรูปแบบของ line of reasoning ในการแก้ปัญหา กลไกการอนุมานนั้นสามารถเป็นได้ตั้งแต่ simple modus ponens backward chaining of IF-THEN rule จนถึง case-based reasoning

3. Knowledge acquisition subsystem: เป็น subsystem ที่จะช่วยผู้เชี่ยวชาญสร้าง Knowledge base รวบรวมความรู้ที่ต้องการเพื่อแก้ปัญหาและสร้าง Knowledge base ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นปัญหาที่ค่อนข้างยากในการสร้าง Expert System

4. Explanation subsystem: เป็น subsystem ที่อธิบายการทำงานของระบบ โดยอาศัยข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้ได้มาซึ่งคำตอบสุดท้าย (final) หรือ intermediate solutions ได้อย่างไร

5. User interface: เป็น ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยทั่วไป user interface ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี Expert system และในอดีตที่ผ่านมาไม่ได้ให้ความสำคัญกับส่วนนี้ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันให้ความสำคัญของส่วนนี้กันอย่างกว้างขวางมากขึ้น ซึ่งการใช้ user interface ทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานอย่างมาก

#### 2.4.1 CLIPS

CLIPS (C Language Integrated Production System) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ มีสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญตามแนวคิดเชิงวัตถุ CLIPS เขียนขึ้นในปี 1985 โดยนักวิจัยที่ศูนย์อวกาศจอห์นสัน องค์การการบินและอวกาศแห่งสหรัฐอเมริกา (NASA Johnson's Space Center)

นักวิจัยที่นำหน้าพัฒนา CLIPS โดยเลือกใช้โปรแกรมภาษา C เพื่อให้สามารถนำไปคอมไพล์ที่ระบบปฏิบัติการใด ๆ ก็ได้ โดยไม่ต้องแก้ไขโปรแกรม ระบบปฏิบัติการที่สามารถใช้งาน CLIPS ได้ ได้แก่ Windows 95/98/NT/XP, MacOS X และ Unix นักพัฒนาที่เลือกใช้ CLIPS สามารถแก้ไขโปรแกรมต้นฉบับของ CLIPS เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตนเองได้

ในปัจจุบันการพัฒนา CLIPS เป็นไปโดยอิสระจากนาซ่า แต่ยังคงเป็นโปรแกรมสาธารณะ (Public Domain Software) และด้วยความที่ CLIPS มีความสามารถทำงานได้ทุกแพลตฟอร์ม สามารถเพิ่มขยายได้ มีสมรรถภาพสูงและมีค่าใช้จ่ายต่ำ จึงเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถานศึกษา

#### 2.4.2 Jess

Jess (Java Expert System Shell) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมชาวลวด เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ ดังที่กล่าวไว้ในตอนต้นแล้วว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญคือ กลุ่มของกฎที่สามารถกระทำซ้ำได้ เมื่อมีค่าความจริงที่สอดคล้องกับกฎนั้น ๆ กฎนั้นจะถูกกระตุ้น และถูกนำไปปฏิบัติต่อไป Jess ใช้อัลกอริทึมเฉพาะ ที่เรียกว่า Rete เพื่อทำการหาค่าความจริงที่สอดคล้องกับกฎ Rete ช่วยทำให้ Jess หาคำตอบได้รวดเร็วกว่าการเรียง if...then ในรูปของโปรแกรม ในช่วงเริ่มต้นของ



การพัฒนา Jess จะเป็นเหมือน CLIPS เพียงแต่ถูกเขียนโดยใช้ภาษาจาวา แต่ในปัจจุบัน ได้มีการเพิ่มเติมความสามารถพิเศษเข้าไปอีกมาก เช่น การค้นหาแบบย้อนกลับ ซึ่งใน CLIPS ไม่มี

Jess ถูกเขียนขึ้นโดย เออร์เนส เฟรดแมน ฮิลล์ (Ernest Friedman Hill) แห่งห้องวิจัยแห่งชาติซานเดีย (Sandia National Laboratory) มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เวอร์ชันแรกของ Jess ถูกเขียนเมื่อปี 1995 ในขณะที่โปรแกรมภาษาจาวายังเป็นสิ่งที่ใหม่มาก ปัจจุบัน Jess เวอร์ชันปัจจุบัน คือ 6.1 ซึ่งเปิดให้ดาวน์โหลดได้ ตั้งแต่วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2546