



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 พิมพ์สุวรรณ	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 จังหวัดภาคเหนือเน้นเป็นการศึกษาถึงขั้นตอนและวิธีการจัดเก็บข้อมูลตั้งแต่ระดับอำเภอ จังหวัด จนถึงการจัดทำเป็นสารสนเทศในระดับเขต การจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลในแต่ละระดับจะต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดไว้เพื่อให้สารสนเทศที่นำเสนอมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยข้อมูลที่รวบรวมได้จากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการจะถูกจัดเก็บอยู่ในคลังข้อมูล ซึ่งมีโครงสร้างที่เหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศแบบมีมิติข้อมูล โดยมีการใช้เครื่องมือโอแลปช่วยในการวิเคราะห์ และจัดเตรียมข้อมูลเชิงสรุป ทำให้การนำเสนอสารสนเทศข้อมูลที่มีขนาดใหญ่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีมุมมองข้อมูลในลักษณะของมิติทำให้ระบบสารสนเทศมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทคัดย่อ

สารสนเทศเป็นข้อมูลเชิงสรุปที่ได้จากระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ขนาดใหญ่ ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์และประมวลผล ทำให้ข้อมูลสารสนเทศนั้นเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้และเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการประกอบการวางแผนและการตัดสินใจ วิธีการนำเสนอสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้ใช้ข้อมูลมองเห็นข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น สารสนเทศที่นำเสนอในเชิงสรุปเป็นตัวเลขหรือรูปภาพในลักษณะของแผนภูมิต่างๆ ปัจจุบันการนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบของแผนที่ก็เป็นที่ยอมรับมากขึ้นโดยเฉพาะข้อมูลที่ต้องมีการอ้างอิงถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล

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 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่งฟังก์ชันสมาชิก ค่าต่าง ๆ ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	70
ตาราง 5.6 (ต่อ) เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่งฟังก์ชัน สมาชิกค่าต่าง ๆ ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	71
ตาราง 5.7 แสดงปี ON/OFF และความสมบูรณ์ของลำไยพันธุ์ดอ.....	72
ตาราง 5.8 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่งฟังก์ชันสมาชิก ค่าต่าง ๆ โดย พิจารณาปี ON/OFF ของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ	72
ตาราง 5.9 เปรียบเทียบผลการประมวลผลของค่าโอเวอร์แลประหว่งฟังก์ชันสมาชิก ค่าต่าง ๆ โดย พิจารณาปี 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

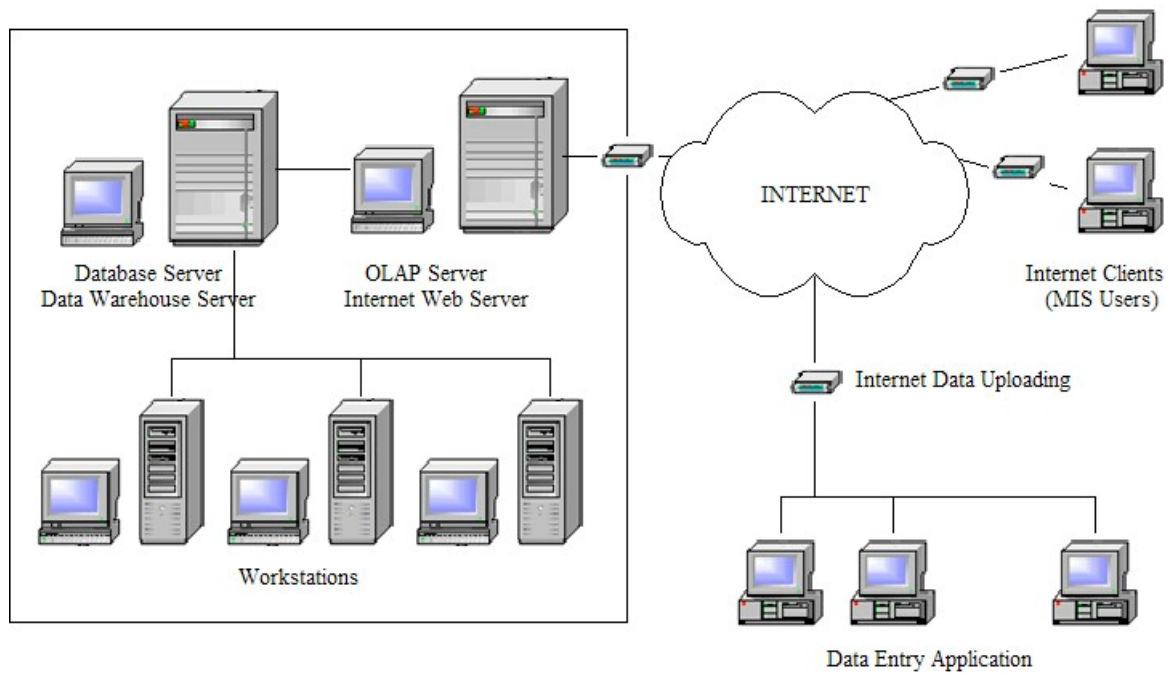
โครงการ “การพัฒนาระบบสารสนเทศของเกษตรกรใน 17 จังหวัดภาคเหนือและระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเพาะปลูกลำไย ข้าวและหอมหัวใหญ่” เป็นโครงการที่ศึกษาถึงแนวทางการรวบรวมข้อมูลเกษตรกรจากการขึ้นทะเบียนเกษตรกร เกษตรกรตามนโยบายการขึ้นทะเบียนเกษตรกรของกรมส่งเสริมการเกษตรที่ได้ดำเนินงานในปี 2545 ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บโดยกรมส่งเสริมการเกษตรนั้นยังไม่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบหรือเป็นระบบที่ไม่เหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศขนาดใหญ่ได้ 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

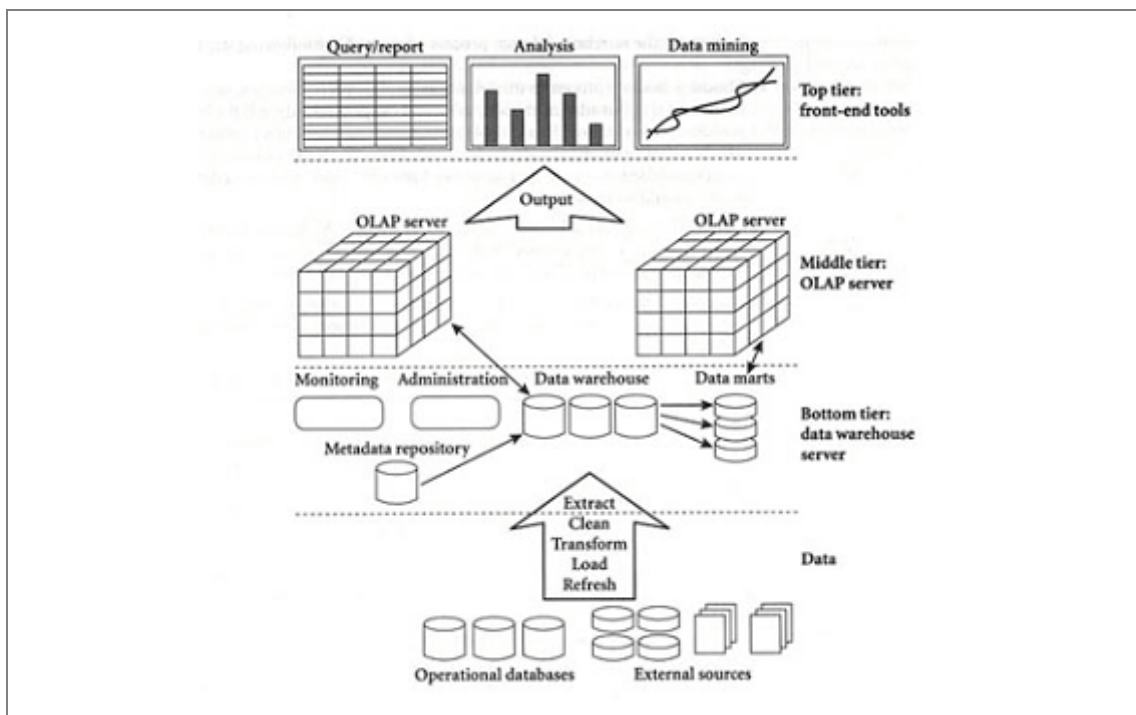
คลังข้อมูล หมายถึง ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ถูกออกแบบให้เก็บข้อมูลการจัดการและมีคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ โดยคลังข้อมูลมีคุณลักษณะที่ต่างจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ เช่นหน้าที่และการจัดเก็บที่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน ดังนี้

1. **Subject-Oriented** เป็นการมองข้อมูลที่มุ่งเน้นประเด็นสำคัญ ๆ ของข้อมูล เช่น ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลการขาย มากกว่าการที่จะไปมุ่งเน้นในงานที่มีการประมวลผลแบบวันต่อวัน คลังข้อมูลจะมุ่งเน้นในเรื่องของแบบโครงสร้างสำหรับการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ
2. **การรวบรวมข้อมูล** เป็นการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เท็กซ์ไฟล์ และออนไลน์ทราบนเช็กชันวอร์ด เป็นต้น โดยอาศัยเทคนิคการรวบรวม และทำให้ข้อมูลสมบูรณ์ เพื่อให้ได้โครงสร้างข้อมูลมีความมั่นคง น่าเชื่อถือ เพื่อสามารถ 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

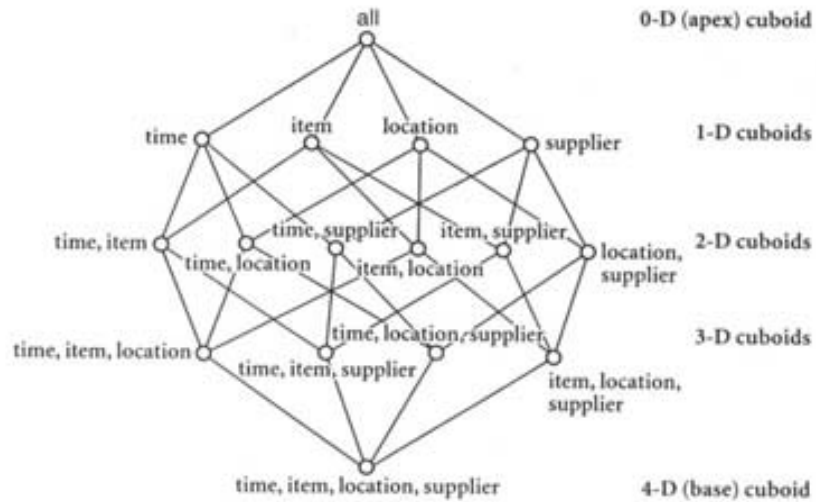
PROD_ID	Product Name	Subcategory
589	Colony Cranberry Muffins	Muffins
592	Colony Blueberry Muffins	Muffins
1218	Sphinx Bagels	Bagels

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

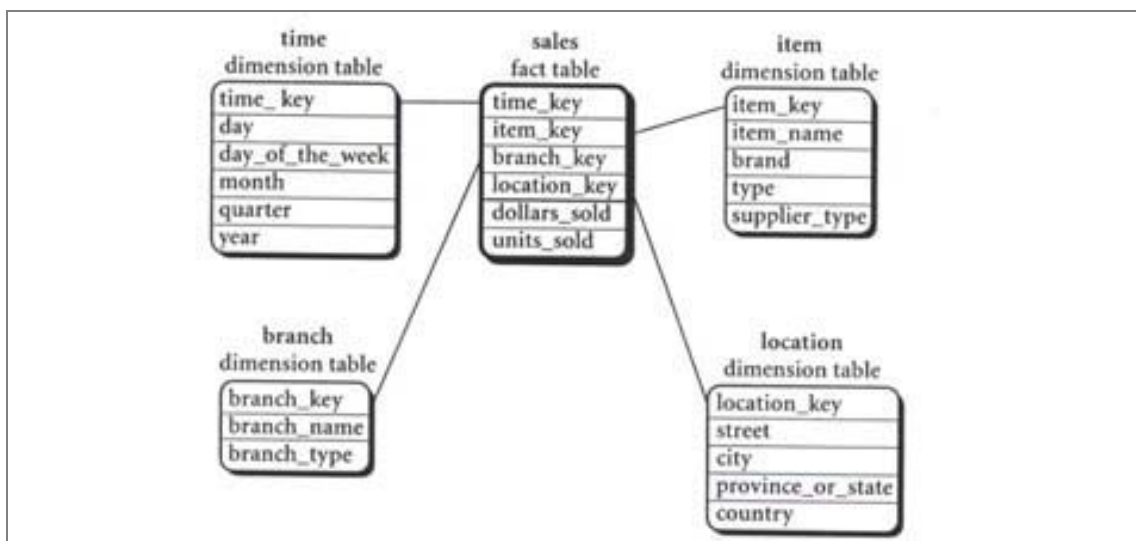
การประมวลผลยังสามารถใช้ฟังก์ชันเพื่อช่วยคำนวณพื้นฐาน เช่น การหาค่าเฉลี่ย และฟังก์ชันจำเป็นอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น

(Reed Jacobson, 2001: 21)

2.4 เค้ร่า่งของมัลติไดเมนชันนอล

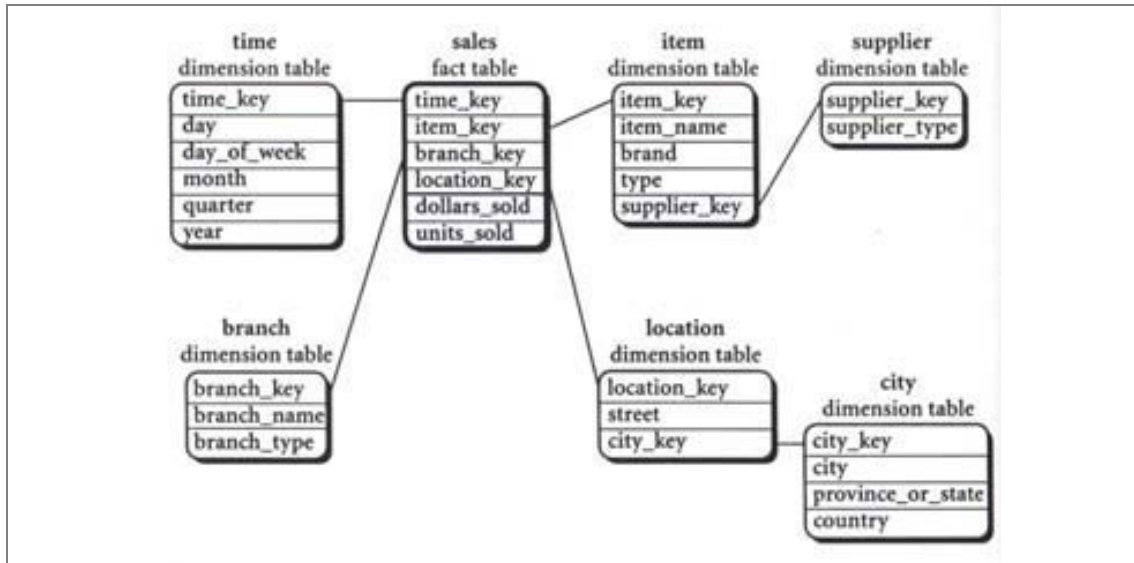
เค้ร่า่งของมัลติไดเมนชันนอล เป็นเค้ร่า่งที่คล้ายกับแบบจำลองความสัมพันธ์ เอนทิตี (Entity-Relational Data Model) ที่ใช้ออกแบบความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ประกอบเป็นเค้ร่า่งฐานข้อมูลประกอบด้วยเซตของเอนทิตี และความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี โดยคลังข้อมูลใช้แบบจำลองมัลติไดเมนชันนอลสำหรับออกแบบความสัมพันธ์ของคลังข้อมูล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

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



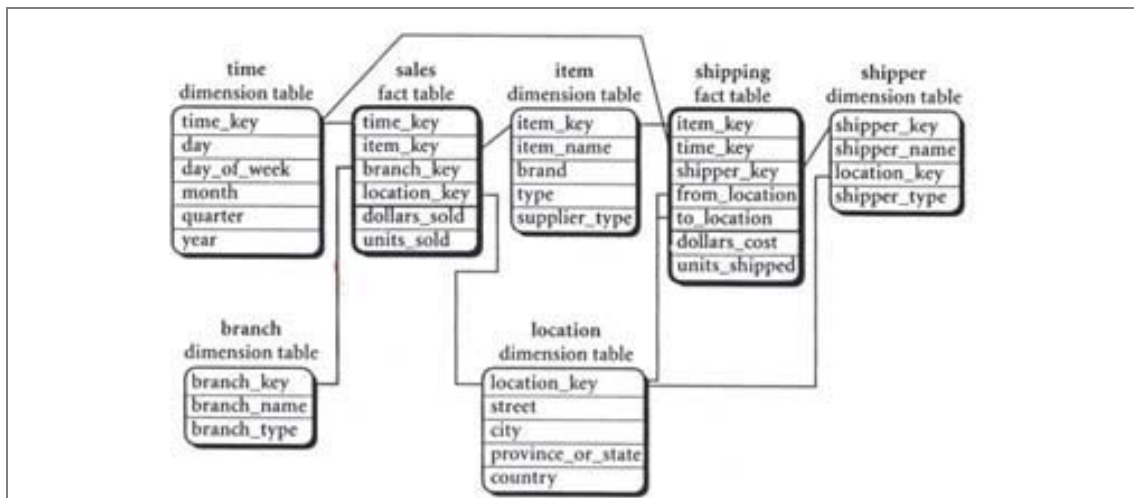
รูป 2.3 แสดงเค้ร่า่งดาวของคลังข้อมูลการขาย

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

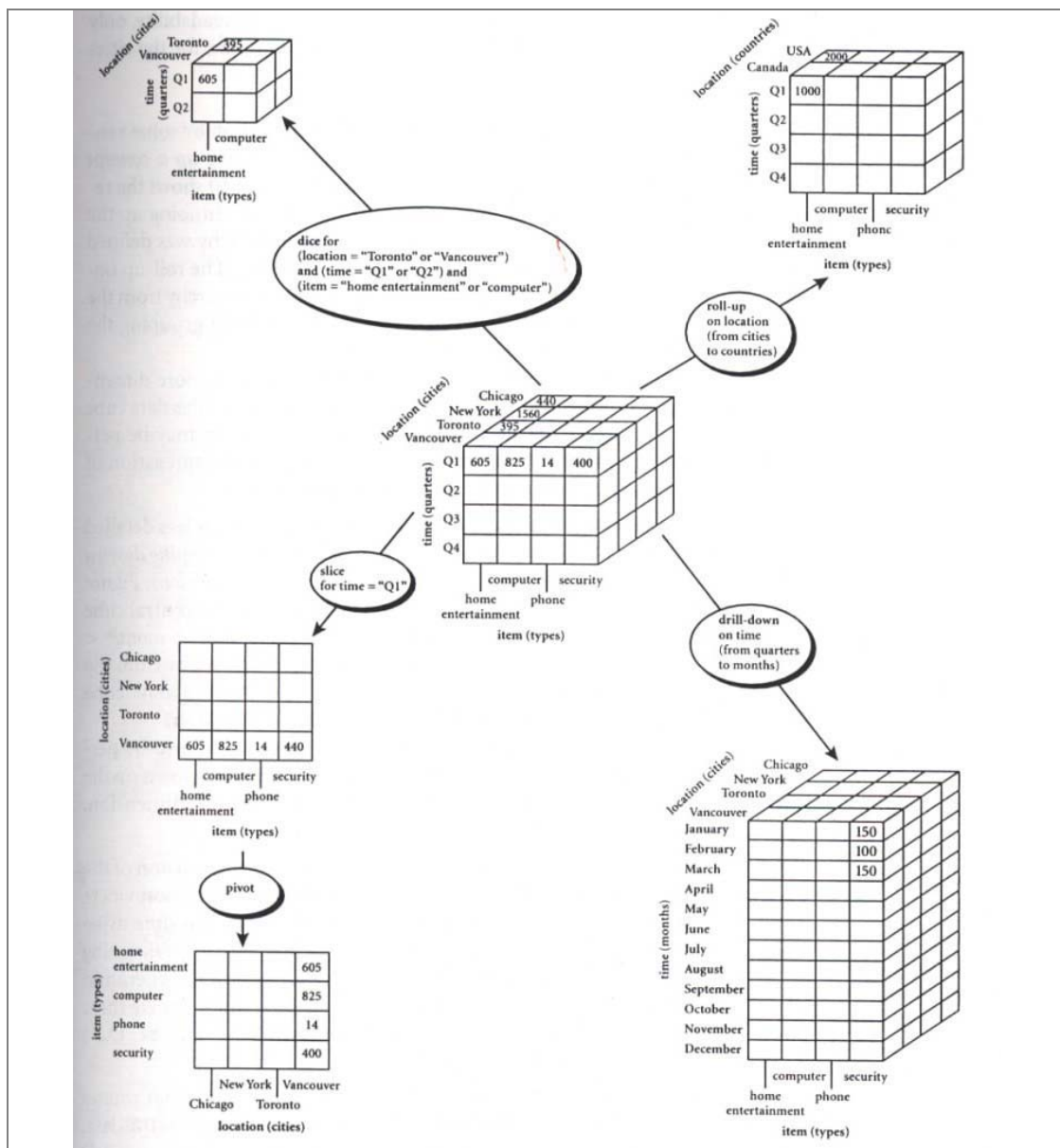


รูป 2.5 แสดงเค้าร่างกลุ่มดาวของคลังข้อมูลการขาย และการขนส่ง

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)

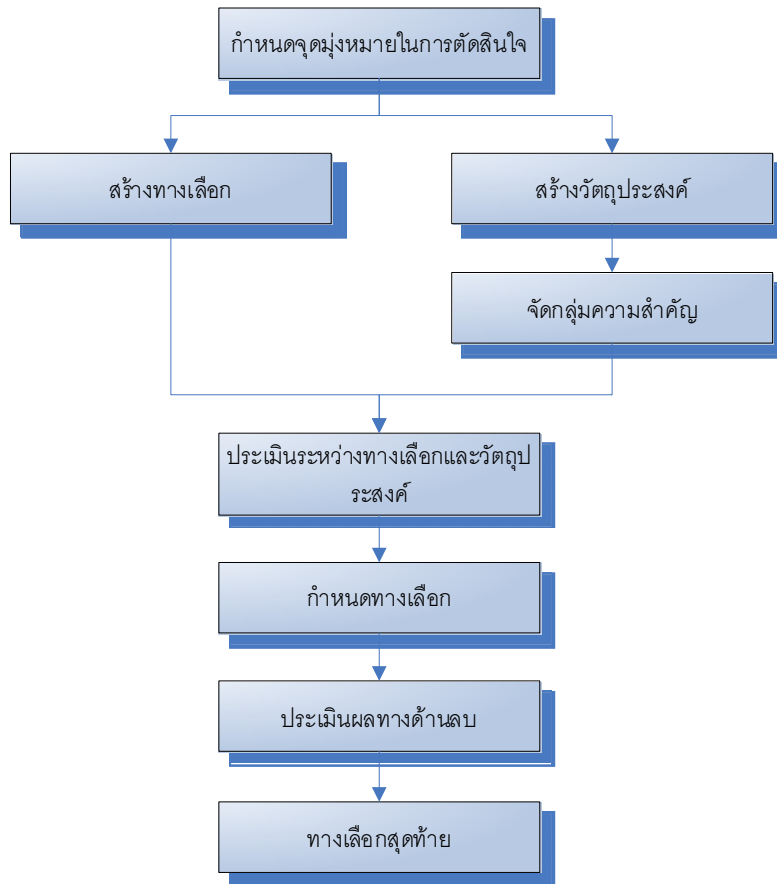
2.7 แนวคิดและทฤษฎีระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นระบบสารสนเทศที่ได้นำเอาคลังข้อมูลเข้ามาใช้ในการเพิ่มคุณภาพของข้อมูลที่จัดเก็บ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคลังข้อมูลมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ โดยจะนำข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลปฏิบัติการ มาทำการรวบรวม เปลี่ยนรูปแบบให้อยู่ในลักษณะที่ผู้ใช้องการ 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 โดยสิ่งที่ระบุนี้จะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ที่มีความอำนาจในการตัดสินใจ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในกรณีที่จุดมุ่งหมายของการตัดสินใจเกิดจาก ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีมากกว่าหนึ่งคนและมีจุดมุ่งหมายต่างกัน 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 โดยจากคำตอบนี้จะบ่งชี้ลักษณะของคำตอบที่แน่นอน 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

โดยเรียงลำดับตามน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกที่เรามี 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

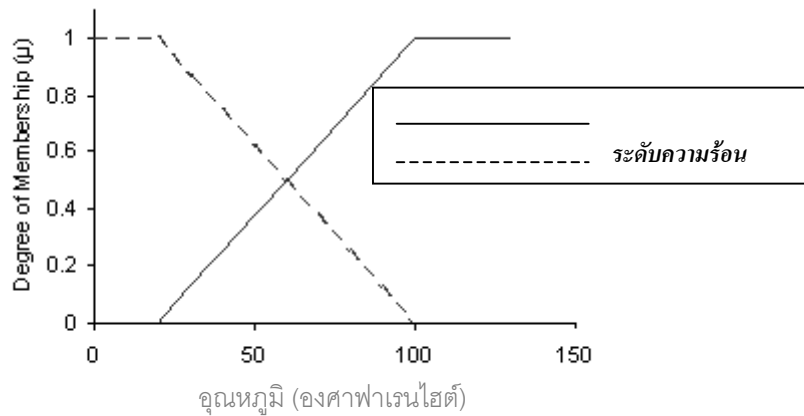
$$\mu_{\text{ร้อน}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{ก็ต่อเมื่อ } x \geq 50 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ \text{(ร้อน)} & \\ 0 & \text{ก็ต่อเมื่อ } x < 50 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ \text{(เย็น)} & \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

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)

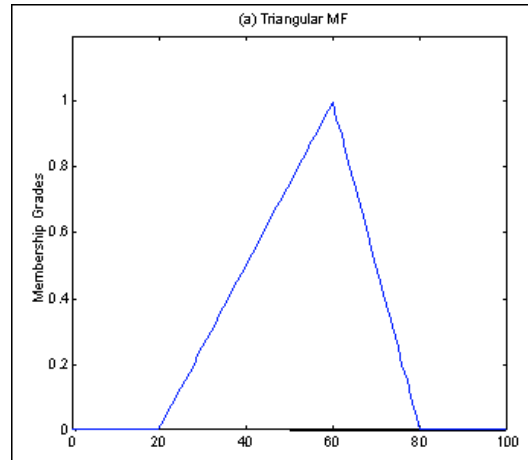
ฟัซซิฟิเคชัน เป็นกระบวนการเปลี่ยนค่าจำนวนจริงให้เป็นค่าฟัซซี โดยมีวิธีการ ดังต่อไปนี้

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($x, 20, 60, 80$)

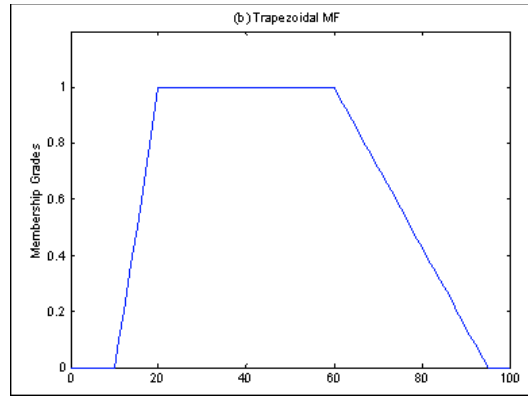
(อ้างอิงจาก <http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/LoadForecast/fuzzy.htm>)

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 ฟัซซีแอสซิซิเอทีฟเมโมรี (Fuzzy Associative Memory: FAM) และมี 2 เทคนิคของการอนุมานฟัซซีที่ได้รับความนิยม คือ การอนุมานแบบ Max-Min และการอนุมานแบบแม็กโปรดัก (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 “อุณหภูมิจึงมีฟัซซีเซต A แสดงค่า “อุณหภูมิปกติ” และกำหนดให้ Y แทน เอกภพสัมพัทธ์ ที่แสดง “ความเร็วลม” มีฟัซซีเซต B แสดงค่า “ความเร็วลมปานกลาง” จากฟัซซีข้างต้นเราสามารถสร้างกฎที่มีสมมติฐานเดียวได้ดังนี้

IF อุณหภูมิปกติ THEN ความเร็วลม
ปานกลาง
หรือ
IF A THEN B

เราสามารถแสดงค่าฟัซซีในลักษณะของเวกเตอร์ซึ่งสามารถเข้าใจได้ง่าย ภายใต้ขอบเขตของค่าที่กำหนดไว้ได้ดังนี้

อุณหภูมิปกติ = $(0/100, .5/125, 1/125, .5/175, 0/200)$
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

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

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

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

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

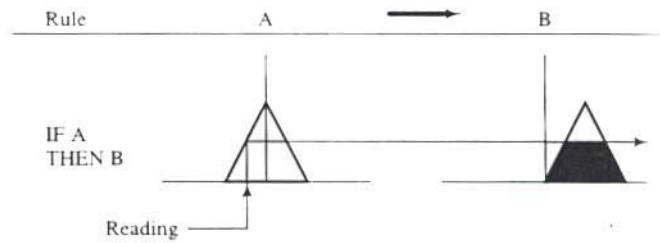
$$b_4 = \max [\min(0,0), \min(.5,.5), \min(0,.6), \min(.5,.5), \min(0,0)]$$

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

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

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

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

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

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

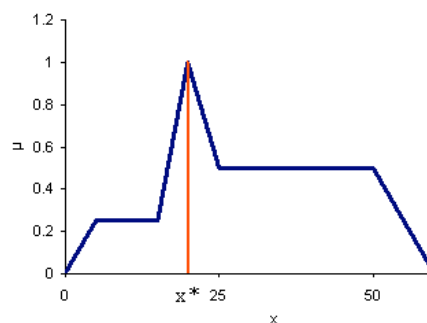
$$C' = CA' \vee CB'$$

(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

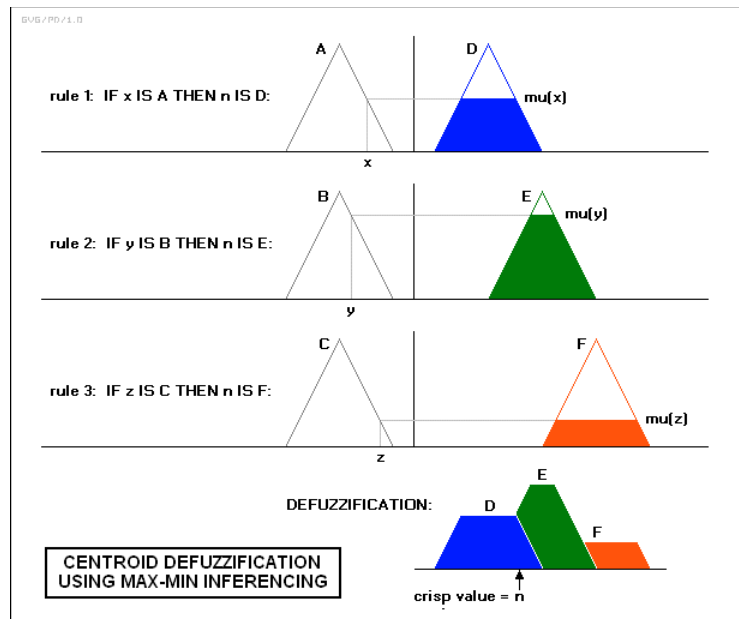
(อ้างอิง <http://ceaspub.eas.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/chapter%206/chapter6.html>)

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

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)



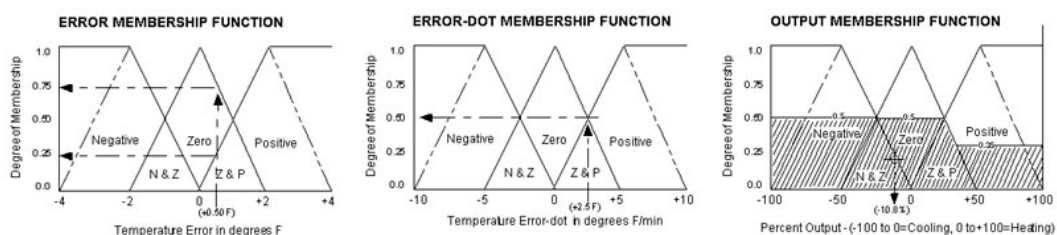
รูป 3.6 แสดงวิธีการ Centroid Defuzzification Technique

(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>)

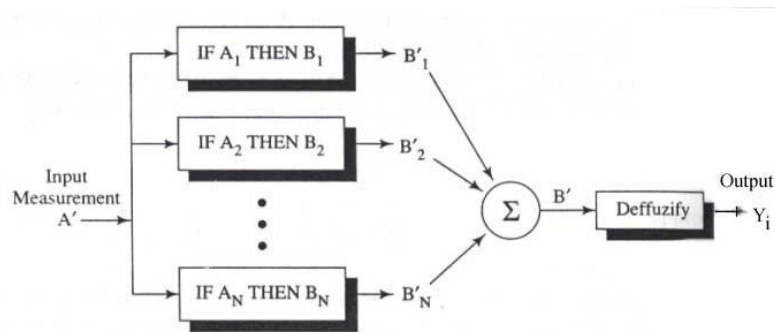
3.8 การดีฟัซซี่ฟิเคชันสำหรับกฎฟัซซี่ที่มากกว่า 1 กฎ

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



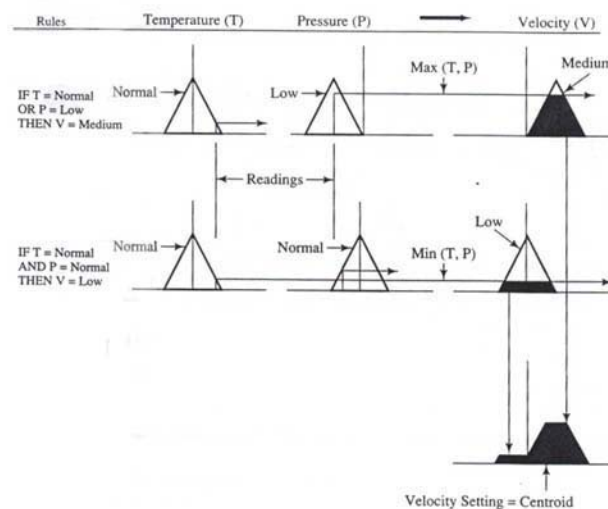
รูป 3.8 แสดงการดีฟัซซิฟิเคชันสำหรับกฎฟัซซีที่มีมากกว่า 1 กฎ

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

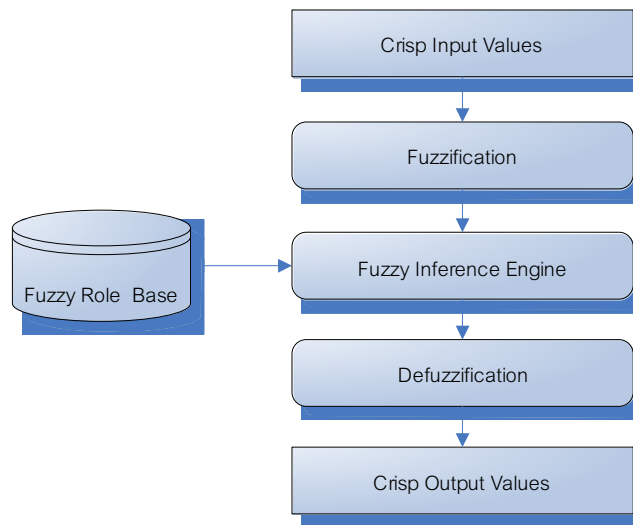


รูป 3.9 แสดงการอนุมานด้วยวิธีการ Max-Min Inference กับกฎฟัซซีมากกว่า 1 กฎ

(John Durkin, 1994: 382-383)

3.9 ระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี

ระบบผู้เชี่ยวชาญฟัซซี เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ฟัซซีในการประมวลผล โดยการแปลงข้อมูลเข้าดั้งเดิม เป็นค่าภาษาพูด (Linguistic Values) แล้วนำค่าภาษาพูดที่ได้มาเป็นข้อมูลเข้าสำหรับเครื่องมือสำหรับอนุมานฟัซซี (Fuzzy Inference Engine) ที่มีการอ้างอิงกฎจากฐานความรู้กฎฟัซซี (Fuzzy Rule Base) ซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไขสำหรับประมวลผลฟัซซี จากนั้นคำนวณค่าข้อมูลผลลัพธ์โดยดีฟัซซิฟิเคชัน 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 โดยได้หารือถึงเรื่องของการใช้ประโยชน์จากข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร 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

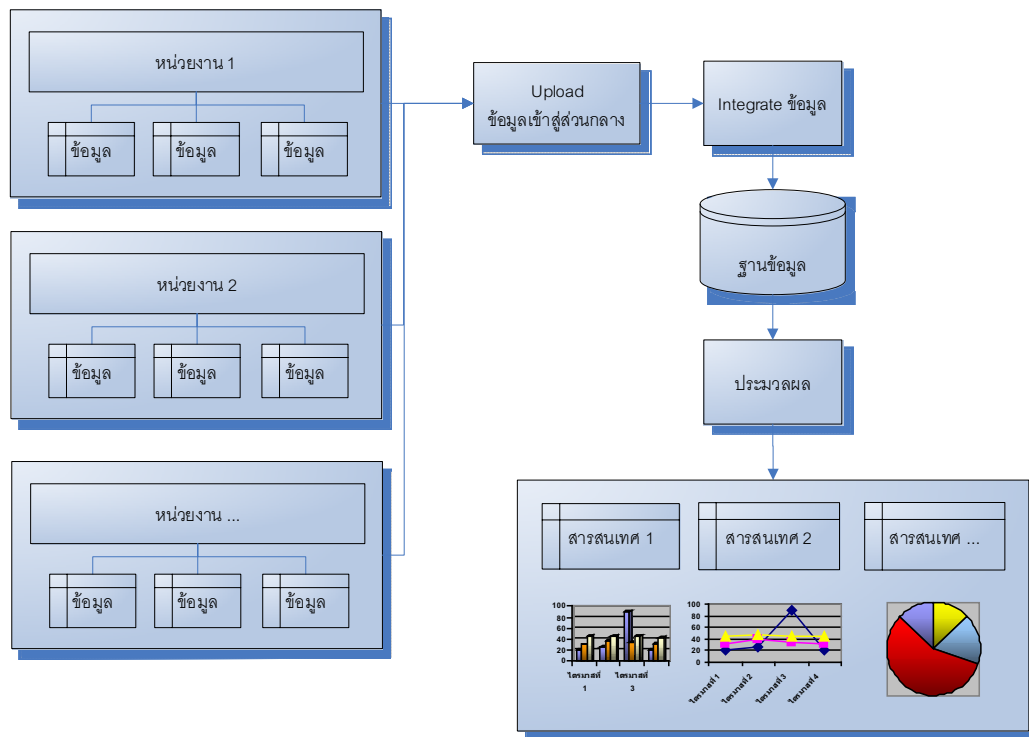
ที่ระดับจังหวัดของทั้ง 17 จังหวัด ในการกำหนดเงื่อนไขของระบบโปรแกรมจดทะเบียนเกษตรกรที่จะพัฒนาขึ้น และศึกษาความต้องการของประโยชน์ที่จะได้จากข้อมูลนี้ ที่จะนำเสนอออกมาในรูปแบบของรายงานต่างๆ ทั้งสารสนเทศในภาพรวมของทั้ง 17 จังหวัด ในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล อีกทั้งการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของกรมส่งเสริมการเกษตรในเรื่องของรหัสพื้นที่ 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

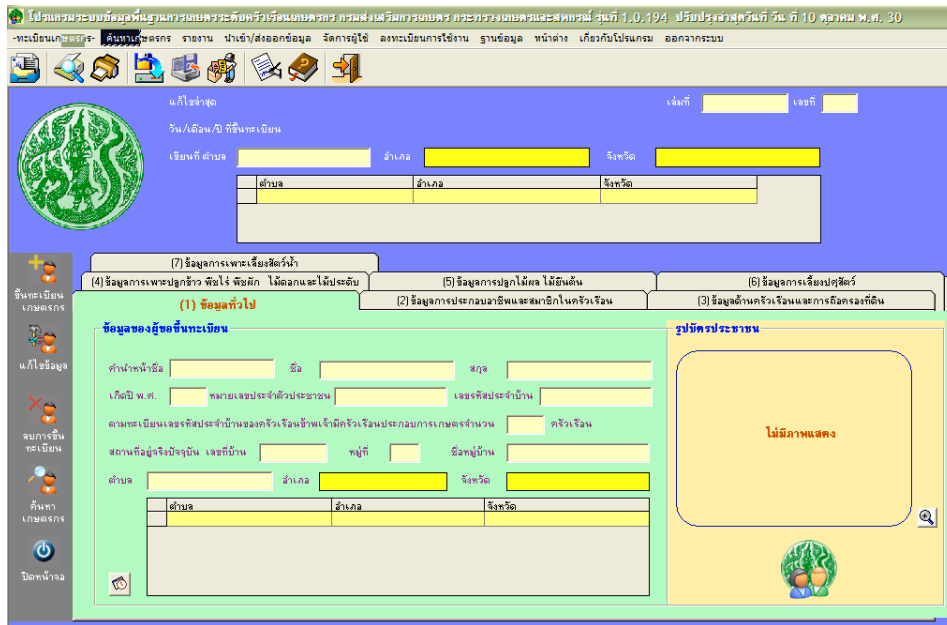
เกษตร หรือตารางสมาชิกภายในครัวเรือน หรือเกษตรกรมีแต่ข้อมูลพื้นฐานแต่ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางการเกษตร มีการอ้างอิงถึงรหัสกิจกรรมไม่ถูกต้องเป็นต้น ซึ่งในกรณีที่เกิดปัญหาเหล่านี้ทางโปรแกรมจะไม่ทำการแปลงข้อมูลและไม่มีการนำข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่ฐานข้อมูลใหม่ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีหมายเลขอ้างอิงที่ครบถ้วนก็อาจจะเกิดปัญหาในเรื่องของความถูกต้องข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

4.3 การพัฒนาโปรแกรมการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกรมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่ทำการบันทึกข้อมูลสามารถบริหารจัดการข้อมูลเกษตรกรที่มีการขึ้นทะเบียน ซึ่งการบันทึกข้อมูลเกษตรกรนั้นจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นให้โดยกรมส่งเสริมการเกษตร พร้อมทั้งมีความสามารถในการสืบค้นหาข้อมูลของเกษตรกรตามเงื่อนไขต่างๆที่ผู้ใช้สามารถระบุได้เองเพื่อวัตถุประสงค์ในการค้นหา สำหรับใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง และเพื่อใช้ในการผลิตเป็นรายงานต่างๆ โดยโปรแกรมนี้จะมีความสามารถในการผลิตสารสนเทศในรูปแบบของรายงานต่างๆในระดับท้องถิ่นเช่น ระดับอำเภอ และระดับจังหวัด เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของรัฐสามารถใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบการวางแผน และการตัดสินใจจากข้อมูลในระดับท้องถิ่นของตัวเองได้ นอกจากนี้โปรแกรมยังมีความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลที่จัดเก็บ และทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนกลางเพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้ ตัวอย่างของโปรแกรมนี้ได้แสดงใน รูปที่ 4.2

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกรนี้ได้ออกแบบเพื่อให้งานลักษณะของ Client-Server ที่ทำงานแบบ Standalone Application เพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูลเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ได้รับผิดชอบจัดการกับข้อมูลของตัวเอง อีกทั้งเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาข้อมูลรั่วไหล สาเหตุสำคัญที่ระบบไม่ได้ถูกออกแบบให้ทำงานบนเครือข่ายเน็ต

เวิร์กเนื่องจากความเร็วของอินเทอร์เน็ตในบางพื้นที่ยังช้าอยู่ และหากระบบทำงานบนเครือข่ายซึ่งหมายถึงระบบจะต้องเชื่อมต่อกับเน็ตเวิร์กอยู่ตลอดเวลา แต่การพัฒนาระบบบนเน็ตเวิร์กทำให้เกิดเป็นระบบฐานข้อมูลแบบศูนย์รวม (Centralized Database) ซึ่งทำให้การปรับปรุงข้อมูลเกิดความต่อเนื่องและข้อมูลไม่ขัดแย้งกัน



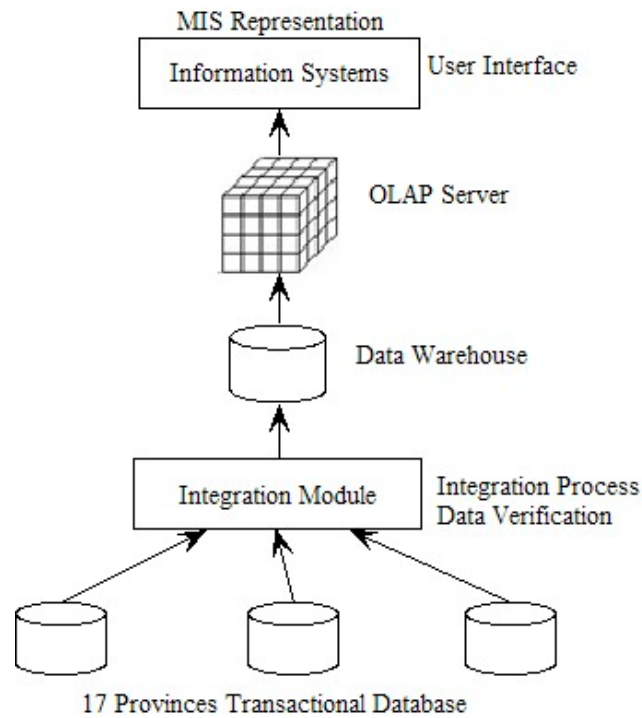
รูปที่ 4.2 ภาพหน้าจอโปรแกรมบันทึกข้อมูลทะเบียนเกษตรกร

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

4.4 การพัฒนาระบบคลังข้อมูล

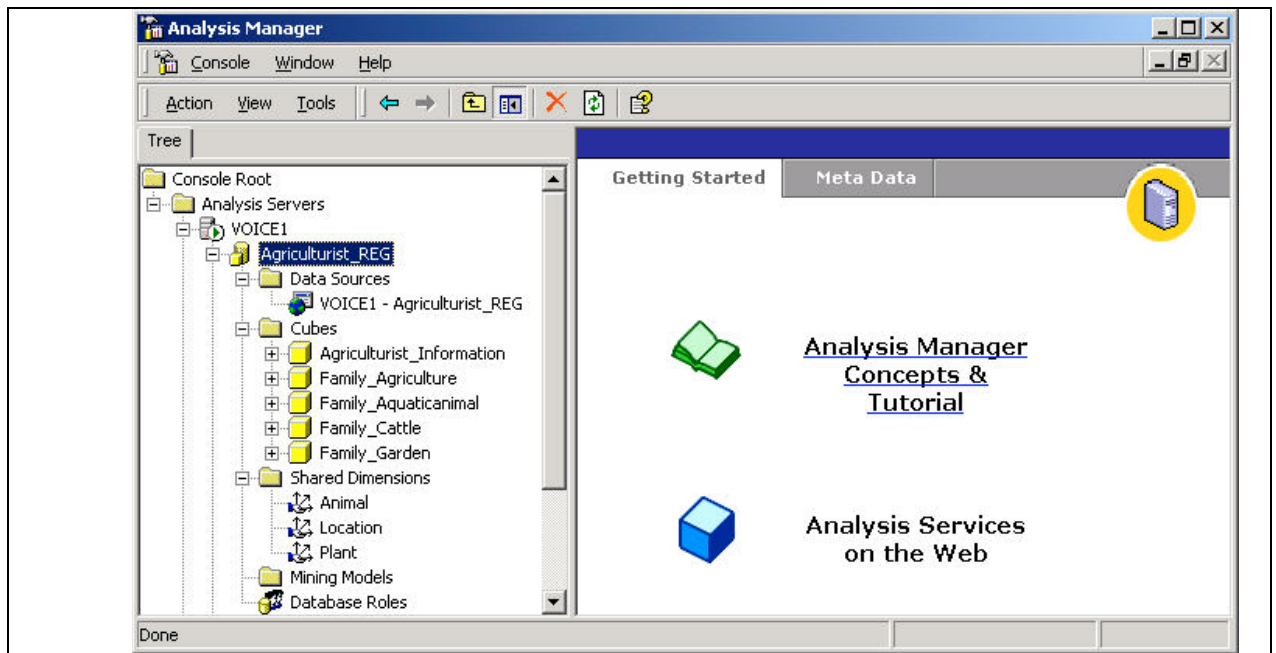
คลังข้อมูลที่ออกแบบสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเชิงสรุปเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ถูกออกแบบให้เก็บข้อมูลการจัดการและมีคุณสมบัติต่างๆเพื่อใช้สำหรับการพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ และเพื่อพัฒนาเป็นระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ โดยคลังข้อมูลมีคุณลักษณะที่ต่างจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ เช่นหน้าที่และการจัดเก็บที่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน โดยข้อมูลที่ถูกนำมาจัดเก็บในคลังข้อมูลมุ่งเน้นประเด็นสำคัญ ๆ ของข้อมูล (Subject Area) เช่น ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร ข้อมูลกิจกรรมทางการเกษตรซึ่งแบ่งออกเป็นด้านย่อยต่างๆเช่น ข้อมูลกิจกรรมการปลูก พืชสวน พืชไร่ การประมง และการปศุสัตว์ โดยคลังข้อมูลจะมุ่งเน้นที่โครงสร้างของข้อมูลในด้านต่างๆ (Dimension) การรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาจัดเก็บในคลังจะถูกนำมาจากข้อมูลทราบเชิงชั้นเรคอร์ดของฐานข้อมูลเกษตรกร 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) สำหรับการคิวรีข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลังในลักษณะมิติข้อมูลเพื่อนำเสนอเป็นสารสนเทศในรูปแบบต่างๆ



รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างของระบบสารสนเทศ

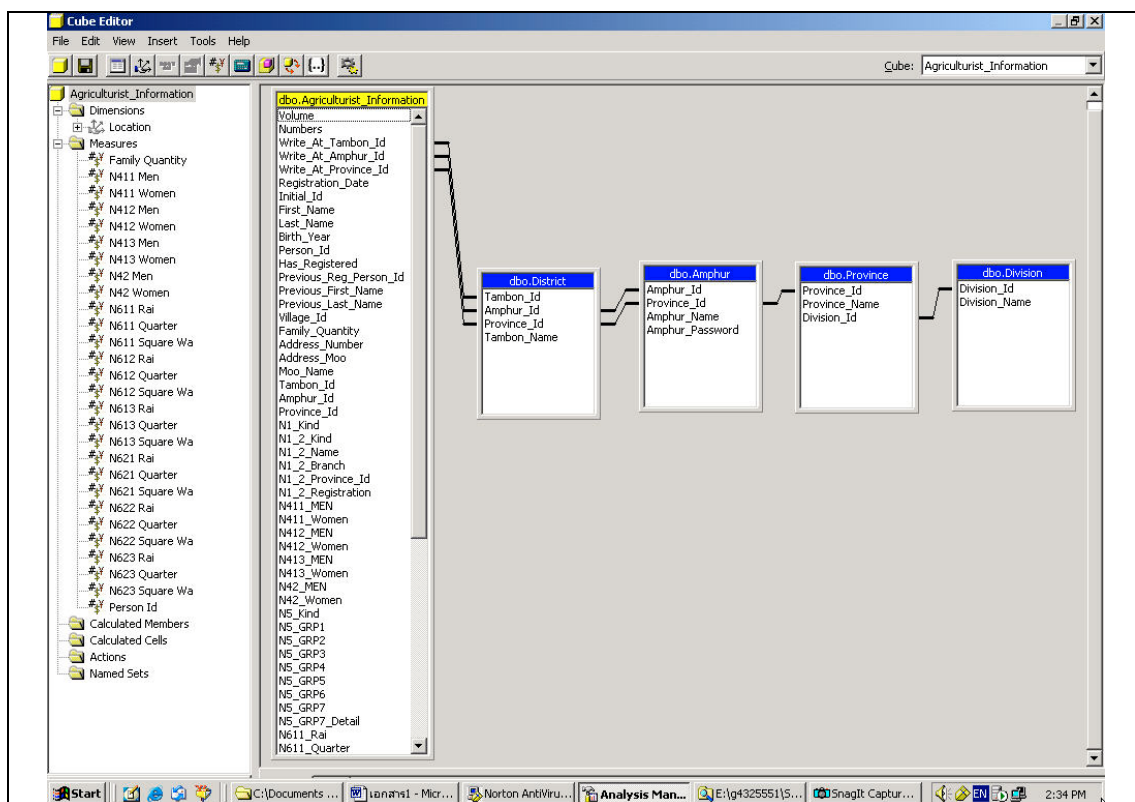
การสร้างคลังข้อมูลเกษตรกรรมเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศ ใช้แหล่งข้อมูลจากฐานข้อมูลการขึ้นทะเบียนและการปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรที่รวบรวมข้อมูลไว้ ที่ได้จัดเก็บข้อมูลจาก 17 จังหวัดภาคเหนือโดย มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือได้สร้างคลังข้อมูลชื่อ “Agriculturist_REG” โดยนำเอาข้อมูลเกษตรกรรมมาประมวลผลด้วยโปรแกรม 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

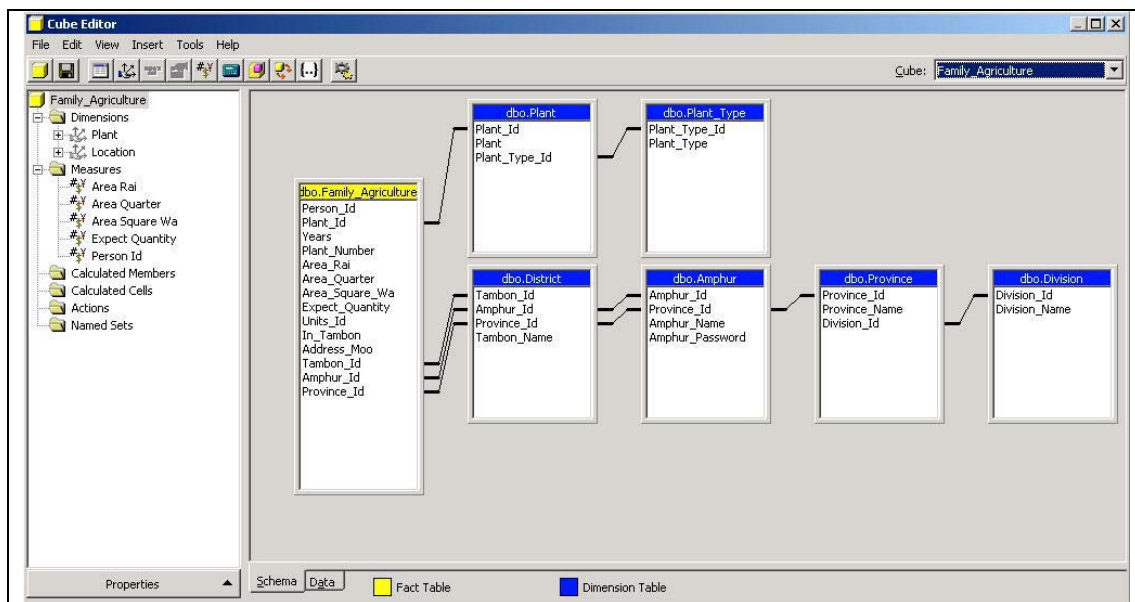
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Agriculturist_Information

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

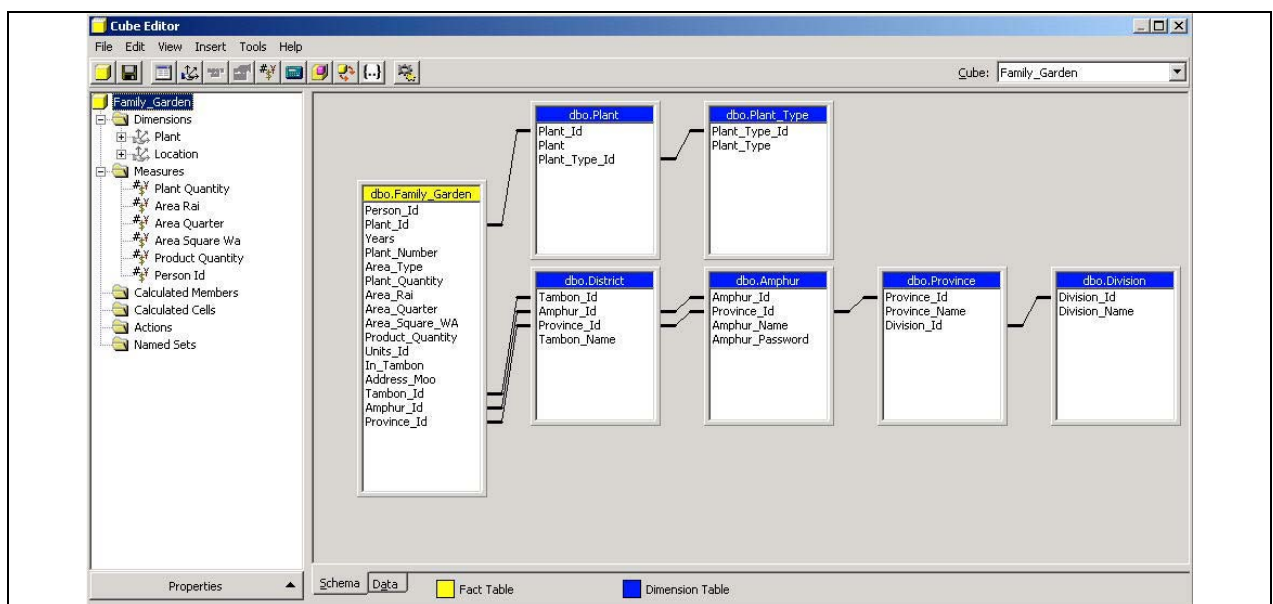
ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Agriculture เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.4

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

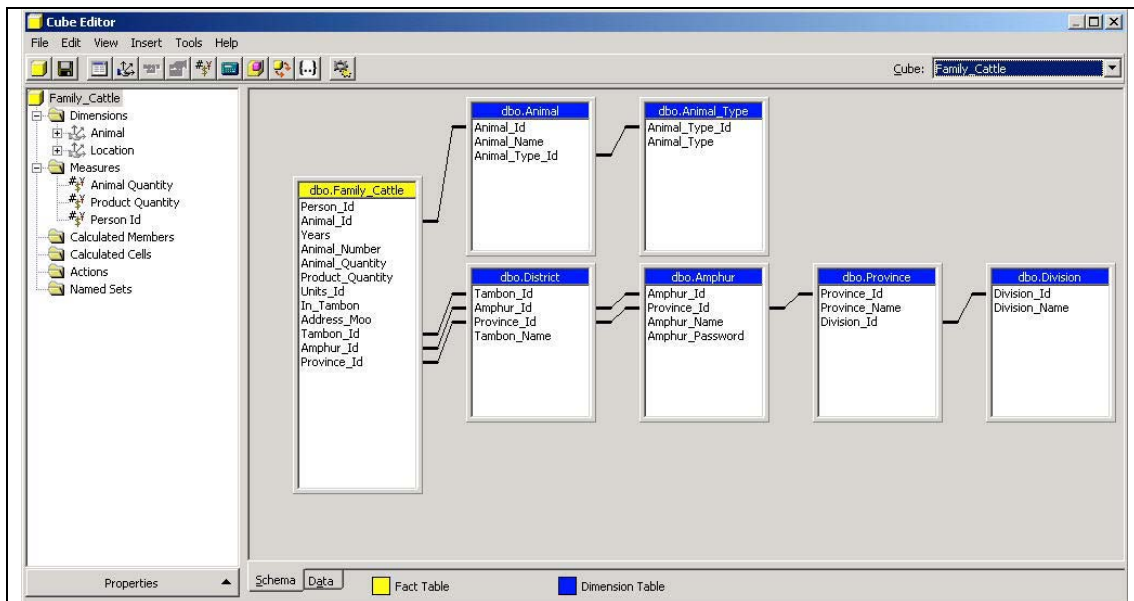
ค่าหน่วยวัดของคิวข้อมูล Family_Garden เป็นค่าที่ใช้สำหรับจัดเก็บตัวเลขเพื่อใช้คำนวณ ประกอบด้วยค่าหน่วยวัด ดังตารางที่ 4.6

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