



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาระบบสารสนเทศของเกษตรกรใน 17
จังหวัดภาคเหนือและระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ
การเพาะปลูกลำไย ข้าวและหอมหัวใหญ่”

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐสิทธิ์ สุขะหุต และคณะ

ตุลาคม 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาระบบสารสนเทศของเกษตรกรใน 17 จังหวัดภาคเหนือและระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเพาะปลูกลำไย ข้าว และหอมหัวใหญ่”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ. ดร. รัฐสิทธิ์ สุชะหุด	ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. นายพนิต เจริญบูรณ์	สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขต 6 จ. เชียงใหม่
3. นายสุฤษฏ์พงศ์ พิมพิสุวรรณ	สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขต 6 จ. เชียงใหม่
4. นายนัฐ นันติ	สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขต 6 จ. เชียงใหม่
5. นายอุทัย เชียงเงิน	มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พะเยา
6. นายจักรกฤษ เตโช	มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตแพร่
7. นางสาวสุภาวดี ชัยวิวัฒนตระกูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏ จ.กำแพงเพชร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Executive Summary

ปัจจุบันสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในการดำเนินงานต่างๆทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อให้ประโยชน์จากข้อมูลในการประกอบการวิเคราะห์ การวางแผน และการบริหารจัดการงานทรัพยากรด้านต่างๆ ระบบสารสนเทศเป็นระบบที่มีฐานข้อมูลขนาดใหญ่และเป็นข้อมูลที่ถูกรวบรวมมาจากหลายแหล่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำเสนอเป็นสารสนเทศในรูปแบบต่างๆเช่นตารางเชิงสรุป แผนภูมิ หรือแผนที่ ระบบสารสนเทศเป็นข้อมูลที่มีผู้ใช้หลายระดับ โดยการนำเสนอในแต่ละระดับชั้นข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ และระดับของผู้ใช้ ข้อมูลที่นำเสนออาจมีมุมมองในลักษณะของมิติแบ่งออกเป็นเป็นด้านต่างๆ ซึ่งความต้องการของผู้ใช้อาจจะมีมุมมองข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน ระบบสารสนเทศเป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการมักจะมีขนาดใหญ่ และส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลในอดีตที่มีการจัดเก็บย้อนหลังเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ถึงรูปแบบข้อมูลหรือศึกษาแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

การจัดทำระบบสารสนเทศสำหรับเกษตรกรใน 17 จังหวัดภาคเหนือนั้นเป็นการศึกษาถึงขั้นตอนและวิธีการจัดเก็บข้อมูลตั้งแต่ระดับอำเภอ จังหวัด จนถึงการจัดทำเป็นสารสนเทศในระดับเขต การจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลในแต่ละระดับจะต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดไว้เพื่อให้สารสนเทศที่นำเสนอมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยข้อมูลที่รวบรวมได้จากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการจะถูกจัดเก็บอยู่ในคลังข้อมูล ซึ่งมีโครงสร้างที่เหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศแบบมีมิติข้อมูล โดยมีการใช้เครื่องมือโอแลปช่วยในการวิเคราะห์ และจัดเตรียมข้อมูลเชิงสรุป ทำให้การนำเสนอสารสนเทศข้อมูลที่มีขนาดใหญ่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีมุมมองข้อมูลในลักษณะของมิติทำให้ระบบสารสนเทศมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทคัดย่อ

สารสนเทศเป็นข้อมูลเชิงสรุปที่ได้จากระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ขนาดใหญ่ ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์และประมวลผล ทำให้ข้อมูลสารสนเทศนั้นเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้และเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการประกอบการวางแผนและการตัดสินใจ วิธีการนำเสนอสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้ใช้ข้อมูลมองเห็นข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น สารสนเทศที่นำเสนอในเชิงสรุปเป็นตัวเลขหรือรูปภาพในลักษณะของแผนภูมิต่างๆ ปัจจุบันการนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบของแผนที่ก็เป็นที่นิยมมากขึ้นโดยเฉพาะข้อมูลที่ต้องมีการอ้างอิงถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับเกษตรกรใน 17 จังหวัดในภาคเหนือเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ถึงแนวทางการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเกษตรกรตามโครงการขึ้นทะเบียนเกษตรกรโดยกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งเป็นฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ ซึ่งในโครงการวิจัยนี้ได้มีการศึกษาถึงแนวทางการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลเกษตรกรในระดับอำเภอและจังหวัด เพื่อนำไปสู่ระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ในระดับเขต การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากหลายแหล่งข้อมูลนั้นได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะทำการจัดเก็บในฐานข้อมูลเชิงสารสนเทศซึ่งเป็นการจัดเก็บแบบของคลังข้อมูล ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังในอดีตได้ การจัดทำระบบสารสนเทศของข้อมูลเกษตรกรนั้นสามารถทำได้ด้วยวิธีการสร้างเป็น Adhoc Query ซึ่งอาจจะเหมาะกับฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็กหรือฐานข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย แต่สำหรับฐานข้อมูลเกษตรกรที่มีขนาดใหญ่นั้นและต้องอาศัยความรวดเร็วในการคิวรีข้อมูลซึ่งจำเป็นต้องอาศัยหลักการวิเคราะห์หรือการโครงสร้างแบบ Online Analytical Processing: OLAP เพื่อให้สามารถทำการคิวรีข้อมูลได้เร็วขึ้น และเพื่อให้สามารถทำการแสดงข้อมูลในรูปแบบของมิติต่างๆ ซึ่งจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องของความเร็วและการคิวรีในลักษณะของการ Drilled-Down หรือ Drilled-Up ของข้อมูลเชิงสรุปในระดับต่างๆ หรือในมุมมองของข้อมูลแต่ละด้านได้อีกด้วย การนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบของแผนที่นั้นจะอาศัยฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ OLAP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาและการแสดงผลในลักษณะของ Real-Time โดยผู้ใช้สามารถเลือกแสดงข้อมูลตามด้านต่างๆที่กำหนด

Abstract

Management Information Systems (MIS) is information that is gathered from several data sources and being processed with data integration, cleaning and analysis. An MIS is used for information analysis and management and for decision making purpose. The MIS can be represented in several formats such as summarized data, images and graphs. In the case of data contains geographical references it can be represented using map representation called Geographical Information Systems (GIS).

The aim of this research is the study of information systems development of agriculturist information which was originally the project plan proposed by the Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture. The purpose of this project is to collect information from the agriculturists in 17 provinces in the northern region of Thailand. The gathered data flows from bottom to top level starting from amphurs to provinces and finally summarized into region as one large database. The information stored in the database contains data that is collected from each individual agriculturist that being treated as transactional data, and later is transformed into the MIS database. The MIS database was designed using dimensional modeling technique which was a concept of the data warehouse design. The On-Line Analytical Processing (OLAP) tool was therefore used to produce the MIS views as a result of reports from different dimensions through the process of drilled-down and rolled-up.

สารบัญ

	หน้า
Executive Summary	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถาปัตยกรรมเครือข่ายและอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์.....	2
1.2 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์และฮาร์ดแวร์	3
1.3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการดำเนินงานวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับคลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	
2.1 แนวคิดและทฤษฎีคลังข้อมูล	4
2.2 สถาปัตยกรรมของคลังข้อมูล	5
2.3 โครงสร้างของคลังข้อมูล	6
2.2 แนวคิดและทฤษฎี แบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล	7
2.3 คิวข้อมูล	8
2.4 เค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอล	9
2.5 วิธีการทำงานของโอแลปกับแบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล	10
2.6 ชนิดของโอแลปเซิร์ฟเวอร์	12
2.7 แนวคิดและทฤษฎีระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	12
บทที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับฟัซซีลอจิก	17
3.1 ฟัซซีเซต	17
3.2 การแสดงค่าฟัซซีเซต	19
3.3 ฟัซซีฟิเคชัน(Fuzzification).....	20
3.4 การกระทำของฟัซซีเซต	22
3.5 การอนุมานฟัซซี	22
3.6 กฎที่มีหลายสมมติฐาน	26
3.7 ดีฟัซซีฟิเคชัน (Defuzzification)	27
3.8 การดีฟัซซีฟิเคชันสำหรับกฎฟัซซีที่มากกว่า 1 กฎ	30
3.9 ระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี	31

บทที่ 4 การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลเกษตรกรและคลังข้อมูล	
สำหรับระบบสารสนเทศ	33
4.1 โครงสร้างของระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูลใหม่	34
4.2 การปรับปรุงข้อมูลเกษตรกรจากฐานข้อมูลเดิม	35
4.3 การพัฒนาโปรแกรมการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล	37
4.4 การพัฒนาระบบคลังข้อมูล	39
บทที่ 5 การพัฒนาระบบคลังข้อมูลและการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	50
5.1 นอร์มัลไลซ์ฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม่ผลไม่ยืนต้น	50
5.2 แบบจำลองการประมาณการผลผลิตและการทดลอง	59
5.3 ผลการทดลองและการวิจารณ์	70
5.4 สรุปผลการทดลอง	74
5.5 ปัญหาและอุปสรรค	75
5.6 ข้อจำกัดของระบบ	75
5.7 ข้อเสนอแนะ	76
บทที่ 6 สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบพยากรณ์ผลผลิต	
โดยวิธีเชิงพันธุกรรม	77
6.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิม	77
6.2 การปรับใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	79
6.3 การคัดเลือก	80
6.4 ตัวอย่างปัญหาที่แก้ไขด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	82
6.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	83
บทที่ 7 การพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่โดยวิธีเชิงพันธุกรรม	85
7.1 แบบจำลองการพยากรณ์	86
7.2 ผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์	100
7.3 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์	105
บทที่ 8 แนวทางการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ	108
8.1 ลักษณะของสารสนเทศทางการเกษตร	108
8.2 สารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์	109
เอกสารอ้างอิง	110
ภาคผนวก ก เงื่อนไขในการกรอกข้อมูลและแนวทางการป้องกันความผิดพลาด	
ในการกรอกข้อมูลพื้นฐานสารสนเทศทางการเกษตร	112

ภาคผนวก ข โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลเดิม.....	130
ภาคผนวก ค โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลใหม่	143
ภาคผนวก ง แบบสอบถามความต้องการของเจ้าหน้าที่เกษตร	158

สารบัญรูป

รูป 2.1 แสดงสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล	5
รูป 2.2 แสดงคิวข้อมูลในลักษณะไดเมนชัน	8
รูป 2.3 แสดงเค้าร่างดาวของคลังข้อมูลการขาย	9
รูป 2.4 แสดงเค้าร่างเกล็ดหิมะของคลังข้อมูลการขาย	10
รูป 2.5 แสดงเค้าร่างกลุ่มดาวของคลังข้อมูลการขาย และการขนส่ง	10
รูป 2.6 แสดงวิธีการทำงานของโอแลปกับแบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล	11
รูป 2.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของ Kepner-Tregoe (K-T) Decision-Making	13
รูป 3.1 แสดงกราฟฟังก์ชันสมาชิกของอุณหภูมิ	19
รูป 3.2 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของ Triangular	21
รูป 3.4 แสดง Max-Min Inference	26
รูป 3.5 แสดงวิธีการ Maximum Defuzzification Technique	28
รูป 3.6 แสดงวิธีการ Centroid Defuzzification Technique	28
รูป 3.7 แสดงวิธีการ Weighted Average Defuzzification	29
รูป 3.8 แสดงการดีฟัซซิฟิเคชันสำหรับกฎฟัซซีที่มีมากกว่า 1 กฎ	30
รูป 3.9 แสดงการอนุมานด้วยวิธีการ Max-Min Inference กับกฎฟัซซีมากกว่า 1 กฎ	31
รูป 3.10 แสดงระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี	32
รูป 4.1 โครงสร้างของระบบสารสนเทศของข้อมูลเกษตรกร	35
รูป 4.2 ภาพหน้าจอโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกร	38
รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างของระบบสารสนเทศ	40
รูปที่ 4.4 แสดงคลังข้อมูลเกษตรกร	41
รูป 4.5 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Agriculturist_Information	41
รูป 4.6 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Agriculture	43
รูป 4.7 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Garden	44
รูป 4.8 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Cattle	46
รูป 4.9 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal	47
รูป 4.10 แสดงจอภาพของสารสนเทศข้อมูลเกษตรกรที่นำเสนอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	49
รูป 5.1 แสดงขั้นตอนการสร้างคลังข้อมูลไม่ผลไม่ยืนต้น	50
รูป 5.2 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในฐานะข้อมูลรายงานสภาพการเพาะ ปลูกไม่ผลไม่ยืนต้น (ก่อนนอร์มัลไลซ์)	51
รูป 5.3 แสดงความสัมพันธ์ภายในคีย์หลักของตารางอำเภอ จังหวัด	

และภาค (ก่อนนอร์มัลไลซ์)	52
รูป 5.4 แสดงความสัมพันธ์ของตารางอำเภอ จังหวัด และภาค(หลังนอร์มัลไลซ์)	52
รูป 5.5 แสดงการแมปตารางอำเภอเดิมกับตาราง AMPHUR_MAPPING.....	53
รูป 5.6 แสดงการแมปตารางจังหวัดเดิมกับตาราง PROVINCE_MAPPING	53
รูป 5.7 แสดงความสัมพันธ์ของตารางอำเภอ จังหวัด และภาคหลังการ แมปตารางเดิมกับตารางใหม่	53
รูป 5.8 แสดงแมปตารางต่าง ๆ ก่อนการสร้างตาราง KPP_FACT	54
รูป 5.9 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในฐานะข้อมูลรายงานสภาพการเพาะ ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น	54
รูป 5.10 แสดงคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น	55
รูป 5.11 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น	56
รูป 5.12 แสดงคิวข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น	57
รูป 5.13 แสดงความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นของตารางไดเมนชัน Division_Province_Amphur	58
รูป 5.15 แสดงแบบจำลองการประมาณการผลผลิต	59
รูป 5.16 แสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการประมาณการผลผลิต	60
รูป 5.17 แสดงส่วนประกอบของฐานความรู้	60
รูป 5.18 ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการประมาณการผลผลิต	62
รูป 5.19 แสดงการประมาณการปริมาณผลผลิตที่เหลือ	63
รูป 5.20 แสดงฟัชซิฟิเคชันของอุณหภูมิ	64
รูป 5.21 แสดงฟัชซิฟิเคชันของปริมาณน้ำฝน	64
รูป 5.22 แสดงฟัชซิฟิเคชันของปริมาณดอก	66
รูป 5.23 แสดงจุด Centroid ของปริมาณดอก	67
รูป 5.24 แสดงความน่าจะเป็นของผลผลิตในแต่ละช่วงเวลา	69
รูป 6.1 โครโมโซมที่แทนค่าด้วยสายอักขระของเลขฐานสอง	78
รูป 6.2 วัฏจักรการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิม	78
รูป 6.3 การครอสโอเวอร์	80
รูป 6.4 การมิวเตชัน	80
รูป 6.5 แผนที่ถนนระหว่างเมืองของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	82
รูป 6.6 การแทนค่าของโครโมโซมของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	83
รูป 7.1 การแทนค่าโครโมโซม	88
รูป 7.2 ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการพยากรณ์	90
รูป 7.3 แสดงค่าบิตและตำแหน่งบิตของหนึ่งโครโมโซม	91

รูป 7.4 แสดงค่าบิตและตำแหน่งบิตของหนึ่งโครโมโซม	92
รูป 7.5 การตรวจสอบโอเวอร์ของแบบจำลองการพยากรณ์	95
รูป 7.6 การมีเดชันของแบบจำลองการพยากรณ์	96
รูป 8.1 ภาพแสดงสารสนเทศของปริมาณผลผลิตทางการเกษตร	108
รูป 8.2 ภาพแสดงสารสนเทศของปริมาณผลผลิตทางการเกษตร จำแนกเป็นรายปี	109
รูป 8.3 ภาพแสดงสารสนเทศของปริมาณผลผลิตทางการเกษตร จำแนกเป็นรายปี ในรูปของแผนภูมิ	109
รูป 8.4 ภาพแสดงสารสนเทศที่มีการทำ Drilled-Down จนถึงในระดับอำเภอต่างๆ ของจังหวัดเชียงใหม่	110

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1 แสดงตัวอย่างโครงร่างแนวคิดของตารางหลักการขาย	6
ตาราง 2.2 แสดงตัวอย่างโครงร่างแท้จริงของตารางหลักการขาย	6
ตาราง 2.3 แสดงตัวอย่างโครงร่างแนวคิดของตารางไดเมนชันสินค้า	7
ตาราง 3.1 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของอุณหภูมิ	18
ตารางที่ 4.1 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Agriculturist_Information	42
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Agriculturist_Information	42
ตารางที่ 4.3 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Agriculture	44
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Agriculture	44
ตารางที่ 4.5 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Garden	45
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Garden	45
ตารางที่ 4.7 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Cattle	46
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Cattle	47
ตารางที่ 4.9 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal	48
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal	48
ตาราง 5.1 แสดงไดเมนชันของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น	56
ตาราง 5.2 แสดงค่าหน่วยวัดของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น	57
ตาราง 5.3 แสดงผลลัพธ์การประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2537	68
ตาราง 5.4 แสดงความน่าจะเป็นของผลผลิตในแต่ละช่วงเวลา	68
ตาราง 5.5 แสดงการแปลงหน่วยผลผลิตเป็นกิโลกรัม/ไร่	69
ตาราง 5.6 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชันสมาชิก ค่าต่าง ๆ ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	70
ตาราง 5.6 (ต่อ) เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชัน สมาชิกค่าต่าง ๆ ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	71
ตาราง 5.7 แสดงปี ON/OFF และความสมบูรณ์ของลำไยพันธุ์ดอ.....	72
ตาราง 5.8 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชันสมาชิก ค่าต่าง ๆ โดย พิจารณานปี ON/OFF ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	72
ตาราง 5.9 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชันสมาชิก ค่าต่าง ๆ โดย พิจารณานปี ON/OFF และมีการใส่สารเคมีกระตุ้นการออก ดอกของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอในปี พุทธศักราช 2541 - 2546	73

ตาราง 5.10 สาเหตุของความคลาดเคลื่อนของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	74
ตารางที่ 7.1 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนมกราคม	101
ตารางที่ 7.2 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนกุมภาพันธ์	101
ตารางที่ 7.3 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนมีนาคม	102
ตารางที่ 7.4 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนเมษายน	102
ตารางที่ 7.5 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนพฤษภาคม	103
ตารางที่ 7.6 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนมิถุนายน	103
ตารางที่ 7.7 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนสิงหาคม	103
ตารางที่ 7.8 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนตุลาคม	103
ตารางที่ 7.9 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนพฤศจิกายน	103
ตารางที่ 7.10 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนธันวาคม	104
ตารางที่ 7.11 ผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์กับข้อมูลทดสอบของแต่ละเดือน	104

บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตพืชผลทางการเกษตรซึ่งมีบทบาทสำคัญทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรมนุษย์ และทรัพยากรธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาการผลิตภาคเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร ยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการขาดการใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศอย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังจะเห็นได้จากเกษตรกรผลิตสินค้าประเภทเดียวกันจำนวนมากจนทำให้ผลผลิตล้นตลาด และราคาผลผลิตค่อนข้างต่ำ ทางด้านของโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรเอง ต้องรับภาระการลงทุนสูงเนื่องจากขาดข้อมูลของสินค้าเกษตรภายในจังหวัด จึงจำเป็นต้องมีการรับซื้อผลผลิตจากต่างจังหวัด ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงและได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากสูญเสียไปกับการขนส่ง เป็นต้น

เพื่อให้การพัฒนาทางด้านเกษตรและอุตสาหกรรมดำเนินไปได้อย่างมีระบบ มีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับทรัพยากรมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งสามารถใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่จะครอบคลุมทุกตำบลในอนาคต การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับข้อมูลเกษตรกร จะช่วยให้เจ้าหน้าที่และเกษตรกรสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการกำหนดนโยบาย และการวางแผนเพื่อพัฒนาเกษตร อุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมเกษตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเห็นว่าสารสนเทศนั้นมีประโยชน์ต่อผู้ใช้ในหลายระดับเช่นประโยชน์สำหรับเกษตรกรคือเกษตรกรสามารถทราบถึงปริมาณผลผลิตและปริมาณการเพาะปลูกพืชภายในพื้นที่ของตนเอง ทำให้สามารถประมาณการรายได้ที่จะได้รับ รวมถึงเกษตรกรสามารถนำข้อมูลของเกษตรกรที่มีการปลูกพืชชนิดเดียวกัน มาใช้ในการติดต่อระหว่างกันรวมถึงสามารถจัดตั้งกลุ่มเกษตรกร เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่มเกษตรกร และสามารถต่อรองราคาพืชผลทางการเกษตรกับกลุ่มพ่อค้า และโรงงานอุตสาหกรรมที่รับซื้อผลผลิตได้ และประโยชน์สำหรับกลุ่มผู้ค้าและโรงงานอุตสาหกรรมที่รับซื้อผลผลิตจะทำให้สามารถทราบถึงปริมาณผลผลิตของพืชผลทางการเกษตรที่จะออกสู่ตลาด ทำให้สามารถประมาณการราคาของผลผลิต และสามารถประมาณผลผลิตว่าเพียงพอต่อความต้องการหรือไม่

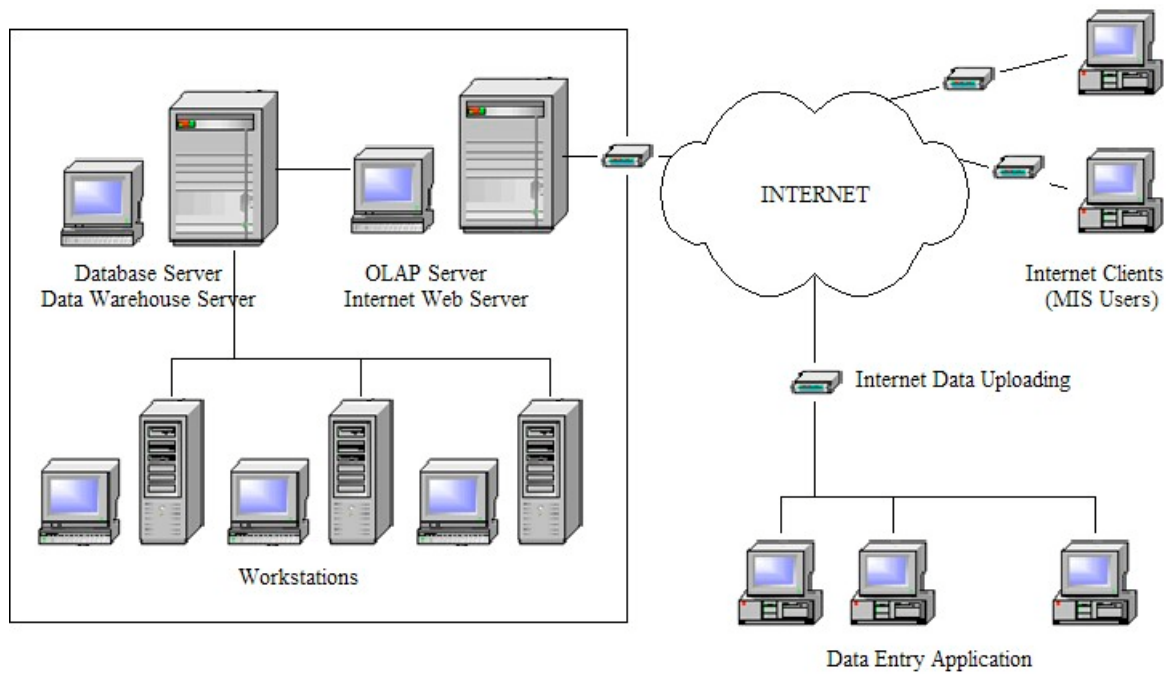
โครงการ “การพัฒนาระบบสารสนเทศของเกษตรกรใน 17 จังหวัดภาคเหนือและระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเพาะปลูกลำไย ข้าวและหอมหัวใหญ่” เป็นโครงการที่ศึกษาถึงแนวทางการรวบรวมข้อมูลเกษตรกรจากการขึ้นทะเบียนเกษตรกร เกษตรกรตามนโยบายการขึ้นทะเบียนเกษตรกรของกรมส่งเสริมการเกษตรที่ได้ดำเนินงานในปี 2545 ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บโดยกรมส่งเสริมการเกษตรนั้นยังไม่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบหรือเป็นระบบที่ไม่เหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศขนาดใหญ่ได้ อีกทั้งโครงสร้างของระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บก็ยังไม่เอื้อต่อการเพิ่มเติม ทำการบำรุงรักษาค่อนข้างยาก ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้เพียงในระดับพื้นฐาน เป็นข้อมูลทางสถิติ และข้อมูลได้จัดเก็บอยู่ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานประเภทอื่นๆได้

1.1 สถาปัตยกรรมเครือข่ายและอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์

สำหรับโครงการวิจัยการพัฒนาระบบสารสนเทศของเกษตรกรใน 17 จังหวัดภาคเหนือเป็นการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบคลังข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และมีผู้ใช้หลายฝ่ายเกี่ยวข้อง สถาปัตยกรรมเครือข่ายและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเตรียมความพร้อมของการพัฒนาการจัดเตรียมข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายและลูกข่ายแต่ละข้อมูลที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานโดยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังแสดงในรูป 1.1 แสดงถึงระบบฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลซึ่งตั้งอยู่ ณ ศูนย์สารสนเทศ สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับสำนักงานเกษตรอำเภอ และสำนักงานเกษตรจังหวัดต่างๆโดยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในการทำงานเบื้องต้น ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกรจะถูกจัดเก็บโดยโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกรโดยเจ้าหน้าที่ของกรมส่งเสริมการเกษตร ณ สำนักงานเกษตรอำเภอ และสำนักงานเกษตรจังหวัด หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งมายังสำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการอัปโหลดผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นข้อมูลที่ส่งมาจากหน่วยงานต่างๆจะถูกรวบรวม พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนที่จะจัดเก็บลงในคลังข้อมูล (ซึ่งจัดเก็บอยู่ใน Data Warehouse Server เพื่อพัฒนาไปสู่ระบบสารสนเทศต่อไป

ข้อมูลสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำเสนอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดย Internet Web Server เพื่อให้ผู้ใช้งานที่สนใจข้อมูลสารสนเทศและที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถเรียกดูข้อมูลได้



รูป 1.1 แสดงสถาปัตยกรรมของเครือข่ายระบบสารสนเทศ

1.2 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์และฮาร์ดแวร์

เครื่องแม่ข่าย

จำนวน 2 เครื่อง

มีคุณสมบัติ Intel Pentium Xeon 2.8 GHz พร้อมกับหน่วยความจำหลัก 72 GB และหน่วยความจำสำรอง 2 GB โดยมีความสามารถในการจัดทำเป็น Database Server และ Internet Web Server

เครื่องลูกข่าย

จำนวน 3 เครื่อง

มีคุณสมบัติ Intel Pentium IV 2.4GHz พร้อมกับหน่วยความจำหลัก 40 GB และหน่วยความจำสำรอง 512 MB

1.3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการดำเนินงานวิจัย

1. ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 2000 Server
2. โปรแกรมระบบฐานข้อมูล SQL Server 2000 เป็นฐานข้อมูลระดับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่สามารถรองรับการใช้งานพร้อมกันจำนวนมากได้

3. โปรแกรม Microsoft Analysis Services 2000 เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบ OLAP (Online Analysis Process) รองรับการทำงานกับข้อมูลปริมาณมากๆ ได้
4. โปรแกรม Crystal Analysis Service 10 เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบผลลัพธ์ของการคิวรีข้อมูลที่ได้จาก OLAP และการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่ง Multi-Dimensional eExpression (MDX)
5. โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นโปรแกรมภาษาที่ใช้สำหรับในการพัฒนาโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกร
โปรแกรม Active Server Pages (ASP) เป็นโปรแกรมภาษาที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบสารสนเทศที่นำเสนอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับคลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ปัจจุบันสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินกิจกรรม เพื่อการพัฒนาการผลิตภาคเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งเกี่ยวข้องกับทั้งภาครัฐ และองค์กรเอกชน โดยจะทำให้ระบบสารสนเทศนี้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีฐานความรู้ขนาดใหญ่ เพียงพอที่จะใช้เป็นข้อมูลการวิเคราะห์ วางแผน สนับสนุนการตัดสินใจ สำหรับดำเนินกิจกรรมเพื่อการพัฒนาการผลิตภาคเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร นั้นจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบสารสนเทศทางการเกษตรโดยใช้แนวคิดของการจัดทำเป็นระบบคลังข้อมูล โดยมีรายละเอียดของแนวคิดและทฤษฎี ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีคลังข้อมูล

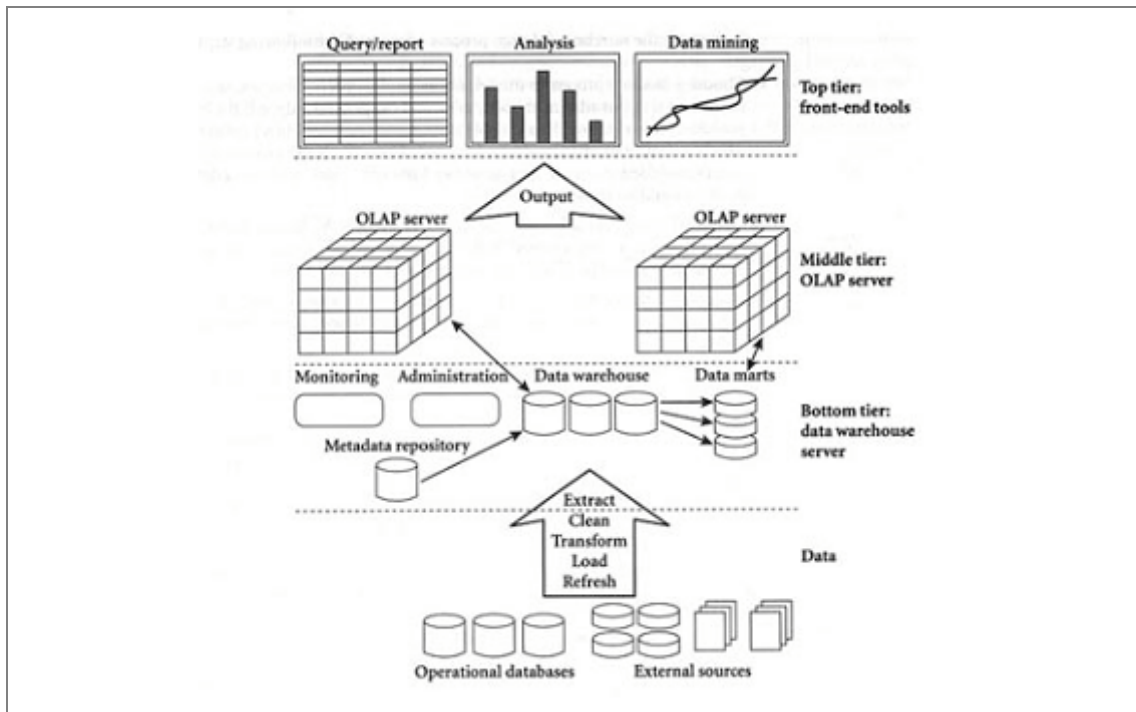
คลังข้อมูล หมายถึง ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ถูกออกแบบให้เก็บข้อมูลการจัดการและมีคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ โดยคลังข้อมูลมีคุณลักษณะที่ต่างจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ เช่นหน้าที่และการจัดเก็บที่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน ดังนี้

1. **Subject-Oriented** เป็นการมองข้อมูลที่มุ่งเน้นประเด็นสำคัญ ๆ ของข้อมูล เช่น ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลการขาย มากกว่าการที่จะไปมุ่งเน้นในงานที่มีการประมวลผลแบบวันต่อวัน คลังข้อมูลจะมุ่งเน้นในเรื่องของแบบโครงสร้างสำหรับการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ
2. **การรวบรวมข้อมูล** เป็นการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เท็กซ์ไฟล์ และออนไลน์ทราfficเช็กชั้นเรคคอร์ด เป็นต้น โดยอาศัยเทคนิคการรวบรวม และทำให้ข้อมูลสมบูรณ์ เพื่อให้ได้โครงสร้างข้อมูลมีความมั่นคง น่าเชื่อถือเพื่อสามารถ นำไปใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจได้
3. **Time-Variant** ข้อมูลที่จัดเก็บในคลังข้อมูลเป็นสารสนเทศที่ได้จากอดีต ซึ่งเวลาเป็นปัจจัยที่สำคัญของโครงสร้างคลังข้อมูล ทั้งในส่วนที่แสดงนัย และแสดงอย่างชัดเจน

4. **Nonvolatile** เป็นการพิจารณาแหล่งจัดเก็บคลังข้อมูล ที่จัดเก็บแยกจากฐานข้อมูล ทราบเช็กชั้น ซึ่งการแยกแหล่งจัดเก็บนี้มีผลทำให้คลังข้อมูลไม่จำเป็นต้องมีการประมวลผลทราบเช็กชั้นทุกครั้งที่มีการเรียกค้นหา และข้อมูลมีลักษณะอ่านได้อย่างเดียว โดยจะมีกระบวนการที่สำคัญคือ การอ่านข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำ และการเข้าถึงข้อมูลในหน่วยความจำ

(Han, J. และ Kamber, M., 2001: 39-40)

สถาปัตยกรรมคลังข้อมูล แสดงถึงโครงสร้างและส่วนประกอบที่ใช้สร้างคลังข้อมูล ดังแสดงจากรูป 2.1



รูป 2.1 แสดงสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล

2.2 สถาปัตยกรรมของคลังข้อมูล

สถาปัตยกรรมของคลังข้อมูลแบ่งเป็น 3 ชั้นคือ

1. **ชั้นล่าง (Bottom Tier)** เป็นเซิร์ฟเวอร์คลังข้อมูล ส่วนใหญ่จะเป็นระบบ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ข้อมูลของคลังข้อมูลได้มาจากฐานข้อมูลปฏิบัติการ(Operational Database) และแหล่งข้อมูลภายนอกผ่านโปรแกรมเกตเวย์(Gateways) สนับสนุนการทำงานของระบบการจัดการฐานข้อมูล และอนุญาตให้เครื่องลูกข่าย (Client) ทำการประมวลผลค่า

ลิ่งเอสคิวแอล(SQL)ในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ตัวอย่างของโปรแกรมเกตเวย์ เช่น ODBC(Open Database Connection) OLE-DB (Open Linking and Embedding for Database) และ JDBC(Java Database Connection) เป็นต้น

2. **ชั้นกลาง (Middle Tier)** เป็นโอแลปเซิร์ฟเวอร์ ที่มีการประยุกต์ใช้ โอแลปเชิงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นส่วนขยายของ Relational DBMS โดยเชื่อมการทำงานของโครงสร้างข้อมูลหลายมิติกับการทำงานของ ความสัมพันธ์มาตรฐาน
3. **ชั้นบน (Top Tier)** เป็นเครื่องไคลเอนท์ ที่ประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับ คำถาม รายงาน วิเคราะห์ รวมถึงเครื่องมือทางดาต้าไมนนิ่ง

(Han, J. และ Kamber, M., 2001: 65-67)

2.3 โครงสร้างของคลังข้อมูล

ประกอบด้วย 2 โครงสร้างที่สำคัญคือ

1. **ตารางหลัก (Fact Table)** เป็นตารางในคลังข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่เก็บค่า รายละเอียดต่าง ๆ ประกอบด้วยคีย์คอลลัมน์ทำหน้าที่เป็นคีย์หลัก และค่าหน่วยวัด (Measure) หรือ ข้อเท็จจริง (Fact) โดยจะจัดเก็บรายละเอียดระดับล่างสุดเท่านั้น ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 แสดงตัวอย่างโครงร่างแนวคิดของตารางหลักการขาย

State	Product	Month	Units	Dollars
WA	Colony Cranberry Muffins	January	3	7.95
WA	Sphinx Bagels	January	4	7.32
OR	Colony Cranberry Muffins	January	3	7.95
OR	Sphinx Bagels	January	4	7.32
WA	Colony Cranberry Muffins	February	16	42.40

ตาราง 2.2 แสดงตัวอย่างโครงร่างแท้จริงของตารางหลักการขาย

STATE_ID	PROD_ID	Month	Sales Units	Sales Dollars
1	589	1/1/1998	3	7.95
1	1218	1/1/1998	4	7.32
2	589	1/1/1998	3	7.95
2	1218	1/1/1998	4	7.32
1	589	2/1/1998	16	42.40

จากตัวอย่างโครงร่างแนวคิดของตารางหลักการขายประกอบด้วย 5 คอลัมน์ที่เก็บ State, Product, Month, Units และ Dollars ตามลำดับ โดยที่สามคอลัมน์แรกประกอบด้วย State, Product และ Month เป็นคีย์คอลัมน์ ส่วนอีกสองคอลัมน์คือ Units และ Dollars เป็นค่าหน่วยวัด ซึ่งปกติการจัดเก็บข้อมูลจริงจะมีรูปแบบดังตาราง 2.2 ที่แสดงตัวอย่างโครงร่างแท้จริงของ ตารางหลักการขาย คือจัดเก็บค่าคีย์เป็นตัวเลขเพื่อความรวดเร็วและลดขนาดของฐานข้อมูล

2. ตารางไดเมนชัน (Dimension Table) เป็นตารางในคลังข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ประกอบด้วยแถวแต่ละแถวสำหรับสมาชิกของไดเมนชัน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับลำดับชั้น ความสัมพันธ์ในคลังข้อมูล คีย์คอลัมน์ของตารางไดเมนชันจะต้องประกอบด้วยค่าเฉพาะสำหรับ แต่ละสมาชิกของไดเมนชัน เรียกว่าคีย์หลัก ทำหน้าที่เชื่อมต่อกันระหว่างตารางหลักและตาราง ไดเมนชันดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2.3 แสดงตัวอย่างโครงร่างแนวคิดของตารางไดเมนชันสินค้า

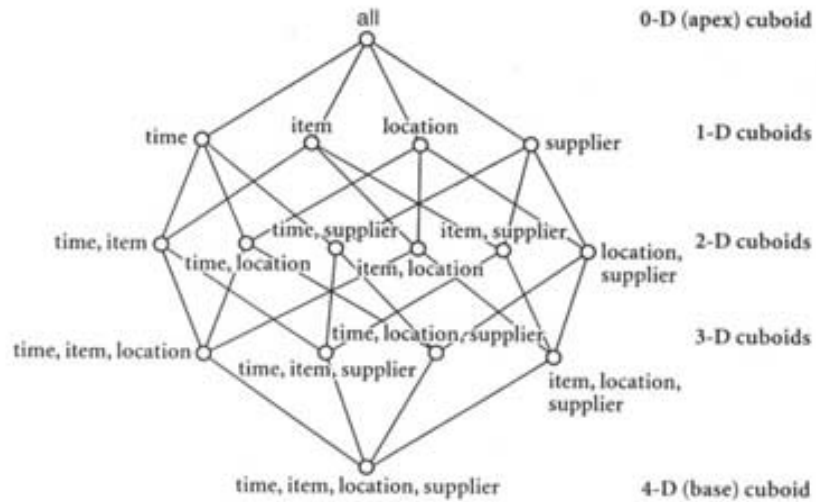
PROD_ID	Product Name	Subcategory
589	Colony Cranberry Muffins	Muffins
592	Colony Blueberry Muffins	Muffins
1218	Sphinx Bagels	Bagels

จากตัวอย่างโครงร่างแนวคิดของตารางไดเมนชันสินค้าประกอบด้วย 3 คอลัมน์ที่เก็บ PROD_ID, Product Name, Subcategory ตามลำดับ โดยที่คอลัมน์ PROD_ID ทำหน้าที่เป็นคีย์หลักของตารางไดเมนชันสินค้า และมีความสัมพันธ์กับโครงร่างแนวคิดแท้จริงของตารางหลักการขาย แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One-to-Many Relationship) คีย์คอลัมน์นี้จะถูกเรียกว่า คีย์ภายนอก (Foreign Key)

(Reed Jacobson, 2001: 15-17)

2.2 แนวคิดและทฤษฎี แบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล

คลังข้อมูลและโอแลป มีพื้นฐานอยู่บนแบบจำลองมัลติไดเมนชัน โดยแบบจำลองนี้มองข้อมูลในรูปของคิวข้อมูล (Data Cube) ที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะหลายมิติ (n-dimensional data) ดังรูป 2.2



รูป 2.2 แสดงคิวข้อมูลในลักษณะไดเมนชัน

2.3 คิวข้อมูล

คิวข้อมูล เป็นโมเดลที่แสดงมุมมองของข้อมูลได้ในหลายมิติ สร้างตามหลักตรรกวิทยา หรือตามเหตุและผลที่จะยอมให้แอปพลิเคชันไคลเอนต์เรียกเก็บค่าต่างๆ ได้ ถ้าค่านั้นถูก สรุปรวมไว้ในคิวแล้ว โดยที่คิวจะมีลักษณะคล้ายกับตารางหลัก ประกอบด้วยคอลัมน์สำหรับแต่ละคีย์หลักของไดเมนชัน คอลัมน์สำหรับค่าหน่วยวัด และการรวมค่าสมาชิกที่อาจเป็นไปได้เฉพาะสมาชิกในระดับล่างสุดของแต่ละไดเมนชันเท่านั้น นอกจากนี้คิวข้อมูลยังประกอบด้วยสมาชิก ต่าง ๆ จากทุกระดับของไดเมนชันด้วย

(Han, J. และ Kamber, M., 2001: 45-46)

คิวข้อมูลในอุดมคติ ประกอบด้วยค่ารายละเอียดทั้งหมดที่จัดเก็บในตารางหลัก แต่ไม่ได้หมายความว่าคิวข้อมูลจะคัดลอกรายละเอียดต่างๆ จากตารางหลักมาทั้งหมด คิวข้อมูลสามารถเรียกเก็บค่าที่ต้องการจากตารางหลักได้ การปฏิบัติงานโดยปกติแล้วคิวข้อมูลจะคัดลอก ค่ารายละเอียดต่างๆ เข้าไปในโครงสร้างที่คิวข้อมูลเป็นเจ้าของ ทำให้มีการเรียกเก็บค่าอย่างรวดเร็ว เครื่องมือที่ใช้สำหรับออกแบบคิวข้อมูลจะเลือกกว่าต้องการเก็บค่าต่างๆ ของสมาชิกล่างสุดของลำดับชั้นในโครงสร้างที่คิวเป็นเจ้าของ หรือเรียกเก็บค่าเหล่านี้จากตารางหลักโดยตรง

การพัฒนาคิวข้อมูลยังสามารถคำนวณการรวมค่า (Aggregation) ที่เลือกไว้แล้วก่อนล่วงหน้าและจัดเก็บไว้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การบวก การนับ การหาค่าน้อยที่สุด และสูงที่สุด เป็นต้น

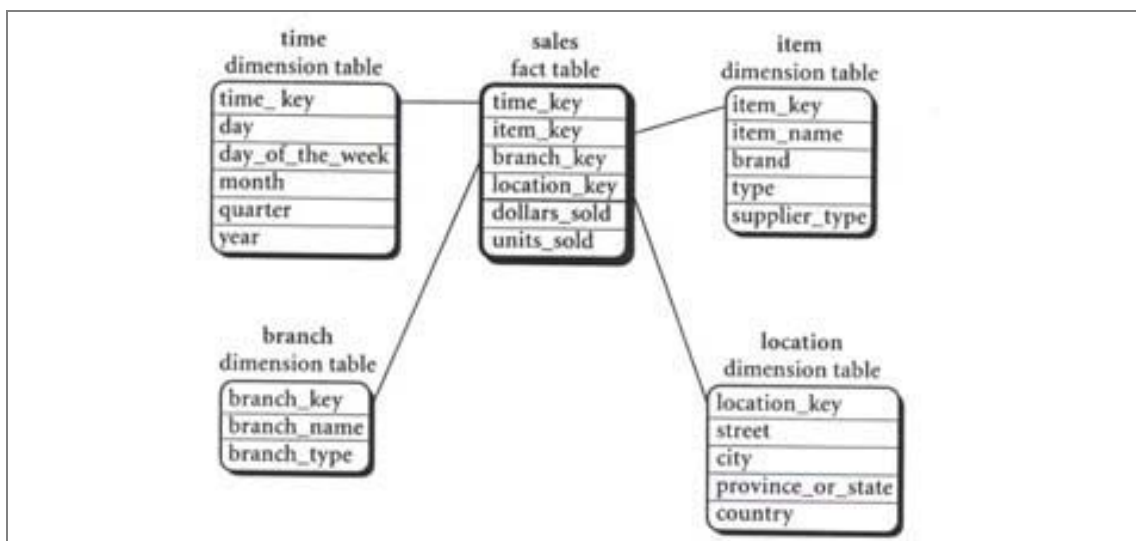
การประมวลผลยังสามารถใช้ฟังก์ชันเพื่อช่วยคำนวณพื้นฐาน เช่น การหาค่าเฉลี่ย และฟังก์ชันจำเป็นอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น

(Reed Jacobson, 2001: 21)

2.4 เค้ร่า่งของมัลติไดเมนชันนอล

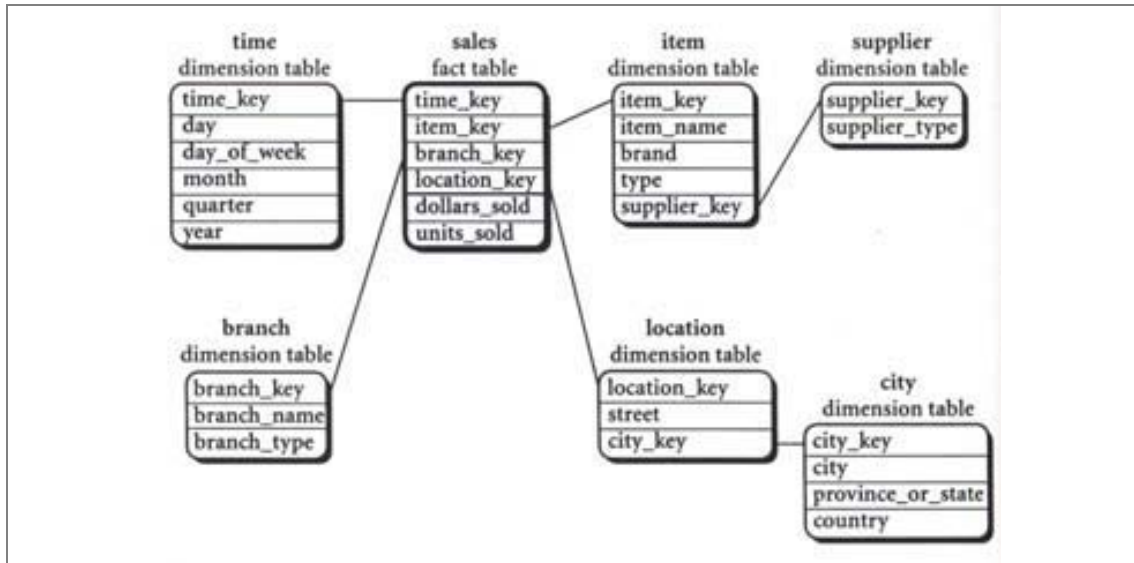
เค้ร่า่งของมัลติไดเมนชันนอล เป็นเค้ร่า่งที่คล้ายกับแบบจำลองความสัมพันธ์ เอนทิตี (Entity-Relational Data Model) ที่ใช้ออกแบบความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ประกอบเป็นเค้ร่า่งฐานข้อมูลประกอบด้วยเซตของเอนทิตี และความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี โดยคลังข้อมูลใช้แบบจำลองมัลติไดเมนชันนอลสำหรับออกแบบความสัมพันธ์ของคลังข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประมวลผลโอแลป ประกอบด้วย 3 เค้ร่า่งดังต่อไปนี้

1. **เค้ร่า่งดาว(Star Schema)** เป็นแบบจำลองพื้นฐานของคลังข้อมูล ประกอบด้วย ตารางหลัก และตารางไดเมนชัน โดยที่ตารางไดเมนชันที่เชื่อมโยงกับตารางหลักมีลักษณะคล้ายดาว ดังรูป 2.3



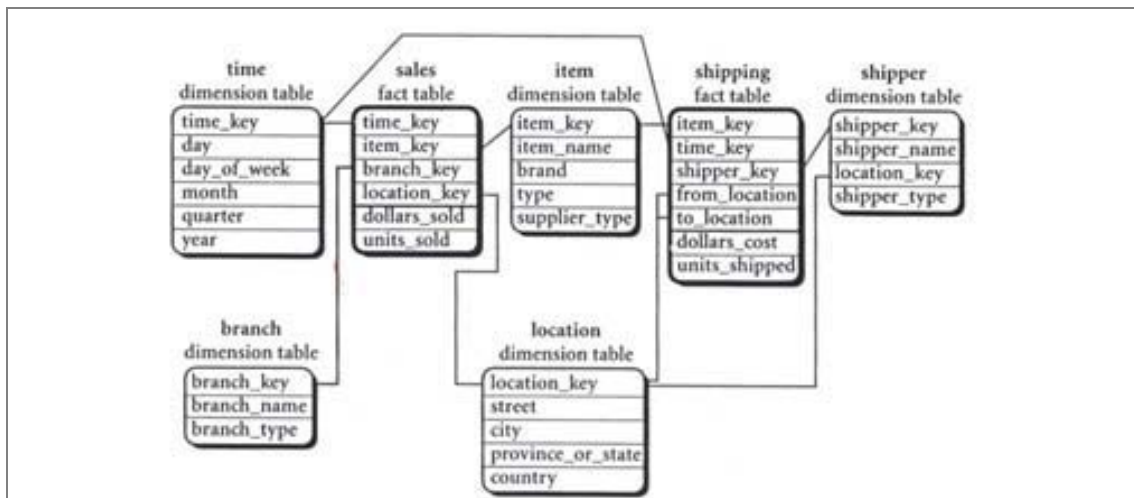
รูป 2.3 แสดงเค้ร่า่งดาวของคลังข้อมูลการขาย

2. **เค้ร่า่งเกล็ดหิมะ (Snowflake Schema)** เป็นแบบจำลองคลังข้อมูลที่ต่างไปจากเค้ร่า่งดาว เนื่องจากตารางไดเมนชันบางตารางจะถูกนอร์มัลไลซ์(Normalized) เพื่อลดความซ้ำซ้อนและประหยัดพื้นที่จัดเก็บข้อมูล ทำให้มีตารางเพิ่มขึ้น แต่จำเป็นต้องมีการรวมตารางในภายหลังทำให้เสียเวลาในการประมวลผลเพิ่มขึ้น ดังรูป 2.4



รูป 2.4 แสดงเค้าร่างเกล็ดหิมะของคลังข้อมูลการขาย

3. **เค้าร่างกลุ่มดาว (Fact Constellation Schema)** เป็นแบบจำลองคลังข้อมูลที่มี ตารางหลักมากกว่า 1 ตาราง และมีการใช้ตารางใดเมชันร่วมกัน ซึ่งเค้าร่างนี้อาจประกอบด้วยหลายๆ เค้าร่างดาว ดังรูป 2.5

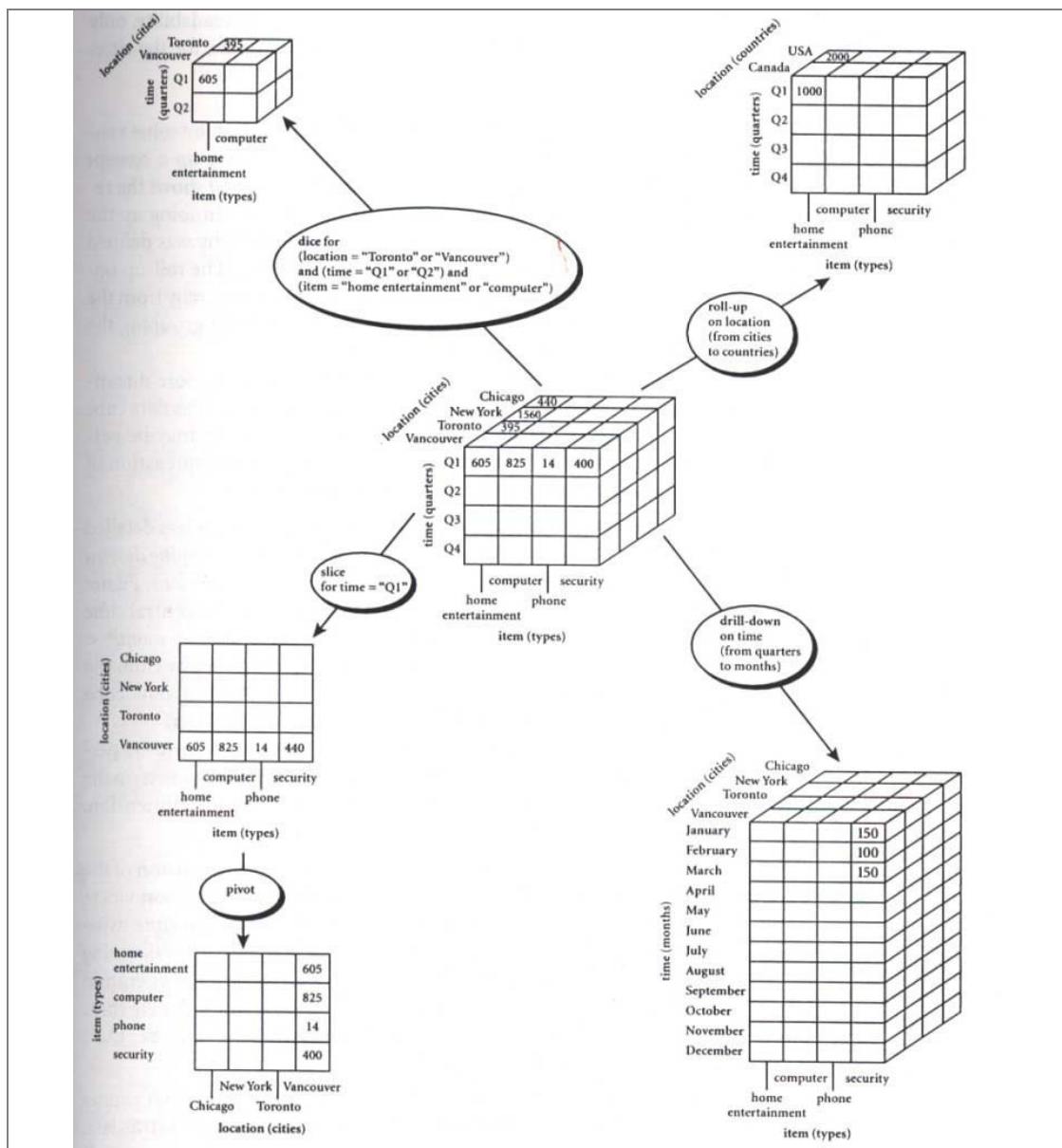


รูป 2.5 แสดงเค้าร่างกลุ่มดาวของคลังข้อมูลการขาย และการขนส่ง

2.5 วิธีการทำงานของโอแลปกับแบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล

การจัดเก็บข้อมูลของแบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล เกี่ยวข้องกับตารางใดเมนชันหลายๆ ตาราง ซึ่งแต่ละตารางประกอบด้วยหลายลำดับขั้น โดยที่การบริหารและจัดการข้อมูล ในแต่ละไดเมนชันต้องมีความยืดหยุ่นสูง เพื่อกระบวนการแสดงผลข้อมูลจากมุมมองหลายมิติอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย

1. **วิธีการ Roll-Up หรือ Drill-Up** เป็นวิธีการรวมค่าหน่วยวัดของคิว จากระดับล่างขึ้นบน เพื่อคำนวณค่าสรุปรวมในลำดับชั้นที่สูงกว่า
2. **วิธีการ Drill-Down** เป็นวิธีการตรงกันข้ามกับ Drill-Up คือแสดงค่าหน่วยวัดของคิว จากระดับบนลงล่างเพื่อแสดงรายละเอียดในลำดับชั้นที่ต่ำกว่า
3. **วิธีการ Slice และ Dice** การทำงานของวิธีการ Slice เป็นวิธีการเลือกข้อมูล 1 ไตเมนชันของคิวข้อมูล และวิธีการ Dice เป็นการเลือกข้อมูลออกมาส่วนหนึ่งคล้ายลูกเต๋า
4. **Pivot หรือ Rotate** เป็นการหมุนแกนของข้อมูลเพื่อแสดงข้อมูลในอีกมุมมองหนึ่ง
5. **วิธีการอื่นๆ** สำหรับไอบเลปที่มีเครื่องมือที่ช่วยประมวลผล เช่น ฟังก์ชันทางสถิติ ฟังก์ชันสำหรับพยากรณ์ การวิเคราะห์แนวโน้ม เป็นต้น



รูป 2.6 แสดงวิธีการทำงานของไอบเลปกับแบบจำลองมิติไตเมนชันนอล

2.6 ชนิดของโอแลปเซิร์ฟเวอร์

วิธีการจัดเก็บข้อมูลของโอแลปเซิร์ฟเวอร์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ แมป ค่า รายละเอียด และค่าจากการรวมค่า โดยที่แมปจะเก็บข้อมูลลำดับชั้นที่เกี่ยวกับสมาชิกของ ไดเมนชันทั้งหมดที่ถูกเรียกใช้ไว้ในคิว ส่วนค่ารายละเอียดจะมีค่าตรงกับสมาชิกระดับล่างสุดของแต่ละไดเมนชัน ค่าจากการรวมค่าคือค่าที่ถูกสรุปของระดับที่สูงขึ้นไปในลำดับชั้นของไดเมนชัน ประกอบด้วย วิธีการจัดเก็บ 3 ชนิด คือ

1. **รีเลชันนอลโอแลปเซิร์ฟเวอร์ (Relational OLAP Servers: ROLAP)** หมายถึง โอแลปเซิร์ฟเวอร์ที่เก็บค่ารายละเอียดและค่าจากการรวมค่าหน่วยวัดไว้ในตารางหลักเชิงสัมพันธ์
2. **มัลติไดเมนชันนอลโอแลปเซิร์ฟเวอร์ (Multidimensional OLAP Servers: MOLAP)** หมายถึง โอแลปแบบหลายไดเมนชันที่เก็บค่ารายละเอียดและค่าจากการรวมค่าหน่วยวัดไว้ในคิว
3. **ไฮบริดโอแลปเซิร์ฟเวอร์ (Hybrid OLAP Servers: HOLAP)** หมายถึง โอแลปแบบผสมที่จะเก็บค่ารายละเอียดไว้ในตารางหลักเชิงสัมพันธ์ แต่ค่าจากการรวมค่าหน่วยวัดจะเก็บไว้ในคิว

(Han, J. และ Kamber, M., 2001: 49-69)

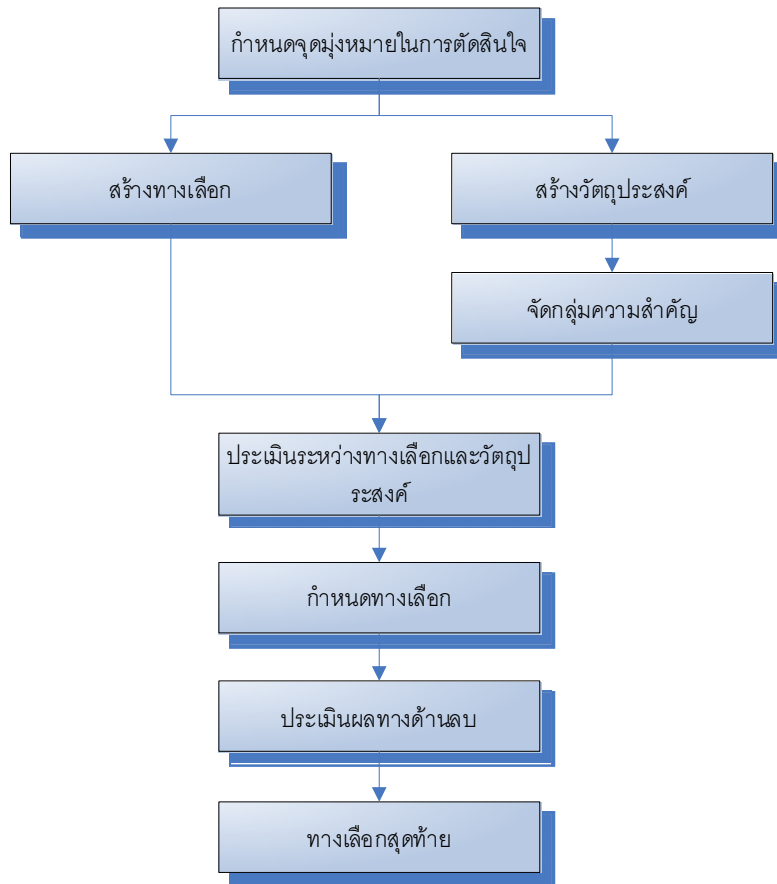
2.7 แนวคิดและทฤษฎีระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นระบบสารสนเทศที่ได้นำเอาคลังข้อมูลเข้ามาใช้ในการเพิ่มคุณภาพของข้อมูลที่จัดเก็บ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคลังข้อมูลมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ โดยจะนำข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลปฏิบัติการ มาทำการรวบรวม เปลี่ยนรูปแบบให้อยู่ในลักษณะที่ผู้ต้องการ เพื่อผู้ที่จะได้นำข้อมูลข้างต้นมาสนับสนุนการตัดสินใจได้

การแก้ปัญหาที่ต้องการข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ จำเป็นต้องสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เราสนใจขึ้นมาจากคลังข้อมูลที่เรามีอยู่ซึ่งมีความซับซ้อนและมีข้อจำกัดจำนวนมาก โดยปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ ข้อมูลในตารางมีขนาดใหญ่ ความสัมพันธ์ของข้อมูลมีความซับซ้อน การรวมผลสรุปและ การเรียงลำดับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มีความยุ่งยาก เป็นต้น

วิธีการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ Kepner-Tregoe (K-T) Decision-Making เป็นวิธีการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่นำเสนอโดย Charles Kepner และ Benjamin Tregoe เพื่อช่วยในการวิเคราะห์การตัดสินใจของมนุษย์ ก่อนที่จะนำมาสร้างเป็นระบบคอมพิวเตอร์ โดยแนวความคิดข้างต้นจะช่วยเหลือผู้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจใน 2 แนวทาง คือ การ

ประยุกต์นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในกระบวนการตัดสินใจ และ การมองระบบงานโดยรวมเพื่อให้เห็นถึงระบบงานย่อยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ดังรูป



รูป 2.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของ Kepner-Tregoe (K-T) Decision-Making

จากรูปสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจตามวิธีการของ Kepner-Tregoe (K-T) Decision-Making ได้ดังนี้

2.7.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการตัดสินใจ

ลำดับการทำงานแรกสุดในกระบวนการตัดสินใจ คือการกำหนดจุดมุ่งหมายของการตัดสินใจในระบบที่เราสนใจ โดยสิ่งทีละนี้จะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในกรณีที่จุดมุ่งหมายของการตัดสินใจเกิดจากผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีมากกว่าหนึ่งคนและมีจุดมุ่งหมายต่างกัน เราจำเป็นต้องมีการประนีประนอมจุดมุ่งหมาย โดยมีการหาความสัมพันธ์ของจุดมุ่งหมายด้วยการสร้างกลุ่มของจุดมุ่งหมายขึ้นมา

2.7.2 สร้างวัตถุประสงค์

การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเริ่มต้นจาก ขั้นตอนการสร้างวัตถุประสงค์และดำเนินการต่อเนื่องไปถึงขั้นตอนการสร้างทางเลือก การสร้างวัตถุประสงค์จำเป็นต้องมีการคาดการณ์ถึงผลลัพธ์ที่จะได้ โดยข้อมูลเข้าที่จำเป็นอาจจะกำหนดข้อจำกัดของทางเลือกได้ ในการสร้างวัตถุประสงค์ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ย่อย ซึ่งกำหนดความต้องการในด้านที่แตกต่างกัน

2.7.3 สร้างทางเลือก

วัตถุประสงค์แต่ละอย่างมีความสำคัญไม่เท่ากันเสมอไป โดยแบ่งอย่างคร่าวๆออกเป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องทำ และวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ ซึ่งมีการกำหนดได้ดังนี้

- การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องทำ สามารถทำได้โดยการพิจารณาว่า ถ้าคำถามที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์นั้น เราสามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจนว่า ใช่ หรือไม่ใช่ โดยจากคำตอบนี้จะเป็นลักษณะของคำตอบเดียวที่แน่นอน เราจะสรุปว่าวัตถุประสงค์นั้นต้องทำ ดังนั้นถ้าเป็นการกำหนดค่าของข้อมูลในวัตถุประสงค์ ควรเป็นค่าที่สามารถวัดได้ เช่น ค่าใช้จ่ายไม่เกิน 10 ล้านบาท
- การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ สามารถนำเอาวัตถุประสงค์ที่ไม่ผ่านการกำหนดว่าเป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องทำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำได้ โดยทั่วไปวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำจะมีลักษณะที่ไม่ต้องการคำตอบที่แน่นอนแต่สามารถยืดหยุ่นได้ เช่น เงินสนับสนุนเพื่อขยายการแบ่งตลาดในอีก 24 เดือนข้างหน้า อย่างไรก็ตามในบางกรณีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ อาจมีผลลัพธ์ที่ดีกว่าการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องทำ เนื่องจากการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องทำมักจะมีขอบเขตที่แน่นอนทำให้ในบางครั้งการตัดสินใจที่ได้ขัดกับความรู้สึกจึงจำเป็นต้องอาศัยการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำแทน โดยการกำหนดข้างต้นจะมีการให้น้ำหนักความสำคัญสำหรับวัตถุประสงค์

2.7.4 ประเมินระหว่างทางเลือกกับวัตถุประสงค์

เป็นขั้นตอนการประเมินระหว่างทางเลือกกับวัตถุประสงค์ เราจำเป็นต้องมีข้อมูลสารสนเทศที่ดี มีความถูกต้องและทันสมัยโดยให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ที่ต้องทำก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงพิจารณาวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ

- เปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ที่ต้องทำ จะพิจารณาลักษณะทางเลือกว่าตรงตามมาตรฐานที่กำหนดโดยวัตถุประสงค์ที่ต้องทำหรือไม่ ถ้าตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องทำเราจะจัดเก็บทางเลือกไว้เพื่อนำไปใช้พิจารณาในลำดับต่อไป
- เปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ โดยการกำหนดน้ำหนักความสำคัญอยู่ในช่วง 0-10 โดยค่า 10 แสดงให้เห็นว่าทางเลือกนั้นสอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำมากที่สุด และค่าจะลดลงเมื่อความสอดคล้องนั้นลดลงโดยจะลดลงจนเหลือ 0 สำหรับทางเลือกที่ไม่มีความสอดคล้อง จากนั้นทำการพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำตามลำดับความสำคัญมากไปน้อย โดยเราจะไม่พิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ
- รวบรวมการตัดสินใจ เป็นการคำนวณผลรวมของน้ำหนักความสำคัญ สำหรับแต่ละทางเลือก สามารถทำได้โดยนำค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ คูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือก ผลรวมที่ได้จะเป็นตัวที่แสดงให้เห็นถึงความสมเหตุสมผลในการตัดสินใจในแต่ละทางเลือก

2.7.5 กำหนดทางเลือก

โดยเรียงลำดับตามน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกที่เราได้ แล้วนำไปทดสอบในขั้นตอนที่ 7

2.7.6 ประเมินผลทางด้านลบ

เป็นการประเมินผลที่ใช้จึงเป็นการประเมินผลทางด้านลบที่จะเกิดขึ้น เมื่อมีการใช้กระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากสารสนเทศที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบเป็นข้อมูลสารสนเทศในอดีตและปัจจุบัน แต่ว่าการตัดสินใจเป็นเรื่องของอนาคต ดังนั้นสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตอาจไม่เป็นไปตามที่เราคิด ดังนั้นก่อนการตัดสินใจในการเลือกทางเลือกสุดท้าย จำเป็นต้องมีการทดสอบว่าระบบจะสามารถตอบสนองต่อการแก้ปัญหาในอนาคต รวมถึงการเปลี่ยนเงื่อนไขในการพิจารณาได้อย่างไร และอะไรคือผลกระทบที่จะเกิดขึ้น การพิจารณาผลสามารถใช้รูปแบบต่างๆ ดังนี้

- แสดงรายการความเป็นไปได้ของผลทางด้านลบ เป็นการบันทึกรายการของความเป็นไปได้ที่จะมีผลต่อระบบสนับสนุนการตัดสินใจของเราที่จะทำให้การทำงานผิดพลาด เมื่อทำการประเมินทางเลือก ควรทำการประเมินทางเลือกทุกทางกับเกณฑ์วัดตัวเดียวกัน
- กำหนดน้ำหนักของผลทางด้านลบ เป็นการกำหนดน้ำหนักของผลทางด้านลบเพื่อพิจารณาโอกาสของความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ที่เราบันทึกรายการไว้

2.7.7 สร้างทางเลือกสุดท้าย

หลังจากการวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกสุดท้าย หากพบว่ามีความเสี่ยงมากเกินไป เราสามารถทำการพิจารณาทางเลือกอื่นจากวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำและทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง กรณีหากมีทางเลือกตั้งแต่ 2 แนวทางที่ใกล้เคียงกันให้พิจารณาดังนี้

- ประเมินระดับผลที่จะเกิดขึ้นในส่วนของโอกาสและความสำคัญของแต่ละทางเลือก
- พิจารณาผลรวมของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือก

(Mallach, E. G., 2000: 65-71)

บทที่ 3

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับฟัซซีลอจิก

ระบบฟัซซี เป็นที่รู้จักครั้งแรกในปีพุทธศักราช 2463 โดย ลูคาเซวิช (Lukasiewicz) ซึ่งลูคาเซวิชนำเสนอทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับฟัซซี เช่น ความสูง อายุ หรือ ความร้อน ที่มีแนวคิดของตรรกะตรงข้ามกับของอริสโตเติล(Aristotelian) ที่ตรรกะอริสโตเติลมีเพียงค่าจริง(1) กับค่าเท็จ(0) ในปีพุทธศักราช 2508 ศาสตราจารย์ Lotfi A.Zadeh ได้นำเสนอหัวข้อฟัซซีเซต (Fuzzy sets) โดยแสดงให้เห็นว่าฟัซซีลอจิกนั้นไม่เหมือนกับเซตแบบดั้งเดิม ที่ปกติค่าความจริงจะมีเพียงสองค่า คือ ค่าจริง และ ค่าเท็จ แต่ท่านได้แปลงค่าเซตดั้งเดิม (Crisp Set) ให้เป็นค่าของเซตที่มีความต่อเนื่องกัน (Continuous Set) และสามารถแสดงในรูปของระดับของความจริง(Degree of Truth) หรือระดับของความเท็จ (Degree of Falseness) สำหรับแต่ละข้อมูลเข้าดั้งเดิม (Crisp Input)จะอยู่ระหว่าง ศูนย์ ถึง หนึ่ง

ฟัซซีลอจิก เป็นส่วนหนึ่งของงานด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยทั่วไปคอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าความเป็นจริง ได้เพียงสองค่าคือ ค่าจริง กับ ค่าเท็จ แต่ว่ามนุษย์สามารถใช้เหตุผลที่มีการแสดงระดับของค่าความจริงที่อาจไม่ใช่ ศูนย์ หรือ หนึ่ง แต่อาจเป็นค่าที่อยู่ระหว่างนั้น ส่วนมากงานด้านฟัซซีลอจิกจะมีการประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมต่างๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ และระบบโรงงาน ดังจะเห็นได้ว่าระบบควบคุมที่สร้างโดยอาศัยหลักของฟัซซีลอจิกนั้น สามารถประยุกต์การใช้งานในการตัดสินใจแทนผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้กำหนดกฎสำหรับการตัดสินใจไว้ในฐานความรู้ แล้วผ่านการประมวลผล เพื่อให้ได้คำตอบเสมือนหนึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำแนะนำ

(อ้างอิง <http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/chapter%201/chapter1.html>)

3.1 ฟัซซีเซต

ฟัซซีเซตจะไม่เหมือนเซตดั้งเดิม เนื่องจากมีการจัดรูปแบบให้อยู่ในรูปของเซตที่มีความต่อเนื่องกัน และใช้แนวคิดของระดับความเป็นสมาชิก (Degree of Membership) ซึ่งฟังก์ชันสมาชิกไม่ได้มีเพียงแค่ค่า 0 กับ 1 เท่านั้น แต่จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ด้วย

ตัวอย่างเปรียบเทียบอุณหภูมิ เพื่อพิจารณาระหว่างเขตดั้งเดิมกับฟัชชีเซต จะเห็นว่าจากสมการ (1) สามารถแยกแยะข้อมูลเป็น “ร้อน” หรือ “เย็น” (1 หรือ 0) ซึ่งไม่สามารถอธิบายค่าที่อยู่ระหว่าง 20 ถึง 100 องศาฟาเรนไฮต์ได้

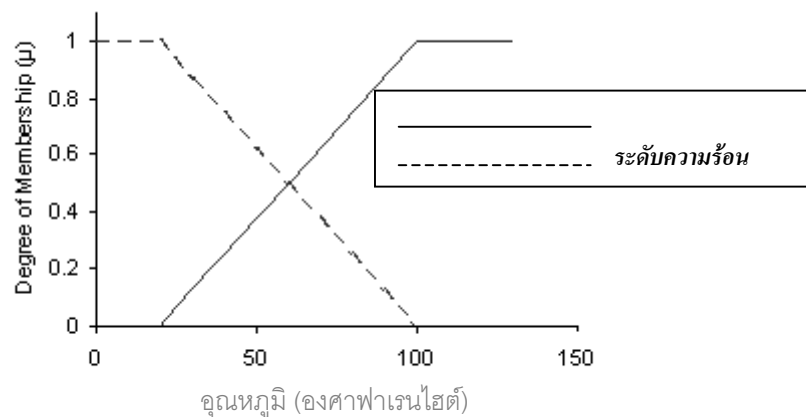
$$\mu_{\text{ร้อน}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{ก็ต่อเมื่อ } x \geq 50 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ \text{(ร้อน)} & \\ 0 & \text{ก็ต่อเมื่อ } x < 50 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ \text{(เย็น)} & \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

หากแก้ปัญหาข้างต้นโดยใช้หลักการของฟังก์ชันสมาชิกของฟัชชีลอจิก จากสมการ (2) สามารถแสดงระดับของความเป็นสมาชิกได้ ดังตาราง 3.1 และแสดงกราฟของฟังก์ชันสมาชิก ดังรูป 3.1

$$\mu_{\text{ร้อน}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } x < 20 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ \frac{x-20}{80} & \text{ถ้า } 20 \leq x \leq 100 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ 1 & \text{ถ้า } x > 100 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

ตาราง 3.1 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของอุณหภูมิ

อุณหภูมิ (องศาฟาเรนไฮต์)	ระดับความร้อน	ระดับความเย็น
20	0	1
30	0.125	0.875
40	0.25	0.75
50	0.375	0.625
60	0.5	0.5
70	0.625	0.375
80	0.75	0.25
90	0.875	0.125
100	1	0



รูป 3.1 แสดงกราฟฟังก์ชันสมาชิกของอุณหภูมิ

จากตาราง 1 มีค่าระดับความร้อนที่อุณหภูมิ 30 องศาฟาเรนไฮต์เท่ากับ 0.125 และค่าระดับความเย็นที่อุณหภูมิ 30 องศาฟาเรนไฮต์เท่ากับ 0.875 หมายความว่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาฟาเรนไฮต์ มีระดับความร้อนที่ 12.5 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเย็นที่ 87.5 เปอร์เซ็นต์

3.2 การแสดงค่าฟัซซีเซต

กำหนดให้ X แทน เอกภพสัมพัทธ์ และกำหนดให้ x เป็นสมาชิกของ X เมื่อพิจารณาเซต A เป็นฟัซซีเซตที่อยู่ในเอกภพสัมพัทธ์ $\mu A(x)$ คือฟังก์ชันสมาชิกของเซต A สามารถแสดงได้ 2 วิธี ดังสมการ (3) และสมการ (5)

$$A = \{x, \mu A(x), x \in X\} \quad (3)$$

จากสมการ (3) จะเห็นว่าเทอมของค่าฟัซซีเซตจะแสดงความสัมพันธ์เป็นคู่ระหว่างสมาชิก x และฟังก์ชันสมาชิกของเซต A ดังนั้นฟังก์ชันสมาชิกของอุณหภูมิในตาราง 3.1 สามารถแสดงได้ดังนี้

$$= \{(20,0), (30,0.125), (40,0.25), (50,0.375), (60,0.5), (70,0.625), (80,0.75), (90,0.875), (100,1)\}$$

และสามารถแสดงค่าฟัซซีเซตได้อีกรูปแบบ ดังนี้

$$A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) \quad \text{โดยที่} \dots\dots\dots (4)$$

$$a_i = \mu_A(x_i)$$

โดยการแสดงค่าฟัซซีเซตจะใช้สัญลักษณ์ “/” แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสมาชิก a_i กับ x_i

$$\dots\dots\dots (5)$$

$$A = (a_1 / x_1, a_2 / x_2, a_3 / x_3, \dots, a_n / x_n)$$

สามารถแสดงสมการสำหรับฟังก์ชันสมาชิกแต่ละตัวดังสมการ (6) และฟังก์ชันสมาชิกที่มีค่าต่อเนื่องกัน ดังสมการ (7) ตามลำดับ

$$A = \sum_{x \in X} \mu_A(x) / x_i \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$A = \int_x \mu_A(x) / x_i \quad \dots\dots\dots (7)$$

(อ้างอิง

<http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/chapter%202/chapter2.html>)

3.3 ฟัซซิฟิเคชัน(Fuzzification)

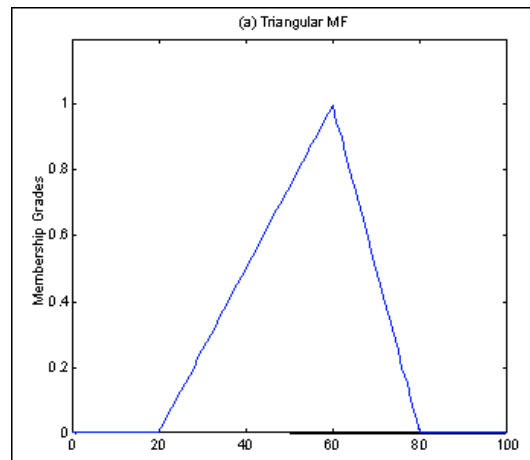
ฟัซซิฟิเคชัน เป็นกระบวนการเปลี่ยนค่าจำนวนจริงให้เป็นค่าฟัซซี โดยมีวิธีการ ดังต่อไปนี้

Triangular

Triangular สามารถเขียนแทนด้วย $\text{Triangle}(x, a, b, c)$ และแสดงความสัมพันธ์ ได้ดังสมการ (8)

$$A = \begin{cases} 0, x \leq a \\ (x - a) / (b - a), x \in (a, b) \\ (c - x) / (c - b), x \in (b, c) \\ 0, x \geq c \end{cases} \quad \dots\dots\dots (8)$$

โดยที่ Triangular ประกอบด้วย 3 ตัวแปรด้วยกันคือ ค่าน้อยสุด (a) ค่ากลาง (b) และค่ามากที่สุด (c) ตามลำดับ เพื่อนำค่าในแต่ละจุดมาแสดงเป็นรูปสามเหลี่ยม ดังรูป 3.2 ที่แสดงฟังก์ชันสมาชิกของ Triangle($x, 20, 60, 80$)



รูป 3.2 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของ Triangular($x, 20, 60, 80$)

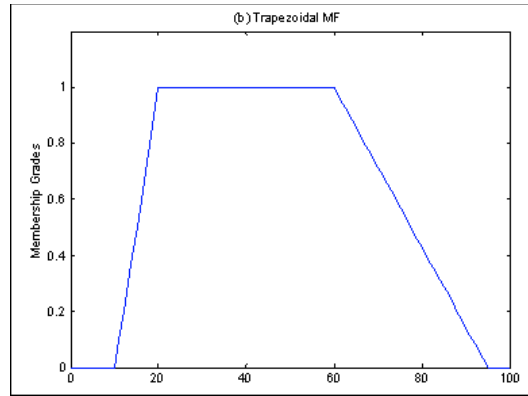
(อ้างอิงจาก <http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/LoadForecast/fuzzy.htm>)

Trapezoidal

Trapezoidal สามารถเขียนแทนด้วย Trapezoid(x, a, b, c, d) และแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการ 2.9

$$A = \begin{cases} 0, x \leq a \\ (x-a)/(b-a), x \in (a, b) \\ 1, x \in (b, c) \\ (d-x)/(d-c), x \in (c, d) \\ 0, x \geq d \end{cases} \quad \dots\dots\dots (9)$$

โดยที่ Trapezoidal ประกอบด้วย 4 ตัวแปรด้วยกันคือ ค่าน้อยสุด (a) ค่ากลาง1 (b) ค่ากลาง2 (c) และค่ามากที่สุด (d) เพื่อนำค่าในแต่ละจุดมาสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีสองด้านขนานกัน ดังรูป 3.3 ที่แสดงฟังก์ชันสมาชิกของ Trapezoid ($x, 10, 20, 60, 95$)



รูป 3.3 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของ Trapezoid($x, 10, 20, 60, 95$)

(อ้างอิงจาก <http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/LoadForecast/fuzzy.htm>)

3.4 การกระทำของฟัซซีเซต

กำหนดให้ X แทน เอกภพสัมพัทธ์ และกำหนดให้สมาชิกที่อยู่ใน X แทนด้วย x เมื่อพิจารณา A และ B เป็นฟัซซีเซตที่อยู่ในเอกภพสัมพัทธ์

อินเตอร์เซกชัน ของ A และ B ใช้สัญลักษณ์ “ $\wedge$ ” แทนเครื่องหมายตรรกะของ “และ” ซึ่งฟัซซีลอจิกจะทำการกระทำ “min” ที่จะพิจารณาค่าน้อยสุดของฟังก์ชันสมาชิก ดังสมการ (10)

$$\begin{aligned} \mu A \wedge B(x) &= \min(\mu A(x), \mu B(x)) \\ \text{สำหรับทุก } x \in X & \dots \dots \dots (10) \\ &= \mu A(x) \wedge \mu B(x) \\ &= \mu A(x) \cap \mu B(x) \end{aligned}$$

ยูเนียน ของ A และ B ใช้สัญลักษณ์ “ $\vee$ ” แทนเครื่องหมายตรรกะของ “หรือ” ซึ่งฟัซซีลอจิกจะทำการกระทำ “max” ที่จะพิจารณาค่ามากที่สุดของสมาชิก ดังสมการ (11)

$$\begin{aligned} \mu A \vee B(x) &= \max(\mu A(x), \mu B(x)) \\ \text{สำหรับทุก } x \in X & \dots \dots \dots (11) \\ &= \mu A(x) \vee \mu B(x) \\ &= \mu A(x) \cup \mu B(x) \end{aligned}$$

คอมพลีเมนต์ ของ A ใช้สัญลักษณ์ “ $\sim$ ” แทนความหมายทางตรรกะของ “ไม่” ดังสมการ (12)

$$\mu \sim A(x) = 1 - \mu A(x) \dots\dots\dots (12)$$

3.5 การอนุมานฟัซซี

ฟัซซีลอจิกกระทำกับฟัซซีเซตในลักษณะของ Fuzzy Proposition ที่แสดง การอนุมานในลักษณะของภาษาพูด เช่น “ความสูง คือ เตี้ย” สามารถแสดงได้ดังนี้

x is A สำหรับ A เป็นฟัซซีเซตที่อยู่ในเอกภพสัมพัทธ์ X

การแสดงกฎฟัซซีจะมีรูปแบบการแสดงดังนี้

IF X is A THEN Y is B สำหรับฟัซซีเซต A และ B

จะเห็นว่ากฎข้างต้นสร้างขึ้นมาจากความสัมพันธ์ระหว่าง 2 Propositions ซึ่งในระบบผู้เชี่ยวชาญ ฟัซซี ได้จัดเก็บกฎในลักษณะความสัมพันธ์ฟัซซี (A, B) ในเมตริกซ์ M เรียก กฎฟัซซีว่า ฟัซซีแอสโซซิเอทีฟเมโมรี (Fuzzy Associative Memory: FAM) และมี 2 เทคนิคของการอนุมานฟัซซีที่ได้รับความนิยม คือ การอนุมานแบบ Max-Min และการอนุมานแบบแมกโปรดัก (Max-Product) โดยที่เราจำเป็นต้องเข้าในการคูณเวกเตอร์เมตริกซ์ของฟัซซี (Fuzzy Vector-Matrix Multiplication)

1. **การคูณเวกเตอร์เมตริกซ์ของฟัซซี** เราสามารถหาค่าของเวกเตอร์ y ได้จากเวกเตอร์ x และเมตริกซ์ A โดยที่

$$\begin{matrix} x & \cdot & A & = & y \\ 1 \times p & & n \times p & & 1 \times p \end{matrix} \dots\dots\dots (13)$$

$$y_j = \sum_{i=1}^n x_i a_{ij} \dots\dots\dots (14)$$

การคูณเวกเตอร์เมตริกซ์ของฟัซซี ใช้เทคนิคที่มีชื่อว่า Max-Min Composition (Klir and Foger, 1988) ใช้สัญลักษณ์ “ $\circ$ ” แทนการกระทำ Max-Min กับเวกเตอร์และเมตริกซ์ พิจารณาจากกฎฟัซซี IF A THEN B โดยที่ A เป็นฟัซซีเซตที่กำหนดโดย X และ B เป็น ฟัซซีเซตที่กำหนดโดย Y สามารถแสดงเวกเตอร์ A และ B ดังนี้

$$A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n); a_i = \mu A(x_i)$$

$$B = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_n); b_i = \mu B(y_i)$$

เราสามารถกำหนดฟัซซี n จาก p และเมตริกซ์ M คือ

$$A \circ M = B \quad \dots\dots\dots (15)$$

และคำนวณค่าของ b_j โดย

$$b_j = \max_{1 \leq j \leq n} \{ \min(a_i, m_{ij}) \} \quad \dots\dots\dots (16)$$

กำหนดให้ $A = (0.2, 0.4, 0.6, 1.0)$ และฟัซซีเมตริกซ์ M คือ

$$M = \begin{vmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.8 \\ 0.6 & 0.8 & 0.6 \\ 0.8 & 0.6 & 0.5 \\ 0.0 & 0.5 & 0.5 \end{vmatrix}$$

จากสมการ 2.16 เราสามารถคำนวณค่า B ได้ดังนี้

$$b_1 = \max \{ \min(0.2, 0.1), \min(0.4, 0.6), \min(0.6, 0.8), \min(1.0, 0.0) \}$$

$$= \max \{ 0.1, 0.4, 0.6, 0.0 \}$$

$$= 0.6$$

$$b_2 = \max \{ 0.2, 0.4, 0.6, 0.5 \}$$

$$= 0.6$$

$$b_3 = \max \{ 0.2, 0.4, 0.5, 0.5 \}$$

$$= 0.5$$

2. Max-Min Inference เป็นการอนุมานที่มีสมการดังต่อไปนี้ คือ

$$m_{ij} = \text{truth}(a_i \rightarrow b_j) = \min(a_i, b_j) \quad \dots\dots\dots (17)$$

จากสมการ (17) กำหนดให้ A และ B เป็นฟัซซีเซต ซึ่งเราสามารถสร้างเมตริกซ์ M จากนั้นเราจะใช้สมการ (16) เพื่ออนุมานเวกเตอร์ B' จาก A' ที่เป็นสับเซตของ A เพื่อเพิ่มความเข้าใจมากขึ้น สมมติให้ X แทน เอกภพสัมพัทธ์ ที่แสดง “อุณหภูมิจึง” มีฟัซซีเซต A แสดงค่า “อุณหภูมิจึง” และกำหนดให้ Y แทน เอกภพสัมพัทธ์ ที่แสดง “ความเร็วลม” มีฟัซซีเซต B แสดงค่า “ความเร็วลมปานกลาง” จากฟัซซีข้างต้นเราสามารถสร้างกฎที่มีสมมติฐานเดียวได้ดังนี้

IF อุณหภูมิจึง THEN ความเร็วลม
ปานกลาง
หรือ
IF A THEN B

เราสามารถแสดงค่าฟัซซีในลักษณะของเวกเตอร์ซึ่งสามารถเข้าใจได้ง่าย ภายใต้ขอบเขตของค่าที่กำหนดไว้ได้ดังนี้

อุณหภูมิจึง = $(0/100, .5/125, 1/125, .5/175, 0/200)$
ความเร็วลมปานกลาง = $(0/10, .6/20, 1/30, .6/40, 0/50)$

จากกฎข้างต้น สามารถสร้างเมตริกซ์ M จากสมการ (17) ได้ดังนี้

$$M = m_{ij} = \min(a_i, b_j) = \begin{vmatrix} \min(0,0) & \min(0,.6) & \min(0,1) & \min(0,.6) & \min(0,0) \\ \min(.5,0) & \min(.5,.6) & \min(.5,1) & \min(.5,.6) & \min(.5,0) \\ \min(1,0) & \min(1,.6) & \min(1,1) & \min(1,.6) & \min(1,0) \\ \min(.5,0) & \min(.5,.6) & \min(.5,1) & \min(.5,.6) & \min(.5,0) \\ \min(0,0) & \min(0,.6) & \min(0,1) & \min(0,.6) & \min(0,0) \end{vmatrix}$$

$$M = m_{ij} = \min(a_i, b_j) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & .5 & .5 & .5 & 0 \\ 0 & .6 & 1 & .6 & 0 \\ 0 & .5 & .5 & .5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

กำหนดให้สับเซต A' มีค่าดังนี้

$$A' = (0/100, .5/125, 0/150, 0/175, 0/200)$$

จะเห็นได้ว่าเซตดั้งเดิม ข้างต้นแสดงค่าของอุณหภูมิที่ 125 ดีกรี ซึ่งมีค่าสมาชิกของอุณหภูมิเท่ากับ 0.5 สำหรับฟัซซีเซต “อุณหภูมิปกติ” สามารถอนุมานฟัซซีเซต B' จากสมการ (16) ได้ดังนี้

$$b_j = \max_{1 \leq i \leq n} \{ \min(a'_i, a_{ij}) \}$$

$$b_1 = \max [\min(0,0), \min(.5,0), \min(0,0), \min(0,0), \min(0,0)]$$

$$b_2 = \max [\min(0,0), \min(.5,.5), \min(0,.6), \min(.5,.5), \min(0,0)]$$

$$b_3 = \max [\min(0,0), \min(.5,.5), \min(0,1), \min(.5,.5), \min(0,0)]$$

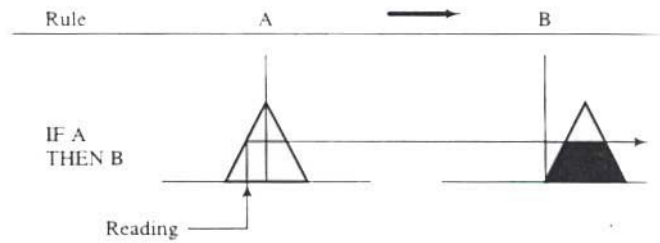
$$b_4 = \max [\min(0,0), \min(.5,.5), \min(0,.6), \min(.5,.5), \min(0,0)]$$

$$b_5 = \max [\min(0,0), \min(.5,0), \min(0,0), \min(0,0), \min(0,0)]$$

$$B' = (0/10, .5/20, .5/30, .5/40, 0/50)$$

ผลจากการอนุมานฟัซซีเซต B' ด้วยวิธีการ Min-Max สามารถแสดงได้ดังรูป 3.4 โดยที่ในงานด้านระบบฟัซซีลอจิกส่วนใหญ่มีการใช้ค่าดั้งเดิม ที่ใช้ประเมินมักจะมีเพียงค่าเดียว x_k เราสามารถนำ ค่าสมาชิกของ A แทนด้วย $\mu_A(x_k)$ กับ ค่าสมาชิกฟัซซีเซต B แทนด้วย $\mu_B(y)$ เพื่อให้อนุมานฟัซซีเซต B' ดังสมการ (18)

$$B' = \mu A(x_k) \wedge \mu(B(y)) \dots\dots\dots (18)$$



รูป 3.4 แสดง Max-Min Inference

3.6 กฎที่มีหลายสมมติฐาน

จากตัวอย่างที่ผ่านมากฎฟัซซีมีลักษณะเป็นกฎที่มีสมมติฐานเดียวคือ IF A THEN B ซึ่งในความเป็นจริงกฎฟัซซีมักมีสมมติฐานมากกว่า 1 ข้อ เช่น IF A AND B THEN C เราจำเป็นต้องมีการจัดการฟัซซีที่เกี่ยวข้องกับเมตริกซ์ M โดย Kosko (1992) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาข้างต้นดังนี้

กำหนดให้ฟัซซีเซต A เป็นสมาชิกของ X ฟัซซีเซต B เป็นสมาชิกของ Y และฟัซซีเซต C เป็นสมาชิกของ Z วิธีการนี้จะกำหนดสมมติฐานสำหรับแต่ละเมตริกซ์ M ที่ต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานและผลการอนุมาน เช่น MAC และ MBC จากนั้นก็รับข้อมูลเข้าเป็นสมมติฐาน A' และ B' ที่ต้องการอนุมาน C โดยที่เราสามารถคำนวณแยกกันได้ดังสมการ (19) และ (20) ตามลำดับ

$$A' \circ MAC = CA' \dots\dots\dots (19)$$

$$B' \circ MBC = CB' \dots\dots\dots (20)$$

จากนั้นทำการรวมฟัซซีเซต CA' และ CB' โดยจะขึ้นอยู่กับ “สันฐาน” ว่าเป็น “AND” หรือ “OR” กรณีที่สันฐาน เป็น “AND” จะใช้อินเตอร์เซกชัน และสันฐานเป็น “OR” จะใช้ยูเนียนในการอนุมานฟัซซีเซต ดังสมการ (21) และ (22) ตามลำดับ

$$C' = [A' \circ MAC] \wedge [B' \circ MBC] \dots\dots\dots (21)$$

$$C' = CA' \wedge CB'$$

$$C' = [A' \circ MAC] \vee [B' \circ MBC] \dots\dots\dots (20)$$

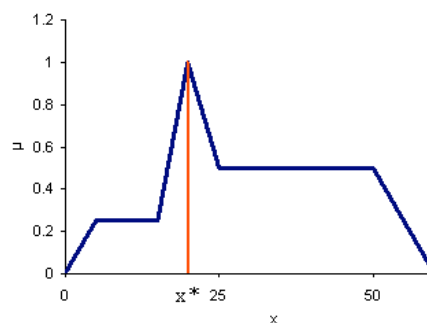
$$C' = CA' \vee CB'$$

(John Durkin, 1994: 371-381)

3.7 ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification)

ดีฟัซซิฟิเคชัน เป็นกระบวนการที่ใช้แปลงข้อมูลฟัซซีผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือสำหรับอนุมานฟัซซี ให้เป็นค่าผลลัพธ์ โดยมี 3 วิธีที่ได้รับความนิยม คือ

1. **Maximum Defuzzification Technique** เป็นวิธีการที่ค้นหาผลลัพธ์จากค่าสูงสุดของฟังก์ชันสมาชิก ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความรวดเร็วในการหาค่าผลลัพธ์ แต่จะมีความถูกต้องเมื่อพิจารณาส่วนยอดของผลลัพธ์ ดังแสดงในรูป 3.5 สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการ (23)



รูป 3.5 แสดงวิธีการ Maximum Defuzzification Technique

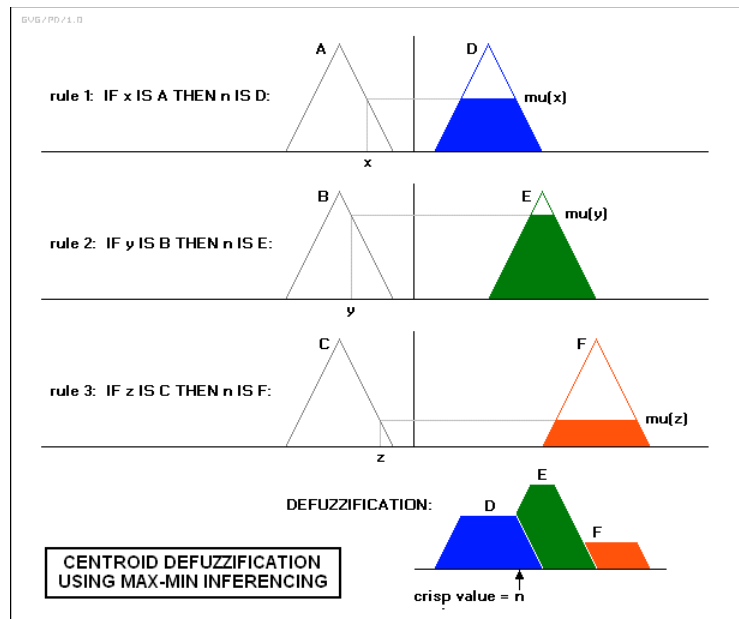
(อ้างอิง <http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/chapter%206/chapter6.html>)

$$\mu A(x^*) \geq \mu A(x) \text{ สำหรับทุก } x \text{ ที่เป็นสมาชิก} \dots\dots\dots (23)$$

ของเอกภพสัมพัทธ์ X

โดยที่ x^* เป็นค่าดีฟัซซี

2. **Centroid Defuzzification Technique** เป็นวิธีการค้นหา Center of Gravity หรือ Center of Area Defuzzification คิดค้นโดย Sugeno ในปี 1985 เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยม มีความถูกต้องสูง แต่มีความยุ่งยากในการประมวลผลฟังก์ชันสมาชิก ดังแสดงในรูป 3.3 สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการ (24)



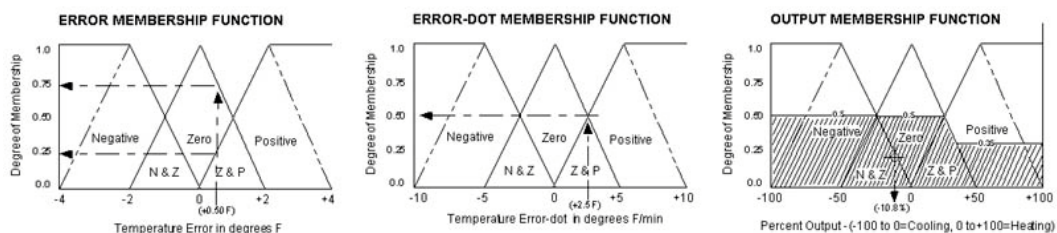
รูป 3.6 แสดงวิธีการ Centroid Defuzzification Technique

(อ้างอิงจาก <http://www.vectorsite.net/ttfuzzy.html>)

$$x^* = \frac{\int \mu_i(x) x dx}{\int \mu_i(x) dx} \dots \dots \dots (24)$$

โดยที่ x^* เป็นค่าดีฟัซซี่ผลลัพธ์, $\int \mu_i(x)$ เป็นการรวมค่าฟังก์ชันสมาชิก และ x เป็นตัวแปรผลลัพธ์

3. Weighted Average Defuzzification Technique เป็นวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยน้ำหนักของแต่ละผลลัพธ์จากเซตของกฎที่อยู่ในฐานความรู้เป็นเทคนิคที่มีความรวดเร็วในการประมวลผล และมีความถูกต้องค่อนข้างสูง ดังแสดงในรูป 3.7 สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังสมการ (25)



รูป 3.7 แสดงวิธีการ Weighted Average Defuzzification

(อ้างอิงจาก <http://www.seattlerobotics.org/encoder/mar98/fuz/flicases.html>)

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n m^i w_i}{\sum_{i=1}^n m^i} \dots\dots\dots (25)$$

โดยที่ x^* เป็นค่าดีฟัซซี่ผลลัพธ์, m^i เป็นสมาชิกผลลัพธ์ของแต่ละกฎ และ w_i เป็นค่าน้ำหนักของแต่ละกฎ

(<http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/chapter%206/chapter6.html>)

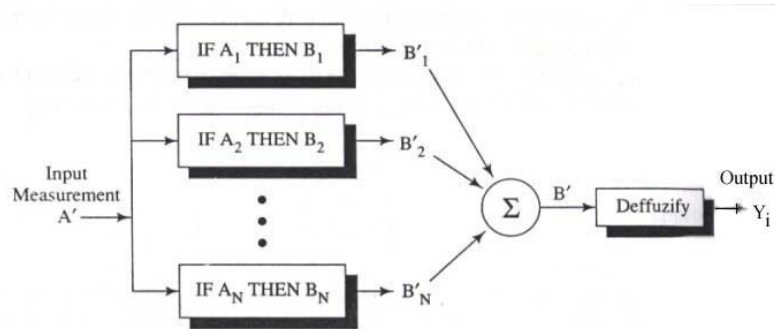
3.8 การดีฟัซซี่ฟิเคชันสำหรับกฎฟัซซี่ที่มากกว่า 1 กฎ

ในระบบงานจริงเรามักจะมีกฎฟัซซี่ที่ใช้ในการวิเคราะห์มากกว่า 1 กฎ หรือมีแอตทริบิวต์ $(A_1, B_1), (A_2, B_2), \dots, (A_n, B_n)$ ทำให้ต้องมีการสร้าง n เมตริกซ์ $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ เพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง A_i และ B_i

ดังนั้น ถ้าต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเข้า A' เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ B สามารถประมวลผลได้จากการนำเอา A' เป็นข้อมูลเข้าของทุกๆ กฎ แล้วประมวลผลได้ผลลัพธ์ B'_i สำหรับแต่ละกฎ จากนั้นทำการยูเนียนเพื่อหาผลรวมของ B'_i ทั้งหมด เพื่อให้ได้ B' โดยที่ B อยู่ภายใต้โดเมน X ดังสมการ (26)

$B' = B'_1 \cup B'_2 \cup \dots \cup B'_{n-1} \cup B'_n$ $= \max(B'_1(x), B'_2(x), \dots, B'_{n-1}(x), B'_n(x)) \quad \text{สำหรับ}$ $\text{ทุก } x \in X$	$\dots\dots\dots (26)$
--	------------------------

ภายหลังจากทำการยูเนียน เราสามารถทำการ ดีฟัซซี่ ค่า B' โดยวิธีการ Centroid จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าผลลัพธ์ Y_i ดังรูป 3.8



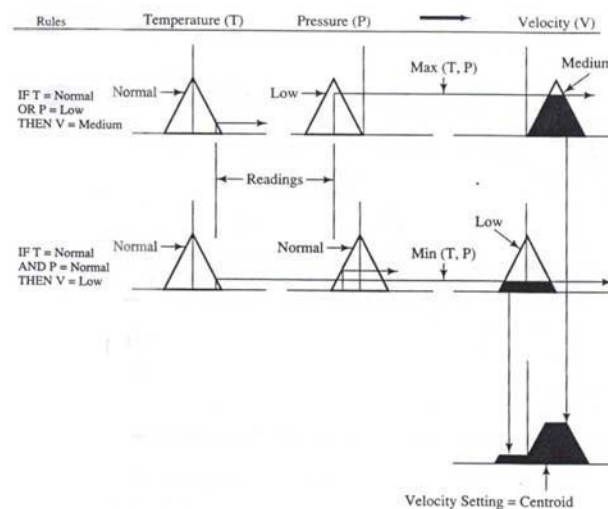
รูป 3.8 แสดงการดีฟัซซิฟิเคชันสำหรับกฎฟัซซีที่มีมากกว่า 1 กฎ

สมมติว่าเราต้องการควบคุมความเร็วของรถ อาศัยการตัดสินใจจากอุณหภูมิของรถและแรงดันจากกฎดังต่อไปนี้

กฎข้อที่ 1: IF Temperature is Normal
OR Pressure is Low
THEN Velocity is Medium

กฎข้อที่ 2: IF Temperature is Normal
AND Pressure is Normal
THEN Velocity is Low

สามารถอนุมานกฎทั้งสองโดยใช้ Max-Min Inference ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูป 3.9

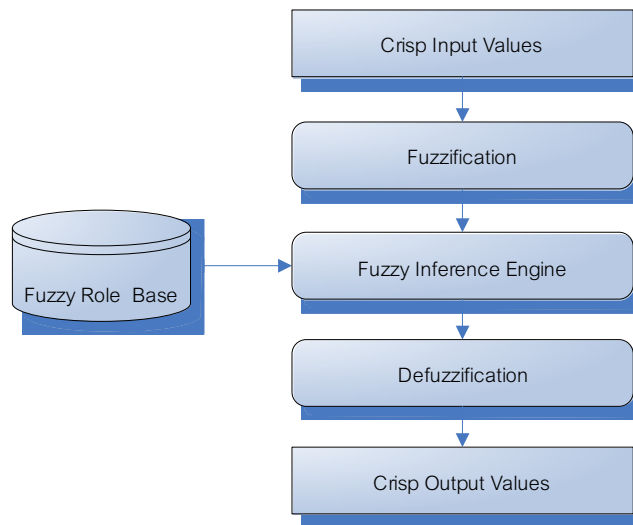


รูป 3.9 แสดงการอนุมานด้วยวิธีการ Max-Min Inference กับกฎฟัซซีมากกว่า 1 กฎ

(John Durkin, 1994: 382-383)

3.9 ระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี

ระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ฟัซซีในการประมวลผล โดยการแปลงข้อมูลเข้าดั้งเดิม เป็นค่าภาษาพูด (Linguistic Values) แล้วนำค่าภาษาพูดที่ได้มาเป็นข้อมูลเข้าสำหรับเครื่องมือสำหรับอนุมานฟัซซี (Fuzzy Inference Engine) ที่มีการอ้างอิงกฎจากฐานความรู้กฎฟัซซี (Fuzzy Rule Base) ซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไขสำหรับประมวลผลฟัซซี จากนั้นคำนวณค่าข้อมูลผลลัพธ์โดยดีฟัซซีฟิเคชัน ดังแสดงในรูป 3.10



รูป 3.10 แสดงระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี

(อ้างอิงจาก <http://www.comp.nus.edu.sg/~pris/FuzzyLogic/ModelDetailed1.html>)

บทที่ 4

การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลเกษตรกรและ คลังข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศ

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับข้อมูลเกษตรกรเป็นการรวบรวมเอาข้อมูลที่ได้จัดเก็บจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ตั้งแต่ในระดับอำเภอ จังหวัด และมาสู่ระดับภาค (หรือในระดับเขต) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลเชิงปฏิบัติการซึ่งเหมาะสำหรับเป็นข้อมูลสำหรับผู้ปฏิบัติการ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องมีการเพิ่มเติม ลบ แก้ไข หรือสร้างเป็นรายงาน การจัดทำระบบสารสนเทศจากข้อมูลเชิงปฏิบัติการนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาโครงสร้างของระบบฐานข้อมูลที่ได้เก็บในปัจจุบัน รวมถึงแนวทางการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้จากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมได้จะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบความถูกต้อง และการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการจัดเก็บข้อมูล ก่อนที่จะนำเอาข้อมูลเชิงปฏิบัติการนี้ไปรวบรวมเป็นคลังข้อมูลและเพื่อพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศต่อไป

โครงการนี้ได้มีการประสานงานร่วมกันระหว่างทีมนักวิจัยจากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และเจ้าหน้าที่ของศูนย์สารสนเทศ สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแล 17 จังหวัดของภาคเหนือ ได้แก่จังหวัด เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน พะเยา เชียงราย แม่ฮ่องสอน นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร ตาก สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร และ เพชรบูรณ์ โดยได้หาหรือถึงเรื่องของการใช้ประโยชน์จากข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อ ที่อยู่ อาชีพ รายได้ และจำนวนสมาชิกภายในครัวเรือน และรวมถึงข้อมูลการเพาะปลูก เช่นข้าว พืชไร่ พืชผักและไม้ประดับ การปศุสัตว์ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ของเกษตรกรรายครัวเรือน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บในปี 2545 โดยสำนักเศรษฐกิจการเกษตรร่วมกับกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งพบว่าข้อมูลเหล่านี้ยังมีปัญหาในเรื่องของการจัดเก็บซ้ำซ้อน ข้อมูลขาดหาย หรือไม่ตรงกับความเป็นจริง และอีกทั้งการออกแบบระบบฐานข้อมูลในลักษณะของการแยกเก็บแต่ละไฟล์ ทำให้ไม่สามารถนำไปประมวลผลให้อยู่ในรูปของสารสนเทศที่ใช้ประโยชน์ได้

นอกจากนี้ทางโครงการยังมีการประสานงานและหารือร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่ของกรมส่งเสริมการเกษตร สำนักเศรษฐกิจการเกษตร สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขต และเจ้าหน้าที่

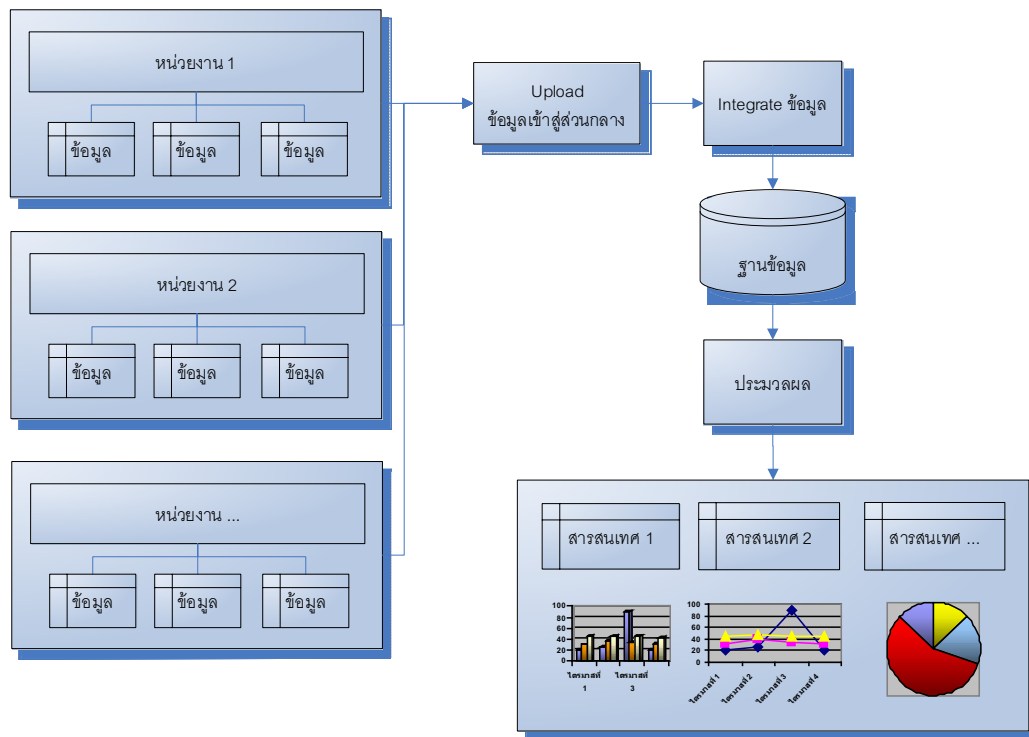
ที่ระดับจังหวัดของทั้ง 17 จังหวัด ในการกำหนดเงื่อนไขของระบบโปรแกรมจดทะเบียนเกษตรกรที่จะพัฒนาขึ้น และศึกษาความต้องการของประโยชน์ที่จะได้จากข้อมูลนี้ ที่จะนำเสนอออกมาในรูปแบบของรายงานต่างๆ ทั้งสารสนเทศในภาพรวมของทั้ง 17 จังหวัด ในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล อีกทั้งการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของกรมส่งเสริมการเกษตรในเรื่องของรหัสพื้นที่ รหัสพืช และรหัสสัตว์ ที่จะต้องกำหนดขึ้นมาใหม่ เพื่อให้งานวิจัยของข้อมูลเกษตรกรใน 17 จังหวัดภาคเหนือสอดคล้องกับข้อมูลของภูมิภาคที่เหลือ

จากผลของการสัมมนาร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลนี้ของรัฐและทีมงานวิจัยพบว่าจำเป็นต้องมีการปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูล โดยใช้วิธีกำหนดเงื่อนไขที่จะต้องมีส่วนบังคับใช้ทั้งทางด้านนโยบาย (ซึ่งรายละเอียดของเงื่อนไขได้มีการกำหนดไว้บ้างแล้วในคู่มือการขึ้นทะเบียนและการปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ปี 2545 และ 2546 ซึ่งจัดทำโดยกรมส่งเสริมการเกษตร) และสามารถนำไปใช้เป็นเงื่อนไขในการจัดทำระบบการบันทึกและสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะทำการบันทึกลงในฐานข้อมูล (ซึ่งเงื่อนไขของการบันทึกข้อมูลนี้ได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก.) อีกทั้งรายงานต่างๆที่สามารถสรุปได้จากข้อมูลที่จัดเก็บโดยแบ่งออกเป็นระดับของรายงานตามพื้นที่เช่นสรุปรายงานตามระดับของ เขต จังหวัด อำเภอ และตำบล จากการศึกษาความต้องการของระบบจากเจ้าหน้าที่หลายๆฝ่ายพบว่าการใช้ประโยชน์จากข้อมูลในระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บเดิมในปี 2545 ไม่สามารถใช้ได้ จึงได้มีการศึกษาและออกแบบระบบฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่พร้อมทั้งโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูล

4.1 โครงสร้างของระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูลใหม่

ปัญหาสำคัญหนึ่งสำหรับการจัดทำระบบสารสนเทศคือการแหล่งของข้อมูลนั้นอาจจะมาจากหลายแหล่ง ทำให้รูปแบบของการจัดเก็บนั้นไม่เหมือนกัน ดังนั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบของข้อมูล ชนิดข้อมูล และขั้นตอนการจัดเก็บอย่างชัดเจน เพราะจะทำให้การรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะต้องผ่านขั้นตอนการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลก่อนจะนำเอาข้อมูลจากหลายแหล่งมาจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งได้แก่ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องมีการปรับปรุงให้ข้อมูลเป็นทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งระบบฐานข้อมูลที่ออกแบบนั้นจะต้องสามารถรองรับการขยายตัว หรือข้อมูลที่มีการปรับปรุงหลายครั้ง ตัวอย่างเช่นการกำหนด Time Stamp หรือ Transaction Log เพื่อบันทึกเวลาที่มีการปรับปรุงข้อมูลครั้งสุดท้าย สำหรับโครงสร้างของระบบการบันทึกข้อมูลเกษตรกรจากแบบฟอร์มการขอขึ้นทะเบียนเกษตรกร (ทบก 01) เป็นลักษณะของการประมวลผลแบบกระจาย เนื่องจากข้อมูลเกษตรกรเป็นฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถจัดเก็บโดยองค์กรใดองค์กรหนึ่ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยหลายๆหน่วยงานย่อยที่รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่เป็นลักษณะของระบบฐานข้อมูลแบบกระจาย โดยแบ่งออกเป็นสำนักงานเกษตร

อำเภอ และสำนักงานเกษตรจังหวัด ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการบันทึกข้อมูลแล้วจะต้องทำขั้นตอนการรวมข้อมูลเพื่อจัดส่งมายังส่วนกลางเพื่อนำมาสู่ฐานข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งในที่นี้คือสำนักงานพัฒนาและส่งเสริมการเกษตรเขต 6 โดยจะทำการรวบรวมและจัดทำเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (ดังแสดงในภาพที่ 1.1) และเป็นข้อมูลที่ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้นการออกแบบฐานข้อมูลนี้จำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อให้ข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย



รูปที่ 4.1 โครงสร้างของระบบสารสนเทศของข้อมูลเกษตรกร

4.2 การปรับปรุงข้อมูลเกษตรกรจากฐานข้อมูลเดิม

ข้อมูลเกษตรกรที่ได้ทำการจัดเก็บไว้เดิมในปี 2545 โดยกรมส่งเสริมการเกษตรอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft Access 97 ฐานข้อมูลนี้มีการจัดเก็บที่แยกออกจากกันโดยแยกออกเป็นไฟล์ต่างๆสำหรับข้อมูลในแต่ละจังหวัดโดยมีรายละเอียดของไฟล์ดังนี้

50_ChiangMai.mdb

ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดเชียงใหม่

51_Lamphun.mdb

ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดลำพูน

52_Lampang.mdb

ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดลำปาง

53_Uttraratit.mdb

ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดอุดรดิตถ์

54_Phare.mdb

ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดแพร่

55_Nan.mdb

ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดน่าน

56_Phayao.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดพะเยา
57_ChiangRai.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดเชียงราย
58_MeaHongSon.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดแม่ฮ่องสอน
60_NakhonSawan.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดนครสวรรค์
61_Uthaitanee	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดอุทัยธานี
62_Kamphaengphet.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดกำแพงเพชร
63_Tak.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดตาก
64_SukhoThai.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดสุโขทัย
65_Phithanulok.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดพิษณุโลก
66_PhiChit.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดพิจิตร
67_Phetchabun.mdb	ไฟล์ฐานข้อมูลของจังหวัดเพชรบูรณ์

ซึ่งขั้นตอนต่อไปได้แก่การแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้อยู่ในโครงสร้างใหม่ซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft SQL Server 2000 ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการรองรับจำนวนข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และจำนวนผู้ใช้งานได้หลายคน ระบบการแปลงข้อมูลจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นมาในโครงการนี้เนื่องจากเครื่องมือที่มีมาให้กับโปรแกรมของไมโครซอฟต์เองจะไม่ทำการตรวจสอบเงื่อนไข ซึ่งได้ใช้เงื่อนไขของการกรอกข้อมูลที่กำหนดขึ้นโดยกรมส่งเสริมการเกษตร (ดังแสดงในภาคผนวก ก.) เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลแต่ละเรคคอร์ดให้ตรงตามเงื่อนไขก่อนที่จะทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบขึ้นมาใหม่ โดยโปรแกรมที่ใช้สำหรับการแปลงข้อมูลนี้มีหลักการทำงานคือ โปรแกรมจะทำการเปิดฐานข้อมูลของฐานข้อมูลเดิม (ที่เป็นของกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งแสดงรายละเอียดของโครงสร้างในภาคผนวก ข.) และฐานข้อมูลใหม่ (ที่ได้ออกแบบขึ้นในโครงการวิจัยนี้ ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค.) โดยที่ทำการอ่านจากฐานข้อมูลเดิมเป็นหลัก สำหรับแต่ละเรคคอร์ดที่โปรแกรมอ่านนั้น โปรแกรมจะทำการตรวจสอบแต่ละฟิลด์กับเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ และบางฟิลด์อาจจะต้องมีการปรับแก้ไขตัวเลขให้ตรงกับประเภทของข้อมูลใหม่ที่กำหนดขึ้น ตัวอย่างเช่น พื้นที่ของการปลูกในตำบลหรือนอกตำบล และการกำหนดสถานภาพการเป็นสมาชิกขององค์กรทางการเกษตร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีชนิดของข้อมูลเป็น nvarchar(1) หรือ bit เพื่อใช้บ่งบอกถึงสถานภาพ ใช่ (1) หรือ ไม่ใช่ (0) และหลังจากที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้วจึงจะทำการแมปฟิลด์ข้อมูลเดิมให้เป็นฟิลด์ข้อมูลใหม่ ซึ่งได้มีการออกแบบและตั้งชื่อเพื่อให้สามารถสื่อความหมายมากยิ่งขึ้น

สำหรับปัญหาที่พบส่วนใหญ่ในขั้นตอนการแปลงข้อมูลนี้คือข้อมูลที่สำคัญเช่นหมายเลขบัตรประชาชน ชื่อ หรือนามสกุลของเกษตรกรได้ขาดหายไป หรือหมายเลขบัตรประชาชนไม่ครบ 13 หลัก ซึ่งหมายเลขบัตรนี้เป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการอ้างอิงถึงตารางอื่นๆเช่นกิจกรรมทางการ

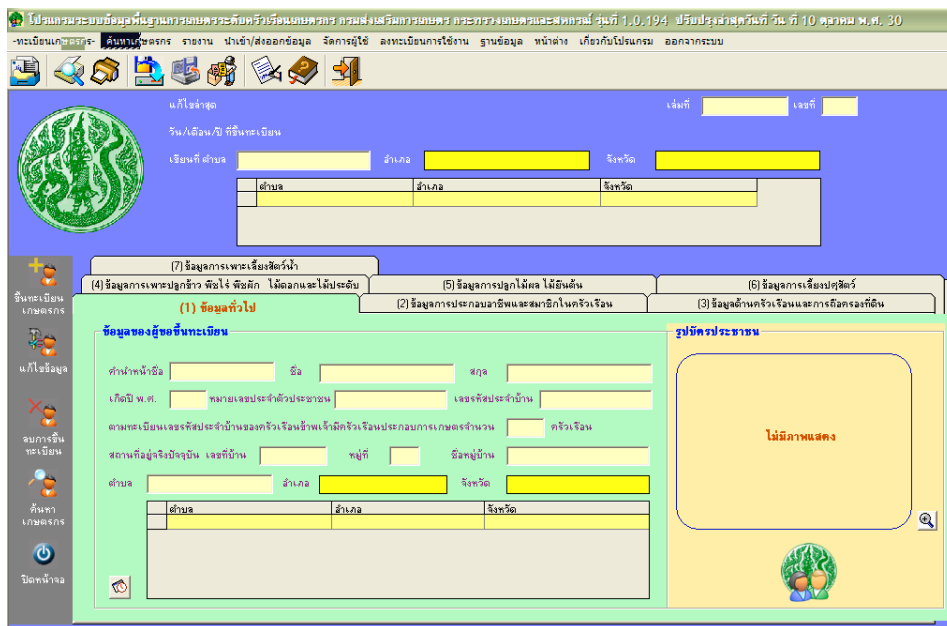
เกษตร หรือตารางสมาชิกภายในครัวเรือน หรือเกษตรกรมีแต่ข้อมูลพื้นฐานแต่ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางการเกษตร มีการอ้างอิงถึงรหัสกิจกรรมไม่ถูกต้องเป็นต้น ซึ่งในกรณีที่เกิดปัญหาเหล่านี้ทางโปรแกรมจะไม่ทำการแปลงข้อมูลและไม่มีการนำข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่ฐานข้อมูลใหม่ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีหมายเลขอ้างอิงที่ครบถ้วนก็อาจจะเกิดปัญหาในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูลโดยที่ทางโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบได้เช่นพื้นที่ปลูก ผลผลิต จำนวนสมาชิกภายในครัวเรือน หรือสถานที่ขึ้นทะเบียน สถานที่อยู่ และสถานที่ทำการเกษตร ซึ่งจำเป็นต้องอ้างอิงกับรหัสพื้นที่ที่กำหนดขึ้นโดยกระทรวงมหาดไทย ในกรณีเช่นนี้โปรแกรมจำเป็นจะต้องทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลใหม่ก่อน โดยมีเงื่อนไขให้เจ้าหน้าที่ทำการตรวจสอบในภายหลัง ตัวอย่างของการตรวจสอบข้อมูลเช่นพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตคือการคำนวณหาค่าของผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่สำหรับพืชแต่ละชนิดและนำไปเปรียบเทียบกับค่าผลผลิตเฉลี่ยที่ได้มีการจัดเก็บเป็นสถิติเอาไว้โดยสำนักส่งเสริมเศรษฐกิจการเกษตร (สศก) แต่การตรวจสอบในลักษณะนี้เป็นงานที่ต้องอาศัยเวลาและกำลังคนมากเพราะจำนวนพืช สัตว์ และจำนวนพื้นที่มีจำนวนมาก ซึ่งในเบื้องต้นทางทีมงานวิจัยได้ตรวจสอบโดยที่เน้นเอาเฉพาะพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจมาตรวจสอบก่อน

4.3 การพัฒนาโปรแกรมการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกรมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่ทำการบันทึกข้อมูลสามารถบริหารจัดการข้อมูลเกษตรกรที่มีการขึ้นทะเบียน ซึ่งการบันทึกข้อมูลเกษตรกรนั้นจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นให้โดยกรมส่งเสริมการเกษตร พร้อมทั้งมีความสามารถในการสืบค้นหาข้อมูลของเกษตรกรตามเงื่อนไขต่างๆที่ผู้ใช้สามารถระบุได้เองเพื่อวัตถุประสงค์ในการค้นหา สำหรับใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง และเพื่อใช้ในการผลิตเป็นรายงานต่างๆ โดยโปรแกรมนี้อาจมีความสามารถในการผลิตสารสนเทศในรูปแบบของรายงานต่างๆในระดับท้องถิ่นเช่น ระดับอำเภอ และระดับจังหวัด เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของรัฐสามารถใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบการวางแผน และการตัดสินใจจากข้อมูลในระดับท้องถิ่นของตัวเองได้ นอกจากนี้โปรแกรมยังมีความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลที่จัดเก็บ และทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนกลางเพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้ ตัวอย่างของโปรแกรมนี้นี้ได้แสดงใน รูปที่ 4.2

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกรนี้ได้ออกแบบเพื่อให้งานลักษณะของ Client-Server ที่ทำงานแบบ Standalone Application เพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูลเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ได้รับผิดชอบจัดการกับข้อมูลของตัวเอง อีกทั้งเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาข้อมูลรั่วไหล สาเหตุสำคัญที่ระบบไม่ได้ถูกออกแบบให้ทำงานบนเครือข่ายเน็ต

เวิร์กเนื่องจากความเร็วของอินเทอร์เน็ตในบางพื้นที่ยังช้าอยู่ และหากระบบทำงานบนเครือข่ายซึ่งหมายถึงระบบจะต้องเชื่อมต่อกับเน็ตเวิร์กอยู่ตลอดเวลา แต่การพัฒนาระบบบนเน็ตเวิร์กทำให้เกิดเป็นระบบฐานข้อมูลแบบศูนย์รวม (Centralized Database) ซึ่งทำให้การปรับปรุงข้อมูลเกิดความต่อเนื่องและข้อมูลไม่ขัดแย้งกัน



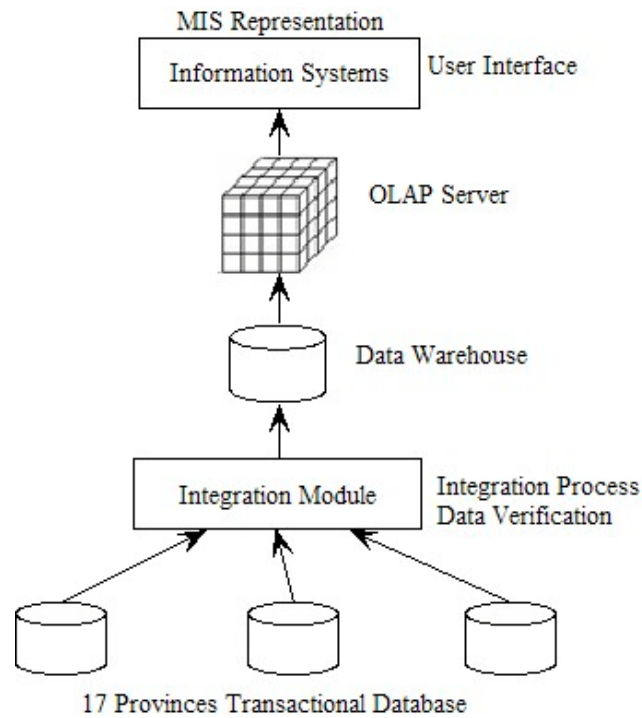
รูปที่ 4.2 ภาพหน้าจอโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกร

ซึ่งข้อดีของการออกแบบระบบในลักษณะของ Client-Server คือทำให้เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบข้อมูลสามารถใช้งานระบบได้ตลอดเวลา โปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว เพิ่มความปลอดภัยของข้อมูล และเมื่อหลังจากช่วงเวลาที่มีการขึ้นทะเบียนเกษตรกรและเสร็จสิ้นการบันทึกข้อมูลแล้ว ก็จะสามารถส่งข้อมูลออกเพื่อส่งให้กับส่วนกลางได้ แต่ข้อเสียของการออกแบบระบบในลักษณะนี้คือการจัดเก็บข้อมูลเป็นลักษณะแบบกระจาย การปรับปรุงข้อมูลเกษตรกรทำได้จากหลายแหล่ง ส่งผลให้เกิดปัญหาเมื่อนำเอาข้อมูลจากหลายแหล่งมารวมกัน ตัวอย่างเช่นเกษตรกรอาจจะไปขึ้นทะเบียนในแต่ละจังหวัดและอาจจะแจ้งข้อมูลที่ต่างกัน หรือเกษตรกรรายเดียวกันทำการขึ้นทะเบียนหลายที่เนื่องจากมีพื้นที่ในการประกอบกิจกรรมทางการเกษตรหลายแหล่ง หรือเจ้าหน้าที่ที่บันทึกข้อมูลอาจจะบันทึกข้อมูลผิดพลาดเช่นหมายเลขบัตรประชาชนที่ซ้ำกันสำหรับเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมารวมกันก็จะเริ่มเห็นข้อผิดพลาดเหล่านี้

4.4 การพัฒนาระบบคลังข้อมูล

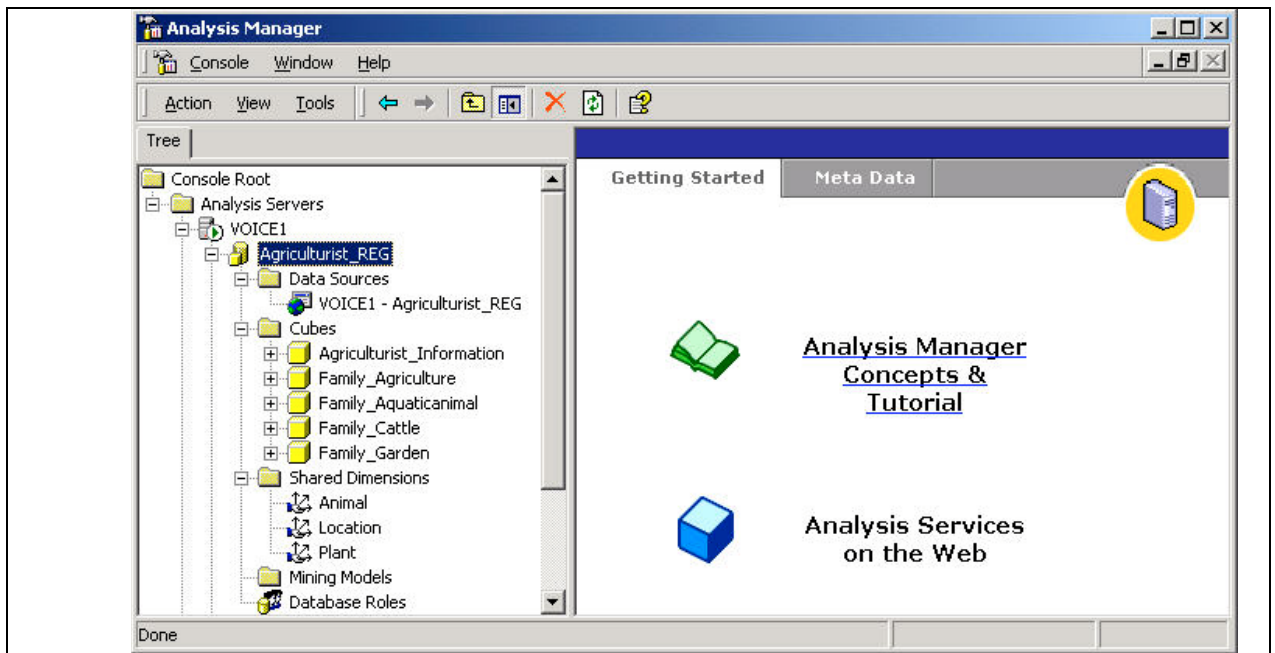
คลังข้อมูลที่ออกแบบสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเชิงสรุปเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ถูกออกแบบให้เก็บข้อมูลการจัดการและมีคุณสมบัติต่างๆเพื่อใช้สำหรับการพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ และเพื่อพัฒนาเป็นระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ โดยคลังข้อมูลมีคุณลักษณะที่ต่างจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ เช่นหน้าที่และการจัดเก็บที่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน โดยข้อมูลที่นำมาจัดเก็บในคลังข้อมูลมุ่งเน้นประเด็นสำคัญ ๆ ของข้อมูล (Subject Area) เช่น ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร ข้อมูลกิจกรรมทางการเกษตรซึ่งแบ่งออกเป็นด้านย่อยต่างๆเช่น ข้อมูลกิจกรรมการปลูก พืชสวน พืชไร่ การประมง และการปศุสัตว์ โดยคลังข้อมูลจะมุ่งเน้นที่โครงสร้างของข้อมูลในด้านต่างๆ (Dimension) การรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาจัดเก็บในคลังจะถูกนำมาจากข้อมูลทราบนีชันเรคอร์ดของฐานข้อมูลเกษตรกร ประเด็นสำคัญอย่างหนึ่งของระบบคลังข้อมูลคือความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังในอดีตได้เรียกว่าเป็น Time-Variant เนื่องจากการบันทึกข้อมูลเกษตรกรนั้นจะทำในแต่ละปีดังนั้นคลังข้อมูลจะสามารถใช้วันที่ขึ้นทะเบียนเป็นฟิลด์ที่ระบุถึงช่วงเวลาของข้อมูลตามปี เดือน วัน (ในลักษณะของการทำ Drilled-Down และ Drilled-Up)

ดังแสดงในรูปที่ 4.3 แสดงถึงโครงสร้างของระบบสารสนเทศ ที่มีพื้นฐานข้อมูลมาจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ โดย Integration Module จะทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแต่ละแหล่งข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะทำการจัดเก็บในคลังข้อมูล หลังจากนั้นข้อมูลที่อยู่ในคลังจะถูกเชื่อมโยงโดย Online Analytical Analysis Processing (OLAP) ซึ่งมีโครงสร้างแบบ Dimensional Modeling (DM) สำหรับการคิวรีข้อมูลที่จัดเก็บในคลังในลักษณะมิติข้อมูลเพื่อนำเสนอเป็นสารสนเทศในรูปแบบต่างๆ



รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างของระบบสารสนเทศ

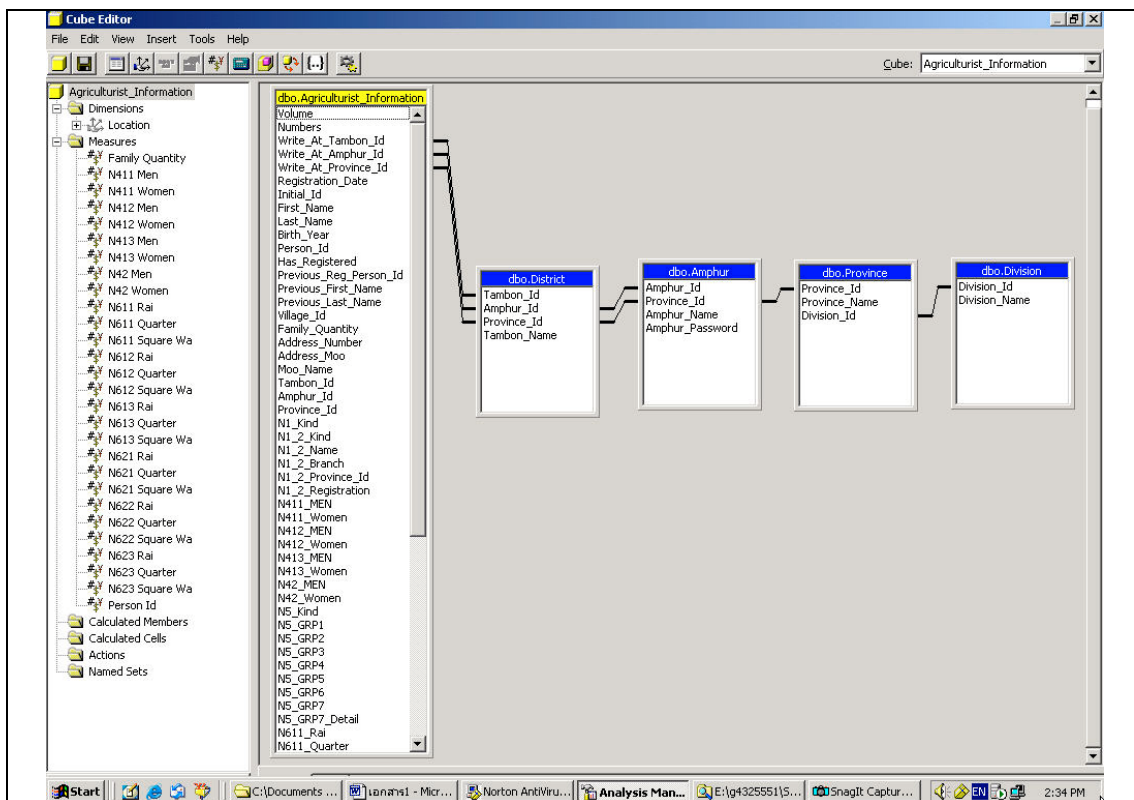
การสร้างคลังข้อมูลเกษตรกรเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศ ใช้แหล่งข้อมูลจากฐานข้อมูลการขึ้นทะเบียนและการปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรที่รวบรวมข้อมูลไว้ ที่ได้จัดเก็บข้อมูลจาก 17 จังหวัดภาคเหนือโดย มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือได้สร้างคลังข้อมูลชื่อ “Agriculturist_REG” โดยนำเอาข้อมูลเกษตรกรมาประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Analysis Services ได้คิวข้อมูลดังรูปที่ 4.4 ประกอบด้วยคิวข้อมูลดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงคลังข้อมูลเกษตรกร

4.4.1 คิวข้อมูล Agriculturist_Information

คิวข้อมูล Agriculturist_Information เป็นคิวข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร สามารถแสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอล ดังรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.5 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Agriculturist_Information

(1) ตารางหลัก

ตารางหลักของคิวข้อมูล Agriculturist_Information คือตาราง Agriculturist_Information เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลทราบเชิงชั้นของข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

(2) ตารางไต่เมนชั้น

ตารางไต่เมนชั้นของคิวข้อมูล Agriculturist_Information เป็นตารางที่ใช้สำหรับอ้างอิงสำหรับตารางหลัก ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงตารางไต่เมนชั้นของคิวข้อมูล Agriculturist_Information

ลำดับที่	ชื่อตารางไต่เมนชั้น	รายละเอียด
1	Location	สร้างจากตาราง District, Amphur, Province และ Division

(3) ค่าหน่วยวัด

ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Agriculturist_Information เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.2

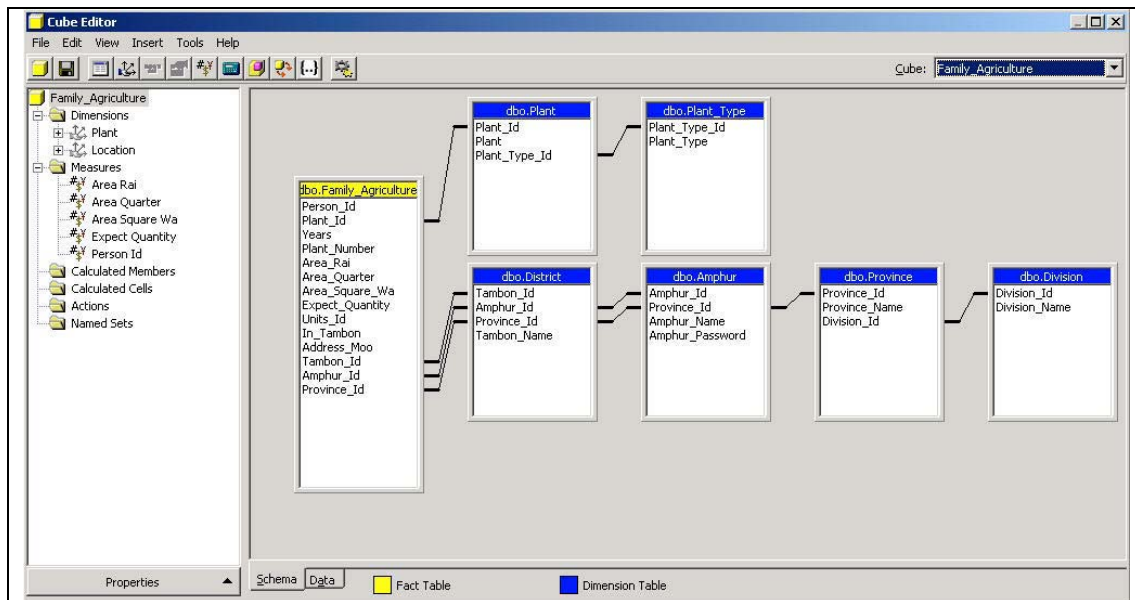
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Agriculturist_Information

ลำดับที่	ชื่อค่าหน่วยวัด	รายละเอียด
1	Person_Id	จำนวนเกษตรกร
2	N611 Rai	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรของตนเอง (ไร่)
3	N611 Quarter	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรของตนเอง (งาน)
4	N611 Square Wa	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรของตนเอง (ตารางวา)
5	N612 Rai	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรโดยการเช่า (ไร่)
6	N612 Quarter	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรโดยการเช่า (งาน)
7	N612 Square Wa	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรโดยการเช่า (ตารางวา)
8	N613 Rai	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตร อื่น ๆ (ไร่)
9	N613 Quarter	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตร อื่น ๆ (งาน)
10	N613 Square Wa	การถือครองที่ดินเพื่อการเกษตร อื่น ๆ (ตารางวา)
11	N621 Rai	การถือครองที่ดินนอกการเกษตรของตนเอง (ไร่)
12	N621 Quarter	การถือครองที่ดินนอกการเกษตรของตนเอง (งาน)
13	N621 Square Wa	การถือครองที่ดินนอกการเกษตรของตนเอง (ตารางวา)

14	N622 Rai	การถือครองที่ดินนอกการเกษตรโดยการเช่า (ไร่)
15	N622 Quarter	การถือครองที่ดินนอกการเกษตรโดยการเช่า (งาน)
16	N622 Square Wa	การถือครองที่ดินนอกการเกษตรโดยการเช่า (ตารางวา)
17	N623 Rai	การถือครองที่ดินนอกการเกษตร อื่น ๆ (ไร่)
18	N623 Quarter	การถือครองที่ดินนอกการเกษตร อื่น ๆ (งาน)
19	N623 Square Wa	การถือครองที่ดินนอกการเกษตร อื่น ๆ (ตารางวา)

4.4.2 คิวข้อมูล Family_Agriculture

คิวข้อมูล Family_Agriculture เป็นคิวข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลการเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ดอกและไม้ประดับของเกษตรกร สามารถแสดงเค้าร่างของมิติไดเมนชันนอล ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.6 แสดงเค้าร่างของมิติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Agriculture

(1) ตารางหลัก

ตารางหลักของคิวข้อมูล Family_Agriculture คือตาราง Family_Agriculture เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลทรานแซกชันของข้อมูลการเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ดอกและไม้ประดับของเกษตรกร

(2) ตารางไดเมนชัน

ตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Agriculture เป็นตารางที่ใช้สำหรับอ้างอิงสำหรับตารางหลัก ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Agriculture

ลำดับที่	ชื่อตารางไดเมนชัน	รายละเอียด
1	Plant	สร้างจากตาราง Plant และ Plant_Type
2	Location	สร้างจากตาราง District, Amphur, Province และ Division

(3) ค่าหน่วยวัด

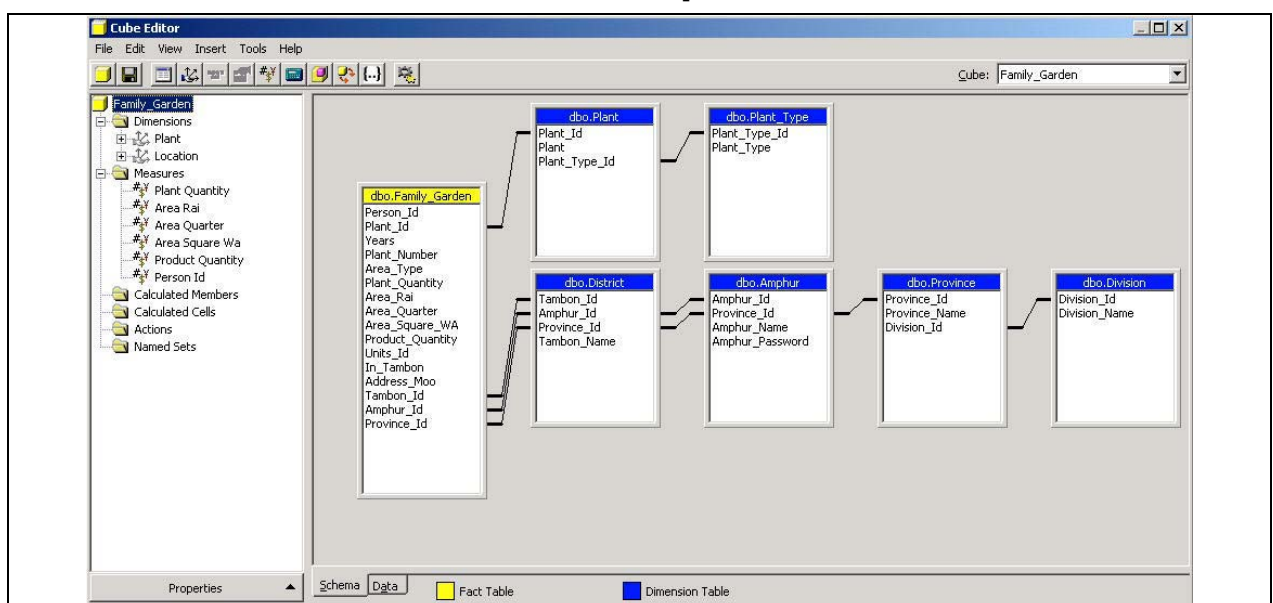
ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Agriculture เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Agriculture

ลำดับที่	ชื่อค่าหน่วยวัด	รายละเอียด
1	Person_Id	จำนวนเกษตรกร
2	Area Rai	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)
3	Area Quarter	เนื้อที่เพาะปลูก (งาน)
4	Area Square Wa	เนื้อที่เพาะปลูก (ตารางวา)
5	Expect Quantity	ผลผลิตที่ได้รับ

4.4.3 คิวข้อมูล Family_Garden

คิวข้อมูล Family_Garden เป็นคิวข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลการเพาะปลูกไม้ผลไม้ยืนต้นของเกษตรกร สามารถแสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอล ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.7 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Garden

(1) ตารางหลัก

ตารางหลักของคิวข้อมูล Family_Garden คือตาราง Family_Garden เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลทราจชันของข้อมูลการเพาะปลูกไม้ผลไม้ยืนต้นของเกษตรกร

(2) ตารางไคเมนชัน

ตารางไคเมนชันของคิวข้อมูล Family_Garden เป็นตารางที่ใช้สำหรับอ้างอิงสำหรับตารางหลัก ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงตารางไคเมนชันของคิวข้อมูล Family_Garden

ลำดับที่	ชื่อตารางไคเมนชัน	รายละเอียด
1	Plant	สร้างจากตาราง Plant และ Plant_Type
2	Location	สร้างจากตาราง District, Amphur, Province และ Division

(3) ค่าหน่วยวัด

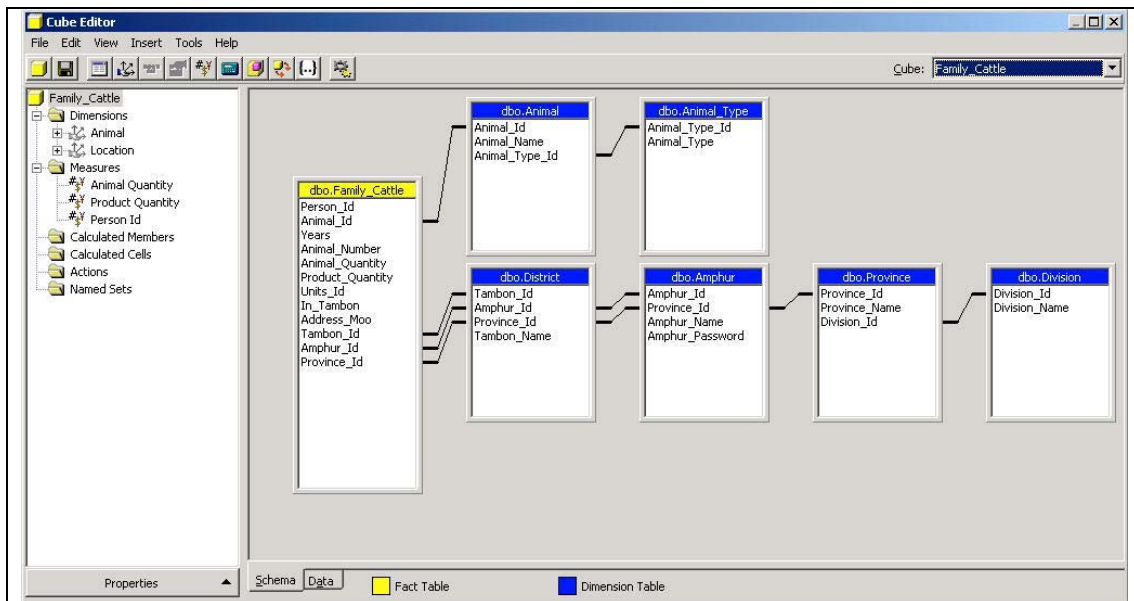
ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Garden เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Garden

ลำดับที่	ชื่อค่าหน่วยวัด	รายละเอียด
1	Person_Id	จำนวนเกษตรกร
2	Area Rai	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)
3	Area Quarter	เนื้อที่ยืนต้น (งาน)
4	Area Square Wa	เนื้อที่ยืนต้น (ตารางวา)
5	Plant Quantity	จำนวนต้น
6	Product Quantity	ผลผลิตที่ได้รับ

4.4.4 คิวข้อมูล Family_Cattle

คิวข้อมูล Family_Cattle เป็นคิวข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลการเพาะเลี้ยงปศุสัตว์ของเกษตรกร สามารถแสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอล ดังรูปที่ 4.8 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.8 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Cattle

(1) ตารางหลัก

ตารางหลักของคิวข้อมูล Family_Cattle คือตาราง Family_Cattle เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลทรานแซกชันของข้อมูลการเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ดอกและไม้ประดับของเกษตรกร

(2) ตารางไดเมนชัน

ตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Cattle เป็นตารางที่ใช้สำหรับอ้างอิงสำหรับตารางหลัก ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Cattle

ลำดับที่	ชื่อตารางไดเมนชัน	รายละเอียด
1	Animal	สร้างจากตาราง Animal และ Animal_Type
2	Location	สร้างจากตาราง District, Amphur, Province และ Division

(3) ค่าหน่วยวัด

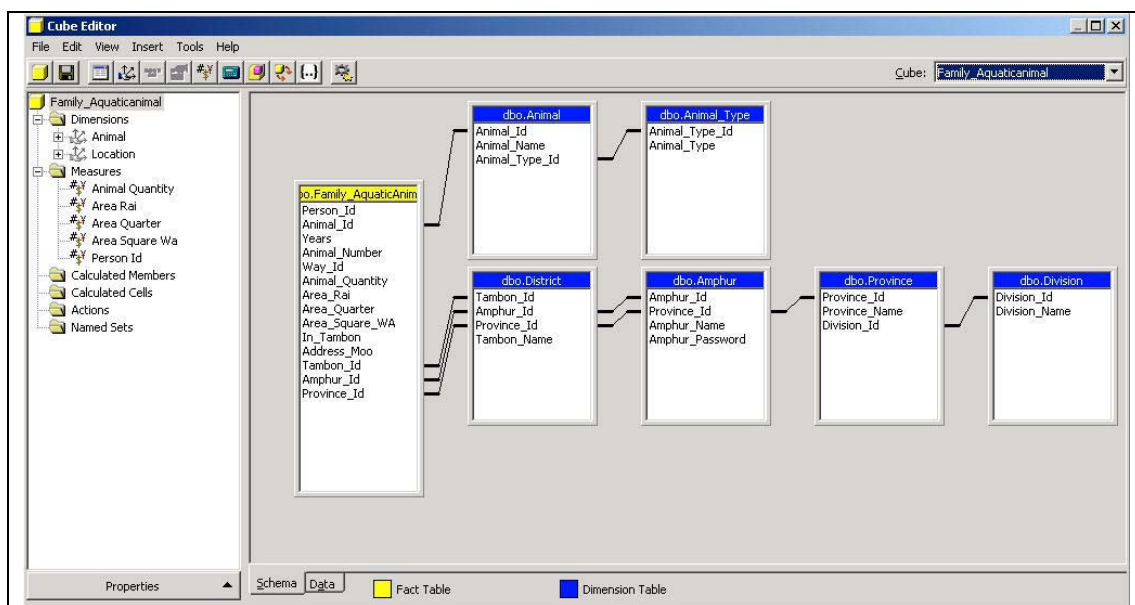
ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Cattle เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Cattle

ลำดับที่	ชื่อค่าหน่วยวัด	รายละเอียด
1	Person_Id	จำนวนเกษตรกร
2	Animal Quantity	จำนวนสัตว์

4.4.5 คิวข้อมูล Family_Aquaticanimal

คิวข้อมูล Family_Aquaticanimal เป็นคิวข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกร สามารถแสดงเค้าร่างของมิติไดเมนชันนอล ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.9 แสดงเค้าร่างของมิติไดเมนชันนอลของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal

(1) ตารางหลัก

ตารางหลักของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal คือตาราง Family_Aquaticanimal เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลทรานแซกชันของข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกร

(2) ตารางไดเมนชัน

ตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal เป็นตารางที่ใช้สำหรับอ้างอิงสำหรับตารางหลัก ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงตารางไดเมนชันของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal

ลำดับที่	ชื่อตารางไดเมนชัน	รายละเอียด
1	Animal	สร้างจากตาราง Animal และ Animal_Type
2	Location	สร้างจากตาราง District, Amphur, Province และ Division

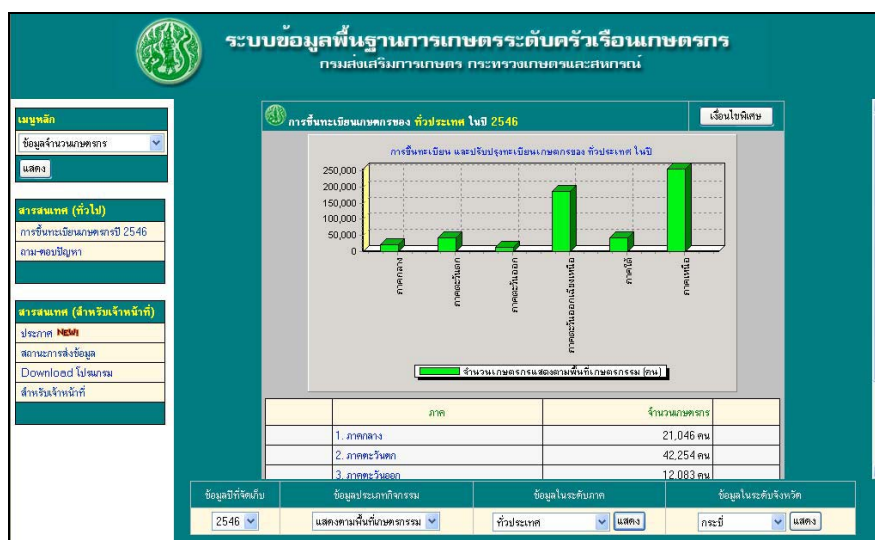
(3) ค่าหน่วยวัด

ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลข เพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Aquaticanimal

ลำดับที่	ชื่อค่าหน่วยวัด	รายละเอียด
1	Person_Id	จำนวนเกษตรกร
2	Area Rai	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)
3	Area Quarter	เนื้อที่เพาะปลูก (งาน)
4	Area Square Wa	เนื้อที่เพาะปลูก (ตารางวา)
5	Animal Quantity	จำนวนสัตว์น้ำ

จากคลังข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อโดยเครื่องมือ OLAP จะสามารถนำมาพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตดังแสดงในรูป 4.10



ข้อมูลการจัดทำทะเบียน และ บัตรประจำตัวเกษตรกรใน ภาคเหนือ							
รายชื่อจังหวัด	จัดเก็บครั้งที่ 1	จัดเก็บครั้งที่ 2	จัดเก็บครั้งที่ 3	จัดเก็บครั้งที่ 4	จัดเก็บครั้งที่ 5	จำนวนรวม	จำนวนเกษตรกรที่ลงทะเบียน
1. กำแพงเพชร	1,870	7,959	11,967			21,796	95,375 คน
2. เชียงราย	2,826	18,451	23,686	27,663		72,626	209,697 คน
3. เชียงใหม่	17,765	26,553	25,481	22,476		92,275	233,407 คน
4. ตาก	487	1,584				2,071	66,304 คน
5. นครสวรรค์	6,710	15,111	15,622	17,508		54,951	137,538 คน
6. น่าน	6,629	8,823	12,354	18,099		45,905	79,359 คน
7. พะเยา	1,610	2,938				4,548	102,249 คน
8. พิษณุโลก	1,816	9,186	8,806	9,522		29,330	81,597 คน
9. พิจิตร	6,231	12,012	11,898	2,872		33,013	112,534 คน
10. เพชรบูรณ์	3,878	9,400	4,366	14,205		31,849	151,524 คน
11.แพร่	6,786	15,073	16,099	2,440		40,398	92,864 คน
12. แม่ฮ่องสอน	2,051	4,384	5,028	3,224		14,687	36,167 คน
13. ลำปาง	9,844	17,342	17,144	22,806		67,136	133,453 คน
14. ลำพูน	7,243	10,369	15,050			32,662	75,369 คน
15. อุตรดิตถ์	2,223	10,871	12,303	16,209		41,606	109,884 คน
16. อุครดิตถ์	9,779	16,454	11,247	10,369		47,849	46,436 คน
17. อุทัยธานี	3,871	6,035	7,027			16,933	42,744 คน
จำนวนเกษตรกรที่ลงทะเบียน (รวม)	91,619	192,545	198,078	167,393		649,635	
จำนวนเกษตรกรที่ลงทะเบียน (รวม)							1,806,501 คน

รูปที่ 4.10 แสดงจอภาพของสารสนเทศข้อมูลเกษตรกรที่นำเสนอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทที่ 5

การพัฒนาระบบคลังข้อมูลและการพัฒนา ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

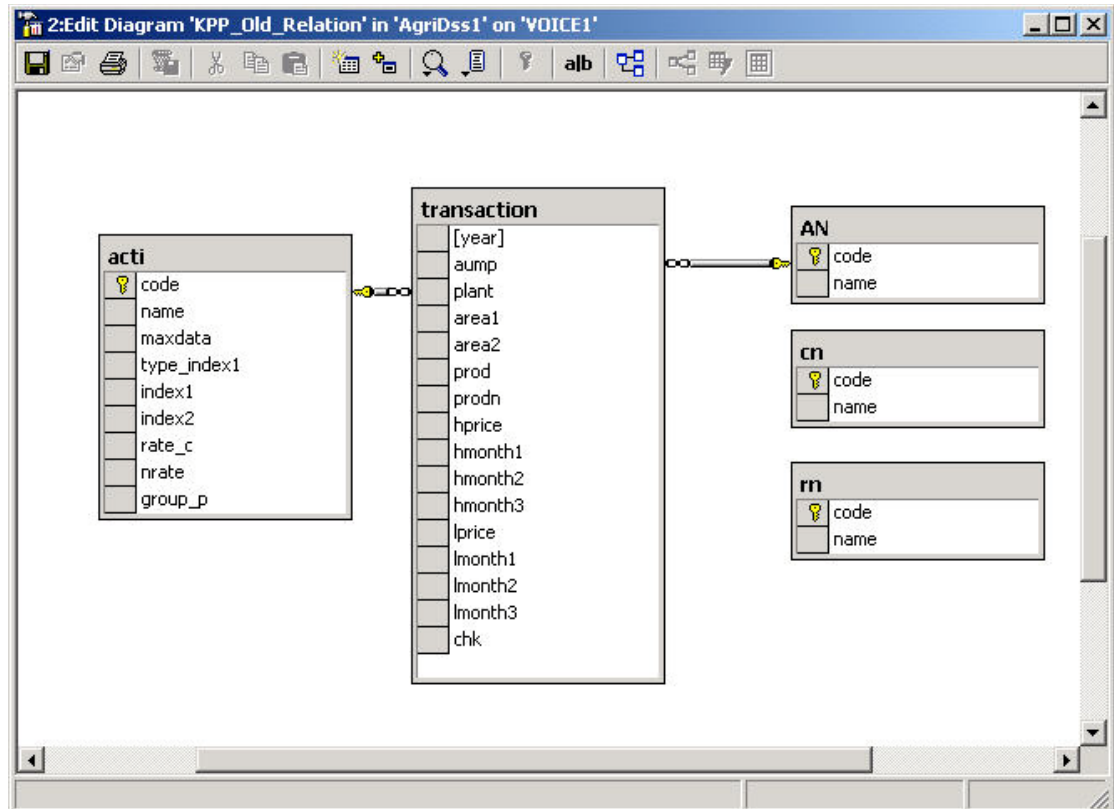
หลังจากศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคลังข้อมูล แบบจำลองมัลติไดเมนชันนอล และระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางสำหรับดำเนินงานแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการสร้างคลังข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศการสร้างคลังข้อมูลไม่ผลไม่เริ่มต้น ใช้แหล่งข้อมูลจากฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม่ผลไม่เริ่มต้นของกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้จัดเก็บข้อมูลจาก ทั่วประเทศ ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2535 – 2544 จำนวน 231,614 เรคอร์ด มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังรูป 5.1



รูป 5.1 แสดงขั้นตอนการสร้างคลังข้อมูลไม่ผลไม่เริ่มต้น

5.1 นอร์มัลไลซ์ฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม่ผลไม่เริ่มต้น

เนื่องจากความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม่ผลไม่เริ่มต้น ไม่ได้ถูกนอร์มัลไลซ์อย่างสมบูรณ์ และโครงสร้างของตารางไม่สนับสนุนความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น ประกอบด้วยตารางพืช ตารางอำเภอ ตารางจังหวัด ภาค และตารางทราบเช็กชั้น ดังแสดงในรูป 5.2 ทีมงานวิจัยจำเป็นต้องมีการแปลงโครงสร้างข้อมูลและความสัมพันธ์ใหม่ก่อนการสร้างคลังข้อมูล



รูป 5.2 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในฐานะข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม้ผลไม่ยืนต้น

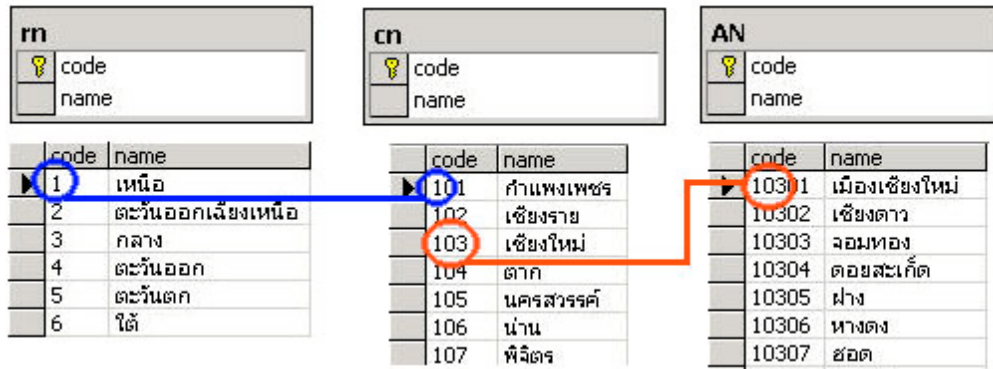
(ก่อนนอร์มัลไลซ์)

ตารางที่ต้องนอร์มัลไลซ์ ใหม่ ประกอบด้วย

- (1) ตารางอำเภอ จังหวัด และภาค
- (2) ตารางทรานแซกชัน

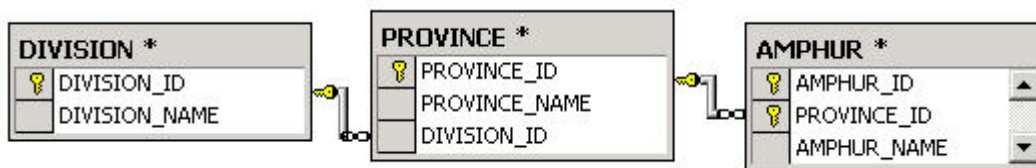
ซึ่งมีขั้นตอนในการนอร์มัลไลซ์ ดังนี้

ตารางอำเภอ จังหวัด และภาค ถูกนอร์มัลไลซ์ในแบบที่ผู้พัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องทราบความสัมพันธ์ภายในคีย์หลักของตารางทั้งสาม ดังรูป 5.3



รูป 5.3 แสดงความสัมพันธ์ภายในคีย์หลักของตารางอำเภอ จังหวัด และภาค (ก่อนนอร์มัลไลซ์)

จากรูป 5.3 จะเห็นได้ว่าตัวเลข code ของตารางภาค จะเป็นตัวเลขแรกของ ตารางจังหวัด เพื่อบ่งบอกว่าจังหวัดนี้อยู่ในภาคใด เช่นเดียวกัน ตัวเลข code ของตารางจังหวัด จะเป็นตัวเลข 3 ตัวแรกของตารางอำเภอ เพื่อบ่งบอกว่าอำเภอนี้อยู่ในจังหวัดใด ซึ่งไม่เป็นไปตามหลักการของ การออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ผู้พัฒนาระบบทำการนอร์มัลไลซ์ ตารางอำเภอ จังหวัด และภาค ตามหลักการของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ใหม่ได้ตาราง ดังรูป 5.4

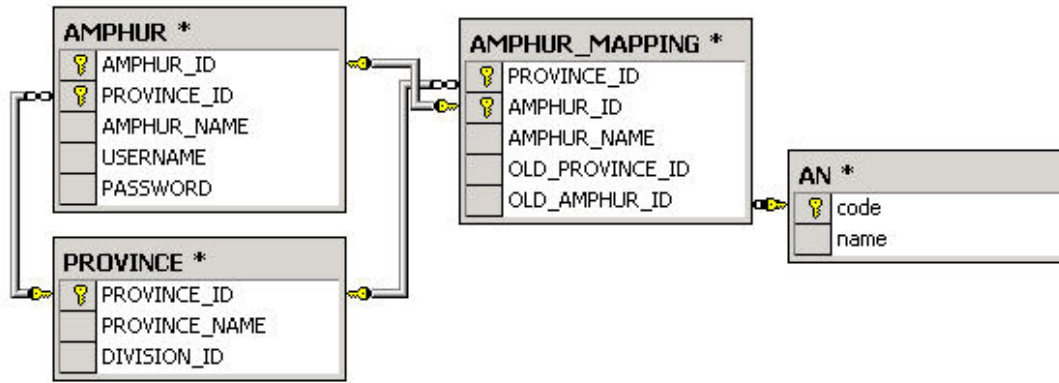


รูป 5.4 แสดงความสัมพันธ์ของตารางอำเภอ จังหวัด และภาค(หลังนอร์มัลไลซ์)

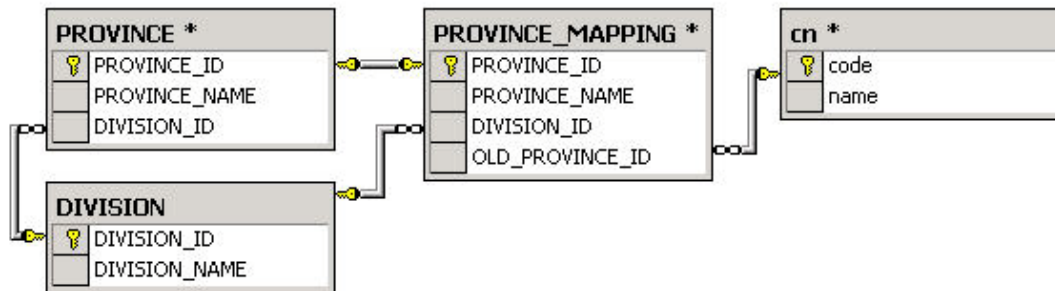
ตารางทรานแซกชัน จำเป็นต้องมีการนำเอาแอตทริบิวต์บางตัวจากตารางพีชกลับมารวมกับตารางทรานแซกชัน เพื่อความเหมาะสมในการสร้างคลังข้อมูล ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ในส่วนแมปตารางเดิมกับตารางใหม่

5.1.1 แมปตารางเดิมกับตารางใหม่

เมื่อผ่านการนอร์มัลไลซ์ฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม่ผลไม่ยืนต้น ระบบจะมีตารางใหม่เกิดขึ้น แต่ตารางที่ได้นั้นยังไม่มีความสัมพันธ์กับตารางเดิม จึงต้องมีการแมปตารางเดิมกับตารางใหม่เพื่อให้เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างกันคือ ตารางอำเภอ จังหวัด และภาคเดิม กับ ตารางอำเภอ จังหวัด และภาคใหม่ ดังรูป 5.5, 5.6 และ 5.7 ตามลำดับ



รูป 5.5 แสดงการแมปตารางอำเภอเดิมกับตาราง AMPHUR_MAPPING



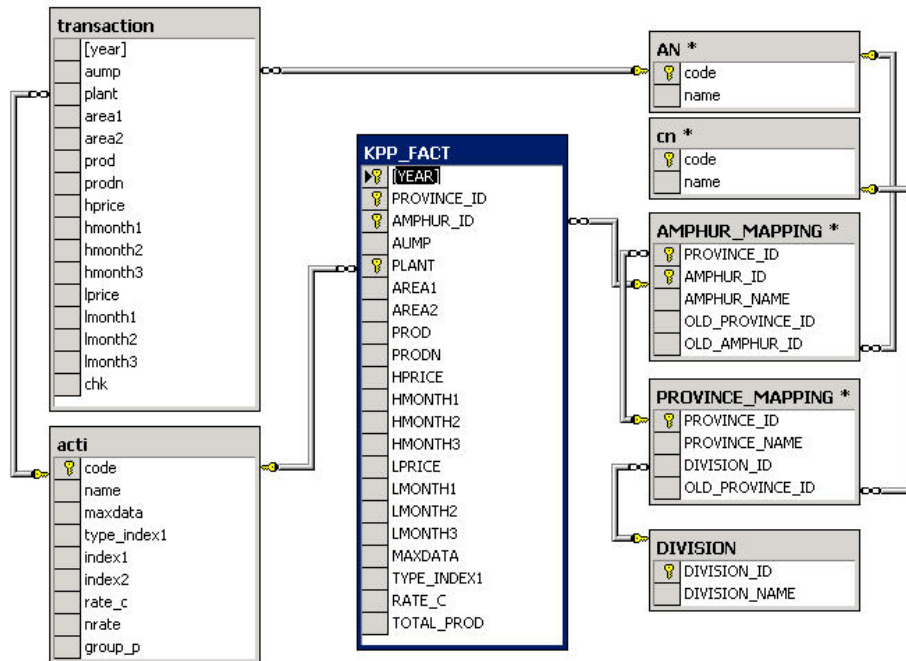
รูป 5.6 แสดงการแมปตารางจังหวัดเดิมกับตาราง PROVINCE_MAPPING



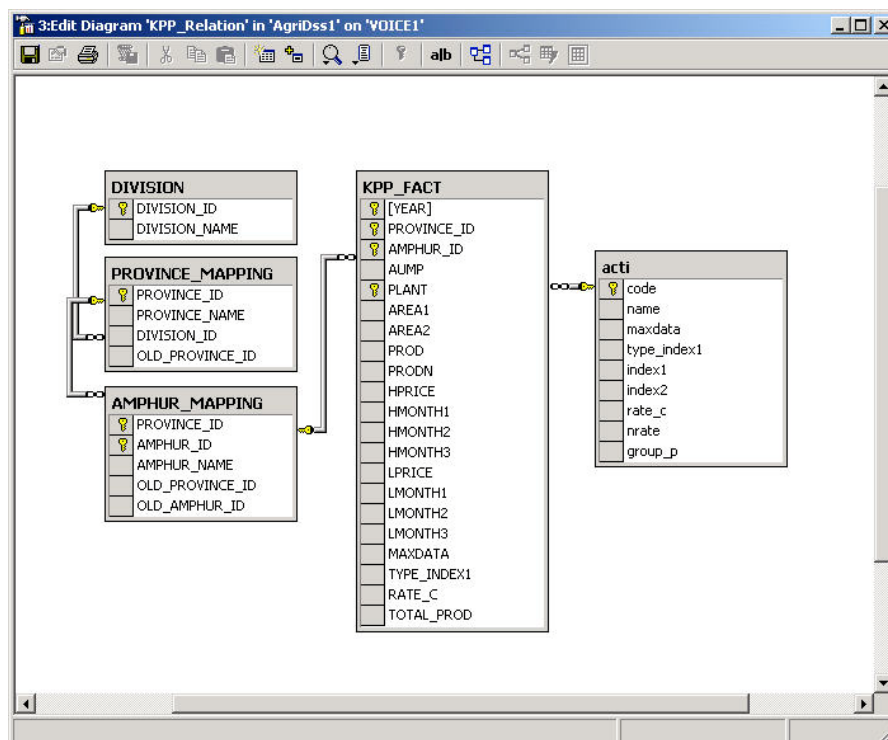
รูป 5.7 แสดงความสัมพันธ์ของตารางอำเภอ จังหวัด และภาคหลังการแมปตารางเดิมกับตารางใหม่

ภายหลังการแมปตารางเดิมกับตารางใหม่เสร็จ พบว่าตารางทราfficชั้นจำเป็นต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างเดิม โดยเพิ่มและลบแอททริบิวต์บางตัว รวมถึงเปลี่ยนค่าของคีย์หลักของตาราง ดังนั้นเพื่อไม่ให้มีผลกระทบกับข้อมูลเดิม ผู้พัฒนาระบบได้สร้างตาราง "KPP_FACT" เพื่อ จัดเก็บข้อมูลทราffic

ชั้นไว้ในโครงสร้างใหม่ ดังรูป 5.8 และสามารถสร้างฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น ดังรูป 5.9 พร้อมใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการสร้างคลังข้อมูลต่อไป



รูป 5.8 แสดงแมปตารางต่าง ๆ ก่อนการสร้างตาราง KPP_FACT



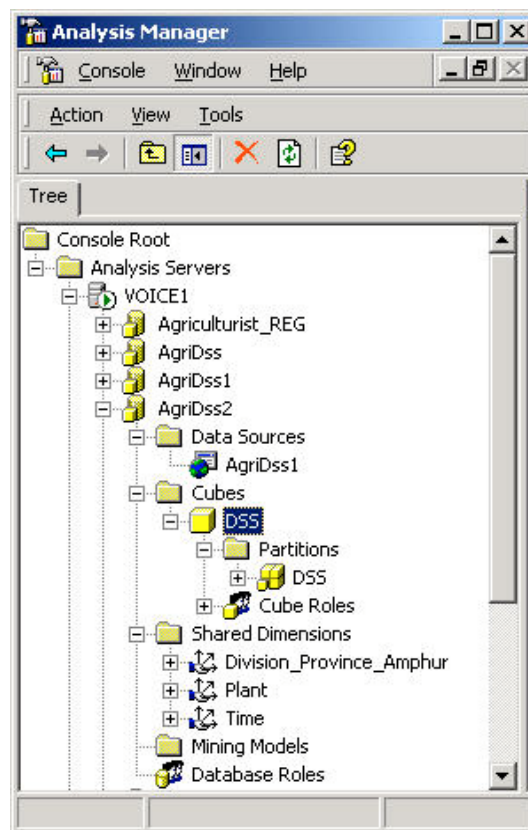
รูป 5.9 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูลรายงานสภาพการเพาะปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น

5.1.2 ตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล

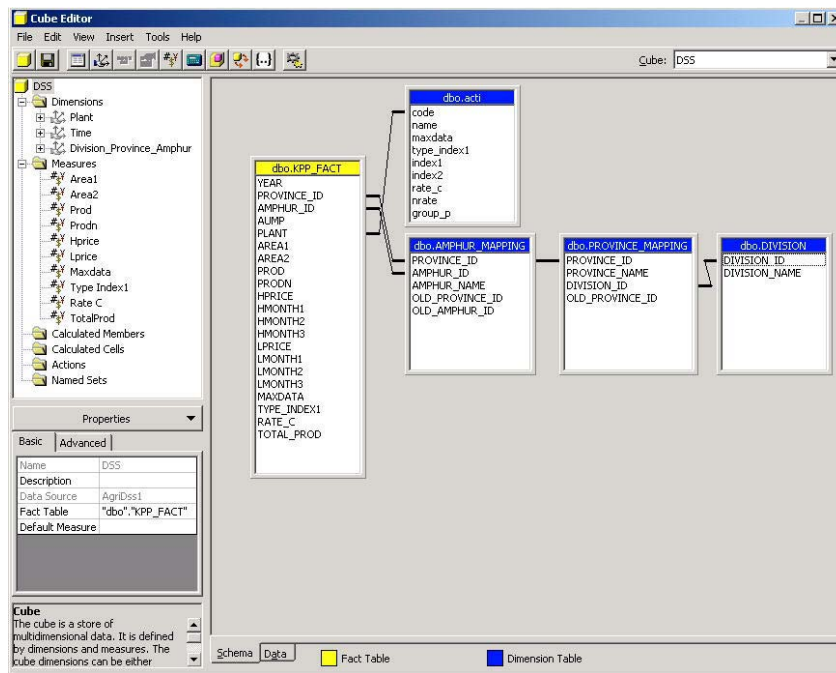
การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล ถูกกระทำเมื่อมีการนำเข้าข้อมูลตาราง KPP_FACT จากตารางทรานเช็กชัน โดยตรวจสอบความถูกต้องของคีย์หลักและคีย์อ้างอิง พบว่ามีข้อมูลบางส่วนซ้ำซ้อนหรือไม่มีข้อมูลในเรคอร์ด ทำให้ต้องมีการแยกข้อมูลส่วนที่มีปัญหาออกไปจำนวน 296 เรคอร์ด คิดเป็น 0.001 เปอร์เซนต์ของข้อมูลทั้งหมด คงเหลือข้อมูล 231,345 เรคอร์ด

5.1.3 สร้างคลังข้อมูล

การสร้างคลังข้อมูลเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศไม้ผลไม้ยืนต้นนั้น ผู้พัฒนาระบบได้สร้างคลังข้อมูลชื่อ “AgriDss2” โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์แอลนาไลซิสเซอร์วิส ประมวลผลให้ได้คิวข้อมูลชื่อ “DSS” ที่จัดเก็บทั้งเค้าร่างและค่าหน่วยวัดของข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น ดังรูป 5.10



รูป 5.10 แสดงคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น



รูป 5.11 แสดงเค้าร่างของมัลติไดเมนชันนอลของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น

การสร้างคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ

(1) ตารางหลัก

ตารางหลักของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้นคือ ตาราง KPP_FACT เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลทราวนเชิงชั้นของการรายงานสภาพการเพาะปลูกไม้ผลไม้ยืนต้นในแต่ละปี ดังแสดงในรูป 5.11 โดยคีย์หลักของตาราง จะเป็นคีย์อ้างอิงไปยังตารางไดเมนชัน

(2) ตารางไดเมนชัน

ตารางไดเมนชันของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น เป็นตารางที่ใช้สำหรับอ้างอิงเพื่อแสดงข้อมูลที่ตั้งและพันธุ์พืช ประกอบด้วยตารางไดเมนชัน ดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 แสดงไดเมนชันของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น

ลำดับที่	ชื่อตารางไดเมนชัน	รายละเอียด
1	Plant	สร้างจากตาราง acti
2	Time	สร้างจากตาราง KPP_FACT
3	Division_Province_Amphur	สร้างจากตาราง DIVISION, PROVINCE_MAPPING และ AMPHUR_MAPPING

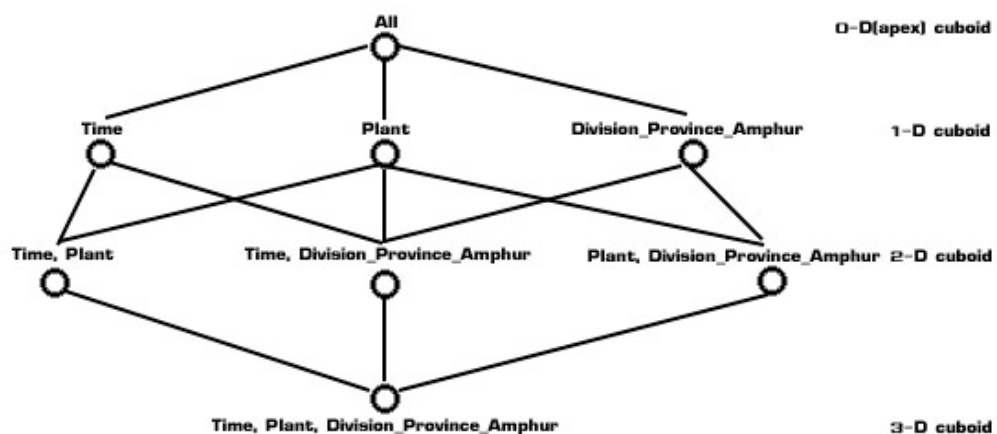
(3) ค่าหน่วยวัด

ค่าหน่วยวัดของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตาราง 5.2

ตาราง 5.2 แสดงค่าหน่วยวัดของคลังข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น

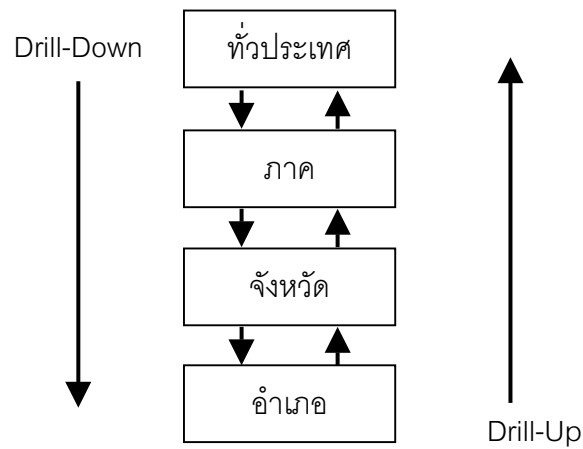
ลำดับที่	ชื่อค่าหน่วยวัด	รายละเอียด
1	Area1	พื้นที่ให้ผลผลิต (ไร่)
2	Area2	พื้นที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ไร่)
3	Prod	ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่)
4	Prodn	ผลผลิตแปลงหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่
5	Hprice	ราคาผลผลิตสูงสุด (บาท)
6	Lprice	ราคาผลผลิตต่ำสุด (บาท)
7	Maxdata	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงสุด
8	Type Index1	รหัสหน่วยผลผลิต
9	Rate C	อัตราส่วนการแปลงหน่วยเป็นกิโลกรัม

เมื่อประมวลผลคิวข้อมูล จะได้ คิว ข้อมูล ไม้ผล ไม้ยืน ต้น ที่มีค ว า ม สัม พันธ์ ระหว่างโดเมนชั้น ดังรูป 5.12



รูป 5.12 แสดงคิวข้อมูลไม้ผลไม้ยืนต้น

โดยที่การแสดงผลข้อมูลไม่ผลไม่เริ่มต้นมีความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบลำดับชั้นตาม ตารางไดเมนชัน Division_Province_Amphur ดังรูป 5.13 เพื่อที่จะใช้แสดงข้อมูลในระดับต่าง ๆ ได้ดังรูป 5.14



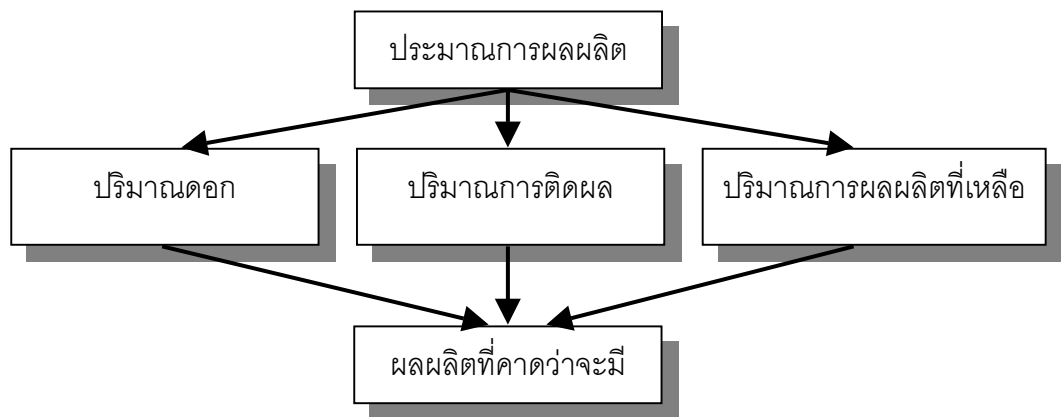
รูป 5.13 แสดงความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นของตารางไดเมนชัน Division_Province_Amphur

- Division Name	- Province Name	Amphur Name	Area1	Area2	Prod
All Division_Province_Amph	All Division_Province_Amphur	Total	134,299	89,560	115,618
+ ภาคกลาง	ภาคกลาง	Total			
+ ภาคตะวันออก	ภาคตะวันออก	Total	83	202	2,200
+ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	Total	5,181	5,822	1,304
+ ภาคใต้	ภาคใต้	Total	1,909	5,336	24,499
	ภาคเหนือ	Total	127,126	78,200	87,615
	+ กำแพงเพชร	กำแพงเพชร Total	473	337	3,300
	+ เชียงราย	เชียงราย Total	9,602	5,263	9,184
		เชียงใหม่ Total	31,797	39,514	20,271
		ก้อ.ดอยหล่อ			
		ก้อ.แม่เฒ่า			
		จอมทอง	8,579	8,127	1,450
		เขื่อนลาง	810	516	1,125
		ไชยปราการ	1,165	664	285
		ดอยสะเก็ด	976	580	250
		ดอยสะเก็ด	1,975	1,040	420
		ฝาง	210	170	400
		พร้าว	1,656	675	554
		เมืองเชียงใหม่	630	300	750
		แม่แจ่ม	96	32	3,000
		แม่แตง	2,244	2,714	530
		แม่ริม	1,067	24	455
		แม่วาว	1,280	3,139	1,100
		แม่อาย	320	575	340
		เวียงแหง			
		สะเมิง	33	71	247

รูป 5.14 แสดงข้อมูลและความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นของการปลูกลำไยพันธุ์ดอในปี 2537 ของ จังหวัดเชียงใหม่

5.2 แบบจำลองการประมาณการผลิตและการทดลอง

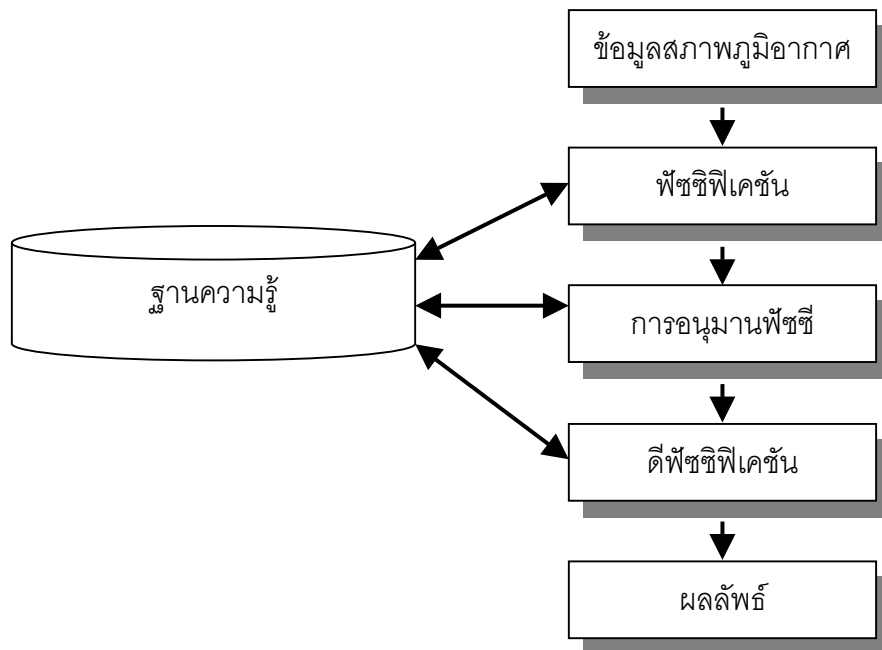
แบบจำลองการประมาณการผลผลิตด้วยพืชซีลอจิก แล้วทำการทดลอง วิเคราะห์การทดลอง และสรุปผลการทดลอง เพื่อให้ได้ขั้นตอนและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนำไปสร้างเป็นระบบประมาณการผลผลิตทางการเกษตรแบบจำลองการประมาณการผลผลิต ในที่นี้นำข้อมูลที่ใช้ประมาณการผลผลิตในอนาคต โดยอาศัยสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนของแต่ละเดือน ที่มีผลต่อการออกดอก การติดผล และผลผลิตที่เหลือ โดยทำการทดลองกับข้อมูลลำไยพันธุ์ดอ อ้างอิงจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวกับลำไย โดย พาวิน มะโนชัย กลุ่มเกษตรสัญจร และนักวิชาการเกษตร มีขั้นตอนการดำเนินการดังรูป 5.15



รูป 5.15 แสดงแบบจำลองการประมาณการผลผลิต

5.2.1 การออกแบบการทดลอง

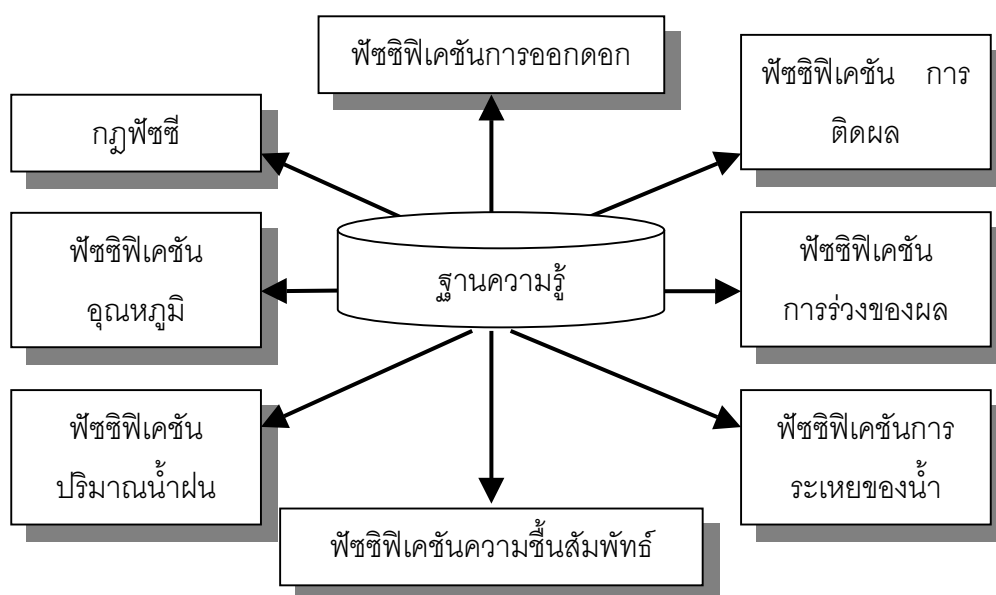
ทำการทดลองเพื่อประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในปีพุทธศักราช 2537 เป็นข้อมูลเข้าสำหรับแบบจำลองการประมาณการผลผลิต ดังรูป 5.16



รูป 5.16 แสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการประมาณการผลผลิต
จากรูป 5.16 สามารถอธิบายรายละเอียด ดังนี้

ฐานความรู้

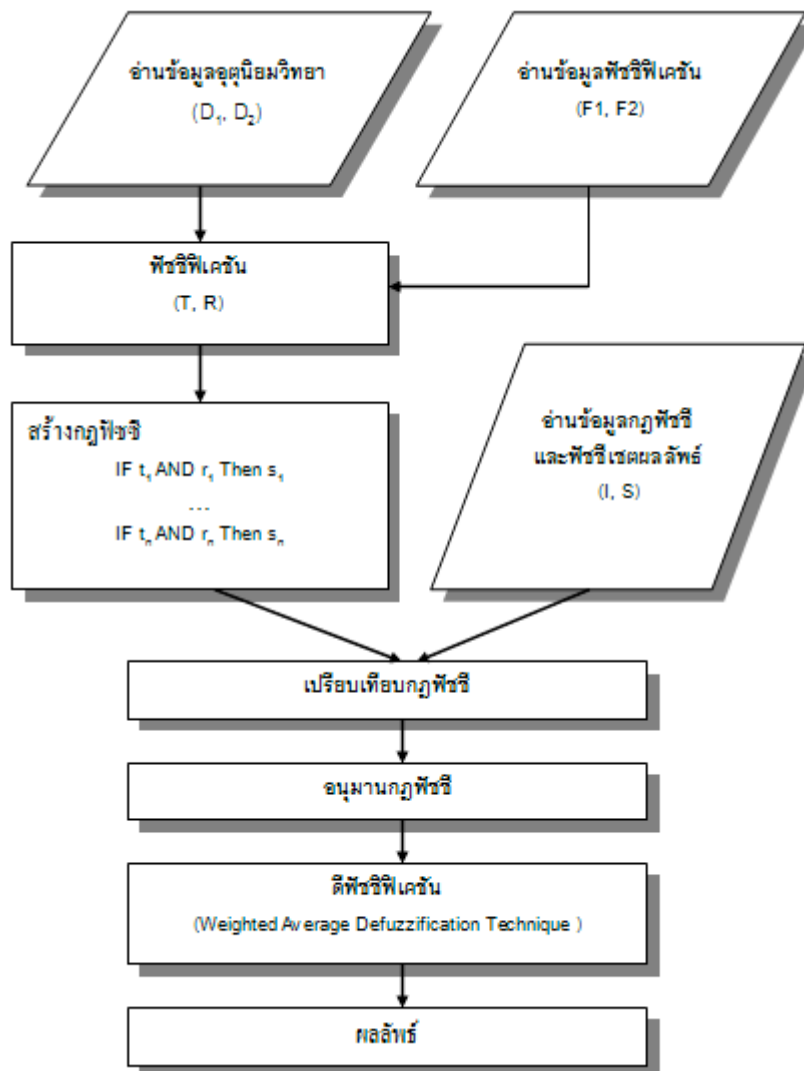
ฐานความรู้ที่ใช้อ้างอิงในระบบ ได้มาจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวกับลำไย โดย พาวิน มะโนชัย กลุ่มเกษตรสัจจกร และนักวิชาการเกษตร รวมถึงการสัมภาษณ์และทดลองใช้งานโปรแกรมโดยนักวิชาการเกษตร ได้ฐานความรู้ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังรูป 5.17



รูป 5.17 แสดงส่วนประกอบของฐานความรู้

กำหนดให้

D1	คือ ข้อมูลอุณหภูมิของเดือนที่พิจารณา
D2	คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของเดือนที่พิจารณา
F1	คือ ข้อมูลฟัซซีพีเคชั่นของอุณหภูมิ
F2	คือ ข้อมูลฟัซซีพีเคชั่นของปริมาณน้ำฝน
X	แทน เอกภาพสัมพัทธ์ของอุณหภูมิ
Y	แทน เอกภาพสัมพัทธ์ของปริมาณน้ำฝน
Z	แทน เอกภาพสัมพัทธ์ของค่าผลลัพธ์
I	แทน กฎฟัซซี
x	แทน สมาชิกที่อยู่ใน X
y	แทน สมาชิกที่อยู่ใน Y
z	แทน สมาชิกที่อยู่ใน Z
T	แทน ฟัซซีเซตที่อยู่ในเอกภาพสัมพัทธ์ของอุณหภูมิ โดยที่ $T = \{(x_1, t_1), (x_2, t_2), \dots, (x_n, t_n)\}; t_i = \mu_T(x_i)$
R	แทน ฟัซซีเซตที่อยู่ในเอกภาพสัมพัทธ์ของปริมาณน้ำฝน โดยที่ $R = \{(y_1, r_1), (y_2, r_2), \dots, (y_n, r_n)\}; r_i = \mu_R(y_i)$
S	แทน ฟัซซีเซตที่อยู่ในเอกภาพสัมพัทธ์ของค่าผลลัพธ์ โดยที่ $S = \{(z_1, s_1), (z_2, s_2), \dots, (z_n, s_n)\}; s_i = \mu_S(z_i)$
$\mu_T(x)$	แทน ฟังก์ชันสมาชิกของเซต T
$\mu_R(y)$	แทน ฟังก์ชันสมาชิกของเซต R
$\mu_S(z)$	แทน ฟังก์ชันสมาชิกของเซต S



รูป 5.18 ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการประมาณการผลผลิต

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ คือ ข้อมูลอุณหภูมิตามวิทยุเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

- (1) ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณการออกดอก
 - อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของเดือนธันวาคม ถึง มกราคม
 - ปริมาณน้ำฝนรวมของเดือนธันวาคม ถึง มกราคม
- (2) ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณการติดผล
 - อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของเดือนมกราคม
- (3) ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่เหลือ

การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่เหลือ พิจารณาจากการประมาณการร่วงของผลในแต่ละเดือน โดยที่ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการประมาณการผลผลิตจะเหมือนกับ การประมาณ

การออกดอก และการติดผล แตกต่างกันไปที่จะมีการวนซ้ำเพื่อคำนวณปริมาณการร่วงของผลในแต่ละเดือนแล้วเทียบกลับมาเป็น ปริมาณผลผลิตที่เหลือ ดังรูป 5.19 โดยที่ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ใช้พิจารณาประกอบด้วย

- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กรกฎาคม
- ปริมาณน้ำฝนรวมของเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กรกฎาคม

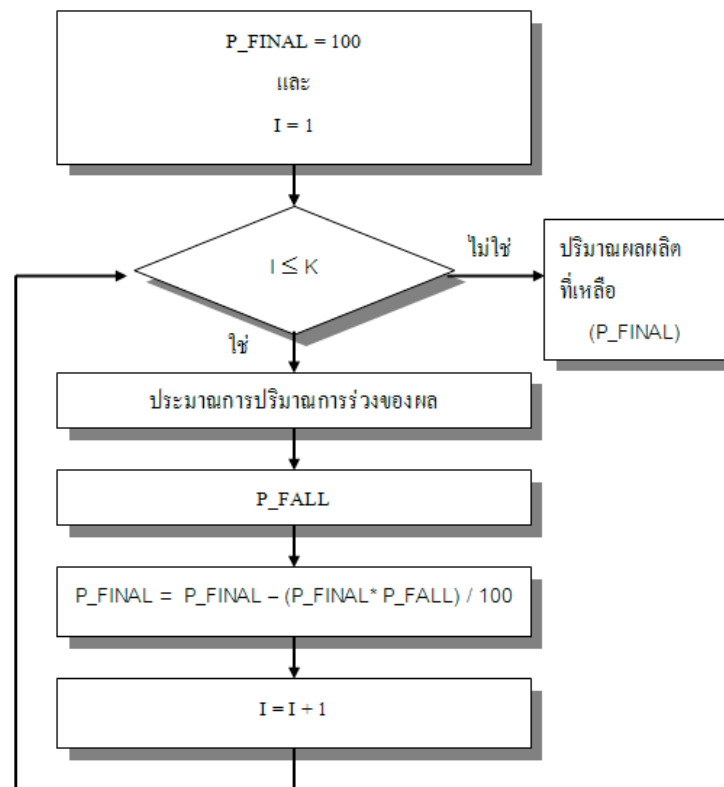
กำหนดให้

P_FINAL แทน ปริมาณผลผลิตที่เหลือ

P_FALL แทน ปริมาณการร่วงของผลผลิต (%)

K แทน จำนวนเดือนที่ใช้พิจารณา

I แทน จำนวนรอบวนซ้ำ

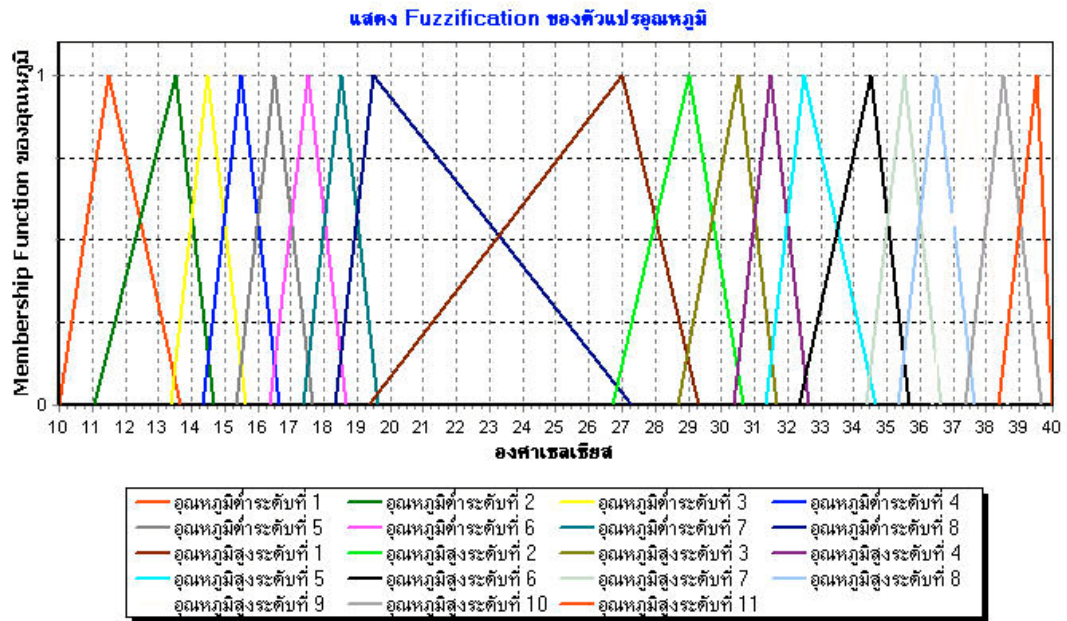


รูป 5.19 แสดงการประมาณการปริมาณผลผลิตที่เหลือ

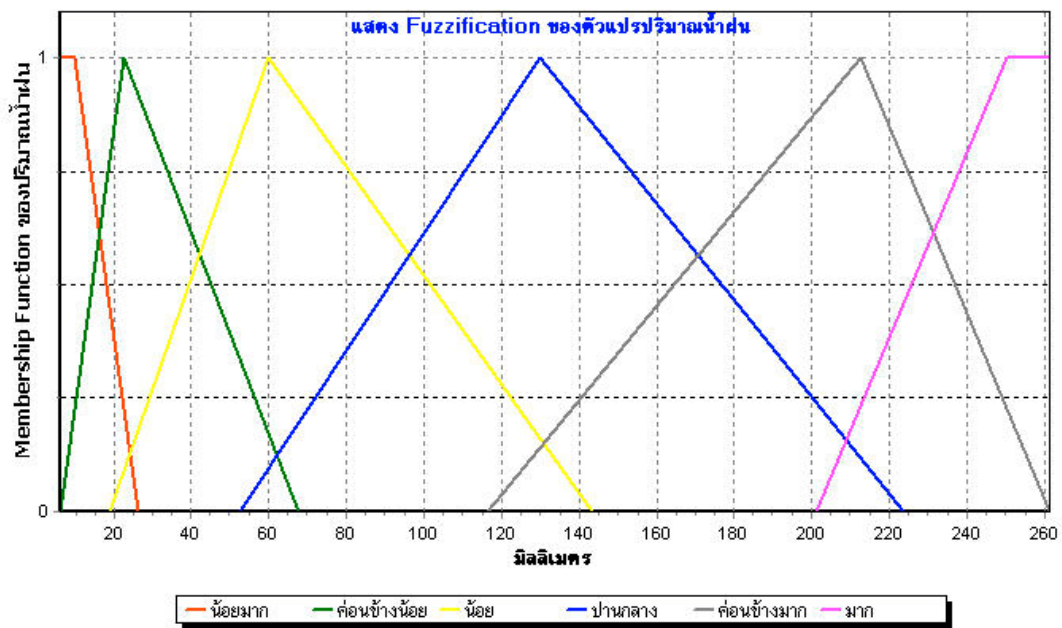
ขั้นตอนการประมาณการผลผลิต

(1) การฟัซซิฟิเคชัน

การฟัซซิฟิเคชันข้อมูลสภาพภูมิอากาศ คือการแปลงข้อมูลเข้าเป็นค่าฟัซซีเซตสำหรับกฎฟัซซี ดังรูป รูป 5.20 และ รูป 5.21



รูป 5.20 แสดงฟังก์ชันฟัซซีของอุณหภูมิ



รูป 5.21 แสดงฟังก์ชันฟัซซีของปริมาณน้ำฝน

ทำการทดลองประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2537

ข้อมูลเข้า: $D1 = 15.20$; $D2 = 0.10$

แปลงข้อมูลเข้าเป็นฟัซซีเซตด้วยการฟัซซีฟิเคชันตัวแปรอุณหภูมิ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$T = \{(\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 1}, 0), (\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 2}, 0), (\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 3}, 0.333),$
 $(\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 4}, 0.714), (\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 5}, 0), (\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 6}, 0),$
 $(\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 7}, 0), (\text{อุณหภูมิต่ำระดับ 8}, 0)\}$

แปลงข้อมูลเข้าเป็นฟัซซีเซตด้วยการฟัซซีฟิเคชันตัวแปรปริมาณน้ำฝน ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$R = \{(\text{น้อยมาก}, 1), (\text{ค่อนข้างน้อย}, 0), (\text{น้อย}, 0), (\text{ปานกลาง}, 0), (\text{ค่อนข้างมาก}, 0),$
 $(\text{มาก}, 0)\}$

(2) การสร้างกฎฟัซซี

การสร้างกฎฟัซซี จากฟัซซีเซตที่ได้จากการฟัซซีฟิเคชัน โดยแทนที่ฟัซซีเซตที่ได้ กับเค้าร่างของกฎฟัซซีของการประมาณการ

กำหนดให้

$TEMP_1$ แทน อุณหภูมิต่ำระดับ 3

$TEMP_2$ แทน อุณหภูมิต่ำระดับ 4

$RAIN_1$ แทน ปริมาณน้ำฝนน้อยมาก

FLOWER แทน ปริมาณดอกที่คาดว่าจะมี

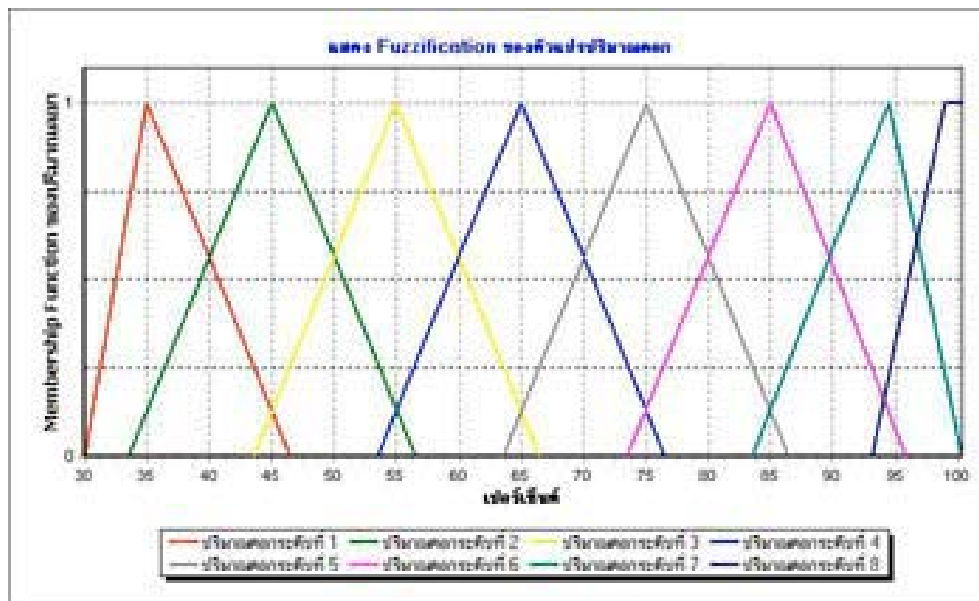
แทนค่า

กฎข้อที่ 1: IF $TEMP_1$ AND $RAIN_1$ THEN $FLOWER_1$

กฎข้อที่ 2: IF $TEMP_2$ AND $RAIN_1$ THEN $FLOWER_2$

(3) การเปรียบเทียบกฎฟัซซี

การเปรียบเทียบกฎฟัซซี เป็นการตรวจสอบกฎที่สร้างขึ้น แล้วแทนที่ค่าผลลัพธ์ของแต่ละกฎฟัซซี เพื่อใช้ในการอนุมานกฎฟัซซี ต่อไป



รูป 5.22 แสดงฟัซซีฟิเคชันของปริมาณดอก

กฎข้อที่ 1: IF TEMP₁ AND RAIN₁ THEN ปริมาณดอกระดับ 6

กฎข้อที่ 2: IF TEMP₂ AND RAIN₁ THEN ปริมาณดอกระดับ 5

(4) การอนุมานกฎฟัซซี

การอนุมานกฎฟัซซี โดยโครงสร้างของกฎที่ใช้ประมาณการปริมาณดอก มีการกระทำของฟัซซีแบบอินเตอร์เซกชัน ซึ่งฟัซซีลอจิกจะทำการกระทำ “min” ที่จะพิจารณาค่าน้อยสุดของฟังก์ชันสมาชิก ดังนี้

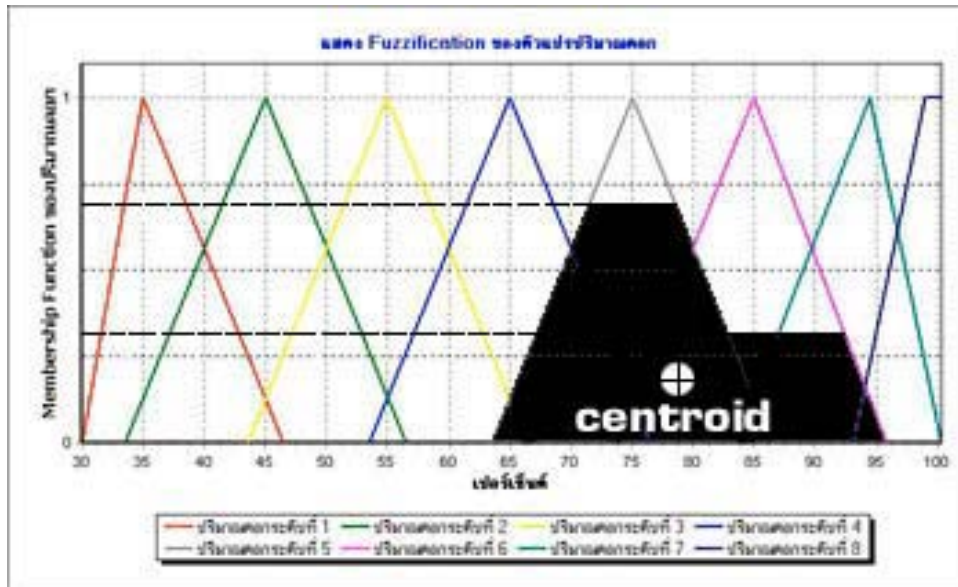
$$\text{ปริมาณดอกระดับ 6} = \min(0.333, 1) = 0.333$$

$$\text{ปริมาณดอกระดับ 5} = \min(0.714, 1) = 0.714$$

$$\text{ปริมาณดอก} = (0.333/\text{ปริมาณดอกระดับ 6}, 0.714/\text{ปริมาณดอกระดับ 5})$$

(5) การดีฟัซซิฟิเคชัน

การดีฟัซซิฟิเคชัน เพื่อแปลงข้อมูลฟัซซีผลลัพธ์ที่ได้จากการอนุมานฟัซซี ให้เป็นค่าผลลัพธ์ ด้วยวิธี Weighted Average Defuzzification Technique มีขั้นตอนการทำงานดังนี้



รูป 5.23 แสดงจุด Centroid ของปริมาณดอก

กำหนดให้

m^i แทน สมาชิกผลลัพธ์ของปริมาณดอกในแต่ละกฎ

w_i แทน ค่าน้ำหนักของแต่ละกฎ

$$\text{ปริมาณดอก} = \frac{\sum_{i=1}^n m^i w_i}{\sum_{i=1}^n m^i}$$

$$\text{ปริมาณดอก} = \frac{(0.333 * 85) + (0.714 * 75)}{0.333 + 0.714}$$

$$\text{ปริมาณดอก} = 78.18 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

$$\text{ผลผลิตที่คาดว่าจะมี(\%)} = \frac{(\text{การออกดอก(\%)} * (\text{การติดผล(\%)} * (\text{ผลผลิตที่เหลือ} \\ 10,000$$

ในการคำนวณปริมาณการติดผล และการร่วงของผล ก็มีแนวทางตาม ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการประมาณการผลผลิต เพียงแต่เปลี่ยนข้อมูลเข้าตามเค้าร่างของกฎพืชของการประมาณ ได้ผลลัพธ์ดังตาราง 5.3

ตาราง 5.3 แสดงผลลัพธ์การประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2537

กรณี ที่	เดือนที่ ออกดอก	การออก ดอก(%)	เดือนที่ ติดผล	การติด ผล(%)	เดือนที่เก็บ เกี่ยวผลผลิต	ผลผลิตที่ เหลือ(%)	ผลผลิตที่ คาดว่าจะ จะมี(%)
1	ธันวาคม	78.18	มกราคม	97.00	มิถุนายน	48.78	36.99
2	ธันวาคม	78.18	มกราคม	97.00	กรกฎาคม	44.75	33.94
3	มกราคม	80.00	มกราคม	97.00	มิถุนายน	48.78	37.85
4	มกราคม	80.00	มกราคม	97.00	กรกฎาคม	44.75	34.72

เนื่องจากเดือนที่ลำไยพันธุ์ดอมีการออกดอก ติดผล และเก็บเกี่ยวผลผลิต อาจคลาดเคลื่อนกันไปในแต่ละปี ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงพิจารณาความน่าจะเป็นของผลผลิตในแต่ละช่วงเวลา โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยระหว่างกรณีต่าง ๆ ดังตาราง 5.4

ตาราง 5.4 แสดงความน่าจะเป็นของผลผลิตในแต่ละช่วงเวลา

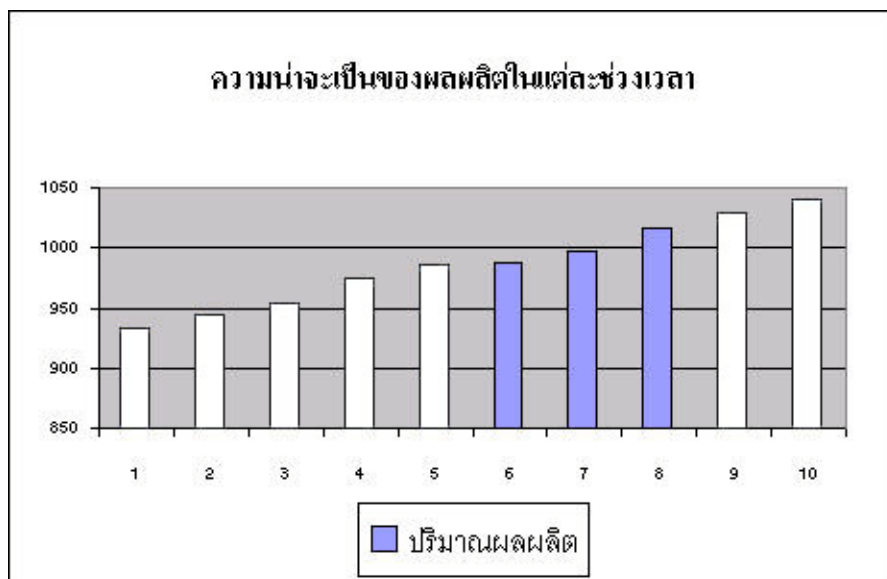
ลำดับที่	คำนวณผลผลิตจาก	ผลผลิตที่คาดว่าจะมี (%)
1	กรณีที่ 1	36.99
2	กรณีที่ 2	33.94
3	กรณีที่ 3	37.85
4	กรณีที่ 4	34.72
5	กรณีที่ 1 และ 2	35.47
6	กรณีที่ 1 และ 3	37.42
7	กรณีที่ 1 และ 4	35.86
8	กรณีที่ 2 และ 3	35.90

9	กรณี 2 และ 4	34.33
10	กรณี 3 และ 4	36.29

นำข้อมูลจากตาราง 5.4 มาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก จากนั้นแปลงหน่วยเป็นกิโลกรัม/ไร่ ดังตาราง 5.5 โดยที่ ผลผลิต 1 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 27.5 กิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลอง

ตาราง 5.5 แสดงการแปลงหน่วยผลผลิตเป็นกิโลกรัม/ไร่

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ผลผลิต (%)	33.94	34.33	34.72	35.47	35.86	35.90	36.29	36.99	37.42	37.85
ผลผลิต (กก./ไร่)	933	944	954	975	986	987	997	1,017	1,029	1,040



รูป 5.24 แสดงความน่าจะเป็นของผลผลิตในแต่ละช่วงเวลา

ในปี 2537 มีปริมาณผลผลิตลำไยพันธุ์ดอเจดีย์ 1,005 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งอยู่ในช่วงข้อมูลลำดับที่ 6-8 ของความน่าจะเป็นของผลผลิตในแต่ละช่วงเวลาของรูป 5.34 เราสามารถนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิต ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะมี} &= \frac{(987 + 997 + 1,017)}{3} \\
 &= 1,000.33 \text{ กิโลกรัม/ไร่}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ร้อยละความผิดพลาด} &= \frac{(\text{ปริมาณผลผลิตจริง} - \text{ปริมาณผลผลิตจากการประมาณ})}{\text{ปริมาณผลผลิตจริง}} \\
 &= \frac{(1,005 - 1,000.33)}{1,005} * 100 \\
 &= 0.46 \text{ เปอร์เซ็นต์}
 \end{aligned}$$

5.3 ผลการทดลองและการวิจารณ์

ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองแบบจำลองการประมาณการผลิต โดยทำการทดลองกับข้อมูลลำไยพันธุ์ดอของจังหวัดเชียงใหม่ เปรียบเทียบกับข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของลำไย ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2537 ถึง 2546 แล้วนำผลลัพธ์จากการประมาณผลผลิตที่ได้ มาเปรียบเทียบกับเพื่อสรุปผลการทดลอง

ตาราง 5.6 เปรียบเทียบผลการประมาณผลของค่าโอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชันสมาชิกค่าต่าง ๆ ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ

ร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลิตลำไยพันธุ์ดอ										
โอเวอร์แลป	ปีพุทธศักราช									
	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546
0	0.3	0.8	20.5	0.6	432	0.9	15.4	52.3	31.9	1
5	0.3	0.7	20.4	0.7	430.9	0.9	15.3	51.5	32	1.4
10	0.4	0.5	20.9	0.6	430	1.0	15.2	50.9	32.7	2.1
15	0.5	0.4	21.2	0.6	429.4	1.0	15.2	50.5	33.5	1.9
20	0.5	0.3	21.4	0.6	428.7	0.9	15.2	50.1	34.3	1.7
25	0.7	0.1	21.2	0.5	428.9	1.1	15.1	50.4	34.9	1.9
30	0.9	0.4	21.2	0.5	428.9	1.3	15.1	50.4	35.2	1.4

35	1.1	0.7	21.1	0.4	428.9	1.5	15.1	51.0	35.4	1.4
----	-----	-----	------	-----	-------	-----	------	------	------	-----

ตาราง 5.6 (ต่อ) เปรียบเทียบผลการประมาณผลของค่าโอเวอร์แลระหว่างฟังก์ชันสมาชิกค่าต่าง ๆ ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ

ร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ										
โอเวอร์แล	ปีพุทธศักราช									
	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546
40	1.4	0.9	21.1	0.4	429.2	1.7	15.1	51.2	35.7	1.2
45	1.8	1.5	20.9	0.4	429.2	1.6	15.2	51.2	35.7	1.1
50	2.0	1.9	20.8	0.4	429.2	1.4	15.3	50.8	35.6	0.9

จากตาราง 5.6 จะเห็นได้ว่าร้อยละของความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ มีร้อยละของความผิดพลาดที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากปริมาณของผลผลิตลำไยในแต่ละปี จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เช่น ลำไยมีนิสัยการออกดอกที่ไม่สม่ำเสมอทุกปี หรือ มีดอกเว้นปี ซึ่งนิสัยการออกดอกเว้นปี อาจเกิดในลักษณะที่บางปีมีการออกดอกมาก เรียกว่า ON YEAR และในทางกลับกันปีที่มีการออกดอกน้อย เรียกว่า OFF YEAR ทั้งนี้นิสัยการออกดอกที่ไม่สม่ำเสมอนี้ ไม่จำเป็นต้องสลับกันไป เช่น มาก-น้อย-มาก-น้อย-มาก หรือ มาก-น้อย-น้อย-มาก-น้อย-น้อย-มาก เป็นต้น

แม้ว่าอุณหภูมิจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลให้ลำไยผลิดอกออกผลในฤดู แต่ก็มีปัจจัยอื่น ๆ ที่สำคัญรองลงมาคือ ปริมาณน้ำฝน ความสมบูรณ์ของดิน และการจัดการสวนลำไย โดยที่อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน เป็นปัจจัยที่ใช้ในการประมาณการผลผลิตอยู่แล้ว ดังนั้น ปัจจัยที่สามารถใช้พิจารณาร่วมกันคือ นิสัยการออกดอก(ON/OFF YEAR) ส่วนความสมบูรณ์ของดิน และการจัดการสวนลำไยนั้น ไม่สามารถใช้เป็นปัจจัยในการประมาณการด้วยระบบนี้ได้

ตาราง 5.7 แสดงปี ON/OFF และความสมบูรณ์ของลำไยพันธุ์ดอ

	ปีพุทธศักราช									
	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546
ผลผลิต	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF
ความ สมบูรณ์	น้อย	น้อย	น้อย	น้อย	น้อย	น้อย	มาก	น้อย	มาก	น้อย

จากตาราง 5.7 นำข้อมูลปี ON/OFF มาพิจารณาร่วมกับการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอในตาราง 5.6 ได้ผลลัพธ์ดังตาราง 5.8

ตาราง 5.8 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าไอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชันสมาชิกค่าต่าง ๆ โดยพิจารณาปี ON/OFF ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ

ร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ										
ไอเวอร์แลป	ปีพุทธศักราช									
	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546
0	0.3	0.8	20.5	0.6	245.8	35.6	12	5.2	31.9	34.4
5	0.3	0.7	20.4	0.7	245.1	35.6	12	5.7	32.0	34.1
10	0.4	0.5	20.9	0.6	244.5	35.6	11.9	6.1	32.7	33.7
15	0.5	0.4	21.2	0.6	244.1	35.6	11.9	6.3	33.5	33.8
20	0.5	0.3	21.4	0.6	243.7	35.6	11.9	6.6	34.3	33.9
25	0.7	0.1	21.2	0.5	243.8	35.7	11.8	6.4	34.9	34
30	0.9	0.4	21.2	0.5	243.8	35.9	11.8	6.4	35.2	34.1
35	1.1	0.7	21.1	0.4	243.8	36.0	11.8	6.0	35.4	34.1
40	1.4	0.9	21.1	0.4	243.9	36.1	11.8	5.9	35.7	34.2
45	1.8	1.5	20.9	0.4	243.9	36.0	11.9	5.9	35.7	34.3
50	2.0	1.9	20.8	0.4	243.9	35.9	12.0	6.1	35.6	34.4

จากตาราง 5.8 สามารถอธิบายได้ว่าในปี 2537–2540 ภายหลังจากพิจารณาปี ON/OFF ของ ผลผลิตลำไยพันธุ์ดอมีร้อยละความผิดพลาดต่ำ ยกเว้นปี 2539 ที่มีร้อยละความผิดพลาดค่อนข้างมาก อาจเนื่องมาจากลำไยมีผลผลิตเป็น ON YEAR ติดต่อกันตั้งแต่ปี 2537-2538 ดังนั้น

ถึงแม้ว่าในปี 2539 เป็น ON YEAR แต่สภาพความสมบูรณ์ของต้นน้อยมาก เพราะว่าต้นลำไยค่อนข้างโทรม ทำให้ผลผลิตลำไยในปี 2539 ลดลงกว่าที่ควรจะเป็น

ในปี 2541 – 2546 จำเป็นต้องมีการแยกพิจารณาจากปี 2537-2540 เนื่องจากเกษตรกรเริ่มมีการใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอก จำเป็นต้องพิจารณาต่างหาก

โดยตั้งสมมติฐานว่าในปีที่มีผลผลิตเป็น OFF YEAR เมื่อมีการใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอก ผลผลิตลำไยจะเปลี่ยนเป็น ON YEAR แล้วนำมาพิจารณาได้ ดังตาราง 5.9

ตาราง 5.9 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าไอเวอร์แลประหว่างฟังก์ชันสมาชิกค่าต่าง ๆ โดย พิจารณานปี ON/OFF และมีการใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอในปี

พุทธศักราช 2541 - 2546

ร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ						
ไอเวอร์แลป	ปีพุทธศักราช					
	2541	2542	2543	2544	2545	2546
0	245.8	0.9	12	5.2	31.9	1
5	245.1	0.9	12	5.7	32.0	1.4
10	244.5	1.0	11.9	6.1	32.7	2.1
15	244.1	1.0	11.9	6.3	33.5	1.9
20	243.7	0.9	11.9	6.6	34.3	1.7
25	243.8	1.1	11.8	6.4	34.9	1.9
30	243.8	1.3	11.8	6.4	35.2	1.4
35	243.8	1.5	11.8	6.0	35.4	1.4
40	243.9	1.7	11.8	5.9	35.7	1.2
45	243.9	1.6	11.9	5.9	35.7	1.1
50	243.9	1.4	12.0	6.1	35.6	0.9

จากตาราง 5.9 สามารถอธิบายความคลาดเคลื่อนของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ ระหว่างปี 2541-2546 ที่เกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกและติดผลของลำไย เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตลำไย รวมถึงความสมบูรณ์ของต้น ดังตาราง 5.10

ตาราง 5.10 สาเหตุของความคลาดเคลื่อนของการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ

ปีพุทธ ศักราช	ปี ON/OFF	ความ สมบูรณ์ ของต้น	คำอธิบาย
2541	OFF	น้อย	เกิดปรากฏการณ์เอลนีโน ¹ ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศทั่วโลกแปรปรวน ทำให้การพยากรณ์คลาดเคลื่อนมาก
2542	OFF	น้อย	การใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอก ทำให้ผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกับปี ON ของผลผลิตลำไย
2543	ON	มาก	การใส่สารเคมีที่กระตุ้นการออกดอกส่งผลเต็มที่ ทำให้มีผลผลิตมาก
2544	OFF	น้อย	การใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอก ควรส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตใกล้เคียงกับปี ON ของผลผลิตลำไย แต่เนื่องจากความสมบูรณ์ของต้นมีน้อย และปี 2543 มีปริมาณผลผลิตมาก ทำให้มีผลผลิตเจ็ยน้อยกว่าค่าประมาณการ
2545	ON	มาก	การใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกมีผลต่อการออกดอกและติดผลมากกว่าค่าประมาณการ เนื่องจากปีนี้มีสภาพภูมิอากาศไม่เหมาะกับการออกดอกและติดผลตามธรรมชาติ ทำให้ระบบประมาณการว่าจะมีผลผลิตปานกลาง แต่ผลจากสารเคมีที่กระตุ้นให้มีการออกดอกและการติดผลที่ดี และลำไยมีความสมบูรณ์ของต้นมาก ทำให้การประมาณผลผลิตลำไยมากกว่าค่าประมาณการ
2546	OFF	น้อย	การใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอก ทำให้ผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกับปี ON ของผลผลิตลำไย

5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองประมาณการผลผลิตของลำไยพันธุ์ดอของจังหวัดเชียงใหม่ระหว่างปีพุทธศักราช 2537 ถึง 2546 โดยแบบจำลองการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอด้วยพีชชีลอจิก พบว่ามีค่าไอเวอร์แลระหว่างฟังก์ชันสมาชิกเท่ากับ 10 เปอร์เซนต์ สำหรับผลผลิตในปีที่เป็น OFF

¹ อ้างอิงจาก http://www.baanjommyut.com/library/nino_nina/

YEAR จะลดลงประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตปกติ และ 1 เปอร์เซ็นต์ของการประมาณการผลผลิตเท่ากับ 27.5 กิโลกรัมต่อไร่ การประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอด้วยพืชซีลोजิก จะมีร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตต่ำ เมื่อลำไยไม่ใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกและพิจารณานิสัยของการออกดอกของลำไยร่วมกัน

เมื่อนำผลการทดลองมาวัดผลกับปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่กำหนดโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าการประมาณการผลผลิตลำไยพันธุ์ดอด้วยพืชซีลोजิกที่พิจารณาร่วมกับนิสัยการออกดอกของลำไยจะมีร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตเท่ากับ 5.6 เปอร์เซ็นต์เมื่อไม่มีการใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกของลำไย และจะมีร้อยละความผิดพลาดของการประมาณการผลผลิตเท่ากับ 10.76 เปอร์เซ็นต์เมื่อมีการใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกของลำไย

5.5 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคในการสร้างระบบประมาณการผลผลิตทางการเกษตรนั้นอยู่ที่ขั้นตอนการนำเข้าสู่ฐานความรู้ เนื่องจากความรู้ของนักวิชาการแต่ละท่านมีความหลากหลาย ซึ่งบางรูปแบบของความรู้ มีความขัดแย้งกัน ข้อมูลฐานความรู้ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตไม่ถูกจัดเก็บอย่างต่อเนื่อง จึงต้องอาศัยการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยหลาย ๆ งาน ทำให้ใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูล ทดสอบ และนำเข้าข้อมูลมาก ไม่เหมาะกับการบริหารจัดการข้อมูลที่มีปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์มากเกินไป เพราะว่าเมื่อมีการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่ใช้ในการประมาณการ ทำให้ต้องมีการปรับปรุงกฎฟัซซี และหากมีกฎฟัซซีมากจะทำให้มีความยุ่งยากในการเปลี่ยนแปลงกฎฟัซซี เนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลที่มีอายุการให้ผลผลิตหลายปี โดยที่แต่ละช่วงของอายุลำไย จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามอายุของต้น ผลผลิตที่ได้มักมีมากปีเว้นปี รวมถึงการใส่สารเคมีกระตุ้นการออกดอกการฉีดพ่นสารเคมีที่ทำให้ผลร่วงน้อยลง ทำให้การประมาณการผลผลิตคลาดเคลื่อน

5.6 ข้อจำกัดของระบบ

(1) การประมาณการผลผลิตของพืชชนิดอื่น ๆ จำเป็นต้องมีการนำเข้าสู่ฐานความรู้สำหรับประมาณการผลผลิตทางการเกษตรนั้น ๆ โดยเฉพาะ เนื่องจากกฎที่ใช้ในการประมาณการผลผลิตของพืชแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไม่สามารถใช้ร่วมกันได้

(2) ระบบรองรับปัจจัยที่ใช้ในการประมาณการเพียง 4 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหยของน้ำ เท่านั้น การเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อยปริมาณผลผลิต เช่น ข้อมูลดินที่เหมาะสมกับพืช การชลประทาน การดูแลรักษา และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อยปริมาณผลผลิต จำเป็นต้องมีการแก้ไขโครงสร้างของระบบ

5.7 ข้อเสนอแนะ

ระบบประมาณการผลผลิตในที่นี้สามารถใช้ตัวแปรในการคำนวณค่าประมาณการผลผลิต สี่ตัวแปร คือ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหยของน้ำ ซึ่งข้อมูลปัจจัยด้านอื่น ๆ เช่น ข้อมูลดิน การชลประทาน การดูแลรักษา และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยที่สำคัญและมีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตด้วย หากสามารถนำมาให้ค่าน้ำหนักได้ แล้วนำมาเป็นปัจจัยในการพิจารณาปริมาณผลผลิต จะทำให้ระบบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น

บทที่ 6

สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา ระบบพยากรณ์ผลผลิตโดยวิธีเชิงพันธุกรรม

แนวความคิดของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีพื้นฐานมาจากวิวัฒนาการทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นการนำเอาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาพิจารณาเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปใช้แก้ปัญหา โดยพิจารณาค่าชุดคำตอบแต่ละชุดเป็นเหมือนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตทำให้จำนวนชุดคำตอบในเวลาหนึ่งเทียบได้กับจำนวนประชากรของโครโมโซมรุ่นหนึ่ง ชุดคำตอบรุ่นแรกหรือโครโมโซมรุ่นแรกอาจได้จากการสุ่ม แล้วจึงนำมาผ่านกระบวนการคัดเลือก การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน เพื่อให้ได้โครโมโซมในแต่ละรุ่นเป็นชุดคำตอบที่ดีขึ้นหรือใกล้เคียงกับคำตอบที่แท้จริงมากขึ้น ซึ่งได้ใช้หลักการเช่นเดียวกันกับในสิ่งมีชีวิต

6.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิม

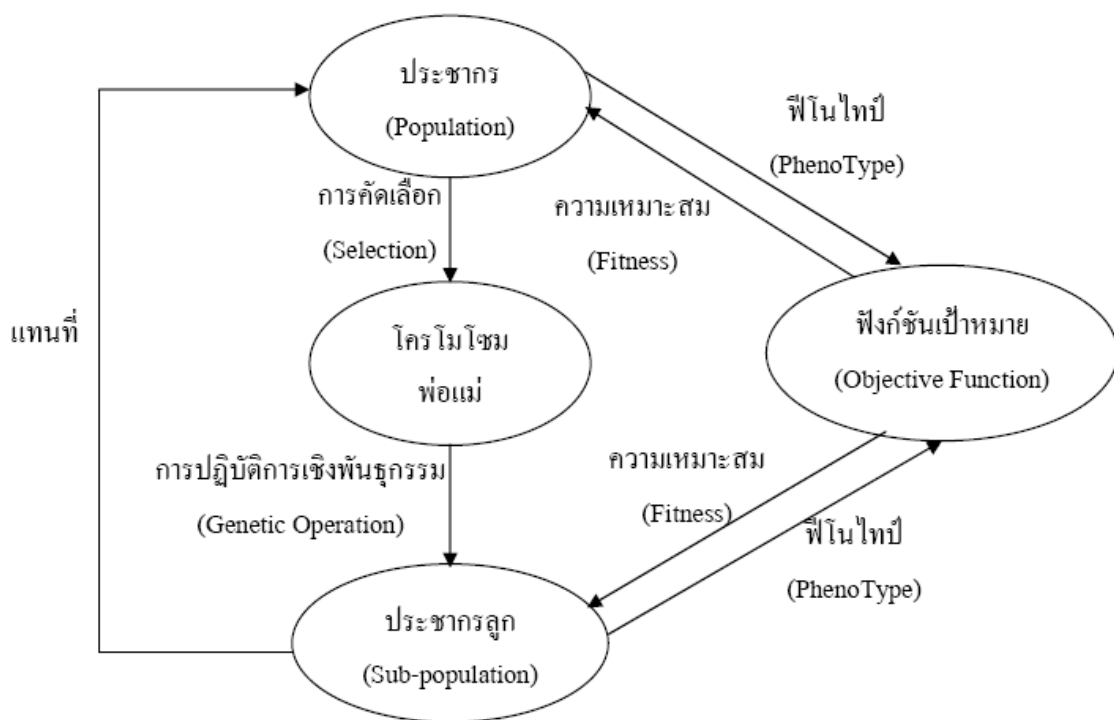
ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิมถูกเสนอโดยจอห์น ฮอลแลนด์ ปี ค.ศ. 1962 ซึ่งเสนอ รูปแบบการแทนค่าโครโมโซมแต่ละชุดด้วยสายอักขระของเลขฐานสอง (Binary String) แสดงได้ดังรูป 6.1 ซึ่งหนึ่งโครโมโซมประกอบด้วยยีนหลายๆยีน โดยที่หนึ่งยีนเทียบได้กับหนึ่งบิตที่มีค่าเป็นเลขศูนย์หรือเลขหนึ่ง วัฏจักรการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิมประชากรเริ่มต้นประกอบด้วย

โครโมโซมที่ค่าของแต่ละบิตได้จากการสุ่ม แล้วย่นำมาทำการคัดเลือกโครโมโซมพ่อแม่ (Parents) ด้วยกลไกการคัดเลือกแบบรูทเลทวิล (Roulette Wheel Selection) ซึ่งทำการพิจารณาการคัดเลือกจากความเหมาะสม (Fitness) ของแต่ละโครโมโซมที่เทียบกับสมการเป้าหมาย โครโมโซมพ่อแม่ที่ได้จะถูกนำมาทำการครอสโอเวอร์และทำการมิวเตชันตามอัตราการครอสโอเวอร์และอัตราการมิวเตชันที่ต้องการ โครโมโซมใหม่ที่ได้จากการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันเรียกว่าโครโมโซมลูก (Offspring) ซึ่งโครโมโซมลูกนี้จะทำการแทนที่โครโมโซมพ่อแม่ของตนเอง (Replacement) ได้เป็นประชากรรุ่นใหม่ประกอบด้วยโครโมโซมลูกและโครโมโซมพ่อแม่ที่ไม่ถูกเลือกมาทำการครอสโอเวอร์และมิวเตชัน ประชากรใหม่นี้จะนำไปเป็นประชากรในรุ่นถัดไปเพื่อนำไปทำการคัดเลือก ครอสโอเวอร์ และ มิวเตชัน ตามวัฏจักรการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมต่อไปจนกว่าจะได้โครโมโซมรุ่นที่มีโครโมโซมที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามสมการเป้าหมาย วัฏจักรการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิม แสดงได้ดังรูป

6.2

1	0	0	1	1	1	1	...	0	1
---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---

รูป 6.1 โครโมโซมที่แทนค่าด้วยสายอักขระของเลขฐานสอง



รูป 6.2 วัฏจักรการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิม

(K.F. Man and others, 1999)

6.2 การปรับใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

เนื่องจากขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิมมีความยืดหยุ่นไม่มากนัก จึงมีการปรับใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยมีผู้เสนอวิธีการแบบต่างๆของแต่ละขั้นตอนการดำเนินการภายใน ซึ่งขั้นตอนการดำเนินการภายในได้แก่

6.2.1 การแทนค่าโครโมโซม (Chromosome Representation)

แต่ละโครโมโซมประกอบด้วยยีนอยู่จำนวนหนึ่ง และค่าของแต่ละยีนจะเป็นอะไรนั้นขึ้นกับรูปแบบการแทนค่าโครโมโซมที่เลือกใช้ การแทนค่าโครโมโซมมีหลายรูปแบบ เช่น แทนค่าด้วยสายอักขระของเลขฐานสอง แทนค่าด้วยสายอักขระของเลขจำนวนจริง แทนค่าด้วยสายอักขระของตัวอักษรภาษาอังกฤษ แทนค่าด้วยโครงสร้างข้อมูลแบบรายการ (List) เป็นต้น ตัวอย่างของการแทนค่าโครโมโซมด้วยสายอักขระของเลขฐานสองแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งแต่ละโครโมโซมประกอบด้วยยีนหรือเรียกว่าบิตที่มีค่าเป็นเลขหนึ่งหรือเลขศูนย์

6.2.2 ฟังก์ชันเป้าหมายและฟังก์ชันความเหมาะสม (Objective and Fitness Functions)

(1) ฟังก์ชันเป้าหมาย คือ ฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณหาค่าที่ต้องการ

(2) ฟังก์ชันความเหมาะสม คือ ฟังก์ชันที่คำนวณหาความเหมาะสมให้แต่ละโครโมโซม ซึ่งค่าความเหมาะสมนี้เป็นส่วนที่ระบุค่าที่ได้จากการคำนวณของแต่ละโครโมโซมกับฟังก์ชัน เป้าหมายใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากน้อยเพียงใด

6.2.3 การคัดเลือก

การคัดเลือกเป็นการคัดเลือกโครโมโซมมาจำนวนหนึ่งจากโครโมโซมที่มีอยู่ ซึ่งต้องทำการพิจารณารายละเอียดของการ

คัดเลือกหลายส่วน เพื่อให้เหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข จึงขออธิบายรายละเอียดของการคัดเลือกไว้ในหัวข้อ 2.3

6.2.4 การปฏิบัติการเชิงพันธุกรรม

การปฏิบัติการเชิงพันธุกรรม ได้แก่ การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน ซึ่งเป็นการนำโครโมโซมพ่อแม่มาผ่านกระบวนการการปฏิบัติการเชิงพันธุกรรมเพื่อสร้างเป็นโครโมโซมลูก โดยทำการเลือกอัตราการครอสโอเวอร์ และอัตราการมิวเตชันที่เหมาะสม

(1) การครอสโอเวอร์ เป็นการสร้างโครโมโซมลูกจากการนำยีนบางส่วนจากโครโมโซมพ่อแม่สองโครโมโซมหรือมากกว่าสองโครโมโซมมาทำการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน ตัวอย่างการครอสโอเวอร์ของโครโมโซมที่แทนค่าด้วยสายอักขระของเลขฐานสองแสดงได้ดังรูป 2.3 ซึ่งเป็นการนำโครโมโซมพ่อแม่สองโครโมโซมมาทำการแลกเปลี่ยนยีนที่หาถึงเจ็ดซึ่งกันและกัน แล้วได้เป็นโครโมโซมลูกสองโครโมโซม

	ตำแหน่งการครอสโอเวอร์						
โครโมโซมพ่อแม่	1	0	0	1	1	0	1
โครโมโซมพ่อแม่	0	1	0	0	1	0	0
โครโมโซมลูก 1	1	0	0	1	1	0	0
โครโมโซมลูก 2	0	1	0	0	1	0	1

รูป 6.3 การครอสโอเวอร์

(2) การมิวเตชัน เป็นการสร้างโครโมโซมลูกจากการเปลี่ยนค่าของยีนบางยีนของโครโมโซมพ่อแม่ ตัวอย่างการมิวเตชันของโครโมโซมที่แทนค่าด้วยสายอักขระของเลขฐานสองแสดงได้ดังรูป 2.4 ซึ่งเป็นการนำโครโมโซมพ่อแม่มาทำการเปลี่ยนค่าของยีนที่หาจากหนึ่งเป็นศูนย์

	ตำแหน่งการมิวเตชัน						
	↓						
โครโมโซมพ่อแม่	1	0	0	1	1	0	0
โครโมโซมลูก	1	0	0	1	0	0	0

รูป 6.4 การมิวเตชัน

6.3 การคัดเลือก

การคัดเลือกเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีสำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งต้องทำการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของการคัดเลือกทั้งสิ้น ได้แก่

รูปแบบการคัดเลือก กลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือกหรือที่เรียกว่าตัวอย่างข้อมูล (Sampling Space) กลไกการคัดเลือก (Sampling Mechanism) และการกำหนดความน่าจะเป็น (Selection Probability) ซึ่งอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

6.3.1 ขั้นตอนการคัดเลือก

อาจทำการคัดเลือกที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในสองขั้นตอนนี้ หรือทำการคัดเลือกทั้งสองขั้นตอนก็ได้ ขั้นตอนการคัดเลือกได้แก่

(1) ขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมพ่อแม่ เพื่อนำไปทำการครอสโอเวอร์และมิวเตชันให้ได้เป็นโครโมโซมลูก ซึ่งเป็นรูปแบบเดียวกันกับที่ฮอลแลนด์ได้นำเสนอ

(2) ขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมที่มีอยู่ต่อไปเป็นประชากรของโครโมโซมรุ่นถัดไป ซึ่งเป็นการเลือกโครโมโซมจากโครโมโซมที่ผ่านขั้นตอนการครอสโอเวอร์ และการมิวเตชันแล้ว เพื่อนำไปเป็นโครโมโซมในรุ่นถัดไปในการเริ่มรอบใหม่ของวัฏจักรการทำงาน

6.3.2 กลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือก

กลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือกเป็นกลุ่มของโครโมโซมที่ถูกนำมาพิจารณาและบางโครโมโซมจากกลุ่มนี้จะถูกทำการคัดเลือกโดยกลไกการคัดเลือก ซึ่งอาจทำการพิจารณาคัดเลือกโครโมโซมจากกลุ่มของโครโมโซมลูกเพียงอย่างเดียว หรือ เลือกจากกลุ่มของโครโมโซมที่ประกอบด้วยทั้งโครโมโซมพ่อแม่และโครโมโซมลูก

6.3.3 กลไกการคัดเลือก เป็นกลไกการคัดเลือกโครโมโซมจากกลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือก โดยแบ่งกลุ่มของกลไกการคัดเลือกได้เป็นสามกลุ่ม ดังนี้

(1) ตัวอย่างข้อมูลแบบสโตกาสติก (Stochastic Sampling) เป็

นกลไกที่ทำการสุ่มตัวอย่างจากความน่าจะเป็นของแต่ละโครโมโซม ซึ่งค่าความน่าจะเป็นที่นำมาพิจารณาได้มาจากการคำนวณค่าความเหมาะสมที่สัมพันธ์กับฟังก์ชันเป้าหมาย ตัวอย่างของกลไกในกลุ่มนี้ ได้แก่ การคัดเลือกแบบรูลาทูล เป็นต้น

(2) ตัวอย่างข้อมูลที่มีการกำหนดแน่นอน (Deterministic Sampling) เป็นกลไกที่เลือกโครโมโซมที่ให้ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดมาจำนวนหนึ่ง ตัวอย่างของกลไกในกลุ่มนี้ ได้แก่ การคัดเลือกแบบทริงเคชัน (Truncation Selection) และการคัดเลือกแบบบล็อก (Block Selection) เป็นต้น

(3) ตัวอย่างข้อมูลแบบผสม (Mixed Sampling) เป็นกลไกการคัดเลือกที่รวมเอาคุณสมบัติการคัดเลือกแบบสุ่มและการพิจารณาค่าความเหมาะสมเข้าด้วยกัน ตัวอย่างของกลไกในกลุ่มนี้ ได้แก่ การคัดเลือกแบบสตોકาสติกทัวร์นาเมนต์ (Stochastic Tournament Selection) และการคัดเลือกแบบไบนารีทัวร์นาเมนต์ (Binary Tournament Selection) เป็นต้น

6.3.4 การกำหนดความน่าจะเป็น

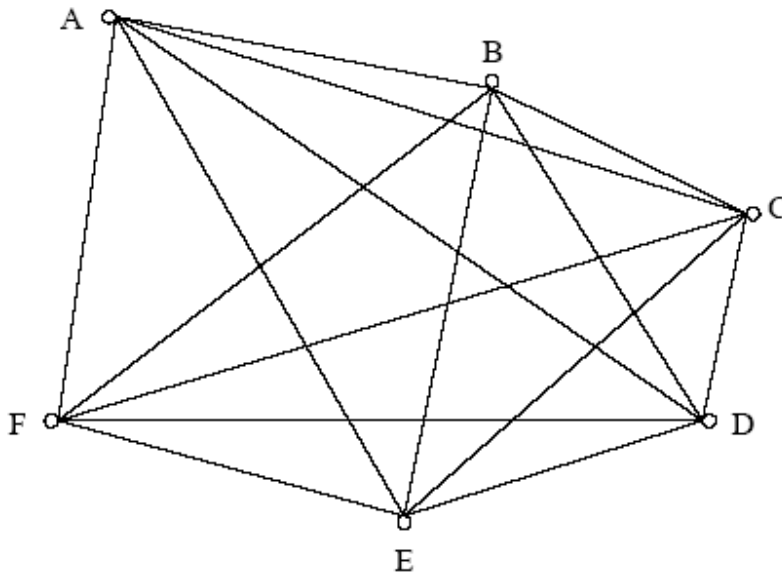
ค่าความน่าจะเป็นของแต่ละโครโมโซมอาจคำนวณได้จากค่าความเหมาะสมที่สัมพันธ์กับฟังก์ชันเป้าหมายโดยตรง หรือทำการแปลงค่าความเหมาะสมที่สัมพันธ์กับฟังก์ชันเป้าหมายด้วยสมการรูปแบบต่างๆก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละปัญหา

(Mitsuo Gen and Funwei Cheng, 1997)

6.4 ตัวอย่างปัญหาที่แก้ไขด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ซึ่งเป็นการหาระยะทางที่สั้นที่สุดของการเดินทางไปยังเมืองต่างๆ

สมมุติว่ามีเมืองอยู่ทั้งหมด 6 เมือง คือ A B C D E และ F เมืองแต่ละเมืองมีถนนที่เชื่อมต่อไปยังเมืองอื่นทุกเมืองดังรูป 6.5 และระยะทางของถนนแต่ละสายมีความยาวไม่เท่ากัน



รูป 6.5 แผนที่ถนนระหว่างเมืองของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

พนักงานขายจะเดินทางผ่านเมืองแต่ละเมืองเพียงครั้งเดียวเท่านั้นแล้วเดินทางกลับมายังเมืองเริ่มต้น ลำดับการเดินทางผ่านเมืองต่างๆจะเป็นเหมือนการวางลำดับของเมืองต่อกัน เช่น ถ้าเริ่มเดินทางจากเมือง B ไป C ไป F ไป A ไป D ไป E แล้วกลับไปที่ B เขียนลำดับการเดินทางได้ดังนี้ B C F A D E ซึ่งสามารถนำมาแทนค่าให้ลำดับของการเดินทางนี้เป็นโครโมโซมหนึ่งโครโมโซมที่ประกอบด้วยยีน 6 ยีนที่เป็นชื่อของเมืองนั่นเอง แสดงรูปการแทนค่าของโครโมโซมได้ดังรูป 6.6

B	C	F	A	D	E
---	---	---	---	---	---

รูป 6.6 การแทนค่าของโครโมโซมของปัญหาการเดินทางของ

พนักงานขาย

ค่าของแต่ละโครโมโซมคือระยะทางของการเดินทางตามลำดับของเมืองดังที่โครโมโซมนั้นๆเรียงลำดับตัวอักษร ดังนั้นคำตอบของปัญหาก็คือการหาค่าของโครโมโซมที่ให้ค่าน้อยที่สุด การหาคำตอบทำได้โดยการสลับตำแหน่งตัวอักษรที่เป็นชื่อเมืองเพื่อหาให้ได้โครโมโซมที่ให้ระยะทางที่น้อยที่สุด

6.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.5.1 ขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรม (Genetic Forecasting Algorithm)

ขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรมได้รับการพัฒนาขั้นตอนวิธีการพยากรณ์โดยอาศัยคุณสมบัติการค้นหาและการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม การทำงานของขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรมนั้นได้รวมเอาประสิทธิภาพในการค้นหาของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และ ความสามารถในการเรียนรู้ความสัมพันธ์ของรูปแบบของข้อมูลในอดีต (Pattern Relationships) เพื่อทำการหาการพยากรณ์ ขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรมนี้ประกอบด้วยสองขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการพยากรณ์ (Forecasting Step) และขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Step) ซึ่งขั้นตอนการพยากรณ์จะทำการประเมินค่าพารามิเตอร์ของปัญหา ส่วนขั้นตอนการเรียนรู้จะทำการค้นหาความสัมพันธ์ของรูปแบบของข้อมูลที่ทำมาทำการเรียนรู้ ในที่นี้ฟังก์ชันความเหมาะสมของกลไกการคัดเลือกพิจารณาจากค่าของความผิดพลาดที่น้อยที่สุดของขั้นตอน การพยากรณ์และขั้นตอนการเรียนรู้ ในการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรมในการพยากรณ์ข้อมูลสองกลุ่ม คือ จำนวนเงินฝากธนาคารพาณิชย์ และภาวะ

การสละลายของธุรกิจ ซึ่งได้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้โดยทั่วไป (Traditional Methods) ได้ผลสรุปว่าขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรมได้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าวิธีการที่ใช้โดยทั่วไป

(Somsong Chiraphadhanakul, 1997)

6.5.2 ระบบการพยากรณ์ผลผลิตของผักโครنگการหลวงดอยคำด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม

ระบบการพยากรณ์ผลผลิตของผักโครنگการหลวงดอยคำด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม

การสร้างระบบการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่จากแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่มีวิธีการดำเนินการภายในของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ที่เหมาะสม ซึ่งระบบการพยากรณ์นี้เป็นระบบที่ทำการรวบรวมการเรียนรู้ข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้เพื่อหาสมการเป้าหมายที่นำไปใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตผักที่จะมีในอนาคต โดยเป็นสมการเส้นตรงที่มีตัวแปรต้น ได้แก่ น้ำหนักเมล็ดผักที่ปลูก อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของช่วงเวลาปลูกผัก และตัวแปรตามคือผลผลิตผัก แบบจำลองการพยากรณ์ด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่มีวิธีการดำเนินการภายในของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่เหมาะสมได้มาจาก การทดลองผลการทำงานของวิธีการดำเนินการภายในของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมแบบต่างๆ ได้แก่ การกำหนดประชากรเริ่มต้น อัตราการโครอสโอเวอร์ อัตราการมิวเตชัน กลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือก และกลไกการคัดเลือก ความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบวิธีการดำเนินการภายในวัดได้จากค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดในการพยากรณ์ผลผลิตผักของข้อมูลทดสอบ และเวลาในการประมวลผลที่น้อยที่สุดของการรวบรวมการเรียนรู้ โดยจากผลการทดลองได้

แบบจำลองการพยากรณ์ที่ประกอบด้วยวิธีการดำเนินการภายในของ อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ดังนี้ การกำหนดประชากรเริ่มต้นรูปแบบที่ แต่ละช่วงบิตของชุดพารามิเตอร์มีบิตเลขฐานสองเป็นเลขหนึ่งเพียง บิตเดียว อัตราการครอสโอเวอร์มีค่าเป็น 0.8 อัตราการมิวเตชัน มีค่าเป็น 0.1 กลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือกเป็นกลุ่ม ของโครโมโซมที่ประกอบด้วยโครโมโซม พ่อแม่บางโครโมโซม และโครโมโซมลูกทั้งหมด และกลไกการคัดเลือกแบบรูทเลทวิล ซึ่งได้ ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของ การพยากรณ์ข้อมูลทดสอบร อยละ 6.7 และสามารถ นำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลจริงได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 7

การพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่โดยวิธี เชิงพันธุกรรม

การพยากรณ์สภาพการที่น่าจะเป็นของช่วงเวลาในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่มีในอดีตไม่ว่าจะเป็นการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยเงินฝากธนาคาร จำนวนผลผลิต ความต้องการของผู้บริโภค และอื่นๆ ล้วนเป็นส่วนช่วยในการเตรียมการรับมือกับเหตุการณ์ในอนาคต และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งปัญหาการจัดการผลผลิตทางการเกษตรในหลายๆด้านทั้งทางด้านราคาผลผลิตตกต่ำผลผลิตล้นตลาด ผลผลิตขาดตลาด และอื่นๆ นั้นนับเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศและยังไม่มีการจัดการกับปัญหาที่ดีพอ ซึ่งหอมหัวใหญ่ก็เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีระยะเวลาการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวแตกต่างกันตามฤดูกาล และยังมีอายุการเก็บรักษาสั้น อีกทั้งยังเป็นพืชควบคุม จึงยิ่งสมควรต้องมีการจัดการผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ที่คาดว่าจะมีในช่วงเวลาใดๆ จึงน่าจะช่วยในด้านการจัดการผลผลิตหอมหัวใหญ่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นการเลียนแบบวิวัฒนาการทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในสิ่งมีชีวิตมีการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีในรุ่นหนึ่งๆ (Generation) มาปรับปรุงสายพันธุ์โดยใช้วิธีการคัดเลือก (Selection) การครอสโอเวอร์ (Crossover) และมิวเตชัน (Mutation) เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ดีขึ้นในแต่ละรุ่น และเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับการดำรงอยู่ในสภาพแวดล้อมของช่วงเวลานั้นๆ สำหรับหอมหัวใหญ่และผักต่างๆก็เป็นพืชที่มีระยะเวลาการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวตามฤดูกาล และยังมีอายุการเก็บรักษาสั้น จึงมีปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักผลผลิตในลักษณะเดียวกัน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเอาอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ในการค้นคว้าแบบอิสระชื่อระบบการพยากรณ์ผลผลิตของผักโครงการหลวงดอยคำด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม มาปรับใช้เพื่อทำการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของสมการการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่โดยใช้ข้อมูลหอมหัวใหญ่ของจังหวัดเชียงใหม่เป็นตัวอย่าง จากการใช้ความสัมพันธ์ของรูปแบบของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ ทำให้

สามารถค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ได้

เพื่อสร้างระบบการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ โดยนำอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมในการค้นคว้าแบบอิสระเพื่อระบบการพยากรณ์ผลผลิตของผักโครงการหลวงดอยคำด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ โดยมีเป้าหมายเพื่อทำการค้นหาสมการที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ เพื่อเป็นสมการเป้าหมายในการสร้างระบบการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ และสร้างระบบการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ที่ค่าพารามิเตอร์ของสมการเป้าหมายในการพยากรณ์ผลผลิตของปีปัจจุบันได้จากการฝึกอบรมด้วยข้อมูลของปีก่อนหน้าในช่วงเดือนเดียวกัน

7.1 แบบจำลองการพยากรณ์

แบบจำลองการพยากรณ์ในที่นี้เป็นแบบจำลองที่นำข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ทำการเรียนรู้เพื่อพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่ อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของเดือนที่ทำการปลูกหอมหัวใหญ่ เพื่อพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ที่จะมีในแต่ละเดือน แบบจำลองนี้จะทำการค้นหาชุดพารามิเตอร์ที่ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ a และ ค่าพารามิเตอร์ b ของฟังก์ชันเป้าหมาย แล้วจึงนำฟังก์ชันเป้าหมายที่ได้ไปคำนวณหาค่าการพยากรณ์น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกในช่วงเวลาที่ต้องการ

7.1.1 ฟังก์ชันเป้าหมาย

ฟังก์ชันเป้าหมาย (สมการ 7.1) ที่นำมาใช้ในแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ได้จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของเดือนที่ปลูก ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวได้จากการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ว่าปัจจัยแต่ละอย่าง ส่งผลต่อผลผลิตหอมหัวใหญ่อย่างไรแล้วจึงนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นสมการเป้าหมาย โดยที่ปัจจัยแต่ละอย่างส่งผลต่อน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่เป็นสัดส่วนที่แตกต่างกันในสภาพภูมิอากาศหนึ่งๆ

ฟังก์ชันเป้าหมายในที่นี้มีค่ากลางน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก(กิโลกรัม/ไร่) อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ค่ากลางอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย(มิลลิเมตร) และค่ากลางปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) เป็นตัวแปรต้น ส่วนตัวแปรตามคือน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกที่พยากรณ์ (กิโลกรัม/ไร่)

ค่ากลางน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก ค่ากลางอุณหภูมิ และค่ากลางปริมาณน้ำฝน เป็นค่าโดยทั่วไปของการปลูกหอมหัวใหญ่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่ได้จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ของข้อ

มูลทั้งหมด นั่นคือ ค่ากลางน้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกได้จากการนำข้อมูลน้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกที่ได้ทำการบันทึกไว้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย ค่ากลางอุณหภูมิและค่ากลางปริมาณน้ำฝนได้จากอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของทุกเดือนในแต่ละปีบันทึกไว้ว่าได้มีการปลูกหอมหัวใหญ่

อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยได้จากการหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของเดือนที่ทำการปลูกหอมหัวใหญ่ 5 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยว

อัตราส่วนน้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกมีค่ามากที่อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีค่าต่ำจึงได้ฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ดังสมการ 3.1

(1) สมการของฟังก์ชันเป้าหมาย

สมการของฟังก์ชันเป้าหมายเป็นสมการ ดังนี้

$$Y' = Y_{avg} + (a(T_{avg} - T) + b(R_{avg} - R)) * Y \quad (\text{สมการ 7.1})$$

กำหนดให้

Y' คือ น้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกที่พยากรณ์ (กิโลกรัม/ไร่)

Y_{avg} คือ ค่ากลางน้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก (กิโลกรัม/ไร่)

T คือ อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

T_{avg} คือ ค่ากลางอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

R คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

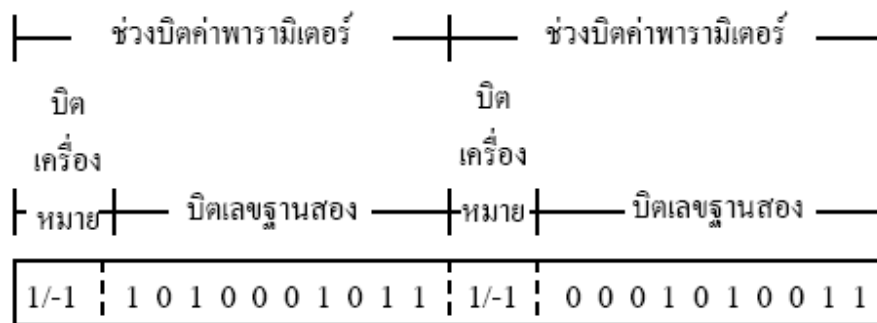
R_{avg} คือ ค่ากลางปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

a, b คือ ค่าพารามิเตอร์

7.1.2 การแทนค่าโครโมโซม

แบบจำลองการพยากรณ์นี้ใช้การแทนค่าโครโมโซมเป็นสายอักขระของเลขฐานสองนั่นคือการแทนค่าหนึ่งยีนเป็นหนึ่งบิต ซึ่งแต่ละโครโมโซมจะถูกแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ในสมการ เป้าหมายอีกที่ ในตอนเริ่มแรกได้ทำการลองแทนค่าโครโมโซมให้มีบิตเป็นจำนวนมากไว้ก่อนเพราะยังไม่ทราบขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้ เมื่อได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบการพยากรณ์แล้วจึงทราบขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้และนำไปกำหนดจำนวนบิตของค่าพารามิเตอร์ให้มีจำนวนที่เพียงพอครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้ โดยที่จำนวนบิตไม่มากหรือน้อยเกินไป

เพราะถ้าจำนวนบิตของหนึ่งโครโมโซมมีจำนวนมากเกินไปจะส่งผลให้เวลาในการประมวลผลมาก และถ้าจำนวนบิตของหนึ่งโครโมโซมมีจำนวนน้อยเกินไปจะส่งผลให้ได้ค่าที่ไม่ครอบคลุมค่าที่เป็นไปได้ของค่าพารามิเตอร์ จากเหตุผลที่กล่าวมาและการทดสอบระบบการพยากรณ์จึงได้หนึ่งโครโมโซมมี 22 บิต ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ a ที่จะแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ a ในฟังก์ชันเป้าหมาย และช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ b ที่จะแปลงเป็นค่า พารามิเตอร์ b ในฟังก์ชันเป้าหมาย โดยที่แต่ละช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ประกอบด้วยบิตเครื่องหมาย 1 บิต และบิตเลขฐานสอง 10 บิต (ค่าพารามิเตอร์เป็นได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ) แสดงรูปแบบของโครโมโซมหนึ่งโครโมโซมได้ดังรูป 7.1



รูป 7.1 การแทนค่าโครโมโซม

7.1.3 ข้อมูลเรียนรู้และข้อมูลทดสอบ

ข้อมูลเรียนรู้หรือข้อมูลทดสอบหนึ่งชุดประกอบด้วย น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก อุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย โดยเรียกชื่อชุดข้อมูลนี้ตามชื่อเดือนและปีที่ทำการเก็บเกี่ยว เช่น ข้อมูล มี.ค. 2544 ประกอบด้วย น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกที่เก็บเกี่ยวในเดือน มี.ค. 2544 อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างเดือน ต.ค. 2543 - กุมภาพันธ์ 2544 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างเดือน ต.ค. 2543 - ก.พ. 2544 และกำหนดให้ข้อมูล มี.ค. 2544 เป็นข้อมูลของปี 2544 เป็นต้น กำหนดให้ระบบทำการการเรียนรู้และทดสอบข้อมูลแยกตามเดือน ข้อมูลของปีสุดท้ายที่มีการบันทึกข้อมูลของเดือนนั้นๆเป็นข้อมูลทดสอบ และข้อมูลการปลูกของปีอื่นที่ไม่ใช่ปีสุดท้ายเป็นข้อมูลเรียนรู้ แล้วจึงนำข้อมูลเหล่านี้มาผ่านขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการพยากรณ์ ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการพยากรณ์ที่ทำการเรียนรู้ข้อมูลเรียนรู้หนึ่งชุดจะได้ ผลลัพธ์เป็นชุดพารามิเตอร์หนึ่งชุดที่ประกอบด้วย ค่าพารามิเตอร์ a และ b

7.1.4 ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการพยากรณ์

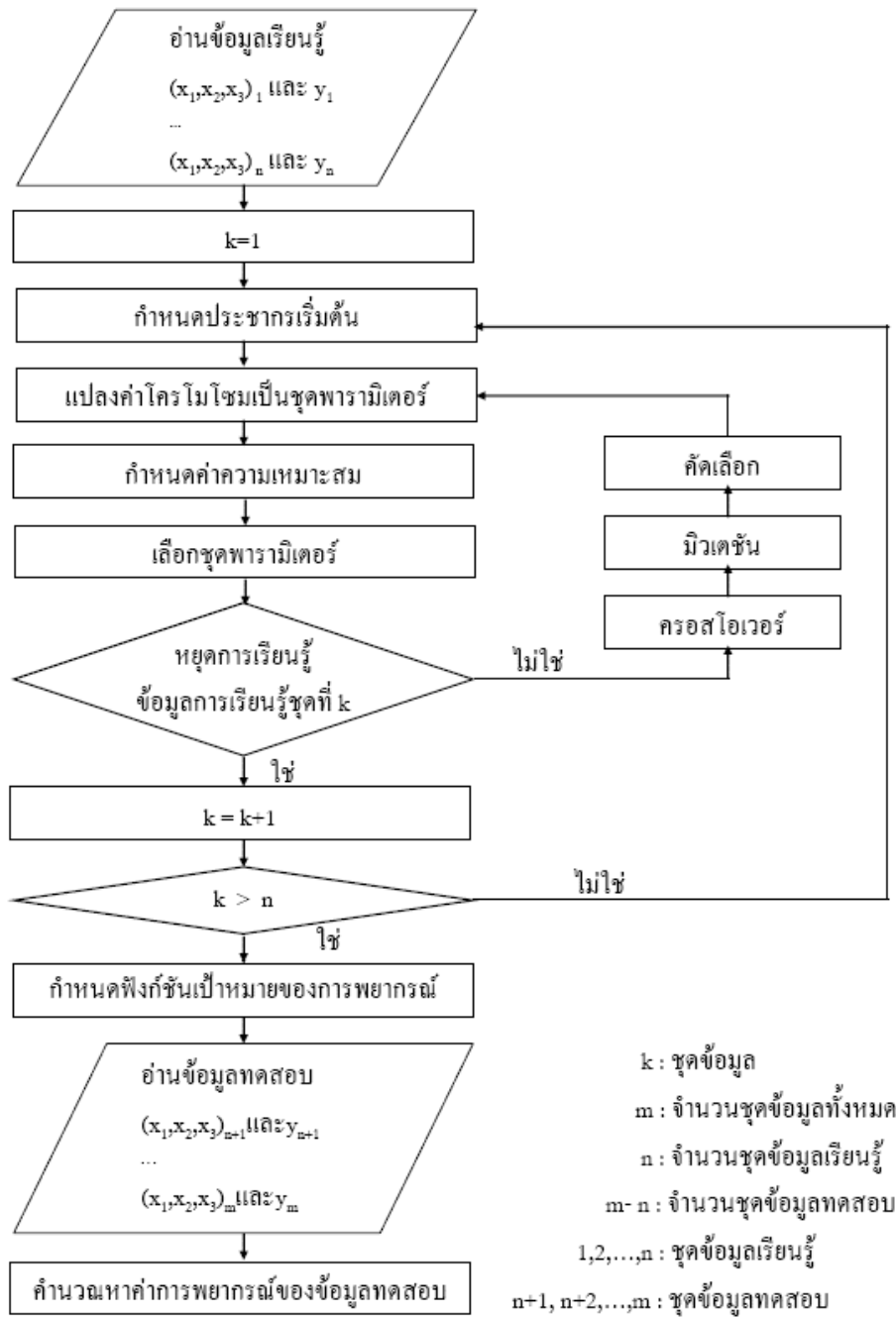
ขั้นตอนวิธีการทำงานของแบบจำลองการพยากรณ์เป็นการนำข้อมูลเรียนรู้แต่ละชุด มาทำการวนรอบการเรียนรู้เพื่อหาชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนั้นๆ รอบการเรียนรู้ เริ่มด้วยการกำหนดค่าเริ่มต้นของประชากร การแปลงค่าโครโมโซมเป็นชุดพารามิเตอร์ การกำหนดค่าความเหมาะสม การเลือกชุดพารามิเตอร์ และการตรวจสอบการหยุดการเรียนรู้ โดยกำหนดให้ร้อยละของค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่า 0.01 เป็นเงื่อนไขการหยุดการเรียนรู้ของข้อมูลชุดนั้นๆ ถ้าเงื่อนไขไม่เป็นจริงจะทำการวนรอบการคัดเลือก การครอสโอเวอร์ การมิวเทชัน การแปลงค่าโครโมโซมเป็นชุดพารามิเตอร์ การกำหนดค่าความเหมาะสม การเลือกชุดพารามิเตอร์ และ การตรวจสอบการหยุดการเรียนรู้ข้อมูล จนกระทั่งเงื่อนไขการหยุดเป็นจริง แล้วจะได้ชุดพารามิเตอร์ที่ต้องการ นำชุดพารามิเตอร์แต่ละชุดที่ได้จากการเรียนรู้ข้อมูลเรียนรู้แต่ละชุดมาหาค่าเฉลี่ยของชุดพารามิเตอร์เหล่านี้เพื่อแทนค่าในฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์ แล้วจึงนำฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์นี้ไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการพยากรณ์แสดงได้ดังรูป 7.2

(1) การกำหนดประชากรเริ่มต้น

การกำหนดประชากรเริ่มต้นเป็นการกำหนดค่าของแต่ละบิตตามรูปแบบการแทนค่าโครโมโซมในหัวข้อ 7.1.2 โดยกำหนดประชากรเริ่มต้นเป็นดังรูป 7.3

(2) การแปลงค่าโครโมโซมเป็นชุดพารามิเตอร์

การแปลงค่าโครโมโซมเป็นชุดพารามิเตอร์ ทำการแปลงช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ a เป็นค่าพารามิเตอร์ a ที่เป็นจำนวนจริง และ แปลงช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ b เป็นค่าพารามิเตอร์ b ที่เป็นจำนวนจริง เพื่อนำไปแทนค่าในสมการเป้าหมาย (สมการ 7.1) ค่าพารามิเตอร์ a ได้จากการคูณค่าการปรับค่าพารามิเตอร์ a (แ) ค่าบิตเครื่องหมาย และผลบวกของบิตเลขฐานสองที่คูณกับสองยกกำลังตำแหน่งบิตของช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ a ส่วนค่าพารามิเตอร์ b ได้จากการคูณค่าการปรับค่าพารามิเตอร์ b (แ) ค่าบิตเครื่องหมาย และผลบวกของบิตเลขฐานสองที่คูณกับสองยกกำลังตำแหน่งบิตของช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ b



รูป 7.2 ขั้นตอนวิธีของแบบจำลองการพยากรณ์

	ช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ a										ช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ b																	
	บิต												บิต															
	เครื่องหมาย	เครื่องมือ	บิตเลขฐานสอง										เครื่องหมาย	เครื่องมือ	บิตเลขฐานสอง													
โครโมโซมที่ 1	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 2	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 3	1		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 4	1		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 5	1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 6	1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 7	1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 8	1		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 9	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 10	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
โครโมโซมที่ 11	-1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 12	-1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 13	-1		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 14	-1		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 15	-1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 16	-1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 17	-1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 18	-1		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 19	-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 20	-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
โครโมโซมที่ 21	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โครโมโซมที่ 22	-1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูป 7.3 แสดงค่าบิตและตำแหน่งบิตของหนึ่งโครโมโซม

แสดงตัวอย่างการคำนวณการแปลงค่าโครโมโซมเป็นชุดพารามิเตอร์ที่ได้ดังต่อไปนี้



รูป 7.4 แสดงค่าบิตและตำแหน่งบิตของหนึ่งโครโมโซม

- การแปลงค่าช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ a จากโครโมโซมในรูป 3.4 สามารถแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ a ได้ ดังนี้

$$a = \alpha_0 * \text{sign} * \sum_{h=0}^{\max} (\text{bit}_h * 2^h)$$

$$a = (0.001) * (-1) * (0 * 2^0 + 1 * 2^1 + 0 * 2^2 + 1 * 2^3 + 0 * 2^4 + 1 * 2^5 + 0 * 2^6 + 1 * 2^7 + 0 * 2^8 + 1 * 2^9)$$

$$a = (0.001) * (-1) * (0 + 2 + 0 + 8 + 0 + 32 + 0 + 128 + 0 + 512)$$

$$a = (0.00001) * (-1) * (682)$$

$$a = -0.00682$$

กำหนดให้

แ คือ ค่าการปรับค่าพารามิเตอร์ a ให้มีค่าเป็น 0.001

a คือ ค่าพารามิเตอร์ a

h คือ ค่าตำแหน่งบิต

max คือ ค่าตำแหน่งบิตสูงสุดของช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ a หรือจำนวนบิตค่าพารามิเตอร์ a ลบด้วยหนึ่ง

bit คือ ค่าบิตเลขฐานสองที่ตำแหน่งบิตที่ h ของช่วงบิต

ค่าพารามิเตอร์ a

- การแปลงค่าช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ b จากโครโมโซมในรูป 3.4 สามารถแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ b ได้ ดังนี้

$$b = \alpha_1 * \sum_{h=0}^{\max} (\text{bit}_h * 2^h)$$

$$b = (0.00001) * (1*2^0 + 1*2^1 + 1*2^2 + 0*2^3 + 0*2^4 + 0*2^5 + 0*2^6 + 1*2^7 + 0*2^8 + 1*2^9)$$

$$b = (0.001) * (1 + 2 + 4 + 0 + 0 + 0 + 0 + 128 + 0 + 512)$$

$$b = (0.00001) * (647)$$

$$b = 0.00647$$

กำหนดให้

α_1 คือ ค่าการปรับค่าการปรับค่าพารามิเตอร์ b ให้มีค่าเป็น 0.00001

b คือ ค่าพารามิเตอร์ b

h คือ ค่าตำแหน่งบิต

max คือ ค่าตำแหน่งบิตสูงสุดของช่วงบิตค่าพารามิเตอร์ b หรือ

จำนวนบิตค่าพารามิเตอร์ b ลบด้วยหนึ่ง

bit_h คือ ค่าบิตเลขฐานสองที่ตำแหน่งบิตที่ h ของช่วงบิต

ค่าพารามิเตอร์ b

(3) การกำหนดค่าความเหมาะสม

ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมคำนวณได้จากผลรวมของค่าความผิดพลาด ที่เทียบกับข้อมูลชุดที่ทำการเรียนรู้ในรอบนั้นๆ และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยที่เทียบกับข้อมูลทุกชุดที่นำมาทำการเรียนรู้ ซึ่งค่าความผิดพลาดของแต่ละโครโมโซมเทียบกับข้อมูลชุดใดๆได้จากการหาค่าร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่แท้จริงนำหน้าผลลัพธ์ต่อพื้นที่ปลูก และค่าที่ได้จากการแทนชุดพารามิเตอร์ของโครโมโซมนั้นๆในสมการเป้าหมาย โครโมโซมที่ดีคือโครโมโซมที่ได้ค่าความผิดพลาดน้อยซึ่งก็คือโครโมโซมที่ให้ค่าความเหมาะสมน้อยนั่นเอง โดยการหาค่าความเหมาะสมใช้วิธี

เดียวกันกับงานวิจัยเรื่องขั้นตอนวิธีการพยากรณ์เชิงพันธุกรรม

โดย สมทรง จิระพัฒน์กุล แสดงการคำนวณค่าความเหมาะสมได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{fitness}_i &= \%|\text{error}|_{i,k} + \text{avg } |\text{error}| \\ \%|\text{error}|_{i,j} &= (|Y_j - Y'_j| / Y_j) * 100 \\ \text{avg } |\text{error}|_i &= \sum_{j=1}^n (\%|\text{error}|_{i,j}) / n \end{aligned}$$

กำหนดให้

i คือ หมายเลขของโครโมโซม $i = 1, 2, \dots$, จำนวนประชากร

j คือ หมายเลขของชุดข้อมูลการเรียนรู้ $j = 1, 2, \dots, k, \dots, n$

k คือ หมายเลขของชุดข้อมูลการเรียนรู้ที่กำลังเรียนรู้อยู่

ในรอบการเรียนรู้นั้นๆ

n คือ จำนวนข้อมูลเรียนรู้

fitness_i คือ ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมที่ i

$\%|\text{error}|_{i,j}$ คือ ร้อยละของค่าความผิดพลาดของโครโมโซมที่ i

ที่เทียบกับข้อมูลชุดที่ j

$\text{avg } |\text{error}|_i$ คือ ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยที่เทียบกับข้อมูลทุกชุด

Y_j คือ ค่าที่แท้จริงของน้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก

Y'_j คือ ค่าการพยากรณ์ของน้ำหนักรวมผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก

(4) การเลือกชุดพารามิเตอร์

การเลือกชุดพารามิเตอร์จะทำการเลือกชุดพารามิเตอร์ของโครโมโซมที่ให้ ค่าความเหมาะสมน้อยที่สุด

(5) การตรวจสอบการหยุดการเรียนรู้ของข้อมูลการเรียนรู้

ข้อมูลการเรียนรู้แต่ละชุดจะถูกทำการวนรอบการเรียนรู้จนกระทั่งได้ชุดพารามิเตอร์ที่ให้ ค่าร้อยละความผิดพลาดที่เทียบกับข้อมูลชุดที่ทำการเรียนรู้ในรอบนั้นมีค่าน้อยกว่า 0.01

(ค่าร้อยละความผิดพลาดที่เทียบกับข้อมูลชุดที่ k น้อยกว่า 0.01) ซึ่งเป็นเงื่อนไขการหยุดการเรียนรู้ข้อมูลหลังจากนั้นจึงนำข้อมูลชุดถัดไปมาทำการเรียนรู้ต่อไป

(6) การครอสโอเวอร์

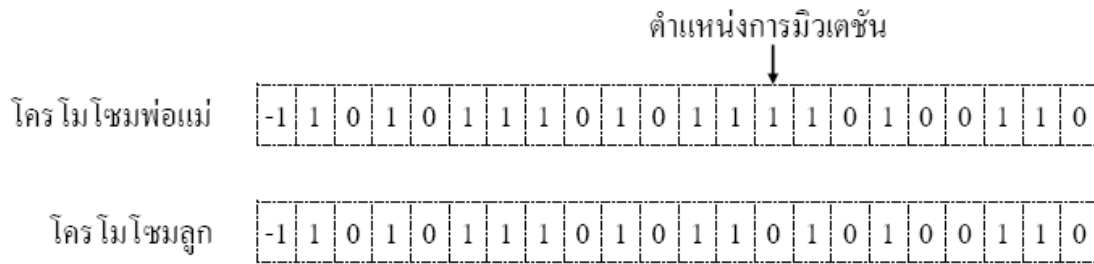
ครอสโอเวอร์ด้วยอัตราการครอสโอเวอร์ 0.8 โดยทำการเลือกโครโมโซมพ่อแม่ ที่จะนำมาครอสโอเวอร์จากการสุ่มค่าระหว่างศูนย์ถึงหนึ่งให้แต่ละโครโมโซมแล้วเลือกโครโมโซมที่ได้ค่าการสุ่มเป็นตัวเลขที่น้อยกว่าอัตราการครอสโอเวอร์มาสองโครโมโซม แล้วจึงทำการสุ่มเลือกตำแหน่งการครอสโอเวอร์ให้แก่โครโมโซมพ่อแม่ทั้งสองโครโมโซมนั้น หลังจากนั้นทำการสลับค่าบิตที่ตำแหน่งหลังจากตำแหน่งการครอสโอเวอร์ระหว่างโครโมโซมพ่อแม่ทั้งสองนี้แล้วจะได้เป็นโครโมโซมลูกสองโครโมโซมซึ่งแสดงได้ดังรูป 7.5 ส่วนขั้นตอนวิธีการครอสโอเวอร์แสดงได้ดังขั้นตอนวิธี 7.1

		ตำแหน่งการครอสโอเวอร์																							
โครโมโซมพ่อแม่ 1		-1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0		
โครโมโซมพ่อแม่ 2		-1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1		
โครโมโซมลูก 1		-1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1		
โครโมโซมลูก 2		-1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0			

รูป 7.5 การครอสโอเวอร์ของแบบจำลองการพยากรณ์

(7) การมิวเทชัน

มิวเทชันด้วยอัตราการมิวเทชัน 0.1 โดยทำการเลือกโครโมโซมพ่อแม่ที่จะนำมามิวเทชันจากการสุ่มค่าระหว่างศูนย์ถึงหนึ่งให้แต่ละโครโมโซมแล้วเลือกโครโมโซมที่ได้ค่าการสุ่มเป็นตัวเลขที่น้อยกว่าอัตราการมิวเทชัน มาทำการสุ่มอีกครั้งเพื่อเลือกตำแหน่งการมิวเทชันให้แก่โครโมโซมพ่อแม่ นั้น ถ้าบิตที่ตำแหน่งการมิวเทชันเป็นบิตเลขฐานสองให้ทำการเปลี่ยนค่าบิตจากศูนย์เป็นหนึ่งหรือจากหนึ่งเป็นศูนย์ แต่ถ้าบิตที่ตำแหน่งการมิวเทชันเป็นบิตเครื่องหมายให้ทำการเปลี่ยนค่าบิตจากหนึ่งเป็นลบหนึ่งหรือจากลบหนึ่งเป็นหนึ่ง โครโมโซมใหม่ที่ได้นี้เรียกว่าโครโมโซมลูก ขั้นตอนวิธีการมิวเทชันแสดงได้ดังขั้นตอนวิธี 7.2 ส่วนรูป 7.6 เป็นรูปแสดงการมิวเทชัน



รูป 7.6 การมิตวเตชันของแบบจำลองการพยากรณ์

ตำแหน่งการมิตวเตชัน

ขั้นตอนวิธี 7.1 การครอสโอเวอร์

Procedure : Crossover

begin

k := 0

for i := 1 to 2 do

begin

while (k <= chromosome number) do

r := random number from [0,1]

k

if (r < cross_rate) then

k

//select chromosome k as one parent for crossover

parent := r

i k

end

k:=k+1

end

crossover_position := random number from [1,chromosome_length]

for j := 1 to crossover_position do

begin

child [j] := parent [j]

1

1

```

        child [j] := parent [j]
            2           2
    end
    for j := (crossover_position+1) to chromosome_length do
    begin
        child [j] := parent [j]
            1           2
        child [j] := parent [j]
            2           1
    end
    end
end
end

```

ขั้นตอนวิธี 7.2 การมิวเตชัน

Procedure : Mutation

```

begin
    k := 0
    while (k <= chromosome number) do
        r := random number from [0,1]
            k
        if (r < mutation_rate) then
            k
            //select chromosome k as one parent for mutation
            parent := r
                k
        end
        k:=k+1
    end
    mutation_position := random number from [2,chromosome_length]
    child := parent
    if mutation_position is sign bit then
        child[mutation_position] := child[mutation_position] * (-1)
    else

```

```

child[mutation_position] := child[mutation_position] xor 1
end
end

```

(8) การคัดเลือก

การคัดเลือกในแบบจำลองการพยากรณ์นี้เป็นการเลือกโครโมโซมเพื่อนำไปเป็นโครโมโซมของประชากรในรุ่นถัดไป การคัดเลือกในที่นี้ได้พิจารณารูปแบบการคัดเลือกสองหลักใหญ่คือกลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือกและกลไกการคัดเลือก

- กลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือก คือ กลุ่มของโครโมโซมที่ประกอบด้วยโครโมโซมพ่อแม่บางโครโมโซมและโครโมโซมลูกทั้งหมด(Regular Sampling Space) เป็นกลุ่มของโครโมโซมที่ได้จากการแทนที่โครโมโซมพ่อแม่ด้วยโครโมโซมลูกทันทีที่ได้โครโมโซมลูกจากการครอสโอเวอร์และการมิวเตชัน กลุ่มของโครโมโซมที่ได้จึงประกอบด้วยโครโมโซมลูกทั้งหมด และโครโมโซมพ่อแม่บางโครโมโซมที่ไม่ถูกเลือกไปทำการครอสโอเวอร์และมิวเตชัน
- กลไกการคัดเลือก เป็นส่วนที่ตัดสินใจว่าโครโมโซมใดบ้างในกลุ่มของโครโมโซมที่นำมาทำการคัดเลือกจะถูกนำไปเป็นโครโมโซมในรุ่นถัดไป ในที่นี้ใช้กลไกการคัดเลือกแบบรูทเลทวิล ซึ่งอาศัยหลักของความน่าจะเป็นในการคัดเลือกโครโมโซมขึ้นมาทีละหนึ่งโครโมโซม โดยที่ให้โครโมโซมที่ดีมีค่าความน่าจะเป็นมากทำให้มีโอกาสถูกเลือกมาก ส่วนโครโมโซมที่ไม่ดีจะมีค่าความน่าจะเป็นน้อยทำให้มีโอกาสถูกเลือกน้อย โครโมโซมที่ดีของแบบจำลองการพยากรณ์นี้คือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย จึงได้ทำการปรับค่าความเหมาะสมให้เป็นค่าความน่าจะเป็น โดยที่โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยจะได้ค่าความน่าจะเป็นมากและโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากจะได้ค่าความน่าจะเป็นน้อย รอบการทำงานตามแบบจำลองการพยากรณ์จะทำการวนรอบการคัดเลือกแบบรูทเลทวิลจนกระทั่งได้จำนวนโครโมโซมเท่ากับจำนวนประชากรที่ต้องการ ซึ่งขั้นตอนวิธีของการคัดเลือกแบบรูทเลทวิลแสดงได้ดังขั้นตอนวิธี 3.3 โดยการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นและค่าความน่าจะเป็นสะสม(cumulative probability) ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีการคัดเลือกแบบรูทเลทวิลแสดงได้ดังนี้

$$p_i = (\text{Max}(\text{fitness}) - \text{fitness}_i) / \sum_{i=1}^{\text{pop_size}} (\text{Max}(\text{fitness}) - \text{fitness}_i)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^i p_j$$

กำหนดให้

i	คือ หมายเลขของโครโมโซม $i = 1, 2, \dots, \text{จำนวนประชากร}$
fitness_i	คือ ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมที่ i
$\text{Max}(\text{fitness})$	คือ ค่าความเหมาะสมที่มากที่สุดของประชากรรุ่นนั้นๆ
p_i	คือ ค่าความน่าจะเป็นของโครโมโซมที่ i
q_i	คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมของโครโมโซมที่ i
pop_size	คือ จำนวนของประชากร

ขั้นตอนวิธี 7.3 กลไกการคัดเลือกแบบรูทเลทวิล

Step 1. Generate a random number r from the rang $[0, 1]$

Step 2. If $r \leq q_1$, then select the first chromosome

Otherwise, select the i th chromosome ($2 \leq i \leq \text{population size}$) such that $q_{i-1} < r \leq q_i$

(9) การกำหนดฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์

ในแต่ละรอบการเรียนรู้ข้อมูลชุดใดๆจะได้ชุดค่าพารามิเตอร์ของการเรียนรู้ข้อมูลชุดนั้นๆ เมื่อทำการเรียนรู้ข้อมูลเรียนรู้ครบทุกชุดจะได้ชุดพารามิเตอร์เป็นจำนวนเท่ากับจำนวนข้อมูลการเรียนรู้ หลังจากนั้นนำชุดพารามิเตอร์ที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยแล้วแทนค่าในสมการเป้าหมาย (สมการ 7.1) จึงได้เป็นฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์ เพื่อนำไปพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ของข้อมูลทดสอบ ซึ่งชุดพารามิเตอร์หนึ่งชุดประกอบด้วยค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ ดังนั้น การหาค่าเฉลี่ยจึงแบ่งเป็นค่าเฉลี่ยของค่าคงที่ที่จะนำไปเป็นค่าคงที่ของฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์ และ การหาค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ที่จะนำไปเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์ แสดงการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของชุดพารามิเตอร์ได้ดังนี้

$$a = \sum_{j=1}^n a_j / n$$

$$b = \sum_{j=1}^n b_j / n$$

กำหนดให้

- j คือ หมายเลขของชุดข้อมูลเรียนรู้ $j = 1, 2, \dots, n$
 a_j คือ ค่าคงที่ของฟังก์ชันเป้าหมายที่ได้จากการเรียนรู้ข้อมูลชุดที่ j
 b_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ของฟังก์ชันเป้าหมายที่ได้จากการเรียนรู้ข้อมูลชุดที่ j
 a คือ ค่าคงที่ของฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์
 b คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ของฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์
 n คือ จำนวนข้อมูลเรียนรู้

(10) การคำนวณค่าการพยากรณ์ของข้อมูลทดสอบ

คำนวณค่าการพยากรณ์ของข้อมูลทดสอบได้จากการแทนค่าน้ำหนักเมลิตหอมหัวใหญ่ ที่ปลูก อุณหภูมิเฉลี่ยและอัตราส่วนผลกระทบของปริมาณปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ในฟังก์ชันเป้าหมายของการพยากรณ์

7.2 ผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์

การทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์ได้ทำการเรียนรู้แยกตามเดือน เมื่อทำการเรียนรู้เสร็จสิ้น จะได้สมการการพยากรณ์ของแต่ละเดือน เช่น สมการการพยากรณ์ของเดือนมกราคม สมการการพยากรณ์ของเดือนกุมภาพันธ์ เป็นต้น ฉะนั้นถ้าแต่เดือนมีข้อมูลเพียงพอสำหรับการเรียนรู้จะได้สมการการพยากรณ์ทั้งหมด 12 สมการสำหรับพยากรณ์ผลผลิตต่อไร่ของทั้ง 12 เดือน การเรียนรู้ข้อมูลเพื่อหาสมการการพยากรณ์ควรมีข้อมูลย้อนหลังของเดือนนั้นๆเป็นจำนวน 3 ปีขึ้นไป แต่เนื่องจากข้อมูลของเดือน กรกฎาคม และ กันยายน ไม่มีข้อมูล ส่วนข้อมูลของเดือน มิถุนายน และ สิงหาคม มีไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ จึงไม่มีสมการการพยากรณ์ของทั้ง 4 เดือนนี้ ถ้าหากต้องการพยากรณ์ผลผลิตของทั้ง 4 เดือนนี้อาจใช้สมการของเดือนที่ใกล้เคียงได้แต่อาจให้ผลการพยากรณ์ที่มีความผิดพลาดมาก ตารางที่ 7.1 – 7.10 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของแต่ละเดือนที่มีข้อมูล

เมื่อนำข้อมูลของแต่ละเดือนไปทำการเรียนรู้ตามแบบจำลองการพยากรณ์แล้วได้ผลการทดสอบการพยากรณ์ของแต่ละเดือนกับข้อมูลทดสอบของเดือนนั้นๆ ดังตารางที่ 7.11

ตารางที่ 7.1 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนมกราคม

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
ม.ค.	2536	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2537	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2541	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2542	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2543	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2544	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2545	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ม.ค.
ม.ค.	2546	ข้อมูลทดสอบของเดือน ม. ค.

ตารางที่ 7.2 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนกุมภาพันธ์

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
ก.พ.	2536	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2537	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2539	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2541	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2542	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2543	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
ก.พ.	2545	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.

ก.พ.	2546	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ก.พ.
------	------	-----------------------------

ตารางที่ 7.3 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนมีนาคม

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
มี.ค.	2536	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2537	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2539	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2541	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2542	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2543	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2544	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน มี.ค.
มี.ค.	2545	ข้อมูลทดสอบของเดือน มี. ค.

ตารางที่ 7.4 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนเมษายน

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
เม.ย.	2536	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2537	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2539	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2541	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2542	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2543	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน เม.ย.
เม.ย.	2544	ข้อมูลทดสอบของเดือน เม.ย.

ตารางที่ 7.5 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนพฤษภาคม

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
พ.ค.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ค.
พ.ค.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ค.
พ.ค.	2543	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ค.
พ.ค.	2545	ข้อมูลทดสอบของเดือน พ.ค.

ตารางที่ 7.6 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนมิถุนายน

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
มิ.ย.	2542	ข้อมูลไม่เพียงพอ

ตารางที่ 7.7 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนสิงหาคม

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
ส.ค.	2536	ข้อมูลไม่เพียงพอ

ตารางที่ 7.8 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนตุลาคม

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
ต.ค.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ต.ค.
ต.ค.	2539	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ต.ค.
ต.ค.	2542	ข้อมูลทดสอบของเดือน ต.ค.

ตารางที่ 7.9 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนพฤศจิกายน

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
พ.ย.	2536	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ย.
พ.ย.	2537	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ย.
พ.ย.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ย.

พ.ย.	2539	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ย.
พ.ย.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน พ.ย.
พ.ย.	2541	ข้อมูลทดสอบของเดือน พ.ย.

ตารางที่ 7.10 แสดงข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบของเดือนธันวาคม

เดือน	ปี พ.ศ.	ประเภทข้อมูล
ธ.ค.	2536	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2537	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2538	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2539	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2540	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2541	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2542	ข้อมูลเรียนรู้ของเดือน ธ.ค.
ธ.ค.	2545	ข้อมูลทดสอบของเดือน ธ. ค.

ตารางที่ 7.11 ผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์กับข้อมูลทดสอบของแต่ละเดือน

เดือน	ปี พ.ศ.	ค่าร้อยละความผิดพลาด
ม.ค.	2546	13.84
ก.พ.	2546	19.61
มี.ค.	2545	4.87
เม.ย.	2544	4.18
พ.ค.	2545	2.14
ต.ค.	2542	20.72
พ.ย.	2541	14.25
ธ.ค.	2545	14.35
เฉลี่ย		11.75

7.3 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์

จากผลการทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์ในหัวข้อ 7.2 ได้ค่าความผิดพลาดการพยากรณ์ ข้อมูลทดสอบประมาณร้อยละ 12 โดยเฉลี่ย ค่าความผิดพลาดที่ได้เป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่าการสร้างระบบการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง

7.3.1 สรุปการพัฒนากระบวนการพยากรณ์

จากการสรุปผลการทดลอง นั้นได้แบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่ของจังหวัดเชียงใหม่ และใช้สำหรับเป็นแนวทางในการปรับใช้กับจังหวัดอื่นๆต่อไป

7.3.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคในการสร้างระบบการพยากรณ์ผลผลิตหอมหัวใหญ่นั้นอยู่ที่ขั้นตอนการทดสอบหาแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม เนื่องจากข้อมูลบางอย่างไม่มีการจัดเก็บ ในหน่วยย่อย เช่น ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนมีเฉพาะการจัดเก็บในระดับจังหวัดแต่ระดับระดับอำเภอ หรือ ตำบล ไม่มีการจัดเก็บ จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเพียงพอในการการพยากรณ์ผลผลิตในระดับหน่วยย่อยกว่าระดับจังหวัดถึงแม้จะมีการเก็บข้อมูลการปลูกอื่นๆในระดับอำเภอและระดับตำบลแล้วก็ตาม ส่วนของตัวระบบการพยากรณ์มีข้อจำกัดในการพยากรณ์ผลผลิตของเดือน ที่มีการบันทึกข้อมูลไว้น้อยกว่า 3 ปี เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอในการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆได้จึงไม่สามารถพยากรณ์ผลผลิตในเดือนนั้นๆได้

7.3.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบพยากรณ์ในที่นี้ได้ใช้ตัวแปรในการคำนวณหาค่าการพยากรณ์ผลผลิตสองตัวแปรคืออุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในระดับจังหวัด ถ้ามีการนำข้อมูลระดับหน่วยย่อยและข้อมูลอื่นๆมาใช้ในการพยากรณ์ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ชนิดของดินและค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในระดับอำเภอหรือระดับตำบล เป็นต้น จะทำให้ระบบสามารถพยากรณ์ผลผลิตในระดับอำเภอหรือระดับตำบลได้ และน่าจะให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ลดลงเนื่องจากการใช้ข้อมูลที่ส่งผลต่อ ผลผลิตที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

บทที่ 8

แนวทางการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตผลผลิตทางการเกษตรสูง และเป็นทรัพยากรประเทศที่มีบทบาทสำคัญทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรมนุษย์ และธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการพัฒนาทางการเกษตรของประเทศจากที่ผ่านมา ยังไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเท่าที่ควร

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงแนวทางการจัดเก็บข้อมูลเชิงปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ และศึกษาแนวทางการเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งเพื่อเชื่อมโยงกันเป็นระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งในที่นี้ได้มีการนำเอาหลักการของการจัดทำเป็นระบบคลังข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ และจัดทำโครงสร้างเป็นลักษณะของมิติข้อมูลสำหรับการจัดทำเป็นสารสนเทศในด้านต่างๆ ข้อมูลที่จัดเก็บในคลังข้อมูลได้มีการตรวจสอบความถูกต้องโดยกำหนดเงื่อนไขความถูกต้องข้อมูลที่กำหนดขึ้นโดยกรมส่งเสริมการเกษตร เครื่องมือ OnLine Analytical Analysis Processing (OLAP) ได้ถูกนำมาใช้ในการคิวรีข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในคลังข้อมูลเพื่อนำมาผลิตเป็นสารสนเทศที่แสดงผลอยู่ในรูปของเว็บเพจเพื่อสามารถแสดงผลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ระบบฐานข้อมูลเกษตรกรรมและฐานข้อมูลกิจกรรมทางการเกษตรเป็นข้อมูลเชิงสถิติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หรือใช้เป็นข้อมูลฝึก (Training Data) เพื่อสำหรับการประมวลผลเชิงวิเคราะห์เช่นการพัฒนาระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ หรือการทำเหมืองข้อมูล

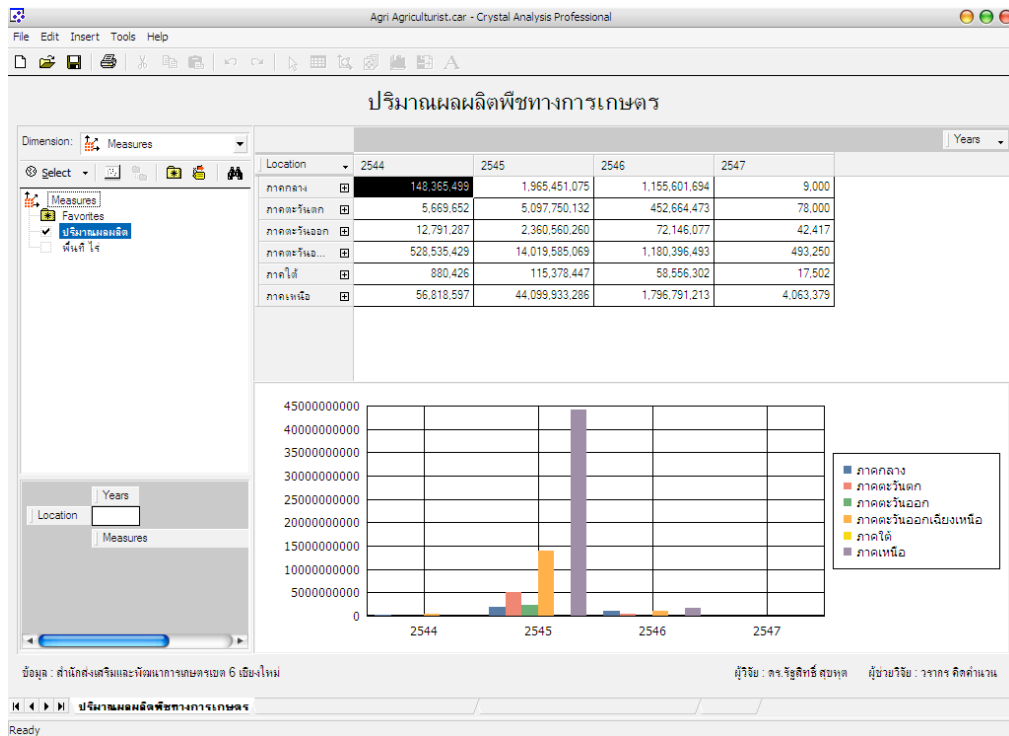
8.1 ลักษณะของสารสนเทศทางการเกษตร

ระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถจำแนกได้หลายระดับด้วยกันคือระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ ซึ่งสารสนเทศในระดับท้องถิ่นเช่นตำบล อำเภอ และระดับจังหวัดเป็นสารสนเทศที่เกิดจากฐานข้อมูลกระจายอยู่ตามแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จัดเก็บโดยเจ้าหน้าที่ของกรมส่งเสริมฯ ในแต่ละพื้นที่ สารสนเทศที่รวบรวมได้จากจังหวัดต่างๆ ถูกนำมานำเสนอเป็นสารสนเทศในระดับภูมิภาคและเป็นภาพรวมของประเทศ การจัดเก็บข้อมูลนี้มักจะทำเป็นครั้งเป็นคราวหรือเป็นรายปีเนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และใช้งบประมาณในการจัดเก็บสูง สารสนเทศระดับท้องถิ่นเป็นสารสนเทศการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในท้องถิ่นนั้นๆ สารสนเทศที่ผลิตขึ้นเกิดจากงานประจำของเจ้าหน้าที่ งานสารสนเทศระดับท้องถิ่นเป็นการสารสนเทศเชิงสรุปในระดับย่อย

ลงไปเช่นระดับอำเภอ ตำบล หรือหมู่บ้าน ซึ่งจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของระบบฐานข้อมูลที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพของการรวมข้อมูลเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่สำหรับการผลิตเป็นสารสนเทศในระดับที่สูงขึ้นได้

สารสนเทศทางการเกษตรที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรระดับครัวเรือน ซึ่งเป็นการจัดเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล แต่ละบุคคลจะมีข้อมูลพื้นฐานเช่นตำแหน่งที่อยู่ สถานที่ขึ้นทะเบียน และสถานที่ในการประกอบกิจกรรมทางการเกษตร รวมถึงจำนวนและประเภทของพื้นที่ที่ถือครอง และการเป็นสมาชิกทางองค์กรทางการเกษตรต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรมทางการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรในแต่ละรายอีก ตัวอย่างเช่นการปลูกพืชสวน พืชไร่ การประมง และการปศุสัตว์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่จัดเก็บเป็นรายบุคคลในฐานข้อมูลนี้ทำให้การพัฒนาเป็นสารสนเทศสามารถทำได้ทั้งในเชิงกว้างเช่นภาพรวมของจำนวนเกษตรกร พื้นที่เพาะปลูก จำนวนสมาชิก และแรงงาน (จำแนกเป็นชายหญิง) ซึ่งสามารถมองเป็นภาพรวมจำแนกตามพื้นที่ต่างเช่นระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ระดับภาค (หรือเขต) และระดับประเทศ หรือเป็นการมองจากมุมมองของเวลาเช่นจำแนกตามปี เดือนหรือวัน ซึ่งการมองข้อมูลจากมุมมองต่างๆเรียกว่าเป็นมิติของข้อมูล สำหรับในกรณีที่ต้องการมองข้อมูลในลักษณะของมิติเชิงลึกก็สามารถทำได้เนื่องจากการเก็บข้อมูลนี้เป็นการจัดเก็บถึงรายบุคคล รายพื้นที่ รายพืช และรายสัตว์ ทำให้เราสามารถมองสารสนเทศเป็นรายย่อยเช่น จากข้าว เพื่อตรวจสอบดูจำนวนเกษตรกรผู้ปลูก พื้นที่ที่ปลูก หรือประเภทของสมาชิกแรงงานทางการเกษตรที่ปลูกข้าว ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลหรือในคลังข้อมูลสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาเป็นสารสนเทศในลักษณะของมิติของข้อมูลได้หลายด้าน

การนำเสนอสารสนเทศสามารถทำได้อยู่หลายวิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับประเภทของข้อมูลและความเหมาะสม ตัวอย่างของการนำเสนอสารสนเทศในรูปของตารางสรุปและแผนภูมิดังแสดงในรูป 8.1, 8.2, 8.3 และ 8.4



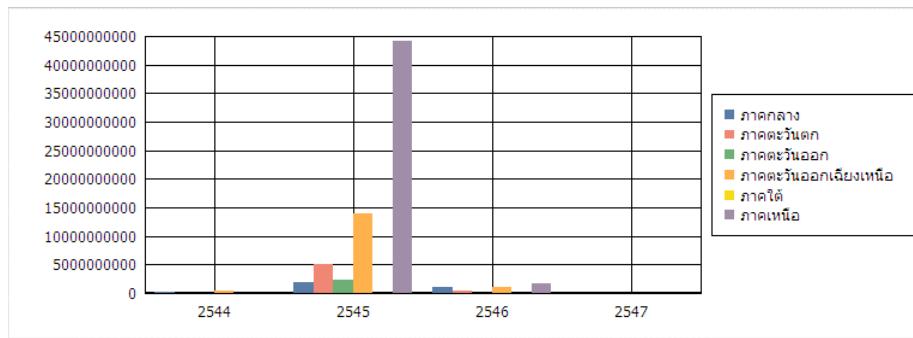
รูป 8.1 ภาพแสดงสารสนเทศของปริมาณผลผลิตทางการเกษตร

8.2 สารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์

การจัดเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล และรายกิจกรรม โดยเฉพาะข้อมูลที่มีการอ้างอิงถึงตำแหน่งที่ตั้งอย่างชัดเจนเช่นพื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ที่ขึ้นทะเบียนของเกษตรกร หรือพื้นที่ที่ทำกิจกรรมทางการเกษตร ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาประมวลผลเพื่อจัดทำเป็นข้อมูลเชิงสรุปเป็นรายพื้นที่ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาต่อไปเป็นสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแสดงถึงพิกัดหรือตำแหน่งของสถานที่ที่ชัดเจน ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานระบบสารสนเทศได้เห็นข้อมูลในอีกมุมมองหนึ่งที่ต่างจากรายเชิงสรุปหรือแผนภูมิ อย่างไรก็ตามสารสนเทศภูมิศาสตร์มักจะนิยมใช้สำหรับการแสดงผลข้อมูลที่ต้องการอ้างอิงถึงตำแหน่งของพื้นที่ ซึ่งอาจจะเป็นภาพรวมของข้อมูลจำนวนมาก ทำให้ผู้ใช้อาจจะไม่ได้เห็นข้อผิดพลาดของข้อมูลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ต้องมีการอ้างอิงกลับไปยังข้อมูลที่เป็นตัวเลขเชิงสรุป

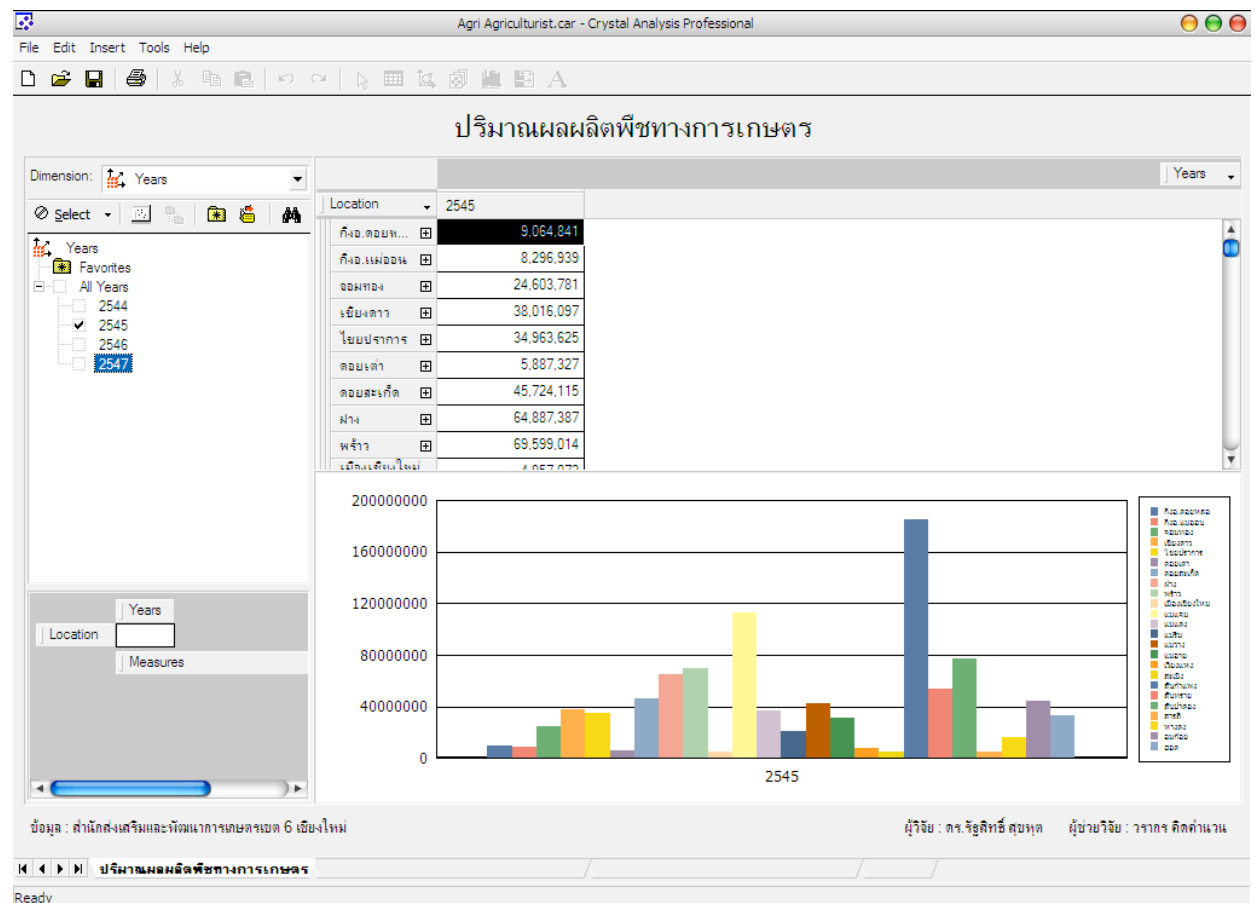
Location	2544	2545	2546	2547
ภาคกลาง	148,365,499	1,965,451,075	1,155,601,694	9,000
ภาคตะวันออก	5,669,652	5,097,750,132	452,664,473	78,000
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	12,791,287	2,360,560,260	72,146,077	42,417
ภาคใต้	528,535,429	14,019,585,069	1,180,396,493	493,250
ภาคเหนือ	880,426	115,378,447	58,556,302	17,502
ภาคเหนือ	56,818,597	44,099,933,286	1,796,791,213	4,063,379

รูป 8.2 ภาพแสดงสารสนเทศของปริมาณผลผลิตทางการเกษตร จำแนกเป็นรายปี



รูป 8.3 ภาพแสดงสารสนเทศของปริมาณผลผลิตทางการเกษตร จำแนกเป็นรายปี ในรูปของแผนภูมิ

จากรูปจะเห็นว่าข้อมูลของภาคเหนือมีมากกว่าภาคอื่นๆ นั่นหมายถึง ข้อมูลภาคเหนือมีมากกว่าภาคอื่นๆ ทำให้ผลรวมมากกว่าภาคอื่น เมื่อ Drill Down ลงไปดูในระดับอำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ จะได้ดังรูป



รูป 8.4 ภาพแสดงสารสนเทศที่มีการทำ Drilled-Down จนถึงในระดับอำเภอต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มเกษตรสัญจร. *ลันจี-ลำไย*. กรุงเทพมหานคร : สำนักกรมเกษตร, 2542
- ชิดชนก เหลือสินทรัพย์. *Analysis & Design of Algorithms*. หน้า 273-311. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
ดี แอล เอส, 2543.
- บัณฑิต จามรภูติ. *การใช้งานฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ Microsoft SQL Server*. กรุงเทพมหานคร :
ว. เพ็ชรสกุล, 2541.
- บัณฑิต จามรภูติ. *ฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 7.0*. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตเพรส,
2543.
- ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุณิยมหาวิทยาลัย ศูนย์อุตุณิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ กรมอุตุณิยมหาวิทยาลัย. *รายงาน
อุณภูมิ
และปริมาณน้ำฝนของจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2540-2545*.
- พาวิน มะโนชัย. *ลำไย*. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้,
2543
- วิรัตน์ สมทน. *การปลูกลำไยในภาคใต้*. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้
กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543.
- วิลเลียม บอร์น. *คู่มือส่งเสริมการปลูกพืชผักบนที่สูงของประเทศไทย*. เชียงใหม่ : โครงการหลวง,
2533.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลันจี มหาวิทยาลัยแม่โจ้. *การผลิตลำไย*. กรุงเทพมหานคร :
เชียงใหม่, 2543
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. *สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2544/45*.
กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจ.เอ็ม.ที., 2545
- สมพร จีรวสกุล. *คู่มือการติดตั้งและการใช้งาน SQL Server 7.0 ฉบับสมบูรณ์*.
กรุงเทพมหานคร:อินโฟเพรส, 2543.
- ห้องสมุดบ้านจอมยุทธ. ปรากฏการณ์ เอลนินโญ และนาณินา [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
http://www.baanjommyut.com/library/nino_nina/ (19 พฤศจิกายน 2546)
- Berson, A. and Smith, S.J. (1997). *Data warehousing Data Mining and OLAP*. New York:
McGraw-Hill, Inc.
- Chiraphadhanakul, S. *Genetic Forecasting Algorithm*. Ph.D. Dissertation, Assumption
University, 1997.

- Dr. George Karady. (2001). *Short term load Forecasting Using Neural Networks and Fuzzy Logic* [Online]. Available:
<http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/LoadForecast/fuzzy.htm> (19 September 2003)
- Elmasri, R. and Navathe, S. B. (2000). *Fundamentals of database systems*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Gen, M. ; and Cheng R. *Genetic Algorithms and Engineering Design*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- Han, J. and Kamber, M. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers
- Jain, Lakhmi C. ; and Martin, N.M. *Fusion of Neural Networks, Fuzzy Sets and Genetic Algorithms Industrial Applications*. New York : CRC Press LLC, 1999.
- Mallach, E. G. (2000). *Decision Support and Data Warehouse Systems*. NewYork: McGraw-Hill, Inc.
- Man, K.F. ; Tang, K.S. ; and Kwong, S. *Genetic Algorithms Concepts and Designs*. 2 Vols. London : Springer-Verlag London Limited, 1999.
- Reed Jacobson. (2000). *Microsoft SQL Server 2000 Analysis Services Step by Step*. Microsoft Press
- Stuart Clement. (1998). "Optimising fuzzy logic traffic signal control systems" [Online]. Available: <http://www.unisa.edu.au/tsc/staff/StuartClement/GA%20and%20FL/ATRF98.pdf> (19 September 2003)
- Sujit Nath Pant and Keith E. Holbert (1999). "Fuzzy Logic in Decision Making and Signal Processing" [Online]. Available:
<http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/> (19 October 2003)
- Witten, I. H. and Frank, E. (2000). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. Morgan Kaufmann Publishers

ภาคผนวก ก

เงื่อนไขในการกรอกข้อมูลและแนวทางการป้องกันความ ผิดพลาดในการกรอกข้อมูล

การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานของระบบ

- หน้าจอของโปรแกรม ได้มีการเลียนแบบให้มีความคล้ายกับแบบฟอร์ม ทบก.01 เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ รู้สึกง่ายและคุ้นเคยกับการใช้งาน
- การใช้งานโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯเป็นผู้ลงทะเบียนโปรแกรมเพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของเครื่องที่ใช้งาน และเป็นการป้องกันความผิดพลาดในการส่งข้อมูลไปยังส่วนกลาง (เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่รับหน้าที่รวบรวมข้อมูล)
- ในการใช้งานโปรแกรมทุกครั้งโปรแกรมจะให้ผู้ใช้กรอกรหัสผ่านทุกครั้ง เพื่อให้กำหนดระดับความสามารถในการใช้โปรแกรม และข้อมูลเกษตรกร(ซึ่งเป็นชั้นความลับ) และโปรแกรมจะเก็บข้อมูลการใช้งานโปรแกรม (Log file) เพื่อสามารถตรวจสอบการทำงานใด ๆ กับโปรแกรม
- ในส่วนการบันทึกข้อมูล (Data Entry) โปรแกรมก็จะมีตรวจสอบไปพร้อม ๆ กันอีกด้วย (Editor) โดยที่โปรแกรมจะตรวจสอบเงื่อนไขและความถูกต้องของการกรอกข้อมูลหรือลักษณะของข้อมูล รวมถึงเงื่อนไขพิเศษสำหรับแต่ละกรณีของพืช สัตว์ ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไข แล้วโปรแกรมพบข้อผิดพลาด โปรแกรมจะแสดงข้อความแจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ สามารถแก้ไขทันที
- ในส่วนการบันทึกข้อมูล (Data Entry) เจ้าหน้าที่บันทึกฯ สามารถใช้แป้นพิมพ์ในการกรอกข้อมูลได้ทั้งหมด เมื่อกรอกข้อมูลใด ๆ ก็กดคีย์ Enter โปรแกรมก็จะ Focus ไปยังตำแหน่งที่ต้องกรอกข้อมูลต่อไป โดยอาจจะไม่จำเป็นต้องใช้เมาส์ เพื่อเป็นการลดเวลาในการใช้เมาส์ซึ่งเจ้าหน้าที่บันทึกฯ โดยมากสามารถใช้แป้นพิมพ์ได้อย่างชำนาญ

เงื่อนไขในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

- ในการขอขึ้นทะเบียนเกษตรกร โปรแกรมจะไม่สามารถเพิ่มข้อมูลของเกษตรกรคนเดิมได้ ซึ่งเคยขึ้นทะเบียนไว้แล้ว (ในกรณีที่ขอขึ้นทะเบียนซ้ำ ในพื้นที่เดียวกัน) เพื่อเป็นการป้องกันการซ้ำซ้อนของข้อมูลเกษตรกร ในการประมวลผล และเพื่อเป็นช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่ต้องกรอกข้อมูลเกษตรกรซ้ำซ้อน
- เมื่อมีการเลือกการขึ้นทะเบียนเกษตรกร โปรแกรมจะแสดงหน้าจอให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่าในการขึ้นทะเบียนเป็นกรณีใดใน 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ขึ้นทะเบียนใหม่ โดยเป็นเกษตรกรที่ยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนและไม่มีชื่อในทะเบียนเดิมปี 2545 หรือกรณีที่ 2 ได้ขึ้นทะเบียนแล้ว แต่ขอเปลี่ยนชื่อตัวบุคคลจากเดิมเป็นบุคคลใหม่
 - ในกรณีที่ 1 โปรแกรมจะกำหนดให้การขึ้นทะเบียนครั้งนี้เป็นการขึ้นทะเบียนใหม่ และเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูลเกษตรกรต่อไป
 - ในกรณีที่ 2 โปรแกรมจะรอรับชื่อ-สกุล และหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชนเดิมของเกษตรกรที่ต้องการเปลี่ยน โปรแกรมจะนำชื่อ-สกุล และหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชนไปค้นหาในฐานข้อมูล ว่ามีเกษตรกรรายนั้นหรือไม่ หากค้นพบโปรแกรมจะกำหนดให้เป็นการขึ้นทะเบียนแบบการขึ้นทะเบียนแล้ว และเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูลเกษตรกรต่อไป หากค้นไม่พบโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน
- การกรอกข้อมูลเล่มที่/เลขที่ เป็นรหัสที่ทางกรมส่งเสริมฯ กำหนดขึ้นเอง โดยเล่มที่จะมีความยาว XXX อักษร โดยที่ 2 อักษรแรกเป็นตัวย่อชื่อจังหวัด เป็นตัวเลขเรียงตามลำดับในการกรอกเล่มที่ โดยที่โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความผิดพลาดใด ๆ กับข้อมูลที่กรอกใน 2 ส่วนนี้
- การกรอกข้อมูลเขียนที่ (สถานที่รับขึ้นทะเบียน) คือตำบล,อำเภอ,จังหวัด ในแบบ ทบก.01 จะต้องกรอกชื่อตำบล อำเภอ จังหวัด และยังต้องกรอกรหัสตำบล อำเภอ และจังหวัดให้ถูกต้องตามเงื่อนไข คือ รหัสตำบล รหัสอำเภอและรหัสจังหวัดตามลำดับ ซึ่งอาจจะเกิดความเสี่ยงในการกรอกข้อมูลไม่ถูกต้องและเสียเวลาในการค้นหารหัสด้วย ดังนั้น โปรแกรม จะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกเฉพาะชื่อตำบล โดยในขณะที่พิมพ์โปรแกรมจะแสดงรายชื่อ ตำบล อำเภอ และจังหวัด ที่มีชื่อใกล้เคียง หากชื่อตำบลนั้นเป็นชื่อที่มีเพียงชื่อเดียว เช่น ตำบลหนองตอง ก็สามารถกดปุ่ม Enter โปรแกรมก็จะกรอกข้อมูล ตำบล อำเภอ จังหวัด รหัสตำบล อำเภอ จังหวัด โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีความถูกต้อง และรวดเร็ว แต่หากในกรณีที่มีชื่อตำบลที่เหมือนกันหลาย ๆ ชื่อ เจ้าหน้าที่บันทึกฯต้องใช้เมาส์ เลือกที่แถวชื่อตำบล อำเภอ จังหวัดที่ต้องการ ก็จะได้ข้อมูลที่ถูกต้องเช่นกัน

- การกรอกข้อมูลวัน/เดือน/ปี ที่ขึ้นทะเบียน โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้น (Default value) เป็นวันที่ เดือน ปี ปัจจุบันที่เป็นขึ้นทะเบียน แต่หากเจ้าหน้าที่บันทึกขต้องการเปลี่ยนแปลงเป็นวันอื่น ๆ จะต้องใช้เมาส์เลือกวัน เดือน ปีที่ขึ้นทะเบียนเอง โดยโปรแกรมจะแสดงวันที่มีลักษณะคล้ายกับปฏิทินให้เลือก ซึ่งจะง่าย สบายงานในการใช้งาน และป้องกันความผิดพลาดของการกรอกข้อมูลได้ดี

การกรอกข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกร

- การกรอกข้อมูล ชื่อ-สกุล โปรแกรมจะเพิ่มการเลือกคำนำหน้าชื่อ ซึ่งจะเพิ่มเติมจากแบบฟอร์ม ทบก.01 โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกขจะต้องเลือก (ไม่เลือกไม่ได้ โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน เมื่อกดปุ่มบันทึกข้อมูล) โดยไม่ต้องพิมพ์ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการพิมพ์ ส่วนการกรอกชื่อและนามสกุลนั้น โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา แต่จะตรวจสอบว่ามีการกรอกชื่อและนามสกุลหรือไม่ ถ้าไม่กรอกโปรแกรมก็จะแสดงข้อความเตือน
- การกรอกข้อมูลปี พ.ศ. ของเกษตรกรนั้น ซึ่งจะต้องเป็นตัวเลขที่มีความยาว 4 ตัวอักษร โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกขจะต้องกรอกข้อมูลหากไม่กรอก โปรแกรมก็จะแสดงข้อความเตือน และโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าปี พ.ศ.ที่รับเข้ามา แล้วคำนวณว่าอายุของเกษตรกรรายนั้นอายุระหว่าง 15 ถึง 100 ปี หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในช่วงนี้โปรแกรมก็จะแสดงข้อความเตือน
- การกรอกข้อมูลหมายเลขประจำตัวประชาชน ซึ่งจะเป็นตัวเลข จำนวน 13 หลักโดยที่โปรแกรมจะตรวจสอบเงื่อนไขของหมายเลขประจำตัวประชาชน ดังนี้
- จะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- จะต้องไม่ขึ้นต้นด้วยเลข 6 7 9 หรือ 0 เพราะเป็นตัวเลขซึ่งศูนย์ประมวลผลทะเบียนกรมการปกครอง ไม่ได้ให้ออกให้กับประชาชนทั่วไป
- หากเจ้าหน้าที่บันทึกขกรอกหมายเลขครบทั้ง 13 หลักแล้วโปรแกรมจะนำเลขทั้ง 13 หลักไปคำนวณ (สูตรในการคำนวณเป็นความลับ) ซึ่งจะทำให้ตรวจสอบได้ว่าเลขทั้ง 13 หลักจะถูกออกโดยศูนย์ประมวลผลการทะเบียนฯ หรือไม่ หากผลการคำนวณไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน
- การกรอกข้อมูลหมายเลขรหัสประจำบ้าน จะเป็นหมายเลขที่ปรากฏในทะเบียนบ้านของเกษตรกร มีลักษณะเป็นตัวเลขที่มีความยาว 11 หลัก และเกษตรกรต้องนำมาแสดงให้เจ้าหน้าที่เพื่อคัดลอก ซึ่งโปรแกรมจะตรวจสอบว่ามีความยาวเท่ากับ 11 หลักหรือไม่ ถ้าไม่

โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน แต่ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเลขรหัสประจำบ้านที่กรอกได้

- การกรอกจำนวนครัวเรือนประกอบการเกษตร (มีลักษณะเป็นตัวเลข) ซึ่งจำนวนครัวเรือนที่ประกอบการเกษตรทั้งหมดก็ครัวเรือน ทั้งนี้เพราะเป็นไปได้ว่าในทะเบียนบ้านเดียวกัน อาจมีหลายครัวเรือนอาศัยอยู่และแยกการทำกินต่างหากจากกัน โปรแกรมจะตรวจสอบเงื่อนไขของจำนวนครัวเรือน ดังนี้
- จะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 1 ครัวเรือน ในกรณีที่ประกอบการเกษตรเป็นประเภทส่วนบุคคล และจะต้องเป็น 0 ครัวเรือน ในกรณีที่ประกอบการเกษตรเป็นนิติบุคคล
- การกรอกสถานที่อยู่จริงปัจจุบัน ประกอบด้วย เลขที่ หมู่ที่ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ซึ่งอาจจะเป็นที่อยู่เดียวกันหรือคนละที่กับที่ปรากฏอยู่ในทะเบียนบ้านก็ได้ โดยที่โปรแกรมจะตรวจสอบเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้
- เลขที่ หมู่ที่ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัดจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- หมู่ที่จะมีลักษณะเป็นตัวเลข 2 หลักเท่านั้น หากเจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหนึ่งตัวอักษร โปรแกรมจะเติมเลข '0' ให้อัตโนมัติ และโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมู่ ที่กรอก เช่น หมู่ที่ 99 โปรแกรมจะไม่สามารถทราบได้ว่ามีอยู่จริงหรือไม่
- การกรอกตำบล อำเภอ และจังหวัด โปรแกรมจะมีการทำงานและการตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมทั้งกรอกรหัสตำบล รหัสอำเภอ และรหัสจังหวัด เหมือนกับการกรอกในข้อที่ 3

การกรอกข้อมูลข้อที่ 1

การกรอกข้อมูลลักษณะการประกอบการเกษตรของครัวเรือนผู้ขอขึ้นทะเบียน โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทส่วนบุคคล (ส่วนตัว) หรือนิติบุคคล ซึ่งโปรแกรมจะอนุญาตให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกประเภทของการประกอบการเกษตรได้เพียง 1 ประเภทเท่านั้น (เมื่อเลือกประเภทใด อีกประเภทหนึ่งจะไม่สามารถเลือกอีกได้) โดยโปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นการเลือกเป็นการประกอบอาชีพ ประเภทส่วนบุคคล ซึ่งสามารถข้ามไปกรอกข้อมูลข้อที่ 2 ได้เลย ในกรณีที่เกษตรกรประกอบการเกษตรเป็นประเภทนิติบุคคล จะต้องมีการเลือกดังต่อไปนี้

- เมื่อเลือกประเภทนิติบุคคลแล้ว โปรแกรมจะเปลี่ยนจำนวนครัวเรือนประกอบการเกษตรเป็น 0 ครัวเรือนโดยอัตโนมัติ
- เมื่อเลือกประเภทนิติบุคคลแล้ว โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้มีการกรอกข้อมูลในข้อ 2-5 และจะแสดงหน้าจอให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกข้อมูลการเพาะปลูกต่อไป
- เจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องกรอกข้อมูลชื่อนิติบุคคล สาขา(ถ้ามี) จังหวัด และทะเบียนเลขที่

- โดยชื่อนิติบุคคล จังหวัด และทะเบียนเลขที่ จะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- ในกรอกชื่อจังหวัดเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะใช้วิธีเลือก โดยที่ไม่ต้องพิมพ์ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการพิมพ์
- ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที

การกรอกข้อมูลข้อที่ 2

การกรอกข้อมูลสมาชิกในครัวเรือนที่มีส่วนร่วมในการประกอบกิจกรรมทางการเกษตรของครัวเรือน เป็นการเก็บข้อมูลประกอบการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของการขอขึ้นทะเบียนเกษตรกร เพราะในการรับขึ้นทะเบียนเกษตรกรนั้น โปรแกรมจะตรวจสอบก่อนว่าเกษตรกรรายนั้นว่าเป็นสมาชิกของครัวเรือนใดหรือไม่ โดยที่การเก็บข้อมูลสมาชิกภายในครัวเรือน จะประกอบด้วยคำนำหน้า ชื่อ สกุล หมายเลขบัตรประชาชน และปีพ.ศ.ที่เกิด เพื่อเก็บข้อมูลสมาชิกภายในครัวเรือนนี้ เฉพาะที่ร่วมทำการเกษตรว่ามีใครบ้าง โดยที่โปรแกรมจะไม่สามารถตรวจสอบ ในกรณีที่เพิ่มสมาชิกที่ไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำการเกษตร

- ในการกรอกข้อมูลสมาชิกในครัวเรือน จะมีการตรวจสอบเงื่อนไขดังนี้
- ในการเพิ่มสมาชิกภายในครัวเรือน โปรแกรมจะไม่ยอมรับการเพิ่มข้อมูลของเกษตรกรผู้ขอขึ้นทะเบียนฯ (เจ้าบ้าน) โดยจะตรวจสอบจากหมายเลขบัตรประชาชน
- ในการเพิ่มสมาชิกภายในครัวเรือน โปรแกรมจะไม่สามารถเพิ่มข้อมูลของสมาชิกคนเดิมได้ เพื่อเป็นการป้องกันการซ้ำซ้อน โดยจะตรวจสอบจากหมายเลขบัตรประชาชน โปรแกรมจะนำไปค้นหาในฐานข้อมูล ซึ่งหมายความว่า คนหนึ่งคนจะเป็นสมาชิกของครัวเรือนได้เพียงหนึ่งครัวเรือนเท่านั้น
- เจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกคำนำหน้าชื่อ ของสมาชิกทุกครั้ง
- เลขที่ หมู่ที่ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัดจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- การกรอกชื่อและนามสกุล โปรแกรมจะไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องใด ๆ แต่ในเริ่มต้น โปรแกรมจะนำสกุลของ เกษตรกรผู้ขอขึ้นทะเบียนฯ มากรอกใส่ก่อน
- การกรอกเลขบัตรประชาชน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบโดยใช้เงื่อนไขเดียวกันกับข้อ 8
- การกรอกข้อมูล ปีพ.ศ.เกิด ของสมาชิกซึ่งจะต้องเป็นตัวเลขที่มีความยาว 4 ตัวอักษร และโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าปี พ.ศ.ที่รับเข้ามา แล้วคำนวณว่าอายุของสมาชิกรายนั้น อายุระหว่าง 15 ถึง 60 ปี หรือไม่
- ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที

การกรอกข้อมูลข้อที่ 3

การกรอกข้อมูลจำนวนสมาชิกและแรงงานจ้างประจำในครัวเรือน โดยมีลักษณะข้อมูลทั้งหมดเป็นตัวเลข ซึ่งจะมีการแบ่งเป็นหญิงและชาย และแยกสมาชิกสมาชิกออกเป็นบุคคลที่เป็นแรงงานเกษตร แรงงานนอกเกษตร ไม่แรงงานและแรงงานจ้างประจำเพื่อการเกษตร ซึ่งโปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของจำนวนสมาชิก เป็น 0 คน

- ในการกรอกข้อมูลจำนวนสมาชิก โดยจะมีการตรวจสอบเงื่อนไขดังนี้
- จำนวนสมาชิกทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- จำนวนสมาชิกอย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0 คน
- ในแบบ ทบก.01 เกษตรกรต้องรวมจำนวนสมาชิกในแต่ละประเภทเอง ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดในการรวมได้ ซึ่งโปรแกรมจะรวมจำนวนสมาชิกในแต่ละประเภทเอง ซึ่งมีการรวมดังนี้

จน.สมาชิกของครัวเรือน ทั้งหมด*	=	จน.สมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตร (ช/ญ) + จน.สมาชิกที่เป็น แรงงานนอกการเกษตร(ช/ญ) + จน.สมาชิกที่ไม่เป็นแรงงาน (ช/ญ)
-----------------------------------	---	---

* ไม่รวมกับจн.แรงงานจ้างประจำเพื่อการเกษตร

- โปรแกรมจะคำนวณหาผลรวมจำนวนสมาชิกชายและหญิง ให้โดยอัตโนมัติ ในขณะที่เจ้าบ้านกรอกข้อมูลฯ กำลังกรอกข้อมูล สามารถทำให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ตรวจสอบความถูกต้องของการให้ข้อมูลของเกษตรกรและ ลดเวลาในการกรอกจำนวนผลรวมสมาชิกแต่ละประเภทอีกด้วย

การกรอกข้อมูลข้อที่ 4

การกรอกข้อมูลสมาชิกภาพขององค์กรด้านการเกษตร โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นใช่/ไม่ใช่ (Yes/No) ซึ่งผู้ขึ้นทะเบียนจะมีสถานภาพเป็นสมาชิกองค์กรด้านการเกษตรใด ๆ มากกว่า 1 องค์กรหรือไม่เป็นสมาชิกองค์กรใด ซึ่งโปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของสถานภาพ เป็นไม่เป็นสมาชิกองค์กรใด ในการกรอกข้อมูลสมาชิกภาพขององค์กรด้านการเกษตร จะมีการตรวจสอบเงื่อนไขดังนี้

- ถ้าผู้ขึ้นทะเบียนไม่เป็นสมาชิกองค์กรใด โปรแกรมก็จะยกเลิกการเลือกการเป็นสมาชิกใด ๆ ที่มีการเลือกไว้ก่อน เพื่อเป็นการป้องกันความไม่สอดคล้องกัน
- ถ้าเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่าผู้ขึ้นทะเบียนมีสถานภาพเป็นสมาชิก โปรแกรมจะบังคับให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกความสมาชิกองค์กรใด ๆ อย่างน้อย 1 องค์กร

- ถ้าเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่าผู้ขึ้นทะเบียนมีสถานภาพเป็นสมาชิก และเป็นสมาชิกองค์กรอื่น ๆ โปรแกรมจะบังคับให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกชื่อองค์กรอื่น ๆ นั้นด้วย
- ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที

การกรอกข้อมูลข้อที่ 5

การกรอกข้อมูลการถือครองที่ดิน โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวเลข จำนวนเต็มบวก ซึ่งหมายถึงจำนวนเนื้อที่ของที่ดินของครอบครัวผู้ขอขึ้นทะเบียนถือครองอยู่ ว่ามีการถือครองที่ดินทั้งหมดกี่ผืน โดยจะรวมเนื้อที่ดินทุกผืนเข้าด้วยกันตามลักษณะการถือครอง โดยกำหนดนิยามการถือครองเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ของตนเอง เช่า และอื่น ๆ (ตามนิยามของกรมส่งเสริมฯ) และการกรอกข้อมูลจะแยกออกเป็น อีก 2 ลักษณะ คือ ที่ดินเพื่อการเกษตร และที่ดินนอกการเกษตร

จากการแบ่งประเภทข้างต้น โปรแกรมจะไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้อง ของการมีอยู่จริงของเนื้อที่ดินแต่ละประเภท และโปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของเนื้อที่ดินทุกช่อง เป็น 0 อีกทั้งโปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูล ได้ดังนี้

- เนื้อที่ดิน ทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- เนื้อที่ดินอย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0 คน
- เนื้อที่ดินในช่องไร่ จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป
- เนื้อที่ดินในช่องงาน จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0-3 ไร่
- เนื้อที่ดินในช่องตารางวา จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 – 99 ไร่

ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที

การกรอกข้อมูลข้อที่ 6

การกรอกข้อมูลการเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับและพืชสมุนไพร ซึ่งเป็นพืชอายุสั้นปลูกและเก็บเกี่ยวภายใน 1 ปี โดยที่ในการกรอกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกว่าผู้ขอขึ้นทะเบียนมีการเพาะปลูกหรือไม่มีการเพาะปลูกพืชภายใต้กิจกรรมนี้หรือไม่ โดยที่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นไม่มีการเพาะปลูก อีกทั้งโปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูล ได้ดังนี้

- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่ามีการเพาะปลูก โปรแกรมจะอนุญาตให้มีการกรอกข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก แต่ถ้าไม่เลือกว่ามีการเพาะปลูก ก็จะไม่สามารถทำงานกับกิจกรรมการเพาะปลูกได้เลย เพื่อเป็นป้องกันความขัดแย้งของข้อมูล
- ในการกรอกข้อมูลทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)

- ข้อมูลใด ๆ ที่มีลักษณะเป็นตัวเลข โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลในส่วนนั้นมีค่าเป็น 0 และยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึก เกิดความเข้าใจว่าช่องนี้เป็นช่องที่ต้องกรอกตัวเลข
- ในการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องกรอกปีพ.ศ.ที่เพาะปลูกด้วย แต่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของการเพาะปลูกเป็นปีที่เกษตรกรมีขอขึ้นทะเบียนย้อนหลังไปหนึ่งปี เช่น เกษตรกรมาขอขึ้นทะเบียนปี 2546 ข้อมูลที่จะบันทึกก็จะเป็นข้อมูลปี 2545 โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกไม่จำเป็นต้องเลือกปีเพาะปลูกเอง
- ในการกรอกข้อมูลชื่อพืช ในแบบ ทบก.01 จะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ต้องกรอกหมายเลขรหัสพืช ซึ่งในโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหมายเลขรหัสพืช ซึ่ง
- เกิดความล่าช้าและอาจจะผิดพลาดในการกรอกรหัสพืช ดังนั้นโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกชื่อพืชแทนการกรอกชื่อพืช และรหัส (ถ้าไม่เลือก โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน) ซึ่งจะเกิดความถูกต้องและความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล
- เนื่องจากการบันทึกข้อมูลในชื่อนี้มีพืชที่เกี่ยวข้องมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงแบ่งหมวดหมู่ของพืชเป็นหมวด ๆ ทำให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่เสียเวลาในการค้นหารายชื่อพืชที่ต้องการบันทึก และเมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกพืชหมวดใดแล้ว รายการแสดงพืชก็จะนำพืชที่อยู่ในหมวดนั้นมาแสดงเท่านั้น
- เนื้อที่ดิน ทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- เนื้อที่ดินอย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0 คน
- เนื้อที่ดินในช่องไร่ จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป
- เนื้อที่ดินในช่องงาน จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0-3 ไร่เท่านั้น
- เนื้อที่ดินในช่องตารางวา จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 – 99 ไร่เท่านั้น
- ข้อมูลผลผลิตที่ได้คาดว่าจะได้รับ อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0
- หน่วยสำหรับ ผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้ จะเป็นหน่วยสำหรับพืชเท่านั้น ซึ่งโปรแกรมจะป้องกันการใส่หน่วยอื่น ๆ เช่น จะต้องไม่ใช่หน่วย ‘ตัว’ เป็นต้น โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่ต้องกรอกรหัสหน่วย ซึ่งจะใช้วิธีการเลือกแทน
- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกหน่วยเป็น ‘ตัน’ หรือ ‘เกวียน’ แล้วโปรแกรมจะนำผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้รับ คูณด้วย 1000 และปรับหน่วยให้เป็นกิโลกรัม โดยอัตโนมัติ
- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกหน่วยเป็น ‘ยังไม่ให้ผลผลิต’ โปรแกรมจะปรับช่อง ผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้รับ เป็น 0 และป้องกันไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข เนื่องจากพืชที่ยังไม่ให้ผลผลิต จะต้องมีการกำหนดค่าผลผลิตฯ เป็น 0

- ในกรณีที่พื้นที่เพาะปลูก เป็นสถานที่เดียวกันกับสถานที่รับลงทะเบียน เจ้าหน้าที่บันทึกฯ สามารถคลิกเลือก 'ปลูกในตำบล' โปรแกรมจะนำชื่อตำบล อำเภอ จังหวัด รวมถึงรหัสตำบล อำเภอและจังหวัด จากสถานที่ลงทะเบียนมากรอกให้อัตโนมัติ เพื่อให้การกรอกข้อมูลเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานที่เพาะปลูก
- หมู่ที่จะมีลักษณะเป็นตัวเลข 2 หลักเท่านั้น หากเจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหนึ่งตัวอักษร โปรแกรมจะเติมเลข '0' ให้อัตโนมัติ และโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมู่ ที่กรอก เช่น หมู่ที่ 99 โปรแกรมจะไม่สามารถทราบได้ว่ามีอยู่จริงหรือไม่
- การกรอกตำบล อำเภอ และจังหวัด โปรแกรมจะมีการทำงานและการตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมทั้งกรอกรหัสตำบล รหัสอำเภอ และรหัสจังหวัด เหมือนกับการกรอกในข้อที่ 3

ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบ เงื่อนไขข้างต้น แล้วไม่พบข้อผิดพลาดใดๆ แล้ว โปรแกรมก็จะตรวจสอบเงื่อนไขความซ้ำซ้อนของข้อมูล ดังต่อไปนี้คือ พืชที่ปลูกนั้น จะต้องไม่ปลูกในปีเดียวกัน และจะต้องไม่ปลูกบนพื้นที่เดียวกัน (หมู่ ตำบล อำเภอ จังหวัด เดียวกัน) ถ้าหากไม่พบข้อผิดพลาดนี้ โปรแกรมก็จะยอมให้บันทึกข้อมูลการเพาะปลูกนี้

การกรอกข้อมูลข้อที่ 7

การกรอกข้อมูลการปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น โดยที่ในการกรอกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกว่าผู้ขอขึ้นทะเบียนมีการเพาะปลูก (ขนาดเนื้อที่มากกว่า 1 ไร่และมีจำนวนต้นรวมกันตั้งแต่ 15 ต้น) หรือไม่มีการเพาะปลูกพืชใด ๆ ภายใต้กิจกรรมนี้หรือไม่ โดยที่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นไม่มีการเพาะปลูกอีกทั้งโปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูล ได้ดังนี้

- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่ามีการเพาะปลูก โปรแกรมจะอนุญาตให้มีการกรอกข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก แต่ถ้าไม่เลือกว่ามีการเพาะปลูก ก็จะไม่สามารถทำงานกับกิจกรรมการเพาะปลูกได้เลย เพื่อเป็นป้องกันความขัดแย้งของข้อมูล
- ในการกรอกข้อมูลทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- ข้อมูลใด ๆ ที่มีลักษณะเป็นตัวเลข โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลในส่วนนั้นมีค่าเป็น 0 และยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ เกิดความเข้าใจว่าช่องนี้เป็นช่องที่ต้องกรอกตัวเลข

- ในการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องกรอกปีพ.ศ.ที่เพาะปลูกด้วย แต่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของการเพาะปลูกเป็นปีที่เกษตรกรมีขอขึ้นทะเบียนย้อนหลังไปหนึ่งปี เช่น เกษตรกรมาขอขึ้นทะเบียนปี 2546 ข้อมูลที่จะบันทึกก็จะเป็นข้อมูลปี 2545 โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกไม่จำเป็นต้องเลือกปีเพาะปลูกเอง
- ในการกรอกข้อมูลชื่อพืช ในแบบ ทบก.01 จะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ต้องกรอกหมายเลขรหัสพืช ซึ่งในโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหมายเลขรหัสพืช ซึ่ง
- เกิดความล่าช้าและอาจจะผิดพลาดในการกรอกรหัสพืช ดังนั้นโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกชื่อพืชแทนการกรอกชื่อพืช และรหัส (ถ้าไม่เลือก โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน) ซึ่งจะเกิดความถูกต้องและความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล
- เนื่องจากการบันทึกข้อมูลในข้อนี้มีพืชที่เกี่ยวข้องมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงแบ่งหมวดหมู่ของพืชเป็นหมวด ๆ ทำให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่เสียเวลาในการค้นหารายชื่อพืชที่ต้องการบันทึก และเมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกพืชหมวดใดแล้ว รายการแสดงพืชก็จะนำพืชที่อยู่ในหมวดนั้นมาแสดงเท่านั้น
- ในการกรอกข้อมูลรหัสประเภทสวน ในแบบ ทบก.01 จะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ต้องกรอกรหัสประเภทสวน แต่ในโปรแกรมจะเป็นเลือก โดยแสดงรหัสประเภทสวนและคำอธิบาย ซึ่งจะป้องกันความผิดพลาดในการกรอกประเภทของสวน
- ข้อมูลจำนวนต้น อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 1 ต้น
- เนื้อที่ดิน ทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- เนื้อที่ดินอย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0
- เนื้อที่ดินในช่องไร่ จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป
- เนื้อที่ดินในช่องงาน จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0-3 เท่านั้น
- เนื้อที่ดินในช่องตารางวา จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 – 99 เท่านั้น
- ข้อมูลผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้รับ อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0
- หน่วยสำหรับ ผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้ จะเป็นหน่วยสำหรับพืชเท่านั้น ซึ่งโปรแกรมจะป้องกันการใช้นิยามอื่น ๆ เช่น จะต้องไม่ใช่หน่วย ‘ตัว’ เป็นต้น โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่ต้องกรอกรหัสหน่วย ซึ่งจะใช้วิธีการเลือกแทน
- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกหน่วยเป็น ‘ตัน’ หรือ ‘เกวียน’ แล้วโปรแกรมจะนำผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้รับ คูณด้วย 1000 และปรับหน่วยให้เป็นกิโลกรัม โดยอัตโนมัติ
- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกหน่วยเป็น ‘ยังไม่ให้ผลผลิต’ โปรแกรมจะปรับช่อง ผลผลิตที่ได้/คาดว่าจะได้รับเป็น 0 และป้องกันไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข เนื่องจากพืชที่ยังไม่ให้ผลผลิต จะต้องมีการกำหนดค่าผลผลิตฯ เป็น 0

- ในกรณีที่พื้นที่เพาะปลูก เป็นสถานที่เดียวกันกับสถานที่รับลงทะเบียน เจ้าหน้าที่บันทึกฯ สามารถคลิกเลือก 'ปลูกในตำบล' โปรแกรมจะนำชื่อตำบล อำเภอ จังหวัด รวมถึงรหัสตำบล อำเภอและจังหวัด จากสถานที่ลงทะเบียนมากรอกให้อัตโนมัติ เพื่อให้การกรอกข้อมูลเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานที่เพาะปลูก
- หมู่ที่จะมีลักษณะเป็นตัวเลข 2 หลักเท่านั้น หากเจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหนึ่งตัวอักษร โปรแกรมจะเติมเลข '0' ให้อัตโนมัติ และโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมู่ ที่กรอก เช่น หมู่ที่ 99 โปรแกรมจะไม่สามารถทราบได้ว่ามีอยู่จริงหรือไม่
- การกรอกตำบล อำเภอ และจังหวัด โปรแกรมจะมีการทำงานและการตรวจสอบความ
- ถูกต้อง พร้อมทั้งกรอกรหัสตำบล รหัสอำเภอ และรหัสจังหวัด เหมือนกับการกรอกในข้อที่

3

ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที ในการกรอกข้อมูลการปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น จะมีการแบ่งประเภทออกเป็น 3 ระดับ คือ

รหัส 1 = สวนเดี่ยว

รหัส 2 = สวนแซม

รหัส 3 = สวนผสม

ซึ่งการบันทึกข้อมูลไม้ผล ไม้ยืนต้น โปรแกรมจะบังคับให้มีการกรอกข้อมูลต่าง ๆ จะมีเงื่อนไข ขึ้นอยู่กับประเภทสวน ดังต่อไปนี้

1. **กรณีที่เป็นการปลูกแบบ รหัส 1 = สวนเดี่ยว** หมายถึง สวนที่มีไม้ผล ไม้ยืนต้น ปรากฏอยู่เพียงชนิดเดียว ซึ่งต้องกรอก
 - จำนวนต้น
 - เนื้อที่ยืนต้น (ไร่, งาน, ตารางวา)
 - ผลผลิตที่ได้หรือคาดว่าจะได้รับ (ต้องมากกว่า 0)
 - หน่วยของผลผลิต
 - นอกจากเงื่อนไขข้างต้นแล้ว ยังมีเงื่อนไขเฉพาะพืชอีก คือ ในกรณีที่เป็น พืชไม่ยืนต้น ปาล์มน้ำมันหรือยางพารา ไม่ต้องระบุจำนวนต้น โดยที่โปรแกรมจะกำหนดค่าให้เป็น 0 และป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
2. **กรณีที่เป็นการปลูกแบบ รหัส 2 = สวนแซม** หมายถึง สวนที่มีไม้ผล ไม้ยืนต้นมากกว่า 1 ชนิด โดยมีพืชหลัก 1 ชนิด (พืชที่มีจำนวนต้นตั้งแต่ 50% ของจำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูกในพื้นที่นั้น) และมีพืชอื่นปลูกแซมอยู่ในสวนนี้ ซึ่งต้องกรอก
 - จำนวนต้น

- เนื้อที่ยื่นต้น (ไร่, งาน, ตารางวา) เฉพาะกรณีที่เป็นพืชหลัก แต่ในพืชแซมชนิดอื่นก็ไม่ต้องกรอก ซึ่งในกรณีนี้โปรแกรม ไม่สามารถแยกแยะได้ว่าพืชชนิดใด เป็นพืชหลัก
- ผลผลิตที่ได้หรือคาดว่าจะได้รับ (ต้องมากกว่า 0)
- หน่วยของผลผลิต

3. **กรณีที่เป็นการปลูกแบบ รหัส 3 = สวนผสม** หมายถึง สวนที่มีไม้ผล ไม้ยืนต้นหลายชนิดปะปนกัน แต่ไม่มีชนิดใดที่มีจำนวนต้นถึงร้อยละ 50 ของจำนวนต้นทั้งหมดของสวน ซึ่งต้องกรอก

- จำนวนต้น
- ผลผลิตที่ได้หรือคาดว่าจะได้รับ
- หน่วยของผลผลิต

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบ เงื่อนไขข้างต้น แล้วไม่พบข้อผิดพลาดใด ๆ แล้ว โปรแกรมก็จะตรวจสอบเงื่อนไขความซ้ำซ้อนของข้อมูล ดังต่อไปนี้คือ ในกรณีที่ป้อนสวนเดี่ยว พืชที่ปลูกนั้น จะต้องไม่ปลูกในปีเดียวกัน และจะต้องไม่ปลูกบนพื้นที่เดียวกัน (หมู่ ตำบล อำเภอ จังหวัด เดียวกัน) ซึ่งในกรณีที่ป้อนสวนอื่น ๆ ก็จะไม่มีการตรวจสอบความซ้ำซ้อน ถ้าหากไม่พบข้อผิดพลาดนี้ โปรแกรมก็จะยอมให้บันทึกข้อมูลการเพาะปลูกนี้

การกรอกข้อมูลข้อที่ 8

การกรอกข้อมูลการเลี้ยงปศุสัตว์ โดยที่ในการกรอกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกว่าผู้ขอขึ้นทะเบียนมีการเลี้ยงปศุสัตว์ (มีการเลี้ยงปศุสัตว์ชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดที่กำหนดในนิยาม) หรือไม่มีการเลี้ยงปศุสัตว์ใด ๆ ภายใต้กิจกรรมนี้หรือไม่ โดยที่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นไม่มีการเลี้ยงปศุสัตว์ อีกทั้งโปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูล ได้ดังนี้

- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่ามีการเลี้ยงปศุสัตว์ โปรแกรมจะอนุญาตให้มีการกรอกข้อมูล กิจกรรมการเลี้ยงปศุสัตว์ แต่ถ้าไม่เลือกว่ามีการเลี้ยงปศุสัตว์ ก็จะไม่สามารถทำงานกับกิจกรรมการเลี้ยงปศุสัตว์ได้เลย เพื่อเป็นป้องกันความขัดแย้งของข้อมูล
- ในการกรอกข้อมูลทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- ข้อมูลใด ๆ ที่มีลักษณะเป็นตัวเลข โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลในส่วนนั้นมีค่าเป็น 0 และยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ เกิดความเข้าใจว่าช่องนี้เป็นช่องที่ต้องกรอกตัวเลข

- ในการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องกรอกปีพ.ศ.ที่เลี้ยงปลุสสัตว์ด้วย แต่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของการเลี้ยงปลุสสัตว์เป็นปีที่เกษตรกรมีขอขึ้นทะเบียนย้อนหลังไปหนึ่งปี เช่น เกษตรกรมาขอขึ้นทะเบียนปี 2546 ข้อมูลที่จะบันทึกก็จะเป็นข้อมูลปี 2545 โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกไม่จำเป็นต้องเลือกปีเลี้ยงปลุสสัตว์เอง
- ในการกรอกข้อมูลชื่อปลุสสัตว์ ในแบบ ทบก.01 จะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ต้องกรอกหมายเลขรหัสสัตว์ ซึ่งในโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหมายเลขรหัสสัตว์ ซึ่งเกิดความล่าช้าและอาจจะผิดพลาดในการกรอกรหัสสัตว์ ดังนั้นโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกชื่อปลุสสัตว์แทนการกรอกชื่อปลุสสัตว์ และรหัสสัตว์ (ถ้าไม่เลือก โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน) ซึ่งจะเกิดความถูกต้องและความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล
- เนื่องจากการบันทึกข้อมูลในข้อนี้มีปลุสสัตว์ที่เกี่ยวข้องมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงแบ่งหมวดหมู่ของปลุสสัตว์เป็นหมวด ๆ ทำให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่เสียเวลาในการค้นหารายชื่อปลุสสัตว์ที่ต้องการบันทึก และเมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกปลุสสัตว์หมวดใดแล้ว รายการแสดงปลุสสัตว์ก็จะนำปลุสสัตว์ที่อยู่หมวดนั้นมาแสดงเท่านั้น
- ข้อมูลจำนวนสัตว์ อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 1
- หน่วยสำหรับจำนวนสัตว์ จะเป็นหน่วยสำหรับสัตว์เท่านั้น ซึ่งโปรแกรมจะป้องกันการใช้หน่วยอื่น ๆ เช่น จะต้องไม่ใช่หน่วย 'ตัน' เป็นต้น โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่ต้องกรอกรหัสหน่วย ซึ่งจะใช้วิธีการเลือกแทน
- ในกรณีที่สถานที่เลี้ยง เป็นสถานที่เดียวกันกับสถานที่รับลงทะเบียน เจ้าหน้าที่บันทึกฯ สามารถคลิกเลือก 'เลี้ยงในตำบล' โปรแกรมจะนำชื่อตำบล อำเภอ จังหวัด รวมถึงรหัสตำบล อำเภอและจังหวัด จากสถานที่ลงทะเบียนมากรอกให้อัตโนมัติ เพื่อให้การกรอกข้อมูลเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานที่เลี้ยง
- หมู่ที่จะมีลักษณะเป็นตัวเลข 2 หลักเท่านั้น หากเจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหนึ่งตัวอักษร โปรแกรมจะเติมเลข '0' ให้อัตโนมัติ และโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมู่ ที่กรอก เช่น หมู่ที่ 99 โปรแกรมจะไม่สามารถทราบได้ว่ามีอยู่จริงหรือไม่
- การกรอกตำบล อำเภอ และจังหวัด โปรแกรมจะมีการทำงานและการตรวจสอบความ
- ถูกต้อง พร้อมทั้งกรอกรหัสตำบล รหัสอำเภอ และรหัสจังหวัด เหมือนกับการกรอกในข้อที่

3

ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที นอกจากเงื่อนไขข้างต้นแล้ว ยังมีเงื่อนไขเฉพาะสัตว์อีก โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- กระป๋อง โคเนื้อ (โคพื้นเมือง โคลูกผสม โคขุน) จะต้องกรอกข้อมูลจำนวนสัตว์ และมีหน่วยเป็นตัว โดยโปรแกรมจะไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงหน่วย
- ผึ้ง หมายถึง ปริมาณน้ำผึ้งที่เกษตรกรผู้ขอขึ้นทะเบียน ผลิตเป็นน้ำผึ้ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม โดยโปรแกรมจะไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงหน่วย
- ไหม หมายถึง ปริมาณรังไหมที่เกษตรกรผู้ขอขึ้นทะเบียน ผลิตเป็นรังไหม มีหน่วยเป็นกิโลกรัม โดยโปรแกรมจะไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงหน่วย
- ข้อมูลจังหวัด จะต้องบันทึกข้อที่ 9 เท่านั้น

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบ เงื่อนไขข้างต้น แล้วไม่พบข้อผิดพลาดใด ๆ แล้ว โปรแกรมก็จะตรวจสอบเงื่อนไขความซ้ำซ้อนของข้อมูล ดังต่อไปนี้คือ ปศุสัตว์ที่เลี้ยงนั้น จะต้องไม่เลี้ยงในปีเดียวกัน และจะต้องไม่เลี้ยงบนพื้นที่เดียวกัน (หมู่ ตำบล อำเภอ จังหวัด เดียวกัน) ถ้าหากไม่พบข้อผิดพลาดนี้ โปรแกรมก็จะยอมให้บันทึกข้อมูลการเลี้ยงนี้

การกรอกข้อมูลข้อที่ 9

การกรอกข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม) โดยที่ในการกรอกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกว่าผู้ขอขึ้นทะเบียนมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (สัตว์น้ำชนิดใด ชนิดหนึ่ง) หรือไม่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำใด ๆ ภายใต้กิจกรรมนี้หรือไม่ โดยที่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นไม่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อีกทั้งโปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูลได้ดังนี้

- เมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกว่ามีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โปรแกรมจะอนุญาตให้มีการกรอกข้อมูลกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ถ้าไม่เลือกว่ามีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ก็จะไม่สามารถทำงานกับกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เลย เพื่อเป็นป้องกันความขัดแย้งของข้อมูล
- ในการกรอกข้อมูลทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- ข้อมูลใด ๆ ที่มีลักษณะเป็นตัวเลข โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลในส่วนนั้นมีค่าเป็น 0 และยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ เกิดความเข้าใจว่าช่องนี้เป็นช่องที่ต้องกรอกตัวเลข
- ในการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องกรอกปีพ.ศ.ที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วย แต่โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นปีที่เกษตรกรมีขอขึ้นทะเบียนย้อนหลังไปหนึ่งปี เช่น เกษตรกรมาขอขึ้นทะเบียนปี 2546 ข้อมูลที่จะบันทึกก็จะเป็นข้อมูลปี 2545 โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกไม่จำเป็นต้องเลือกปีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเอง

- ในการกรอกข้อมูลชื่อสัตว์น้ำ ในแบบ ทบก.01 จะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ต้องกรอกหมายเลขรหัสสัตว์น้ำ ซึ่งในโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหมายเลขรหัสสัตว์น้ำ ซึ่งเกิดความล่าช้าและอาจจะผิดพลาดในการกรอกรหัสสัตว์น้ำ ดังนั้นโปรแกรมจะให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ จะต้องเลือกชื่อสัตว์น้ำแทนการกรอกชื่อสัตว์น้ำ และรหัสสัตว์ (ถ้าไม่เลือกโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน) ซึ่งจะเกิดความถูกต้องและความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล
- เนื่องจากการบันทึกข้อมูลในชื่อนี้มีสัตว์น้ำที่เกี่ยวข้องมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงแบ่งหมวดหมู่ของสัตว์น้ำเป็นหมวด ๆ ทำให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่เสียเวลาในการค้นหารายชื่อสัตว์น้ำที่ต้องการบันทึก และเมื่อเจ้าหน้าที่บันทึกฯ เลือกสัตว์น้ำหมวดใดแล้ว รายการแสดงสัตว์น้ำก็จะนำสัตว์น้ำที่อยู่หมวดนั้นมาแสดงเท่านั้น
- ข้อมูลจำนวนกระชัง อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 1
- เนื้อที่เพาะเลี้ยง ทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- เนื้อที่เพาะเลี้ยงอย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 0
- เนื้อที่เพาะเลี้ยงในช่องไร่ จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป
- เนื้อที่เพาะเลี้ยงในช่องงาน จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0-3 เท่านั้น
- เนื้อที่เพาะเลี้ยงในช่องตารางวา จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 – 99 เท่านั้น
- หน่วยสำหรับจำนวนสัตว์ จะเป็นหน่วยสำหรับสัตว์เท่านั้น ซึ่งโปรแกรมจะป้องกันการใส่หน่วยอื่น ๆ เช่น จะต้องไม่ใช่หน่วย ‘ตัน’ เป็นต้น โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึกฯ ไม่ต้องกรอกรหัสหน่วย ซึ่งจะใช้วิธีการเลือกแทน
- ในกรณีที่สถานที่เพาะเลี้ยง เป็นสถานที่เดียวกันกับสถานที่รับลงทะเบียน เจ้าหน้าที่บันทึกฯ สามารถคลิกเลือก ‘เลี้ยงในตำบล’ โปรแกรมจะนำชื่อตำบล อำเภอ จังหวัด รวมถึงรหัสตำบล อำเภอและจังหวัด จากสถานที่ลงทะเบียนมากรอกให้อัตโนมัติ เพื่อให้การกรอกข้อมูลเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานที่เลี้ยง
- หมู่ที่จะมีลักษณะเป็นตัวเลข 2 หลักเท่านั้น หากเจ้าหน้าที่บันทึกฯ กรอกหนึ่งตัวอักษร โปรแกรมจะเติมเลข ‘0’ ให้อัตโนมัติ และโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมู่ ที่กรอก เช่น หมู่ที่ 99 โปรแกรมจะไม่สามารถทราบได้ว่ามีอยู่จริงหรือไม่
- การกรอกตำบล อำเภอ และจังหวัด โปรแกรมจะมีการทำงานและการตรวจสอบความ
- ถูกต้อง พร้อมทั้งกรอกรหัสตำบล รหัสอำเภอ และรหัสจังหวัด เหมือนกับการกรอกในข้อที่

ซึ่งหากผลการตรวจสอบในทุกเงื่อนไขโปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน และ Focus ไปยังตำแหน่งที่ผิดพลาด เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกฯ แก้ไขทันที ในการกรอกข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะมีการแบ่งประเภทสถานที่เลี้ยงออกเป็น 5 ประเภท คือ

รหัส 1 = ในกระชัง

รหัส 2 = ในบ่อ

รหัส 3 = ในนา

รหัส 4 = ในร่องสวน

รหัส 5 = อื่น ๆ เช่น ในทะเล ในกรง เป็นต้น

ซึ่งการบันทึกข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โปรแกรมจะบังคับให้มีการกรอกข้อมูลต่าง ๆ จะมีเงื่อนไข ขึ้นอยู่กับประเภทการเพาะเลี้ยง ดังต่อไปนี้

1. **กรณีที่เป็นการเพาะเลี้ยง รหัส 1 = ในกระชัง** ซึ่งต้องกรอกจำนวนกระชังที่เกษตรกรผู้ขอขึ้นทะเบียนได้เพาะเลี้ยง สัตว์น้ำชนิดนั้น โดยหากสัตว์น้ำใดที่เพาะเลี้ยงแบบกระชัง ก็ไม่ต้องกรอกเนื้อที่เพาะเลี้ยง โดยที่โปรแกรมจะกำหนดให้เนื้อที่เพาะเลี้ยง (ไร่ งาน ตารางวา) เป็น 0 ทั้งหมด และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลง
2. **กรณีที่เป็นการเพาะเลี้ยง รหัส 2 = ในบ่อ, รหัส 3 = ในนา, รหัส 4 = ในร่องสวน และรหัส 5 = อื่น ๆ** ซึ่งต้องกรอกเนื้อที่เพาะเลี้ยง (ไร่ งาน ตารางวา) แต่ไม่ต้องระบุจำนวนกระชัง โดยที่โปรแกรมจะกำหนดจำนวนกระชังให้เป็น 0 และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลง

นอกจากเงื่อนไขข้างต้นแล้ว ยังมีเงื่อนไขเฉพาะสัตว์อีก ในกรณีที่มีการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้ดังนี้คือ รหัสการเลี้ยงจะเป็น รหัส 2 = ในบ่อ จำนวนกระชังกำหนดให้เป็น 0 (ไม่ให้มีการแก้ไข) เพื่อให้มีการกรอกเนื้อที่เพาะเลี้ยง

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบ เงื่อนไขข้างต้น แล้วไม่พบข้อผิดพลาดใด ๆ แล้ว โปรแกรมก็จะตรวจสอบเงื่อนไขความซ้ำซ้อนของข้อมูล ดังต่อไปนี้คือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เลี้ยงนั้นจะต้องไม่เลี้ยงในปีเดียวกัน และจะต้องไม่เลี้ยงบนสถานที่เพาะเลี้ยงเดียวกัน (หมู่ ตำบล อำเภอ จังหวัด เดียวกัน) ถ้าหากไม่พบข้อผิดพลาดนี้ โปรแกรมก็จะยอมให้บันทึกข้อมูลการเลี้ยงนี้

การกรอกข้อมูลข้อที่ 10

การกรอกข้อมูลภาระหนี้สินของเกษตรกร โปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูล ได้ดังนี้

- ในการกรอกข้อมูลทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)

- ข้อมูลใด ๆ ที่มีลักษณะเป็นตัวเลข โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลในส่วนนั้นมีค่าเป็น 0 และยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึก เกิดความเข้าใจว่าช่องนี้เป็นช่องที่ต้องกรอกตัวเลข
- ในการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึก จะต้องกรอกปีพ.ศ.ที่เป็นนี้ โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึก ไม่ต้องกรอกปีพ.ศ. ซึ่งจะใช้วิธีการเลือกแทน
- ในการกรอกข้อมูลชื่อภาระหนี้สิน (ถ้าไม่เลือก โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน) เจ้าหน้าที่บันทึก ไม่ต้องกรอกชื่อภาระหนี้แต่ใช้วิธีเลือกแทน ซึ่งจะเกิดความถูกต้องและความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล
- จำนวนเงินที่เป็นหนี้ อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 1 (มีลักษณะเป็นตัวเลขจำนวนเต็มบวก)
- จำนวนดอกเบี้ยสามารถมีค่าตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป (มีลักษณะเป็นตัวเลขจำนวนจริงบวก)
- เหตุผลการเป็นหนี้ จะมีลักษณะเป็นข้อความ ซึ่งโปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผล

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบ เงื่อนไขข้างต้น แล้วไม่พบข้อผิดพลาดใด ๆ แล้ว โปรแกรมก็จะตรวจสอบเงื่อนไขความซ้ำซ้อนของข้อมูล ดังต่อไปนี้คือ การมีภาระหนี้สินนั้น จะต้องไม่มีภาระหนี้ในปีเดียวกัน ถ้าหากไม่พบข้อผิดพลาดนี้ โปรแกรมก็จะยอมให้บันทึกข้อมูลการเลี้ยงนี้

การกรอกข้อมูลข้อที่ 11

การกรอกข้อมูลการได้รับการบริการจากรัฐ โปรแกรมสามารถจะตรวจสอบเงื่อนไข ของการกรอกข้อมูล ได้ดังนี้

- ในการกรอกข้อมูลทุกช่องจะต้องไม่เป็นช่องว่าง (ไม่กรอกค่าใด ๆ)
- ข้อมูลใด ๆ ที่มีลักษณะเป็นตัวเลข โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลในส่วนนั้นมีค่าเป็น 0 และยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่บันทึก เกิดความเข้าใจว่าช่องนี้เป็นช่องที่ต้องกรอกตัวเลข
- ในการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่บันทึก จะต้องกรอกปีพ.ศ.ที่ได้รับการบริการจากรัฐ โดยที่เจ้าหน้าที่บันทึก ไม่ต้องกรอกปีพ.ศ. ซึ่งจะใช้วิธีการเลือกแทน
- ในการกรอกข้อมูลการได้รับการบริการจากรัฐ (ถ้าไม่เลือก โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือน) เจ้าหน้าที่บันทึก ไม่ต้องกรอกชื่อการได้รับการบริการจากรัฐ แต่ใช้วิธีเลือกแทน ซึ่งจะเกิดความถูกต้องและความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล
- ข้อมูลจำนวนผลผลิต (มีหน่วยเป็น กก.) จะต้องมีย่าน้อยเป็น 1 (มีลักษณะเป็นตัวเลขจำนวนเต็มบวก)
- จำนวนเงินช่วยเหลือ อย่างน้อยต้องมีค่าเป็น 1 (มีลักษณะเป็นตัวเลขจำนวนเต็มบวก)

- ปัจจัยการผลิต/หัวข้อฝึกอบรม จะมีลักษณะเป็นข้อความ ซึ่งโปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อความ

ในการกรอกข้อมูลการรับบริการจากรัฐ จะมีการแบ่งประเภทของการช่วยเหลือออกเป็น 3 ประเภท คือ

- รหัส 1 = เงินสด
- รหัส 2 = ปัจจัยการผลิต
- รหัส 3 = ฝึกอบรม

ซึ่งการบันทึกข้อมูลการรับบริการจากรัฐ โปรแกรมจะบังคับให้มีการกรอกข้อมูลต่าง ๆ จะมีเงื่อนไขขึ้นอยู่กับประเภทของการช่วยเหลือ

- ถ้าได้รับการช่วยเหลือเป็นรหัส 1 = เงินสด จะต้องกรอกจำนวนผลผลิตที่มารับจำหน่าย (กก.) และเงินสดที่ได้รับการช่วยเหลือ (บาท) แต่ไม่ต้องกรอกปัจจัยการผลิต/หัวข้อฝึกอบรม
- ถ้าได้รับการช่วยเหลือเป็นรหัส 2 = ปัจจัยการผลิตและรหัส 3 = ฝึกอบรม ก็ไม่ต้องกรอกจำนวนผลผลิตที่มารับจำหน่าย (กก.) และเงินสดที่ได้รับการช่วยเหลือ (บาท) แต่ต้องกรอกข้อมูลปัจจัยการผลิต/หัวข้อฝึกอบรม

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบ เงื่อนไขข้างต้น แล้วไม่พบข้อผิดพลาดใด ๆ แล้ว โปรแกรมก็จะตรวจสอบเงื่อนไขความซ้ำซ้อนของข้อมูล ดังต่อไปนี้คือ การได้รับบริการของรัฐนั้น จะต้องไม่ได้รับการช่วยเหลือ แบบเดียวกัน ในปีเดียวกัน ถ้าหากไม่พบข้อผิดพลาดนี้ โปรแกรมก็จะยอมให้บันทึกข้อมูลการเลี้ยงนี้

ภาคผนวก ข

โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลเดิม

ระบบฐานข้อมูลเดิมที่ออกแบบไว้โดยกรมส่งเสริมการเกษตรเดิมเป็นฐานข้อมูล Microsoft Access 97 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเกษตรกรจำแนกตามจังหวัด ซึ่งมีรายละเอียดตารางและฟิลด์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 UNIT ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
UT	Text	รหัสหน่วย
UT_DESC	Text	ชื่อหน่วย

ตาราง UNIT เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับหน่วย เช่น รหัสหน่วย และ ชื่อของแต่ละหน่วย

ตารางที่ 2 PROVE ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PRV	Text	รหัสจังหวัด
PRV_DESC	Text	ชื่อจังหวัด

ตาราง PROV เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับจังหวัด เช่น รหัสจังหวัด และชื่อจังหวัด

ตารางที่ 3 TMN ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
TMN	Text	รหัสตำบล
AMP	Text	รหัสอำเภอ
PRV	Text	รหัสจังหวัด
TMN_DESC	Text	ชื่อตำบล

ตาราง TMN เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ตำบล เช่น รหัสตำบล ชื่อตำบล อำเภอ และ จังหวัด เป็นต้น

ตารางที่ 4 PLANT ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียน (Column Name)	ชนิดของระเบียน (Data type)	คำอธิบายระเบียน (Column Comment)
PERSON_ID	Text	เลขประจำตัวประชาชน
PLNT	Number	รหัสพืช
PLNTN	Text	ลำดับของพืชที่ปลูก
AREA1	Number	พื้นที่เพาะปลูก 1
AREA2	Number	พื้นที่เพาะปลูก 2
AREA3	Number	พื้นที่เพาะปลูก 3
QT	Number	จำนวนต้น
UT	Text	หน่วย
LCT	Text	สถานที่ในการทำการเกษตร
TMN	Text	ตำบล

ตาราง PLANT เป็นตารางที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ พืช เช่น เลขประจำตัวประชาชนของเกษตรกร ลำดับของพืชที่ปลูก พื้นที่ที่ใช้เพาะปลูก จำนวนต้น สถานที่ รวมถึงตำบลที่มีการปลูกพืชนั้นๆ

ตารางที่ 5 PLANT_TYPE ประกอบด้วย ระเบียนดังนี้

ชื่อระเบียน (Column Name)	ชนิดของระเบียน (Data type)	คำอธิบายระเบียน (Column Comment)
PLNT	Text	รหัสพืช
PLNT_DESC	Text	ชื่อพืช

ตาราง PLANT_TYPE เป็นตารางที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของพืชที่ปลูก ยกตัวอย่างเช่น รหัสของพืช และ ชื่อของพืชที่ปลูก

ตารางที่ 6 ANML ประกอบด้วย ระเบียนดังนี้

ชื่อระเบียน (Column Name)	ชนิดของระเบียน (Data type)	คำอธิบายระเบียน (Column Comment)
ANML	Number	รหัสสัตว์
ANML_DESC	Text	ชื่อสัตว์

ตาราง ANML เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ เช่น รหัสสัตว์ และ ชื่อสัตว์

ตารางที่ 7 Import History ประกอบด้วย ระเบียนดังนี้

ชื่อระเบียน (Column Name)	ชนิดของระเบียน (Data type)	คำอธิบายระเบียน (Column Comment)
FileName	Text	ชื่อไฟล์
DBMS_Count	Number	จำนวนนับไฟล์ที่ Import ใน DBMS

DBMS7_Count	Number	จำนวนนับไฟล์ที่Import ใน DBMS 7
DBMS8_Count	Number	จำนวนนับไฟล์ที่Import ใน DBMS 8
DBMS9_Count	Number	จำนวนนับไฟล์ที่Import ใน DBMS 9
DBMS10_Count	Number	จำนวนนับไฟล์ที่Import ใน DBMS 10
TimeStamp	Time / Date	วันเวลาที่ได้ทำการจดทะเบียน

ตาราง Import History เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล เช่น ชื่อไฟล์ จำนวน DBMS เป็นต้น

ตารางที่ 8 DBMS ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของ ระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
ENTRY_ID	Text	ลำดับที่
VOLUMN	Text	เล่มที่
NUMBER	Text	เลขที่
LOCATION	Text	เขียนที่
DAY	Number	วันที่ของจดทะเบียน
MONTH	Number	เดือน
EDITOR	Text	สำหรับเจ้าหน้าที่ราชภัฏ
PRENAME	Text	คำนำหน้าชื่อ
NAME	Text	ชื่อ
SURNAME	Text	สกุล
BIRTHYEAR	Number	ปีเกิด
PERSON_ID	Text	เลขประจำตัวประชาชน
VILLAGE_ID	Text	เลขรหัสประจำบ้าน
QT_FAMILY	Number	จำนวนครัวเรือน
ADD_NO	Text	บ้านเลขที่
ADD_MOO	Number	หมู่ที่
MOO_NAME	Text	ชื่อหมู่
TUMBON_ID	Text	รหัสตำบล
AMPHUR_ID	Text	รหัสอำเภอ
PROV_ID	Text	รหัสจังหวัด
N1_KIND	Text	ลักษณะการประกอบการเกษตรของครัวเรือน(ส่วนบุคคล)
N1_2_REG	Text	ทะเบียนเลขที่
N1_2_KIND	Text	ลักษณะการประกอบการเกษตรของครัวเรือน(นิติบุคคล)

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของ ระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
N1_2_NAME	Text	ชื่อนิติบุคคล
N1_2_BRANC	Text	สาขา
N1_2_PROV	Text	จังหวัด
N2_MAJOR	Number	อาชีพของข้าพเจ้า (หมายเลขประเภทของอาชีพหลัก)
N2_MINOR	Number	อาชีพของข้าพเจ้า (หมายเลขประเภทของอาชีพรอง)
N3_MAJOR	Number	ที่มาของรายได้ในครัวเรือน (ที่มาของรายได้หลัก)
N3_MINOR	Number	ที่มาของรายได้ในครัวเรือน (ที่มาของรายได้รอง)
N41_TOT	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(จำนวนสมาชิกของครัวเรือนทั้งหมด)--รวม
N41_MEN	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(จำนวนสมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตร)--รวม
N41_WOM	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(จำนวนสมาชิกที่เป็นแรงงานนอกการเกษตร)--รวม
N411_TOT	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(สมาชิกที่เป็นไม่เป็นแรงงาน) --รวม
N411_MEN	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(สมาชิกที่เป็นไม่เป็นแรงงาน) --ชาย
N411_WOM	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(สมาชิกที่เป็นไม่เป็นแรงงาน) --หญิง
N412_TOT	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(แรงงานจ้างประจำเพื่อการเกษตร) --รวม
N412_MEN	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(แรงงานจ้างประจำเพื่อการเกษตร) --ชาย
N412_WOM	Number	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน(แรงงานจ้างประจำเพื่อการเกษตร) --หญิง
N413_TOT	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม--ไร่
N413_MEN	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือน(เพื่อการเกษตร)--ของตนเอง(ชาย)--ไร่
N413_WOM	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือน(เพื่อการเกษตร)--ของตนเอง(หญิง)--ไร่
N42_TOT	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม--งาน
N42_MEN	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--ชาย--งาน
N42_WOM	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--หญิง--งาน

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของ ระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
N5_KIND	Text	เป็นสมาชิกองค์กรด้านการเกษตร ณ วันที่ 1 ม.ค. 2545
N5_GRP1	Text	กลุ่มเกษตรกร
N5_GRP2	Text	สหกรณ์ในภาคการเกษตร
N5_GRP3	Text	สหกรณ์การเกษตรเพื่อการตลาด (สกต.)
N5_GRP4	Text	กองทุนฟื้นฟูและพัฒนา
N5_GRP6	Text	อื่นๆ (ระบุ)
N611_1	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม-- ไร่
N611_2	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม-- งาน
N611_3	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม-- ตร.วา
N612_1	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--เช่า--ไร่
N612_2	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--เช่า--งาน
N612_3	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--เช่า--ตร.วา
N613_1	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--อื่นๆ--ไร่
N613_2	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--อื่นๆ--งาน
N613_3	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(เพื่อการเกษตร)--อื่นๆ--ตร.วา
N621_1	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--ของตนเองรวม-- ไร่
N621_2	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--ของตนเองรวม-- งาน
N621_3	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--ของตนเองรวม-- ตร.วา
N622_1	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--เช่า--ไร่
N622_2	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--เช่า--งาน
N622_3	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--เช่า--ตร.วา
N623_1	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--อื่นๆ--ไร่
N623_2	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--อื่นๆ--งาน
N623_3	Number	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า(นอกการเกษตร)--อื่นๆ--ตร.วา
N7_KIND	Text	การเพาะปลูกข้าว พืชไร่ ไม้ดอก และไม้ประดับ ระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2544 ถึง 31 มีนาคม 2545

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของ ระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
N8_KIND	Text	การเพาะปลูกข้าว พืชไร่ ไม้ดอก และไม้ประดับ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2544
N9_KIND	Text	การเลี้ยงปศุสัตว์ของครัวเรือน ณ วันที่ 1 มกราคม 2545
N10_KIND	Text	การเพาะเลี้ยงสัตว์ของครัวเรือน

เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลการลงทะเบียนของเกษตรกร ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลของครัวเรือน การปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 9 DBMS7 ประกอบด้วย ระเบียบบ้างนี้

ชื่อระเบียบ Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PERSON_ID	Text	เลขประจำตัวประชาชน
PLNT_1	Number	รหัสพืชรายการที่ 1
PLNTN_1	Text	ลำดับพืชรายการที่ 1
AREA1_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่1
AREA2_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่1
AREA3_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่1
QT_1	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 1
UT_1	Text	หน่วยรายการที่ 1
LCT_1	Text	สถานที่รายการที่ 1
TMN_1	Text	ตำบลรายการที่ 1
AMP_1	Text	อำเภอรายการที่ 1
PRV_1	Text	จังหวัดรายการที่ 1
PLNT_2	Number	พืชรายการที่ 2
PLNTN_2	Text	ลำดับพืชรายการที่ 2
AREA1_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่2
AREA2_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่2
AREA3_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่2
QT_2	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 2
UT-2	Text	หน่วยรายการที่ 2
LCT_2	Text	สถานที่รายการที่ 2
TMN_2	Text	ตำบลรายการที่ 2
AMP_2	Text	อำเภอรายการที่ 2

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PRV_2	Text	จังหวัดรายการที่ 2
PLNT_3	Number	รหัสพืชรายการที่ 3
PLNTN_3	Text	ลำดับพืชรายการที่ 3
AREA1_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
AREA2_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
AREA3_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
QT_3	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 3
UT_3	Text	หน่วยรายการที่ 3
LCT_3	Text	สถานที่รายการที่ 3
TMN_3	Text	ตำบลรายการที่ 3
AMP_3	Text	อำเภอรายการที่ 3
PRV_3	Text	จังหวัดรายการที่ 3
PLNT_4	Number	รหัสพืชรายการที่ 4
PLNTN_4	Text	ลำดับพืชรายการที่ 4
AREA1_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
AREA2_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
AREA3_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
QT_4	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 4
UT_4	Text	หน่วยรายการที่ 4
LCT_4	Text	สถานที่รายการที่ 4
TMN_4	Text	ตำบลรายการที่ 4
AMP_4	Text	อำเภอรายการที่ 4
PRV_4	Text	จังหวัดรายการที่ 4
PLNT_5	Number	รหัสพืชรายการที่ 5
PLNTN_5	Text	ลำดับพืชรายการที่ 5
AREA1_5	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่5
AREA2_5	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่5
AREA3_5	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่5
QT_5	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 5
UT_5	Number	หน่วยรายการที่ 5
LCT_5	Text	สถานที่รายการที่ 5
TMN_5	Text	ตำบลรายการที่ 5
AMP_5	Text	อำเภอรายการที่ 5

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PRV_5	Text	จังหวัดรายการที่ 5

ตารางที่ 10 DBMS8 ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PERSON_ID	Text	เลขประจำตัวประชาชน
PLNT_1	Number	รหัสพืชรายการที่ 1
PLNTN_1	Text	ลำดับพืชรายการที่ 1
AREAK_1	Text	ชนิดของพื้นที่รายการที่ 1
PLNTQT_1	Number	จำนวนต้นรายการที่ 1
AREA1_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 1
AREA2_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 1
AREA3_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 1
QT_1	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 1
UT_1	Text	หน่วยรายการที่ 1
LCT_1	Text	สถานที่รายการที่ 1
TMN_1	Text	ตำบลรายการที่ 1
AMP_1	Text	อำเภอรายการที่ 1
PRV_1	Text	จังหวัดรายการที่ 1
PLNT_2	Number	รหัสพืชรายการที่ 2
PLNTN_2	Text	ลำดับพืชรายการที่ 2
AREAK_2	Text	ชนิดของพื้นที่รายการที่ 2
PLNTQT_2	Number	จำนวนต้นรายการที่ 2
AREA1_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 2
AREA2_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 2
AREA3-2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 2
QT_2	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 2
UT_2	Text	หน่วยรายการที่ 2
LCT_2	Text	สถานที่รายการที่ 2
TMN_2	Text	ตำบลรายการที่ 2
AMP_2	Text	อำเภอรายการที่ 2
PRV_2	Text	จังหวัดรายการที่ 2
PLNT_3	Number	รหัสพืชรายการที่ 3

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PLNTN_3	Text	ลำดับพืชรายการที่ 3
AREAK_3	Text	ชนิดของพื้นที่รายการที่ 3
PLNTQT_3	Number	จำนวนต้นรายการที่ 3
AREA1_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
AREA2_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
AREA3_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
QT_3	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 3
UT_3	Text	หน่วยรายการที่ 3
LCT_3	Text	สถานที่รายการที่ 3
TMN_3	Text	ตำบลรายการที่ 3
AMP_3	Text	อำเภอรายการที่ 3
PRV_3	Text	จังหวัดรายการที่ 3
PLNT_4	Number	รหัสพืชรายการที่ 4
PLNTN_4	Text	ลำดับพืชรายการที่ 4
AREAK_4	Text	ชนิดของพื้นที่รายการที่ 4
PLNTQT_4	Number	จำนวนต้นรายการที่ 4
AREA1_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
AREA2_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
AREA3_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
QT_4	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 4
UT_4	Text	หน่วยรายการที่ 4
LCT_4	Text	สถานที่รายการที่ 4
TMN_4	Text	ตำบลรายการที่ 4
AMP_4	Text	อำเภอรายการที่ 4
PRV_4	Text	จังหวัดรายการที่ 4
PLNT_5	Number	รหัสพืชรายการที่ 5
PLNTN_5	Text	ลำดับพืชรายการที่ 5
AREAK_5	Text	ชนิดของพื้นที่รายการที่ 5
PLNTQT_5	Number	จำนวนต้นรายการที่ 5
AREA1_5	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่5
AREA2_5	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่5
AREA3_5	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่5
QT_5	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 5

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
UT_5	Text	หน่วยรายการที่ 5
LCT_5	Text	สถานที่รายการที่ 5
TMN_5	Text	ตำบลรายการที่ 5
AMP_5	Text	อำเภอรายการที่ 5
PRV_5	Text	จังหวัดรายการที่ 5
PLNT_6	Number	รหัสพืชรายการที่ 6
PLNTN_6	Text	ลำดับพืชรายการที่ 6
AREAK_6	Text	ชนิดของพื้นที่รายการที่ 6
PLNTQT_6	Number	จำนวนต้นรายการที่ 6
AREA1_6	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 6
AREA2_6	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 6
AREA3_6	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่ 6
QT_6	Number	ปริมาณผลผลิตรายการที่ 6
UT_6	Text	หน่วยรายการที่ 6
LCT_6	Text	สถานที่รายการที่ 6
TMN_6	Text	ตำบลรายการที่ 6
AMP_6	Text	อำเภอรายการที่ 6
PRV_6	Text	จังหวัดรายการที่ 6

ตาราง DBMS8 เป็นตารางเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะปลูก ประกอบไปด้วย ชื่อของพืช ปริมาณผลผลิต เนื้อที่ที่ใช้ในการเกษตรของเกษตรกร ตลอดจน สถานที่ที่ทำการเพาะปลูกด้วย

ตารางที่ 11 DBMS9 ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PERSON_ID	Text	เลขประจำตัวประชาชน
ANML_1	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่ 1
ANMLN_1	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่ 1
MNMLQT_1	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่ 1--รวม
COWQT_1	Number	เลี้ยงในกระชังรายการที่ 1--รวม--ตัว
LCT_1	Text	สถานที่รายการที่ 1
TMN_1	Text	ตำบลรายการที่ 1
AMP_1	Text	อำเภอรายการที่ 1
PRV_1	Text	จังหวัดรายการที่ 1

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
ANML_2	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่2
ANMLN_2	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่2
ANMLQT_2	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่2--รวม
COWQT_2	Number	เลี้ยงในกระชังรายการที่2--รวม--ตัว
LCT_2	Text	สถานที่รายการที่ 2
TMN_2	Text	ตำบลรายการที่ 2
AMP_2	Text	อำเภอรายการที่ 2
PRV_2	Text	จังหวัดรายการที่ 2
ANML_3	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่3
ANMLN_2	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่3
ANMLQT_3	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่3--รวม
COWQT_3	Number	เลี้ยงในกระชังรายการที่3--รวม--ตัว
LCT_3	Text	สถานที่รายการที่ 3
TMN_3	Text	ตำบลรายการที่ 3
AMP_3	Text	อำเภอรายการที่ 3
PRV_3	Text	จังหวัดรายการที่ 3
ANML_4	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่4
ANMLN_4	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่4
ANMLQT_4	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่4--รวม
COWQT_4	Number	เลี้ยงในกระชังรายการที่4--รวม--ตัว
LCT_4	Text	สถานที่รายการที่ 4
TMN_4	Text	ตำบลรายการที่ 4
AMP_4	Text	อำเภอรายการที่ 4
PRV_4	Text	จังหวัดรายการที่ 4
ANML_5	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่5
ANMLN_5	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่5
ANMLQT_5	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่5--รวม
COWQT_5	Number	เลี้ยงในกระชังรายการที่5--รวม--ตัว
LCT_5	Text	สถานที่รายการที่ 5
TMN_5	Text	ตำบลรายการที่ 5
AMP_5	Text	อำเภอรายการที่ 5
PRV_5	Text	จังหวัดรายการที่ 5

ตาราง DBMS9 เป็นตารางเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยรหัสสัตว์ พื้นที่ในการเลี้ยงสัตว์ และสถานที่ทำการเลี้ยงสัตว์ ของเกษตรกร

ตารางที่ 12 DBMS10 ประกอบด้วย ระเบียบดังนี้

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
PERSON_ID	Text	เลขประจำตัวประชาชน
ANML_1	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่1
ANMLN_1	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่1
WAY_1	Text	รหัสการเลี้ยงรายการที่1
ANMLQT_1	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่1--รวม
AREA1_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่1
AREA2-1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่1
AREA3_1	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่1
LCT_1	Text	สถานที่รายการที่ 1
TMN_1	Text	ตำบลรายการที่ 1
AMP_1	Text	อำเภอรายการที่ 1
PRV1	Text	จังหวัดรายการที่ 1
ANML_2	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่2
ANMLN_2	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่2
WAY_2	Text	รหัสการเลี้ยงรายการที่ 2
ANMLQT_2	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่2--รวม
AREA1_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่2
AREA2_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่2
AREA3_2	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่2
LCT_2	Text	สถานที่รายการที่ 2
TMN_2	Text	ตำบลรายการที่ 2
AMP_2	Text	อำเภอรายการที่ 2
PRV_2	Text	จังหวัดรายการที่ 2
ANML_3	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่3
ANMLN_3	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่3
WAY_3	Text	รหัสการเลี้ยงรายการที่ 3
ANMLQT_3	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่3--รวม
AREA1_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3
AREA2_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่3

ชื่อระเบียบ (Column Name)	ชนิดของระเบียบ (Data type)	คำอธิบายระเบียบ (Column Comment)
AREA3_3	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่13
LCT_3	Text	สถานที่รายการที่ 3
TMN_3	Text	ตำบลรายการที่ 3
AMP_3	Text	อำเภอรายการที่ 3
PRV_3	Text	จังหวัดรายการที่ 3
ANML_4	Number	รหัสประเภทสัตว์รายการที่4
ANMLN_4	Text	ชื่อประเภทสัตว์รายการที่4
WAY_4	Text	รหัสการเลี้ยงรายการที่ 4
ANMLQT_4	Number	น้ำหนักเส้นไหมรายการที่4--รวม
AREA1_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
AREA2_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
AREA3_4	Number	พื้นที่ในการเกษตรรายการที่4
LCT_4	Text	สถานที่รายการที่4
TMN_4	Text	ตำบลรายการที่ 4
AMP_4	Text	อำเภอรายการที่ 4
PRV_4	Text	จังหวัดรายการที่ 4

ตาราง DVMS10 เป็นตารางที่ใช้เก็บพื้นที่ทางการเกษตรที่ได้ทำการเลี้ยงสัตว์ โดยประกอบไปด้วย รายการและสถานที่ของพื้นที่ที่ใช้ในการเกษตร

ภาคผนวก ก

โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลใหม่

สำหรับการออกแบบระบบฐานข้อมูลใหม่ประกอบด้วย 30 ตารางดังต่อไปนี้

ชื่อตาราง	คำอธิบาย
Agriculturist_Information	ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร
Agriculturist_Information_Risk_inProgress	ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับภัยธรรมชาติ
Amphur	รายชื่ออำเภอ
Animal	รายชื่อสัตว์เลี้ยง
Animal_Type	ประเภทของสัตว์เลี้ยง
Damage	ประเภทของความเสียหาย
Debt	ประเภทของหนี้สินของเกษตรกร
District	รายชื่อตำบล
Division	รายชื่อของเขต
Family_Agriculture	กิจกรรมการเพาะปลูกพืชไร่
Family_AquaticAnimal	กิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
Family_Cattle	กิจกรรมการปศุสัตว์
Family_Debt	การเป็นหนี้สิน
Family_Garden	กิจกรรมการปลูกพืชสวน
Family_GovernmentHelping	การให้การช่วยเหลือจากรัฐ
Family_Risk	ความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ
Family_Risk_inProgress	ความเสี่ยงปัจจุบัน
GovernmentHelping	หน่วยงานของรัฐที่ให้การช่วยเหลือ
HelpingOffice	ข้อมูลการให้การช่วยเหลือ
Initial	คำนำหน้าชื่อ
LoginHistory	ประวัติการใช้งานระบบ
Plant	รายชื่อพืช

Plant_Type	ประเภทของพืช
Province	รายชื่อจังหวัด
Risk	ประเภทของภัยธรรมชาติ
Units	หน่วย
UpdateComment	หมายเหตุ
UserGroup	ประเภทของผู้ใช้งานระบบ
UserInfor	ข้อมูลรายละเอียดผู้ใช้งานระบบ
WorksOffice	สถานที่ใช้งานโปรแกรม

AgriculturistInformation

Column Name	Column Data type	Column Comment
PersonId	nvarchar(13)	เลขประจำตัวประชาชน
EntryId	nvarchar(4)	ลำดับที่
Volume	nvarchar(6)	เล่มที่
Number	nvarchar(6)	เลขที่
Location	nvarchar(6)	เขียนที่
RegDate	datetime	วันที่ของจดทะเบียน
Editor	nvarchar(7)	สำหรับเจ้าหน้าที่ราชภัฏ
Name	nvarchar(20)	ชื่อ
Surname	nvarchar(20)	สกุล
BirthYear	nvarchar(50)	ปีเกิด
VillageId	nvarchar(11)	เลขรหัสประจำบ้าน
QtFamily	float	จำนวนครัวเรือน
AddressMoo	float	หมู่ที่
AddressNo	nvarchar(6)	บ้านเลขที่
N1_KIND	bit	ลักษณะการประกอบการ เกษตรของครัวเรือน (ส่วนบุคคล)
N1_2_KIND	bit	ลักษณะการประกอบการ เกษตรของครัวเรือน (นิติบุคคล)

Column Name	Column Data type	Column Comment
N1_2_NAME	nvarchar(20)	ชื่อนิติบุคคล
N1_2_BRANC	nvarchar(15)	สาขา (ถ้ามี)
N1_2_PROV_ID	nvarchar(2)	จังหวัด
N1_2_REG	nvarchar(10)	ทะเบียนเลขที่
N2_MAJOR	nvarchar(1)	อาชีพของข้าพเจ้า (หมายเลขประเภทของอาชีพหลัก)
N2_MINOR	nvarchar(1)	อาชีพของข้าพเจ้า (หมายเลขประเภทของอาชีพรอง)
N3_MAJOR	nvarchar(1)	ที่มาของรายได้ในครัวเรือน (ที่มาของรายได้หลัก)
N3_MINOR	nvarchar(1)	ที่มาของรายได้ในครัวเรือน (ที่มาของรายได้รอง)
N411_MEN	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตร)--ชาย
N411_WOM	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตร)--หญิง
N412_MEN	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นแรงงานนอกการเกษตร)--ชาย
N412_WOM	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นแรงงานนอกการเกษตร)--หญิง
N413_MEN	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นไม่เป็นแรงงาน)--ชาย
N413_WOM	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นไม่เป็นแรงงาน)--หญิง

Column Name	Column Data type	Column Comment
N42_MEN	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (แรงงานจ้างประจำเพื่อการ เกษตร)--ชาย
N42_WOM	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (แรงงานจ้างประจำเพื่อการ เกษตร)--หญิง
N5_KIND	bit	เป็นสมาชิกองค์กรด้านการ เกษตร ณ วันที่ 1 ม.ค.2545
N5_GRP1	nvarchar(1)	กลุ่มเกษตรกร
N5_GRP2	nvarchar(1)	สหกรณ์ในภาคการเกษตร
N5_GRP3	nvarchar(1)	สหกรณ์การเกษตรเพื่อการ ตลาด (สกต.)
N5_GRP4	nvarchar(1)	กองทุนฟื้นฟูและพัฒนา เกษตรกร
N5_GRP5	nvarchar(1)	สมาคม/สหพันธ์
N5_GRP6	nvarchar(1)	อื่นๆ (ระบุ)
N5_GRP6_Detail	nvarchar(255)	ระบุ
N611_Rai	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)--ของ ตนเองรวม--ไร่
N611_Quarter	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)--ของ ตนเองรวม--งาน
N611_SquareWA	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)--ของ ตนเองรวม--ตร.วา
N612_Rai	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)-- เช่า--ไร่
N612_Quarter	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน

Column Name	Column Data type	Column Comment
		ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)-- เช่า--งาน
N612_SquareWA	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)-- เช่า--ตร.วา
N613_Rai	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)-- อื่นๆ--ไร่
N613_Quarter	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)-- อื่นๆ--งาน
N613_SquareWA	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)-- อื่นๆ--ตร.วา
N621_Rai	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- ของตนเองรวม--ไร่
N621_Quarter	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- ของตนเองรวม--งาน
N621_SquareWA	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- ของตนเองรวม--ตร.วา
N622_Rai	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- เช่า--ไร่
N622_Quarter	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- เช่า--งาน
N622_SquareWA	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน

Column Name	Column Data type	Column Comment
		ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- เข้า--ตร.วา
N623_Rai	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- อื่นๆ--ไร่
N623_Quarter	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- อื่นๆ--งาน
N623_SquareWA	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือน ข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)-- อื่นๆ--ตร.วา
N7_KIND	bit	การเพาะปลูก ข้าว พืชไร่ ไม้ ดอกและไม้ประดับ ระหว่าง วันที่ 1 เมษายน 2544 ถึง 31 มีนาคม 2545
N8_KIND	bit	การเพาะปลูก ข้าว พืชไร่ ไม้ ดอกและไม้ประดับ ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2544
N9_KIND	bit	การเลี้ยงปศุสัตว์ของครัวเรือน ณ. วันที่ 1 มกราคม 2545
N10_KIND	bit	การเพาะเลี้ยงสัตว์ของครัว เรือน ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2544
Risk_KIND	bit	เคยได้รับผลจากภัยพิบัติ/ภัย ธรรมชาติ หรือไม่
PersonIdCardPath	nvarchar(255)	รูปบัตรประจำตัวประชาชน
mooname	char(18)	ชื่อหมู่บ้าน

Column Name	Column Data type	Column Comment
AmphurId	nvarchar(2)	รหัสอำเภอ
AmphurName	nvarchar(50)	ชื่ออำเภอ

Animal

Column Name	Column Data type	Column Comment
AnimalId	nvarchar(10)	รหัสสัตว์
AnimalName	nvarchar(50)	ชื่อสัตว์

AnimalType

Column Name	Column Data type	Column Comment
AnimalTypeId	nvarchar(50)	รหัสประเภทสัตว์
AnimalType	nvarchar(50)	ชื่อประเภทสัตว์

District

Column Name	Column Data type	Column Comment
TambonId	nvarchar(2)	รหัสตำบล
TambonName	nvarchar(50)	ชื่อตำบล

Family

Column Name	Column Data type	Column Comment
FamilyNo	int	ลำดับสมาชิกในครัวเรือนที่
FamilyName	nvarchar(50)	ชื่อสมาชิก
FamilyLastName	nvarchar(50)	นามสกุลสมาชิก

FamilyAgriculture

Column Name	Column Data type	Column Comment
PlantNo	nvarchar(50)	ลำดับพืชที่ปลูก
Years	nvarchar(4)	ปีที่เพาะปลูก
AreaRai	int	เนื้อที่เพาะปลูก--ไร่
AreaQuarter	int	เนื้อที่เพาะปลูก--งาน

Column Name	Column Data type	Column Comment
AreaSquareWA	int	เนื้อที่เพาะปลูก--ตร.วา
ExpectQT	int	ผลผลิตที่ได้หรือคาดว่าจะได้รับ--ปริมาณ
UnitId	nvarchar(2)	ผลผลิตที่ได้หรือคาดว่าจะได้รับ--รหัสหน่วย
InTambon	bit	การเพาะปลูกภายในตำบลหรือไม่

FamilyAquaticAnimal

Column Name	Column Data type	Column Comment
AnmlNo	nvarchar(50)	ลำดับที่เลี้ยงสัตว์น้ำ
Years	nvarchar(4)	ปีที่เพาะเลี้ยง
WayId	nvarchar(1)	รหัสการเลี้ยง
AnmlQT	float	เลี้ยงในกระชัง (จำนวน)
AreaRai	float	เนื้อที่เพาะเลี้ยง--ไร่
AreaQuater	float	เนื้อที่เพาะเลี้ยง--งาน
AreaSquareWA	float	เนื้อที่เพาะเลี้ยง--ตร.วา
InTambon	bit	เลี้ยงในตำบลหรือไม่

FamilyCattle

Column Name	Column Data type	Column Comment
AnmlNo	nvarchar(50)	ลำดับที่ของสัตว์
Years	nvarchar(4)	ปีที่เลี้ยง
AnmlQT	int	จำนวนสัตว์ ณ. 1 มกราคม 2545
CowQT	int	จำนวนลูกที่เกิด (ตัว) เฉพาะโคเนื้อ กระบือ
SilkWeight	int	น้ำหนักเส้นไหม (กก.)
InTambon	bit	เลี้ยงในตำบลหรือไม่

FamilyGarden

Column Name	Column Data type	Column Comment
PlntNo	nvarchar(50)	ลำดับของพืชที่ปลูก
Years	nvarchar(4)	ปีที่เพาะปลูก
AreaType	nvarchar(1)	รหัสประเภทสวน
PlntQT	int	จำนวนต้น
AreaRai	int	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)
AreaQuarter	int	เนื้อที่ยืนต้น (งาน)
AreaSquareWA	int	เนื้อที่ยืนต้น (ตร.วา)
ProductQT	int	ผลผลิตที่ได้
UnitId	nvarchar(2)	รหัสหน่วยนับ
InTambon	bit	อยู่ในตำบลหรือไม่

FamilyRisk

Column Name	Column Data type	Column Comment
RiskNo	int	ลำดับที่ของภัยพิบัติ
RiskYear	char(4)	ปีที่ได้รับภัยพิบัติ
PlantId	nvarchar(50)	รหัสพืชที่ได้รับความเสียหาย
AnimalId	nvarchar(50)	รหัสสัตว์ที่ได้รับความเสียหาย
DamagedAnimalQT	int	จำนวนสัตว์เลี้ยงที่ได้รับความเสียหาย--ในกรณีสัตว์เลี้ยง
DamagedAreaRai	int	พื้นที่ได้รับความเสียหาย--ในกรณีพืช--ไร่
DamagedAreaQuarter	int	พื้นที่ได้รับความเสียหาย--ในกรณีพืช--งาน
DamagedAreaSquareWA	int	พื้นที่ได้รับความเสียหาย--ในกรณีพืช--วา
HelpMoney	int	จำนวนเงินที่ได้รับความช่วยเหลือ
HelpThings	nvarchar(50)	ปัจจัยที่ได้รับความช่วยเหลือ
HelpingOfficeId	nvarchar(50)	รหัสหน่วยงานราชการที่ให้การ

Column Name	Column Data type	Column Comment
		ช่วยเหลือ

HelpingOffice

Column Name	Column Data type	Column Comment
HelpingOfficeId	nvarchar(50)	รหัสหน่วยงานที่ให้การช่วยเหลือ
HelpingOffice	nvarchar(50)	ชื่อหน่วยงานที่ให้การช่วยเหลือ

Initial

Column Name	Column Data type	Column Comment
InitialId	nvarchar(1)	รหัสคำนำหน้าชื่อ
InitialName	nvarchar(50)	คำนำหน้าชื่อ

Plant

Column Name	Column Data type	Column Comment
PlantId	nvarchar(10)	รหัสพืช
Plant	nvarchar(50)	ชื่อพืช

Province

Column Name	Column Data type	Column Comment
ProvinceId	nvarchar(2)	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(50)	ชื่อจังหวัด
Division	nvarchar(1)	รหัสภาค

Risk

Column Name	Column Data type	Column Comment
RiskId	nvarchar(50)	รหัสภัยธรรมชาติ
Risk	nvarchar(50)	ภัยธรรมชาติ/ภัยพิบัติ

SummaryTable

Column Name	Column Data type	Column Comment
PersonId	nvarchar(13)	เลขประจำตัวประชาชน
N41_TOT	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (จำนวนสมาชิกของครัวเรือนทั้งหมด)--รวม
N41_MEN_TOT	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตร)--รวม
N41_WOMEN_TOT	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นแรงงานนอกการเกษตร)--รวม
N411_TOT	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (สมาชิกที่เป็นไม่เป็นแรงงาน)--รวม
N412_TOT	int	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (แรงงานจ้างประจำเพื่อการเกษตร)--รวม
N413_TOT	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม--ไร่
N42_TOT	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม--งาน
N61_Rai_TOT	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า (เพื่อการเกษตร)--ของตนเองรวม--ตร.วา
N61_Quarter_TOT	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)--ของตนเองรวม--ไร่

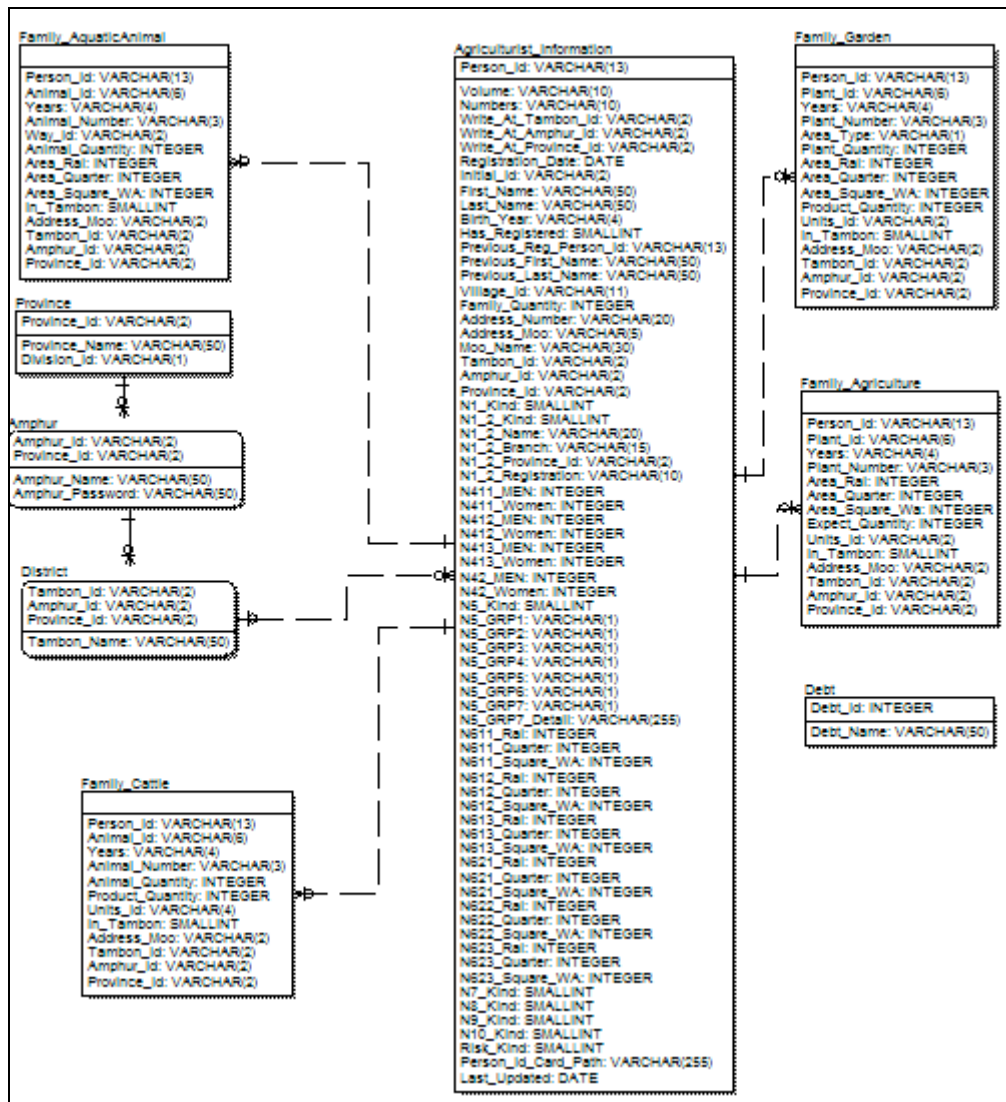
Column Name	Column Data type	Column Comment
N61_SquareWA_TOT	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)--ของตนเองรวม--งาน
N62_Rai_TOT	int	การถือครองที่ดินของครัวเรือนข้าพเจ้า (นอกการเกษตร)--ของตนเองรวม--ตร.วา
N62_Quarter_TOT	int	ผลผลิตที่ได้หรือคาดว่าจะได้รับ--รวม
N62_SquareWA_TOT	int	เนื้อที่เพาะปลูก--รวม--ไร่
N7_Expect_QT_TOT	int	เนื้อที่เพาะปลูก--รวม--งาน
N7_Rai_TOT	int	เนื้อที่เพาะปลูก--รวม--ตร.วา
N7_Quarter_TOT	int	จำนวนต้น--รวม
N7_SquareWA_TOT	int	ผลผลิตที่ได้--รวม
N8_PLNT_QT_TOT	int	เนื้อที่ยืนต้น--รวม--ไร่
N8_Product_QT_TOT	int	เนื้อที่ยืนต้น--รวม--งาน
N8_Rai_TOT	int	เนื้อที่ยืนต้น--รวม--ตร.วา
N8_Quarter_TOT	int	จำนวนสัตว์--รวม
N8_SquareWA_TOT	int	จำนวนวัว--รวม
N9_ANML_QT_TOT	int	น้ำหนักเส้นไหม--รวม
N9_COW_QT_TOT	int	เลี้ยงในกระชัง--รวม--ตัว
N9_Silk_Weight_TOT	int	เนื้อที่เพาะเลี้ยง--รวม--ไร่
N10_ANML_QT_TOT	int	เนื้อที่เพาะเลี้ยง--รวม--งาน
N10_Rai_TOT	int	เนื้อที่เพาะเลี้ยง--รวม--ตร.วา
N10_Quarter_TOT	int	จำนวนสัตว์ที่ได้รับความเสียหาย (ตัว)--รวม
N10_SquareWA_TOT	int	เนื้อที่ที่ได้รับความเสียหาย--

Column Name	Column Data type	Column Comment
		ไร่--รวม
Damaged_Animal_QT_TOT	int	จำนวนสัตว์เลี้ยงที่ได้รับ ความเสียหายรวม--ตัว
Damaged_Area_Rai_TOT	int	เนื้อที่ที่ได้รับ ความเสียหาย-- ไร่--รวม
Damaged_Area_Quarter_TOT	int	เนื้อที่ที่ได้รับ ความเสียหาย-- งาน--รวม
Damaged_Area_SquareWA_TOT	int	เนื้อที่ที่ได้รับ ความเสียหาย-- ตร.วา--รวม
Help_Money_TOT	int	ได้รับเงินช่วยเหลือ--รวม

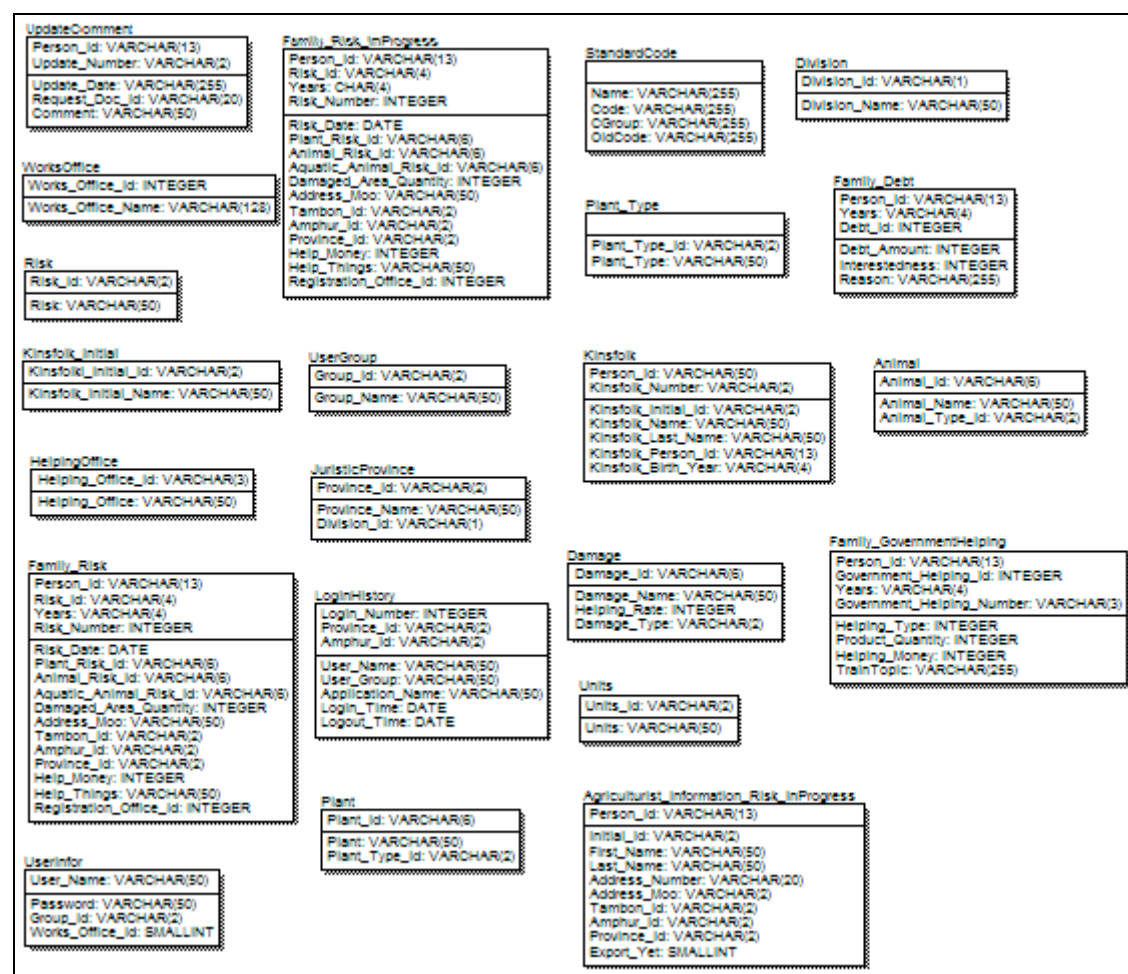
Units

Column Name	Column Data type	Column Comment
UnitsId	nvarchar(2)	รหัสหน่วย
Units	nvarchar(50)	ชื่อหน่วย

โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลสามารถแสดงในรูปแบบของ Entity Relationship Diagram (ER Diagram) ดังนี้



รูป ค 1. โครงสร้างของฐานข้อมูลของตารางหลักและความสัมพันธ์



รูป ค 2. โครงสร้างของฐานข้อมูลของตารางอ้างอิง

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความต้องการของเจ้าหน้าที่เกษตร

แบบสอบถาม เรื่องระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลผลิตทางการเกษตร (มิถุนายน 2546)

แบบสอบถามนี้ จัดทำเพื่อใช้เป็นแนวทางในงานวิจัย

1. ข้าพเจ้ามีตำแหน่งเป็น

เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล

จังหวัด.....

นักวิชาการเกษตร

จังหวัด.....

เจ้าพนักงานเกษตร

จังหวัด.....

อื่นๆ (ระบุ)..... จังหวัด.....

2. ท่านรู้จักระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) หรือไม่?

รู้จัก

ไม่รู้จัก (ข้ามไปทำข้อ 5)

3. ถ้ารู้จัก ระบบสนับสนุนการตัดสินใจหมายถึง

.....
.....
.....

4. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับ การสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อประมาณการ ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร?

เห็นด้วย

ไม่เห็นด้วย

เพราะ
.....
.....

5. ท่านเคยประมาณการ ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่?

เคย

ด้วยวิธี.....

.....
.....

ไม่เคย

6. ท่านคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อ ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร และมีผลกี่เปอร์เซ็นต์ ? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

ปัจจัยทางกายภาพ มีผลต่อการประมาณการ เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยทางสังคม มีผลต่อการประมาณการ เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยทางเศรษฐกิจ มีผลต่อการประมาณการ เปอร์เซ็นต์

7. ท่านคิดว่าปัจจัยทางกายภาพใดบ้างที่มีผล ต่อปริมาณผลผลิตทางการเกษตร และมีผลกี่เปอร์เซ็นต์ ? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

ปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันที่ฝนตก มีผลต่อปริมาณผลผลิต.....เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณผลผลิต.....เปอร์เซ็นต์

ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลต่อปริมาณผลผลิต.....เปอร์เซ็นต์

ดิน มีผลต่อปริมาณผลผลิต.....เปอร์เซ็นต์

อื่นๆ

(ระบุ).....

8. จากปัจจัยทางกายภาพในข้อที่ 7 ท่านมีการจัดเก็บข้อมูลใดบ้าง และจัดเก็บในรูปแบบใด? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

ปริมาณน้ำฝน กระดาษ WORD EXCEL ฐานข้อมูล.....
อื่นๆ.....

จำนวนวันที่ฝนตก กระดาษ WORD EXCEL ฐานข้อมูล.....
อื่นๆ.....

อุณหภูมิ กระดาษ WORD EXCEL ฐานข้อมูล.....
อื่นๆ.....

ความชื้นสัมพัทธ์ กระดาษ WORD EXCEL ฐานข้อมูล.....
อื่นๆ.....

ดิน กระดาษ WORD EXCEL ฐานข้อมูล.....
อื่นๆ.....

อื่นๆ

(ระบุ).....

9. ท่านมีข้อมูลปัจจัยทางกายภาพย้อนหลัง กี่ปี ? (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

ปริมาณน้ำฝน ไม่มี 1-5 ปี 6-10 ปี มากกว่า10 ปี

จำนวนวันที่ฝนตก ไม่มี 1-5 ปี 6-10 ปี มากกว่า10 ปี

อุณหภูมิ ไม่มี 1-5 ปี 6-10 ปี มากกว่า10 ปี

ความชื้นสัมพัทธ์ ไม่มี 1-5 ปี 6-10 ปี มากกว่า10 ปี

ดิน ไม่มี 1-5 ปี 6-10 ปี มากกว่า10 ปี

อื่นๆ

(ระบุ).....

10. ท่านจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่รับผิดชอบ ทุกๆ ช่วงระยะเวลาใด (ถ้ามี)?

ทุกวัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	อื่นๆ
--------	-------	--------	--------	-------------

11. ท่านจัดเก็บจำนวนวันที่ฝนตกในพื้นที่รับผิดชอบ ทุกๆ ช่วงระยะเวลาใด (ถ้ามี)?

ทุกวัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	อื่นๆ
--------	-------	--------	--------	-------------

12. ท่านจัดเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่รับผิดชอบ ทุกๆ ช่วงระยะเวลาใด (ถ้ามี)?

ทุกวัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	อื่นๆ
--------	-------	--------	--------	-------------

13. ท่านจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิในพื้นที่รับผิดชอบ ทุกๆ ช่วงระยะเวลาใด (ถ้ามี)?

ทุกวัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	อื่นๆ
--------	-------	--------	--------	-------------

14. จากฐานข้อมูลทางการเกษตรที่สร้างขึ้น ท่านคิดว่าข้อมูลอะไรบ้าง ที่สามารถใช้สนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

15. ท่านคิดว่า เกษตรกร อยากทราบอะไรจากข้อมูลทางการเกษตรที่ท่านจัดเก็บ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

16. ท่านคิดว่าเหมาะสมหรือไม่ที่มีการจัดทำฐานข้อมูลออนไลน์ ทางการเกษตร

เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
----------	-------------

เพราะ

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านที่เสียสละเวลา และให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้