- 1 พ.ย. 2545

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ : กรณีศึกษากล้วยไม้สกุลหวายของไทย

ธีระวัฒน์ วรคามินทร์

อัดสำเนาภาพ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
สาขาวิชาเอก การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2545

ISBN 974-04-2194-6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

วพ
ส6747
2545
ฉ.2

.1 13558987 (ฉ.2)

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ : กรณีศึกษากล้วยไม้สกุลหวายของไทย

.....

นายธีระวัฒน์ วรคามินทร์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรศิริ สินสวัสดิ์ วท.บ. พบ.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์พัฒน ทวีโภค Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ Ph.D.

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ) สาขาวิชาเอก

การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ : กรณีศึกษากล้วยไม้สกุลหวายของไทย

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

สาขาวิชาเอกการจัดการระบบสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

.....

นายธีระวัฒน์ วรคามินทร์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรศิริ สินสวัสดิ์ วท.บ. พบ.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์พัฒน ทวีโภค Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิตราพรรณ พิลึก วท.บ. วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ภายใต้การดูแลช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ พรศิริ สินสวัสดิ์ อาจารย์ พัฒน ทวีโภค อาจารย์ จิตราพรรณ พิลึก อาจารย์ จิรายุพิน คุณดวงเดือน พี่โหน่ง และพี่เมย์

ขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวที่ให้กำลังทรัพย์ และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ได้แก่ คุณพ่อพิภพ วรคามินทร์ คุณแม่เหมือน วรคามินทร์ คุณป้าชวนพิศ เจียวหวาน และคุณพี่เบญจวรรณ วรคามินทร์

ขอขอบคุณสำนักพิมพ์บ้านและสวน, ฝ่ายนำพืชและอนุรักษ์พืชป่า กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลแก่ผู้ทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาการจัดการระบบสารสนเทศสิ่งแวดล้อม รุ่นที่ 5 ทุกๆคนที่เป็นทั้งกำลังใจ และให้คำชี้แนะที่ดีเสมอมาโดยเฉพาะ คุณประสงค์ ประทีปเพิ่มพงศ์ คุณเชิดเกรียติ ถนอมชีวนนท์ คุณจิตตวีร์ ถาวรกัลปชัย

ธีระวัฒน์ วรคามินทร์

Copyright by Mahidol University

4036772 ENIM/M : สาขาวิชาเอก : การจัดการระบบสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ; วท.ม.(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
คำสำคัญ : ระบบผู้เชี่ยวชาญ / การจำแนกกล้วยไม้

ธีระวัฒน์ วรคามินทร์ : ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ : กรณีศึกษากล้วยไม้สกุลหวายของไทย (AN EXPERT SYSTEM FOR IDENTIFYING ORCHID SPECIES : THAI DENDROBIUM) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : พรศิริ สินสวัสดิ์ พบ.ม.(สถิติประยุกต์) พัฒน ทวีโภค Ph.D. 126 หน้า ISBN 974-04-2194-6

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ เพื่อเป็นต้นแบบ เครื่องมือในการจำแนกกล้วยไม้ และช่วยนักวิชาการรวมถึงนักศึกษา ในการปฏิบัติงานทางด้านงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับตรวจสอบพันธุ์ และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกล้วยไม้พันธุ์ต่างๆ โดยระบบผู้เชี่ยวชาญนี้มีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 ส่วนด้วยกัน คือ การจำแนกตามระบบ อนุกรมวิธาน มีลักษณะการใช้ เลียนแบบการจำแนกแบบต้นไม้ ส่วนการจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ อาศัยระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก โดยใช้วิธีการอนุมานไปข้างหน้า ทำการค้นหาคำตอบในแนวกว้าง ฐานข้อมูลทำหน้าที่จัดเก็บและเป็นฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ และส่วนประมวลคำศัพท์ ใช้ค้นหาคำศัพท์เฉพาะเพื่อใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ โดยตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ กล้วยไม้สกุลหวายของไทยบางชนิด

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ เป็นแนวความคิดใหม่ในการจำแนกกล้วยไม้ และเป็นต้นแบบในการจำแนกกล้วยไม้โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถตรวจสอบชนิดของกล้วยไม้ และเพิ่มฐานความรู้ของระบบได้ ทำให้สามารถเพิ่ม ลบ เปลี่ยนแปลงข้อมูลที่นำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ได้ ตลอดจนช่วยการค้นหาคำศัพท์

ผลการศึกษาพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบในการจำแนกกล้วยไม้ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถช่วยในการจำแนกได้ดีในระดับหนึ่ง การค้นหาคำศัพท์สามารถทำงานได้ถูกต้อง เป็นฐานข้อมูลกล้วยไม้ กรณีที่มีข้อมูลในการจำแนกมากขึ้น ระบบจะทำการจำแนกกล้วยไม้ได้เพิ่มขึ้นตามข้อมูลที่ให้กับระบบ

Copyright by Mahidol University

4036772 ENIM/M : MAJOR : INFORMATION MANAGEMENT ON ENVIRONMENTS AND NATURAL RESOURCES ; M.Sc. (TECHNOLOGY OF INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT)

KEY WORDS : EXPERT SYSTEM, ORCHID INDENTIFICATION

THEERAWAT WORACAMIN : AN EXPERT SYSTEM FOR IDENTIFYING ORCHID SPECIES : THAI DENDROBIUM. THESIS ADVISORS : PONSIRI SINSAWASDI , M.Sc., PAT TAWEEPOK, Ph.D. 126 P. ISBN 974-04-2194-6

An expert system has been developed for identifying orchid species and an applied program has been developed to utilize this expert system. Also, it is a tool for both educators and students in research processes concerning their species examination and data collection.

There are four major parts in this system. First, identification by Taxonomy : plants are identified for text book emulation. Second, identifying by parts of the plants : orchids are identified by searching via a kind of width line. Third, the database works as an information collection and essential base of the system; Finally, the glossary : especial or technical terms of orchid species can be found and identified. The study sample is a kind of Thai Dendrobium.

The result of the study for orchid species identification is a new way of identifying species. Moreover, it can examine kinds of orchid species and increase information of the system. Accordingly, we are able to insert, delete, modify the data, and also glossary terms for searching. Therefore, this system is able to identify orchid species satisfactorily. It is accurate in searching technical terms and it has information collecting capability. In the case of numerical expansion on data, this system is able to increase the ability to identify orchid species.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่1. บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 สมมุติฐานของงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่2. ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 วิธีการจำแนกกล้วยไม้	5
2.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญ	20
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
บทที่3. ระเบียบวิธีวิจัย	41
3.1 การวิเคราะห์ปัญหาและการนิยามปัญหา	43
3.2 การพัฒนาต้นแบบ	44
3.3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ	47
3.4 การทดสอบและปรับปรุงระบบ	49
บทที่4. ผลการวิจัย	51
4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา	51
4.2 วิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ	52
4.3 ขั้นตอนการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ	56
4.4 ทำการติดตั้งระบบ	69
4.5 ทดสอบระบบและประเมินผลระบบ	69

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	73
5.1 สรุปผลการวิจัย	73
5.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการวิจัย	74
5.3 ข้อเสนอแนะ	75
รายการอ้างอิง	76
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้	78
ภาคผนวก ข แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งาน	90
ภาคผนวก ค โครงสร้างตารางทั้งหมด	117
ประวัติผู้วิจัย	119
Executive Summary	120

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณดอก 60
ตารางที่ 4.2 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณใบ 60
ตารางที่ 4.3 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณลำต้น 60
ตารางที่ 4.4 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณราก 61
ตารางที่ 4.5 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณลำลูกกล้วย 61
ตารางที่ 4.6 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณเดือน 61
ตารางที่ 4.7 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณจังหวัดที่พบ 61
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงระดับคะแนนของนักศึกษาที่ทำการทดสอบ 71
ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงระดับคะแนนของผู้พัฒนาระบบ 72

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 การค้นหาข้อมูลประเภทไม่มีสิ่งชี้นำ 27

ภาพที่ 2.2 การค้นหาข้อมูลแบบดีที่สุด 28

ภาพที่ 2.3 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Rolston 33

ภาพที่ 2.4 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Jamieson & King 35

ภาพที่ 2.5 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Wolfgram, Dear และ Galbraith 38

ภาพที่ 2.6 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ ซึ่งได้ดัดแปลงมาจาก ระบบผู้เชี่ยวชาญของ Deborah D. Wolfgram, Teresa J. Dear and Craig S. Galbraith 40

ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบการจำแนกกล้วยไม้แบบเดิม 53

ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ 55

ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญ 57

ภาพที่ 4.4 หน้าจอการประมวลคำศัพท์ 63

ภาพที่ 4.5 หน้าจอการจำแนกระบบเดิม 64

ภาพที่ 4.6 การจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily 65

ภาพที่ 4.7 การจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Species 65

ภาพที่ 4.8 ฐานข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Family 66

ภาพที่ 4.9 ฐานข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily 67

ภาพที่ 4.10 แสดงภาพฐานข้อมูลในระดับ Species 68

ภาพที่ 4.11 แสดงภาพการเพิ่มข้อมูลฐานข้อมูลในระดับ Species 68

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา/ที่มาของเรื่อง

กล้วยไม้เป็นพืชในวงศ์ Orchidaceae มีลักษณะพื้นฐาน เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก อาจขึ้นอยู่บริเวณพื้นดิน หิน หรือเป็นพืชอิงอาศัย ที่เกาะอาศัยตามกิ่งไม้ โดยไม่ทำอันตรายแก่ต้นไม้นั้นๆ (1)

ในปัจจุบันมีการนำกล้วยไม้มาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงให้เกิดความสวยงาม การคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ตามความนิยมตามที่ตลาดต้องการ หรือแปรรูปเป็นลักษณะผลิตภัณฑ์ต่างๆอย่างมากมายทำให้ กล้วยไม้เป็นสินค้าที่จำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้ที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์โดยมนุษย์ แต่บางส่วนได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากธรรมชาติโดยเฉพาะพันธุ์หายาก ซึ่งเป็นที่ต้องการทั้งจากในประเทศและจากต่างประเทศ การได้มาของกล้วยไม้เหล่านี้อาจต้องทำลายระบบนิเวศบางประการหรืออาจทำให้สมดุลในระบบนิเวศน์เสียไป (2) ในกรณีที่ต้องการทำการตรวจจับก็ไม่สามารถทำได้โดยง่าย เนื่องจากการจำแนกกล้วยไม้พันธุ์แท้จากธรรมชาตินั้น ต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการจำแนกทำให้มีอุปสรรค์ต่อการดำเนินงาน ของหน่วยงานต่างๆ

การจำแนกกล้วยไม้สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและลักษณะของกล้วยไม้ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละชนิด เช่น การจำแนกตามการเจริญเติบโตและรูปทรง การจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยระบบราก การจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยลักษณะสภาพภูมิอากาศของบริเวณที่เป็นแหล่งกล้วยไม้ และการจำแนกกล้วยไม้ทางด้านอนุกรมวิธาน โดยการจำแนกแต่ละแบบนั้นขึ้นอยู่กับผู้ที่ต้องการทำการจำแนกว่าต้องการจำแนกให้ละเอียดถึงระดับใด หรือจำแนกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านใดบ้าง เช่น การจำแนกโดยอาศัยระบบราก และรูปทรงอาจจะใช้เพื่อทำการเตรียมเครื่องปลูกให้เหมาะสมกับชนิด การจำแนกโดยอาศัยลักษณะทางภูมิอากาศจะทำการจำแนกเพื่อดูว่ากล้วยไม้ชนิดนี้สามารถนำไปปลูกที่ใดได้บ้าง การจำแนกทางด้านการค้าอาจนำหลัก

Copyright by Mahidol University

การจำแนกทางด้านอนุกรมวิธานมาใช้ เนื่องจากสามารถจำแนกชนิดพันธุ์ของกล้วยไม้ได้อย่างละเอียดมากกว่าการจำแนกในแบบอื่นๆ

การจำแนกชนิดของกล้วยไม้โดยนักวิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักสากลในการจำแนกนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะทางอนุกรมวิธาน (Taxonomy) ตลอดจนวิวัฒนาการที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด เพื่อนำมาช่วยในการจำแนก (3) โดยจัดกล้วยไม้ชนิดที่มีลักษณะใกล้เคียงกันอยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เกี่ยวกับกล้วยไม้ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของกล้วยไม้ชนิดนั้นในการจำแนก โดยเฉพาะกล้วยไม้ที่มีสายพันธุ์ใกล้เคียงกันมาก ต้องอาศัยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์เป็นอย่างดีในการจำแนก ผู้ที่มีความสนใจทางด้านกล้วยไม้แต่ไม่มีประสบการณ์ในการจำแนกจะไม่สามารถแน่ใจได้ว่ากล้วยไม้ที่ได้มานั้นเป็นกล้วยไม้พันธุ์ที่ตรงกับความต้องการของตนหรือไม่ การเรียนรู้ลักษณะต่างๆของกล้วยไม้เพื่อให้สามารถจำแนกได้ถูกต้องก็อาศัยระยะเวลานานในการศึกษา เพื่อให้เกิดความเข้าใจและแยกแยะได้อย่างถูกต้อง

ปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางด้าน การคำนวณต่างๆ การสื่อสาร การแพทย์ การธนาคาร ตลอดจนทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์สามารถช่วยงานทางด้านที่เป็นลักษณะของสื่อที่เป็นตัวอักษร เสียง ภาพ ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนวีดีโอ การนำคอมพิวเตอร์ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้การแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างสะดวกและง่ายต่อการสื่อสาร รวมทั้งการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลทางด้านต่างๆได้เป็นอย่างดี

จากเหตุผลดังได้กล่าวมาแล้ว การนำระบบการจำแนกกล้วยไม้ด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการช่วยให้บุคคลทั่วไปหรือผู้ที่ต้องการทำการศึกษาและคัดแยกพันธุ์กล้วยไม้ต่างๆ มาช่วยในการจำแนกให้เกิดความถูกต้องอาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถทำการจำแนกชนิดพันธุ์กล้วยไม้พันธุ์แท้ในประเทศไทยได้สะดวกและง่ายขึ้น โดยสามารถนำสื่อต่างๆมาประกอบการตัดสินใจในการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกชนิดกล้วยไม้

Copyright by Mahidol University

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกพันธุ์กล้วยไม้พันธุ์แท้
2. เพื่อให้นักวิชาการและนักศึกษาที่ทำการปฏิบัติงานทางด้านจำแนกกล้วยไม้สามารถนำไปใช้ในการจำแนกกล้วยไม้พันธุ์แท้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาลักษณะต่างๆทางด้านสรีระวิทยาของกล้วยไม้สกุล Dendrobium ในประเทศไทยเพื่อนำมาช่วยในการจำแนก โดยขอบเขตความรู้ใช้หลักเกณฑ์การจำแนกของ Seidenfaden (20) ในการจำแนกกล้วยไม้พันธุ์นี้ และพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้พันธุ์แท้ โดยพัฒนาจากโปรแกรม Microsoft Access 97 และ Visual basic 6

1.4 สมมุติฐานของงานวิจัย

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้ในการแก้ปัญหาการจำแนกกล้วยไม้ได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้พันธุ์แท้ สกุลต่างๆ
2. เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนในสาขาวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้
3. นักวิจัย และนักวิชาการสามารถนำไปตรวจสอบชนิดของกล้วยไม้ เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการตรวจสอบ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การจำแนกกล้วยไม้นั้น ต้องอาศัยผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านอนุกรมวิธานทางด้านกล้วยไม้จึงสามารถทำการจำแนกกล้วยไม้ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้การพิจารณาส่วนประกอบต่างๆของกล้วยไม้เป็นหลักในการพิจารณา ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับบุคคลทั่วไปที่ไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ชนิดของกล้วยไม้

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกพันธุ์กล้วยไม้ สามารถนำมาช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในการจำแนกกล้วยไม้ได้ เนื่องจากสามารถแบ่งแยกส่วนประกอบต่างๆให้ผู้ที่ต้องการจำแนกกล้วยไม้สามารถตัดสินใจในการจำแนกได้ แต่ต้องขึ้นอยู่กับฐานความรู้ที่เพิ่มเข้ามาต้องมีความถูกต้องและครบถ้วนจะทำให้สามารถจำแนกกล้วยไม้ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีขั้นตอนที่ช่วยในการจัดการข้อมูลดังกล่าวให้สามารถทำให้ผู้จำแนกนั้นสามารถจัดการข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้องและช่วยให้การตัดสินใจได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น การนำระบบผู้เชี่ยวชาญเข้ามาประยุกต์กับการจำแนกกล้วยไม้นั้น จึงต้องอาศัยความรู้ความสามารถทางด้านต่างๆเพื่อให้สามารถสร้างระบบการจำแนกกล้วยไม้ดังกล่าวสำเร็จ ซึ่งรวมถึงความรู้ทางด้านการจัดการระบบผู้เชี่ยวชาญ และความรู้เกี่ยวกับระบบการจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยหลักอนุกรมวิธานและลักษณะต่างๆของกล้วยไม้ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่มีอยู่และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์กับงานวิจัยชิ้นนี้ รวมทั้งนำแนวทางจากผลงานวิจัยชิ้นอื่นมาพัฒนาให้งานวิจัยชิ้นนี้สามารถทำการจำแนกได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น ซึ่งการจำแนกกล้วยไม้ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นต้องอาศัยงานวิจัยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

Copyright by Mahidol University

2.1 วิธีการจำแนกกล้วยไม้

กล้วยไม้เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์กล้วยไม้ (Family Orchidaceae) ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีจำนวนมากวงศ์หนึ่ง พืชในวงศ์นี้ทั้งหมดจำแนกออกได้ประมาณ 650 สกุล (4) แต่ละชนิดจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทำให้การจำแนกกล้วยไม้นั้นทำการจำแนกได้อย่างยากลำบาก

การจำแนกไม้ดอกไม้ประดับทางพฤกษศาสตร์นั้นจะพิจารณาจากลักษณะทางธรรมชาติ เช่น ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ กระบวนการทางสรีระวิทยา การสืบพันธุ์ วิวัฒนาการ แบบแผนการเจริญเติบโต เป็นต้น หรือพิจารณาละเอียดถึงโครงสร้างภายในเซลล์ องค์ประกอบทางด้านพันธุกรรมด้วย

การจำแนกหมวดหมู่ (Classification) คือ การจัดตัวอย่างพืชให้เข้าเป็นหมวดหมู่ให้ถูกต้องและสอดคล้องตามลักษณะที่เกี่ยวข้องสัมพันธุ์กันระหว่างหมู่พืชอย่างมีเหตุผลและระเบียบแบบแผน ทั้งยังเป็นไปตามระบบที่ยอมรับนับถือตามหลักพฤกษอนุกรมวิธานปัจจุบัน (5)

ถ้าพิจารณาถึงกิจกรรมของงานทางพฤกษอนุกรมวิธานแล้ว อาจสรุปได้ว่าพฤกษอนุกรมวิธานนั้นสังเคราะห์ผูกพันเอางาน 4 ประเภทมาเกี่ยวเนื่องกันไว้ (5) ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์และจัดระเบียบพืช (Systematic botany) การจำแนกหมวดหมู่ (Taxonomy system) การตั้งชื่อและการเรียกชื่อพืชทางพฤกษศาสตร์ (Nomenclature) และการรวบรวมข้อมูลอ้างอิง (Documentation)

2.1.1 การวิเคราะห์และการจัดระเบียบพืช (Systematic botany)

งานวิเคราะห์และการจัดระเบียบพืชเป็นงานวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ เช่น การศึกษาส่วนประกอบต่างๆของพืช (4) เป็นองค์ประกอบในการศึกษา ซึ่งกล้วยไม้ทั่วไปมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ลำต้น

ลำต้นของกล้วยไม้ประกอบด้วยส่วนที่เป็น “ข้อ” (node) และส่วนที่อยู่ระหว่างข้อเรียกว่า “ปล้อง” (internode) ส่วนที่เป็นข้อเป็นที่เกิดของใบ หรือกาบใบ (leaf sheath) เหนือส่วนที่เป็นข้อและอยู่ติดกับข้อจะเป็นที่เกิดของ “ตา” (bud) ซึ่งตานี้อาจจะเจริญเติบโตเป็นหน่ออ่อน กิ่งอ่อน หรือช่อดอกก็ได้

Copyright by Mahidol University

ลักษณะลำต้นของกล้วยไม้มีอยู่ 2 แบบ คือ

1. ลำต้นปกติ มีข้อปล้อง และมีการเจริญเติบโตทางส่วนยอดตั้งขึ้นไปไม่มีขีดจำกัด กล้วยไม้ที่มีลำต้นลักษณะเช่นนี้เรียกว่า กล้วยไม้ที่มีการเจริญเติบโตแบบฐานเดี่ยว (monopodial)

2. ลำต้นทอดตัวนอนราบ เป็นลักษณะลำต้นที่แปรสภาพผิดแปลกไปจากลักษณะของลำต้นปกติ คือทอดตัวนอนราบไปตามสิ่งซึ่งกล้วยไม้นั้นเกาะอาศัยอยู่ ไม่ว่าจะเป็นแนวราบหรือแนวตั้ง

3. ลำต้นที่แปรสภาพนี้มีข้อ มีปล้องและมีตา ซึ่งสามารถจะงอกเป็นหน่ออ่อนได้เหมือนลำต้นปกติ โดยมีส่วนที่แตกหน่อเป็นส่วนยอดลำต้นแบบนี้เรียกว่า "เหง้า" (rhizome) หน่อที่แตกออกมาจากเหง้าเรียกว่า ลำลูกกล้วย (pseudobulb) และลำลูกกล้วยนี้มีข้อ มีตา แตกเป็นหน่อเกิดเป็นเหง้าเจริญเติบโตต่อไปอีกก็ได้ ที่ส่วนปลายของลำลูกกล้วยอาจมีใบเพียงใบเดียว หรืออาจจะมีหลายๆใบออกจากข้อ ข้อละใบก็ได้ แต่เมื่อลำลูกกล้วยเจริญจนกระทั่งแผ่ขยายเต็มที่ หรือออกดอกแล้วก็จะไม่เจริญเติบโตต่อไปอีก เหง้าก็จะสร้างหน่อใหม่ เกิดก้านใบใหม่ขึ้นมาเป็นระยะๆ เราเรียกกล้วยไม้ที่มีลำต้นลักษณะเช่นนี้ว่ากล้วยไม้ที่มีการเจริญเติบโตแบบฐานร่วม (sympodial) เหง้าของกล้วยไม้บางชนิดมีปล้องยาว ทำให้ลำลูกกล้วยอยู่ห่างกัน แต่บางชนิดมีปล้องสั้นทำให้ลำลูกกล้วยอยู่ชิดกัน ลำลูกกล้วยของกล้วยไม้แต่ละชนิดอาจมีรูปร่าง ลักษณะ และขนาดแตกต่างกัน

4. นอกจากลำต้นของกล้วยไม้บางชนิดที่เปลี่ยนรูปจากลำต้นปกติเป็นเหง้าแล้วยังมีลำต้นของกล้วยไม้เปลี่ยนรูปเป็นหัวอยู่ในดิน ได้แก่ กล้วยไม้ดินบางชนิด

2.1.1.2 ใบ

ใบทำหน้าที่ปรุงอาหารโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) และคายน้ำออกทางปากใบ (stomata) เพื่อช่วยให้รากสามารถดูดน้ำและแร่ธาตุต่างๆเข้าสู่ต้นกล้วยไม้ เป็นการแทนที่น้ำที่คายออกเช่นเดียวกับพืชทั่วไป

1. รูปร่างใบ ใบกล้วยไม้มีรูปร่าง ลักษณะ ขนาด สี และการทรงตัวตามธรรมชาติแตกต่างกันไปตามสกุลหรือชนิดของกล้วยไม้นั้น

รูปร่างลักษณะใบกล้วยไม้ มีทั้งลักษณะใบแบน เช่น กล้วยไม้สกุลช้าง (*Rhynchostylis*) ใบรูปทรงกระบอก เช่น เอื้องโมกข์ (*Papilionanthe*)และใบเป็นร่องรูปตัววี เช่น กล้วยไม้สกุลเข็ม (*Ascocentrum*)

กล้วยไม้ทั่วไปมีใบหนาและอวบน้ำแต่บางชนิดมีใบแบบบาง เช่น กล้วยไม้ดินบางชนิด หรือใบจีบ เช่น เอื้องพร้าว (*Phaius grandifolius*) กล้วยไม้บางชนิดมีใบป้อมสั้น เช่น กล้วยไม้สกุลสิงห์โตกลอกตาบางพันธุ์ และกล้วยไม้บางชนิดก็มีใบยาวเรียว เช่น กล้วยไม้สกุลซิมบิเดียม (*Cymbidium*) หรือสกุลกะเรกะร่อน

Copyright by Mahidol University

2. ขนาดของใบกล้วยไม้มีต่างๆกัน ที่มีขนาดเล็กมากประมาณว่าโตกว่าเข็มหมุดเพียงเล็กน้อย ได้แก่ ใบของกล้วยไม้พญาไร้ใบ (*Chilochista usneoides*)

3. สีของใบกล้วยไม้ส่วนใหญ่จะเป็นสีเขียว บางชนิดเป็นสีม่วงคล้ำ บางชนิดก็มีลวดลายสวยงาม เช่น กล้วยไม้ที่มีชื่อว่าว่านร่อนทอง (*Anoectochilus siamensis*)

4. การทรงตัวตามธรรมชาติ กล้วยไม้บางชนิดมีใบตั้งขึ้น เช่น กล้วยไม้สกุลคัทลียา บางชนิดมีปลายใบโค้งลง เช่น กล้วยไม้สกุลแวนดา และบางชนิดมีใบห้อยลงมาข้างล่าง เช่น เอื้องหนวดพราหมณ์ (*Seidenfadenia mitrata*)

5. ก้านใบ ใบกล้วยไม้ส่วนมากจะไม่มีส่วนที่เป็นก้านใบปรากฏให้เห็นชัดเจน เส้นใบจะขนานกันไปตามความยาวของใบ ซึ่งเป็นลักษณะของพืชจำพวกใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบเหล่านี้อาจจะเห็นได้ชัดเจนในใบกล้วยไม้บางชนิด แต่ใบกล้วยไม้บางชนิดก็เห็นเส้นใบไม่ชัดเจน

6. กาบใบ คือส่วนที่เป็นแผ่นบางๆ เชื่อมติดต่อระหว่างโคนใบกับข้อของลำต้น ทำหน้าที่คล้ายกับก้านใบ กล้วยไม้ประเภทฐานร่วมบางสกุล เช่น สกุลคัทลียาไม่มีก้านใบ

2.1.1.3 ราก

ทำหน้าที่ดูดน้ำ แร่ธาตุต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำเข้าไปในต้นและทำหน้าที่เกาะยึดเพื่อให้ต้นกล้วยไม้ทรงตัวอยู่ได้ ระบบรากของกล้วยไม้แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. รากดิน เกิดจากหัวอยู่ใต้ดิน รากเหล่านี้จะอยู่ในดินโดยตลอด ตัวรากมีน้ำมาก เช่น รากของกล้วยไม้ดินสกุลเอื้องไผ่ (*Arundina*) และ กล้วยไม้ดินสกุลว่านจูงนาง (*Geodorum*) เป็นต้น

2. รากกึ่งดิน รากประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับใบไม้ผุ ซึ่งมีสัณฐานร่วนและโปร่งกว่าดินธรรมดา รากมิได้เจาะลึกลงไปในดินโดยตรง ตัวรากอวบน้ำ เช่น รากของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารี (*Paphiopedilum*) เป็นต้น

3. รากกึ่งอากาศ เป็นรากที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก มีแขนงรากหนาแน่น รากส่วนใหญ่จะซอนไชอยู่ในเครื่องปลูก หรือในซอกเปลือกไม้ที่กล้วยไม้นั้นเกาะอาศัยอยู่ มีเพียงส่วนน้อยที่โผล่ยื่นออกมารับอากาศ และแสงสว่าง กล้วยไม้ที่มีระบบรากประเภทนี้ เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) เป็นต้น

4. รากอากาศ รากประเภทนี้มีขนาดใหญ่ แขนงรากใหญ่ เป็นรากอากาศแท้ มีรากบางส่วนที่ยึดเกาะอยู่กับเครื่องปลูกหรือต้นไม้ แต่อีกบางส่วนจะงอกยื่นออกไปในอากาศ ปลายรากสดจะมีสีเขียว ซึ่งแสดงว่ารากประเภทนี้สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ กล้วยไม้ที่มีระบบรากเป็นรากอากาศ ได้แก่ กล้วยไม้สกุลแวนดา (*Vanda*) สกุลช้าง (*Rhynchostylis*) และสกุลกุหลาบ (*Aerides*) เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

2.1.1.4 ช่อดอก

กล้วยไม้มีช่อดอกที่แตกต่างกันออกไป อาจเป็นช่อดอกที่มีดอกเพียงดอกเดียว หรือหลายดอก ลักษณะของช่อดอกอาจเป็นช่อที่ไม่แตกแขนงหรือแตกแขนงออกไป

1. ส่วนประกอบของช่อดอก ที่สำคัญดังนี้

- ดอก
- ก้านดอก (pedicel) คือ ก้านที่มีดอกเพียงดอกเดียว
- ก้านช่อดอก (scape หรือ peduncle) คือ ส่วนของก้านที่อยู่ใต้ดอกล่างสุดลงมาถึงโคนก้านที่อยู่ติดกับลำต้นหรือลำลูกกล้วย ก้านช่อของกล้วยไม้มีขนาดทั้งสั้นและยาว
- แกนช่อดอก (rachis) คือ ส่วนของก้านที่อยู่เหนือขึ้นไปจากดอกล่างสุด จนถึงปลายสุดของช่อดอก แกนช่อดอกเป็นที่ตั้งของดอกทั้งหมด แกนช่อดอกมีความยาวแตกต่างกันเช่นเดียวกับก้านช่อ
- ช่อดอกที่ไม่แตกแขนงมีชื่อเรียกว่าเรซีม (raceme) เช่น ช่อดอกของกล้วยไม้สกุลช้าง ช่อดอกที่แตกแขนงมีชื่อเรียกว่าแพนิเคิล (panicle) เช่น กล้วยไม้สกุลหวายแดง (Renanthera)

2. ลักษณะการทรงตัวตามธรรมชาติของช่อดอกกล้วยไม้มี 4 แบบ คือ

- แบบตั้งตรง เช่น เข็มแสด (*Ascocentrum miniatum*)
- แบบตั้งโค้ง เช่น เอื้องคำปือก (*Dendrobium capilipes*)
- แบบค่อนข้างนอนขนานกับพื้น เช่น ลิ้นกระบือ (*Vandopsis parishii*)
- แบบห้อยลง เช่น ไอยเรศ (*Rhynchostylis retusa*)

2.1.1.5 ดอก

ดอกมีหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ดอกกล้วยไม้เป็นดอกที่สมบูรณ์เพศ คือมีเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ดอกกล้วยไม้มีส่วนต่างๆที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. กลีบดอก กล้วยไม้มีกลีบดอกอยู่ 6 กลีบ เรียงเป็น 2 ชั้น กลีบชั้นนอกเรียกว่ากลีบนอก (sepals) มี 3 กลีบ กลีบชั้นในเรียกว่ากลีบใน (petals) มี 3 กลีบ

2. กลีบนอก 1 กลีบซึ่งอยู่ด้านบนของดอกมีลักษณะค่อนข้างจะแตกต่างออกไปจากกลีบนอกอีก 2 กลีบ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกัน อยู่ค่อนลงมาทางส่วนล่างของดอกข้างละกลีบ เรียกว่า “กลีบนอกคู่ล่าง” (lateral sepal) ส่วนโคนของกลีบนอกคู่ล่างเชื่อมติดกันตรงหลังของฐานเส้าเกสร ในกล้วยไม้บางสกุล เช่น สกุลหวาย ส่วนที่เชื่อมติดกันนี้จะยื่นออกไปทางด้านหลังของดอก มีลักษณะคล้ายเดือย จึงเรียกว่า “เดือยดอก” (mentum) สำหรับกลีบใน 3 กลีบนั้น จะมีอยู่ 2 กลีบที่มีลักษณะเหมือนกัน อยู่ทางด้านบนของดอก ข้างละกลีบ ส่วนอีก 1 กลีบซึ่งอยู่ด้านล่างของดอกจะมีรูปร่าง

Copyright by Mahidol University

ลักษณะ สี และขนาดผิดแปลกออกไปจากกลีบใน 2 กลีบดังกล่าวแล้วอย่างมากมาย เราเรียกช่อกลีบในกลีบนั้นว่า "ปาก" หรือ "กระเป๋า" (lip หรือ labellum) กลีบนอก กลีบใน และกระเป๋าของกล้วยไม้แต่ละชนิดจะมีรูปร่างลักษณะและสีผิดแผกแตกต่างกันไปมากบ้างน้อยบ้าง

3. เส้าเกสร (column) เส้าเกสรเป็นส่วนหนึ่งของดอกกล้วยไม้ซึ่งในดอกไม้ชนิดอื่นไม่มี เส้าเกสรเกิดจากการรวมตัวของก้านเกสรตัวผู้ (filament) กับก้านของยอดเกสรตัวเมีย (style) เป็นก้านเดียวกัน มีลักษณะเป็นเดือยยื่นออกมาจากกลางดอก โคนของเส้าเกสรจะติดต่อกับก้านดอก ซึ่งก้านดอกนี้คือที่ตั้งของรังไข่ (overy) ขนาดของเส้าเกสรมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของกล้วยไม้ ปลายของเส้าเกสรมีลักษณะเป็นจงอย มีอับเกสรตัวผู้หรืออับเรณู (anther) อยู่ข้างบนใต้ จงอยจะมีแอ่งอยู่ทางด้านหน้าของเส้าเกสร แอ่งนี้คือยอดเกสรตัวเมียซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำเมือกเหนียวสำหรับรับรองการผสมพันธุ์จากเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมีย เรียกว่า "โรสเทลลัม" (rostellum)

4. เกสรตัวผู้ ประกอบด้วยอับเรณูซึ่งภายในอับเรณูจะมีละอองเกสรตัวผู้ หรือเรียกว่า "เรณู" (pollen) จับตัวรวมกันอยู่ กล้วยไม้ส่วนใหญ่เรณูจะรวมตัวเป็นก้อนแข็ง เช่น กล้วยไม้สกุลแวนดา สกุลช้าง เป็นต้น แต่กล้วยไม้บางชนิดเรณูจะรวมกลุ่มติดกันมีสภาพคล้ายขี้ผึ้งอ่อนๆไม่เป็นก้อนแข็ง ได้แก่ กล้วยไม้สกุลรองเท้านารี เรณูของกล้วยไม้ที่รวมกลุ่มกันเป็นก้อนแข็งหรือเป็นกลุ่มคล้ายขี้ผึ้งอ่อนๆเราเรียกว่า "กลุ่มเรณู" (pollenia) กลุ่มเรณูของกล้วยไม้บางชนิดจะมีฝาครอบเพื่อป้องกันอันตราย เราเรียกฝาครอบนั้นว่า "ฝาอับเรณู" (anther cap หรือ operculum)

5. ก้านดอก เป็นส่วนที่ติดอยู่กับโคนกลีบดอก และเชื่อมต่อกับโคนเส้าเกสร ส่วนของก้านที่อยู่ใกล้กับโคนกลีบดอกจะมีขนาดใหญ่กว่าก้านดอกส่วนที่อยู่ถัดไป ส่วนของก้านดอกที่ใหญ่กว่านั้นเป็นที่อยู่ของรังไข่ ภายในรังไข่จะมีไข่ (ovule) เป็นเม็ดเล็กๆมากมาย เมื่อไข่เหล่านี้ได้รับการผสมพันธุ์จะเจริญเติบโตเป็นเมล็ด

2.1.1.6 ผล

เป็นแบบ Capsule

2.1.1.7 เมล็ด

มีขนาดเล็กมาก และมีจำนวนมาก

2.1.2 การจำแนกหมวดหมู่ (Taxonomy system)

เป็นการจัดหมวดหมู่โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ได้จากการวิเคราะห์นำมากำหนดหมวดหมู่ของพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกันให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน

Copyright by Mahidol University

2.1.2.1 การจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยลักษณะการเจริญเติบโตและรูปทรง (6)

โดยเหตุที่การเลี้ยงกล้วยไม้และการขยายพันธุ์กล้วยไม้ด้วยวิธีธรรมดา จำเป็นต้องอาศัยหลักเกณฑ์บางประการเพื่อทำให้การจำแนกเป็นไปอย่างถูกต้องตามหลักเกณฑ์ เป็นต้นว่าการจัดหาภาชนะปลูก การวางต้นกล้วยไม้ในภาชนะรวมทั้งการปฏิบัติในการตัดแยกขยายพันธุ์จำเป็นจะต้องได้ศึกษาว่ากล้วยไม้ที่ปลูกนั้นๆ มีการเจริญเติบโตอย่างไร งอกงามไปตามทิศทางใดเพื่อจะได้ปฏิบัติให้ถูกต้องตามธรรมชาติของกล้วยไม้ชนิดนั้นๆ

จากการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตอันก่อให้เกิดรูปทรงของกล้วยไม้ทั้งหมด ทำให้เราสามารถแบ่งกล้วยไม้ออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1. Monopodial Growth

กล้วยไม้ที่อยู่ในประเภทนี้ เป็นกล้วยไม้ที่มีการเจริญเติบโตตั้งตรงขึ้นเรื่อย ๆ ไปทางเดียวโดยไม่มีขีดจำกัด หรือหยุดยั้ง ทั้งนี้เนื่องจากมีใบใหม่งอกขึ้นทางส่วนยอดอยู่ตลอดไป ซึ่งเป็นผลของการสร้างใบโดยอาศัยตาที่มีหน้าที่ผลิตใบใหม่เรียกว่า Terminal leaf bud และในขณะเดียวกันลำต้นก็จะเจริญตามขึ้นไปเป็นสัดส่วนกับจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น รากจะเจริญออกทางด้านข้างของลำต้นส่วนที่มีอายุแก่พอสมควร ยิ่งส่วนของลำต้นที่อยู่ด้านล่างจะมีอายุแก่กว่า ส่วนรากที่เจริญอยู่ส่วนติดกับลำต้นจะมีอายุแก่กว่าและแตกสาขาเป็นระบบรากที่อ่อน กล้วยไม้ประเภทนี้อาจแตกแขนงหรือหน่อจากด้านข้างของลำต้นได้ในกรณีที่ต้นมีความแข็งแรงสมบูรณ์ มีอายุมากมีน้ำเลี้ยงเหลือเฟือ หรือในกรณีที่ไม่สามารถเห็นลำต้นได้ชัดเจนนั้นเนื่องจากข้อปล้องในส่วนของลำต้นที่สั้นจะมีใบถี่ซ้อนสลับกันแน่น โคนใบจะหุ้มห่อลำต้นไว้อย่างมิดชิด แต่ถ้าลอกใบออกดูจะเห็นว่ากาบใบนั้นหุ้มอยู่โดยรอบลำต้นส่วนล่างของกาบใบติดอยู่กับข้อของลำต้น และส่วนเหนือของข้อลำต้นนี้เองปรากฏมีตาแขนง (Foliage bud) และตาดอก (Flower bud) ฉะนั้นส่วนข้างของลำต้นจึงมีโอกาสที่จะแตกแขนงหรือออกดอกก็ได้แล้วแต่โอกาส กล้วยไม้ประเภทที่มีการเจริญเติบโตแบบ Monodial นี้มีอยู่หลายสกุลที่มีชื่อเสียงในทางการค้า เช่น สกุลแวนด้า (*Vanda*) เอื้องแมงมุม (*Arachnis*) ฟาแลนนอปซิส (*Phalaenopsis*) และหวายแดง (*Renanthera*) เป็นต้น กล้วยไม้ประเภท Monopodial นี้มีลำต้นที่ถือว่าเป็นลำต้นแท้จริงคือเจริญเติบโตตรงขึ้นและมีข้อปล้อง มีตาแขนง และมีตาดอก ส่วนใบก็มีกาบใบซึ่งถือว่าเป็นก้านใบหากแต่หุ้มลำต้นอยู่ ใบมักหนาหรือยาว ลำต้นใหญ่แข็งแรงเพราะต้องทำหน้าที่เก็บอาหารด้วย บางอย่างที่มีใบหนา เช่น สกุลช้าง ใบจะช่วยเก็บอาหารได้มาก

2. Sympodial Growth

กล้วยไม้ที่อยู่ประเภทนี้ เป็นกล้วยไม้ที่มีการเจริญเติบโตคืบคลานไปตามเครื่องปลูก ฉะนั้นในการปลูกจึงจำเป็นเอาด้านหลังชิดขอบหนึ่งของภาชนะไว้ กล้วยไม้ประเภทนี้มีลำลูกกล้วย

Copyright by Mahidol University

(pseudobulb) เป็นเครื่องเก็บสะสมอาหารไว้ใช้ในการเจริญเติบโตของลำใหม่ ฉะนั้นทุกๆลำที่ยังสดอยู่ก็จำเป็นจะต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ผลของการเจริญแบบนี้ทำให้เกิดเป็นกอใหญ่ขึ้น การเจริญเติบโตของแต่ละลำมีขีดจำกัด เมื่อถึงขีดนั้นแล้วจะไม่มีการเจริญเติบโตในส่วนของลำนั้นอีกต่อไป หากแต่ตาซึ่งอยู่ที่โคนของลำจะเจริญงอกออกเพื่อสร้างลำใหม่ต่อไป กล้วยไม้ที่มีการเจริญแบบนี้ไม่มีลำต้นที่แท้จริง แต่มีส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่คล้ายลำต้น (rhizome) คือ มีข้อปล้องสามารถแตกลำใหม่ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะงอกชิดไปกับเครื่องปลูก และมีรากยึดแน่นทำให้ต้นไม้ทรงตัวอยู่ได้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า กล้วยไม้ประเภทนี้มีลำลูกกล้วยไว้สำหรับเก็บสะสมอาหาร จึงเป็นที่น่าสังเกตได้ว่ากล้วยไม้ประเภทนี้พักตัวได้นานและมีความทนทานในการส่งไประยะทางไกลๆได้ แม้ว่าใบจะหลุดร่วงก็ไม่ตายเพราะลำลูกกล้วยซึ่งเปรียบเสมือนคลังอาหารอยู่แล้ว โดย rhizome จะเจริญต่อจากตาแขนงหรือตาหน่อซึ่งอยู่ที่โคนลำ ซึ่งเป็นส่วนที่ติดกับเครื่องปลูก ใกล้ คลังน้ำ คลังอาหารมากที่สุด

2.1.2.2 การจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยลักษณะของราก (6)

การจำแนกกล้วยไม้โดยพิจารณาลักษณะของรากเป็นเกณฑ์นี้ก็นับว่าเป็นประโยชน์สำคัญอีกทางหนึ่งในการเลี้ยงกล้วยไม้ เพราะผู้เลี้ยงจะได้ใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้เป็นเครื่องพิจารณาตัดสินเลือกเครื่องใช้เครื่องปลูก (medium) และภาชนะปลูกที่มีลักษณะและคุณสมบัติอันเหมาะสมกับลักษณะของราก นอกจากนั้นยังสามารถจัดสรรสภาพของเครื่องปลูก และวิธีการปลูกให้ถูกต้องตามความต้องการของรากด้วย ซึ่งถ้าเราจะพิจารณากันอย่างง่ายๆแล้ว ก็จะสรุปความจริงได้ว่า ภาชนะปลูกก็ดี เครื่องปลูกก็ดี มีไว้สำหรับให้รากอยู่ รากก็จะเจริญแข็งแรงและสมบูรณ์เมื่อรากซึ่งเป็นทางหาอาหารมีความแข็งแรงสมบูรณ์ กล้วยไม้ก็จะได้รับอาหารเต็มที่และเจริญงอกงามสมบูรณ์ด้วย ฉะนั้นก่อนที่จะจัดเครื่องปลูกและภาชนะได้ถูกต้องจึงจำเป็นต้องศึกษาระบบรากของกล้วยไม้เสียก่อน

เมื่อพิจารณาลักษณะของรากกล้วยไม้ทั้งหมดแล้วเราสามารถจำแนกกล้วยไม้ออกได้เป็น 4 จำพวกด้วยกันคือ

1. กล้วยไม้ดิน (Terrestrial)

เป็นกล้วยไม้ที่มีรากฝอย (fibrous root) คล้ายรากต้นไม้ธรรมดาที่ปลูกในดิน นอกจากนั้นการดูดน้ำดูดอาหารของกล้วยไม้จำพวกนี้มีลักษณะคล้ายต้นไม้ดิน คือ เซลล์ผิว (epidermis) ของรากอ่อนมีลักษณะเป็นขนอ่อนๆเรียกว่า root hair ทำหน้าที่ดูดน้ำดูดอาหาร แต่สิ่งเหล่านี้ไม่แข็งแรงทนทานเท่าของต้นไม้ดินฉะนั้นเครื่องปลูกกล้วยไม้จำพวกนี้จึงควรใช้อินทรีย์วัตถุเช่นใบไม้ผุ ขี้วัว

Copyright by Mahidol University

เก่า ๆ หมักจนกลายเป็นดินร่วน กล้วยไม้ที่มีระบบรากดังกล่าวแล้วเรียกว่าเป็นกล้วยไม้ดินแท้ แต่ก็มีไม่มากชนิดนัก ในบรรดาที่ใช้เป็นการค้าก็มีกล้วยไม้ในสกุล *Calanthe* บางชนิดเช่น *Calanthe triplicata* ส่วนกล้วยไม้ที่เราเรียกกันติดปากว่ากล้วยไม้ดินเช่น รองเท้านารี (*Paphiopedilum*) หรือ กล้วยไม้ดิน (*Spathoglottis*) นั้น หากพิจารณาให้ถูกต้องตามหลักวิชาแล้ว ความจริงไม่ใช่กล้วยไม้ดินที่แท้จริง แต่เป็นชนิดกล้วยไม้กึ่งดินเท่านั้น ถึงแม้จะมีหนังสือตำราต่างประเทศบางเล่มที่จำแนกกล้วยไม้อย่างหยาบ ๆ ซึ่งจัดแบ่งกล้วยไม้เป็นออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มกล้วยไม้ดิน และกล้วยไม้อากาศ เท่านั้น หรือถือตามความนิยมของบุคคลทั่วไปเป็นเกณฑ์ ยังจัดกล้วยไม้ทั้งสองสกุลที่กล่าวถึง ไว้ในกลุ่มกล้วยไม้ดินก็ตามที

2. กล้วยไม้กึ่งดิน (Semi- Terrestrial)

เป็นกล้วยไม้กึ่งดิน มีระบบรากหยาบกว่ากล้วยไม้จำพวกแรก แต่ก็ยังแตกแขนงย่อยได้มาก และแผ่กระจายหนาแน่น รากขนเกือบไม่มี หากแต่มีเซลล์ผิวหนาขึ้นเล็กน้อยเพื่อใช้เก็บน้ำได้บ้าง กล้วยไม้จำพวกนี้ต้องการเครื่องปลูกที่โปร่งแบะร่วนกว่าดินธรรมดามาก จึงควรผสมอิฐผุและถ่านเล็กๆลงในอินทรีย์วัตถุผุๆ หรือขี้วัวเก่าๆบ้าง ตัวอย่างกล้วยไม้ Semi-terrestrial ได้แก่สกุล *Paphiopedilum* และ *Spathoglottis*

3. กล้วยไม้กึ่งอากาศ (Semi-epiphytic)

เป็นกล้วยไม้กึ่งอากาศ มีระบบรากเป็นรากอากาศแต่การเจริญของรากยังไม่ใช่รากอากาศกล่าวคือ รากแขนง หยาบและใหญ่ขึ้น เซลล์ผิว (epidermal cell) หนาขึ้น มีลักษณะคล้ายฟองน้ำเก็บและดูดน้ำได้มาก ไม่มีรากขน ซึ่งเป็นลักษณะของรากอากาศ แต่รากเจริญงอกงามอยู่ภายในเครื่องปลูก ไม่ใคร่โผล่ยื่นออกสู่อากาศนักเครื่องปลูกจึงควรใช้วัตถุหยาบ ส่วนล่างโปร่งแต่มืดทึบ เช่นอิฐถ่าน ชนิดก้อนใหญ่ ส่วนบนคลุมด้วยวัตถุเก็บความชื้นเช่นออสมันด้า เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องปลูกโปร่งกว่าสองประเภทแรก รากจะได้มีโอกาสรับอากาศได้มากขึ้น แต่ก็ใช้ภาชนะทึบเช่นกระถางดินเผา เพื่อป้องกันแสงสว่าง อันเป็นอุปนิสัยของรากต้นไม้ธรรมดาทั่วๆไปที่ชอบชอนไชลงหาที่มืด กล้วยไม้สกุลที่ใช้เป็นการค้าหลายสกุลจัดอยู่ในจำพวก Semi-epiphytic เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) เป็นต้น

4. กล้วยไม้อากาศ (Epiphytic)

เป็นกล้วยไม้อากาศโดยแท้ คือมีระบบรากเป็นรากอากาศโดยสมบูรณ์ มีรากใหญ่ เซลล์ผิวหนามีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีแกนกลางเล็ก เซลล์ผิวทำหน้าที่ดูดและเก็บน้ำได้มาก รากส่วนใหญ่แล้วจะเจริญออกไปนอกกระถางและยังสามารถเจริญแผ่กิ่งก้านสาขาออกไปได้อีก จะสังเกตเห็นสีเขียวปรากฏที่ปลายรากได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงว่ามีคลอโรฟิลสามารถสังเคราะห์แสงได้ ต่างจาก

Copyright by Mahidol University

รากต้นไม้ธรรมดา ตัวอย่างที่ดีของกล้วยไม้จำพวกนี้ได้แก่กล้วยไม้สกุลช้าง (*Rhynchostylis*) สกุลแวนด้า (*Vanda*) เป็นต้น

2.1.2.3 การจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยอุณหภูมิที่ต้นไม้ต้องการ (6)

การจำแนกกล้วยไม้ตามอุณหภูมิที่กล้วยไม้ต้องการนั้นก็เพื่อประโยชน์ในการที่ผู้เลี้ยงกล้วยไม้จะได้หากล้วยไม้ที่ต้องการอุณหภูมิเหมาะสมกับดินฟ้าอากาศประจำท้องถิ่นซึ่งจะนำกล้วยไม้นั้นมาเลี้ยง หรือถ้าหากจะบังคับอุณหภูมิได้บ้างโดยการออกแบบโรงเรือนสำหรับเลี้ยงกล้วยไม้เพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนนั้น ๆ พอเหมาะแก่ความต้องการของกล้วยไม้ ก็จะสามารถทำการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ชนิดนั้น ๆ ได้

เมื่อพิจารณาดูอุณหภูมิที่กล้วยไม้สกุลต่าง ๆ ต้องการแล้ว สามารถจัดแบ่งกล้วยไม้ออกเป็น 4 จำพวกด้วยกัน คือ

1. เขตร้อน (Tropical)

เป็นกล้วยไม้ประเภทร้อน ซึ่งหมายความว่ามีอุณหภูมิอุ่นและฝนตกชุกหรือชุ่มชื้น ในเวลากลางวันอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 26.0 องศาเซลเซียส และในเวลากลางคืนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 24.5 องศาเซลเซียส กล้วยไม้ที่ชอบอุณหภูมิเช่นนี้โดยมากเป็นกล้วยไม้ที่มีกำเนิดทางแถบทวีปเอเชียตอนใต้ เช่น ไทย อินโดจีน พม่า มลายู อิเดีย รวมทั้งชวา ฟิลิปปินส์ และบางส่วนของทวีปออสเตรเลีย ฮาวาย อันเป็นโซนที่มีแสงแดดมาก มีบางชนิดสามารถอยู่กลางแดดได้และเจริญงอกงามดี ตัวอย่างเช่น กล้วยไม้ในสกุล *Vanda Arachnis Renanthera Dendrobium* เป็นต้น ซึ่งมีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ชอบอากาศเย็นกว่าปกติ

2. เขตกึ่งอบอุ่น (Sub-tropical)

เป็นกล้วยไม้ที่ชอบอุณหภูมิต่ำกว่าพวกแรกเล็กน้อยรวมทั้งแสงแดดที่มีปริมาณน้อยกว่าด้วย ขอบเขตของอุณหภูมิสำหรับกล้วยไม้จำพวกนี้คือ ในเวลากลางวันอยู่ระหว่าง 24.5 – 26.0 องศาเซลเซียส และในเวลากลางคืนอยู่ระหว่าง 22.5 – 24.5 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าเหมาะสำหรับกล้วยไม้สกุล *Cattleya* และลูกผสมระหว่างสกุลที่ใกล้เคียง ถ้าเป็นโรงเลี้ยงกล้วยไม้ที่มีอุณหภูมิอยู่ในระดับนี้ บางทีก็นิยมเรียกว่า Cattleya house

Copyright by Mahidol University

3. เขตอบอุ่น (Intermediate)

กล้วยไม้ที่จัดอยู่จำพวกนี้เป็นกล้วยไม้ที่จัดอยู่ในระดับอุณหภูมิค่อนข้างเย็น คือมีอุณหภูมิในเวลากลางวันอยู่ในระหว่าง 22.0 - 22.5 องศาเซลเซียส และ 21.0 – 22.0 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน ตัวอย่างได้แก่ กล้วยไม้สกุล *Oncidium* บางชนิด *Miltonia* และ *Odontoglossum* เป็นต้น

4. เขตหนาว (Cool)

เป็นกล้วยไม้ที่ชอบอากาศเย็นหรืออุณหภูมิเย็นจัดคือมีระยะ 21.0 – 22.0 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวันและ 19.0 – 21.0 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน ตัวอย่างของกล้วยไม้จำพวกนี้ก็มีกล้วยไม้ในสกุล *Cymbidium* ซึ่งนิยมปลูกกันเป็นสินค้าอย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกา และประเทศอื่น ๆ ในภาคพื้นยุโรปซึ่งอยู่ในเขตที่นิยมเล่นกล้วยไม้ แต่สำหรับในประเทศไทย ปกติแล้วไม่มีอากาศเย็นเพียงพอแก่การเจริญงอกงามของกล้วยไม้สกุลนี้

2.1.2.4 การจำแนกกล้วยไม้ทางพฤกษศาสตร์ (5)

การจำแนกกล้วยไม้ตามหลักพฤกษศาสตร์นั้น ช่วยให้ผู้ศึกษาในเรื่องกล้วยไม้ได้มีความรู้ความเข้าใจถึงรูปร่าง ลักษณะ ส่วนประกอบ ของกล้วยไม้ในแต่ละชนิด ซึ่งได้จัดไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งต้องอาศัยหลักอนุกรมวิธาน หรือ รูปวิธาน (Taxonomy) ซึ่งเป็นหลักสากลสำหรับทำการจำแนกสิ่งมีชีวิตและอาจมีส่วนย่อยที่แตกต่างกันในกรณีที่ลักษณะของสิ่งที่นำมาจำแนกมีความแตกต่างกันมากดังเช่นกล้วยไม้ทำให้ต้องมีการจำแนกส่วนย่อยลงไปอีก

โดยทั่วไปการจำแนกระบบนี้จะแบ่งชนิดของสิ่งมีชีวิตเป็นลำดับตามหมวดหมู่ดังนี้

- Kingdom
  - Phylum
    - Class
      - Order
        - Family
          - Genus
            - Species

กล้วยไม้เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน คือ Orchidaceae ซึ่งพืชในวงศ์นี้จะมีแต่กล้วยไม้อย่างเดียวไม่มีพืชชนิดอื่นเข้ามาปะปน ลักษณะสำคัญของวงศ์นี้คือ จะมีลักษณะดอก แบ่งออกเป็น 2 ซีก คือ มีกลีบดอก 6 กลีบ แบ่งเป็น กลีบดอกชั้นนอก 3 กลีบ กลีบดอกชั้นใน 3 กลีบ ชั้น

Copyright by Mahidol University

ใน 3 กลีบนั้นจะมีอยู่ 1 กลีบที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปที่เราเรียกว่า ปาก แต่การจัดเรียงลำดับของกล้วยไม้ในระบบของ Dressler มีการจัดลำดับหลังจากวงศ์ดังนี้ (7)

- Family
  - Subfamily
    - Tribe
      - Subtribe
        - Genus
          - Section
            - Species

2.1.2.5 ลักษณะของแบบพิเคราะห์พรรณไม้ (5)

แบบพิเคราะห์พรรณไม้มีลักษณะทั่วไป ดังต่อไปนี้

1. เป็นแบบพิเคราะห์ชนิดทวิบท (dichotomous key)

2. นำเอาลักษณะของโครงสร้างประเภทเดียวกันของพรรณไม้ ซึ่งมีความเด่นแตกต่าง (หรือตรงกันข้าม) กันอย่างชัดเจนมาเปรียบเทียบเข้าคู่กันไว้ คู่เปรียบเทียบแต่ละคู่นั้นเรียกว่า คู่ต่าง หรือ couplet และคำที่อยู่นำหน้าข้อความแสดงลักษณะแต่ละภาคของคู่ต่าง เรียกว่า ความนำ (lead)

3. ความนำของคู่ต่างแต่ละคู่ จะต้องเหมือนกันและจะต้องต่างไปจากความนำของคู่ต่างคู่อื่นๆ

4. การแจ้งค่าเพื่อแสดงจำนวน ปริมาณ และขนาด ควรให้มีขอบเขตที่วินิจฉัยได้ง่าย ไม่แจ้งค่าที่จำกัดเฉพาะหรือกว้างเกินไปหรือแจ้งจำนวนที่คร่อมเกยกัน จนยากแก่การวินิจฉัย เช่น คู่ต่างภาคหนึ่งระบุว่า ใบกว้าง ก้านดอกยาว 4-6 เซนติเมตร อีกภาคหนึ่งระบุว่า ใบแคบ ก้านดอกยาว 6-10 เซนติเมตร ทำให้วินิจฉัยไม่เป็นที่ยุติว่าขนาดไหนจึงจะเรียกว่ากว้างหรือแคบ เอาอะไรเป็นเกณฑ์ และถ้าก้านดอกยาว 6 เซนติเมตรจะจัดไว้อย่างไร

5. ลักษณะที่จัดนำมาเปรียบเทียบ ควรเป็นลักษณะที่มองเห็นหรือสังเกตได้ไม่ชัดนักกล่าวคือควรเป็นลักษณะทางสัณฐานวิทยา

6. ควรหลีกเลี่ยงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค พันธุศาสตร์ เซลล์วิทยา หรือการทดลองใดๆที่ใช้เวลานานและใช้เครื่องมือที่ยุ่งยาก เพราะไม่สะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนาม

7. สำหรับพรรณไม้ที่มีเพศแยกกัน (ดอกและ/หรือต้น) แบบพิเคราะห์นั้นควรแยกกล่าวเฉพาะแต่ละเพศ เพื่อให้สะดวกในการวินิจฉัย

Copyright by Mahidol University

2.1.2.6 ประเภทของแบบพิเคราะห์พรรณไม้และวิธีใช้

แบบพิเคราะห์พรรณไม้ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีรูปแบบแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบอนุเฉทลาดเฉียง (Indented key หรือ Yoked Key) แบบพิเคราะห์ประเภทนี้ นิยมใช้ในวงการพฤกษศาสตร์ มีลักษณะของรูปแบบที่สังเกตได้คือ ความนำของคู่ต่างลำดับต้นๆจะแยกห่างจากกัน ส่วนความนำของคู่ต่างลำดับต่อๆมา จะวางลาดเฉียงเยื้องของแต่ละคู่ต่างจะต้องตรงกัน (14) ดังตัวอย่างที่จะนำมาประกอบต่อไปนี้

ให้ Xi เป็นค่าของเลข โดยที่ Xi ที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันอยู่ในระดับการจำแนกเดียวกัน

X1 Detail.....

X2 Detail.....

X3 Detail..... Name1

X3 Detail..... Name 2

X2 Detail..... Name 3

X1 Detail.....

X4 Detail..... Name 4

X4 Detail..... Name 5

2. แบบอนุเฉทคู่ขนาน (Bracket key หรือ Paralleled key) แบบพิเคราะห์ประเภทนี้นิยมใช้ในวงการสัตววิทยา มีรูปแบบที่สังเกตได้คือ การนำของแต่ละคู่ต่างจะวางเคียงคู่ขนานตรงแนวกันและมีตำแหน่งเยื้องกับตำแหน่งของความนำของคู่ต่างคู่อื่นที่อยู่ถัดไป แบบพิเคราะห์ประเภทนี้มีส่วนดีที่นำลักษณะที่แตกต่างของโครงสร้างเดียวกัน มาวางเทียบกันทำให้ง่ายแต่การอ่าน แต่มีส่วนเสียที่มิได้แสดงความสัมพันธ์ของโครงสร้างไว้ตามลำดับ (5) ดังตัวอย่างที่จะนำมาประกอบต่อไปนี้

X1 Detail..... X2

X1 Detail..... X4

X2 Detail..... X3

X2 Detail..... Name 1

X3 Detail..... Name 2

X3 Detail..... Name 3

X4 Detail..... Name 4

X4 Detail..... Name 5

Copyright by Mahidol University

วิธีใช้แบบพิเคราะห์พรรณไม้ทั้งสองประเภทนี้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือนำเอาข้อมูลจากตัวอย่างพรรณไม้ที่ต้องการวิเคราะห์วินิจฉัยมาสอบเทียบแล้วข้อมูลไม่ตรงกันแสดงว่า พืชตัวอย่างนั้นไม่มีรูปพรรณตามคุณสมบัติที่ปรากฏในภาคแรกนี้ ให้ข้ามลักษณะปลีกย่อยถัดมานั้นไปสอบเทียบกับข้อมูลที่แสดงไว้ในภาคหลังของคู่ต่างคู่แรก ซึ่งเมื่อถึงตอนนี้ข้อมูลควรจะตรงกัน หากไม่ตรงกันอีกให้ตรวจว่าผิดพลาดที่ใด แล้วตรวจสอบลักษณะอื่น ๆ ไล่ลงมาตรงลำดับ ในที่สุดข้อมูลเหล่านั้นจะนำไปสู่หมวดหมู่ที่ถูกต้องของพืชตัวอย่างนั้นได้

2.1.3 การตั้งชื่อและการเรียกชื่อพืชทางพฤกษศาสตร์ (Nomenclature) (8)

ต้นไม้ชนิดหนึ่งนั้นสามารถขึ้นอยู่ได้โดยอาศัยสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งต้นไม้ชนิดหนึ่งสามารถเจริญเติบโตกระจัดกระจายตามพื้นที่ต่างๆทั่วโลก ทำให้การตั้งชื่อของพรรณไม้ชนิดเดียวกันนั้นมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ หรือด้วยเหตุผลอื่นๆทำให้พืชชนิดหนึ่งมีหลายชื่อซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนได้ เช่น ชื่อทางการค้า ชื่อประจำท้องถิ่น ชื่อตามสมัยนิยม เป็นต้น ทำให้อาจเกิดความสับสนได้ ดังนั้นการเรียกชื่อต้นไม้จึงต้องมีการจัดระบบการเรียกชื่อให้เป็นเกณฑ์มาตรฐานเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน โดยชื่อของพืชที่ใช้อ้างอิงอย่างเป็นทางการปัจจุบันมี 2 ชนิดคือ

2.1.3.1 ชื่อสามัญ (Common name)

เป็นชื่อที่เรียกขานกันทั่วไปโดยกำหนดตามลักษณะของต้นไม้นั้นๆตามที่มองเห็น เรียกตามถิ่นกำเนิดที่ค้นพบ เรียกตามประโยชน์ที่ได้รับจากต้น หรือ เรียกตามชื่อผู้ค้นพบพืชนั้นๆเป็นคนแรกก็ได้ พืชชนิดเดียวกันอาจมีชื่อสามัญแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น

2.1.3.2 ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)

เป็นชื่อเรียกสากลที่มีกฎเกณฑ์เฉพาะ ตั้งขึ้นโดย Carolus Linnaeus (ค.ศ. 1753) นักชีววิทยาชาวสวีเดน บิดาแห่งอนุกรมวิธาน กำหนดให้สิ่งมีชีวิตมีชื่อประกอบด้วยคำ 2 คำ คำแรกเป็นชื่อสกุล หรือจีนัส (Generic name or genus) คำหลังเป็นคำระบุชนิด (Specific epithet) นำคำทั้งสองมาเขียนเรียงกัน เรียกระบบการตั้งชื่อแบบนี้ว่า การตั้งชื่อคู่ (Biomial nomenclature) ชื่อวิทยาศาสตร์เป็นชื่ออ้างอิงที่ใช้กันเป็นสากลมากกว่าชื่อสามัญ เนื่องจากดังที่กล่าวมาข้างต้นว่าชื่อสามัญของพืชหนึ่งๆอาจจะมีชื่อเรียกหลายชื่อต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น ดังนั้นพืชสองชนิดอาจจะมีชื่อสามัญชื่อเดียวกันก็ได้ ทำให้เกิดความเข้าใจสับสนได้ง่าย แต่ชื่อวิทยาศาสตร์นั้นจะเป็นชื่อเฉพาะของต้นไม้แต่ละต้นและเป็นชื่อที่ถูกต้องเพียงชื่อเดียวเท่านั้น

Copyright by Mahidol University

2.1.3.3 หลักเกณฑ์การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ (8)

เนื่องจากโลกเรามีพรรณไม้หลากหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดอาจมีการแพร่กระจายตัวตามพื้นที่ต่างๆของโลก ซึ่งแต่ละชาติแต่ละภาษาก็จะมีการเรียกชื่อพืชที่แตกต่างกันออกไปทำให้เกิดปัญหาในการเรียกชื่อพืชชนิดเดียวกันในแต่ละท้องถิ่นทำให้ นักพฤกษศาสตร์จำเป็นต้องเสนอให้ตั้งชื่อพรรณไม้ต่างๆที่รู้จักให้เป็นสากลและเป็นที่ยอมรับในวงการพฤกษศาสตร์เพื่อป้องกันการสับสนในการเรียกชื่อ การตั้งชื่อนั้นอาจมีจุดประสงค์อื่นด้วย เช่น การบ่งบอกถึงถิ่นกำเนิด หรือประวัติของพืชนั้นเป็นต้น ซึ่งมีหลักทั่วไปดังนี้

1. ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องแยกจากกันอย่างเด่นชัด เป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน

2. ชื่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละหมวดหมู่จะต้องมีชื่อที่ถูกต้องเพียงชื่อเดียวเท่านั้น ส่วนชื่ออื่นๆจัดว่าเป็นชื่อพ้อง (Synonym)

3. ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเป็นภาษาละตินไม่ว่าจะมีรากศัพท์มาจากภาษาใดๆก็ตาม เหตุที่ใช้ภาษาละตินเป็นหลัก เนื่องจากภาษาละตินถือว่าเป็นภาษาที่ตายแล้ว กล่าวคือจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอีกในภายหลัง

4. การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ถือตามระบบการตั้งชื่อคู่ คือประกอบด้วยคำ 2 คำเสมอ คำแรกเป็นชื่อสกุล อักษรตัวแรกของสกุล ให้ใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ ส่วนคำหลังเป็นคำระบุชนิด ควรเป็นคำเดียวหรือคำผสมเพื่อระบุให้ชัดเจนลงไป และขึ้นต้นด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก

5. การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ต้องให้มีลักษณะแตกต่างจากอักษรอื่น โดยอาจเขียนเป็นตัวเอน หรือขีดเส้นใต้ชื่อทั้งสอง โดยเส้นที่ขีดนั้นต้องไม่ติดกัน

6. ผู้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ให้เขียนไว้ข้างหลังโดยนำด้วยอักษรตัวใหญ่ ไม่ต้องเขียนไว้ข้างหลังโดยนำด้วยอักษรตัวใหญ่ ไม่ต้องเขียนด้วยตัวเอนหรือขีดเส้นใต้ โดยปกติอาจจะเขียนเป็นชื่อเต็มหรือชื่อย่อก็ได้ เช่น Linn. เป็นชื่อย่อของ Linnaeus เป็นต้น ซึ่งในบางครั้งชื่อผู้ตั้งอาจจะมีมากกว่า 1 ชื่อก็ได้ เช่น

- *Phalaenopsis sumatrana* Korth. & Rehb. หมายความว่า ชื่อวิทยาศาสตร์นี้ร่วมกันตั้งโดย Korth และ Reichenbach

- *Vanda coerulea* Griff. ex Lindl. หมายความว่า ชื่อวิทยาศาสตร์นี้ตั้งขึ้นโดย Griff. โดยมี Lindl. เป็นคนอธิบายลักษณะเพิ่มเติมในภายหลัง

Copyright by Mahidol University

- *Popillonanthe biswasiana* (Ghose & Mukerjee) Garay หมายความว่า ชื่อวิทยาศาสตร์นี้ตั้งโดย Garay ส่วน Ghose และ Mukerjee นั้นเป็นผู้ค้นพบพืชชนิดนี้ แต่ใช้ชื่อวิทยาศาสตร์อีกชื่อหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นชื่อพ้อง ชื่อที่ถูกต้องคือชื่อที่ตั้งขึ้นครั้งแรกเพียงชื่อเดียวเท่านั้น

7. ชื่อของชนิดนั้นโดยปกตินิยมตั้งตามลักษณะ 4 ประการอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

- ถิ่นกำเนิด (origin) เช่น *Sarcoglyphis thailandica* Seid. คำว่า *thailandia* หมายถึงประเทศไทย

- ถิ่นที่อยู่ (habitat) เช่น *Orontium aquaticum* Linn. คำว่า *aquaticum* หมายถึงอยู่ในน้ำ

- ลักษณะเฉพาะตัว เช่น *Vanda Coerulea* Wendl. คำว่า *Coerulea* หมายถึง ลักษณะดอกมีสีน้ำเงินอมฟ้า

- ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่คนหรือสถานที่ เช่น *Seidenfadenia mitrata* คำว่า Seidenfadenia ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแด่ Dr. Gunnar Seidenfaden นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ที่ทำการศึกษากล้วยไม้ในประเทศไทย และประเทศอื่นๆในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

โดยปกติแล้วพืชที่อยู่ในชนิดเดียวกันนั้นอาจจะมีลักษณะปลีกย่อยที่แตกต่างกันออกไปเช่น มีสีต่างออกไป รูปร่างลักษณะของดอกเปลี่ยนไป ลักษณะของการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นต้น ซึ่งพืชเหล่านั้นสามารถเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติและดำรงเผ่าพันธุ์สืบต่อไป นักพฤกษศาสตร์ก็จะตั้งชื่อพืชนั้นๆเป็นพิเศษต่อไป โดยจะเพิ่มชื่อต่อท้ายที่เรียกว่าพันธุ์ (variety) แต่คำว่าพันธุ์ในความหมายของทางพืชสวนนั้นจะหมายถึงพรรณไม้ที่เกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ของมนุษย์และนำมาปลูกเลี้ยง (cultivated plant or cultivated variety) เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า cultivar ใช้อักษรย่อ CV. หรือใช้สัญลักษณ์ '....' ซึ่งอาจเกิดจาก

- สายต้น (clone) เป็นพืชที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (vegetative) แล้วมีลักษณะทางพันธุเหมือนกัน โดยไม่จำเป็นต้องมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ก็ได้ แต่ทั้งนี้ cultivar ก็ไม่จำเป็นต้องเป็น clone เสมอไปก็ได้
- สายพันธุ์ (line) ได้จากการผสมพันธุ์พืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งซึ่งมีลักษณะเหมือนขยายพันธุ์โดยเมล็ดหรือสปอร์ แล้วยังคงลักษณะเดิมอยู่โดยการคัดเลือกจนได้พันธุ์ที่ดีใช้เป็นมาตรฐานได้
- ส่วนของพืชที่มีกรรมพันธุ์ผิดแปลกไปโดยมีลักษณะหนึ่งหรือหลายลักษณะต่างจาก cultivars

Copyright by Mahidol University

- F1 hybrid คือพันธุ์พืชซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ 2 หรือมากกว่า 2 สายพันธุ์ขึ้นไป ที่อาจเป็นสายพันธุ์ (line) หรือเป็นสายต้น (clone) ในกรณีที่พืชต้นนั้นๆเกิดจากการกลายพันธุ์หรือมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากต้นเดิมเล็กๆน้อยๆ เช่น สีของผลหรือกลีบดอกเปลี่ยนไปเราจะจัดให้พืชต้นนี้อยู่ในชั้น forma หรือ form เขียนอักษรย่อว่า f. อย่างไรก็ตาม ชั้นในการจำแนกที่เล็กที่สุดคือ clone หรือ individual เป็นพรรณไม้ที่มีลักษณะเฉพาะอย่าง ไม่สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก เช่น ถ้าเราขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศจากต้นที่กลายลักษณะ (เช่น form) ต้นที่ได้ใหม่จะเป็น clone หรือ individual

2.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์เฉพาะทาง ที่จำลองความสามารถของผู้เชี่ยวชาญตลอดจนวิธีแก้ไขปัญหาที่ความยุ่งยากซับซ้อนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือทำเสมือนกับเป็นที่ปรึกษาแก่ผู้ใช้

ปัญหาที่ระบบผู้เชี่ยวชาญช่วยแก้ไขส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่ยุ่งยากและไม่ค่อยมีโครงสร้าง (semi-structured) ซึ่งปัญหาประเภทนี้คำตอบจะมีโอกาสเป็นได้หลายอย่าง ขึ้นกับสภาพของปัญหาและข้อมูลที่เข้ามาในขณะนั้น ปัญหาประเภทนี้อาจจะอุปมาได้เหมือนกับการเล่น หมากรุก การเดินหมากครั้งต่อไปนั้นส่วนมากเดินได้หลายวิธีด้วยกันแต่ตัวหมากที่จะเดินดีที่สุดตัดสินจากสภาพของกระดานหมากในขณะนั้นและหมากที่คิดว่าคู่ต่อสู้จะเดินในครั้งต่อไป ในการแก้ปัญหาประเภทนี้ส่วนใหญ่ไม่สามารถจะกำหนดขั้นตอนในการแก้อย่างชัดเจนไว้ล่วงหน้าได้ แต่จะต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์และสภาพของปัญหาในขณะนั้นรวมกันในการแก้ไข ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาแบบที่มีมาซึ่งเป็นแบบเขียนโปรแกรมเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาหรืออัลกอริธึม (algorithm) จึงไม่สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาประเภทนี้ได้ ระบบผู้เชี่ยวชาญมีโครงสร้างและเทคนิคที่ใช้ในการสร้างหรือพัฒนาต่างจากของโปรแกรมที่มีมาและเป้าหมายในการประยุกต์ใช้ก็แตกต่างกัน การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ประสบความสำเร็จเท่าที่มีมาได้แก่ การวินิจฉัยโรค การสำรวจทรัพยากรธรณี การวิเคราะห์โครงสร้างอินทรีย์ และการแนะนำระบบคอมพิวเตอร์

ระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ โปรแกรมที่มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาเฉพาะทาง และระบบผู้เชี่ยวชาญแต่ละอย่างก็มีความสามารถในการทำงานในลักษณะแตกต่างกันออกไปทำให้ความ

Copyright by Mahidol University

หมายของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีผู้ให้ความคิดเห็นหรือให้ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญแตกต่างกันออกไปดังนี้

ระบบผู้เชี่ยวชาญ ตามความหมายของ Parsaye และ Chignell (9) หมายถึง ระบบงานคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้คำปรึกษาแก่มนุษย์ ซึ่งจะทำงานเปรียบเสมือนผู้เชี่ยวชาญ มีส่วนประกอบสำคัญของระบบคือ ส่วนที่คิดแก้ปัญหา และส่วนเก็บความรู้

Feigenbaum แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ซึ่งเป็นนักค้นคว้าชั้นแนวหน้าในสาขาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ได้ให้คำจำกัดความของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ไว้ว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญคือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความฉลาดด้วยการใช้ความรู้และขบวนการอนุมาน (inference procedure) ในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากขนาดที่ต้องใช้ประสบการณ์ความชำนาญการของมนุษย์จึงจะแก้ได้ (10)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ ตามความหมายของ Hayes-Roth Waterman และ Lenet (1983) หมายถึง ระบบที่สามารถแก้ปัญหาที่ยากได้ ซึ่งปกติจะต้องแก้โดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ระบบผู้เชี่ยวชาญเน้นการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างและอยู่ในขอบเขตที่จำกัด โดยระบบจะอาศัยความรู้ที่มีอยู่ภายในตัวเองทำการอนุมานร่วมกับความจริงที่ได้จากผู้ใช้ และให้คำตัดสินหรือคำวินิจฉัยออกมา (9)

ศ. ดร. เอื้อน ปิ่นเงิน กล่าวว่า ความแตกต่างของโปรแกรมทั่วไปกับโปรแกรม Expert System คือ Expert System เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานของมนุษย์ โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นผู้ช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าใช้มนุษย์ในการแก้ปัญหา มนุษย์ผู้นั้นจะต้องมีความรู้เฉพาะเรื่อง ซึ่งก่อนหน้านี้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเพียงแค่กระบวนการจัดการข้อมูลในโปรแกรมทั่วไป แต่การตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับผู้ใช้ในการหาข้อสรุปเอง ส่วน Expert System จะสรุปข้อมูล และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาให้กับผู้ใช้ได้ทันที (10)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ ตามความหมายของ วิลาศ วูวงศ์ และ บุญเจริญ ศิริเนาวกุล (2535) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เก็บทั้งความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่จะแก้และขบวนการอนุมานเพื่อนำไปสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้น ความรู้ที่เก็บมีทั้งความรู้ที่เป็นความจริงที่อาจจะถูกบันทึกไว้ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการ และความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่ไม่อยู่ในรูปของตำราแต่ต้องดึงออกมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญที่มีประสบการณ์นั้น (10)

Copyright by Mahidol University

จะเห็นได้ว่ามีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีความหมายที่หลากหลายความคิดเห็น แต่เมื่อนำความหมายต่างๆมาสรุปได้ดังนี้ คือ ระบบที่นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะด้าน โดยใช้ความรู้และขบวนการอนุมานในการแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและมีโครงสร้างที่ไม่แน่นอน มีการหาคำตอบได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาและข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งไม่สามารถที่จะกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาไว้ล่วงหน้าได้ ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ความชำนาญของมนุษย์ และสภาพปัญหาในขณะนั้นรวมกัน จึงจะแก้ได้

2.2.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 5 ส่วน แต่ส่วนที่เป็นหัวใจที่จะขาดเสียไม่ได้คือ ฐานความรู้และเครื่องอนุมาน (inference engine) โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ (10)

2.2.1.1 ฐานความรู้ (Knowledge base)

ส่วนนี้เปรียบเสมือนกับข้อมูลในซอฟต์แวร์ธรรมดาหรือฐานข้อมูล (database) เป็นส่วนที่ใช้เก็บความรู้ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นความรู้ที่ได้จากตำราหรือความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ ปัญหาหลักของฐานความรู้คือ การเลือกวิธีการแสดงความรู้หรือโครงสร้างสำหรับเก็บความรู้ที่เหมาะสม ปัญหานี้เปรียบได้กับการเลือกโครงสร้างข้อมูลหรือโครงสร้างฐานข้อมูลที่เหมาะสมในระบบซอฟต์แวร์ธรรมดา

2.2.1.2 เครื่องอนุมาน (inference engine)

ส่วนนี้เปรียบได้กับอัลกอริซึม เป็นส่วนที่ควบคุมการใช้ความรู้ในฐานความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพโดยเครื่องอนุมานนั้น มีวิธีในการอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอนในการหาคำตอบอยู่ 2 แบบ คือ การอนุมานไปข้างหน้า (forward chaining inference) และการอนุมานย้อนกลับ (backward chaining inference) เพื่อหาคำตอบ (11) โดยจะแสดงอยู่ในรูปแบบของการแสดงความรู้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา บางระบบผู้เชี่ยวชาญบางระบบจะใช้วิธีอนุมานทั้งสองวิธีรวมกัน

1. การอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอน
   - การอนุมานไปข้างหน้า (forward chaining inference)

การอนุมานจากจุดเริ่มต้นไปยังคำตอบที่ต้องการ โดยหาทางที่เหมาะสม จนพบคำตอบ ซึ่งการอนุมานแบบนี้มักจะมีจุดเริ่มต้นน้อยแต่มีคำตอบหลายคำตอบ การอนุมานแบบนี้มักจะมีเป้าหมายที่ซับซ้อนหรือมีหลายเป้าหมายที่อาจเป็นคำตอบ

Copyright by Mahidol University

- การอนุมานย้อนกลับ (backward chaining inference)

การอนุมานจากคำตอบที่คาดว่าถูกต้องไปหาจุดเริ่มต้นของคำตอบ โดยการอนุมานแบบนี้มักใช้ในกรณีที่มีจุดเริ่มต้นหลายจุด แต่มีเป้าหมายน้อยบางระบบอาจจะใช้การอนุมานทั้ง 2 แบบรวมกันก็ได้ การอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอนไม่ว่าจะเป็นการอนุมานไปข้างหน้าหรือการอนุมานย้อนกลับนั้นต้องอาศัยวิธีการในการแสดงความรู้ โดยการแสดงความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นอาจจะใช้ทฤษฎีที่ต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา โดยปัญหาที่นำมาแก้นั้นมีรูปแบบของปัญหาแตกต่างกันออกไป ดังนั้นส่วนที่ใช้ในการแสดงความรู้นั้นต้องดูว่ามีรูปแบบเหมาะสมกับปัญหาที่นำมาแก้หรือไม่ หรือดูว่าปัญหาที่แก้นั้นเหมาะกับรูปแบบการแสดงความรู้แบบใดซึ่งการแสดงความรู้แต่ละแบบนั้นมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันออกไป ซึ่งผู้สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญต้องเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา ในส่วนการแสดงความรู้นั้นมีหลายรูปแบบดังนี้

2. การแสดงความรู้

- การแสดงความรู้ในรูปของกฎ (rule base) หรือกฎการผลิต (production rules)หรือระบบฐานแห่งกฎ (Rules-based system)

กฎการผลิตเป็นกฎแบบมีเงื่อนไข IF-THEN และ IF-THEN-ELSE ที่จำลองสภาพของปัญหาหรือ สถานการณ์ของปัญหาที่กำหนดขึ้นประโยค IF อธิบาย วัตถุ (object) สภาพและตำแหน่ง ถ้า ประโยค IF เป็นจริงประโยค THEN ของกฎการผลิตจะทำงาน ถ้ากฎการผลิตมีประโยค ELSE ประกอบด้วย เมื่อประโยค IF ผิดประโยค ELSE ของกฎการผลิตจะทำงาน ประโยค IF เรียกว่า ข้อตั้ง (Premise) ส่วนประโยค THEN และ ประโยค ELSE เรียกว่า การกระทำ (action) กฎการผลิตมีรูปแบบดังนี้

IF [premises] THEN [action] ELSE [actions]

กฎจะทำงาน เมื่อเงื่อนไขทั้งหมดในข้อตั้งกฎนั้นเป็นไปตามสภาพปัจจุบัน กฎโปรดักชัน (Production system) ถูกเรียกว่า ไฟรด์ (fired) หรือกระทำการเมื่อมีการกระทำเกิดขึ้น กฎโปรดักชันโดยทั่วไปจะแทนความรู้ด้วยโครงสร้างของ วัตถุ-ลักษณะประจำ-ค่า (Object-Attribute-Value) หรือ โอเอวี (O-A-V)

- ข้อดีของระบบฐานแห่งกฎ (Rule base systems)

  การใช้ส่วนเฉพาะ (Modular) คือกฎการผลิตแต่ละกฎจะสามารถเพิ่ม ลบ หรือเปลี่ยนแปลงได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อความสัมพันธ์กับกฎข้ออื่น เพราะแต่ละ

Copyright by Mahidol University

กฎมีความสมบูรณ์ในตัวเอง และตัวแปรที่ใช้ในกฎหนึ่งมีขอบเขตแค่ภายในกฎนั้นเท่านั้น

1. เป็นเอกรูป (Uniform) คือการแทนความรู้เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทำให้เข้าใจได้ง่าย และรูปแบบ IF-THEN เป็นรูปแบบที่มนุษย์มีความคุ้นเคยอยู่แล้ว
2. เป็นธรรมชาติ (Natural) คือ กฎการผลิตที่สร้างขึ้น จะมีโครงสร้าง แบบเดียวกับความคิดของมนุษย์ ในการแก้ปัญหา

- ข้อเสียของระบบฐานแห่งกฎ

ยากต่อการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และผลกระทบซึ่งกันและกันของความรู้ที่สัมพันธ์กัน การมีส่วนจำเพาะสูงทำให้บันทึกโครงสร้างของความรู้ได้ยาก

- การแสดงความรู้ในรูปตรรกวิทยา หรือ แคลคูลัสภาคแสดง (Predicate calculus)

แคลคูลัสภาคแสดงมีพื้นฐานอยู่บนความจริง (truth) และกฎของการอนุมาน (rule of inference) ทางตรรกะที่ใช้สัญญาลักษณ์แสดงแคลคูลัสภาคแสดงเป็นส่วนขยายของตรรกศาสตร์ประพจน์ (propositional logic) ไม่เพียงแต่ข้อสรุปว่าเป็นความจริง (truth) หรือเป็นความเท็จ (false) เท่านั้น แต่ยังเป็นประโยคแทนลักษณะเฉพาะของวัตถุอีกด้วยตรรกวิทยาเป็นศาสตร์ที่เก่าแก่มีมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ ส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่นักปรัชญาศึกษาค้นคว้า ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ตรรกวิทยาเป็นศาสตร์เกี่ยวกับการคิดอย่างสมเหตุสมผล ที่มีรากฐานสมบูรณ์และถูกต้องอย่างเคร่งครัด มีคำศัพท์และมีภาษาเฉพาะ

แคลคูลัสภาคแสดงจะเกี่ยวข้องกับ ตัวแปร (variable) ภาคแสดง (predicate) การเชื่อมต่อประโยค (sentential connectives) ตัวบ่งคุณลักษณะ (qualifier) และฟังก์ชั่น (function) ตัวแปรจะแทนวัตถุ สิ่งของ และประโยคคำถาม ภาคแสดงจะอธิบายความเกี่ยวพันธ์กันของตัวแปรที่พิจารณานำมาสร้างเป็นประโยค การเชื่อมต่อประโยคจะถูกนำมาใช้กับประโยคที่มีความสลับซับซ้อน ได้แก่ และ หรือ ไม่ ส่อให้เห็น (implies) และสมมูล (equivalent) ตัวบ่งคุณลักษณะจะกระทำกับตัวแปรในทุกวัตถุ ฟังก์ชันจะคล้ายกับภาคแสดง แต่จะคืนวัตถุที่เกี่ยวข้องให้

- ข้อดีของแคลคูลัสภาคแสดง

1. มีรากฐานทางทฤษฎีที่ดีถูกต้องและเคร่งครัด เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการจัดความรู้ และการรับเอาความรู้

Copyright by Mahidol University

2. การใช้ส่วนเฉพาะ (modular) ประโยคสามารถ เพิ่ม ลบ หรือดัดแปลงได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อประโยคอื่นเช่นเดียวกับกฎการผลิต

- ข้อเสียของแคลคูลัสภาคแสดง
  1. เพิ่มจำนวนความจริง (fact) ในฐานความรู้เพิ่มมากขึ้น จำนวนวิธีการเกี่ยวพันธ์กันของความจริงยิ่งเพิ่มขึ้นเป็นเลขชี้กำลัง (exponential)
  2. แม้ว่าการแทนความรู้แบบแคลคูลัสภาคแสดงจะง่ายก็ตาม แต่ในการหาวิธีการแก้ไขปัญหา อาจจะไม่ชัดเจน หรือหาคำตอบไม่ได้

- การแสดงความรู้โดยใช้ข่ายความหมาย หรือ ข่ายงานความหมาย (Sematic networks)

ข่ายงานความหมายเป็นโครงสร้างการแทนความรู้ที่ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการแทนความรู้แบบอื่นๆ ข่ายงานความหมายเองไม่ได้ถูกนำมาใช้แทนความรู้โดยตรงเนื่องจากการขาดกฎโครงสร้างที่เป็นลักษณะเฉพาะ

ข่ายงานความหมายคือการรวบรวมวัตถุ (object) ที่เป็นโหนด (node) ที่มีความเกี่ยวพันธ์กันโดยความสัมพันธ์ บัพจะเป็นแนวคิด (concept) และสภาพการณ์ของวัตถุมักแทนด้วยวงกลม จุด หรือกล่อง ส่วนความสัมพันธ์ ระหว่างโหนด จะแทนด้วยเส้นตรงหรือเส้นโค้งต่อเชื่อมระหว่างโหนด

- ข้อดีของข่ายงานความหมาย

  สามารถที่จะเพิ่ม หรือแก้ไข หรือลบ ทั้งบัพและเส้นเชื่อม ตำแหน่งไหน ก็ทำได้ง่าย สามารถถ่ายทอดทายาทความสัมพันธ์ (inheritance) จากโหนดหนึ่งไปยังโหนดอื่น ได้ทั้งแบบลำดับชั้น (hierarchy) และอธิบายความรู้เป็นคุณสมบัติ (property)

- ข้อเสียของข่ายงานความหมาย
  1. ไม่มีโครงสร้างการแทนความรู้ ที่เป็นทางการ (formal) ไม่มีกฎมาตรฐานที่จะกำหนดลักษณะเฉพาะของบัพและความสัมพันธ์ ทำให้การแทนความรู้ของข่ายงานความหมายมีหลายรู้แบบ

Copyright by Mahidol University

2. ข่ายงานความหมายที่ใช้ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชายคือ วัตถุ-ลักษณะประจำ-ค่า (object-attribute-value) วัตถุจะเป็นเอนทิตี (entity) ของแนวคิดแทนด้วยโหนด ลักษณะประจำ (attribute) เป็นคุณสมบัติทั่วไปของวัตถุแทนด้วยเส้นตรง ส่วนค่าจะเป็นค่าข้อมูลเฉพาะ

- การแสดงความรู้โดยใช้กรอบ (Frame base)

กรอบมีส่วนประกอบที่รวบรวมช่อง (slots) ที่เก็บลักษณะประจำ (attribute) ที่อธิบายวัตถุ ชั้นของวัตถุ (class of objects) สภาพการณ์ การกระทำ และเหตุการณ์ต่างๆไว้ กรอบจะเก็บลักษณะที่สำคัญ เพื่อแทนโครงสร้างความสัมพันธ์ที่เป็นประโยชน์โดยการจับ (capture) ซึ่งเป็นวิธีเดี่ยวกันกับการได้ข้อมูลมาของฐานความรู้ในระบบผู้เชี่ยวชาญนั่นเอง

กรอบแตกต่างจากข่ายงานความหมายตรง ค่า (value) เป็นกลุ่มค่าที่รวมกันเป็นหน่วยเดียวเรียกว่า กรอบ แต่จะสามารถอธิบายสถานการณ์ หรือวัตถุที่มีความสลับซับซ้อน หรือเป็นชุดของเหตุการณ์ทั้งหมดในหน่วยเดียวได้

กรอบหนึ่งกรอบจะประกอบด้วยความรู้หลายๆส่วน แต่ละส่วนคือช่อง ช่องแต่ละช่องจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันเอง เช่นเป็นประโยคที่ประกาศไว้ (declarative statement) สำหรับการนำข้อมูลลักษณะประจำเข้ามาสู่กรอบ อาจเป็นค่าที่ได้กำหนดไว้แน่นอน (default values) ก็ได้ อีกลักษณะหนึ่งจะเป็น ประโยคกระบวนงาน (procedure statement) ที่เป็นชุดของคำสั่งซึ่งเมื่อถูกประมวลผล (execute) แล้วจะได้ผลเป็นความรู้สำหรับใส่ในช่องของกรอบ

- ข้อดีของการแทนความรู้ด้วยกรอบ

1. จะได้ฐานความรู้ที่รวบรัดและรัดกุม ทำให้ประหยัดเวลาในการค้นหาสารสนเทศเฉพาะที่ต้องการได้
2. การแทนความรู้ด้วยกรอบ มีความเหมาะสม ที่จะใช้ในกรณีต่อไปนี้คือ โดเมนของความรู้จะไม่เป็นอิสระแต่เกี่ยวข้องกัน เช่นโดเมนสามารถแทนกลุ่มของกระบวนการที่ การนำเข้ากระบวนการหนึ่ง ขึ้นอยู่กับผลที่ได้จากกระบวนการอื่นๆ

3. แบบผสม

เป็นการแสดงความรู้โดยมีรูปแบบการผสมของการแสดงความรู้โดยขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหาโดยขึ้นกับผู้พัฒนาระบบ

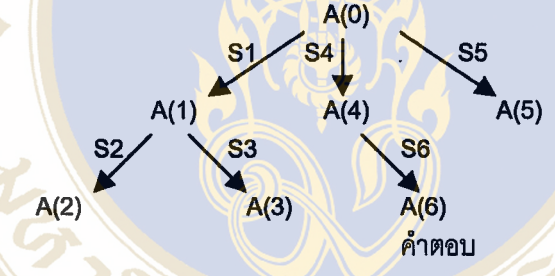
Copyright by Mahidol University

2.2.1.3 ส่วนดึงความรู้ (knowledge acquisition subsystem)

เป็นส่วนของระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นเทคนิคและการนำเอาความรู้ที่อยู่ในคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวคือเป็นปัญหาที่ค่อนข้างแน่นอน หรือไม่มีอัตราเสี่ยงหรืออัตราความไม่แน่นอน เพื่อทำให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพและเสียเวลาน้อยที่สุดในการค้นหา ช่วยในการดึงเอาความรู้จากตำราหรือฐานข้อมูลและจากผู้เชี่ยวชาญ การดึงเอาความรู้จากตำราหรือฐานข้อมูลนั้นทำได้ไม่ยาก ถ้าหากเราสามารถจัดความรู้จากแหล่งดังกล่าวให้เป็นระบบ และเข้ากันได้กับโครงสร้างของฐานความรู้ เราก็จะสามารถบรรจุความรู้เหล่านั้นเข้าไปในฐานข้อมูลได้ แต่ทว่าการดึงเอาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญนั้นทำได้ยาก จำเป็นต้องใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วยหรือไม่ก็ทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองโดยส่วนดึงความรู้แยกการค้นหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ไม่มีข้อมูลอะไรเลยหรือไม่มีสิ่งชี้นำ (Blind search)

การค้นหาที่ไม่มีความรู้ที่จะช่วยแนะนำในการตัดสินใจในการค้นหาเช่น การค้นหาในแนวลึก และการค้นหาในแนวกว้าง โดยการค้นหาประเภทนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ



ภาพที่ 2.1 การค้นหาข้อมูลประเภทไม่มีสิ่งชี้นำ

- การค้นหาแบบลึกก่อน (depth – first search)

เป็นการค้นหาที่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในการค้นหาคำตอบ โดยการค้นหาจะเริ่มจากการค้นหาจากซ้ายสุดไปยังโหนดที่อยู่ระดับลึกสุด แล้วจึงย้อนกลับขึ้นมาหนึ่งระดับเพื่อลองอาร์คทีอยู่ด้านขวามือ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนพบคำตอบ จากภาพที่ 2.1 เช่น จาก A(0) > A(1) > A(2) > A(1) > A(3) > A(1) > A(0) > A(4) > A(6)

- การค้นหาแบบกว้างก่อน (breadth – first search)

เป็นการค้นหาตามแนวกว้างก่อนแล้วค่อยค้นหาแนวลึก โดยเริ่มจากโหนดเริ่มต้นให้สร้างทางเลือกหรืออาร์คทุกทางที่เป็นไปได้ แล้วตรวจสอบว่าใช่ข้อมูลที่ถูกต้องหรือเปล่าถ้าใช่ก็

Copyright by Mahidol University

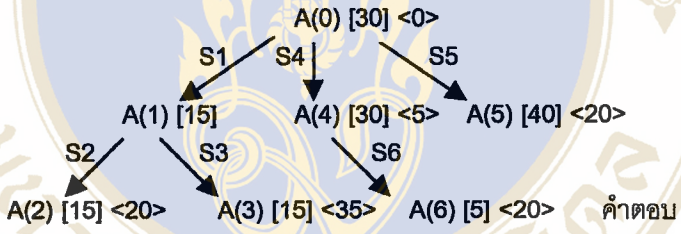
หยุด ถ้าไม่ใช่ก็ทำการค้นหาแนวลึกต่อไป จากภาพที่ 2.1 เช่น จาก A(0) > A(1) > A(4) > A(5) > A(2) > A(3) > A(6)

2. ประเภทที่ใช้ข้อมูลหรือแบบศึกษาสำนึก (Heuristic search)

เป็นข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ในการแก้ปัญหาและถูกสรุปในรูปของกฎ เช่น ใช้กฎที่มีจำนวนเงื่อนไขมากก่อนหรือการคำนวณมาช่วยในการค้นหาเช่น A* และ การค้นหาแบบดีที่สุด และ การค้นหาแบบปีนเขา

- การค้นหาแบบดีที่สุด (best – first search)

การค้นหาแบบนี้จะใช้ข้อมูลในการค้นหาโดยเลือกทางที่เหมาะสม ข้อมูลที่ใช้คือคุณค่าของแต่ละโหนด จากภาพที่ 2.2 เช่น A(0) = (-1), A(1) = (2), A(2) = (4), A(3) = (2), A(4) = (-1), A(5) = (-4), A(6) = (4) ดังนั้นการค้นหาจะเริ่มต้นจาก A(0) > A(1) > A(2) > A(3) > A(4) > A(6)



ภาพที่ 2.2 การค้นหาข้อมูลแบบดีที่สุด

- การค้นหาแบบ A*

มีลักษณะการค้นหาโดยใช้ข้อมูลช่วยประกอบในการเลือกทางครั้งต่อไป กล่าวคือ การค้นหาแบบกว้างก่อนเป็นหลัก โดยนำข้อมูลในการประเมินคุณค่าและค่าต่างๆเข้าด้วยกัน และต้องการประเมินคุณค่าและค่าต่างๆในหน่วยเดียวกัน ในกรณีที่ คุณค่ามีค่ามาก จะดีกว่าน้อย และในส่วนค่าใช้จ่ายที่มีค่าน้อยจะดีกว่าที่มีค่ามาก ดังนั้นการแปลงค่าจะต้องทำในทิศทางกลับกัน เช่น เราอาจจะกำหนดว่าคุณค่า = x ค่าใช้จ่ายมีค่า = 25-5x จากการแปลงนี้เราจะได้ต้นไม้การค้นหาดังรูป โดยวงเล็บใหญ่จะเป็นค่าของคุณค่าที่แปลงแล้ว ส่วนวงเล็บเหลี่ยมเป็นค่าใช้จ่าย ดังนั้นการค้นหาแบบ A* จะค้นหาดังนี้ จากรูปที่ 2.2 คือ A(0) > A(1) > A(4) > A(6)

Copyright by Mahidol University

- การค้นหาแบบปีนเขา (Hill climbing)

เป็นการค้นหาแบบเดียวกับการค้นหาในแนวลึกก่อนแต่การเลือกวิถีไม่เป็นไปตามลำดับแต่ขึ้นกับการประมาณค่า หาโหนดต่อไปที่อยู่ใกล้คำตอบมากที่สุด จะเหมาะสมกับกรณีที่มีวิธีการบอกระยะทางที่ห่างจากเป้าหมาย

2.2.1.4 ส่วนอธิบาย (explanation sub-system)

ส่วนนี้ทำหน้าที่อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการวินิจฉัยต่อผู้ใช้ว่าข้อสรุปหรือคำตอบนั้นได้มาอย่างไร

2.2.1.5 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface)

เป็นส่วนที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบเพื่อทำให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบเป็นไปได้อย่างราบรื่น และช่วยทำให้ผู้ใช้ยอมรับระบบมากขึ้น

ในระบบผู้เชี่ยวชาญบางระบบอาจมีส่วนประกอบไม่ครบทั้ง 5 ส่วนดังกล่าวข้างต้นแต่องค์ประกอบพื้นฐานมีเพียง 3 ส่วนที่สำคัญ คือ knowledge base inference และ user interface องค์ประกอบทั้งสามเป็นพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะไม่สามารถขาดได้

2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญบางระบบอาจจะนำทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอนมาใช้เป็นแบบจำลองหรือเพื่ออธิบายความรู้ที่ไม่แน่นอนได้แก่ ทฤษฎีความน่าจะเป็นของเบย์ (Bayesian probility theory) ทฤษฎีฟังก์ชั่นความเชื่อของเดมพ์สเตอร์และเชเฟอร์ (Dempster-Shafer theory of belief function) วิธีการของระบบผู้เชี่ยวชาญ MYCIN และทฤษฎีฟัซซีของซาเดห์ (Zadeh's fuzzy set theory) ซึ่งการนำทฤษฎีต่างๆมาใช้เกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นจำเป็นต้องศึกษาความเหมาะสมของทฤษฎีกับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นๆ โดยคำนึงถึงข้อดีข้อเสียของแต่ละทฤษฎีด้วย

2.2.2.1 ทฤษฎีความน่าจะเป็นของเบยส์

ทฤษฎีของเบยส์นั้นเป็นแนวความคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์โดยใช้ความเชื่อส่วนตัว โดยความเชื่อในสมมติฐานนั้นอาจจะเปลี่ยนแปลงเมื่อเราได้รับหลักฐานใหม่ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องแยกความแตกต่างระหว่างความน่าจะเป็นของสมมติฐานก่อนและภายหลังได้รับหลักฐาน (10)

Copyright by Mahidol University

2.2.2.2 ทฤษฎีฟังก์ชั่นความเชื่อของเดมพ์สเตอร์และเชเฟอร์

เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการนำหลักฐานที่ใช้ในการหาคำตอบมาแบ่งเป็นเซ็ทย่อยๆ ที่ไม่ได้มีความสัมพันธ์กัน ตั้งแต่ 2 เซ็ท แล้วตัดสินความน่าจะเป็นแก่เซ็ทย่อยเหล่านั้น จากนั้นเราจึงนำเอาเซ็ทย่อยๆมารวมกัน โดยใช้กฎการรวมของเดมพ์สเตอร์

กฎการรวมของเดมพ์สเตอร์ เป็นการรวมฟังก์ชั่นความเชื่อ 2 ฟังก์ชั่น ให้เป็นฟังก์ชั่นความเชื่อใหม่ ที่มีรากฐานจากหลักฐานที่นำมารวมกัน

นอกจากนี้ทฤษฎีของเดมพ์สเตอร์และเชเฟอร์ ยังมีวิธีการลดความเชื่อที่มีต่อหลักฐานที่นำมาใช้ เช่น A เป็นส่วนหนึ่งของ F (A เป็น ซับเซ็ทของ F) เนื่องจากเราได้หลักฐาน b เราต้องกำหนดค่า c สำหรับทุกๆกรณีของ A ที่เป็น เซ็ทย่อยของ F แต่เนื่องจากเราไม่มั่นใจได้ว่าหลักฐาน b ถูกต้อง 100% ดังนั้นเราต้องลดความน่าเชื่อถือของหลักฐานโดยการนำเอาความสงสัยไปเพิ่มลงไปในความไม่รู้ของค่า F (ค่าความไม่น่าเชื่อถือของหลักฐานจะมี $0 \leq X \leq 1$) (10)

2.2.2.3 ทฤษฎีฟัซซีเซ็ทของซาเดห์

ให้ A และ B เป็นฟัซซีซับเซ็ทจักรวาล U ให้ C เป็นฟัซซีซับเซ็ทของเซ็ทจักรวาล V และ x ε U, y ε V โดยการดำเนินการทางทฤษฎีของฟัซซีจะเป็นการดำเนินการเกี่ยวกับการให้ความรู้ทางด้านเซ็ทในการดำเนินการเกี่ยวกับปัญหาเป็นส่วนใหญ่ การดำเนินการพื้นฐานเกี่ยวกับฟัซซีเซ็ท (10)

1. คอมพลีเมนต์ของ A : μ-A(x) = 1 - μ_A(x)
2. ผลผนวก ของ A และ B : $\mu A \cup B(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$
3. ผลตัด ของ A และ B : $\mu A \cap B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$
4. กำลัง ของ A : $\mu A^{\infty}(x) = \mu \tilde{A}(x)$
5. ผลคูณคาร์ทีเซียน ของ A และ C : $\mu A \times C(x,y) = \min(\mu_A(x), \mu_C(y))$
6. ผลคูณเมตริกซ์แมกซ์ – มิน ของ R และ S : $\mu Ros(x,z) = \max_{Y \varepsilon V}$ (min($\mu R(x,y)$, $\mu S(y,z)$)) โดยที่ R และ S เป็นฟัซซีเซ็ทของจักรวาล $U \times V$ และ $V \times W$ และ $x \varepsilon U$, $y \varepsilon V$ และ $z \varepsilon W$

ตลอดจนตัวแปรทางภาษาที่ต้องนำมาพิจารณาอีก เช่น มาก ค่อนข้าง หรือไม่ เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

2.2.3 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System development life cycle)

ระบบผู้เชี่ยวชาญมักจะถูกสร้างขึ้นมาให้มีความเหมาะสมกับงานเฉพาะด้าน ดังนั้นขบวนการในการพัฒนาระบบอาจมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับนักพัฒนาระบบจะนำเอารูปแบบใดมาใช้ให้เหมาะกับระบบที่เราต้องการพัฒนาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระบบที่เราต้องการพัฒนา

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญอาจมีขั้นตอนในการพัฒนาพัฒนาระบบที่แตกต่างกันไปดังตัวอย่างการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไปนี้

2.2.3.1 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Rolston (12)

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Rolston เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีรูปแบบของโมเดลวงจรที่ใช้ในทางการค้า วงจรระบบผู้เชี่ยวชาญมีพื้นฐานจากการพัฒนาโปรแกรมทั่วไป แต่เป็นการพัฒนาระบบเฉพาะด้าน การกำหนดว่าระบบผู้เชี่ยวชาญมีส่วนขอบเขตของปัญหาที่มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ซึ่งยากต่อการเข้าใจ ปกติจะนำมาใช้ในการทำงานเฉพาะด้าน โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบเป็น 6 ระยะดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 เป็นส่วนที่กำหนดขอบเขตของปัญหาที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโดยขั้นนี้จะมีวิธีการจัดการกับรูปแบบของปัญหา โดยทำการสำรวจปัญหาว่ามีรูปแบบใดและจำกัดขอบเขตของปัญหา วิเคราะห์ความต้องการของระบบผู้เชี่ยวชาญ ความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ วิเคราะห์ผลดีผลเสียในการพัฒนาระบบ และความคุ้มค่ากับการพัฒนาระบบ

ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยนำความรู้ที่ได้จากระยะแรกมาวิเคราะห์เพื่อสร้างต้นแบบที่เหมาะสมกับปัญหา การเลือกเครื่องมือ รูปแบบที่จะใช้ในการติดต่อแต่ละส่วน การวางแผนการใช้งาน ทดสอบต้นแบบ ตลอดจนการเลือกกลไกการอนุมาน และวิธีการแสดงความรู้ ซึ่งต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้ จะเป็นโมเดลที่จะนำไปพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่สมบูรณ์ต่อไป

ระยะที่ 3 เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยพัฒนาตามต้นแบบที่กำหนดไว้ในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นขบวนการในการสร้างฟอร์ม ซึ่งการสร้างฟอร์มมีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพราะเป็นส่วนของซอฟท์แวร์ที่ซับซ้อน และมีความสำคัญที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในวิธีการจัดการของระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์ โดยการพัฒนาฟอร์มนั้นมีกระบวนการปฏิบัติงานคือ เลือกและนำส่วนหลักๆจากระยะที่ 2 มาใช้ วางแผนในการสร้างโดยทำการเลือกเครื่องมือมาใช้อย่างเหมาะสม ตัดสินใจว่าจะใช้เครื่องมือใด เตรียมความพร้อมให้ผู้คนเข้าใจในงาน เตรียมความ

Copyright by Mahidol University

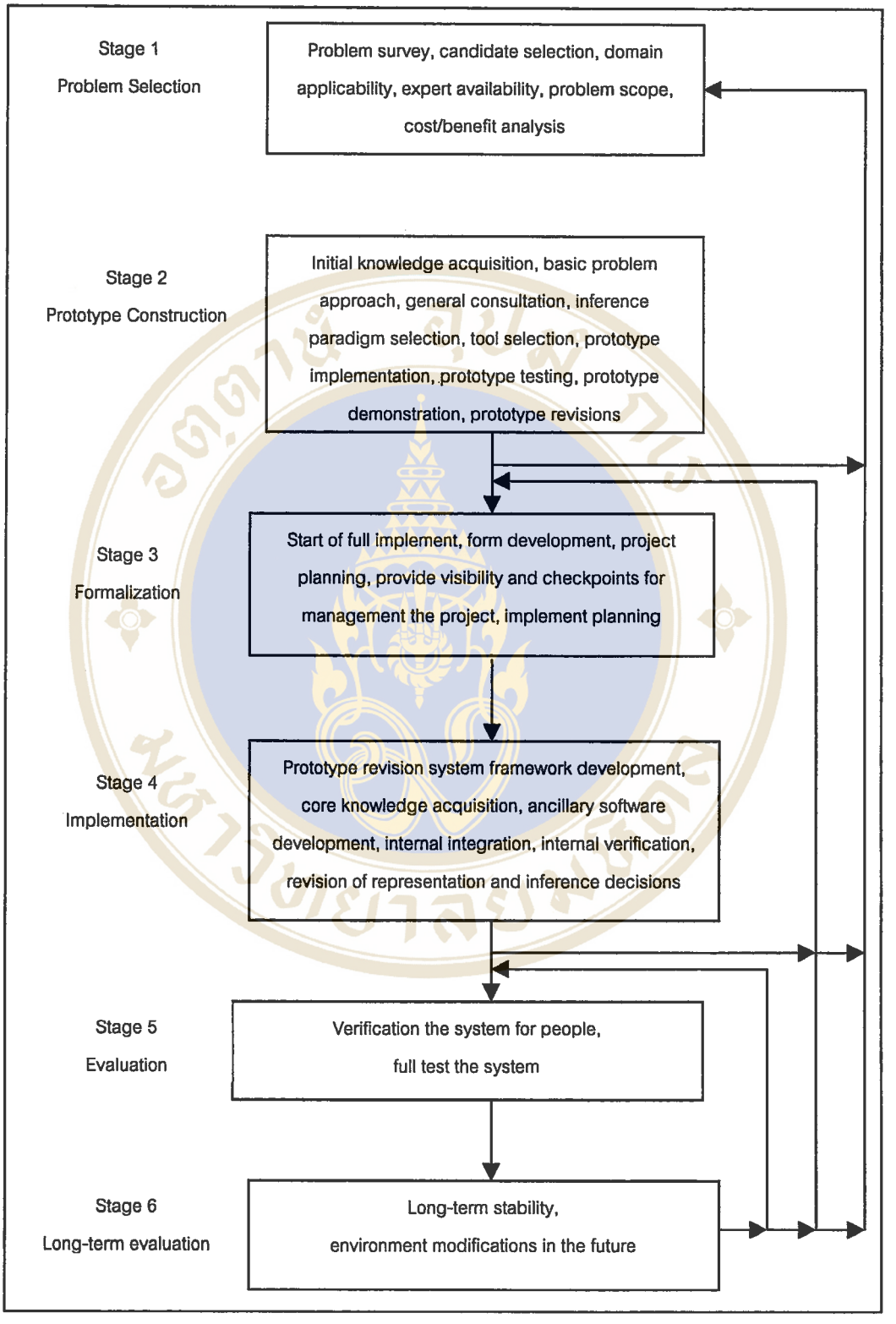
เป็นไปได้ และตรวจสอบการยอมรับของโครงงานและการยอมให้ผู้ใช้ให้มีส่วนร่วมในโครงงาน ให้มีการพัฒนาร่วมกันในการทดสอบ ความเหมาะสม และการสนับสนุนจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ระยะที่ 4 เป็นขั้นตอนการปรับปรุงจากส่วนที่ขาดหายไปในขั้นตอนการสร้างระบบ และทำการพัฒนาระบบให้ดีขึ้น ตรวจสอบ ความรู้ที่มีในระบบว่าครบถ้วนหรือไม่ นำมาปรับปรุงส่วนของซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้น รวมทั้งดูว่าระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ ทดสอบจนเกิดความแน่ใจว่าไม่เกิดข้อผิดพลาดต่างๆที่อาจทำให้ระบบเสียหายได้ในอนาคต

ระยะที่ 5 เป็นขั้นตอนที่พยายามที่จะทำให้บุคคลากรที่เป็นผู้ใช้ระบบยอมรับ และนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการปฏิบัติงาน โดยต้องทำการทดลองและทดสอบว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง และทำให้การปฏิบัติงานได้ดีขึ้น จึงจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานยอมรับได้

ระยะที่ 6 เป็นการติดตามประเมินผลที่เกิดขึ้นในระยะยาว ว่ามีปัญหาในการทำงานในอนาคตหรือไม่ การเพิ่มฐานความรู้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากภายนอกทั้งซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ในอนาคต ระบบจะต้องสามารถใช้งานได้อย่างเป็นปกติ

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 2.3 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Rolston (12)

Copyright by Mahidol University

I135589 (ล.2)

2.2.3.2 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Jamieson และ King(13)

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Jamieson และ King เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่แบ่งขั้นตอนในการพัฒนาระบบเป็น 9 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 จัดตั้งทีมที่พัฒนาระบบให้มีการทำงานในรูปแบบเดียวกันโดยมีการประชุมรวมกันกับผู้ที่เกี่ยวข้อง ทำการคัดเลือกโปรแกรม รูปแบบการพัฒนาเริ่มต้นโดยขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 ศึกษาความเป็นไปได้ในทางเทคนิค และความเป็นไปได้ในการลงทุนว่าคุ้มค่ากับการพัฒนาระบบหรือไม่

ระยะที่ 3 เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการทำงานของทีมที่จะพัฒนา วางแผนการในการพัฒนา นิยามปัญหา เลือกผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่างๆตามความต้องการ เลือกซอฟแวร์และเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นขั้นต้น

ระยะที่ 4 รวมรวมความรู้ที่ได้มาให้ครบถ้วน ตามความต้องการที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ

ระยะที่ 5 วางแผนในการพัฒนาระบบรวมทั้งออกแบบระบบ และปรับรูปแบบให้เหมาะสม

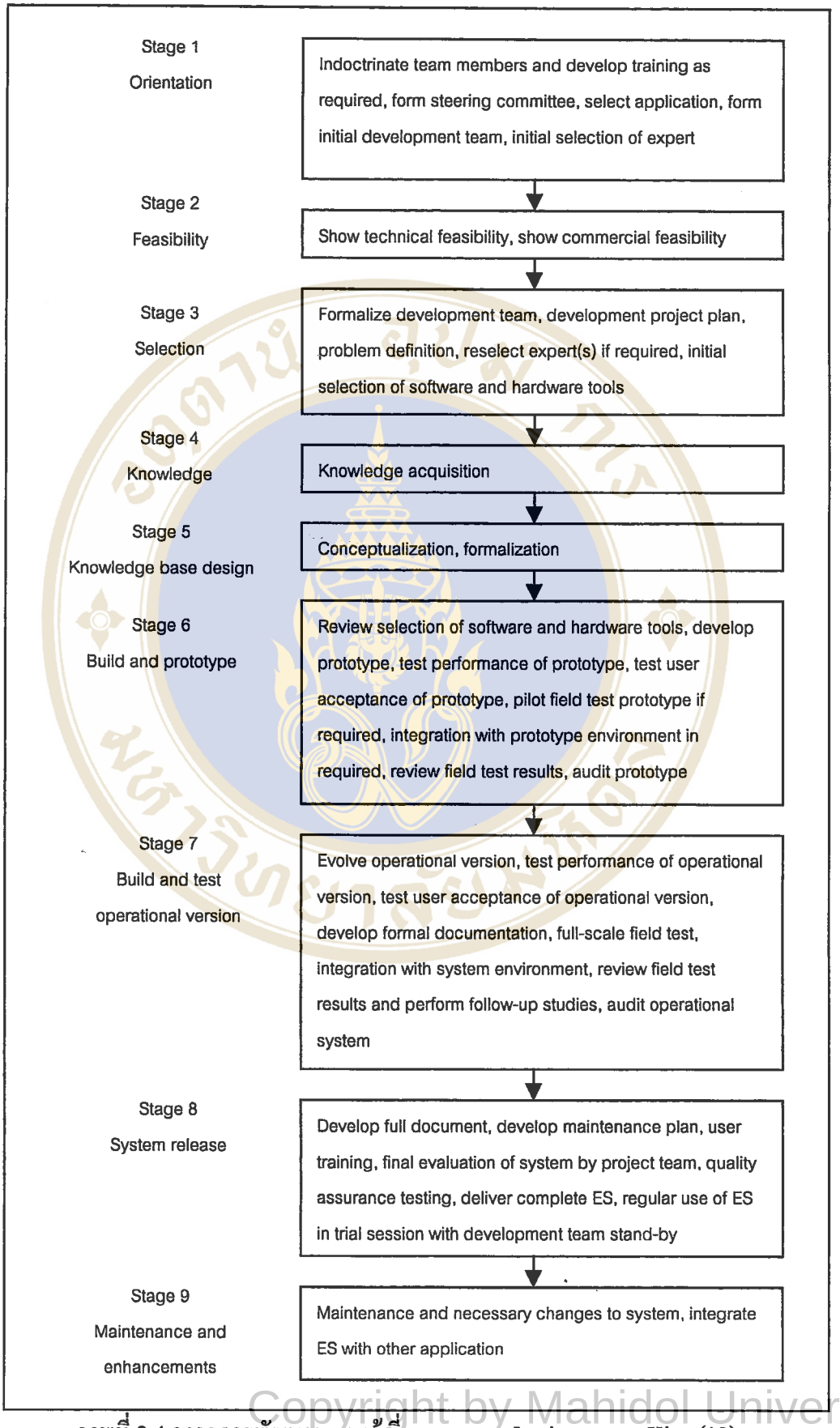
ระยะที่ 6 ทำการคัดเลือกซอฟแวร์และเครื่องมือ พัฒนาต้นแบบให้เหมาะสม ทดสอบการปฏิบัติงานของต้นแบบ กับผู้ใช้ สร้างส่วนเพิ่มเติมที่ได้จากการทดสอบจากต้นแบบจนเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสม ศึกษาสภาวะแวดล้อมว่าต้องการสิ่งใดเพิ่มเติมจากการทดสอบปัจจุบัน หาข้อเสนอแนะจากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ

ระยะที่ 7 ทดสอบการปฏิบัติงาน ทุกส่วนของระบบรวมกับสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อระบบ โดยทดสอบการคำนวณต่างๆ ทดสอบการยอมรับจากผู้ใช้ทั้งจากผลที่เกิดขึ้น และจากความเหมาะสมในการใช้งาน พัฒนาส่วนเพิ่มเติม และนำมาใช้ในการปฏิบัติงานทั้งระบบ หาข้อเสนอแนะจากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ

ระยะที่ 8 พัฒนาเอกสารอ้างอิงแนะนำการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ วางแผนการป้องกันและบำรุงรักษาระบบไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดรวมทั้งฝึกหัดผู้ใช้ให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง ประเมินค่าใช้จ่ายทั้งหมด รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ของระบบอย่างสม่ำเสมอ

ระยะที่ 9 บำรุงรักษาระบบให้สามารถทำงานได้อย่างปกติ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เช่น ฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ของระบบ ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

Copyright by Mahidol University



Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 2.4 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Jamieson และ King (13)

2.2.3.3 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Wolfgram Dear และ Galbraith (14)

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Wolfgram Dear และ Galbraith เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีรูปแบบที่พัฒนามาจากโปรแกรมทั่วไปมีซึ่งมีส่วนประกอบในการพัฒนาระบบแบ่งเป็น 6 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 เป็นขั้นตอนในการแยกแยะปัญหา กำหนดขอบเขต และลักษณะเฉพาะของปัญหา และเป้าหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ จำแนกรายละเอียดของปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ โดยการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในการนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับปัญหามาก เนื่องจากบางปัญหาที่นำมาใช้อาจง่ายเกินไป หรือมีความแตกต่างของปัญหามาก ในขั้นตอนนี้จะต้องทำให้เกิดความชัดเจนของปัญหาที่มีผลต่อระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 เป็นขั้นตอนในการรวมรวมความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาแยกแยะข้อมูลทั้งจากผู้เชี่ยวชาญ และเอกสารต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนเลือกเครื่องมือที่จะนำมาใช้ โดยพิจารณาความเหมาะสมของ ฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ จัดสร้างโปรแกรมต้นแบบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และความเป็นไปได้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ระยะที่ 3 เป็นส่วนรวบรวมความรู้ที่ได้จากการพัฒนาต้นแบบ จัดสร้างโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญให้สมบูรณ์ สามารถจัดการกับปัญหาที่นำมาใช้ได้ โดยสร้างส่วนของฐานความรู้ ส่วนติดต่อผู้ใช้ที่สามารถปรับปรุง แก้ไข เพิ่ม ลบในส่วนของฐานความรู้ได้ และทำการบันทึกความรู้ให้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้งานได้จริง

ระยะที่ 4 เป็นการทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญอาจมีการทดสอบได้หลายแบบ และการตรวจสอบทุกอย่างจากโครงสร้างทางหน้าจอที่แสดงถึงความกระจ่างในการสื่อสาร ทางด้านเทคนิคและโครงสร้างข้อมูลจะเป็นตัวบ่งบอกว่าระบบสามารถทำงานได้หรือไม่ ซึ่งขึ้นกับปัจจัยต่างๆในการพิจารณา

การพิสูจน์ให้เห็นว่าระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำการหาเหตุผล หรือเป้าหมายที่เหมาะสมกับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญต้องสามารถแก้ปัญหาได้ร้อยละ 90 ของปัญหาเป็นอย่างน้อย

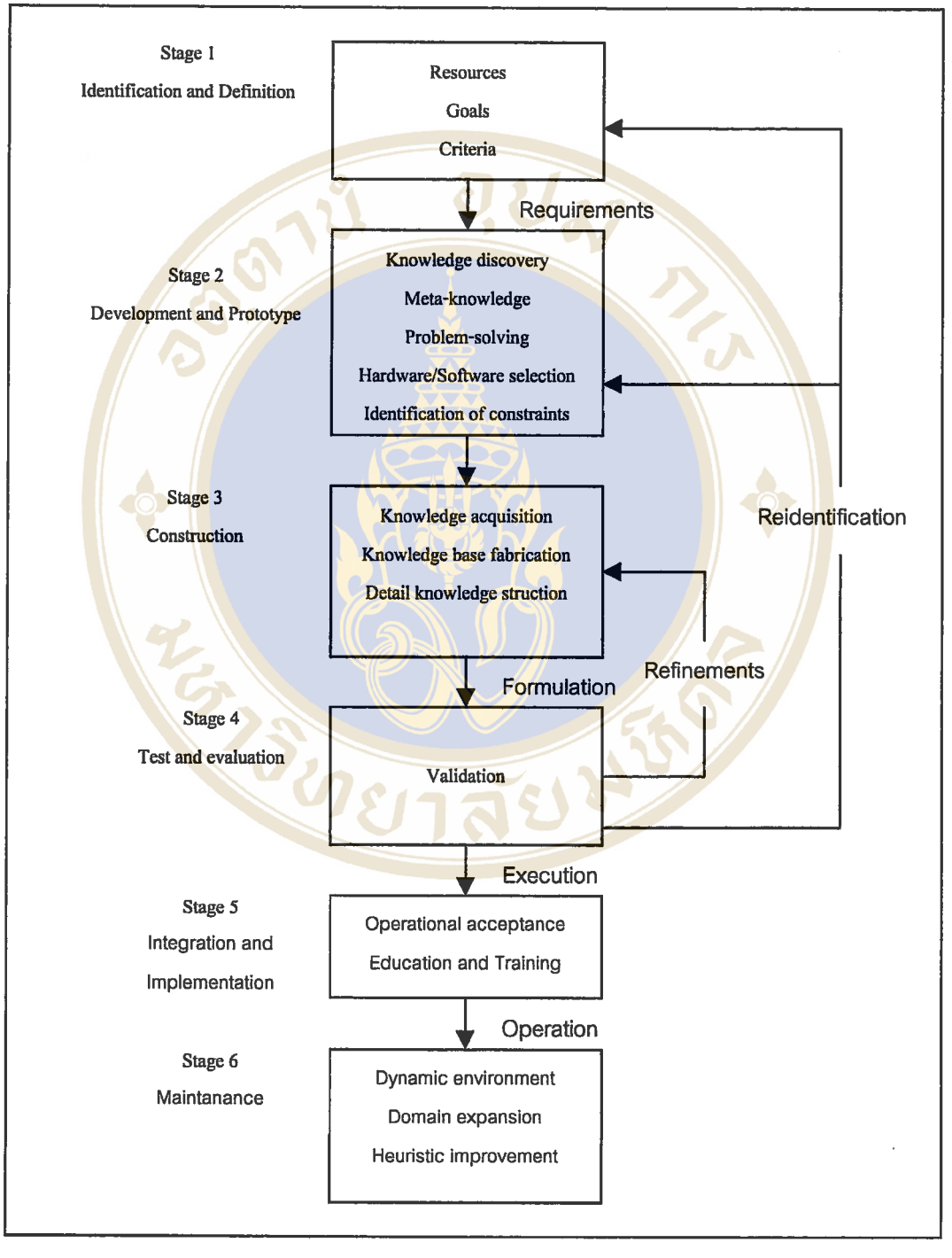
การปรับปรุงนั้นจะทำให้ระบบสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ลำดับการย้อนกลับไป ทำการทดสอบและปรับปรุงระบบซ้ำหลายครั้ง เป็นสิ่งสำคัญทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบในทางที่ดีกับระบบที่ใหญ่ หรือระบบที่มีความซับซ้อน การทดสอบนี้จะทำให้ระบบมีความสมบูรณ์และพร้อมที่จะนำไปใช้ในการทำงานจริง

Copyright by Mahidol University

ระยะที่ 5 เป็นขั้นตอนหลังจากพัฒนาโปรแกรมและอาจไม่เป็นที่น่าสนใจในการพัฒนาระบบ ระบบผู้เชี่ยวชาญจะทำงานวันต่อวันในการทำงานภายในองค์กร นี้เป็นข้อกำหนดในการศึกษา รวบรวม และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อาจเกิดการต่อต้านจากผู้ใช้ซึ่งเป็นการยากที่จะทำให้ระบบเป็นที่ยอมรับจากผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้ระบบส่วนใหญ่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานจากเดิม ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องมีการแนะนำการใช้งาน และประโยชน์ที่จะได้รับ โดยมีการฝึกอบรม และมีการจัดทำเอกสารคู่มือการใช้งาน

ระยะที่ 6 ระบบผู้เชี่ยวชาญจะไม่มีทางประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายได้ถ้าระบบไม่มีการบำรุงรักษา เนื่องจากสภาพแวดล้อมทางด้านข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องมีการทำให้ระบบสามารถใช้งานได้ในอนาคต ตลอดจนเมื่อมีการปรับเปลี่ยนฮาร์ดแวร์หรือซอฟท์แวร์ที่มีผลต่อระบบอาจทำให้ระบบเกิดปัญหาและไม่สามารถปฏิบัติงานได้ซึ่งจำเป็นต้องให้ผู้สร้างระบบสามารถทำการปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นในอนาคตได้

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 2.5 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Wolfgram Dear และ Galbraith (14)

Copyright by Mahidol University

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้นี้ เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกชนิดพันธุ์ของกล้วยไม้ โดยใช้ลักษณะต่างๆของกล้วยไม้ในการจำแนกชนิดพันธุ์ กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดการ เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยระบบคอมพิวเตอร์ในการจัดการข้อมูลและประมวลผลจนสามารถทำการจำแนกสิ่งมีชีวิต รวมทั้งการจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตโดยมีการออกแบบโปรแกรมทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความเหมาะสมกับงานทางด้านอนุกรมวิธาน

ไตรสุดา ไวตรวจโรค ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการจำแนกพันธุ์อ้อย โดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ CVIX-Sugarcane Variety Identification Expert System เป็นระบบต้นแบบ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้ลักษณะทางสัณฐานในการพิจารณา โดยสามารถวินิจฉัยพันธุ์อ้อยที่ปลูกในประเทศไทยได้ 50 พันธุ์ โดยระบบ CVIX ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษาวิชวล เบสิค 4.0 ใช้การแทนค่าความรู้แบบกรอบและตาราง ใช้การค้นหาแบบต้นไม้ในการตัดสินใจ สร้างกลไกการหาเหตุผล โปรแกรมทำงานประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Indentity เป็นส่วนที่ใช้วินิจฉัยพันธุ์ และส่วน AssistKE สำหรับช่วยวิศวกรความรู้เพิ่มเติมความรู้ใหม่ (9)

กิตติชัย ลวันยานนท์ ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญทางพฤกษนุกรมวิธาน โดยระบบนี้ได้นำเทคนิคระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบพฤกษนุกรมวิธาน ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญโดยตรงและความรู้อื่นๆถูกนำมาวิเคราะห์ในการสร้างฐานความรู้ ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้การแทนค่าความรู้แบบกฎและการแทนค่าความรู้แบบกรอบ กลไกอนุมานที่เลือกใช้เป็นแบบอนุมานไปข้างหน้าและการอนุมานย้อนกลับ ระบบเหมาะสมกับนักพฤกษศาสตร์ และผู้ใช้ที่มีความรู้เบื้องต้นทางพรรณสัณฐานของพืช โดยใช้หลักเกณฑ์ทางพฤกษศาสตร์ของ Hsuan Keng เพื่อนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์เป็นสื่อการสอนวิชาเภสัชวินิจฉัย (Pharmacognosy) ในการจำแนกวงศ์พืชมีเมล็ดกลุ่มใบเลี้ยงคู่ การจำแนกหมวดหมู่คล้ายคลึงกับแนวทางการตัดสินใจแบบแผนภูมิต้นไม้ (15)

งานวิจัยทั้ง 2 ชิ้นข้างต้นสามารถทำการจำแนกพรรณไม้ โดยอาศัยลักษณะทางด้านอนุกรมวิธานซึ่งมีรูปแบบในการจำแนกเป็นแนวทางการจำแนกแบบแผนภูมิต้นไม้แบบสองทางเท่านั้น ซึ่งการจำแนกพืชนั้นน่าจะมีการจำแนกนอกเหนือจากแบบแผนภูมิต้นไม้ การนำเอาฐานข้อ

Copyright by Mahidol University

มูลของส่วนประกอบต่างๆเช่น ดอก ช่อดอก ใบ ลำต้น ราก มาช่วยในการจำแนกโดยใช้วิธีการคัดเลือกแต่ละส่วนแล้วนำมาประกอบกันว่าตรงกับพืชชนิดใดและนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลพรรณไม้ทำให้การวินิจฉัยทำได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำเอาระบบสื่อต่างๆมาประกอบการวินิจฉัย เช่น การนำเอาระบบภาพ เสียง ภาพวีดีโอ หรือสื่ออื่นๆมาช่วยประกอบการตัดสินใจ

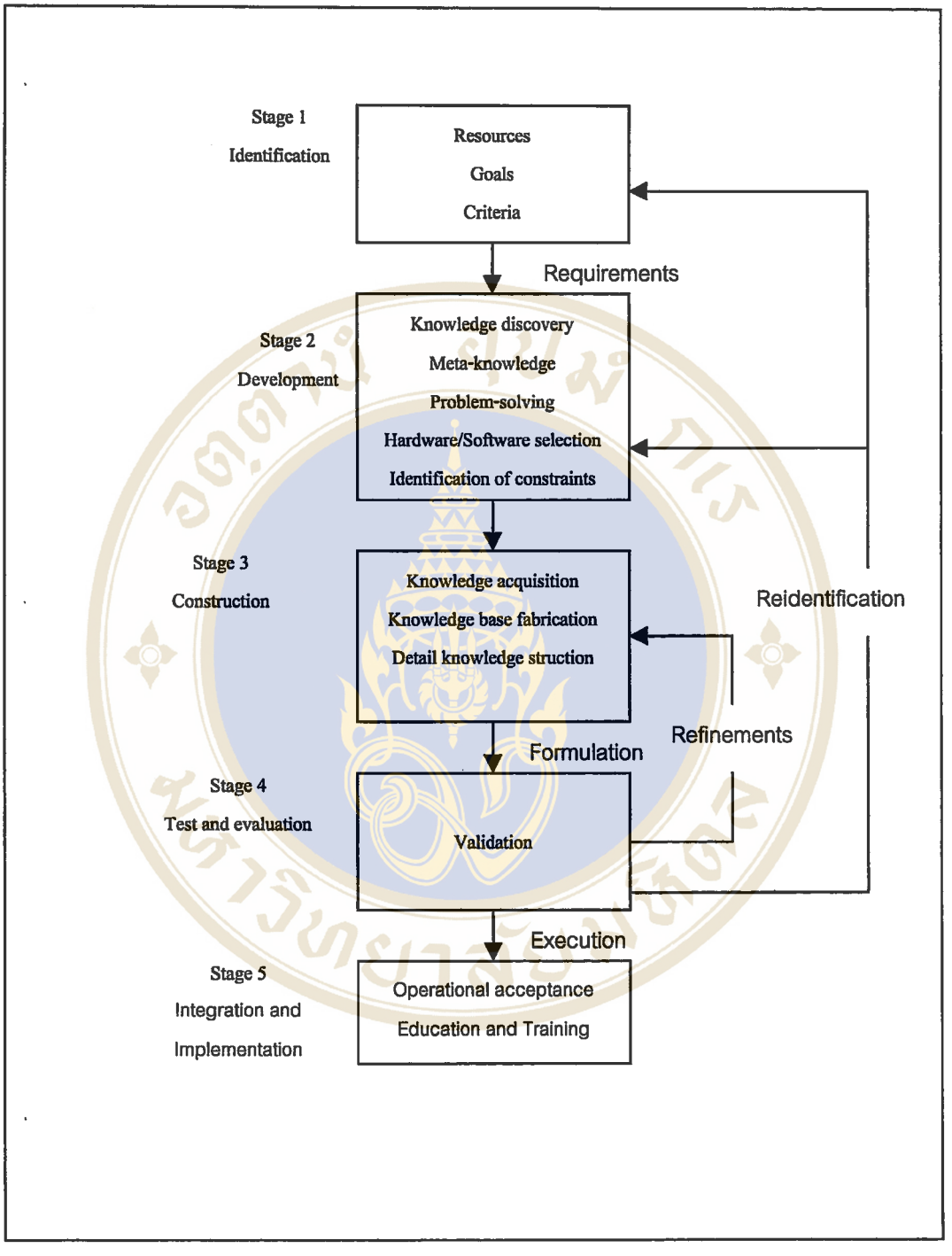
Copyright by Mahidol University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

จากวงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต่างๆ จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนการดำเนินงานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแต่ละระบบก็มีข้อดี ข้อเสียในการพัฒนาระบบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในการวิจัยระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้นั้นผู้วิจัยเห็นว่า ระบบของ Jamieson และ King เป็นระบบที่มีการทำงานซับซ้อน และแยกเป็นส่วนต่างๆมากเกินไป ทำให้ไม่เกิดการคล่องตัวในการทำงาน แต่จะเห็นว่าเป็นระบบที่ค่อนข้างรัดกุม และเน้นการทำงานของขั้นตอนต่างๆโดยจะมีการประชุมการทำงานกับผู้ร่วมงานตลอดการพัฒนาระบบ ทำให้มีความยุ่งยากในการพัฒนา ตลอดจนมีการทำงานที่ค่อนข้างซ้ำซ้อนจากการทำงานที่ผ่านมาเช่น ในระยะที่ 6 มีการกลับมาคัดเลือก เครื่องมือการทำงานใหม่โดยมี การคัดเลือกซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ อีกครั้ง ทำให้การทำงานค่อนข้างจะดำเนินการได้ช้า ส่วนระบบของ Rolton นั้น จะเห็นได้ว่าให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาระบบในระยะยาวโดยสามารถทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบ ของปัญหา ปรับเปลี่ยนรูปแบบของโปรแกรม และขั้นตอนต่างๆได้ในระยะยาว ระบบที่นำมาวิจัยต้องเป็นระบบที่มีความต้องการในการบำรุงรักษา และมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบต่างๆได้ในระยะยาว ซึ่งจำเป็นต้องมีผู้ดูแลระบบอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นระบบนี้ควรเป็นระบบที่ไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลา ในการปรับปรุง และปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยเห็นว่าระบบของ Wolfgram Dear และ Galbraith มีความเหมาะสมในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ เนื่องจาก การวิจัยระบบดังกล่าวมีข้อจำกัดทางด้าน เงินทุน และระยะเวลาในการทำงาน รวมทั้งการแก้ปัญหาในระยะยาว เนื่องจากเป็นระบบต้นแบบและไม่มีหน่วยงานที่รองรับในการแก้ปัญหาระยะยาว ทำให้ไม่เหมาะสมในการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมในอนาคต ตลอดจนการค้นพบกล้วยไม้ชนิดใหม่ที่จะนำมาใช้ในการจำแนกเพิ่มเติมนั้นอาจมีไม่มากจนทำให้ฐานความรู้เดิมไม่สามารถทำงานต่อไปได้ ซึ่งส่วนในการจำแนกนั้นไม่น่าจะแตกต่างจากกล้วยไม้ที่พบในปัจจุบันมากนักจึงทำให้ระบบนี้ค่อนข้างจะมีเสถียรภาพพอสมควร การบำรุงรักษาระบบในระยะยาวอาจไม่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบนี้เท่าที่ควร ในการวิจัยครั้งนี้จึงไม่รวมการบำรุงรักษาในระยะยาว ทำให้ขั้นตอนการพัฒนาระบบมีเพียง 5 ระยะเท่านั้นดังแสดงในภาพที่ 3.1

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 3.1 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

Copyright by Mahidol University

ส่วนประกอบที่อาจเพิ่มเติมของระบบนั้น ควรนำเอารูปแบบการจำแนกกล้วยไม้แบบเดิมเพิ่มเข้าไปในระบบด้วยเนื่องจากจะทำให้ผู้ที่ทำการจำแนกกล้วยไม้โดยระบบผู้เชี่ยวชาญไม่เกิดการต่อต้านระบบ และยังช่วยเช็คความถูกต้องในการจำแนกกล้วยไม้ได้อีกด้วยทำให้ ระบบน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น และทำให้ระบบเป็นที่ยอมรับได้อย่างรวดเร็ว ตลอดจนคำศัพท์ที่จำเป็นเพื่อช่วยในการจำแนก

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ ระบบนี้ได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบเป็น 5 ระยะดังภาพที่ 3.1 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา
ระยะที่ 2 การพัฒนาต้นแบบ โดยวิเคราะห์และออกแบบระบบ
ระยะที่ 3 การพัฒนาระบบให้สมบูรณ์
ระยะที่ 4 การทดสอบสามารถในการทำงานของระบบ
ระยะที่ 5 การติดตั้งระบบ และสรุปผลการวิจัย

โดยการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้จะมีส่วนของการจำแนกกล้วยไม้ในรูปแบบเดิมในรูปแบบอนุกรมวิธานเพิ่มเข้าไปในส่วนของโปรแกรม ซึ่งจะทำควบคู่กับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

3.1 การวิเคราะห์ปัญหาและการนิยามปัญหา

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและการนิยามของปัญหาสามารถแบ่งวิธีการออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาในแต่ละส่วนที่มีความสำคัญต่างกันออกไปได้อย่างชัดเจน และสามารถจัดการกับปัญหาได้ตรงกับความต้องการมากที่สุด

3.1.1 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้

การวิเคราะห์เกี่ยวกับการจำแนกกล้วยไม้นั้น ต้องมีการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการจำแนกว่าในปัจจุบันมีปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกอย่างไร และสามารถปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำการจำแนกได้ง่ายขึ้นหรือไม่ โดยทำการศึกษาส่วนประกอบต่างๆที่ใช้ในการจำแนกในระบบเดิมนำมาผ่านกระบวนการที่เรียกว่าวิศวกรรมความรู้และนำความรู้ที่ได้มาปรับเปลี่ยนใช้ให้

Copyright by Mahidol University

เกิดความเหมาะสมกับการจำแนก โดยระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะต้องทำการจำแนกได้ถึงระดับสปีชีส์ รวมทั้งมีความน่าเชื่อถือ โดยระบบที่นำมาใช้ในการจำแนกต้องเป็นที่ยอมรับของบุคคลที่อยู่ในวงการกล้วยไม้ ซึ่งผู้ทำการจำแนกสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง

3.1.2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบ

การวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบจะต้องศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบการจำแนกกล้วยไม้ให้สามารถนำมาใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญโดยคัดเลือกรูปแบบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมกับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาระบบสามารถพัฒนาต่อไปได้ เช่น ข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาและข้อจำกัดทางด้านการเงิน ตลอดจนปัญหาในการคัดเลือกซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ ที่จะนำมาใช้งาน

3.2 การพัฒนาต้นแบบ (development of prototype)

การพัฒนาต้นแบบนั้นได้รวมรวมแนวความคิดที่ได้รับจากการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นและนำมาพัฒนาให้เป็นต้นแบบ ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้ และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ โดยแบ่งส่วนที่จะพัฒนาเป็นต้นแบบออกเป็น 6 ส่วนด้วยกันดังนี้

3.2.1 การออกแบบส่วนประกอบของโปรแกรม

จากการวิเคราะห์ปัญหานั้นได้มีการนำเอาความรู้และแนวความคิดเกี่ยวกับการจำแนกกล้วยไม้ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่อาศัยหลัก อนุกรมวิธาน ดังนั้นการออกแบบต้องมีการนำหลักดังกล่าวมาใช้โดยแบ่งรายละเอียดในการออกแบบเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 การจำแนกกล้วยไม้ตามหลัก อนุกรมวิธาน

เป็นการทำงานของคอมพิวเตอร์โดยอาศัยรูปแบบการจำแนกเป็นตามหลัก อนุกรมวิธาน ตามหนังสือการจำแนกกล้วยไม้ของ Seidenfaden (20) โดยทำการจำแนกในระดับ family tribe subtribe genus section และ species เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำเอาระบบดังกล่าวมาตรวจสอบการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญได้ รวมทั้งป้องกันการต่อต้านจากผู้ใช้ระบบด้วย

Copyright by Mahidol University

3.2.1.2 การจำแนกกล้วยไม้โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

เป็นส่วนที่ทำการจำแนกกล้วยไม้โดยอาศัยวิธีการของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยแยกลักษณะต่างๆของกล้วยไม้เป็นกรอบในการจำแนกและให้ความสำคัญที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนเป็นส่วนการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบที่เหมาะสม โดยคำตอบอาจมีมากว่า 1 คำตอบก็ได้ แต่จะมีการตรวจสอบความถูกต้องกับส่วนของฐานความรู้อีกที

3.2.1.3 ฐานความรู้และฐานข้อมูล

ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้สามารถเพิ่มเติมความรู้เข้าไปในส่วนของฐานความรู้เพื่อให้ระบบสามารถทำการจำแนกกล้วยไม้ได้มากขึ้นและสามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.2.1.4 ประมวลศัพท์

เป็นส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไปในระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านการจำแนกสามารถใช้งานได้เนื่องจากศัพท์ที่ใช้ในการจำแนกนั้นเป็นศัพท์เฉพาะทางซึ่งทำให้ผู้ใช้ที่ไม่เข้าใจความหมายไม่สามารถใช้งานได้

3.2.2 การได้มาซึ่งความรู้

ความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญนี้อาจแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.2.2.1 ความรู้ที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ

เป็นส่วนที่ต้องทำการปรึกษาและขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ทางด้านวิชาการต่างๆ เพื่อให้เข้าใจวิธีการในการจำแนก และปรับปรุงวิธีการจนสามารถนำมาใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้นได้ โดยส่วนนี้จำเป็นจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญให้เหมาะกับการนำมาใช้

3.2.2.2 ความรู้ที่ได้มาจากเอกสาร

เป็นส่วนประกอบของความรู้เพิ่มเติมที่ได้รับมาจากผู้เชี่ยวชาญว่า หนังสือเล่มใดเหมาะสมในการทำการศึกษา เพื่อลดเวลาในการศึกษาจากหนังสือตลอดจนความเหมาะสมที่นำเอาหนังสือแต่ละเล่มมาวิเคราะห์ประกอบการจำแนกกล้วยไม้เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการวิเคราะห์มากที่สุด

Copyright by Mahidol University

3.2.3 วิธีการอนุมาน

จากการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์รูปแบบการจำแนกกล้วยไม้ตามหลักอนุกรมวิธาน นั้นเป็นการอนุมานไปข้างหน้า โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่นำไปสู่คำตอบที่ต้องการ ทำให้ผู้ทำการวิจัยตัดสินใจเลือกวิธีการอนุมานนี้ แต่ยังเปิดโอกาสให้ผู้ทำการจำแนกสามารถตรวจสอบการอนุมานโดยเปรียบเทียบคำตอบกับฐานข้อมูลได้อีกเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการจำแนก

3.2.4 การแสดงความรู้

จากการทบทวนวรรณกรรมทำให้พบว่าการแสดงความรู้ในระบบผู้เชี่ยวชาญมีหลายแบบและสามารถใช้วิธีการแสดงความรู้ในรูปแบบการแสดงความรู้มากกว่า 1 รูปแบบ จากการแนวความคิดดังกล่าวทำให้ผู้ทำการวิจัยเลือกวิธีการแสดงความรู้ 2 แบบ คือ การแสดงความรู้ในแบบของแคลคูลัสภาคแสดง ประกอบกับการแสดงความรู้ในรูปแบบของกรอบความรู้ ทำให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการวิเคราะห์การจำแนกกล้วยไม้ได้เป็นอย่างเหมาะสม

3.2.5 วิธีการค้นหา

จากการศึกษาวิธีการค้นหาในระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น เห็นว่าโปรแกรมที่จะนำมาพัฒนาระบบนั้นมีรูปแบบการค้นหาคำตอบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิคในการ คิวรี่ โดยการค้นหาแบบเรียงลำดับและคำนวณหาคำตอบ ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการทำงานของโปรแกรม และลดการเขียนโปรแกรมของผู้พัฒนาระบบ และสามารถค้นหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว

3.2.6 เลือกทรัพยากรที่นำมาใช้

โดยทำการเลือกฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ที่เหมาะสมกับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ ดังนี้

3.2.6.1 ลักษณะทางฮาร์ดแวร์

สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้นั้นควรมีความสามารถทางด้านฮาร์ดแวร์ดังต่อไปนี้

1. ต้องสามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการวินโดว์ ตั้งแต่ วินโดว์ 95 ขึ้นไป หรือ ระบบปฏิบัติการวินโดว์ NT ตั้งแต่เวอร์ชั่น 4 ขึ้นไป

Copyright by Mahidol University

2. หน่วยประมวลผลควรมีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รุ่น Pentium 100 หรือรุ่นที่มีความสามารถประมวลผลได้เทียบเท่า หรือสูงกว่า

3. CD-ROM Drive ไม่จำกัดความเร็ว

4. การ์ดจอ VGA 800 × 600 และมีความสามารถในการแสดงสี 16 bit ขึ้นไป

5. หน่วยความจำ (RAM) 32 MB ขึ้นไป

6. หน่วยความจำสำรอง (Hard disk) มีขนาดมากกว่า 200 MB ขึ้นไป

3.2.6.2 ลักษณะทางซอฟท์แวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาใช้สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ต้องมีความสามารถทางด้านซอฟท์แวร์ เพื่อใช้ในการสร้างและออกแบบหน้าจอ และมีระบบฐานข้อมูลเพื่อทำการเก็บข้อมูลที่มี การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูล มีระบบภาษาที่สามารถจัดการรูปแบบโปรแกรมได้ ทั้งทางด้านการคำนวณ การค้นหา และสามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงเลือกที่จะพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ โปรแกรม Microsoft Access 97 และโปรแกรม Visual Basic Version 6 ในการพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้

2. ระบบปฏิบัติการ Windows 98

3.3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะประกอบไปด้วย 5 ส่วนประกอบหลักๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญและเป็นโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยนำเอาวิศวกรรมความรู้มาใช้ในการสร้างระบบด้วยซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.3.1 ทำการสร้างฐานความรู้

การสร้างฐานความรู้เป็นการนำเอาการจำแนกกล้วยไม้ โดยการสร้างฐานข้อมูลและความสำพันธ์ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการจำแนกกล้วยไม้โดยแบ่งฐานข้อมูลในรูปแบบของตารางเก็บข้อมูลลักษณะต่างๆที่ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ โดยในส่วนของฐานความรู้นี้สามารถเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

Copyright by Mahidol University

3.3.2 สร้างเครื่องอนุมาน

การสร้างเครื่องอนุมานจะแบ่งเป็นสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนของแนวความคิดในการอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอนและส่วนของการแสดงความรู้ ได้เลือกวิธีการอนุมานไปข้างหน้าตามเหตุผลที่กล่าวมาในหัวข้อ 3.2.3 ส่วนที่สองซึ่งเป็นส่วนของการแสดงความรู้ การจำแนกกล้วยไม้นั้นได้เลือกวิธีการแสดงความรู้เป็นแบบผสมตามหัวข้อเหตุผลที่กล่าวมาในข้อ 3.2.4 โดยส่วนของการแสดงความรู้นั้นผู้เขียนได้นำเอาทฤษฎีของเบยส์มาช่วยในการจำแนกซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยความเชื่อ ซึ่งการทำการจำแนกนั้นจะเห็นว่าความเชื่อที่มีลักษณะที่ว่าส่วนประกอบของกล้วยไม้แต่ละชนิดบ่งชี้ว่าเป็นกล้วยไม้ชนิดใดนั้นไม่เท่ากัน เช่น ถ้าเห็นลำลูกกล้วย และเห็นดอกกล้วยไม้ ส่วนใหญ่ผู้ที่จำแนกจะให้คะแนนดอกมีค่ามากกว่าลำลูกกล้วย เนื่องจากเป็นลักษณะที่ชี้ชัดว่าเป็นกล้วยไม้ชนิดใดได้

3.3.3 ส่วนดึงความรู้

เป็นส่วนในการค้นหาในฐานข้อมูลซึ่งมีแนวความคิดในการค้นหาอยู่ 2 แบบ ซึ่งแต่ละวิธีก็มีวิธีการค้นหาย่อยออกไปอีกโดยปกติระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นจะใช้การค้นหาแบบ ฮิวลิสติก เป็นการค้นหาส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากการค้นหานั้นเป็นเพียงส่วนที่ดึงความรู้ซึ่งสามารถใช้การค้นหาแบบใดก็ได้ดังนั้นผู้วิจัยมีความเห็นว่าการค้นหานั้นเป็นการค้นหาคำตอบนั้นควรมีความถูกต้องและรวดเร็วในการค้นหาซึ่งในระบบฐานข้อมูลปัจจุบันนั้นมีการค้นหาแบบคิวรีซึ่งเป็นเครื่องมือในการค้นหาข้อมูลอีกวิธีหนึ่งที่สะดวกและรวดเร็ว โดยใช้เงื่อนไขที่เราสามารถกำหนดเองได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเอาการค้นหาแบบคิวรีมาช่วยในส่วนดึงความรู้

3.3.4 ส่วนอธิบาย

เป็นส่วนที่ให้รายละเอียดจากทำการจำแนกแล้วว่ากล้วยไม้ที่นำมาจำแนกนั้นจะเป็นกล้วยไม้ชนิดใด ซึ่งในส่วนนี้ผู้ทำการวิจัยสามารถไปดูจากฐานข้อมูลเพื่อตรวจเช็คว่ากล้วยไม้ชนิดที่นำมาจำแนกนั้นถูกต้องหรือไม่

3.3.5 ส่วนติดต่อผู้ใช้

เป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถติดต่อกับระบบได้โดยต้องมีรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ซึ่งจะต้องพิจารณาความเหมาะสมระหว่างส่วนแสดงผลให้สอดคล้องกันกับข้อมูลที่นำมาใช้ เพื่อไม่ให้ผู้ใช้เกิดการสับสนในการใช้โปรแกรม รวมทั้งเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้สามารถทำการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจ โดยต้องทำให้ผู้ใช้สามารถใช้

Copyright by Mahidol University

โปรแกรมได้สะดวก ง่ายต่อการเข้าใจ ตลอดจนคำเตือน เมื่อผู้ใช้กระทำโดยอาจเกิดจากความไม่เข้าใจ หรือทำให้เกิดความผิดพลาดได้โดยไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้ประกอบไปด้วย

3.3.5.1 ส่วนรับข้อมูล

เป็นส่วนที่ใช้ในการเพิ่มข้อมูลเข้า โดยจะต้องมีการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลกล้วยไม้ก่อน จึงสามารถทำการวินิจฉัยพันธุ์กล้วยไม้ได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการนำเข้าข้อมูล

3.3.5.2 ส่วนแก้ไขข้อมูล

เป็นส่วนที่ใช้ในการแก้ไขข้อมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในอนาคต

3.3.5.3 การอธิบายคำศัพท์

เป็นส่วนของโปรแกรมที่ช่วยในการค้นหาคำศัพท์ เพื่อให้ผู้ใช้ทำการจำแนกสามารถค้นหาความหมายของศัพท์ต่างๆได้

3.3.5.4 ส่วนการจำแนกกล้วยไม้

ในส่วนนี้ระบบจะทำการจำแนกได้ 2 แบบคือ แบบแรกสามารถทำการจำแนกได้ตามหลักอนุกรมวิธานโดยทำการเลือกข้อมูลที่ตรงกับกล้วยไม้ที่ทำการจำแนก แบบที่สองทำการจำแนกโดยการเลือกส่วนต่างๆของกล้วยไม้แล้วโปรแกรมจะทำการประมวลผลโดยส่วนนี้จะอาศัยระบบผู้เชี่ยวชาญในการประเมินจากฐานความรู้ที่มีอยู่เพื่อทำสรุปผลในการจำแนก แล้วสามารถนำมาเปิดดูจากฐานข้อมูลพันธุ์ต่างๆที่ระบบทำการคัดเลือกว่าน่าจะเป็นพันธุ์ใด

3.3.5.5 ส่วนฐานข้อมูล

เป็นส่วนที่ทำการจัดเก็บข้อมูลของกล้วยไม้ชนิดต่างๆ

3.4 การทดสอบและปรับปรุงระบบ

เนื่องจากระบบที่ผู้วิจัยทำการสร้างเสร็จแล้วอาจเกิดความผิดพลาดในการนำไปใช้จึงต้องมีการนำมาทดสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่อาจทำให้เกิดความผิดพลาด และปรับปรุงบางส่วนที่ขาดหายเพื่อให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยขั้นตอนการทดสอบระบบมีดังต่อไปนี้

Copyright by Mahidol University

3.4.1 การทดสอบระบบ

1. ทำการทดสอบกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่จะนำไปใช้ว่าเหมาะสมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถเท่าใด

2. ทดสอบความผิดพลาดของโปรแกรมที่อาจเกิดจากการผิดพลาดขณะใช้งาน โดยอาศัยโปรแกรมเมอร์ในการทดสอบส่วนนี้ และให้คำแนะนำ

3. ทดสอบเกี่ยวกับระบบการจำแนกกล้วยไม้ก่อนนำไปใช้งานจริง โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ทดสอบ และให้คำแนะนำ

3.4.2 ประเมินผลการยอมรับจากผู้ใช้ สรุปผลการทำงาน

การประเมินผลควรแบ่งกลุ่มการประเมินเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ทำการประเมินผลจากผู้ที่กำลังศึกษาการจำแนกกล้วยไม้

2. ทำการประเมินผลจากนักวิชาการที่ทำการที่เกี่ยวข้องกับกล้วยไม้

สรุปการประเมินผลที่ได้ว่าระบบสามารถปฏิบัติงานว่าสามารถนำไปใช้กับจำแนกกล้วยไม้ได้หรือไม่ รวมทั้งข้อเสนอแนะในอนาคต

3.4.3 จัดทำเอกสารประกอบการใช้งานของระบบ

การจัดทำเอกสารประกอบการใช้งานระบบนั้นเป็นขั้นตอนที่ทำหลังจากทำการทดสอบระบบเป็นที่น่าพอใจ และนำระบบไปใช้งานได้จริง โดยการจัดทำเอกสารประกอบการใช้งานนั้นควรจะมีส่วนประกอบเกี่ยวกับการแนะนำการใช้ระบบอย่างถูกต้องและเทคนิคในการใช้งานอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้ที่นำไปใช้สามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเกิดความเสียหายต่อระบบในอนาคต

3.4.4 การติดตั้งและการนำไปใช้งาน

การติดตั้งระบบนั้นต้องมีคำแนะนำในการติดตั้งเพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการติดตั้งเพื่อนำไปใช้งานได้ เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญนี้เป็นระบบที่แตกต่างจากระบบการจำแนกกล้วยไม้แบบเดิมอาจเกิดจากต่อต้านจากผู้ใช้ ซึ่งเคยชินกับการใช้ระบบเดิมในการจำแนกได้ ต้องมีการประชาสัมพันธ์และแนะนำวิธีการนำไปใช้อย่างถูกต้องเพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริง และเป็นที่ยอมรับกับผู้ใช้

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากระเบียบวิธีการวิจัย จะเห็นว่ามีการแบ่งการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้เป็น 5 ส่วน โดยเริ่มจากการขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ทราบปัญหาต่างๆ ตลอดจนข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ รูปแบบความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ จากนั้นจึงนำมูลต่างๆ มาประกอบกันเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบว่าระบบควรมีส่วนประกอบต่างๆอะไรบ้างที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบต่างๆของระบบแล้ว ทำการสร้างระบบให้สมบูรณ์ ตลอดจนทำการทดสอบให้เกิดความถูกต้องของระบบ จากนั้นจึงนำไปติดตั้ง และทำการประเมินผลจากผู้ใช้งาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกกล้วยไม้ และปัญหาที่เกิดขึ้นในการจำแนกกล้วยไม้ ตลอดจนปัญหาที่จะนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ โดยมีขอบเขตของปัญหาดังต่อไปนี้

4.1.1 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้

จากการเก็บข้อมูล และศึกษาข้อมูลเบื้องต้นทำให้ทราบว่าปัจจุบันการจำแนกกล้วยไม้มีอยู่ 2 รูปแบบใหญ่ๆด้วยกัน คือ แบบอนุเฉทลาดเฉียงกับ แบบอนุเฉทคู่ขนาน การจำแนกทั้ง 2 แบบมีลักษณะคล้ายกัน โดยเป็นการค้นหาในแนวลึกเหมือนกัน แต่ต่างกันคือ วิธีการจัดลำดับในการเปรียบเทียบข้อมูลเท่านั้น ซึ่งการจำแนกทั้ง 2 แบบจะต้องเป็นไปตามลำดับที่ได้เรียงลำดับไว้ ไม่สามารถข้ามลำดับในการจำแนกได้ ซึ่งกรณีที่เราไม่สามารถจำแนกบางลำดับขั้นได้ จะทำให้ไม่สามารถทำการค้นหาคำตอบต่อไปได้เลย หรือกรณีที่อาจเกิดการจำแนกผิดในบางส่วนของลำดับทำให้คำตอบที่ได้ผิดจากความเป็นจริงมาก และยากต่อการย้อนลำดับกลับไปว่า การจำแนกขั้นตอนใดผิด หรือกรณีลำดับของการจำแนกอยู่ในระยะต้นของการค้นหาคำตอบจะไม่สามารถรู้รายละเอียดอย่างอื่นว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด และทำให้ได้ข้อมูลของกล้วยไม้จากการจำแนกน้อยมาก ในกรณี

Copyright by Mahidol University

ที่กล้วยไม้ที่ได้มาไม่สมบูรณ์ก็อาจเกิดปัญหาในการจำแนกได้ เช่นกัน ซึ่งส่วนมากผู้ที่สามารถทำการจำแนกแบบนี้ได้จะถูกจำกัดอยู่กับนักวิชาการเป็นส่วนใหญ่ หรือผู้ที่มีประสบการณ์ในการจำแนกสูงจึงสามารถทำการจำแนกกล้วยไม้ได้

4.1.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบ

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้นั้นทำให้เราทราบปัญหาในการจำแนกว่า ถ้าเราจำแนกโดยใช้วิธีค้นหาคำตอบในแนวลึก ก็จะประสบปัญหาเช่นเดียวกับการจำแนกกล้วยไม้ในปัจจุบัน ซึ่งรูปแบบที่จะนำมาสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นต้องสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมกับการจำแนกกล้วยไม้ต้องสามารถแก้ข้อจำกัดดังต่อไปนี้ คือ ต้องสามารถทำการจำแนกกล้วยไม้ได้ในกรณีที่ข้อมูลที่ได้มาไม่ครบถ้วน และไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับในการค้นหาคำตอบก่อนหลัง โดยสามารถเลือกข้อมูลใดๆก็ได้ในการค้นหาคำตอบ

4.2 วิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบเป็นแนวทางในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจริงเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำการสร้างระบบโดยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาของระบบการจำแนกกล้วยไม้ และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบนำมาสู่การวิเคราะห์ว่าระบบควรมีส่วนประกอบใดบ้างที่มีรูปแบบสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและลดข้อจำกัดของปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเดิมลง ตลอดจนมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในรูปแบบที่ต้องการได้ โดยผู้วิจัยเห็นว่าส่วนประกอบของระบบควรมีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิม, ส่วนของการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ, ส่วนของฐานความรู้ที่เป็นฐานข้อมูล และส่วนประมวลคำศัพท์ ทั้งนี้ในส่วนประกอบของระบบจำเป็นที่จะต้องมีวิธีการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิม และการประมวลคำศัพท์เพื่อช่วยให้ผู้ที่เคยใช้ระบบการจำแนกเดิมสามารถใช้งานได้ และเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของระบบใหม่ด้วย ส่วนการประมวลคำศัพท์นั้นสามารถนำมาใช้ค้นหาคำศัพท์เฉพาะทางด้านพฤกษศาสตร์ โดยการพัฒนาต้นแบบจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

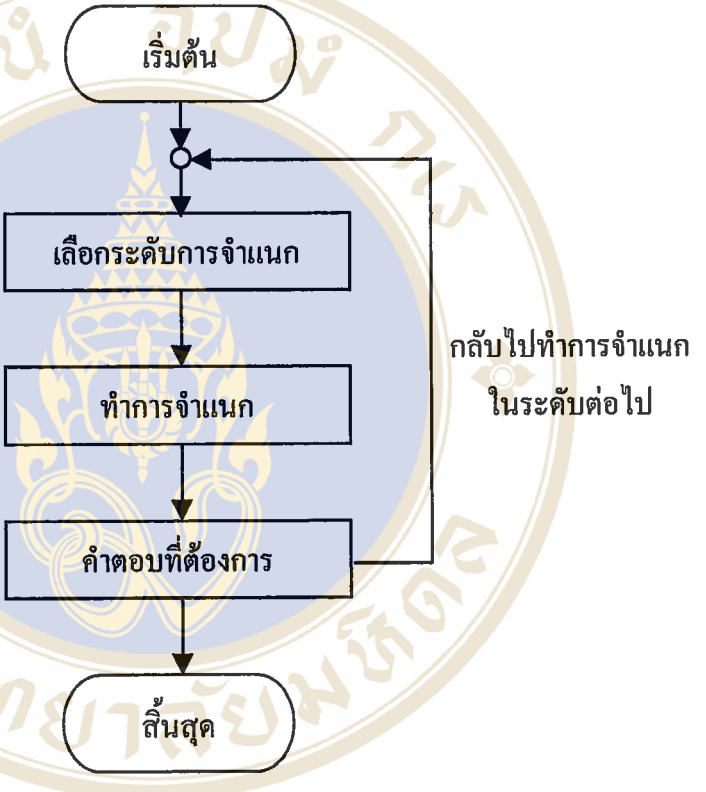
4.2.1 ส่วนของการจำแนกกล้วยไม้ในระบบเดิม

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ระบบการจำแนกกล้วยไม้ สามารถสรุป โครงสร้างการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิมที่ใช้ในการจำแนก โดยเริ่มจากการที่ผู้ใช้เลือกระดับในการจำแนก เป็น

Copyright by Mahidol University

อันดับแรก และเริ่มต้นการจำแนก โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวจาก 2 ข้อ ซึ่งมีโครงสร้างการเลือกเป็นแบบต้นไม้ ซึ่งอาจเป็นแบบอนุเฉดลาดเอียง หรือ อนุเฉดคู่ขนาน ตามที่ได้กล่าวในหัวข้อที่ 2.1.2.6 ประเภทของแบบพิเคราะห์พรรณไม้ ซึ่งผู้ทำการวิจัยได้วิเคราะห์ระบบและนำมาแสดงเป็น Flow chart ดังภาพที่ 4.1

โครงสร้างการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิม



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบการจำแนกกล้วยไม้แบบเดิม

จาก Flow chart ของภาพที่ 4.1 เริ่มต้นจาก ทำการเลือกระดับที่ต้องการทำการจำแนก ซึ่งมีอยู่ 6 ระดับ คือ Subfamily, Tribe, Subtribe, Genus, Section และ Species เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกระดับการจำแนก แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อได้คำตอบในระดับหนึ่งก็ไปเลือกการจำแนกในระดับที่ต่ำกว่าแล้วทำการเลือกคำตอบที่ถูกต้องอีก เป็นการทำซ้ำจนกว่าจะได้คำตอบในระดับที่ผู้ใช้พอใจ

เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นอาจไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งานกับผู้ที่เคยจำแนกกล้วยไม้ในระบบเดิมหรืออาจไม่เหมาะสมในบางกรณี ซึ่งผู้ใช้อาจยังไม่มีความเข้าใจกับระบบใหม่

Copyright by Mahidol University

เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในอนาคต และเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของระบบใหม่ โดยส่วนนี้จะทำการค้นหาคำตอบในแนวลึก โดยสามารถทำการลบ เพิ่ม แก้ไขข้อมูลได้ ซึ่งผู้ทำการวิจัยได้ทำให้ใกล้เคียงกับตำราการจำแนกกล้วยไม้แต่จะแตกต่างจากอนุเฉทคู่ขนาน และอนุเฉทลาดเฉียงโดยสามารถกระโดดไปคำถามต่อไปได้เลย

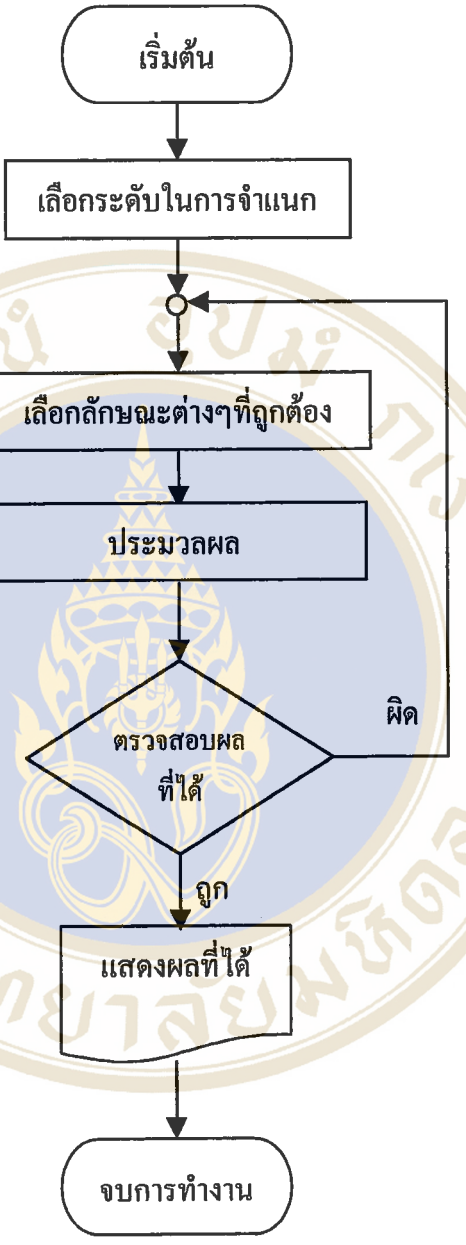
4.2.3 ต้นแบบการจำแนกกล้วยไม้โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

การจำแนกกล้วยไม้ในระบบนี้ควรทำให้ระบบสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิม และสามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ จากการศึกษาพบว่า ลักษณะที่ควรนำมาใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น จะต้องทำการแยกลักษณะใหญ่เพื่อเป็นกรอบในการนำมาจำแนกดังนี้

1. ลักษณะของดอก
2. ลักษณะของใบ
3. ลักษณะของลำต้น
4. ลักษณะของลำลูกกล้วย
5. ลักษณะของราก
6. เดือนที่ออกดอก
7. จังหวัดที่พบ

ซึ่งส่วนนี้จะเป็นกรอบใหญ่ และภายในกรอบนี้จะมีลักษณะในการจำแนกย่อยๆของแต่ละส่วนย่อยลงไป โดยนำข้อมูลในแต่ละกรอบที่เลือกไว้มาประมวลผล และเรียงลำดับข้อมูลจากข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุดไปยังข้อมูลที่ถูกต้องน้อยที่สุด

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้

จากภาพที่ 4.2 เป็นขั้นตอนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ โดยเริ่มจากผู้ใช้งานเลือกระดับการจำแนกกล้วยไม้ จากนั้นเลือกลักษณะต่างๆที่ถูกต้อง เมื่อผู้ใช้เลือกส่วนที่ถูกต้องจนเสร็จ โปรแกรมจะทำการประมวลผลข้อมูลที่ผู้ใช้เลือกแล้ว และแสดงผลออกทางหน้าจอ ในกรณีที่ข้อมูลถูกต้อง ถ้าข้อมูลที่ให้ผิดต้องทำการเลือกข้อมูลใหม่จนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

Copyright by Mahidol University

4.2.4 ฐานความรู้ของระบบ

เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องมีฐานความรู้เพิ่มขึ้น และเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเพื่อที่จะสามารถแก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยฐานข้อมูลเป็นฐานความรู้เพื่อง่ายต่อการจัดการ เนื่องจากปัจจุบันฐานข้อมูลนั้นถูกจัดเก็บในรูปของตารางทำให้ง่ายต่อการค้นหาคำตอบและจัดการข้อมูลต่างๆจึงทำให้ฐานความรู้นี้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลา

4.2.5 ส่วนประมวลศัพท์

ผู้ใช้ที่มีความชำนาญในการจำแนกกล้วยไม้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ในส่วนนี้แต่ผู้ทำการวิจัยเห็นว่าส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญสำหรับผู้ใช้งานทุกระดับทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้นี้จำเป็นต้องมีส่วนประมวลคำศัพท์เพื่อให้เกิดความสะดวก และเกิดความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้

จะเห็นว่าการพัฒนาต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้จำเป็นต้องพัฒนาส่วนประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกต่อการใช้งาน

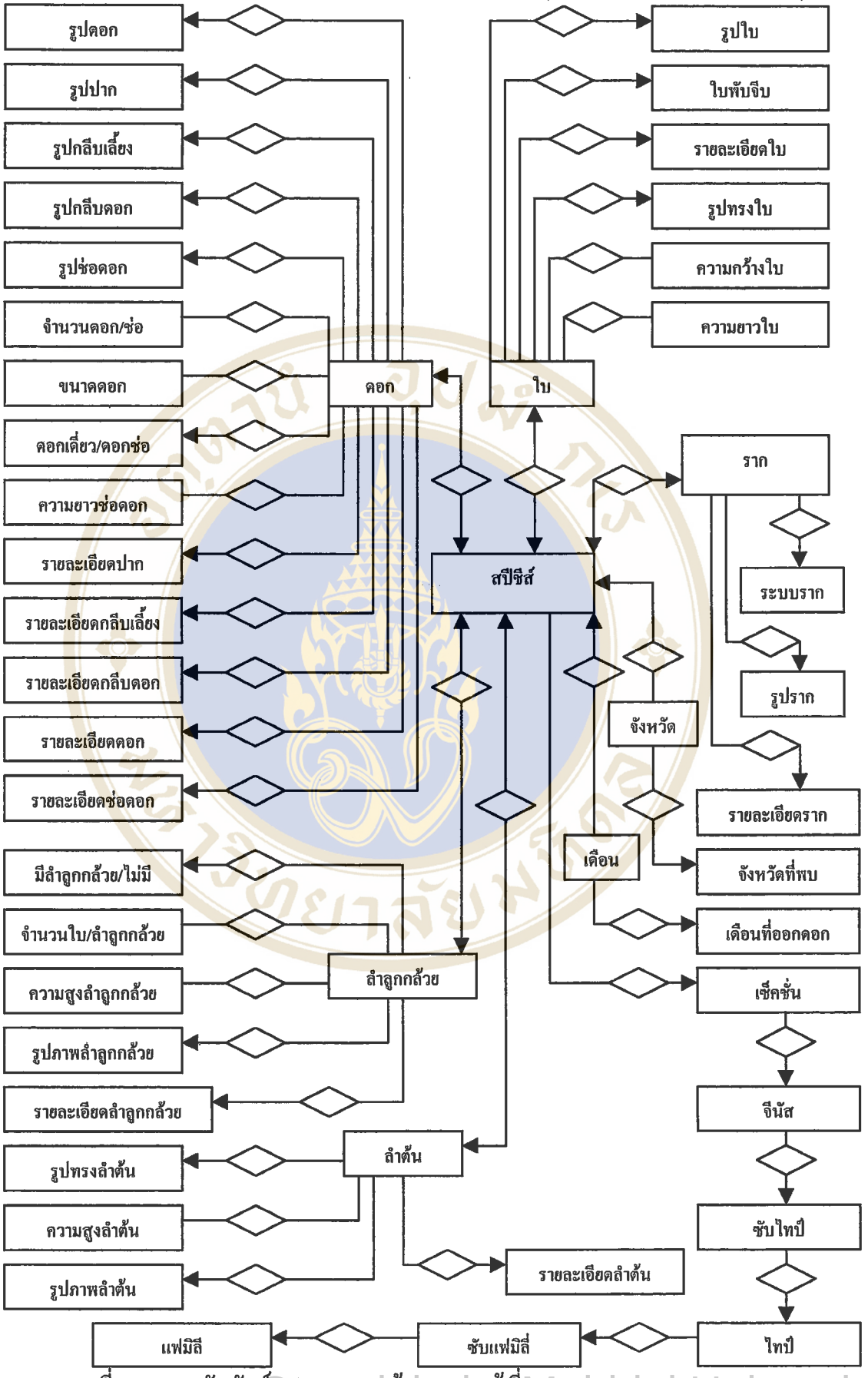
4.3 ขั้นตอนการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญต้องเริ่มจากการสร้างฐานความรู้ให้ระบบก่อน แล้วจึงสร้างเครื่องอนุมาน ส่วนดึงความรู้ ส่วนค้นหาคำตอบ และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ดังต่อไปนี้

4.3.1 การสร้างฐานความรู้

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ ซึ่งระบบจะต้องทำการปรับปรุงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับฐานความรู้ โดยระบบจะใช้ฐานข้อมูลเป็นฐานความรู้ ดังนั้นในส่วนของฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้จึงแบ่งข้อมูลเป็นตารางย่อยๆ ซึ่งข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของลักษณะทางกายภาพของกล้วยไม้ที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้ โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ต้องมีในระดับ Subfamily ไปจนถึง Section โดยมีฐานความรู้แยกกันในแต่ละระดับการจำแนก ส่วนการจำแนกในระดับ Species จะมีโครงสร้างของฐานข้อมูลที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแสดงในรูปแบบความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล ดังภาพที่ 4.3

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Entity-Relationship Model)

Copyright by Mahidol University

จากภาพที่ 4.3 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลกล้วยไม้ มีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

ดอก
- รูปดอก
- รูปปาก
- รูปกลีบเลี้ยง
- รูปกลีบดอก
- รูปช่อดอก
- จำนวนดอก/ช่อ
- ขนาดดอก
- ดอกเดี่ยว/ดอกช่อ
- ความยาวช่อดอก
- รายละเอียดปาก
- รายละเอียดกลีบเลี้ยง
- รายละเอียดกลีบดอก
- รายละเอียดดอก
- รายละเอียดช่อดอก

ใบ
- รูปใบ
- ใบพับจีบ
- รูปทรงใบ
- ความกว้างใบ
- ความยาวใบ

ลำต้น
- รูปทรงลำต้น
- ความสูงลำต้น
- รูปภาพลำต้น

Copyright by Mahidol University

- รายละเอียดลำต้น

ราก
- ระบบราก
- รูปราก
- รายละเอียดราก

ลำลูกกล้วย
- ความยาวลำลูกกล้วย
- ความสูงลำลูกกล้วย
- รูปภาพลำลูกกล้วย
- รายละเอียดลำลูกกล้วย

เดือนที่ออกดอก
- ชื่อเดือนที่กล้วยไม้ชนิดนั้นๆออกดอก

จังหวัดที่พบ
- ชื่อจังหวัดที่พบกล้วยไม้ชนิดนั้นๆ

รายละเอียดของตารางฐานข้อมูลทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ข.

4.3.2 เครื่องอนุมาน

เครื่องอนุมานประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ วิธีการอนุมานกับส่วนแสดงความรู้ ซึ่งวิธีการอนุมานที่ใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้เป็นวิธีการอนุมานไปข้างหน้า โดยนำเอาข้อมูลต่างๆที่ได้มาหาคำตอบ ส่วนการแสดงความรู้จะใช้ 2 รูปแบบผสมกัน โดยนำเอาข้อมูลจากฐานความรู้มาใช้ในรูปแบบของกรอบความรู้เพื่อใช้ในการเลือกข้อมูล และใช้การคำนวณมาช่วยคำนวณความเป็นไปได้ในแต่ละกรอบความรู้ จากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการประมวลผล

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.1 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณดอก

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน	รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
รายละเอียดของช่อดอก	10	ความยาวช่อ	10
รายละเอียดกลีบเลี้ยง	10	จำนวนดอก/ช่อ	10
รายละเอียดกลีบดอก	10	รูปดอก	70
รายละเอียดปาก	10	รูปกลีบดอก	20
รายละเอียดอื่นๆของดอก	10	รูปกลีบเลี้ยง	20
ขนาดดอก	15	รูปปาก	20
รูปช่อดอก	20	ดอกเดี่ยว/ดอกช่อ	10

ตารางที่ 4.2 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณใบ

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน	รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
รายละเอียดของใบ	10	ใบพับจีบหรือไม่	10
ความกว้างใบ	10	รูปทรงใบ	10
ความยาวใบ	10	รูปใบ	25

ตารางที่ 4.3 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณลำต้น

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน	รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
รายละเอียดของลำต้น	10	รูปลำต้น	20
ความสูงของต้น	10		

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.4 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณราก

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน	รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
รายละเอียดของราก	10	รูปราก	20
ระบบราก	10		

ตารางที่ 4.5 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณลำลูกกล้วย

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน	รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
รายละเอียดของลำลูกกล้วย	10	ความกว้าง	10
รูปลำลูกกล้วย	30	ความสูง	

ตารางที่ 4.6 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณเดือน

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
เดือนที่ออกดอก	30

ตารางที่ 4.7 คะแนนที่นำมาใช้ในการคำนวณจังหวัดที่พบ

รายละเอียดต่างๆ	คะแนน
จังหวัดที่พบ	20

จากการทำการประมวลผลจากความสำคัญของส่วนต่างๆของกล้วยไม้ สามารถให้ความสำคัญตามลำดับดังนี้ ส่วนของดอก คิดเป็นร้อยละ 49% ส่วนของใบ คิดเป็นร้อยละ 15% ส่วนของลำต้นคิดเป็นร้อยละ 8% ส่วนของรากคิดเป็นร้อยละ 8% ส่วนของลำลูกกล้วยคิดเป็นร้อยละ 10%

Copyright by Mahidol University

ส่วนของเดือนที่ออกดอกคิดเป็นร้อยละ 6% และ ส่วนของจังหวัดที่พบคิดเป็นร้อยละ 4% จากการแบ่งสัดส่วนของการรวมคะแนนในแต่ละส่วนทำให้นำมาถึงค่าที่จะบอกถึงชนิดกล้วยไม้

การทำงานของระบบเริ่มจากการนำข้อมูลที่ถูกเลือกจากผู้ใช้ในแต่ละกรอบ จากนั้นทำการค้นหาข้อมูลที่ตรงกับการเลือกจากทุก Species แล้วทำการคำนวณในแต่ละกรอบความรู้ แล้วเก็บคะแนนไว้ก่อน จากนั้นทำการรวมคะแนนที่ได้ในแต่ละกรอบว่าคะแนนรวมทั้งหมดมีค่าเท่าไหร่ จากนั้นจะเป็นขบวนการดึงความรู้ที่จะมาจัดการข้อมูลที่คำนวณเสร็จแล้ว เพื่อทำการค้นหาคำตอบต่อไป

4.3.3 ส่วนดึงความรู้

เมื่อทำการประมวลผลจากเครื่องอนุมานแล้วก็ทำการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดโดยการค้นหาคำตอบในแนวกว้าง (Blind search) เพื่อให้ได้คำตอบ โดยนำผลที่ได้จากการคำนวณมาทำการเปรียบเทียบกับทุก Species ที่มีในฐานความรู้แล้วทำการบันทึกข้อมูลเก็บไว้ว่า Species ใดมีคะแนนที่ได้จากการคำนวณเท่าใด

4.3.4 ส่วนของคำตอบ

ในส่วนนี้เป็นการนำคำตอบที่ได้จากส่วนดึงความรู้มาแสดงโดยการนำข้อมูลที่มีคะแนนแล้วมาทำการเรียงลำดับความถูกต้อง จากกล้วยไม้ที่น่าจะให้คำตอบมากที่สุดไปยังกล้วยไม้ที่ใช้คำตอบน้อยที่สุด

4.3.5 ส่วนติดต่อผู้ใช้

ส่วนติดต่อผู้ใช้เป็นส่วนประกอบหลักในการติดต่อระหว่างโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญกับผู้ใช้โปรแกรม ประกอบด้วยส่วนที่เป็นส่วนฐานข้อมูล, ส่วนของการจำแนกระบบเดิม, ส่วนของการจำแนกระบบผู้เชี่ยวชาญ, ส่วนของประมวลคำศัพท์ โดยใช้ฐานข้อมูล Microsoft Access 97 เป็นส่วนที่ใช้ในการพัฒนา และผู้พัฒนาโปรแกรมออกแบบระบบให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้ง่าย สะดวก และไม่ซับซ้อนมากนักเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย

หน้าจอหลักนี้จะประกอบด้วยเมนูย่อย 5 เมนู คือ ส่วนของการจำแนกในระบบเดิม ส่วนการจำแนกในระบบผู้เชี่ยวชาญ ส่วนของฐานข้อมูล ส่วนการประมวลคำศัพท์ และส่วนของผู้พัฒนาโปรแกรม

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

4.3.5.1 ส่วนการประมวลคำศัพท์

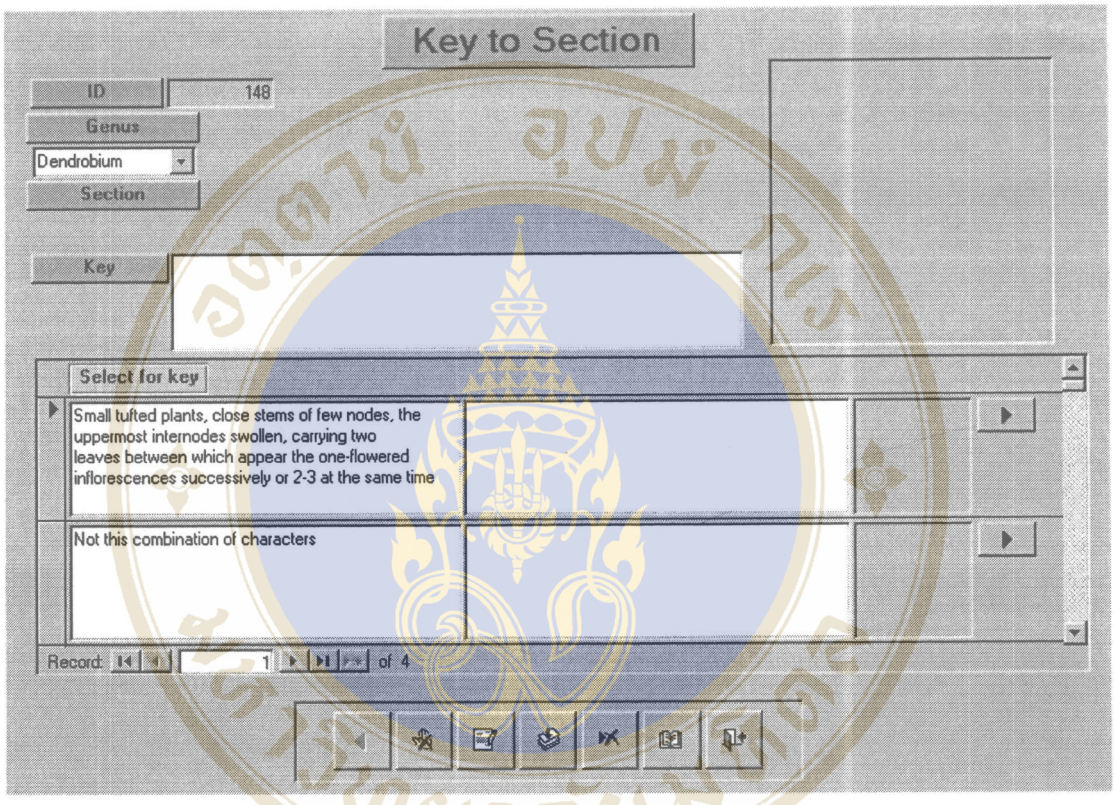
เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลคำศัพท์ต่างๆเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจคำศัพท์ที่ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ดังภาพที่ 4.4 ในส่วนนี้จะสามารถทำการเพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล,และลบข้อมูล ที่เป็นทั้งคำบรรยาย และรูปภาพ

ภาพที่ 4.4 หน้าจอการประมวลคำศัพท์

Copyright by Mahidol University

4.3.5.2 ส่วนของการจำแนกระบบเดิม

ในส่วนนี้จะมีการจำแนกกล้วยไม้ตามลำดับขั้นตั้งแต่การจำแนกระดับ Family ไปจนถึงระดับ Species โดยสามารถเลือกได้ว่าจะจำแนกลำดับขั้นใด ส่วนวิธีการทำงานของระบบจะเหมือนกันทุกระดับการจำแนก และสามารถทำการเพิ่มลบ, แก้ไขข้อมูลตามความต้องการได้ดังภาพที่ 4.5

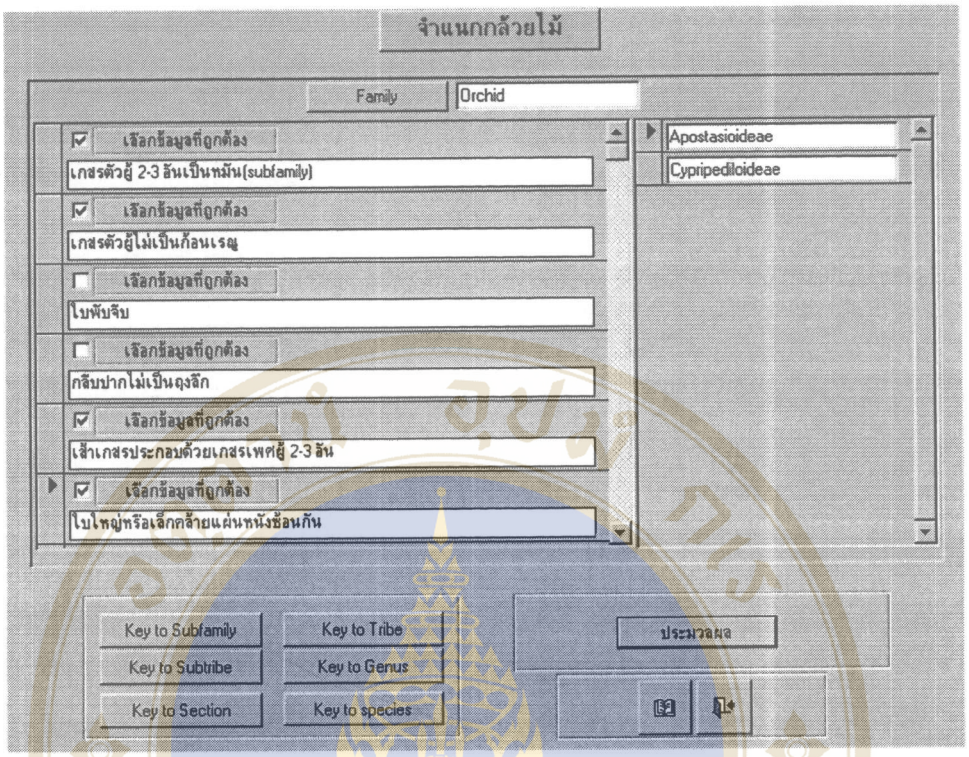


ภาพที่ 4.5 หน้าจอการจำแนกระบบเดิม

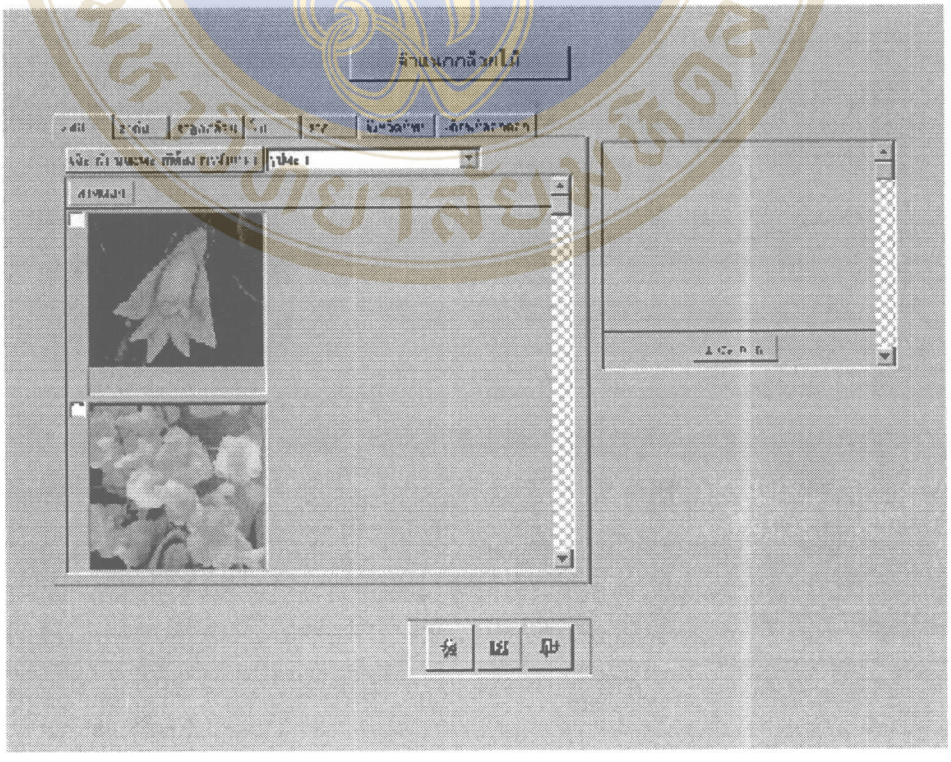
4.3.5.3 ส่วนของการจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

เป็นส่วนที่ใช้ในการทำการจำแนกระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยการแบ่งระดับการจำแนกในระดับ Family ถึงระดับ Section จะมีการจำแนกคล้ายกันโดยทำการเลือกข้อมูลที่ถูกต้องจากระบบให้มากที่สุด จากนั้นระบบจะทำการประมวลผล และเรียงลำดับความถูกต้องจากมากไปหาน้อยที่สุด ดังภาพที่ 4.6 ส่วนการจำแนกในระดับ Species จะมีรายละเอียดในการจำแนกมากกว่าคือจะทำการแบ่งเป็น กรอบย่อยๆ ในการจำแนก เมื่อเลือกข้อมูลที่ถูกต้องแล้วทำการประมวลผล ระบบจะทำการประมวลผลโดยเรียงลำดับจากความถูกต้องมากไปยังความถูกต้องน้อย ดังภาพที่ 4.7

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.6 การจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily

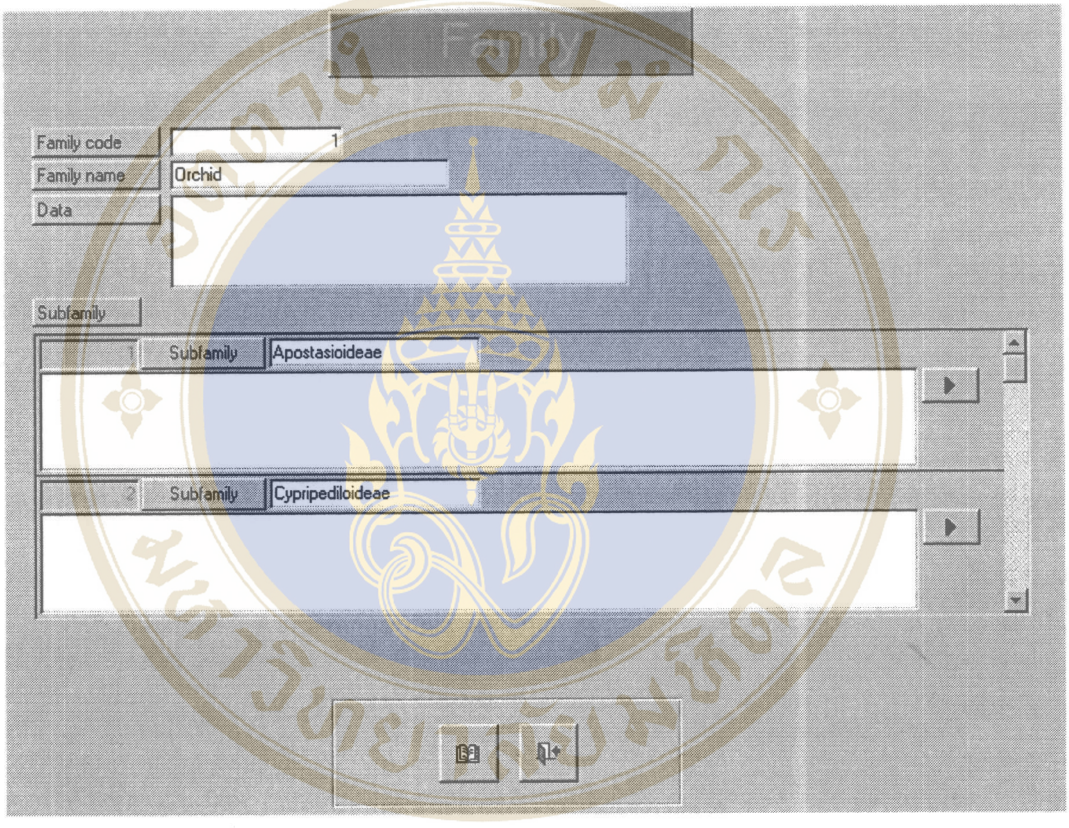


ภาพที่ 4.7 การจำแนกโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Species

Copyright by Mahidol University

4.3.5.4 ส่วนของฐานข้อมูล

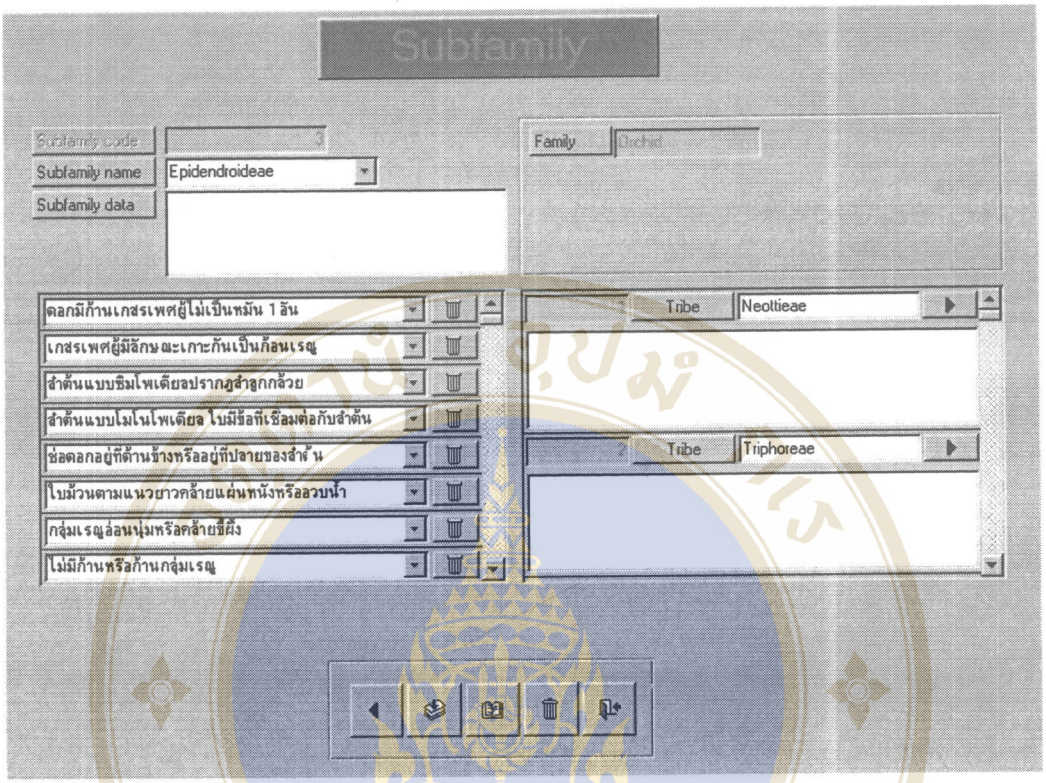
ในส่วนของฐานข้อมูลเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกล้วยไม้และเป็นส่วนของฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะต้องมีการเก็บข้อมูลตั้งแต่ระดับ Family ไปจนถึง ระดับ Species ในส่วนของการให้ข้อมูลในระดับ Family นั้นจะเป็นการให้รายละเอียดเฉพาะ และรายละเอียดของ Family ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ฐานข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Family

ในส่วนหน้าจอของ Subfamily จนถึงระดับ Section จะมีรูปแบบคล้ายกันและมีรายละเอียดเพื่อเติมจากส่วนของหน้าจอ Family ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการนำมาใช้จำแนกดังภาพที่ 4.9

Copyright by Mahidol University



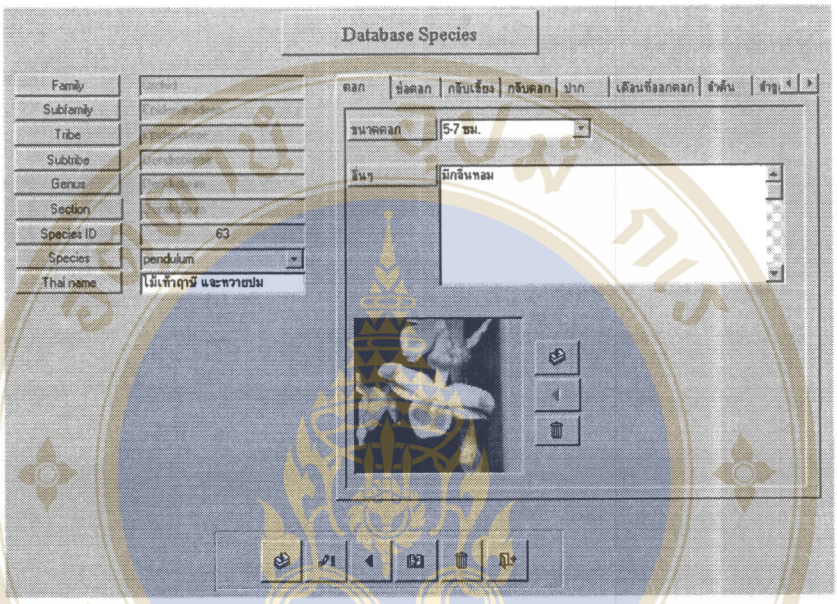
ภาพที่ 4.9 ฐานข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily

ในส่วนของหน้าจอฐานข้อมูล Species เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกในระดับ Species ทั้งหมดซึ่งจะมีส่วนประกอบต่างๆของกล้วยไม้และสอดคล้องกับฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ใส่ข้อมูลได้ถูกต้องตามที่ระบบต้องการ โดยสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ ให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงของกล้วยไม้ ซึ่งสามารถปรับปรุง เพิ่ม ลบข้อมูล ต่อไปนี้

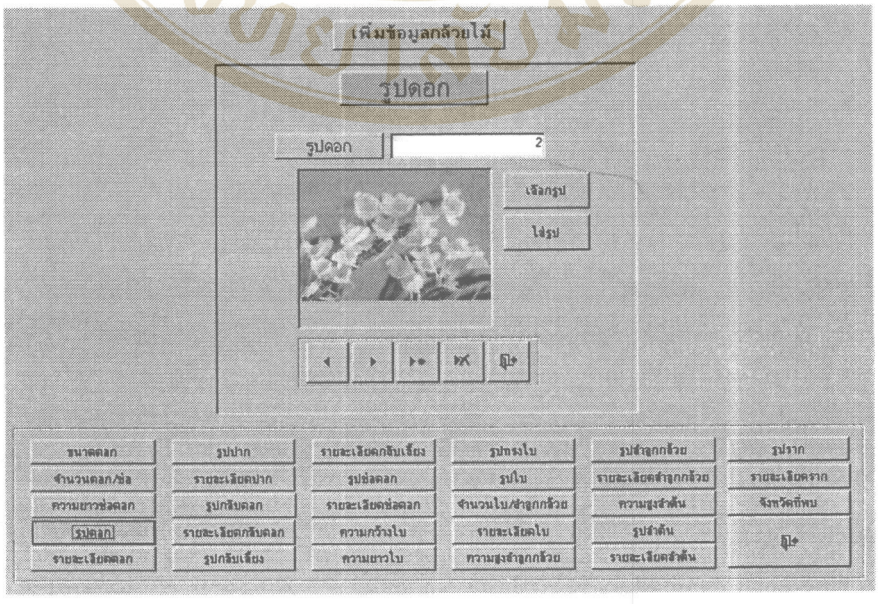
- ลักษณะของดอกกล้วยไม้
- ลักษณะของช่อดอก
- ลักษณะของกลีบเลี้ยง
- ลักษณะของกลีบดอก
- ลักษณะของปาก
- ช่วงเวลาที่ออกดอก(เดือน)
- ลักษณะของลำต้น

Copyright by Mahidol University

- ลักษณะของลำลูกกล้วย
- ลักษณะของใบ
- ลักษณะของราก
- จังหวัดที่พบ



ภาพที่ 4.10 แสดงภาพฐานข้อมูลในระดับ Species



ภาพที่ 4.11 แสดงภาพการเพิ่มข้อมูลฐานข้อมูลในระดับ Species

Copyright by Mahidol University

ผู้ใช้งานสามารถปรับปรุง, เพิ่ม, ลบข้อมูลออกจากฐานข้อมูลได้ ดังภาพที่ 4.10 และ 4.11 ซึ่งข้อมูลในฐานข้อมูลนี้จะปรับปรุง เปลี่ยนแปลงในส่วนของฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วย ผู้ที่จะทำการปรับปรุงข้อมูลในส่วนนี้ควรจะมีความรู้ความชำนาญเพื่อให้ข้อมูลที่ได้ถูกต้องเนื่องจากเป็นส่วนที่จะนำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ด้วย และข้อมูลที่ใส่ในฐานข้อมูลต้องมีความสมบูรณ์ครบถ้วน เพราะในกรณีที่ข้อมูลไม่ครบถ้วนในทุกฟิลส์จะทำให้การคำนวณอาจเกิดความผิดพลาดได้ ผู้ทำการพัฒนาระบบจึงไม่นำชนิดที่ใส่ข้อมูลไม่ครบถ้วนมาคำนวณ เนื่องจากอาจเกิดความผิดพลาดได้

4.4 ทำการติดตั้งระบบ

ขั้นตอนการติดตั้งระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้สามารถทำการติดตั้งได้งานเนื่องจากผู้ทำการวิจัยได้บันทึกตัวโปรแกรมในแผ่น CD-ROM ซึ่งมีความจุ 650 MHz และใช้ Microsoft Office 97 Developer Tool มาจัดทำให้อยู่ในรูปแบบ Wizard เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปติดตั้งได้งาน โดยผู้ติดตั้งต้องทำการติดตั้งโปรแกรม Visual Basic6 run time ก่อน แล้วจึงติดตั้งโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้ใช้งานสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ก.

4.5 การทดสอบระบบและปรับปรุงระบบ

การทดสอบระบบและปรับปรุงระบบเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดกับโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญและอาจเกิดกับผู้ใช้ เมื่อทำการทดสอบหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเพื่อให้รู้ถึงความผิดพลาดของระบบหรือเพื่อปรับปรุงระบบให้ดียิ่งขึ้นในอนาคตมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบโดยทำการรวบรวมข้อมูลกล้วยไม้เพื่อทำการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ส่วนของการประมวลคำศัพท์ ทำการบันทึกข้อมูลคำศัพท์ทางพฤกษศาสตร์ จากหนังสือ ศัพท์พฤกษศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน(16)

2. ส่วนของฐานข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูล ภาพ และ คำบรรยาย จาก หนังสือ กล้วยไม้เมืองไทย สำนักพิมพ์ บ้านและสวน(17), หนังสือ เอกสารวิชาการ คู่มือจำแนกกล้วยไม้ไทย จัดทำโดย ฝ่ายนำพืช และอนุรักษ์พืชป่า กองควบคุมพืช และวัสดุการเกษตร(18), บรรณ บูรณะชนบท(19)

Copyright by Mahidol University

3. ส่วนของการจำแนกในระบบเดิม ทำการบันทึกข้อมูลจากหนังสือ Seidenfaden, G. Orchid Genera in Thailand volume I – XIV; 1975-1988. (20), Seidenfaden, G. The Orchids of Indochaina, Opera Bottanica; 1992. (21), Seidenfaden, G. Contributions to the Orchid flora of Thailand, Bot. Tidsskr. (volumes) 1969-1977, Nord. J. Bot. 1981-1985, Opera Botanica. 1995. (22), Seidenfaden, G. Orchid Genera in Thailand XII. Dendrobium Sw, number 83-1985, Opera Botanica 83. 1985. (23)

การทดสอบระบบ แบ่งออกเป็น 3 การทดสอบ เนื่องจากเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ ส่วนแรกจะเป็นการทดสอบโปรแกรมกับอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ว่าสามารถนำไปปฏิบัติงานได้หรือไม่ จากนั้นจึงนำระบบไปทดสอบกับโปรแกรมเมอร์เพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม และจึงนำมาทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้เป็นลำดับสุดท้าย

1. การทดสอบทางด้านฮาร์ดแวร์

การทดสอบทางด้านฮาร์ดแวร์ โดยจะทำการทดสอบกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเท่านั้น เพื่อทดสอบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญว่าสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีขีดความสามารถเท่าใด แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว จึงไม่สามารถทำการทดสอบกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ทุกชนิด ทดสอบโดยการนำไปติดตั้งและใช้งานตามปกติสามารถทำงานได้ในคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดตั้ง โปรแกรม Microsoft Access97 ได้ทุกชนิดแต่ควรมีพื้นที่ หน่วยความจำสำรอง 500 MB ขึ้นไป แต่จากการทดสอบควรใช้ CPU ทีมีความเร็วตั้งแต่ 600 MHz ขึ้นไป และมี RAM ตั้งแต่ 128 MHz ขึ้นไป ความละเอียดของหน้าจอที่ 800x600 Pixel จึงสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม

2. การทดสอบความผิดพลาดของโปรแกรม

การทดสอบความผิดพลาดของโปรแกรม โดยนำโปรแกรมที่สร้างเสร็จสมบูรณ์มาทดสอบกับโปรแกรมเมอร์ปรากฏว่ายังไม่พบข้อผิดพลาดที่ทำให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานได้

3. การทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้

ทดสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ทดลองใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าสามารถนำไปใช้งานได้แต่อาจต้องปรับปรุงเกี่ยวกับข้อมูลให้เหมาะสม

Copyright by Mahidol University

4.5.2 การประเมินผลการยอมรับจากผู้ใช้

เป็นการทดสอบการใช้งานของโปรแกรมโดยแบ่งกลุ่มการประเมินเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะเป็นกลุ่มที่กำลังศึกษาทางด้านที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่เป็นนักวิชาการที่มีประสบการณ์การจำแนกกล้วยไม้ ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มของผู้ที่สามารถพัฒนาโปรแกรม หรือผู้พัฒนาระบบ จากการประเมินการยอมรับจากผู้ใช้งาน

จากการทดสอบโดยใช้แบบสอบถามจากนักศึกษาที่กำลังศึกษาการจำแนกกล้วยไม้ในระดับปริญญาตรี-โท จำนวน 5 ท่าน และผู้ที่มีความชำนาญในการจำแนกกล้วยไม้จำนวน 2 ท่าน และผู้พัฒนาระบบจำนวน 15 ท่าน สรุปผลจากการสอบถามผู้ใช้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงระดับคะแนนของนักศึกษาที่ทำการทดสอบ

	ระดับคะแนนของนักศึกษาที่ทำการทดสอบ					คะแนนเฉลี่ย
ระดับการให้คะแนน	5 ดีมาก	4 ดี	3 พอใช้	2 น้อย	1 ปรับปรุง	
แนวความคิดในการจำแนก	3	2	-	-	-	4.6
ความน่าใช้งาน	1	2	2	-	-	3.8
การแก้ไขข้อมูล	-	3	2	-	-	3.6
การนำเข้าข้อมูล	-	2	3	-	-	3.6
การค้นหาข้อมูล	-	2	3	-	-	3.6
ข้อมูลที่ทดสอบ	-	-	-	3	2	1.6
ความถูกต้องในการประมวลผล	1	2	2	-	-	3.8
ความเร็วในการใช้งาน	-	1	3	1	-	3

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงระดับคะแนนของผู้พัฒนาระบบ

ระดับการให้คะแนน	ระดับคะแนนของผู้พัฒนาระบบ					คะแนนเฉลี่ย
	5 ดีมาก	4 ดี	3 พอใช้	2 น้อย	1 ปรับปรุง	
แนวความคิดในการจำแนก	5	5	4	1	-	3.9
ความน่าใช้งาน	-	2	8	2	3	2.6
การนำเข้าข้อมูล	1	7	6	1	-	3.53
การแก้ไขข้อมูล	-	4	5	4	2	2.73
การค้นหาข้อมูล	4	4	5	2	-	3.6
ข้อมูลที่ทดสอบ	-	3	8	2	2	2.8
ความถูกต้องในการประมวลผล	4	3	5	3	-	3.53
ความเร็วในการใช้งาน	1	2	8	2	2	2.86

1. การสำรวจจากแบบสอบถามนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี-โท สรุปผลได้ดังนี้ในส่วนของแนวความคิดที่นำมาใช้ในการจำแนก จัดอยู่ในเกณฑ์ดี ถึงดีมาก, ความน่าใช้งาน, การนำเข้าข้อมูล, การแก้ไขข้อมูล, การค้นหาข้อมูล, ความถูกต้องในการประมวลผล อยู่ในระดับเกณฑ์ปานกลาง ถึงดี และความเร็วในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ส่วนข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในระดับที่น่าปรับปรุง ถึงน้อย

2. การสำรวจแบบสอบถามผู้พัฒนาระบบ สรุปผลได้ดังนี้ ในส่วนของแนวความคิดในการจำแนก, การนำเข้าข้อมูล, การค้นหาข้อมูล และความถูกต้องในการประมวลผล จัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ถึงดี แต่ในส่วนของ ความน่าใช้งาน และการแก้ไขข้อมูล, ความครบถ้วนข้อมูล และความเร็วในการค้นหาคำตอบจัดอยู่ในเกณฑ์น้อย ถึงปานกลาง

3. ในส่วนของผู้เชี่ยวชาญนั้นได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ตอบแบบสอบถาม โดยให้ความคิดเห็นว่าแนวความคิดในการจำแนกนั้นใช้ได้แต่ควรมีข้อมูลที่นำมาทดสอบมากขึ้น โดยสามารถนำไปใช้ได้กับระดับผู้ใช้ทั่วไป หรือเป็นต้นแบบในการจำแนกด้วยวิธีนี้ได้ ส่วนผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในการจำแนกนั้นไม่เหมาะกับการใช้งานระบบนี้

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ออกมา การสรุปผลการศึกษาประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ การสรุปผลการศึกษา, การวิจารณ์ผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ สำหรับการพัฒนาและการปรับปรุงระบบในอนาคต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ สามารถนำมาแก้ปัญหาการจำแนกกล้วยไม้ และเป็นต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งเป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกล้วยไม้ ตลอดจนผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ หรือนักวิจัย สามารถนำไปตรวจสอบชนิดของกล้วยไม้ได้ รวมถึงประโยชน์ทางด้านการค้นหาคำศัพท์ที่จะนำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ และยังเป็นฐานข้อมูลเพื่อเก็บรวมรวมข้อมูลกล้วยไม้ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนี้อาจทำให้ผู้ที่ยังต้องการใช้ระบบเดิมสามารถใช้โปรแกรมนี้ได้ด้วย จึงจัดสร้างระบบการจำแนกในปัจจุบันควบคู่กันไปทำให้ ผู้ที่นำไปใช้งานสามารถจำแนกได้ทั้ง 2 รูปแบบ จากการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้สามารถสรุปได้ดังนี้

- สามารถนำไปใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ได้โดยมีรูปแบบการจำแนกและการค้นหาคำตอบสะดวก
- สามารถทำการค้นหาคำตอบโดยไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับของการให้คำตอบ
- สามารถลดข้อจำกัดในกรณีที่ข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกบางอย่างขาดหายไปก็สามารถค้นหาคำตอบได้
- สามารถเรียงลำดับความถูกต้องของคำตอบจากความถูกต้องมากไปยังความถูกต้องน้อยในกรณีที่คำตอบที่ได้อาจมีมากกว่า 1 คำตอบ
- สามารถปรับปรุงฐานความรู้จากฐานข้อมูลได้เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

Copyright by Mahidol University

- สามารถค้นหา, แก้ไข, เพิ่ม, ลบคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ได้
- มีระบบการจำแนกกล้วยไม้แบบปัจจุบันเพื่อให้สามารถใช้งานในรูปแบบปัจจุบัน และสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่างๆได้
- สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการจำแนกกล้วยไม้ได้

5.2 วิจารณ์ผลการศึกษา

การวิจารณ์ผลการศึกษา จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ในส่วนของการวิจารณ์วิธีการจำแนกกล้วยไม้ และส่วนของการวิจารณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

5.2.1 การวิจารณ์วิธีการที่นำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้

วิธีการที่นำมาใช้ในการจำแนกกล้วยไม้จากระบบผู้เชี่ยวชาญแตกต่างกับระบบการจำแนกในปัจจุบันตรงที่ ระบบปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นการจำแนกตามแบบ อนุกรมเฉทลาดเฉียง หรือ อนุกรมเฉทคู่ขนาน ก็ตามจะมีการจำแนกโดยการค้นหาคำตอบในแนวลึก ส่วนการจำแนกในระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะเป็นการจำแนกโดยการค้นหาคำตอบในแนวกว้าง ซึ่งการค้นหาคำตอบในแนวลึกจะประสบปัญหาในกรณีที่ไม่สามารถแยกบางส่วนของลำดับขั้นได้ก็จะไม่สามารถทำการจำแนกต่อไปได้อีก ส่วนการจำแนกในแนวกว้างนั้นสามารถลดข้อจำกัดในส่วนนี้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถจัดการกับข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน หรือไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับในการตอบปัญหา ซึ่งทำให้สามารถทำการจำแนกกล้วยไม้ได้ง่ายกว่าวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน

5.2.2 การวิจารณ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้นี้ พัฒนามาจากโปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access 97 โดยฐานข้อมูลจะถูกจัดทำเป็นฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยดังนั้นข้อมูลที่นำมาเพิ่มเติม หรือแก้ไขในส่วนนี้ต้องมีความถูกต้องและสมบูรณ์ และในส่วนของการจำแนกส่วนใหญ่จะใช้รูปภาพจริงของกล้วยไม้ในแต่ละส่วนมาช่วยในการจำแนก ประกอบกับคำบรรยายลักษณะต่างๆของกล้วยไม้ ซึ่งข้อมูลในส่วนของรูปภาพควรจะต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการถ่ายภาพกล้วยไม้โดยเฉพาะ และคำบรรยายต่างๆควรให้ผู้ที่มีความชำนาญในการบรรยายข้อมูลเกี่ยวกับการจำแนกกล้วยไม้ จะทำให้โปรแกรมสามารถทำงานได้สะดวกและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และการพัฒนาการจำแนกกล้วยไม้ระบบปัจจุบัน ระบบก็สามารถลดปัญหาวิธีการใช้งานให้ง่าย และสะดวก

Copyright by Mahidol University

ขึ้น และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประมวลศัพท์ก็สามารถนำมาช่วยในการจำแนก โดยเฉพาะคำศัพท์เฉพาะด้านทำให้ผู้ใช้งานสามารถลดปัญหาคำศัพท์ที่ไม่เข้าใจได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ที่พัฒนาขึ้นควรมีการพัฒนา และปรับปรุงโปรแกรมพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ควรมีการเพิ่มเติมข้อมูลให้สามารถใส่รายละเอียดปลีกย่อยได้มากกว่าที่เป็นอยู่ และปรับปรุงในส่วนของฐานความรู้ เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาทดสอบไม่มากพอ

2. ข้อมูลรูปภาพควรทำให้สามารถขยายได้เพื่อง่ายต่อการจำแนกมากขึ้น

3. ข้อมูลรูปภาพที่จะนำเข้ามายังฐานข้อมูลควรมีความละเอียดไม่เกิน 250 x 250 pixel เนื่องจากจะทำให้การเปิดรูปภาพทำได้ช้า

4. ข้อมูลไม่สามารถทำการเพิ่มได้เกิน 1 gigabytes เนื่องจากฐานข้อมูล Microsoft Access97 สามารถรองรับข้อมูลได้ไม่เกิน 1 gigabytes

5. ใช้ Monitor Resolution ที่เหมาะสมคือ 600x800 ควรปรับปรุงให้สามารถใช้ได้ที่ความละเอียดทุก Resolution

6. ควรมีระบบความปลอดภัยผู้ใช้เช่น รหัสผ่าน

7. ส่วนของการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิมควรทำให้สามารถเชื่อมต่อการจำแนกในทุกระดับได้

8. ควรแบ่งแยกระหว่างหน้าจอผู้ใช้งานกับหน้าจอสำหรับผู้บันทึกและแก้ไขข้อมูล โดยให้หน้าจอสำหรับผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว ส่วนหน้าจอของผู้บันทึกข้อมูลให้สามารถบันทึก แก้ไข และเรียกดูข้อมูลได้

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง

1. ระพี สาคริก. ตำรากล้วยไม้มาตรฐาน. กรุงเทพฯ : สมาคมกล้วยไม้บางเขน; 2500.
2. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พืชป่าในบัญชีแนบท้ายหมายเลข 1 (กล้วยไม้) ตามอนุรักษ์ว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสสัตว์ป่าที่กำลังจะสูญพันธุ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์แห่งประเทศไทย; 2534.
3. ศ.ดร. เต็ม สมิตินันทน์. "วงศ์กล้วยไม้" ในหนังสืออนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ ศ.ดร. เต็ม สมิตินันทน์; 2538.
4. กรมการศึกษานอกโรงเรียน. กระทรวงศึกษาธิการ. ชุดวิชาการปลูกกล้วยไม้ไทยสกุลต่างๆ. กรุงเทพฯ : บริษัทต้นอ้อ แกรมมี่ จำกัด; 2541.
5. ณพพร ดำรงศิริ. พฤกษอนุกรมวิธาน Taxonomy of Vascular Plants. สาขาพฤษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง; 2530.
6. ระพี สาคริก. การอบรมหลักการเพาะปลูกกล้วยไม้ รุ่นที่ 9; 2515-2516.
7. Dressler, R. L. Phylogeny and Classification of the Orchid Family, Cambridge University Press; 1993.
8. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. สารานุกรมไม้ประดับในประเทศไทย เล่ม 1. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน); 2540.
9. ไตรสุดา ไวตรวจโรค. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการจำแนกพันธุ์อ้อย [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์] กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2539.
10. วิลาส วุวงศ์, บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. ระบบผู้เชี่ยวชาญ. กรุงเทพฯ : วีซีการพิมพ์; 2535.
11. Klahr, Philip, Waterman, Donald A. Expert Systems Techniques, Tools and Appications. California; 1986.
12. Rolston, David W. Principles of Artificial Intelligence and Expert Systems Development. Singapore : McGraw-Hill Book Company; 1988.
13. Buchanan BG.; Shortliffe ES. Safety Analysis Using an Expert-System in Chemical Processes. Korean Journal of Chemical Engineering; 1994.
14. Wolfgram DD, Dear Tj and Galbraith CS. Expert Systems for the Technical Professional. New York : John Wiley and Sons; 1987.

Copyright by Mahidol University

15. กิตติชัย ลวันยานนท์. ระบบผู้เชี่ยวชาญทางพฤกษนุกรมวิธาน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 2543; 23(1): 30-42.
16. ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์พฤกษศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน; กรุงเทพ : 2535.
17. รศ. ดร.อบฉันท์ ไทยทอง. กล้วยไม้เมืองไทย. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน); 2543.
18. ฝ่ายนำพืชและอนุรักษ์พืชป่า กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์. คู่มือจำแนกกล้วยไม้ไทย; กรุงเทพฯ : 2540.
19. บรรณ บูรณะชนบท. กล้วยไม้สกุลหวาย; 2534.
20. Seidenfaden, G. Orchid Genera in Thailand, Volume I – XIV; 1975-1988.
21. Seidenfaden, G. The Orchids of Indochina, Opera Botanica; 1992.
22. Seidenfaden, G. Contributions to the Orchid flora of Thailand, Bot. Tidsskr. (volumes) 1969-1977, Nord. J. Bot. 1981-1985, Opera Botanica. 1995.

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้

Copyright by Mahidol University

คู่มือการใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ไทย

1. ข้อมูลทั่วไปของโปรแกรม

โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้ไทย เป็น โปรแกรมที่ใช้ในจำแนกกล้วยไม้ ซึ่งประกอบด้วย วิธี จำแนกพันธุ์กล้วยไม้ 2 แบบ คือ การจำแนกระบบเดิม (ตามแบบพิเคราะห์พันธุ์ไม้) กับ การจำแนกระบบผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังมี ฐานข้อมูลพันธุ์ไม้ ที่ใช้ทำการเก็บรวบรวมพันธุ์ไม้ที่ไม่มีในระบบ ตลอดจนเป็นฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วย และศัพท์พฤษศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้ที่ไม่รู้คำศัพท์ทางพฤษศาสตร์ สามารถค้นหาคำศัพท์ที่ไม่ทราบความหมายได้

ความต้องการของระบบที่เหมาะสม

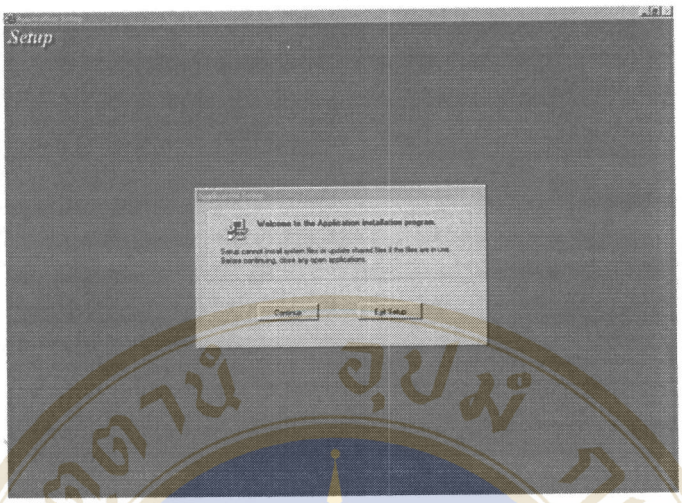
- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง 600 MHz ขึ้นไป
- หน่วยความจำ 128 MB
- แผงควบคุมจอภาพแบบ VGA
- ฮาร์ดดิสก์ มีพื้นที่อย่างน้อย 250 MB
- คีย์บอร์ด
- เมาส์
- ระบบปฏิบัติการ Windows 95 ขึ้นไป
- ความละเอียดจอภาพ 800 x 600
- โปรแกรม Visual Basic 6 run time

2. การติดตั้งโปรแกรม

แผ่นโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการจำแนกกล้วยไม้ของไทย เป็น แผ่น CD-ROM 1 แผ่น สามารถทำการติดตั้งได้ดังต่อไปนี้

1. นำแผ่น CD-ROM ใส่เข้าไปใน CD-ROM DRIVE
2. หน้าจอจะปรากฏหน้าจอส่วนติดตั้งโปรแกรมดังภาพที่ ก-1
3. ทำการติดตั้งโปรแกรมโดยคลิกที่ปุ่ม Continue ดังภาพ
4. จากนั้นให้ทำตาม Wizard ของโปรแกรมจนติดตั้งสมบูรณ์
5. ในกรณีที่ CD-ROM ของคอมพิวเตอร์ไม่ Auto run ให้ทำการติดตั้งโดยคลิกที่ Icon setup จะปรากฏหน้าจอติดตั้งดังภาพที่ ก-1

Copyright by Mahidol University

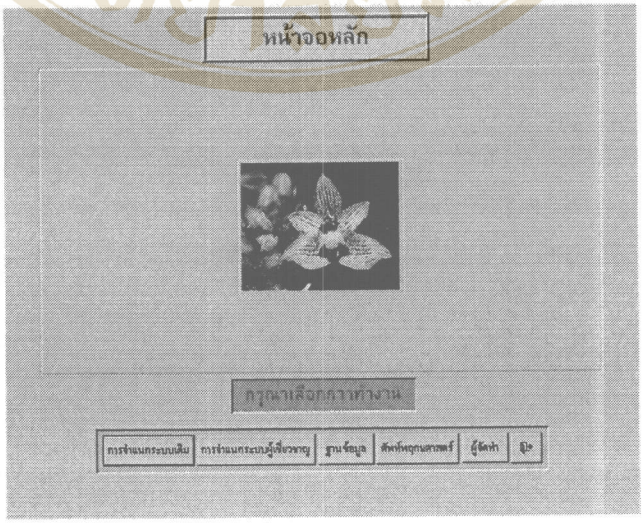


ภาพที่ ก.1 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม

3. เริ่มเข้าสู่โปรแกรม

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว หน้าจอจะปรากฏปุ่มเมนูย่อย 5 เมนู ดังนี้

- ปุ่มสำหรับส่วนการจำแนกกล้วยไม้แบบเดิม
- ปุ่มสำหรับส่วนการจำแนกด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ
- ปุ่มสำหรับส่วนฐานข้อมูล
- ปุ่มสำหรับส่วนศัพท์พฤกษศาสตร์
- ปุ่มที่เป็นส่วนเกี่ยวกับผู้จัดสร้างโปรแกรม



ภาพที่ ก.2 หน้าจอหลักของโปรแกรม

Copyright by Mahidol University

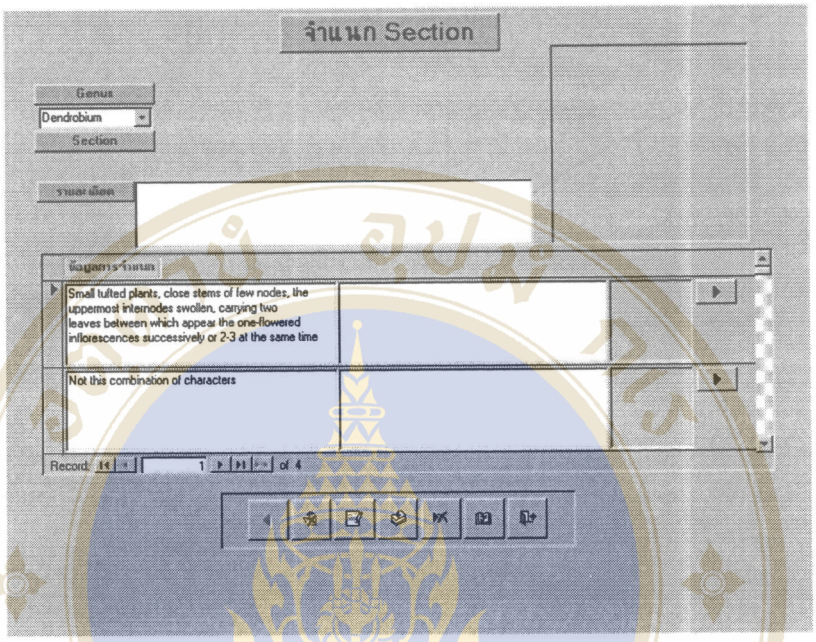
3.1 หน้าจอสำหรับการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิมแบ่งเป็น 5 ส่วนด้วยกันดังนี้

- ส่วนของการจำแนกระดับ Subfamily
- ส่วนของการจำแนกระดับ Tribe
- ส่วนของการจำแนกระดับ Subtribe
- ส่วนของการจำแนกระดับ Genus
- ส่วนของการจำแนกระดับ Section
- ส่วนของการจำแนกระดับ Species

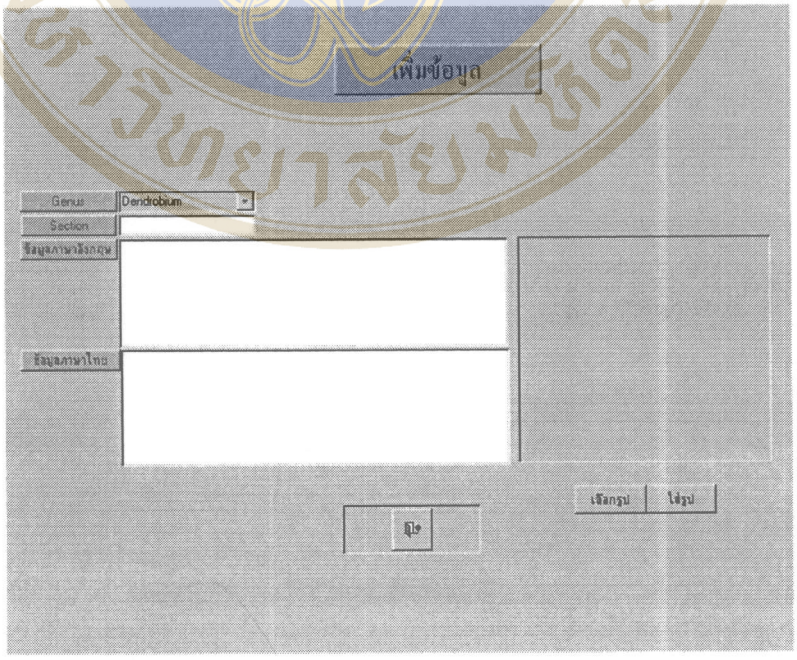
ภาพที่ ก.3 หน้าจอการจำแนกระบบเดิม

Copyright by Mahidol University

หน้าจอย่อยของการจำแนกกล้วยไม้ระบบเดิมนั้นมี 6 หน้าจอแต่ละหน้าจอจะเหมือนกันแตกต่างกันที่ระดับของการจำแนกเท่านั้น

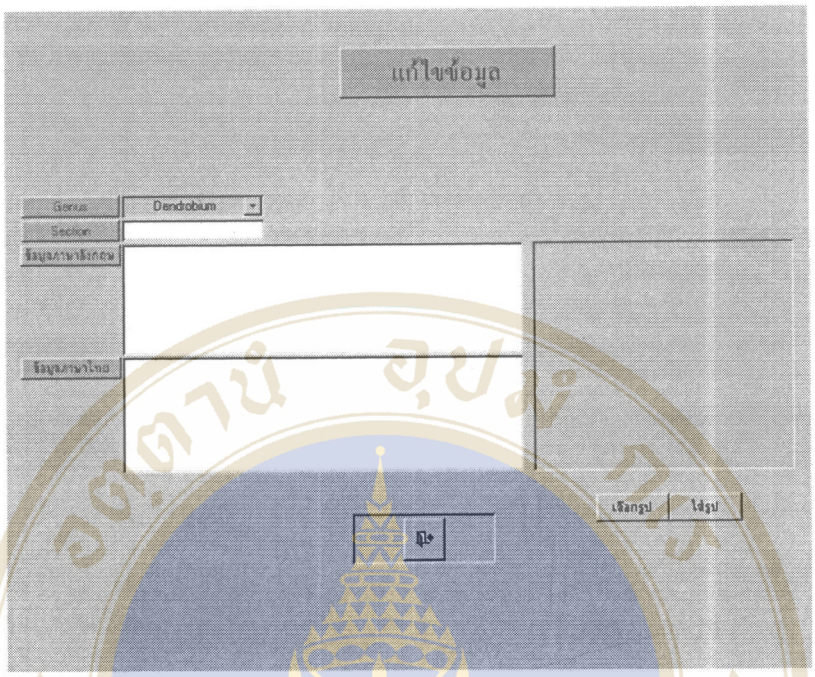


ภาพที่ ก.4 การจำแนกระบบเดิม



ภาพที่ ก.5 หน้าจอการเพิ่มข้อมูลระบบเดิม

Copyright by Mahidol University



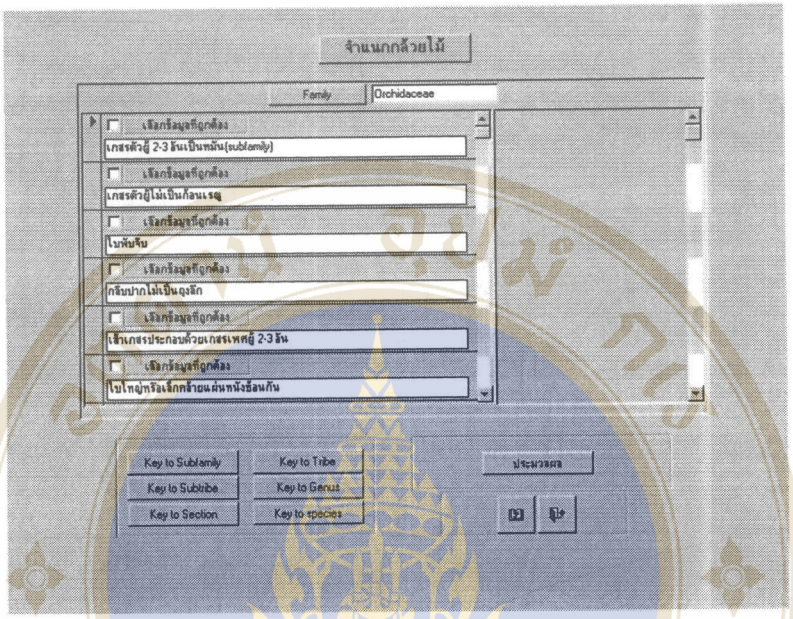
ภาพที่ ก.6 หน้าจอแก้ไขข้อมูลระบบเดิม

3.2 การจำแนกกล้วยไม้ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อเปิดในส่วนของการจำแนกด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญโปรแกรมจะแสดงหน้าจอการจำแนกระดับ Subfamily ไว้ ซึ่งหน้าจอการจำแนกตั้งแต่ระดับ Subfamily จนถึงหน้าจอ การจำแนกระดับ Section จะเหมือนกันทุกประการต่างกันที่ในระดับ Tribe ถึง Section จะมี Combo box ให้เลือกทำการจำแนกว่าจะจำแนกชนิดไหน แต่จะแตกต่างกับการจำแนกในระดับ Species

Copyright by Mahidol University

การจำแนกทำได้โดยเลือกข้อมูลจาก Check box ที่ถูกต้องจนเหลือแต่ตัวที่ไม่ต้องการจากนั้นทำการประมวลผลก็จะได้คำตอบที่ต้องการ



ภาพที่ ก.7 การจำแนกระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily

การจำแนกในระดับ Species ทำได้โดยเลือกข้อมูลจาก Check box ที่ถูกต้องจากทุกหมวดจนเหลือแต่ตัวที่ไม่ต้องการจากนั้นทำการประมวลผลก็จะได้คำตอบที่ต้องการ

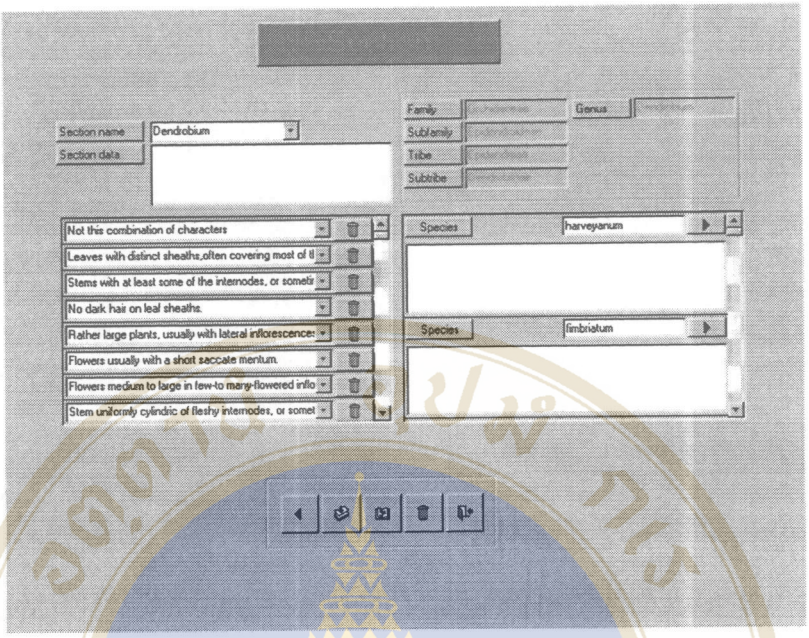
Copyright by Mahidol University

ภาพที่ ก.8 การจำแนกระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Species

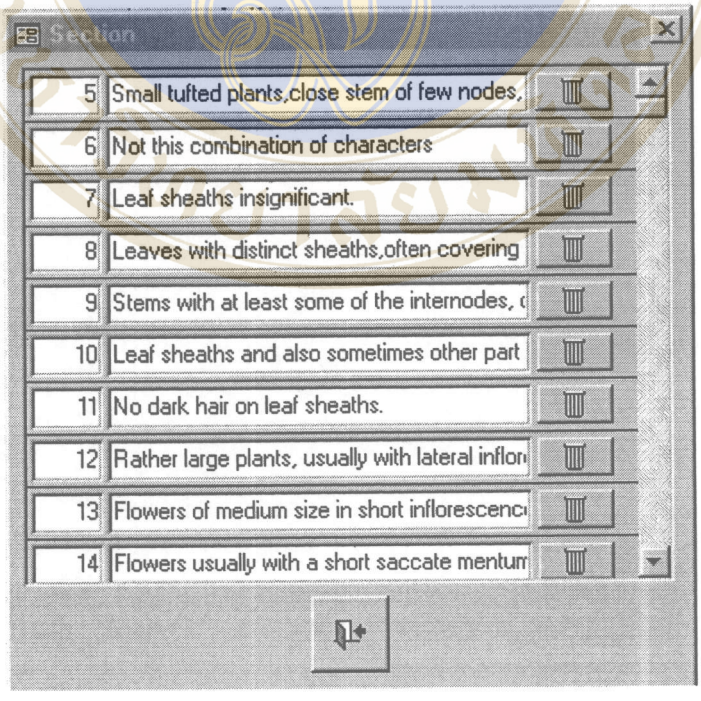
3.3 ฐานข้อมูล

เมื่อเปิดในส่วนของฐานข้อมูลจะปรากฏหน้าจอหลักของฐานข้อมูลแบ่งเป็น 6 ระดับ โดยแต่ละระดับจะสามารถทำการแก้ไขข้อมูลหรือเพิ่มข้อมูลที่ฐานข้อมูลได้ โดยหน้าจอ ระดับ Family ระดับ Subfamily ถึง Section จะมีหน้าจอเหมือนกัน แต่ในระดับ Species จะมีหน้าจอที่แตกต่างกัน

Copyright by Mahidol University

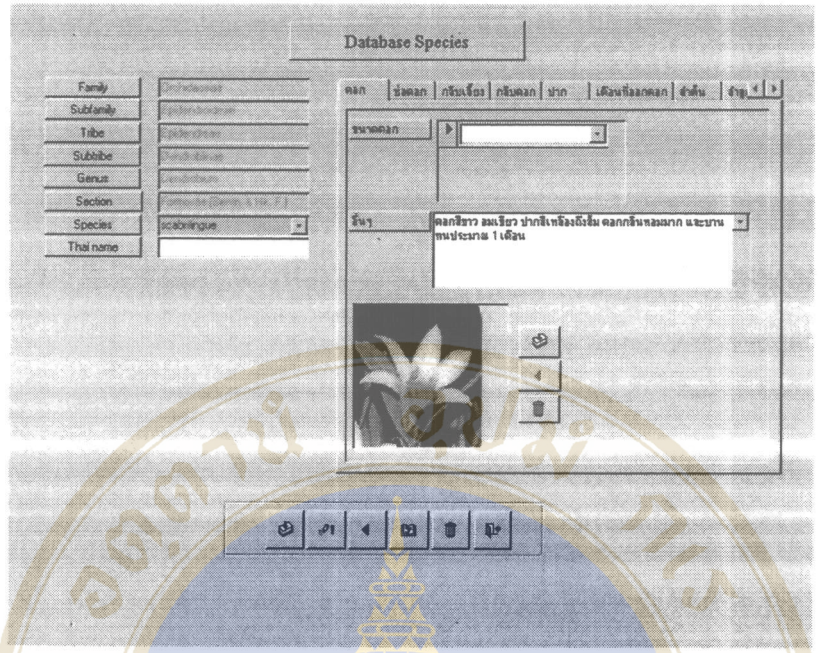


ภาพที่ ก.9 ฐานข้อมูลในระดับ Section

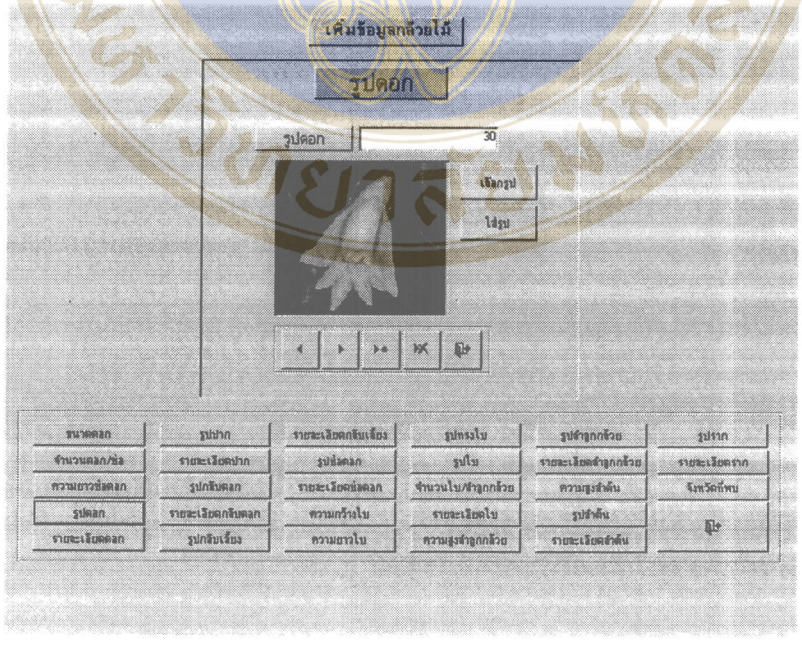


ภาพที่ ก.10 การเพิ่มข้อมูลการจำแนกในระดับ Section

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ก.11 ฐานข้อมูลในระดับ Species



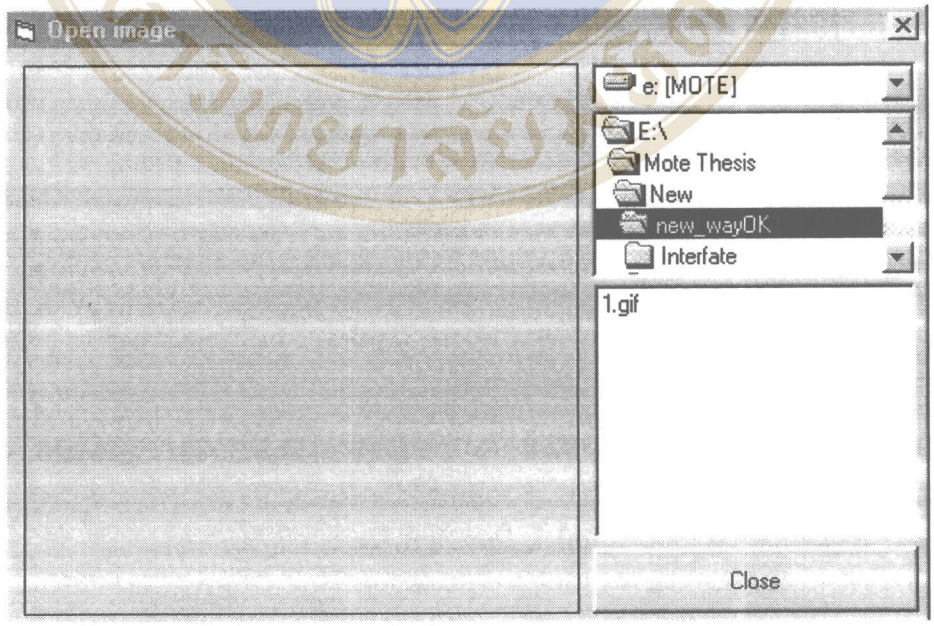
ภาพที่ ก.12 หน้าจอแก้ไข เพิ่ม ลบ ฐานข้อมูลระดับ Species

Copyright by Mahidol University

3.4 หน้าจอศัพท์พฤกษศาสตร์

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ค้นหาศัพท์ที่เกี่ยวข้องทางพฤกษศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้ทำการจำแนกสามารถค้นหาศัพท์ และแก้ไข เพิ่ม ลบ ศัพท์ได้

ภาพที่ ก.13 หน้าจอแก้ไข เพิ่ม ลบ ฐานศัพท์พฤกษศาสตร์



ภาพที่ ก.14 หน้าจอนำข้อมูลภาพเข้าโปรแกรม

Copyright by Mahidol University

ปุ่มสัญลักษณ์ที่นำมาใช้ในโปรแกรม

- ใช้ย้อนกลับไปยังข้อมูลที่ก่อนหน้าที่ทำการเลือก

- ใช้เริ่มทำการจำแนกอีกครั้ง

- ใช้แก้ไขข้อมูล

- ใช้ลบข้อมูล

- ใช้เพิ่มข้อมูล

- ให้ทำงานต่อไป

- เปิดคำศัพท์

- ปุ่มรีเฟรส

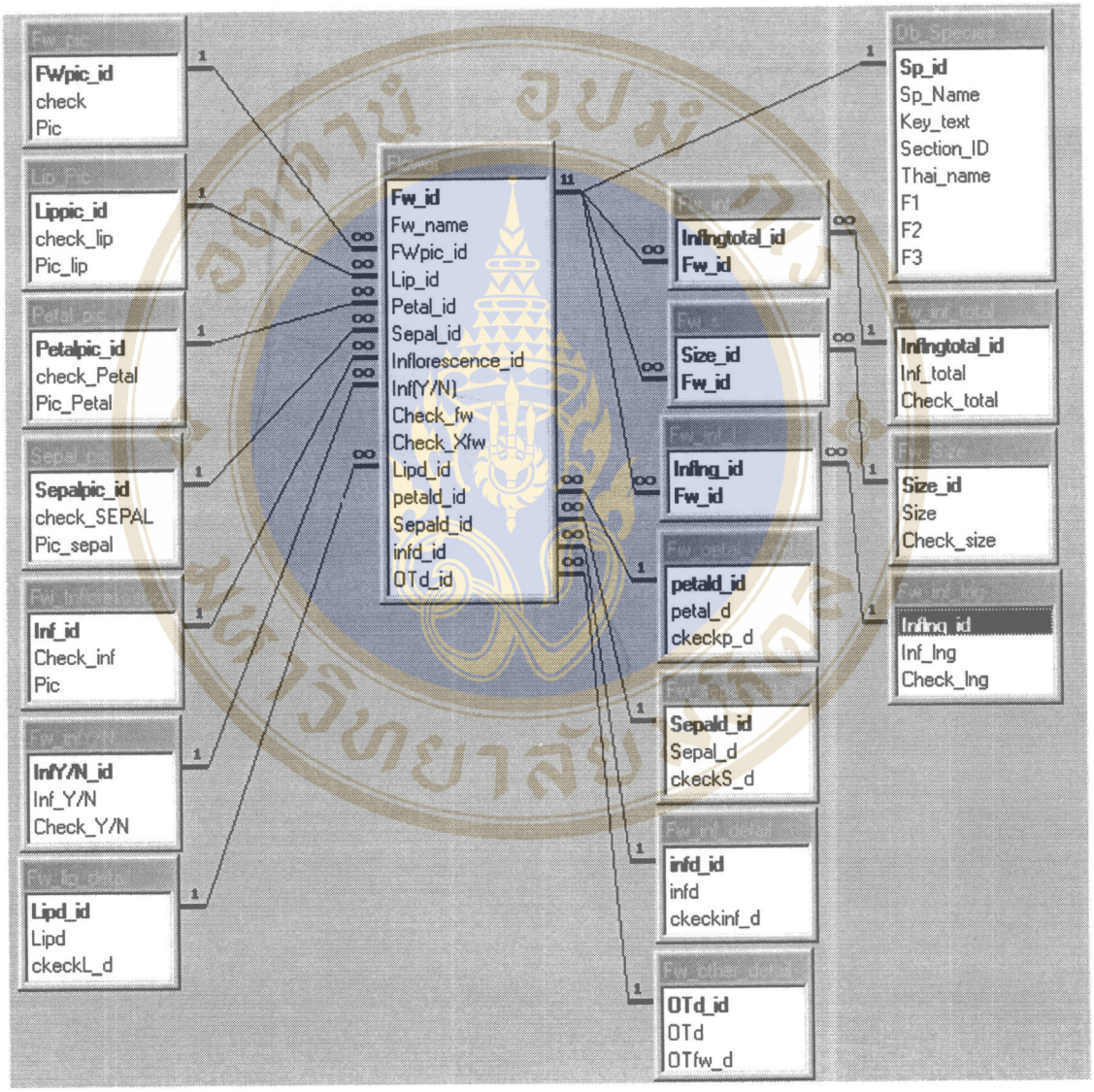
- ออก

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข

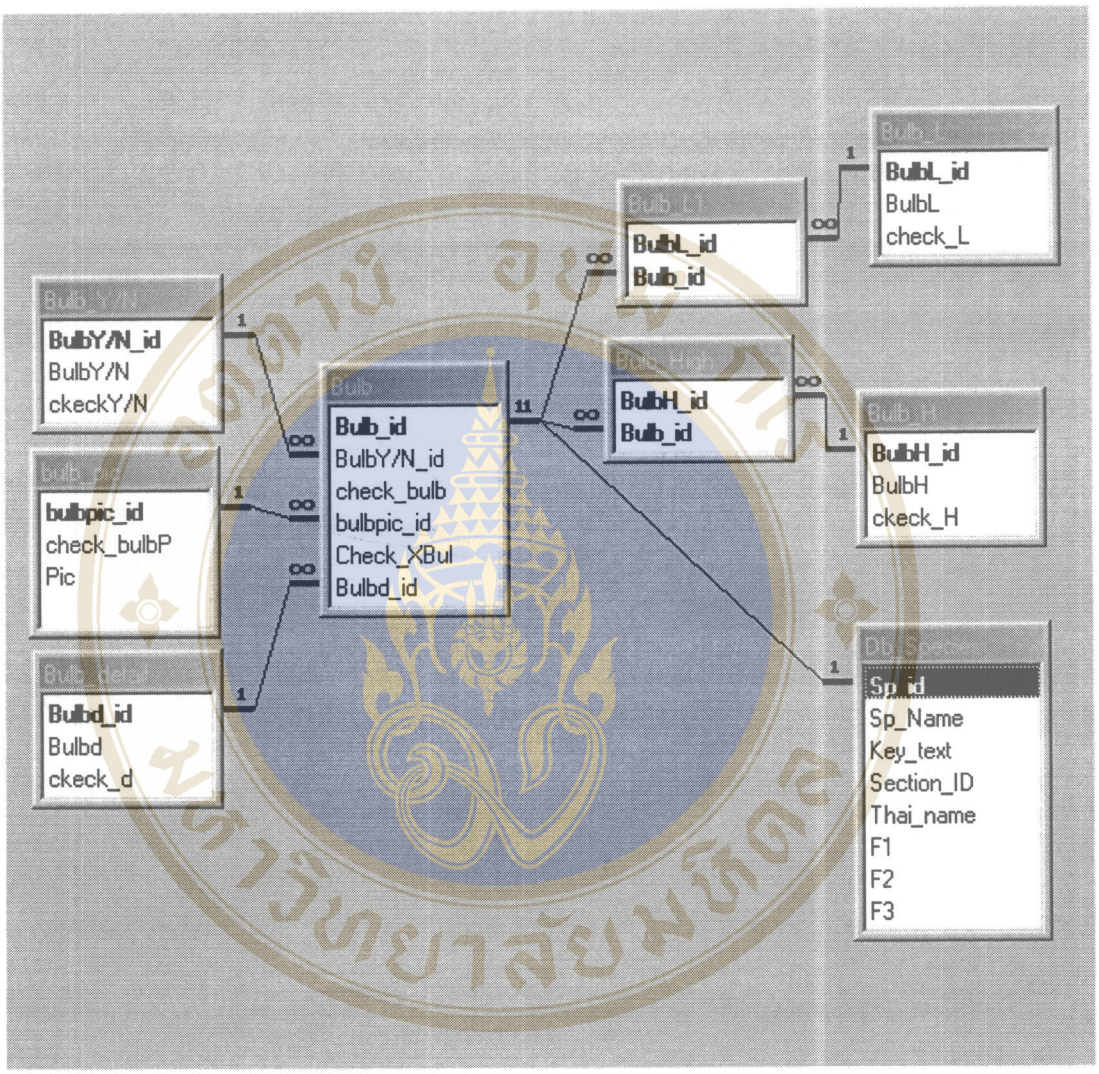
แสดง ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล และตารางทั้งหมดของระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้

Copyright by Mahidol University



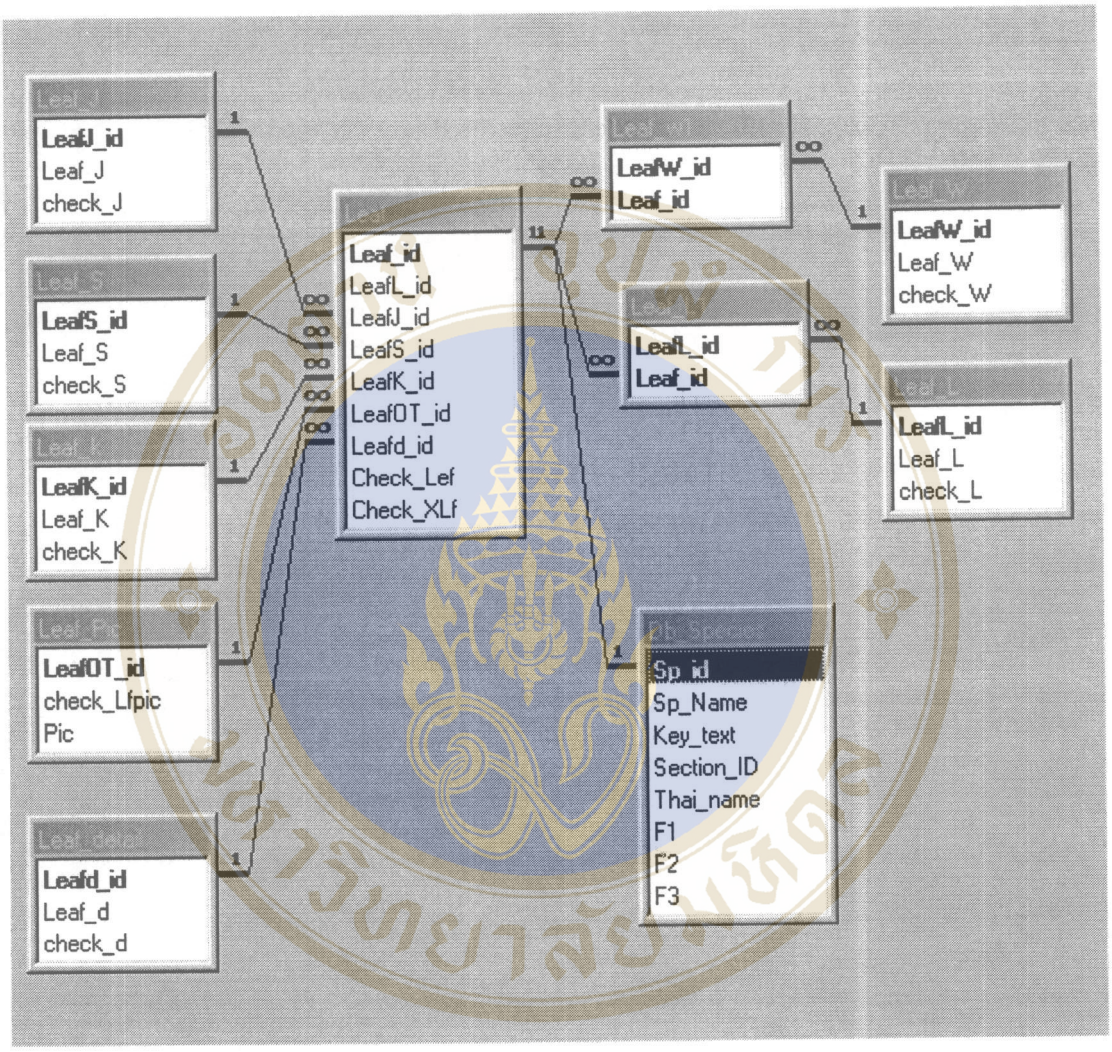
ภาพที่ ข.1 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของดอก)

Copyright by Mahidol University



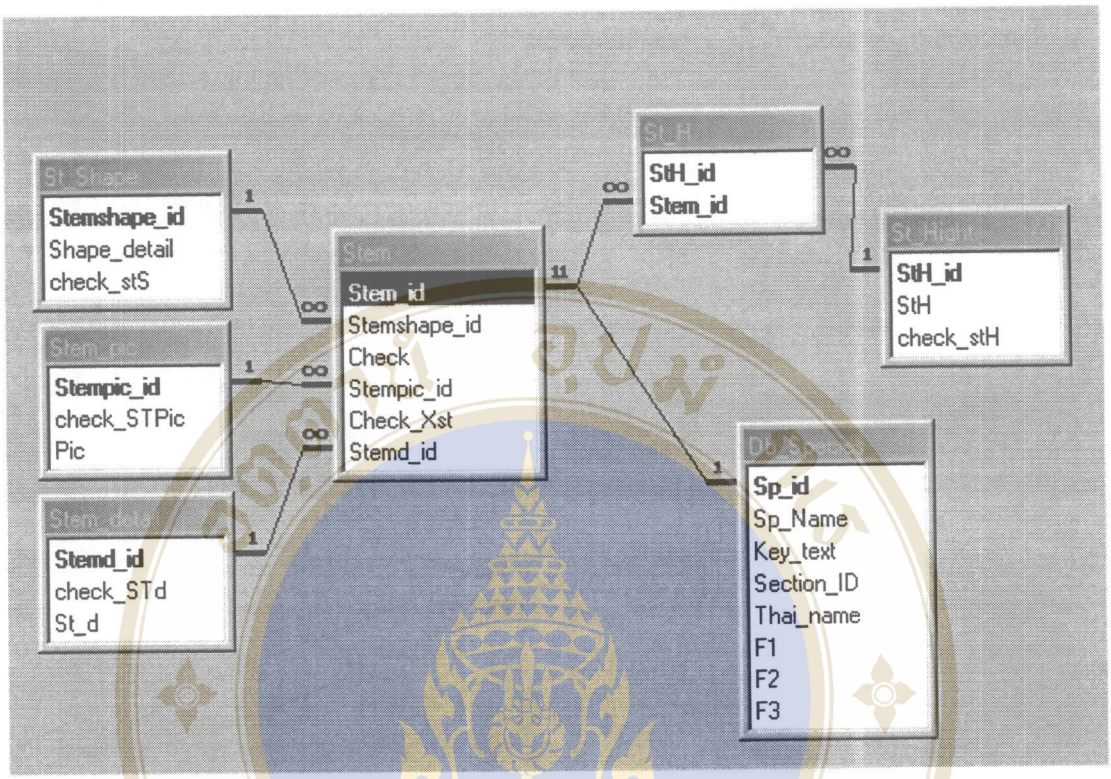
ภาพที่ ข.2 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของลำลูกกล้วย)

Copyright by Mahidol University

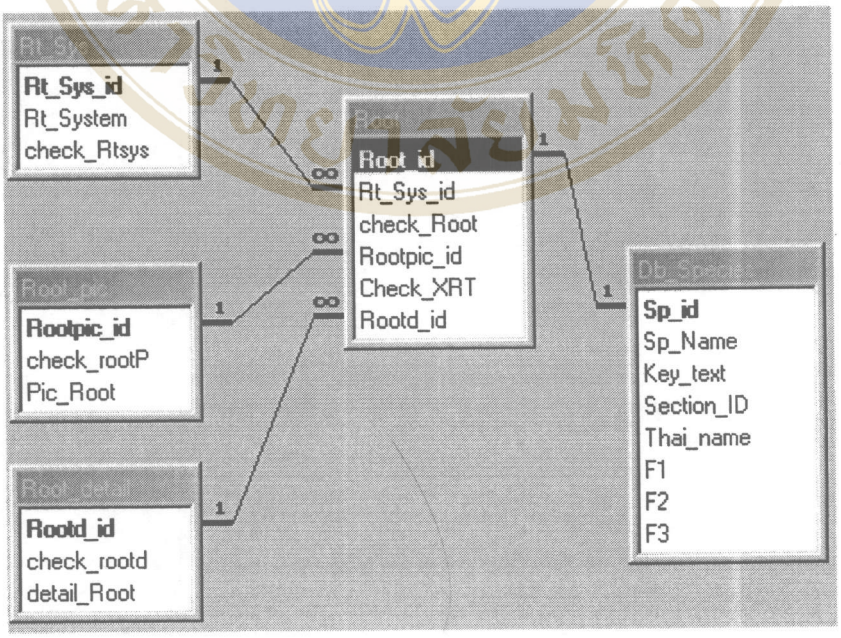


ภาพที่ ข.3 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของใบ)

Copyright by Mahidol University

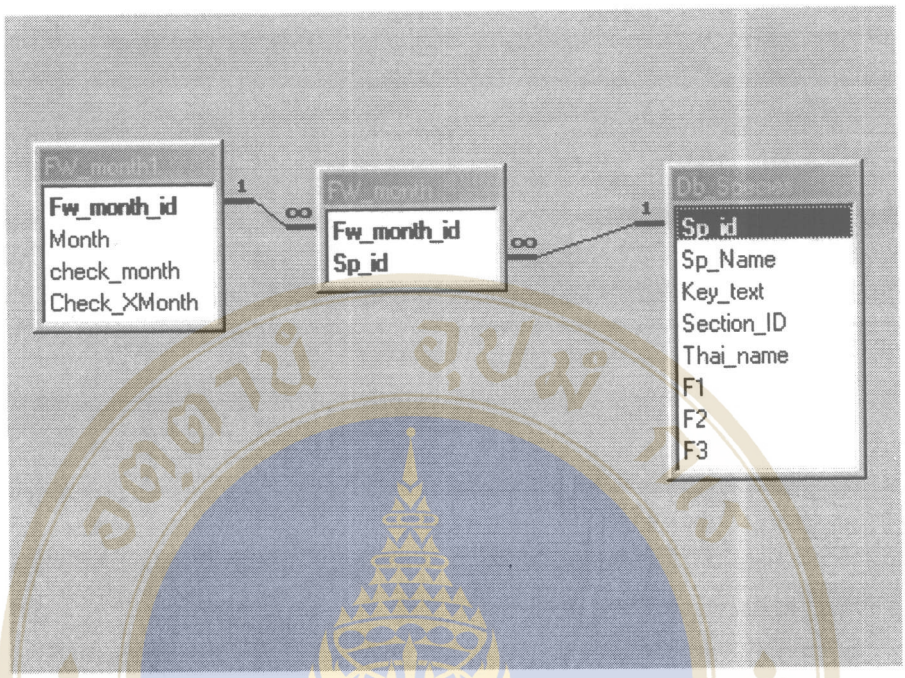


ภาพที่ ข.4 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของลำต้น)

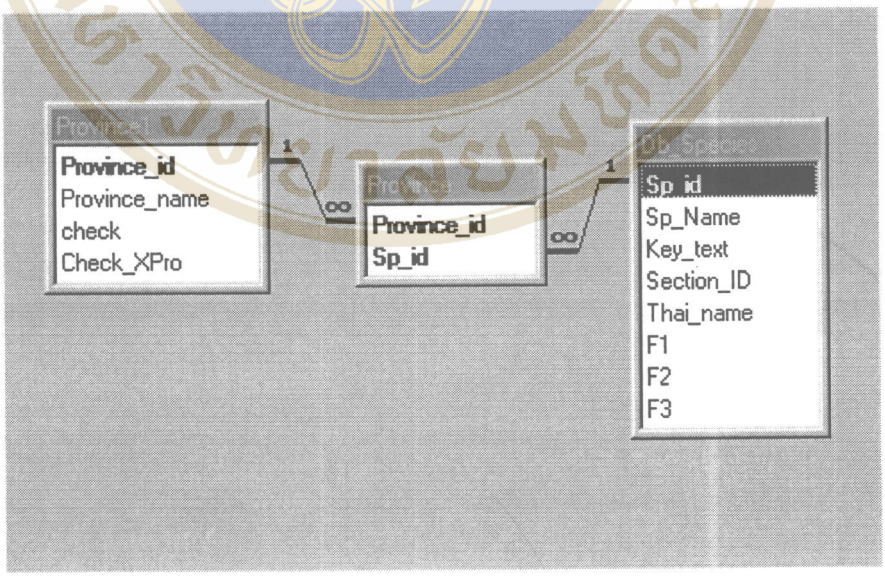


ภาพที่ ข.5 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของราก)

Copyright by Mahidol University

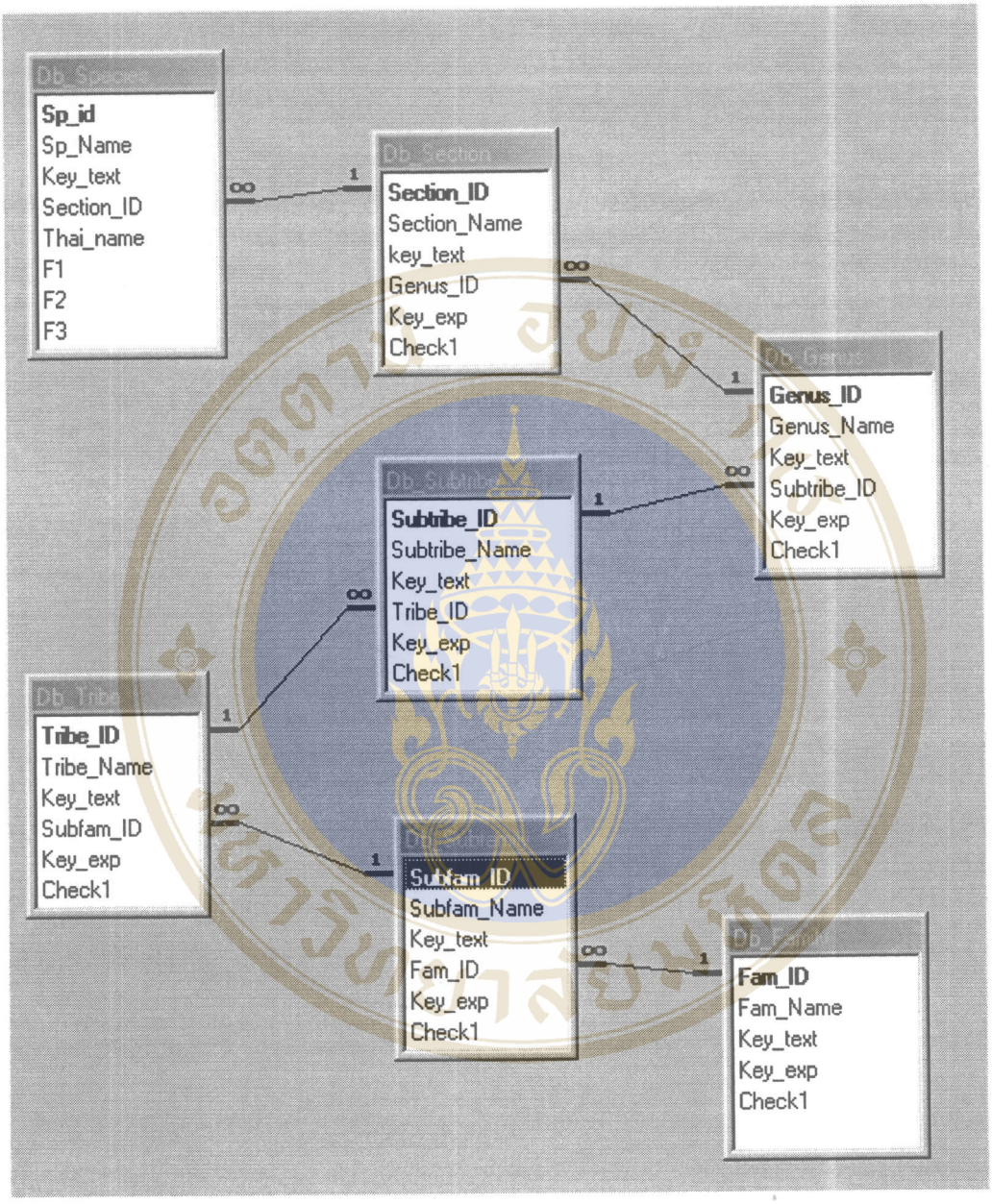


ภาพที่ ข.6 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของเดือนที่ออกดอก)



ภาพที่ ข.7 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของจังหวัดที่พบ)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ ข.8 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ส่วนของระดับในการจำแนก)

Copyright by Mahidol University

ตารางทั้งหมดของระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้

ตาราง Db_family ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Family ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Table	Field	Attribute	Description
Db_family	Fam_id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam_name	Text	ชื่อ Family
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Key_exp	Memo	รายละเอียดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Db_subfamily ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Subfamily ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Db_subfamily	Subfam_id	Numeric	คีย์หลัก
	Subfam_name	Text	ชื่อ Subfamily
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Fam_id	Numeric	เชื่อมคีย์หลักตาราง Db_family
	Key_exp	Memo	รายละเอียดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Db_tribe ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Tribe ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Db_tribe	Tribe_id	Numeric	คีย์หลัก
	Tribe_name	Text	ชื่อ Tribe
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Subfam_id	Numeric	เชื่อมคีย์หลักตาราง Db_subfamily
	Key_exp	Memo	รายละเอียดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Db_subtribe ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Subtribe ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Db_subtribe	Subtribe_id	Numeric	คีย์หลัก
	Subtribe_name	Text	ชื่อ Subtribe
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Tribe_id	Numeric	เชื่อมคีย์หลักตาราง Db_tribe
	Key_exp	Memo	รายละเอียดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Db_genus ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Genus ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Db_genus	Genus_id	Numeric	คีย์หลัก
	Genus_name	Text	ชื่อ Genus
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Subtribe_id	Numeric	เชื่อมคีย์หลักตาราง Db_subtribe
	Key_exp	Memo	รายละเอียดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Db_section ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Section ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Db_section	Section_id	Numeric	คีย์หลัก
	Section_name	Text	ชื่อ Section
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Genus_id	Numeric	เชื่อมคีย์หลักตาราง Db_genus
	Key_exp	Memo	รายละเอียดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Db_species ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆของ Species ใช้เป็นฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Db_species	Sp_id	Numeric	คีย์หลัก
	Sp_name	Text	ชื่อ Species
	Key_text	Memo	รายละเอียดในการจำแนก
	Section_id	Numeric	เชื่อมคีย์หลักตาราง Db_section
	Thai_name	Text	ชื่อภาษาไทย

ตาราง Dict ทำหน้าที่รวบรวมคำศัพท์ต่างๆทางพฤกษศาสตร์

Dict	Dict_id	Numeric	คีย์หลัก
	Dict_name	Text	คำศัพท์
	Dict_data	Memo	รายละเอียดศัพท์
	Dict_pic	OLE Object	รูปภาพ

ตาราง Fam ใช้ในการจำแนกระบบเดิมโดยเก็บข้อมูลการจำแนกในระดับ Subfamily

Fam	Id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Family จากฐานข้อมูล
	Subfam	Text	ชื่อ Subfamily
	Memo	Memo	รายละเอียดภาษาอังกฤษ
	Memo_thai	Memo	รายละเอียดภาษาไทย
	From	Numeric	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบทอดมาจากข้อมูลไหน
	OLE	OLE Object	รูปภาพ
	Num	Numeric	หมายเลขบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้น
	Flang1	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด
	Flang2	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

Copyright by Mahidol University

ตาราง Subfam ใช้ในการจำแนกระบบเดิมโดยเก็บข้อมูลการจำแนกในระดับ Tribe

Subfam	Id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Family จากฐานข้อมูล
	Subfam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subfamily จากฐานข้อมูล
	Tribe	Text	ชื่อ Tribe
	Memo	Memo	รายละเอียดภาษาอังกฤษ
	Memo_thai	Memo	ราบละเอียดภาษาไทย
	From	Numeric	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบทอดมาจากข้อมูลไหน
	OLE	OLE Object	รูปภาพ
	Num	Numeric	หมายเลขบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้น
	Flang1	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด
	Flang2	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

ตาราง Tribe ใช้ในการจำแนกระบบเดิมโดยเก็บข้อมูลการจำแนกในระดับ Subtribe

Tribe	Id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Family จากฐานข้อมูล
	Subfam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subfamily จากฐานข้อมูล
	Tribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Tribe จากฐานข้อมูล
	Subtribe	Text	ชื่อ Subtribe
	Memo	Memo	รายละเอียดภาษาอังกฤษ
	Memo_thai	Memo	รายละเอียดภาษาไทย
	From	Numeric	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบทอดมาจากข้อมูลไหน
	OLE	OLE Object	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบทอดมาจากข้อมูลไหน
	Num	Numeric	รูปภาพ
	Flang1	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

Copyright by Mahidol University

	Flang2	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

ตาราง Subtribe ใช้ในการจำแนกระบบเดิมโดยเก็บข้อมูลการจำแนกในระดับ Genus

Subtribe	Id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Family จากฐานข้อมูล
	Subfam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subfamily จากฐานข้อมูล
	Tribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Tribe จากฐานข้อมูล
	Subtribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subtribe จากฐานข้อมูล
	Genus	Text	ชื่อ Genus
	Memo	Memo	รายละเอียดภาษาอังกฤษ
	Memo_thai	Memo	รายละเอียดภาษาไทย
	From	Numeric	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบทอดมาจากข้อมูลไหน
	OLE	OLE Object	รูป
	Num	Numeric	หมายเลขบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้น
	Flang1	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด
	Flang2	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

ตาราง Genus ใช้ในการจำแนกระบบเดิมโดยเก็บข้อมูลการจำแนกในระดับ Section

Genus	Id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Family จากฐานข้อมูล
	Subfam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subfamily จากฐานข้อมูล
	Tribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Tribe จากฐานข้อมูล
	Subtribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subtribe จากฐานข้อมูล
	Genus	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Genus จากฐานข้อมูล
	Section	Text	ชื่อ Section
	Memo	Memo	รายละเอียดภาษาอังกฤษ
	Memo_thai	Memo	รายละเอียดภาษาไทย
	From	Numeric	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบ

Copyright by Mahidol University

			ทอดมาจากข้อมูลไหน
	OLE	OLE Object	รูป
	Num	Numeric	หมายเลขบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้น
	Flang1	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด
	Flang2	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

ตาราง Section ใช้ในการจำแนกระบบเดิมโดยเก็บข้อมูลการจำแนกในระดับ Species

Section	Id	Numeric	คีย์หลัก
	Fam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Family จากฐานข้อมูล
	Subfam	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subfamily จากฐานข้อมูล
	Tribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Tribe จากฐานข้อมูล
	Subtribe	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Subtribe จากฐานข้อมูล
	Genus	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Genus จากฐานข้อมูล
	Section	Numeric	ใช้ดึงชื่อ Section จากฐานข้อมูล
	Species	Text	ชื่อ Species
	Memo	Memo	รายละเอียดภาษาอังกฤษ
	Memo_thai	Memo	รายละเอียดภาษาไทย
	From	Numeric	ใช้บ่งบอกว่าข้อมูลนี้เป็นสายว่าสืบทอดมาจากข้อมูลไหน
	OLE	OLE Object	รูปภาพ
	Num	Numeric	หมายเลขบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้น
	Flang1	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด
	Flang2	Yes/No	เป็นเครื่องหมายที่นำมาใช้ลบข้อมูลที่มีการสืบทอด

Copyright by Mahidol University

ตาราง Key_exp_subfam ใช้ในการคำนวณหาคำตอบระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily

Key_exp_subfam	Exp_subfam_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Key_exp_subfam1 กับ ตาราง Db_subfamily
	Subfam_id	Numeric	
	Pop	Numeric	ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบ

ตาราง Key_exp_subfam1 ใช้เลือกคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subfamily

Key_exp_subfam1	Exp_subfam_id	Numeric	คีย์หลัก
	Subfam_data	Text	รายละเอียดในการจำแนก
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Key_exp_tribe ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ระดับ Tribe และค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Key_exp_tribe	Exp_tribe_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Key_exp_tribe1 กับ ตาราง Db_tribe
	Tribe_id	Numeric	
	Pop	Numeric	ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบ
	Subfamx_id	Numeric	ช่วยในการจัดการคำตอบของโปรแกรม

ตาราง Key_exp_tribe1 ใช้เลือกคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Tribe

Key_exp_tribe1	Exp_tribe_id	Numeric	คีย์หลัก
	Tribe_data	Text	รายละเอียดในการจำแนก
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Key_exp_subtribe เก็บข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ระดับ Subtribe และค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Key_exp_subtribe	Exp_subtribe_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Key_exp_subtribe 1 กับ ตาราง Db_subtribe
	Subtribe_id	Numeric	
	Pop	Numeric	ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบ
	Tribex_id	Numeric	ช่วยในการจัดการคำตอบของโปรแกรม

ตาราง Key_exp_subtribe1 เก็บที่ใช้เลือกคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Subtribe

Key_exp_subtribe1	Exp_subtribe_id	Numeric	คีย์หลัก
	Subtribe_data	Text	รายละเอียดในการจำแนก
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Key_exp_genus เก็บข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ระดับ Genus และค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Key_exp_genus	Exp_genus_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Key_exp_genus 1 กับ ตาราง Db_genus
	Genus_id	Numeric	
	Pop	Numeric	ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบ
	Subtribex_id	Numeric	ช่วยในการจัดการคำตอบของโปรแกรม

Copyright by Mahidol University

ตาราง Key_exp_genus1 เก็บที่ใช้เลือกคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ genus

Key_exp_genus1	Exp_genus_id	Numeric	คีย์หลัก
	Genus_data	Text	รายละเอียดในการจำแนก
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Key_exp_section เก็บข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกกล้วยไม้ระดับ Section และค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Key_exp_section	Exp_ section_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Key_exp_section 1 กับ ตาราง Db_section
	Section_id	Numeric	
	Pop	Numeric	ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบ
	Genusx_id	Numeric	ช่วยในการจัดการคำตอบของโปรแกรม

ตาราง Key_exp_ section1 เก็บที่ใช้เลือกคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับ Section ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Key_exp_ section1	Exp_ section_id	Numeric	คีย์หลัก
	Section_data	Text	รายละเอียดในการจำแนก
	Check1	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Bulb เก็บข้อมูลลำลูกกล้วยเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Bulb	Bulb_id	Numeric	คีย์หลัก
	BulbY/N_id	Numeric	ใช้เชื่อมกับคีย์หลักตาราง Bulb_Y/N
	Check_bulb	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Bulbpic_id	Numeric	ใช้เชื่อมกับคีย์หลักตาราง Bulb_pic

Copyright by Mahidol University

	Check_xbul	Yes/No	ช่วยในการจัดการคำตอบของโปรแกรม
	Bulbd_id	Numeric	ใช้เชื่อมกับคีย์หลักตาราง Bulbd

ตาราง Bulb_detail เก็บข้อมูลรายละเอียดลำลูกกล้วยเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Bulb_detail	Bulbd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Bulbd	Memo	รายละเอียดของลำลูกกล้วย
	Check_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Bulb_h เก็บข้อมูลความสูงลำลูกกล้วยเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Bulb_h	Bulbh_id	Numeric	คีย์หลัก
	Bulbh	Text	รายละเอียดของความสูงลำลูกกล้วย
	Check_h	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Bulb_l เก็บข้อมูล ลำลูกกล้วย 1 ลำ มีใบกี่ใบ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Bulb_l	Bulbl_id	Numeric	คีย์หลัก
	Bulbl	Text	รายละเอียดของจำนวนใบต่อ 1 ลำลูกกล้วย
	Check_l	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Bulb_pic เก็บข้อมูลรูปภาพลำลูกกล้วยเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Bulb_pic	Bulbpic_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_bulbp	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic	OLE Object	รูปภาพ

Copyright by Mahidol University

ตาราง Bulb_y/n เก็บข้อมูลว่ามีลำลูกกล้วยหรือไม่เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Bulb_y/n	Bulby/n_id	Numeric	คีย์หลัก
	Bulby/n	Text	ใช้แสดงว่ามีลำลูกกล้วยหรือไม่
	Checky/n	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Flower เก็บข้อมูลดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Flower	Fw_id	Numeric	คีย์หลัก
	Fw_name	Text	ชื่อดอกกล้วยไม้
	FWpic_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง FW_pic
	Lip_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง FW_Lip
	Petal_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_Petal
	Sepal_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_Sepal
	Inflorescence_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_Inflorescence
	Inf(Y/N)	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_infY/N
	Check_fw	Yes/No	ช่วยในการเลือกข้อมูล
	Check_Xfw	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Lipd_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_lip_detail
	petald_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_petal_detail
	Sepald_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_Sepal_detail
	infd_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_Inf_detail
	OTd_id	Numeric	ใช้เชื่อมต่อกับตาราง Fw_other_detail

Copyright by Mahidol University

ตาราง Fw_inf_detail เก็บข้อมูลรายละเอียดก้านช่อดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_inf_detail	Infd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Infd	Memo	รายละเอียดช่อดอก
	ckeckinf_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Fw_inf_lng เก็บข้อมูลความยาวก้านช่อดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_inf_lng	Inflng_id	Numeric	คีย์หลัก
	Inf_lng	Text	รายละเอียดความยาวช่อดอก
	Check_lng	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Fw_inf_l ที่ใช้เชื่อมข้อมูลระหว่างตาราง Flower กับตาราง Fw_Inflng ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_inf_l	Inflng_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Fw_Inf_lng กับ ตาราง Flower
	Fw_id	Numeric	

ตาราง Fw_inf_total เก็บข้อมูลว่าก้านช่อดอก 1 ช่อ มีกี่ดอก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_inf_total	Inflngtotal_id	Numeric	คีย์หลัก
	Inf_total	Text	รายละเอียดช่อดอก
	Check_total	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Fw_inf_t ที่ใช้เชื่อมข้อมูลระหว่างตาราง Flower กับตาราง Fw_Inflng_total ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_inf_t	Inflngtotal_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Fw_Inf_total กับ ตาราง Flower
	Fw_id	Numeric	

ตาราง Fw_Inflorescence เก็บข้อมูลรายละเอียดและรูปช่อดอก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_Inflorescence	Inf_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_inf	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic	OLE Object	รูปภาพ

ตาราง Fw_infY/N เก็บข้อมูลว่ามีก้านช่อดอกหรือไม่ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_infY/N	InfY/N_id	Numeric	คีย์หลัก
	Inf_Y/N	Memo	มีช่อดอกหรือไม่
	Check_Y/N	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Fw_lip เก็บข้อมูลปากดอก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_lip	Lip_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_lip	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic_lip	Numeric	เชื่อมข้อมูลตาราง Fw_pic

ตาราง Fw_lip_detail เก็บข้อมูลรายละเอียดปากดอก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_lip_detail	Lipd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Lipd	Memo	รายละเอียดปากดอก
	ckeckL_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Fw_month ที่ใช้เชื่อมข้อมูลของเดือนที่ออกดอก กับ ชนิดของกล้วยไม้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_month	Fw_month_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Fw_month1 กับ ตาราง Db_species
	Sp_id	Numeric	

ตาราง Fw_month1 ก็บข้อมูลเดือนที่ออกดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_month1	Fw_month_id	Numeric	คีย์หลัก
	Month	Text	ชื่อเดือน
	Check_month	Yes/No	ช่วยในการเลือกข้อมูล
	Check_XMonth	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Fw_other_detail เก็บข้อมูลรายละเอียดอื่นๆของดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_other_detail	Otd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Otd	Memo	รายละเอียดดอก
	Otfw_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Fw_petal เก็บข้อมูลกลีบดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_petal	Petal_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_petal	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic_petal	Numeric	เชื่อมโยงตารางรูปกลีบดอก

ตาราง Fw_petal_detail เก็บข้อมูลกลีบดอกเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_petal_detail	Petald_id	Numeric	คีย์หลัก
	Petal_d	Memo	รายละเอียดกลีบดอก
	Ckeckp_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Fw_pic แสดงรูปของดอกกล้วยไม้ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_pic	Fwpic_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic	OLE Object	รูปภาพ

ตาราง Fw_sepal แสดงรายละเอียด กลีบเลี้ยง เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_sepal	Sepalpic	Numeric	คีย์หลัก
	Check_sepal	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic_sepal	Numeric	เชื่อมโยงตารางรูปกลีบเลี้ยง

ตาราง Fw_s ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง Fw_size กับ ตาราง Flower ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_s	Size_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Fw_size กับ ตาราง Flower
	Fw_id	Numeric	

ตาราง Fw_sepal_detail แสดงรายละเอียด กลีบดอก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_sepal_detail	Sepald_id	Numeric	คีย์หลัก
	Sepal_d	Memo	รายละเอียดกลีบเลี้ยง
	Ckecks_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Fw_Size แสดงรายละเอียด ขนาดดอก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Fw_Size	Size_id	Numeric	คีย์หลัก
	Size	Text	ขนาดดอก
	Check_size	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Root แสดงรายละเอียด ราก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Root	Root_id	Numeric	คีย์หลัก
	Rt_sys_id	Numeric	เชื่อมโยงตาราง Rt_sys
	Check_root	Yes/No	ช่วยในการเลือกข้อมูล
	Rootpic_id	Numeric	เชื่อมโยงตาราง Root_pic
	Check_xrt	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Rootd_id	Numeric	เชื่อมโยงตาราง Root_detail

ตาราง Root_detail แสดงรายละเอียดอื่นๆ ราก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Root_detail	Rootd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_rootd	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Detail_root	Memo	รายละเอียดราก

ตาราง Root_pic แสดงรายละเอียดรูปราก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Root_pic	Rootpic_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_rootp	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic_root	Memo	รูปราก

ตาราง Rt_Sys แสดงรายละเอียดของระบบราก เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Rt_Sys	Rt_sys_id	Numeric	คีย์หลัก
	Rt_system	Text	ระบบราก
	Check_rtsys	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Stem แสดงรายละเอียดของลำต้น เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Stem	Stem_id	Numeric	คีย์หลัก
	Stemshape_id	Numeric	เชื่อมโยงข้อมูลตาราง St_shape
	Check	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

	Stempic_id	Numeric	เชื่อมโยงข้อมูลตาราง Stem_pic
	Check_xst	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Stemd_id	Numeric	เชื่อมโยงข้อมูลตาราง Stem_detail

ตาราง St_h เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง Stem กับ ตาราง St_hight ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

St_h	Sth_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง St_hight กับ ตาราง Stem
	Stem_id	Numeric	

ตาราง St_hight แสดงรายละเอียดความสูงของลำต้น เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

St_hight	Sth_id	Numeric	คีย์หลัก
	Sth	Text	ความสูงลำต้น
	Check_sth	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง St_shape แสดงรายละเอียดรูปทรงของลำต้น เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

St_shape	Stemshape_id	Numeric	คีย์หลัก
	Shape_detail	Text	รายละเอียดรูปทรงลำต้น
	Check_sts	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Stem_detail แสดงรายละเอียดอื่นๆของลำต้น เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Stem_detail	Stemd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_std	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	St_d	Memo	รายละเอียดลำต้น

Copyright by Mahidol University

ตาราง Stem_pic แสดงรายละเอียด ของรูปลำต้น เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Stem_pic	Stempic_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_stpic	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic	OLE Object	รูปภาพ

ตาราง Province เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง Province1 กับ ตาราง Species ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

Province	Province_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Province1 กับ ตาราง Species
	Sp_id	Numeric	

ตาราง Province1 แสดง จังหวัดที่พบ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Province1	Province_id	Numeric	คีย์หลัก
	Province_name	Text	ชื่อจังหวัดที่พบ
	Check	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Check_xpro	Yes/No	ช่วยในการเลือกข้อมูล

ตาราง Leaf แสดงรายละเอียด ใบ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf	Leaf_id	Numeric	คีย์หลัก
	Leafl_id	Numeric	ใช้เชื่อมข้อมูลตาราง Leaf_L
	Leafj_id	Numeric	ใช้เชื่อมข้อมูลตาราง Leaf_j
	Leafs_id	Numeric	ใช้เชื่อมข้อมูลตาราง Leaf_s
	Leafot_id	Numeric	ใช้เชื่อมข้อมูลตาราง Leaf_pic
	Leafd_id	Numeric	ใช้เชื่อมข้อมูลตาราง Leaf_detail
	Check_Lef	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Check_xlf	Yes/No	ช่วยในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Leaf_detail แสดงรายละเอียดอื่นๆของใบ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_detail	Leafd_id	Numeric	คีย์หลัก
	Leaf_d	Memo	รายละเอียดใบ
	Check_d	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Leaf_j แสดงรายละเอียดว่าใบพับจีบหรือไม่ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_j	LeafJ_id	Numeric	คีย์หลัก
	Leaf_j	Text	ใบพับจีบหรือไม่
	Check_j	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Leaf_l แสดงรายละเอียดความยาวใบเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_l	Leafl_id	Numeric	คีย์หลัก
	Leaf_l	Text	ความยาวใบ
	Check_l	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Leaf_pic แสดงรายละเอียดรูปภาพของ ใบ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_pic	Leafot_id	Numeric	คีย์หลัก
	Check_lfpic	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล
	Pic	OLE Object	รูปภาพ

ตาราง Leaf_s แสดงรายละเอียดรูปทรงใบ เพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_s	Leafs_id	Numeric	คีย์หลัก
	Leaf_s	Text	รูปทรงใบ
	Check_s	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

Copyright by Mahidol University

ตาราง Leaf_w แสดงรายละเอียดความกว้างของใบเพื่อใช้ในการจำแนกโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_w	Leafw_id	Numeric	คีย์หลัก
	Leaf_w	Text	ความกว้างใบ
	Check_w	Yes/No	ใช้ในการเลือกข้อมูล

ตาราง Leaf_w1 เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง Leaf_w กับ ตาราง Leaf ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

Leaf_w1	Leafw_id	Numeric	เป็นคีย์หลักร่วม เชื่อมข้อมูล ตาราง Leaf_w กับ ตาราง Leaf
	Leaf_id	Numeric	

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ค

แบบประเมินการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้

Copyright by Mahidol University

แบบประเมินการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกกล้วยไม้

ชื่อ-สกุล.....

ระดับการศึกษา.....

สถาบัน / ที่ทำงาน.....

	ระดับความพอใจ				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	น้อย	ต้องปรับปรุง
แนวความคิดในการจำแนก					
ความน่าใช้งาน					
การแก้ไขข้อมูล					
การนำเข้าข้อมูล					
การค้นหาข้อมูล					
ข้อมูลที่ทดสอบ					
ความถูกต้องในการประมวลผล					
ความเร็วในการใช้งาน					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ธีระวัฒน์ วรคามินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	19 มิถุนายน 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ประมง) พ.ศ. 2536-2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการระบบสารสนเทศสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2540-2545
ที่อยู่ปัจจุบัน	1097 ถนน บ้านดัง ต.ตลาด อ.พระประแดง จ. สมุทรปราการ 10130

Copyright by Mahidol University

Executive Summary

Introduction

The orchid plants, often small in size, are from the Orchidaceae family. It can grow terrestrially or epiphytically without harming the host tree.

Orchids are cultured mainly for ornamentation purposes. Orchid selection and breeding programs occurs in response to market needs, and inclusive of above product transmutation for domestic and oversea distribution. Most orchids are artificially propagated but some are directly collected from nature, especially scarce or near extinct species. However, acquisition of orchid species from nature harms ecological systems. Enforcement of regulations regarding orchid collection is difficult because there is a scarcity of individual with the expertise to identify orchid species. Depending on suitability and useful purpose orchid species can be identified using its specific characteristics of growth, apparent form and root system, climate of its habitat, as well as taxonomy. Scientists generally utilized the taxonomy method for orchid identification. This method groups similar orchid in the same category. Therefore, not only it is facile to use this advantage but it also based on knowledge relating to orchids.

In the modern world, information is used to undertake complex calculations in the various fields of communication, physical science, finance, as well as banking and development. Outputs are in forms such as text, pictures, animations and video. Accordingly, information technology is one alternative to be applied in orchid species identification, information retrieval and management.

Study objectives

1. Develop an expert system for orchid species identification.
2. Enable Scientists and students to use the system as a tool for orchid identification effectively and efficiently.

Copyright by Mahidol University

Scope of the study

This research involves investigation of the orchid physiology of the genus Dendrobium in Thailand. Its purpose is to develop an expert system for assisting orchid identification. The taxonomy system presents in this study following the system used by Seidenfaden. The computer program is developed from Microsoft Access 97 and Visual Basic 6.

Methodology

1. **Problem analysis and definition**

The problem analysis and definition can be divided into 2 parts.

1.1 Problem analysis regarding orchid species identification

The first step is to consider the current problems in orchid identification and how they can be overcome. By study of identifying composition in taxonomy system, the knowledge engineering has to be processed. The program is designed suitably for orchid identifying. So that, this system is able to identify plant samples down to species level.

1.2 Problem analysis regarding system development

Problem analysis in regard to system development involves looking at possible designs for orchid species identification systems. Selection of suitable parameters is one of the most important task of orchid identification expert system. Limitations or obstacles to analysis, which may occur during system development, include limited time financial constraints, and problems of software and hardware selection for application.

2. **Development of prototype expert system**

Development of prototype collects the concepts from the several problems analysis such as problems of orchid species identifying and development system. Prototype development is best described in terms of the following 6 steps.

Copyright by Mahidol University

2.1 Designing component of program

In consequence of problem analysis that is applied all above process, the program is designed to contain component of can be separated into four parts, ie. orchid species identifying by taxonomy method, orchid species identifying by expert system, knowledge and data bases, glossary terms.

2.2 Acquirement of information

Information for expert system can separate as 2 parts:

2.2.1 Acquirement of information from experts

Advice was obtained from people with expertise in orchid species identification methods.

2.2.2 Acquirement of information from documents

Experts advised which documents were advantageous for study. Further more, it saves time in each process and be convenient in information analysis absolutely.

2.3 Method of presumption

In Consequence of study can give more information that orchid is various species. Presupposition was selected as a component of the taxonomy method for form analysis. The researcher also took the opportunity to identify the operator in the examination of presumption by comparing to a database, thereby reducing errors in the identifying process.

2.4 Knowledge representation

An examination of the showed several knowledge or information representations in an expert system as well as one form in a knowledge representation form. The researcher selected two forms of the knowledge representation method by dint of above reason such as: 1) knowledge representation with part of component calculus 2) knowledge representation in form of knowledge frame. Therefore, it is so efficient and adequate for analysis of orchid species identifying.

2.5 Searching method

The developing program used an answer-searching form that can be applied to the expert system by means of a query technique. This save time in program work, reduces the level of process in program building and allows for rapid information searches and answers.

Copyright by Mahidol University

2.6 Resource selection

The fitted hardware and software used for building the expert system for orchid species identification are as follows:

2.6.1 Hardware quality

1. Must be able to install operation systems of Windows 95 and up or operation system of NT Windows in version 4 and up
2. The processor unit should be as capable or higher than pentium 100,
3. Unlimited speed in cd-rom drive
4. Memory unit 32 MB or higher.
5. At least 200 MB in reserved memory units (hard disk)

2.6.2 Software

1. Building an expert system of orchid species identification requires software capable of building, screen designing, database management (inserting, deleting and modifying data) and language systems for program form management (calculating, searching, applying to other computers). The used Microsoft Access 97 and Visual Basic program (version 6) and found them capable of the above tasks.
2. Window 98 Operating system.

3. Expert system development

There are 5 main components in expert system development: processes of knowledge base building, presumption indicator, knowledge or information retrieval, explain or answer part, user contracting part. These components are important structure of expert system, which take knowledge engineering to apply in system building.

4. Testing and improvement system

System errors may occur during operation, so it is essential to undertake tests before exact application. Testing occurred as follows:

Copyright by Mahidol University

4.1 Testing system

1. Testing suitability and capability of computer accessories.
2. Testing in case of program error, due to it may be happen in applying time
3. Comparing the answers given by the identification system with those from orchid expert.

4.2 Assessing of user (Three groups were used in assessment)

1. System developers.
2. Orchid species students.
3. Educators concerned with orchid species identification

Members of these groups were asked whether the system could identify orchid species. Suggestions for improving the system were also sought.

5. Installing and applying

This expert system is differs from systems previously used to identify orchid species. User familiar with taxonomy system, may therefore have difficulty with the current system. Accordingly, public relation and exact suggestion is necessary for the sake of user's operating efficiently and rapidly.

Results

The expert system program can successfully identify orchid species. It can therefore be an expert system prototype for orchid species identification as well as a study tool. Users and researchers can use the system to examine orchid species and search for technical terms. The system also functions as database of orchid information. In accordance with user familiar with the taxonomy system, the researcher attempted to build a double operating system allowing shared use. The outcomes of this expert system development for orchid species identification can be summarized as follows:

- Able to identify orchid species, with identifying form and searching convenience answer.

Copyright by Mahidol University

- Able to decrease limitations or obstacles to information usage. If some data is lost or disappears, users can search for the required answer.
- Able to sort the exact answer from superlative degree to other secondary degree, in case of more over one answer.
- Able to improve the knowledge or information base in defense of changing in the future.
- Capable of searching, modifying, inserting and deleting technical terms in orchid species identification.
- The orchid species identification system is adequate for the present form and also can modify the data.
- Applicable in studying and teaching orchid species identification.

Discussion

1. Undergraduate and postgraduate Botany students reported the system's identification capability ranging from 'good' to 'excellent'. Assessments of system application, (data inputting, data modifying, data searching and processing accuracy) ranged from 'medium' to 'good' for speed of operation was rated 'medium' to 'good'. Finally, the data used in the testing is on improvement degree to low degree.

2. This system developer agrees that the identification capability and system application range from 'medium' to 'good'. For interesting in application, data modifying, data completing and speed of information or answer searching rate from 'low' to 'medium' degree.

3. Rate from concerned system experts note that it should to more increase the data testing as to users advantage or retain as the prototype in identifying by this way. The experts conclude that this system is adequate for identifying orchid species.

Recommendation

This expert system program for orchid species identification could be improved in the following ways:

Copyright by Mahidol University

1. The program lacks the capacity to sub-details are more than in retained system. The number of samples in the information database could be increased.

2. Illustration data should be able to enlarge for more facile to identifying.

3. Illustration data was filled in database, its delicate should not over 250 x 250 pixel. Due to it effects to speed of illustration opening.

4. Due to the Microsoft Access 97 size limit, the program can not support more than 1 gigabyte of data.

5. Adequate monitor resolution is 600 x 800. So, this system should be improved to apply in delicacy of each resolution

6. A security system for users (such as a password) would be useful.

7. The original system for orchid species identification could be linked to the current system at each identification level.

8. User Interface should be completely separated from Input window. Then, only authorized users could have an access to the database.

Copyright by Mahidol University