การจัดการระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ ด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูล

สมมิตร ดวงสมสา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2548

ISBN 974-523-080-4

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

HEALTH CARE INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT WITH DATA WAREHOUSE TECHNOLOGY

SOMMIT DOUNGSOMSA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
UBON RAJATHANEE UNIVERSITY
YEAR 2005

ISBN 974-523-080-4

COPYRIGHT OF UBON RAJATHANEE UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การจัดการระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ ด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูล

ผู้วิจัย นายสมมิตร ดวงสมสา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทรประสิทธิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูญ ศรีวิรัตน์)

..... คณบดี
(ดร. จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ วิโรจนกูฏ)
อธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2548

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้สำเร็จด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นในการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูญ ศรีวิรัตน์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจในการศึกษาและการทำงานตลอดมาจึงทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

(นายสมมิตร ดวงสมสา)
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การจัดการระบบสารสนเทศบริการสุขภาพด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูล

โดย : สมมิตร ดวงสมสา

ชื่อปริญญา : ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ [ISBN 974-523-080-4]

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูญ ศรีวิรัตน์

ศัพท์สำคัญ : สถาปัตยกรรมคลังข้อมูล การประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ แบบจำลองข้อมูลแบบมิติ ตัวแทนปัญญา ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจุบันสถานบริการสาธารณสุขของรัฐ ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาให้บริการกับประชาชนโดยทำการจัดเก็บข้อมูลจากกิจกรรมต่างๆ ลงในฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน แต่ปัญหาคือ การจัดเก็บข้อมูลสภาวะสุขภาพย้อนหลังในอดีตมีน้อยทำให้ไม่สามารถหาคำตอบเชิงพยากรณ์ได้ การใช้ข้อมูลร่วมกันไม่ดีพอ ข้อมูลนำเสนอมีรูปแบบเดียว ส่งผลให้สารสนเทศที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลังข้อมูลและสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Model) ด้วยเทคนิคการประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (Online Analytical Processing: OLAP) ตัวแทนปัญญา ช่วยทำให้สารสนเทศมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผลการทดลองพบว่า มิติประสิทธิภาพช่วยตัดสินใจเพิ่มขึ้น ร้อยละ 9 มิติการนำเสนอข้อมูลเพิ่มขึ้น ร้อยละ 13 มิติความพึงพอใจของผู้ใช้ เพิ่มขึ้น ร้อยละ 8 มิติเทคนิคการใช้งาน เพิ่มขึ้น ร้อยละ 18 และมิติเวลาในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูล มีความเร็วเพิ่มขึ้นร้อยละ 46 ซึ่งสารสนเทศที่ได้สามารถนำไปใช้กับองค์กรต่างๆ เพื่อช่วยสนับสนุนในกระบวนการตัดสินใจได้

ABSTRACT

TITLE : HEALTH CARE INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT WITH DATA WAREHOUSE TECHNOLOGY

BY : SOMMIT DUONGSOMSA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY [ISBN 974-523-080-4]

CHAIR : ASST.PROF. MANOON SRIVIRAT, Ph.D.

KEYWORDS : DATA WAREHOUSE ARCHITECTURE / OLAP / DIMENSIONAL MODEL / SOFTWARE AGENT / EXPERT SYSTEM

Currently, varies hospitals have more information kept into operational database systems that it seems to be very difficult to manage and to save historical data . The executive staffs are not capable of making it for decision support system effective. Hence, converting data warehouse and create Dimensional Model with OLAP technique software agent to make decision in the decision support system. The results increased decision dimension 9% formatting 13% , Customer Relationship Management 8% , Useablility technique 8% , and Processing Time 46%. So, information is very us eful to decision support support into organization.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย	3
2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดพื้นฐาน นิยามและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	8
2.2 งานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้อง	64
3. วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย	67
3.2 การพัฒนาระบบคลังข้อมูล	80
3.3 การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ	92
4. การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 ส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์	97
4.2 วิธีทดลอง	98
4.3 ผลการทดลอง	115

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5. ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 117

5.2 องค์ความรู้ใหม่ที่ได้และการนำไปประยุกต์ใช้ 118

5.3 อุปสรรคและข้อเสนอแนะ 118

เอกสารอ้างอิง 119

ภาคผนวก

ก. แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ 123

ประวัติผู้วิจัย 126

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลกิจกรรมประจำวันกับข้อมูลในคลังข้อมูล	12
2.2	ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล	13
2.3	รูปแบบการรวมข้อมูลเข้าด้วยกันก่อนเข้าสู่คลังข้อมูล	25
3.1	รายละเอียดแหล่งข้อมูลเก่าที่ถูกจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์	82
3.2	การนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวัน	85
3.3	เปรียบเทียบคุณสมบัติเทคโนโลยีฐานข้อมูล	90
3.4	เปรียบเทียบวิธีพัฒนาคลังข้อมูล	91
4.1	ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูลระหว่างข้อมูลจากฐานข้อมูลกับคลังข้อมูล	115
4.2	ผลสำรวจแบบสอบถามข้อมูล	116
5.1	สรุปผลการทดลองตามตัวชี้วัด	117

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานวิจัยและระยะเวลา	4
1.2	แผนการดำเนินงานวิจัยแบบครบวงจร	5
2.1	ส่วนประกอบต่างๆ ของเอนทิตี้หรือตารางข้อมูล	8
2.2	ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้	10
2.3	ตัวอย่างกิจกรรมให้บริการผู้ป่วยนอกในโรงพยาบาล	11
2.4	เครื่องมือที่ใช้พื้นฐานของภาษาสอบถามข้อมูลเชิงโครงสร้าง	17
2.5	แบบจำลองข้อมูลหลายมิติ สำหรับยอดขายผลิตภัณฑ์ยา	18
2.6	ลำดับชั้นในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบมิติ	19
2.7	ค่าที่เกิดจากแอทริบิวต์ในแต่ละมิติ	19
2.8	แบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Model)	20
2.9	ลักษณะข้อมูลแบบหลายมิติ	21
2.10	หลักการทำงานของเทคนิค Roll up และ Drill down	21
2.11(ก)	หลักการทำงานของเทคนิค Slice	22
2.11(ข)	ตัวอย่างข้อมูลการ Slice เฉพาะกลุ่มสินค้าประเภท Glossary	22
2.12(ก)	หลักการทำงานของเทคนิค Dice	23
2.12(ข)	ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการ Dice	23
2.13	การเก็บข้อมูลตามสายงานหลักขององค์กร	24
2.14	ลักษณะของคลังข้อมูลโดยมีเวลาเป็นองค์ประกอบ	25
2.15	อธิบายลักษณะข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย (Non Volatile)	26
2.16	สถาปัตยกรรม Generic three-tier Data Warehouse	27
2.17	สถาปัตยกรรมแบบบนลงล่าง (Top-Down Architecture)	29
2.18	สถาปัตยกรรมแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up Architecture)	30
2.19	สถาปัตยกรรมดาต้ามาร์ทแบบบนลงล่าง	32
2.20	สถาปัตยกรรมดาต้ามาร์ทแบบล่างขึ้นบน	32
2.21	ประเภทต่างๆ ของเมตะดาต้า	34
2.22	แบบจำลองโครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

2.23	โครงสร้างกฎ	41
2.24	Goal-Driven Search (ทิศทางการค้นหาด้วย Backward Chaining)	45
2.25	การสรุปความแบบย้อนกลับ (Backward Chaining)	45
2.26	Backward Inference Chain	45
2.27	Data-Driven Search (ทิศทางการค้นหาด้วย Forward Chaining)	46
2.28	Forward Chaining	46
2.29	Forward Inference Chain	47
2.30	ความแตกต่างระหว่างเทคนิคการค้นหาแบบไปข้างหน้าและย้อนกลับ	47
2.31	ตัวอย่างกราฟ	48
2.32	ส่วนประกอบต่างๆ ของโครงสร้างทรี	48
2.33	ทิศทางการค้นหาแบบลึกก่อน	49
2.34	หลักการค้นหาแบบลึกก่อน	50
2.35	โครงสร้างแบบลำดับชั้นของกระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ	50
2.36	แบบจำลองโครงสร้างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ	52
2.37	ลักษณะของเอเจ็นท	57
2.38	การเรียนรู้ของเอเจ็นท	57
2.39	หลักการทำงานติดต่อระหว่างไคร์เอนท์ เซิร์ฟเวอร์	59
2.40	การทำงานผ่านฟังก์ชั่น API สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างลูกข่ายกับแม่ข่าย	59
2.41	รูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น (Two-tier Architecture)	60
2.42	รูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ 3 ชั้น (Three-tier Architecture)	61
3.1	Use Case Diagram ระบบให้บริการผู้ป่วยนอก	67
3.2	การลงทะเบียนผู้ป่วย	68
3.3	การจ่ายยาให้กับผู้ป่วยผ่านโปรแกรมระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ	69
3.4	การคิดค่าบริการทางการแพทย์	69
3.5	อธิบายการให้รหัสการวินิจฉัยโรคตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

3.6	ความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูล (Entity Ralationship Diagram: ERD)	71
3.7(ก)	วงจรการพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว (Star-Driven)	79
3.7(ข)	อธิบายภาพรวมในการเลือกข้อมูลต่างๆ ในวงจรรูปดาว	80
3.8	การกำหนดแหล่งข้อมูล	81
3.9	การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของคลังข้อมูลแบบล่างขึ้นบน	83
3.10	การออกแบบโครงสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ	87
3.11	การออกแบบตารางแฟ็ค และตารางไดเม็นชั่น	88
3.12	ระบบรักษาความปลอดภัย	88
3.13	การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ	94
3.14	ความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญ	95
3.15	การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ	95
4.1	แผนดำเนินการวิธีทดลอง	98
4.2	ลักษณะของโปรแกรม ETC Version	99
4.3	คำสั่งแบบสอบถามข้อมูลในโปรแกรม ETC	99
4.4	การสร้างพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลเพื่อรอบรับการถ่ายโอน	103
4.5	กระบวนการนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลไปยังพื้นที่ปรับแต่งข้อมูล	104
4.6	กระบวนการถ่ายโอนข้อมูลจากพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลเข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อย	105
4.7	ผลลัพธ์ข้อมูลในดาต้ามาร์ทถูกโอนย้ายเข้าสู่คลังข้อมูล	106
4.8	การสร้างตารางแฟ็ค และตารางไดเม็นชั่น	107
4.9	ผลลัพธ์ข้อมูลที่ถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบมิติ	108
4.10	ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมระบบสารสนเทศคลังข้อมูลช่วยตัดสินใจ	119
4.11	การใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเข้าใช้งานในระบบ	110
4.12	รูปแบบสารสนเทศแสดงปริมาณผู้ป่วยแยกตามรายแผนก	110
4.13	รูปแบบสารสนเทศแสดงปริมาณความชุกของโรคที่แพทย์วินิจฉัย	111
4.14	รูปแบบสารสนเทศแสดงปริมาณและประเภทของยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วย	111
4.15	รูปแบบสารสนเทศแสดงค่าใช้จ่ายทั้งหมด การชำระเงินและยอดค้างชำระ	112

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

4.16	รูปแบบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลมีลักษณะ 2 มิติ	113
4.17	รูปแบบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลังข้อมูลมีลักษณะ 3 มิติ	113
4.18	เวลาที่ใช้ในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูลจากฐานข้อมูล	114
4.19	เวลาที่ใช้ในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูลจากคลังข้อมูล	114

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตามที่รัฐบาลไทย มีโครงการนำร่อง เพื่อจัดทำโครงการ รัฐบาลอิเล็คทรอนิกส์ (Electronic Goverment) [1] เมื่อ พ.ศ. 2544 และจัดตั้งกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2545 เป็นผู้รับผิดชอบโครงการดังกล่าวซึ่งเป็นโครงการที่มีวิธีการบริหารจัดการภาครัฐสมัยใหม่ที่อาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศ และเครือข่ายสื่อสารเข้ามาจัดการกับข้อมูลสารสนเทศที่ใช้ในการบริหารประเทศอย่างเป็นระบบโดยมีเป้าหมายสูงสุดที่จะปรับปรุงระบบบริหารและบริการภาครัฐให้กับประชาชน ส่งผลให้ข้อมูลและสารสนเทศถูกจัดเก็บ ในรูปแบบอิเล็คทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น โรงพยาบาลอิเล็คทรอนิกส์ (e-Hospital) การพาณิชย์อิเล็คทรอนิกส์ (e-Commerce) สารสนเทศเพื่อการพัฒนาด้านการศึกษา (e-Education) เป็นต้น ในการพัฒนาให้บริการโครงการรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์นั้น แต่ละประเทศมีความแตกต่างกันสำหรับประเทศไทยได้จัดแบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยมีการประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนา ซึ่งจะทำให้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้พฤติกรรมของประชาชนที่มาขอใช้บริการได้ ตัวอย่างเช่น "ผู้ป่วยที่สนใจเรื่องสุขภาพสามารถรับข้อมูลได้ทันทีที่ข้อมูลเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปถึงการพยากรณ์ หรือป้องกันภาวะเสี่ยงของโรคในอนาคตได้" เป็นต้น

จากแนวคิดและทิศทางนโยบายดังกล่าว ส่งผลให้เกิดการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ตามโรงพยาบาลต่างๆ ในรูปแบบโรงพยาบาลอิเล็กทรอนิกส์ (e-Hospital) ซึ่งมีการนำโปรแกรมสำเร็จรูปมาให้บริการกับประชาชนที่มาใช้บริการตามแผนกต่างๆ เรียกว่า ระบบสารสนเทศบริการ-สุขภาพ ตัวอย่างเช่น แผนกเวชระเบียน แผนกผู้ป่วยนอก แผนกผู้ป่วยใน แผนกรังสีวิทยา เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการของฐานข้อมูล (Database) [2] มีการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรมประจำวันในฐานข้อมูลที่เรียกว่า ฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน (Operational Database System : ODS) แต่ปัญหาที่พบคือ การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลในลักษณะดังกล่าว มีการจัดเก็บข้อมูลสภาวะสุขภาพย้อนหลังในอดีต (Historical data) น้อย ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบเชิงพยากรณ์ได้ การใช้ข้อมูลร่วมกันทำได้ไม่ดีพอข้อมูลนำเสนอมีรูปแบบเดียว และทำให้โอกาสในการที่ระบบหยุดทำงานมีสูง ซึ่งอาจส่งผลสารสนเทศที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพที่ดีพอ ก่อให้เกิดอุปสรรคในการนำสารสนเทศมาใช้เพื่อช่วยตัดสินใจสำหรับแพทย์ พยาบาล

และบุคลากรสาธารณสุข เพื่อใช้วางแผนกลยุทธ์ ตัวอย่างเช่น การเตรียมพร้อมรับสถานการณ์โรค สำรองปริมาณยา สถานการณ์การเงินการคลัง เป็นต้น นอกจากนั้นยังขาดระบบให้คำปรึกษาที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบกับโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ค่อนข้างน้อย ส่งผลให้ผู้ใช้ที่ไม่มีพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์ เกิดความยุ่งยากและสับสนในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับผู้ใช้ที่ยังไม่มีความชำนาญ

ดังนั้น การประยุกต์ใช้สถาปัตยกรรมคลังข้อมูล (Data Warehouse) สำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ ร่วมกับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) การประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent) เป็นสิ่งจำเป็นและเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่จะเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลสำหรับการใช้สารสนเทศเพื่อช่วยตัดสินใจ สำหรับให้บริการประชาชนในระบบโรงพยาบาล-อิเล็คทรอนิกส์ ทั้งนี้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ดังนี้

บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต สมมุติฐานของงานวิจัย สถานที่ทำวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและแนวทางการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2 หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แนวคิดพื้นฐานของฐานข้อมูลและคลังข้อมูล ระบบโรงพยาบาลอิเล็กทรอนิกส์ ระบบผู้เชี่ยวชาญ การประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent) และเทคนิคการค้นหาข้อมูล

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย กระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีคลังข้อมูลด้วยวงจรการพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาวเพื่อสร้างคลังข้อมูลสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ รวมถึงการนำระบบผู้เชี่ยวชาญในการสอบถามอาการของโรค และการประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ ชุดข้อมูลที่นำมาทดลอง กระบวนการสร้างและทดสอบผลลัพธ์จากคลังข้อมูล ด้วยแบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimension Model) ระบบผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตัดสินใจโดยใช้แบบสอบถาม

บทที่ 5 สรุปผล ประกอบด้วยบทสรุปของงานวิจัยองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ อุปสรรคและข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาระบบสารสนเทศบริการสุขภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจที่มีความแม่นยำสูงด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูลและระบบผู้เชี่ยวชาญ

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย

สมมุติฐานของงานวิจัยนี้คือ "ระบบสารสนเทศช่วยตัดสินใจด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูล (Data Warehouse : DWH) และระบบผู้เชี่ยวชาญ จะมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ระบบสารสนเทศบริการสุขภาพที่ใช้ฐานข้อมูล (Database) อย่างเดียว"

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

โปรแกรมสำเร็จรูประบบสารสนเทศบริการสุขภาพ Stat Version 2.90 ส่วนการให้รหัสวินิจฉัยทางการแพทย์หรือรหัสโรค โปรแกรมระบบสารสนเทศบริการสุขภาพโรงพยาบาลดอนตาล Version 1.02 การลงทะเบียนผู้ขอใช้บริการ สอบถามประวัติอาการป่วย วินิจฉัยโรคของแพทย์ การจ่ายยาผู้ป่วยนอก การคิดค่าบริการทางการแพทย์ คู่มือวินิจฉัยโรคสำหรับแพทย์และพยาบาล ข้อมูลผู้ป่วยที่มาขอใช้บริการจากปี 2540 จนถึงปัจจุบัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ด้านวิชาการ มีเทคนิคการพัฒนาสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล เป็นโครงสร้างพื้นฐานในการได้มาซึ่งสารสนเทศที่ดีและมีประสิทธิภาพนำมาสู่องค์ความรู้ใหม่ในองค์กร

1.5.2 ด้านการบริหาร มีโปรแกรมสำเร็จรูปช่วยตัดสินใจที่ให้ความเชื่อมั่นสูงขึ้น

1.5.3 ด้านเทคนิค เพิ่มศักยภาพของสารสนเทศ ด้วยเทคนิคแบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimensional Model) นำมาสู่การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต เพื่อใช้ประโยชน์ประกอบการตัดสินใจ และการประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent) ในส่วนประสานงาน (User Interface) กับผู้ใช้

1.5.4 ด้านบริการ มีโปรแกรมสารสนเทศบริการสุขภาพ และระบบผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมให้กับผู้ให้บริการสำหรับช่วยตัดสินใจในกำหนดแผนงานต่างๆ ตัวอย่างเช่น การสั่งซื้อยา ความชุกของโรค สถานการณ์การเงินการคลัง เป็นต้น

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1.6.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.6.1.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.1.2 ออกแบบและสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพระบบผู้เชี่ยวชาญ และการประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent)

1.6.1.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.6.1.4 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสนเทศที่ช่วยตัดสินใจระหว่างฐานข้อมูลกับคลังข้อมูลตามเกณฑ์ตัวชี้วัด (Key Performance Indicators : KPI)

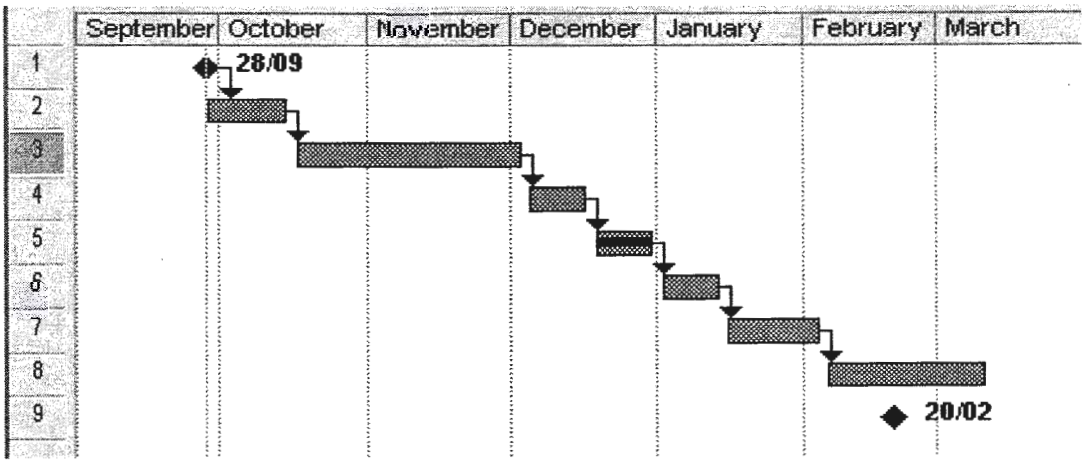
1.6.2 สถานที่ทำงานวิจัย

โรงพยาบาลดอนตาล สังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมุกดาหาร

1.6.3 แผนการดำเนินงาน

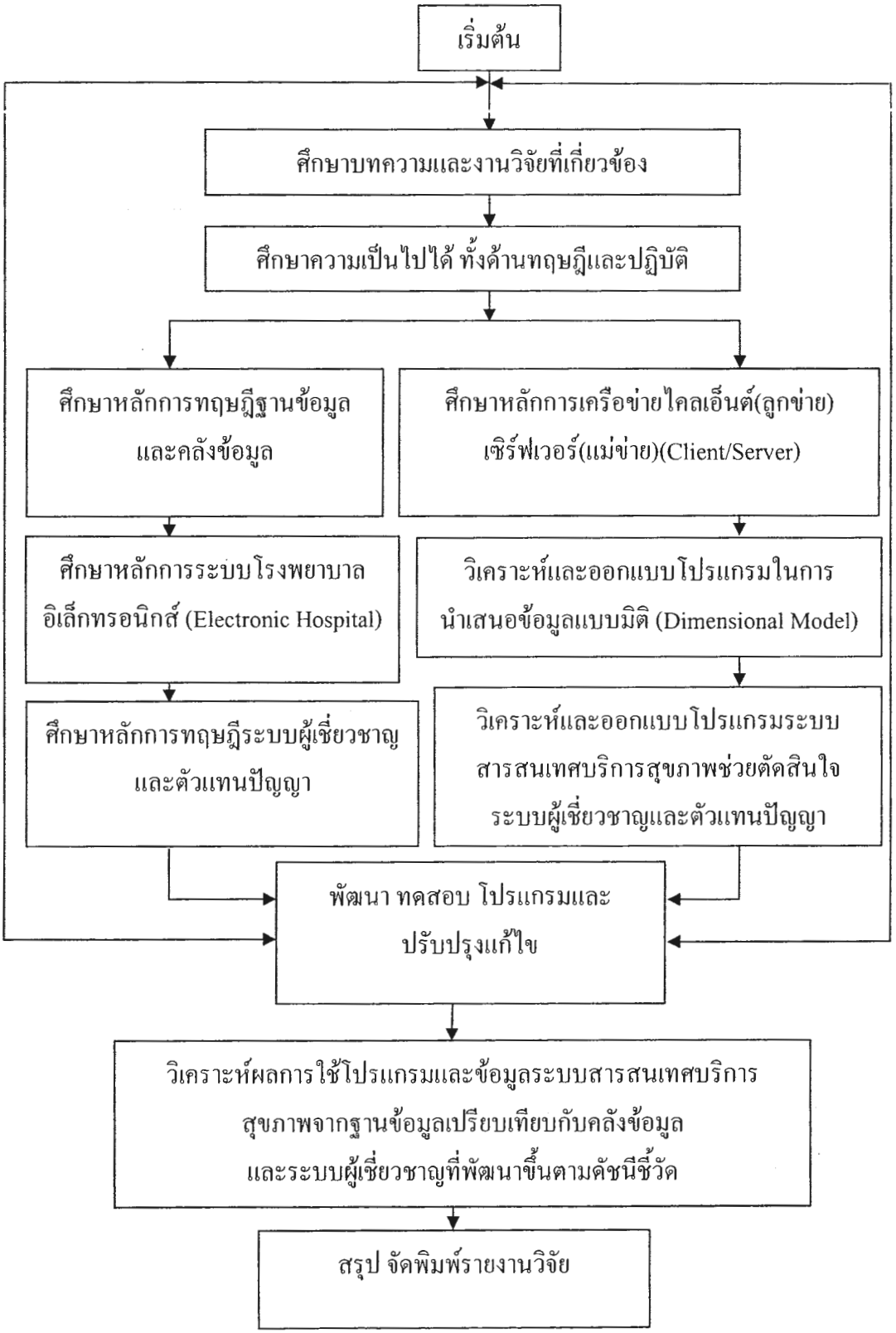
1.6.3.1 แผนการดำเนินงานวิจัยในลักษณะแสดงช่วงเวลา

	Task Name	Duration	Start	Finish
1	เริ่มงานวิจัย	0 days	Wed 28/09/05	Wed 28/09/05
2	ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13 days	Wed 28/09/05	Fri 14/10/05
3	ออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลและเทคนิค	35 days	Mon 17/10/05	Fri 02/12/05
4	ทดสอบข้อมูลกับระบบ	10 days	Mon 05/12/05	Fri 16/12/05
5	วิเคราะห์ผลการทดลอง	10 days	Mon 19/12/05	Fri 30/12/05
6	รายงานความก้าวหน้างานวิจัย	10 days	Mon 02/01/06	Fri 13/01/06
7	เปรียบเทียบผลกับระบบฐานข้อมูลดั้งเดิม	15 days	Mon 16/01/06	Fri 03/02/06
8	สรุปผลวิเคราะห์และจัดทำรายงาน	25 days	Mon 06/02/06	Fri 10/03/06
9	สิ้นสุดงานวิจัย	0 days	Mon 20/02/06	Mon 20/02/06



ภาพที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัยและระยะเวลา

1.6.3.2 แผนการดำเนินงานวิจัยแสดงรายละเอียด



ภาพที่ 1.2 แผนการดำเนินงานวิจัยแบบวงจรงาน

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1.7.1 คลังข้อมูลหรือดาต้าแวร์เฮ้าส์ (Data Warehouse : DWH) หมายถึง ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ขององค์กรหรือหน่วยงานหนึ่งๆ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โอเปอเรชั่นแนลดาต้าเบสซิซเท็ม (Operational Database System : ODS) โดยข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลังข้อมูลนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบริหารงานของผู้บริหาร โดยเฉพาะการเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับระบบงานเพื่อการบริหาร ตัวอย่างเช่น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems : DSS) กระบวนการจัดการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer-Relationship Management : CRM) เป็นต้น

1.7.2 ฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน (Operational Database System : ODS) หมายถึง ฐานข้อมูลใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ได้มาจากการปฏิบัติงานซึ่งเป็นกิจกรรมประจำวันหรือทรานแซ็คชั่น (Transaction) ตัวอย่างเช่น ข้อมูลจำนวนพนักงานที่ลงเวลาก่อนการทำงาน หรือ ข้อมูลการจองที่พักโรงแรม ข้อมูลการมาใช้บริการในโรงพยาบาล เป็นต้น

1.7.3 ชุดคลังข้อมูลย่อยหรือดาต้ามาร์ท (Data Mart) หมายถึง ชุดคลังข้อมูลย่อย ทำหน้าที่ ในการบันทึกข้อมูลและผลลัพธ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลจากคลังข้อมูลจะถูกดึงและประมวลผลแล้วนำผลที่ได้มาเก็บไว้ที่ดาต้ามาร์ท ซึ่งโครงสร้างข้อมูลของดาต้ามาร์ทนั้น อาจมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับในคลังข้อมูล หรืออาจจะเป็นโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการนำข้อมูลไปใช้งาน เช่น อยู่ในรูปรายงาน (Report) เป็นต้น ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ดาต้ามาร์ทแต่ละตัวนั้นเสมือนหนึ่งตัดเอาบางส่วนของคลังข้อมูลมาวางไว้ซึ่งนั่นหมายความว่าขอบเขตของเนื้อหาข้อมูลที่มีอยู่ในดาต้ามาร์ทย่อมจะแคบกว่าที่มีอยู่ในคลังข้อมูล และจัดเตรียมรูปแบบที่ง่ายในการเข้าถึงข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งตามปกติดาต้ามาร์ท ถูกจัดทำขึ้นเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเพื่อกลุ่มงานหนึ่งหรือหลายๆ กลุ่มงานในองค์กร

1.7.4 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System : ES) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้นำเสนอองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อแก้ปัญหาและให้คำแนะนำอย่างเป็นเหตุและผล หรือเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อันชาญฉลาดที่ใช้องค์ความรู้ และการแปลความเพื่อแก้ปัญหาที่มีความยากเกินกว่าที่จะแก้ไขเองได้ ซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญในการไขปริศนา

1.7.5 ตัวแทนปัญญา (Software หรือ Intelligent Agent) หมายถึง หน่วยของซอฟต์แวร์ที่สามารถดำเนินการหรือประมวลผลบางอย่างให้กับผู้ใช้ หรือให้กับโปรแกรมอื่นได้อย่างอิสระและด้วยความรวดเร็ว โดยดำเนินการบางอย่างแทนนั้น อาจจะต้องใช้องค์ความรู้หรือการนำเสนอองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สามารถบรรลุสู่เป้าหมายหรือความต้องการของผู้ใช้

1.7.6 ระบบโรงพยาบาลอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Hospital : e-Hospital) หรือระบบบริหารโรงพยาบาล เป็นระบบบริหารงานสำหรับโรงพยาบาลด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งการจัดเก็บข้อมูล การเชื่อมต่อเครือข่ายข้อมูลเข้ากับส่วนกลาง หรือระบบงานต่างๆ เหมาะสำหรับโรงพยาบาลขนาดกลางถึงขนาดเล็กที่ต้องการระบบบริหาร และจัดการด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยเฉพาะการเชื่อมโยงและเข้าถึงข้อมูล

1.7.7 ระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ (Healthcare Information System : HIS) หมายถึง ระบบสารสนเทศ ที่ออกแบบมาให้สามารถรองรับบริการทางการแพทย์ที่มีคุณภาพ รวดเร็ว ถูกต้อง ทันสมัย โดยครอบคลุมงานด้านการให้บริการผู้ป่วยเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น ระบบเวชระเบียนระบบผู้ป่วยนอก ระบบผู้ป่วยใน ระบบห้องปฏิบัติการ ระบบรังสีวิทยา เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ e-Hospital

1.7.8 ตัวชี้วัด (Key Performance Indicator : KPI) หมายถึง เครื่องมือในการบ่งบอกถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ในแต่ละด้านขององค์กร ตัวอย่างเช่น ภายใต้วัตถุประสงค์ในการเพิ่มขึ้นรายได้ขององค์กร มุมมองด้านการเงินตัวชี้วัด ได้แก่ รายได้ที่เพิ่มขึ้นเทียบกับปีที่ผ่านมา เป็นต้น

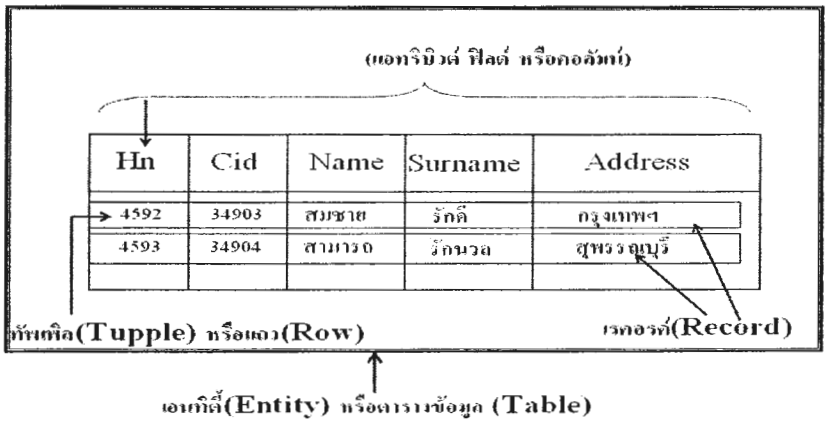
ในบทนี้ได้กล่าวถึง ความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน ขอบเขตของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ วิธีดำเนินการ สถานที่ คำจำกัดความ แผนการดำเนินงานวิจัย โดยในบทต่อไปจะเป็นการกล่าวถึงรายละเอียดเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น การศึกษาทฤษฎี แนวคิดพื้นฐานของคลังข้อมูล ระบบโรงพยาบาลอิเล็คทรอนิกส์ ระบบตัวแทนปัญญา และระบบผู้เชี่ยวชาญ

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษานิยาม ทฤษฎี แนวคิดพื้นฐาน ความรู้คลังข้อมูล ระบบโรงพยาบาลอิเล็กทรอนิกส์ ระบบผู้เชี่ยวชาญและตัวแทนปัญญา ส่วนที่ 2 งานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้องในการนำเทคโนโลยีคลังข้อมูล ระบบผู้เชี่ยวชาญไปใช้

2.1 แนวคิดพื้นฐานของฐานข้อมูล (Basic Concepts of Database)

2.1.1 ฐานข้อมูล [2] คือ โครงสร้างสารสนเทศ (Information) ที่ประกอบด้วยเอนทิตี้ (Entity) หลายๆ ตัว ซึ่งบรรดาเอนทิตี้ เหล่านี้จะต้องมีความสัมพันธ์กัน โดยเอนทิตี้ เปรียบเสมือนกับเป็นคำนาม อันได้แก่ บุคคล สถานที่ และสิ่งของ ในฐานข้อมูลเอนทิตี้ หมายถึง ตารางข้อมูล (Table) โดยภายในตารางข้อมูลจะประกอบไปด้วย แอทริบิวต์ (Attribute) ฟิลด์ (Field) หรือคอลัมน์ (Column) และทูเพิล (Tuple) หรือแถว (Row) ซึ่งแอทริบิวต์ คือ หน่วยของข้อมูลที่ประกอบขึ้นด้วยอักขระหลายๆ ตัว และนำหลายๆ ฟิลด์มารวมกันเรียกว่า ระเบียนหรือเรคอร์ด (Record) หรือหมายถึง [3] ที่ซึ่งใช้เก็บข้อมูลเฉพาะในโปรแกรมประเภทจัดการฐานข้อมูล โดยจะแบ่งให้แต่ละเซต เก็บข้อมูลในแต่ละเรื่อง ตัวอย่างเช่น แบ่งเป็นเซตชื่อ นามสกุล ที่อยู่ อายุ เพศ เป็นต้น ถ้านำเซตข้อมูลเหล่านี้หลายๆ เซตมารวมกัน ก็จะถูกเรียกว่า ระเบียนหรือเรคอร์ด (Record) เช่นกัน



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของเอนทิตี้หรือตารางข้อมูล

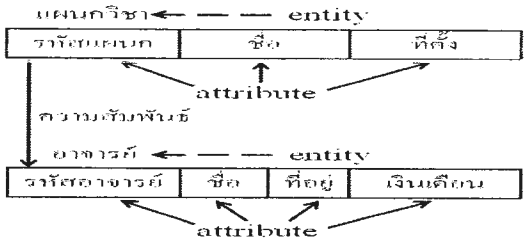
Batini และ Lenzerini [4] อธิบายว่า "ฐานข้อมูล คือ ที่เก็บรวบรวมสะสมของข้อมูลการทำงานกิจกรรมประจำวัน (Operational Data) หรือข้อมูลพื้นฐาน (Primitive) และจะถูกเรียกใช้โดยระบบโปรแกรมสำเร็จรูปจากส่วนใดส่วนหนึ่งขององค์กร" โดยลักษณะของข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ถูกนำเข้า ชนิดหรือประเภทของข้อมูล

2.1.2 ฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน (Operational Database System : ODS) [4] หมายถึง ฐานข้อมูลใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ได้มาจากการปฏิบัติงานซึ่งเป็นกิจกรรมประจำวันหรือทรานแซ็คชั่น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลจำนวนพนักงานที่ลงเวลาก่อนการทำงาน หรือข้อมูลการจองที่พักโรงแรม ข้อมูลการใช้บริการของผู้ป่วยในโรงพยาบาล เป็นต้น ด้วยลักษณะดังกล่าวจึงทำให้ข้อมูลเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นข้อมูลใหม่อยู่เสมอ และเป็นข้อมูลที่มีการปรับปรุงทับข้อมูลเดิมจึงทำให้ข้อมูลในอดีตถูกเก็บไว้ไม่นาน ดังนั้น ฐานข้อมูลประเภทนี้จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยพื้นที่จัดเก็บหรือบรรจุข้อมูลขนาดใหญ่ โดยปกติแล้ว ถ้าตารางข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันมีความสัมพันธ์กัน จะถูกเรียกว่า ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) [5] ซึ่งหมายถึง ฐานข้อมูลแบบหนึ่งที่ประกอบด้วยตารางข้อมูลที่แยกต่างหากออกจากกันเป็นหลายๆ แฟ้ม แต่ละแฟ้มเหล่านั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันการเรียกหาข้อมูลในแฟ้มหนึ่งจะโยงไปหาแฟ้มอื่นได้ ตัวอย่างเช่น มีแฟ้มข้อมูลที่เก็บสินค้า และอีกแฟ้มข้อมูลหนึ่งเก็บรายชื่อลูกค้าหรือสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่แล้วเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการจากแต่ละแฟ้มให้มาสัมพันธ์กัน เพื่อจะได้รู้ว่าลูกค้าคนใดสั่งสินค้าใด เป็นจำนวนเท่าใด ทั้งนี้ขึ้นกับการออกแบบระบบให้แฟ้มเหล่านั้นสัมพันธ์กันด้วย โดยมีค่าของข้อมูลที่สำคัญ คือ

2.1.2.1 คีย์หลัก (Primary key) [5] หมายถึง แอทริบิวต์หรือฟิลด์ที่ถูกเลือกเพื่อใช้บอกความแตกต่าง ของแต่ละคอลัมน์ในตารางข้อมูล และต้องไม่มีค่าเป็นค่าว่าง(Null) แต่ในตารางข้อมูล จะมีคีย์หลักได้เพียง 1 ตัวเท่านั้นโดยคีย์หลักอาจเกิดจากเพียงแอตทริบิวต์เดียวหรือหลายแอตทริบิวต์รวมกันก็ได้

2.1.2.2 คีย์นอก (Foreign key) [5] หมายถึง แอทริบิวต์หรือฟิลด์ที่ใช้เชื่อมต่อกับตารางข้อมูลอื่น เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูล โดยที่คีย์นอกสามารถมีค่าซ้ำกันหรือเป็นค่าว่างได้ แต่ถ้าไม่เป็นค่าว่างจะเป็นค่าที่ใช้ชี้ไปที่คีย์หลักของตารางข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายความหมายของความสัมพันธ์ (Relation) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างแผนกวิชาและอาจารย์ตามภาพที่ 1 เป็นลักษณะแผนกวิชาที่อาจารย์นั้นสังกัดอยู่ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์และแผนกวิชาก็เป็นในลักษณะอาจารย์ที่ทำงานอยู่กับแผนกวิชานั้นๆ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ ทั้งสองนี้เป็นความสัมพันธ์จากแผนกวิชา ไปสู่อาจารย์เป็นความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One-to-Many)

กล่าวคือในแผนกวิชา 1 แผนกจะมีอาจารย์สังกัดอยู่ได้มากกว่า 1 คน ในทางกลับกันความสัมพันธ์จากอาจารย์ไปสู่แผนกวิชาเป็นลักษณะแบบหนึ่งต่อกลุ่ม (Many-to-One)



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้

จากแนวคิดพื้นฐานของฐานข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะทำให้สามารถเข้าใจถึงความหมาย โครงสร้างของฐานข้อมูล ฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และที่มาของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล ซึ่งจะเป็นความรู้พื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับคลังข้อมูลต่อไป

2.2 นิยามและแนวคิดพื้นฐานของคลังข้อมูล (Definition of Data Warehouse : DWH)

การให้นิยามและแนวคิดพื้นฐาน มีผู้อธิบายและให้คำจำกัดความไว้อย่างหลากหลาย กสิภพ [6] ได้นิยามความหมายของคลังข้อมูล หมายถึง ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ขององค์กรหรือหน่วยงานหนึ่งๆ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน(Operational - Database System : ODS) และฐานข้อมูลอื่นภายนอกองค์กร (External Database) เข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อยที่เรียกว่าดาต้ามาร์ท (Data Mart) เพื่อทำการคัดแยกข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไป ก่อนที่จะนำข้อมูลที่ต้องการเข้ามาเก็บไว้ในคลังข้อมูลโดยมีวัตถุประสงค์ในการนำมาใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร โดยเฉพาะเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับระบบงาน ตัวอย่างเช่น ระบบช่วย-สนับสนุนตัดสินใจ (Decision Support Systems : DSS) กระบวนการจัดการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationship Management : CRM) เป็นต้น ซึ่ง CRM สามารถอธิบายได้ว่า [7] เป็นกระบวนการจัดการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าทำงานเกี่ยวกับส่วนหน้าของสำนักงานเกี่ยวข้องกับลูกค้าโดยตรง ซึ่งเป็นตัวช่วยเชื่อมโยงข้อมูลของลูกค้าเข้ากับโปรแกรมอื่น ที่เกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างเช่น ระบบ CRM สามารถแจ้งให้เจ้าของรถยนต์ทราบล่วงหน้าถึงเวลาอันสมควร ที่จะได้รับการตรวจสภาพจากศูนย์บริการ โดยระบบจะทราบถึงรายละเอียดของข้อมูลลูกค้าเพื่อใช้ในการติดต่อ รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับตัวรถยนต์ จดหมายแจ้งลูกค้าจะถูกส่งไปตามที่อยู่ที่บันทึกไว้ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับการเข้ารับบริการตรวจสภาพรถคันดังกล่าว รวมถึงคำแนะนำศูนย์บริการที่ใกล้ที่สุด

Inmon [8] กล่าวว่า คลังข้อมูลเป็นที่สะสม รวบรวม จัดกลุ่มของข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยข้อมูลสามารถเปลี่ยนไป ตามช่วงเวลาและเป็นข้อมูลที่มีความคงที่ใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจ หรือหมายถึง [7] แหล่งที่ใช้เก็บสะสมข้อมูลเพื่อประโยชน์ในกระบวนการวิเคราะห์หาคำตอบ

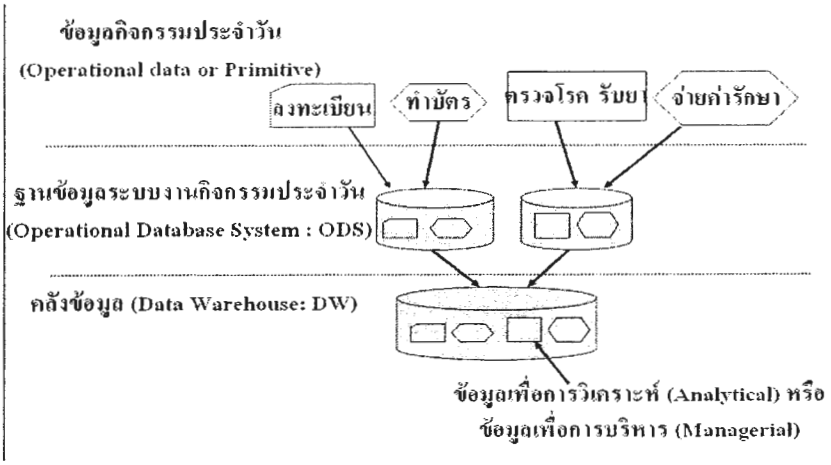
คลังข้อมูล [9] หมายถึง หลักการหรือวิธีการรวบรวมสารสนเทศ เพื่อการประมวลผลรายการข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละวันแต่ละสายงานมารวมเข้าเป็นหน่วยเดียวกัน เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Kimball [10] อธิบายว่า คลังข้อมูลเป็นแหล่งข้อมูลขององค์กร ด้วยวิธีการรวมกันของข้อมูลที่มีความเหมือนหรือสอดคล้องกันในดาต้ามาร์ทเข้าไว้ด้วยกัน

Harjinder และ Rao [4] อธิบายว่า คลังข้อมูลเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเดียวกันหรือแตกต่างกัน ทั้งนี้รวมถึงข้อมูลในอดีต (Historical Data) และข้อมูลจากภายนอก (External Data) เพื่อนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์รายงานสนับสนุนการตัดสินใจ

Barquini [4] ให้คำจำกัดความว่า คลังข้อมูลเป็นเทคนิคในการสะสมและรวบรวมข้อมูล อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่ใช้แก้ปัญหาสำหรับผู้ใช้ข้อมูลที่จะต้องเข้าถึงข้อมูลในแหล่งข้อมูลที่กระจัดกระจายกันอยู่หลาย ๆ ที่ ให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในที่เดียวกัน

จากนิยามและแนวคิดพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น Inmon [8] ได้ให้คำจำกัดความคลังข้อมูลเพิ่มเติม คือ เก็บรวบรวมสะสมข้อมูลที่ได้รับจากข้อมูลการทำงานกิจกรรมประจำวัน (Operational Data) ในฐานข้อมูลซึ่งวิธีการจัดเก็บจะถูกเรียกว่า การจัดเก็บข้อมูลกิจกรรมประจำวัน (Operational Data Store) เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจ โดยข้อมูลที่ถูกเก็บในคลังข้อมูลนี้จะถูกเรียกว่าข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ (Analytical) หรือ ข้อมูลเพื่อการบริหาร (Managerial)



ภาพที่ 2.3 แนวคิดของ Inmon [8] : ตัวอย่างกิจกรรมการให้บริการผู้ป่วยนอกในโรงพยาบาล

ดังนั้น สรุปได้ว่าคลังข้อมูล คือ แหล่งข้อมูลขององค์กร ที่ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นรายละเอียด (Detail) หรือ เป็นผลรวมข้อมูล (Summarized) โดยได้รับข้อมูลมาจากโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์แหล่งเดียวกันหรือต่างชนิดกัน และถูกเก็บมาเป็นระยะเวลานานหลายปี ซึ่งการเข้าใจนิยามและแนวคิดพื้นฐานคลังข้อมูลจะนำไปสู่การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน และคลังข้อมูล เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ข้อมูลการทำงานกิจกรรมประจำวันที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันกับข้อมูลในคลังข้อมูล [6]

ข้อมูลการทำงานกิจกรรมประจำวัน	ข้อมูลในคลังข้อมูล
- เก็บข้อมูลการทำงานกิจกรรมประจำวัน (day-to-day)	- เก็บข้อมูลในอดีต (Historical data)
- เข้าถึงข้อมูลโดยสามารถ อ่านและเขียนข้อมูลได้ (Read/Write)	- เข้าถึงข้อมูลโดยอ่านได้อย่างเดียว (Read Only) ข้อมูลใหม่ที่เข้ามาจะเขียนต่อจากข้อมูลเดิม
- เข้าถึงข้อมูลครั้งละหนึ่งระเบียน (Record)	- เข้าถึงข้อมูลได้ครั้งละกลุ่มข้อมูลหรือเป็นเซต(Set of Record)
- ปรับปรุง(Update) ด้วยวิธีการประมวลผลออนไลน์ทรานแซ็คชั่น (Online Transaction Processsing System : OLTP)	- ปรับปรุงข้อมูลจำนวนมากเป็นครั้งคราว (Periodic)
- ออกแบบโครงสร้างสำหรับการปรับปรุงข้อมูล	- ออกแบบโครงสร้างสำหรับแบบสอบถามที่ซับซ้อน (complex queries)
- กระบวนการทำงานเพื่อทำให้เกิดข้อมูล (Generate data)	- กระบวนการทำงานเพื่อทำให้เกิดคำตอบ (Generate answers)
- ใช้งานกับฐานข้อมูลขนาดเล็ก	- ใช้งานกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่
- การใช้งานข้อมูลเกิดขึ้นตลอดเวลา	- การใช้งานข้อมูลเกิดขึ้นเป็นช่วงเวลา
- ข้อมูลไม่มีความซ้ำซ้อน เปลี่ยนแปลงข้อมูลแต่ละครั้งจะเขียนทับข้อมูลเดิม	- ข้อมูลมีความซ้ำซ้อนเพราะต้องเก็บข้อมูลเดียวกันในหลายช่วงเวลา
- ข้อมูลส่วนใหญ่ขึ้นกับงานทรานแซ็คชั่นที่ทำ (Transaction)	- ข้อมูลจะถูกเก็บตามงานการวิเคราะห์ที่ต้องการใช้ (Analytical)

การได้ทราบถึงนิยามและแนวคิดพื้นฐาน คุณสมบัติข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลังข้อมูล จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจใจถึงส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูลซึ่งจะใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลต่อไป

2.3 ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล (Basic Elements of Data Warehouse)

Kimball [10] อธิบายถึงส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล แสดงในตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล

ระยะ	ส่วนประกอบที่สำคัญ	คำอธิบาย
แหล่งข้อมูล (Data Sources)	แหล่งข้อมูลของระบบต่างๆ	ข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึกกิจกรรมประจำวัน
พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Staging Area)	พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Staging area)	ที่พักข้อมูลเพื่อดำเนินการทำข้อมูลให้สะอาด (Clear Out) ตัวอย่างเช่น ลดความซ้ำซ้อน ปรับรูปแบบ (แปลงข้อมูล) ตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะนำเข้าสู่คลังข้อมูล เป็นต้น
การรวมข้อมูลเพื่อจัดรูปแบบข้อมูลให้เป็นรูปแบบเดียวกัน (Integration)	ชุดคลังข้อมูลย่อยหรือดาต้ามาร์ท (Data Mart)	ชุดคลังข้อมูลย่อยทำหน้าที่เสมือนหนึ่งการตัดเอาบางส่วนของคลังข้อมูลมาวางไว้ ทำให้มีขอบเขตเนื้อหาข้อมูลเล็กกว่าคลังข้อมูลและเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการใช้งานเพื่อกลุ่มงานใดกลุ่มงานหนึ่งหรือหลายๆ กลุ่มงานในองค์กร
	พื้นที่เก็บข้อมูลกิจกรรมประจำวัน (Operational Data Storage)	พื้นที่ที่ใช้รวมข้อมูลจากระบบงานกิจกรรมประจำวันของสายงานต่างๆ ในองค์กร

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล (ต่อ)

ระยะ	ส่วนประกอบที่สำคัญ	คำอธิบาย
คลังข้อมูล (Data Warehouse)	ส่วนให้บริการแสดงผลข้อมูล (Presentation Server)	อุปกรณ์ที่จัดเก็บข้อมูลจากสายงานต่างๆ ในองค์กร สำหรับ ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึง สร้างรายงานและสอบถามข้อมูลได้
	แบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimension Model)	มุมมองข้อมูลที่เป็นมิติ กล่าวคือมีทั้งมิติด้านหนา(ลึก) ด้านกว้าง และด้านสูงเป็นรูปลูกบาศก์เมตร(Cubes) โดยแต่ละด้านก็จะเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน คล้ายกับแบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Entity-Relationship Model)
	Relational Online Analytical Process (ROLAP)	วิธีการจัดเก็บข้อมูลส่วนรายละเอียดและส่วนการรวมค่าข้อมูล ไว้ในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์
	Multidimensional Online Analytical Process (MOLAP)	วิธีการจัดเก็บข้อมูลส่วนรายละเอียดและส่วนรวมค่าเก็บไว้ในแบบจำลองข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Model)

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล (ต่อ)

ระยะ	ส่วนประกอบที่สำคัญ	คำอธิบาย
คลังข้อมูล (Data Warehouse)	เมตะดาต้า (Metadata)	คำอธิบาย หรือข้อมูลที่บอกรายละเอียดของข้อมูล (data about data) มีลักษณะเป็นพื้นที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับควบคุมการทำงานในคลังข้อมูล ตัวอย่างเช่น การค้นหาหรือความถี่ในการนำเข้าข้อมูล
การสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimension Construction)	การประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ Online Analytical Process (OLAP) หรือ Cubes	เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลในคลังข้อมูล ที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในมิติต่างๆ(Multidimensional Data Analysis) ได้ง่ายยิ่งขึ้น
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในคลังข้อมูล (Data Analysis Tools and Applications/Users Exploration of Information)	กระบวนการทางธุรกิจ (Business process)	การเลือกกระบวนการทางธุรกิจขององค์กร เพื่อนำข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการเข้าสู่คลังข้อมูล
	โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับผู้ใช้ (Application for end user)	เครื่องมือที่ใช้สอบถามวิเคราะห์ นำเสนอสารสนเทศตามความต้องการ และส่งผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้

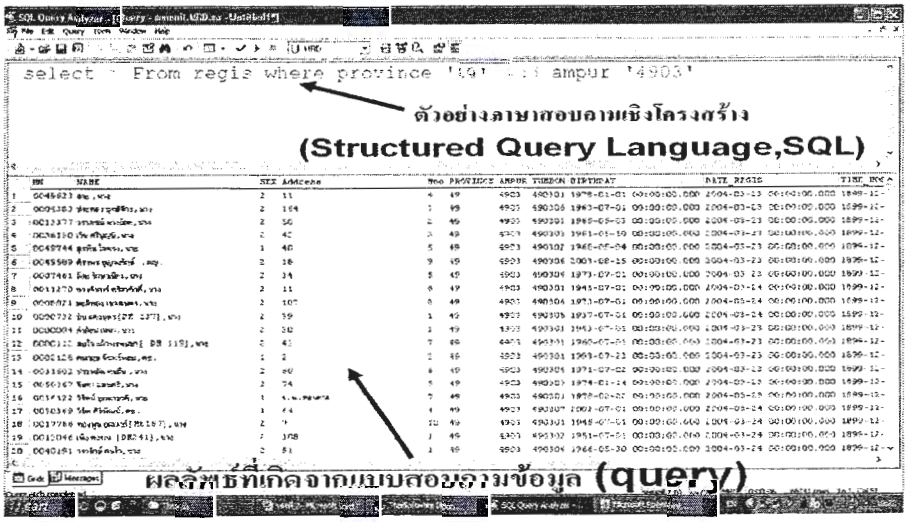
ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูล (ต่อ)

ระยะ	ส่วนประกอบที่สำคัญ	คำอธิบาย
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในคลังข้อมูล (Data Analysis Tools and Applications/Users Exploration of Information)	เครื่องมือที่ใช้ควบคุมการเข้าถึงข้อมูลสำหรับผู้ใช้ (Data Access Control Tool for End-Users)	เครื่องมือ ที่ใช้เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลในคลังข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างแบบสอบถามอย่างง่ายหรือแบบสอบถามที่สลับซับซ้อนโดยผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถสร้างคำสั่งแบบสอบถามขึ้นเพื่อเรียกใช้ข้อมูลได้เอง
	เครื่องมือสำหรับสอบถามข้อมูลแบบทันทีทันใด (Tools for Ad-Hoc Queries)	เครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้ใช้สร้างแบบสอบถามข้อมูลขึ้นโดยผู้ใช้เองได้ทันทีทันใด
	แบบจำลองโปรแกรมสำเร็จรูป (Modeling Applications)	ประเภทของเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนอย่างมากและสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบ รายงานผลลัพธ์ของข้อมูลโดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองการพยากรณ์ (Forecast Models) แบบจำลองพฤติกรรม (Behavior Model) เป็นต้น

ส่วนประกอบพื้นฐานของคลังข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าส่วนประกอบที่แตกต่างจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันที่ชัดเจน คือ แบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimensional-Model) มีรูปร่างคล้ายรูปลูกบาศก์เมตร (Cubes) ซึ่งจะมองข้อมูลในลักษณะ 3 มิติ ได้แก่ มิติด้านยาว (First Dimensional) มิติด้านหนาหรือลึก (Second Dimensional) และมิติด้านสูง (Third-Dimensional) โดยแต่ละมิติจะมีข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับอีกมิติหนึ่งหรือหลายๆ มิติ ซึ่งถ้ามีหลายมิติก็จะถูกเรียกว่า แบบจำลองข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Model) แต่ในระบบงานกิจกรรมประจำวันจะมองข้อมูลในรูปแบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์

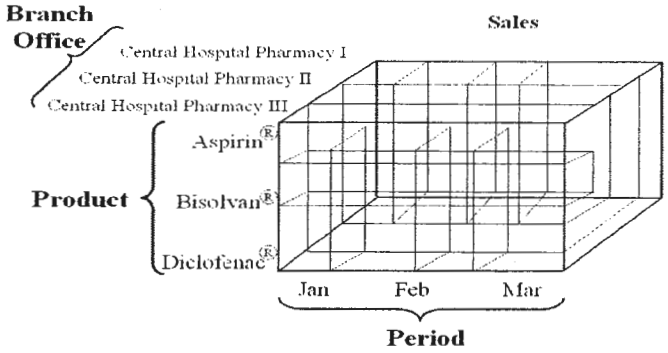
2.4 แบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimensional Model)

แบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimensional Model) เป็นชื่อเรียก ของเทคนิคในการทำให้คลังข้อมูลง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยการมองภาพของคลังข้อมูลเป็นลูกบาศก์เมตร(Cubes) หรือลูกเต๋า (Cubes) แทนข้อมูลแต่ละค่า เรียกว่า เซลล์ (Cell) ที่มี 3, 4, 5 มิติ หรือมากกว่านั้น ทำให้สามารถจิตนาการหมุนหรือแบ่งลูกบาศก์ที่มีลักษณะเหมือนลูกเต๋านี้ได้ นั่นคือสามารถตัดข้อมูลมาวิเคราะห์ดูในช่วงใดก็ได้ และเรียกดูได้จากทุกๆ ด้านของลูกเต๋า Domenico [4] อธิบายว่าถึงจะมีแบบจำลองข้อมูลหลายแบบแต่จะมีรูปแบบเพียงอันเดียวเท่านั้นที่ช่วยให้การค้นหาข้อมูลประสบผลสำเร็จ นั่นคือ รูปแบบจำลองข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional model) ในการนำมาซึ่งประสิทธิภาพสำหรับโครงงานคลังข้อมูลโดยอาจใช้แบบสอบถามข้อมูล (Query) ซึ่งพบอยู่ในเครื่องมือที่อาศัยพื้นฐานของภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง (Structured Query Language: SQL)



ภาพที่ 2.4 เครื่องมือที่ใช้ภาษาสอบถามข้อมูลเชิงโครงสร้าง (Structured Query Language, SQL)

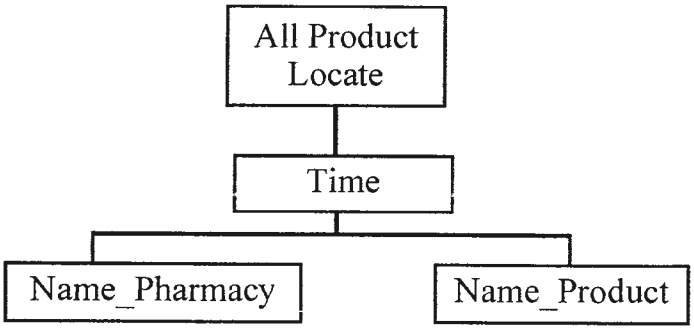
ในงานวิจัยของ Teotonio G.S. Fumo [4] เป็นตัวอย่างของกรณีศึกษาแบบจำลองข้อมูลแบบมิติของกรมประกันสุขภาพในประเทศ Mozambique กองเภสัชกรรม กระทรวงสาธารณสุข ต้องการทราบยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยาทั้งหมดที่เกิดจากการประชาสัมพันธ์ มียอดจำหน่ายมากน้อยเพียงใด ในการนำมาซึ่งคำตอบที่เกิดจากคำถามนี้ จำเป็นที่จะต้องทำการวิเคราะห์ถึงความแตกต่างปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยา ในสำนักงานสาขาย่อยของกองเภสัชกรรมต่างๆ ทั่วประเทศ ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แบบจำลองข้อมูลหลายมิติสำหรับยอดขายผลิตภัณฑ์ยา

(Multidimensional model for sales. Adapted from Madeira (2002))

จากภาพที่ 2.5 เป็นแบบจำลองข้อมูลหลายมิติสำหรับยอดขาย (Sales) ทำให้สามารถมองภาพเป็นลูกบาศก์เมตรหรือคิวบ์ (Cubes) ได้ Kimball [8] อธิบายว่า "วัตถุประสงค์หลักของการแสดงข้อมูลในแบบจำลองข้อมูล เพื่อใช้เป็นสถาปัตยกรรมมาตรฐานข้อมูลที่จะส่งผลให้เข้าถึงและนำข้อมูลมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ" โดยแต่ละแกน (Axle) ของแบบจำลองข้อมูลหลายมิติเปรียบเสมือนคอลัมน์ (Column) ของตารางข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน และแต่ละด้านก็จะมีค่า (Value) สำหรับเชื่อมต่อระหว่างคอลัมน์ โดยแบบจำลองข้อมูลหลายมิติสามารถจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลในลักษณะโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันได้ Kimball และ Margy Ross [4] ได้กล่าวถึงมิติข้อมูลในมุมมองด้านบริการสุขภาพ (Health Care View) ไว้ว่า "มิติแต่ละมิติสามารถมีได้หลายค่า และแต่ละค่าก็มีความสัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น มิติการวินิจฉัยโรคจากแพทย์ ที่มีความสัมพันธ์กับมิติการรักษาผู้ป่วย" เป็นต้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า มิติหรือด้าน (Dimension) หมายถึง ด้านใดด้านหนึ่งของแบบจำลองที่มีลักษณะรูปลูกบาศก์ โดยแต่ละมิติจะมีข้อมูลของลำดับชั้นเพื่ออธิบายข้อมูลที่อยู่ในตารางแฟ็ค คำอธิบายเหล่านี้จะช่วยในการอธิบายถึงสมาชิกในทุกๆ มิติ และในแต่ละมิติจะประกอบด้วยหลายๆ แอทริบิวต์ ซึ่งแอทริบิวต์มีลักษณะเป็นตัวอักษรและแต่ละแอทริบิวต์ต้องแยกออกจากกัน ซึ่งจากแบบจำลองข้อมูลหลายมิติ ในภาพที่ 2.5 อธิบายส่วนประกอบ ดังนี้



ภาพที่ 2.6 ลำดับชั้นในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบมิติ

ID_Date	Name_Pharmacy	Name_Product
001	แก้ปวดหัว	Aspirin
002	แก้ไอ	Bisolvan
003	แก้ไดเคล็ดขัดยอก	Diclofenac

row header

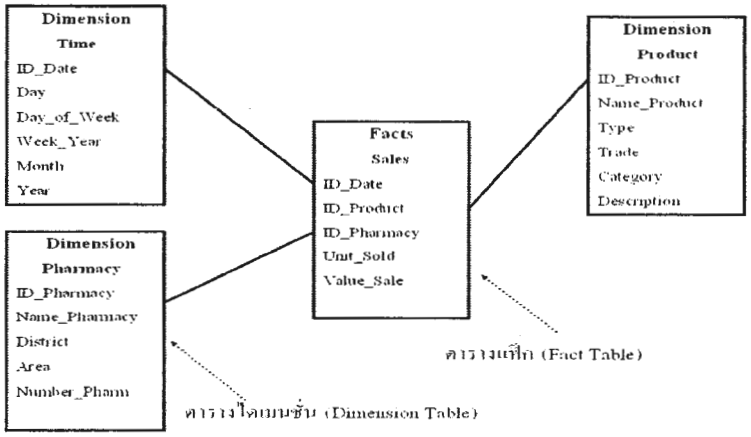
ภาพที่ 2.7 ค่าที่เกิดจากแอทริบิวต์ในแต่ละมิติ

การวิเคราะห์แบบจำลองข้อมูลหลายมิตินี้จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลในอดีต (Historical - Data) ในแต่ละด้านหรือมิติ (Dimension) บนพื้นฐานปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยา ตัวอย่างเช่น ปริมาณยอดขายต่อผลิตภัณฑ์ยา 1 ชนิด ปริมาณยอดขายในแต่ละสำนักงานสาขาย่อย หรือยอดขายทั้งหมดสำหรับในแต่ละช่วงเวลาตาม ภาพที่ 2.7 ซึ่งแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ คือ แต่ละด้านหรือมิติที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ได้แก่ มิติผลิตภัณฑ์ยา (Product Medical) มิติสำนักงานสาขาย่อย (Branch Office) และมิติในแต่ละช่วงเดือน (Period) หลายๆ มิติมีความสัมพันธ์กันเรียกว่า แบบจำลองข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Model) เป็นชื่อของเทคนิคแบบจำลองข้อมูลมีลักษณะทางตรรกะ (Logic) ที่ใช้บ่อยในโครงงานคลังข้อมูลโดยแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ตารางแฟ็ค(Fact Table) ตารางไดเมนชั่น(Dimension) และตัววัด (Measure)

2.4.1 ตารางแฟ็ค (Fact table) คือ ตารางข้อมูลที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ประกอบด้วยตัววัดและตัวข้อมูลซึ่งแสดงถึงข้อมูลการดำเนินการหรือเหตุการณ์ที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์หรือประมวลผลการดำเนินงานทางธุรกิจ ซึ่งแต่ละคลังข้อมูลอาจจะมีตารางแฟ็คเดียวหรือหลายตารางก็ได้แต่ละตารางแฟ็คก็จะมีตัววัดค่าเพื่อบอกถึงความก้าวหน้าของผลการดำเนินงาน

2.4.2 ตัววัดค่า (Measure) คือ ค่าที่บอกถึงผลการดำเนินงานของกระบวนการธุรกิจนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ยอดขายสินค้าประจำวันปี ตัววัดค่าคือยอดขาย เป็นต้น

2.4.3 ตารางไดเม็นชั่น (Dimension table) คือ ตารางที่เก็บคำอธิบายของแต่ละมิติ ซึ่งคำอธิบายเหล่านี้จะช่วยในการอธิบายถึงสมาชิกในทุกๆ มิติ และในมิติหนึ่งๆ ก็จะประกอบด้วยหลายๆ แอทริบิวต์ สามารถอธิบายรายละเอียดส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน ตามภาพที่ 2.8

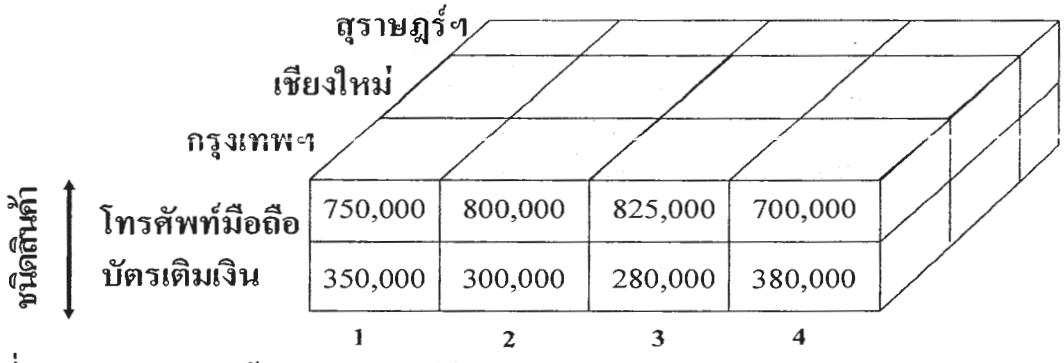


ภาพที่ 2.8 แบบจำลองข้อมูลแบบมีมิติ (Dimensional Model)

เนื่องจาก มิติของแบบจำลองข้อมูลสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้ในทุกๆ มิติ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจ จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเพื่อจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า การประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบ-ออนไลน์ (Online Analytical Processing : OLAP)

2.5 การประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (Online Analytical Processing : OLAP หรือ OLAP Cubes)

กิตติ [9] อธิบายความหมาย กระบวนการประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ หมายถึง กระบวนการที่ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในมิติต่างๆ ของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นโดยสามารถแสดงผลได้ในแบบจำลองข้อมูลหลายมิติซึ่งมีลักษณะเป็นรูปลูกบาศก์เมตร (Cubes) หรือลูกเต๋าแทนข้อมูลแต่ละค่า เรียกว่า เซลล์ (Cell) นำมาเรียงต่อกันเป็นตาราง 3 มิติ อธิบายตัวอย่างได้ตามภาพที่ 2.9

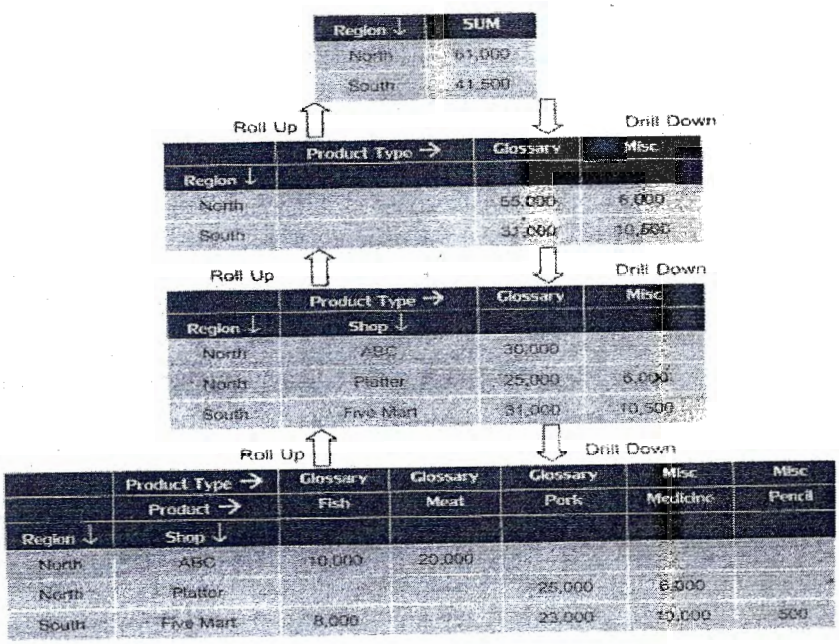


ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะข้อมูลแบบหลายมิติ

จากการประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ สามารถอธิบายเทคนิคการทำงานหลักๆ ของการทำงาน OLAP คือ

2.5.1 Drill down หมายถึง กระบวนการเพิ่มความละเอียดในการพิจารณาข้อมูล เริ่มต้นจากระดับที่หยาบไปสู่ระดับที่ละเอียดมากขึ้น

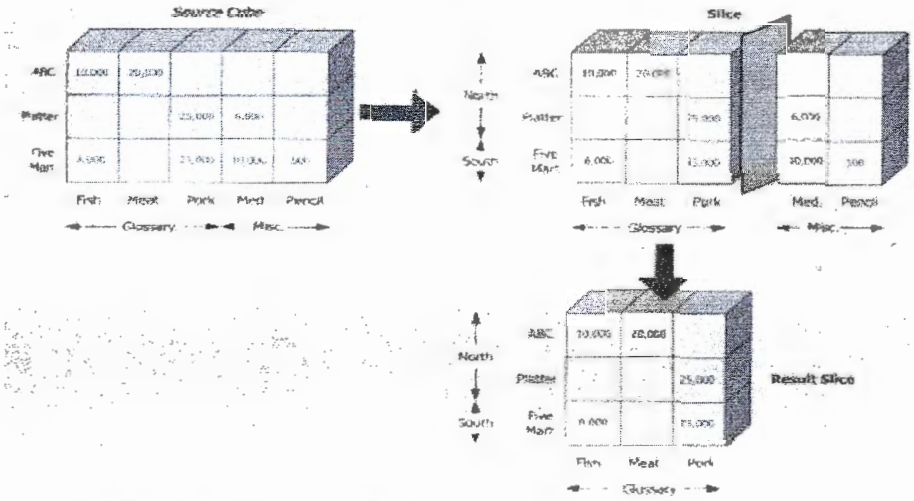
2.5.2 Roll up หมายถึง กระบวนการตรงกันข้ามกับ Drill Down โดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแปลงระดับความความละเอียดของข้อมูล ระดับที่ละเอียดขึ้นมาสู่ระดับที่หยาบมากขึ้น



ภาพที่ 2.10 หลักการทำงานของเทคนิค Roll Up และ Drill down

จากภาพที่ 2.10 แสดงหลักการทำ Roll Up และ Drill down จะเห็นว่า Drill down เป็นการพิจารณาข้อมูลจากระดับหยาบ คือ เฉพาะผลรวมยอดขาดในแต่ละภาค แล้วพิจารณาลงไปในระดับรายละเอียดเป็นประเภทของสินค้าชนิดต่างๆ ตัวอย่างเช่น Glossary Misc เป็นต้น สำหรับการวิเคราะห์แบบ Roll up เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ระดับละเอียดสุดไปถึงระดับข้อมูลที่หยาบสุด ได้แก่ การวิเคราะห์ประเภทสินค้าชนิดต่างๆ จนถึงระดับข้อมูลหยาบที่สุดเป็นภาพรวมของข้อมูล

2.5.3 Pivoting หรือ Slice and Dice เป็นกระบวนการเลือกพิจารณาผลลัพธ์บางส่วนที่ต้องการ โดยการเลือกเฉพาะค่าที่ถูกกำกับด้วยข้อมูลบางค่าของแต่ละมิติ



ภาพที่ 2.11 (ก) หลักการทำงานของเทคนิค Slice

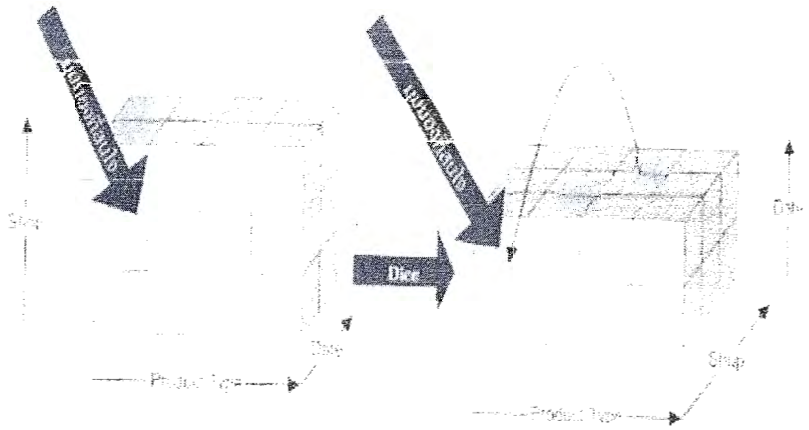
จากภาพที่ 2.11(ก) เป็นการแสดงตัวอย่างการ Slice เพื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มสินค้าประเภท “Glossary” ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากเทคนิค Slice ตามภาพที่ 2.12 (ข)

	Product Type →	Glossary	Glossary	Glossary	Misc	Misc
	Product →	Fish	Meat	Pork	Medicine	Pencil
Region ↓	Shop ↓					
North	ABC	10,000.00	20,000.00			
North	Platter			25,000.00	6,000.00	
South	Five Man	8,000.00		23,000.00	30,000.00	500.00

	Product Type →	Glossary	Glossary	Glossary
	Product →	Fish	Meat	Pork
Region ↓	Shop ↓			
North	ABC	10,000.00	20,000.00	
North	Platter			25,000.00
South	Five Man	8,000.00		23,000.00

ภาพที่ 2.11 (ข) แสดงตัวอย่างการ Slice เฉพาะกลุ่มสินค้าประเภท Glossary

สำหรับกระบวนการ Dice จะเป็นกระบวนการที่พลิกแกนหรือมิติข้อมูล ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ตามภาพที่ 2.12 (ก)



ภาพที่ 2.12 (ก) หลักการทำงานของเทคนิค Dice

จากหลักการทำงานของเทคนิค Dice สามารถแสดงผลลัพธ์ของข้อมูล ตามภาพที่ 2.12 (ข)

Product Type → / Shop ↓	Glossary	Misc
ABC	30,000.00	
Platter	25,000.00	6,000.00
Five Mart	31,000.00	10,500.00

มุมมอง Shop - Product Type

Product Type → / Date ↓	Glossary	Misc
12/12/2003	43,000.00	10,000.00
13/12/2003	43,000.00	6,500.00

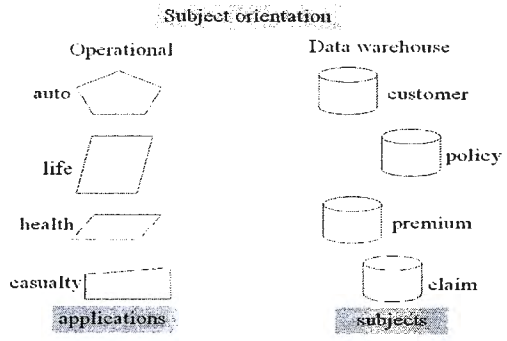
มุมมอง Date – Product Type

ภาพที่ 2.12 (ข) ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการ Dice

2.6 คุณลักษณะเฉพาะของคลังข้อมูล (Data Warehouse Characteristics) [6]

คลังข้อมูลปกติแล้วจะบรรจุข้อมูลหรือสารสนเทศ เพื่อใช้บริหารจัดการตัดสินใจ พร้อมกับวิเคราะห์ ประเมินผล ตรวจสอบสารสนเทศ เพื่อความน่าเชื่อถือ Watson [4] อธิบายว่า คลังข้อมูลควรจะมีคุณลักษณะเฉพาะ ได้แก่ มีการเก็บข้อมูลตามประเด็นหลักขององค์กร (Subject Oriented) มีการรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน(Integrated) มีเวลาเป็นองค์ประกอบ (Time Variant) ข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย (Non Volatile)

2.6.1 เก็บข้อมูลประเด็นหลักขององค์กร (Subject Oriented) ข้อมูลจะต้องถูกสร้างขึ้นจากหัวข้อ (subject) ธุรกิจที่สนใจ ตัวอย่างเช่น ถ้าบริษัทประกันภัยต้องการใช้คลังข้อมูล ฐานข้อมูลที่ได้จะต้องสร้างขึ้นจากประวัติลูกค้า เบี้ยประกัน และกรมทัณฑ์ประกันชีวิต ซึ่งปกติจะแยกตามชนิดของบริการประกันภัยหรือประกันชีวิต เป็นต้น ข้อมูลที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วยหัวข้อที่เก็บเฉพาะข่าวสารที่จำเป็นสำหรับกระบวนการตัดสินเท่านั้น ซึ่งถ้าเป็นงานในระดับกิจกรรมประจำวัน ข้อมูลจะถูกจัดเก็บมาจากแต่ละโปรแกรมสำเร็จรูปขององค์กร ตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นข้อมูลของบริษัทประกันภัย ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปจะเก็บตามประวัติ ข้อมูลสุขภาพ เป็นต้น ในขณะที่หัวข้อหลักในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลลูกค้านโยบายสิทธิพิเศษและข้อมูลการรับเบี้ยประกัน แสดงความแตกต่างนี้ได้ตาม ภาพที่ 2.13



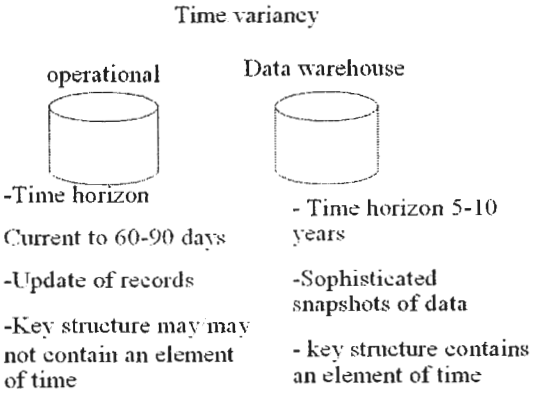
ภาพที่ 2.13 การเก็บข้อมูลตามประเด็นงานหลักขององค์กร

2.6.2 มีการรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน (Integrated) การรวมข้อมูลหรือสารสนเทศเป็นองค์ประกอบ ที่มีความสำคัญของคลังข้อมูล เนื่องจากว่าการรวมข้อมูลจะต้องมีการกำหนดข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ให้มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันโดยมีรูปแบบหรือโครงสร้างเหมือนกัน แต่ฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันและการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้เวลามากในการประมวลผลเนื่องจากลักษณะข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังนั้น นักวิเคราะห์ระบบจะทำการกำหนดโครงสร้างหรือรูปแบบข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้มีความเหมือนกัน ก่อนที่จะถูกนำไปใช้ซึ่งสามารถอธิบายปัญหาลักษณะข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ตัวอย่างเช่น สถานะภาพบุคลากรสาธารณสุข ในระบบทรัพยากรบุคคล แทนข้อมูลในแอทริบิวต์ด้วยตัวอักขระ เช่น M=Married , S=Single, O=Other และอีกระบบหนึ่งคือระบบเก็บประวัติฝึกอบรมบุคลากรสาธารณสุข เป็นการแทนข้อมูลในแอทริบิวต์สถานะภาพด้วย M=1 , S=2 , O=3 ดังนั้น เมื่อนำข้อมูลแต่ละระบบมารวมกัน เกิดปัญหาความไม่เหมือนกันของข้อมูลส่งผลให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการประมวลผลเพื่อจัดรูปแบบของข้อมูลให้เหมือนกัน ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ควรที่จะใช้ข้อมูลเป็นรูปแบบเหมือนกันในการที่จะนำเสนอสารสนเทศ แสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.3 [4]

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน (Integrated) ก่อนเข้าสู่คลังข้อมูล

System	Operational Environment	Data Warehouse
Application X	Represents marital status as: M,S,O	1,2,3
Application Y	Represents marital status as:1,2,3	1,2,3,

2.6.3 มีเวลาเป็นองค์ประกอบ (Time Variant)



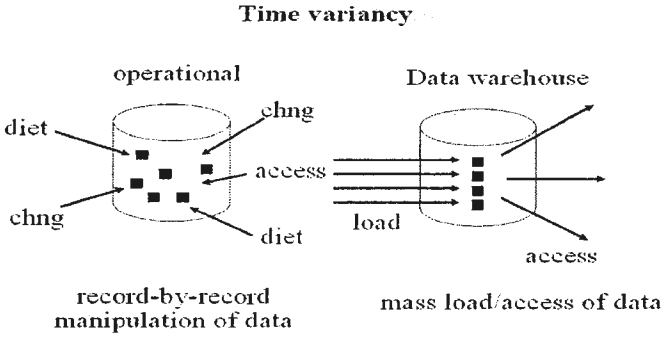
ภาพที่ 2.14 ลักษณะของคลังข้อมูล เก็บข้อมูลโดยมีเวลาเป็นองค์ประกอบ

คลังข้อมูลมีการเก็บข้อมูลในอดีตโดยจะเป็นการจัดเก็บเป็นระยะเวลานานหลายปี ประกอบด้วยเวลาเป็นแกนหนึ่งเสมอ คือ จะต้องมีองค์ประกอบของเวลาเข้ามารวมด้วยต่างจากโครงสร้างระบบกิจกรรมประจำวัน ที่เก็บข้อมูลซึ่งผ่านไปได้ไม่นาน โดยไม่จำเป็นต้องมีเวลาเป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น วัน สัปดาห์ หรือเดือน ที่ผ่านมา เป็นต้น การจัดเก็บข้อมูลในอดีตนั้นก็เพื่อช่วยในการตัดสินใจสามารถพยากรณ์แนวโน้มเปรียบเทียบส่วนต่างระหว่างข้อมูลเก่ากับข้อมูลใหม่มีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น ยอดผู้ใช้บริการในโรงพยาบาลเมื่อเดือนตุลาคม 2547 กับเดือนตุลาคม 2548 และความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีตกับอนาคต โดย Inmon [8] อธิบายว่า "ข้อมูลที่อยู่ในคลังข้อมูลต้องเป็นข้อมูลที่มีลักษณะในหลายๆ ช่วงเวลา" อธิบายได้ดังนี้

2.6.3.1 ข้อมูลในคลังข้อมูลโดยทั่วไปจะถูกเก็บไว้ประมาณ 5 ปีขึ้นไป แตกต่างจากระบบฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวันจะเก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 2 หรือ 3 เดือน สาเหตุเนื่องจากความต้องการคำตอบที่รวดเร็วเพื่อใช้งานประจำวัน ซึ่งต้องการบางส่วนของข้อมูลเท่านั้น

2.6.3.2 ข้อมูล ที่ถูกคัดเลือกเก็บไว้ใน คลังข้อมูลจะไม่มี การปรับปรุงข้อมูล (Updated) เนื่องจากมีช่วงเวลาของข้อมูลที่ได้สร้างไว้

2.6.4 ข้อมูลจะไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย (Non volatile) ลักษณะของข้อมูลในคลังข้อมูลจะไม่เปลี่ยนแปลงบ่อยๆ ในขณะที่ข้อมูลในส่วนของข้อมูลกิจกรรมประจำวันจะมีการเข้าถึงและจัดการกับข้อมูลนั้นได้ครั้งละ 1 เรคคอร์ด การปรับปรุงข้อมูลจะเกิดขึ้นที่ตัวข้อมูล แต่ข้อมูลในคลังข้อมูลจะมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างออกไป เนื่องจากข้อมูลจะถูกโหลดเข้ามาและใช้งานโดยการปรับปรุงข้อมูล (การเปลี่ยนแปลงที่ตัวเนื้อข้อมูลจริงๆ) จะไม่เกิดขึ้นภายในคลังข้อมูล



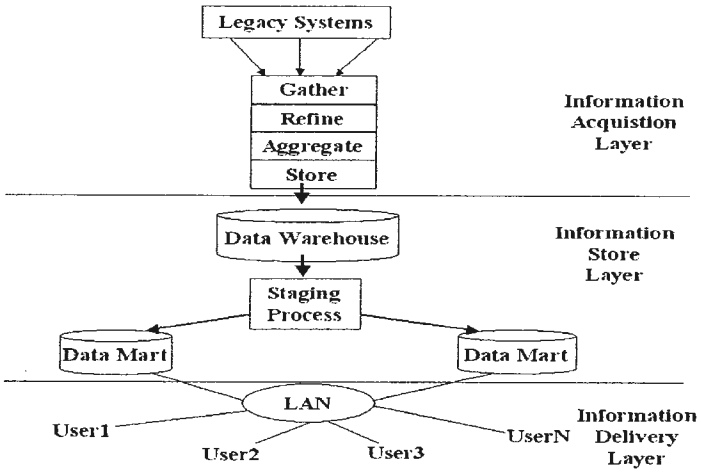
ภาพที่ 2.15 อธิบายลักษณะข้อมูลจะไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย (Non volatile)

จากคุณลักษณะเฉพาะของคลังข้อมูล ทำให้สามารถอธิบายคลังข้อมูลที่ใช้ในการแพทย์ (Medical Data Warehouse) ได้ว่า เป็นวิธีการที่รวมสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลทางการแพทย์แหล่งเดียวกันหรือที่แตกต่างกัน Kerkri [4] ได้กล่าวว่า "คลังข้อมูลทางการแพทย์นั้นเป็นการกำหนดโครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล เพื่อให้ได้สารสนเทศในการรักษาผู้ป่วยซึ่งสารสนเทศที่ได้อาจมาจากการรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ในแต่ละระดับที่เหมือน หรือแตกต่างกัน สารสนเทศเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการรักษาและปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรค และนำมาซึ่งกระบวนการตัดสินใจในการรักษาของแพทย์ นอกจากนี้ สารสนเทศที่เก็บในคลังข้อมูลนั้นยังสามารถใช้สำหรับการศึกษาด้านระบาดวิทยา และเศรษฐศาสตร์สาธารณสุขได้อีกด้วย"

ดังนั้น การได้มาซึ่งสารสนเทศที่ดีและมีประสิทธิภาพจากคลังข้อมูล จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการวางโครงสร้างคลังข้อมูลนำไปสู่ความสามารถในการพยากรณ์คำตอบ นั่นคือ จะต้องมีสถาปัตยกรรมที่ผสมผสาน (Manipulation) รวบรวม (Gethering) และแสดงผล (Presentation) ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2.7 สถาปัตยกรรมคลังข้อมูล (Data Warehouse Architecture : DWA)

ผลงานการวิจัยของ Barker [4] ได้อธิบายถึงการทำงานร่วมกันระหว่างคลังข้อมูลและฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน เรียกว่า สถาปัตยกรรมคลังข้อมูลแบบ 3 ชั้น (Generic Three-tier Data Warehouse) ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 สถาปัตยกรรม Generic three-tier Data Warehouse By Barker

สถาปัตยกรรมดังกล่าวถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

2.7.1 ชั้นที่ 1 : ชั้นรับข้อมูล (Information Acquistion Layer)

ชั้นนี้ ทำหน้าที่นำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ขององค์กร เช่น ระบบข้อมูลเก่า (Legacy System) ระบบทรานแซ็คชั่น (Transactional Systems) แหล่งข้อมูลภายนอก (External Source) เข้ามาสู่พื้นที่จัดเก็บโดยมีการรวบรวมคัดแยกหรือกระบวนการปรับรูปแบบข้อมูล Watson [4] อธิบายไว้เพิ่มเติมว่า "ในช่วงเวลานานหลายปีที่ผ่านมา องค์กรได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ให้สามารถสนับสนุนกระบวนงานต่างๆ โปรแกรมเหล่านี้ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา COBOL (Common Business Oriented Language), Clipper และใช้มาจนถึงปัจจุบัน แต่โปรแกรมสำเร็จรูปหลายตัว จัดทำเอกสารการใช้งานรวมถึงเอกสาร ของระบบได้ไม่สมบูรณ์และดีพอรวมถึงการตั้งชื่อตารางข้อมูล (Table)และชื่อแอทริบิวต์ไม่สื่อความหมาย ก่อให้เกิดความสับสนในการศึกษาและในไปใช้งาน ทั้งนี้ส่งผลให้การพัฒนาให้สามารถเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจทำได้ยาก และถึงแม้ว่าจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ก็จะทำให้เกิดปัญหาด้านประสิทธิภาพของระบบ เพราะจะทำให้การประมวลผลข้อมูลช้าลงไปด้วย เนื่องจากบ่อยครั้งแหล่งข้อมูลถูกใช้ในระบบอุปกรณ์ (Hardware) โปรแกรมสำเร็จรูป(Software) และเครือข่าย(Network) หรือแบบจำลองข้อมูลที่มีการจัดเก็บข้อมูลแตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็น

จะต้องมีกระบวนการคัดแยก (Extraction) ปรับเปลี่ยนรูปแบบ (Transformation) และนำเข้าข้อมูล (Loading) ให้ข้อมูลมีรูปแบบเหมือนกัน เรียกกระบวนการของนี้ว่า กระบวนการ Extraction Transformation and Loading : ETL กระบวนการนี้เป็นการเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งในและนอกองค์กรเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับเป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ และทำการแทนข้อมูลเหล่านี้ในฐานข้อมูลที่ได้สร้างเตรียมไว้ไม่ว่าจะเป็น Oracle, My SQL Server 2000 หรือ Microsoft Access โดย Watson [4] ได้อธิบายกระบวนการ ETL เพิ่มเติมว่า "เปรียบเสมือนกับการทำงานของท่อน้ำเพื่อส่งเข้าไปในคลังข้อมูล ซึ่งมีทั้งที่ความสกปรก (Dirty) ซับซ้อน (Complex) ใช้เวลานาน และมีราคาแพง นอกจากนั้นความล้มเหลวของโครงการสร้างคลังข้อมูลเป็นเพราะความไม่เหมาะสมของกระบวนการ ETL ที่ไม่สามารถแทนข้อมูลลงในคลังข้อมูลได้ ทั้งยังมีปัญหากับแหล่งข้อมูลที่มาจากแหล่งต่างๆ ทั้งยังขาดแคลนเทคโนโลยีที่ดีพอและผู้เชี่ยวชาญด้านคลังข้อมูลอีกด้วย" ซึ่งกระบวนการที่ได้มาของซอฟต์แวร์ประเภท ETL นี้แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ [10]

2.7.1.1 การเขียนโปรแกรมขึ้นเองโดยผู้ชำนาญการ (In house Technical Skills) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีความสามารถในกระบวนการ ETL โดยอาจจะเป็นการใช้ภาษาสอบถามข้อมูลเชิงโครงสร้าง (Structure Query Language : SQL) ที่มีในโปรแกรมสำเร็จรูปนั้นๆ

2.7.1.2 จัดหาโปรแกรมสำเร็จรูป (Software) ที่มีความสามารถในกระบวนการ ETL ซึ่งสามารถหาซื้อได้จากผู้ขายที่เน้นโปแกรมสำเร็จรูปด้านฐานข้อมูล เช่น IBM, Teradata, Oracle หรือ Microsoft Data Transformation Service เป็นต้น

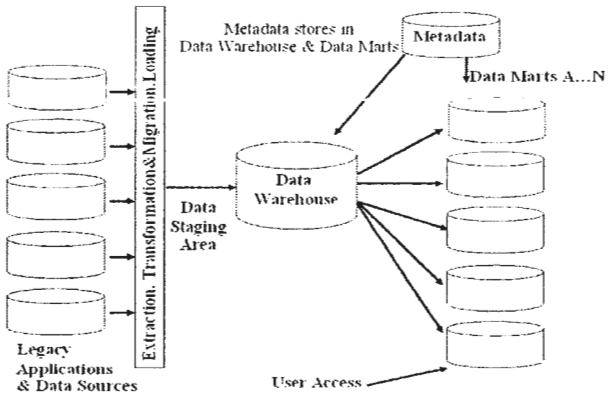
2.7.2 ชั้นที่ 2 : ชั้นเก็บข้อมูล (Information Store Layer)

ชั้นนี้ ทำหน้าที่ใช้จัดเก็บข้อมูล โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ ETL เข้าสู่คลังข้อมูล โดยมีการจำแนกข้อมูลเข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อยหรือดาต้ามาร์ท(Data Mart)

2.7.3 ชั้นที่ 3 : ชั้นส่งข้อมูล (Information Delivery Layer)

ชั้นนี้ ทำหน้าที่เตรียมข้อมูลที่เป็นสารสนเทศให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลในระบบเครือข่ายภายใน (Local Area Network : LAN) โดยใช้คำสั่งแบบสอบถามข้อมูล

2.8 สถาปัตยกรรมแบบบนลงล่าง (Top-Down Architecture หรือ Inmon Architecture) [12]

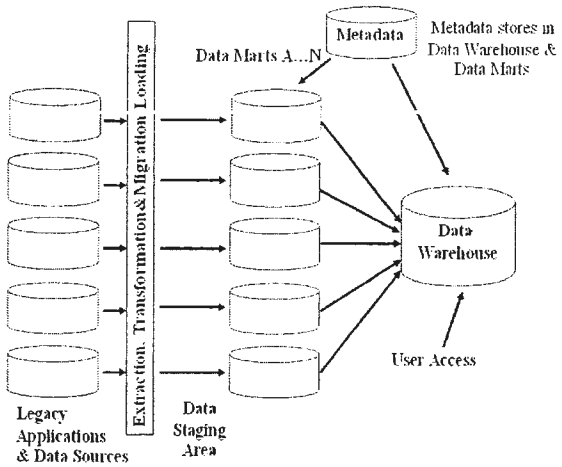


ภาพที่ 2.17 สถาปัตยกรรมแบบบนลงล่าง
(Top-Down Architecture หรือ Inmon Architecture)

สถาปัตยกรรมดังกล่าวถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Bill Inmon ในปี ค.ศ. 1997 โดยขั้นแรกเป็นการทำงานของกระบวนการ ETL จากระบบข้อมูลเก่า (Legacy System) หรือแหล่งข้อมูลภายนอก (External Data Source) เข้าไปสู่ส่วนของพื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Staging Area) หลังจากนั้นข้อมูลที่ต้องการและเมตะดาต้าจะถูกนำเข้าข้อมูล (Loading ไปยังส่วนของคลังข้อมูล ในคลังข้อมูลจะมีส่วนประกอบดาต้ามาร์ท ซึ่งจัดเก็บข้อมูลแยกเป็นแต่ละสายงานขององค์กร ตัวอย่างเช่น ดาต้ามาร์ท A เก็บเฉพาะข้อมูลบุคลากร ดาต้ามาร์ท B เก็บเฉพาะข้อมูลการวินิจฉัยโรค ดาต้ามาร์ท C เก็บเฉพาะข้อมูลด้านการเงิน เป็นต้น โดยในสถาปัตยกรรมนี้คลังข้อมูลจะถูกสร้างเพื่อเก็บข้อมูลที่เป็นอะตอมมิก (Atomic) และรายละเอียดข้อมูลในอดีต ในขณะเดียวกันดาต้ามาร์ทจะถูกสร้างเพื่อเก็บผลสรุปข้อมูล และเมตะดาต้าจะใช้สำหรับพรรณนาลักษณะของข้อมูล รูปแบบแหล่งข้อมูลเพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูล

สถาปัตยกรรมแบบบนลงล่างนี้ สามารถใช้แบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Entity - Relationsship Diagram : ERD) ในขณะเดียวกันดาต้ามาร์ทใช้แบบจำลองข้อมูลรูปดาว (Star Data Model) ซึ่งในสถาปัตยกรรมดังกล่าวการรวมกันของข้อมูลระหว่างคลังข้อมูลและดาต้ามาร์ทจะเป็นแบบอัตโนมัติ แต่ข้อด้อยที่พบ คือ การทดสอบทำได้ยาก เนื่องจากการกำหนดส่วนประกอบต่างๆ ของคลังข้อมูล ตัวอย่างเช่น เอนทิตี้ ไดเมนชั่น ใช้ระยะเวลานาน และข้อมูลที่นำเข้าสู่คลังข้อมูลมีขนาดใหญ่ทำให้การตรวจสอบทำได้ไม่ดีพอ ที่สำคัญไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริหารองค์กรในระดับนโยบาย

2.9 สถาปัตยกรรมแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up Architecture หรือ Kimball Architecture) [12]



ภาพที่ 2.18 สถาปัตยกรรมแบบล่างขึ้นบน

(Bottom-Up Architecture หรือ Kimball Architecture)

สถาปัตยกรรมคลังข้อมูลแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up Architecture) ซึ่งถูกเสนอขึ้นเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างคลังข้อมูล โดย Ralp Kimball เมื่อปี ค.ศ. 1998 เป็นการแก้ไขข้อด้อยของสถาปัตยกรรมแบบบนลงล่าง หลักการพื้นฐานของสถาปัตยกรรมดังกล่าวนี้ ใช้วิธีเพิ่มโครงสร้างของคลังข้อมูลเพื่อให้มองเห็นภาพการรวมข้อมูลชัดเจนมากขึ้น โดยกระบวนการเริ่มต้นด้วยการสร้างดาต้ามาร์ท 1 หรือมากกว่า รวมถึงพื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Staging Area) เพื่อแยกเก็บข้อมูลเฉพาะในแต่ละดาต้ามาร์ทซึ่งปกติแล้วดาต้ามาร์ทจะไม่ใช้แบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ แต่จะใช้แบบสถาปัตยกรรมดาต้ามาร์ทแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Data Mart Architecture หรือ Independent Data Mart) ในการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและในสถาปัตยกรรมแบบล่างขึ้นบนนี้ดาต้ามาร์ทจะถูกใช้เก็บผลสรุปข้อมูลซึ่งจะทำให้ข้อมูลหมุนเวียนและถ่ายเทข้อมูลได้เร็วขึ้น ทำให้ตรวจสอบข้อมูลก่อนเข้าสู่คลังข้อมูลทำได้รวดเร็วและง่ายมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลจะถูกแยกออกตามแต่ละสายงานทำให้ปริมาณของข้อมูลลดลง แต่สถาปัตยกรรมแบบบนลงล่าง ดาต้ามาร์ทจะถูกใช้เก็บข้อมูลที่เป็นอะตอมมิก (Atomic) และรายละเอียดข้อมูลรวมถึงข้อมูลในอดีต (Historic Data) Watson [12] ได้กล่าวเพิ่มเติมไว้ว่า "เมื่อการดำเนินงานตามวิธีทั้งสองเสร็จสิ้นลงผลลัพธ์ในการรวมข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในคลังข้อมูล เป็นคลังข้อมูลที่ความสมบูรณ์แบบ หรือเรียกว่า Enterprise Data Warehouse : EDW"

จากสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลดังกล่าว ต่างก็มีข้อเด่น และข้อด้อย ของแต่ละแบบ ดังนั้น การที่จะเลือกใช้สถาปัตยกรรมแบบใดนั้น ควรคำนึงถึงลักษณะของข้อมูลหรือสารสนเทศที่ต้องการ และวงจรในการพัฒนาคลังข้อมูล เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิของข้อมูลหรือสารสนเทศ

2.9.1 วงจรการพัฒนาคลังข้อมูล (Data Warehouse Life Cycle)

คลังข้อมูลนั้นถูกสร้างขึ้นจากสภาวะแวดล้อมการทำงานประจำวันซึ่งใช้ขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า Software Development Life Cycle : SDLC เพื่อให้ทราบความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำมาซึ่งระบบช่วยตัดสินใจ โดยมักเริ่มจากขั้นตอนการสำรวจความต้องการ วิเคราะห์กระบวนการ ออกแบบ เขียนโปรแกรม บำรุงรักษา และการทดสอบการใช้งาน สามารถสรุปวงจรการพัฒนาคลังข้อมูลได้ดังนี้ [4]

2.9.1.1 การกำหนดแหล่งข้อมูล (Define data sources)

2.9.1.2 การคัดแยก ปรับรูปแบบ การสกัดข้อมูลที่ไม่ต้องการ (Extract - Transform Clean data)

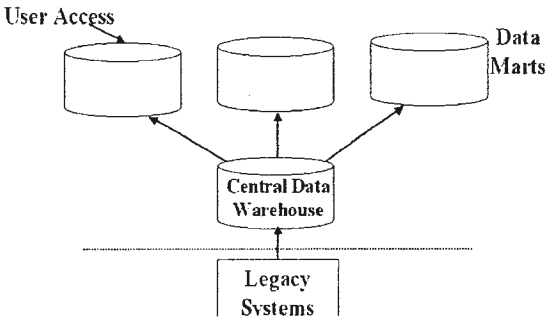
2.9.1.3 การสร้างแบบจำลองข้อมูลและการออกแบบคลังข้อมูลทางกายภาพ (Create a data model & physical design of the data warehouse)

2.9.1.4 การเลือกเทคโนโลยีฐานข้อมูล ฮาร์ดแวร์หรือระบบปฏิบัติการสำหรับคลังข้อมูล (Choose database)

2.10 ชุดคลังข้อมูลย่อยหรือดาต้ามาร์ท (Data Mart)

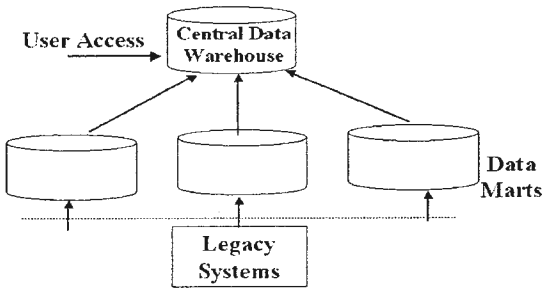
Watson [4] กล่าวว่า ดาต้ามาร์ทเป็นกลยุทธที่เรียกว่า "Start small Think big" มีความคล้ายกับคลังข้อมูล เพียงแต่ดาต้ามาร์ทมีขนาดเล็กกว่า และเก็บข้อมูลได้จำนวนจำกัดตามขนาดพื้นที่ในหัวข้อที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งเริ่มต้นด้วยความต้องการข้อมูล เฉพาะสายงานใดสายงานหนึ่งขององค์กร จากส่วนประกอบต่างๆ ที่ทำให้คลังข้อมูลมีโครงสร้างมีความซับซ้อน ส่งผลให้การสร้างคลังข้อมูลต้องใช้เวลานานและงบประมาณที่สูง แต่วัตถุประสงค์ของการสร้างคลังข้อมูลที่มีงบประมาณจำกัดและต้องสามารถทดสอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในระยะเวลาอันสั้นจึงได้ประยุกต์ใช้โครงสร้างที่เปรียบเสมือนคลังข้อมูลย่อยหรือที่เรียกว่า ดาต้ามาร์ท (Data Mart) เกิดขึ้น Domenic [4] ได้ให้คำจำกัดความของดาต้ามาร์ทว่า "ดาต้ามาร์ท คือ ระบบที่จะสนองตอบต่อความต้องการใช้ข้อมูลของแผนกและโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ในองค์กร" และ Inmon [12] อธิบายเพิ่มเติมว่า "ดาต้ามาร์ทมีลักษณะเป็นชุดคลังข้อมูลย่อยที่จัดเก็บข้อมูลในสายงานใดสายงานหนึ่งหรือหลายๆ สายงานขององค์กร ซึ่งตามปกติแล้วจะจำแนกประเภทของการเก็บข้อมูลตามความต้องการของแผนกนั้นๆ (Departmental Data Marts)"

ในการจำลองรูปแบบสถาปัตยกรรมทำงานของดาต้ามาร์ท มีอยู่ด้วยกันหลายแบบที่แตกต่างกันสถาปัตยกรรม ที่ใช้ในครั้งแรกนั้นเป็นสถาปัตยกรรมที่ดาต้ามาร์ทถูกพัฒนามาจากคลังข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง (Central Data Warehouse) เพื่อกระจายข้อมูลให้กับดาต้ามาร์ท โดยดาต้ามาร์ทถูกสร้างขึ้นพร้อมกับการดัดแยกหรือถ่ายโอนข้อมูลจากคลังข้อมูล เรียกลักษณะสถาปัตยกรรมนี้ว่า สถาปัตยกรรมดาต้ามาร์ทแบบบนลงล่าง (Top-Down Data Mart Architecture หรือ Dependent Data Mart) ตามภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 สถาปัตยกรรมดาต้ามาร์ทแบบบนลงล่าง

(Top-Down Data Mart Architecture หรือ Dependent Data Mart)



ภาพที่ 2.20 สถาปัตยกรรมดาต้ามาร์ทแบบล่างขึ้นบน

(Bottom-Up Data Mart Architecture หรือ Independent Data Mart)

สถาปัตยกรรมแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Architecture หรือ Independent Data Mart) ในสถาปัตยกรรมนี้ข้อมูลที่ได้รับมาจากแหล่งข้อมูลเก่า (Legacy System)โดยได้สร้างดาต้ามาร์ทเป็นส่วนแรกของสถาปัตยกรรม ทั้งนี้เพื่อรองรับ ตรวจสอบความถูกต้องและทำข้อมูลให้สะอาด (Clean Out) เช่น การลดความซ้ำซ้อน การปรับเปลี่ยนรูปแบบ ในดาต้ามาร์ทก่อนที่จะนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล โดยปัจจัยที่กำหนดให้ดาต้ามาร์ทแตกต่างจากคลังข้อมูล ดังนี้

2.10.1 สนองตอบเฉพาะสายงานใดสายงานหนึ่ง (Can be Personalized) ดาต้ามาร์ท สนองตอบต่อความต้องการข้อมูล เฉพาะแผนกบางแผนกหรือกลุ่มของผู้ใช้บางกลุ่มเท่านั้น

2.10.2 บรรจุปริมาณข้อมูลขนาดเล็ก (Hold Smaller Volume of Data) จากเหตุผลที่ดาต้ามาร์ทสนองตอบเฉพาะสายงานใดสายงานหนึ่งเท่านั้น ส่งผลให้การจัดเก็บข้อมูลใช้พื้นที่ขนาดเล็ก

2.10.3 เปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ง่าย (Volatile) ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงข้อมูลได้โดยตรงจากดาต้ามาร์ท ซึ่งแตกต่างจากดาต้าแวร์เฮ้าส์ที่ผู้ใช้ทำได้เพียงการเพิ่มข้อมูลเท่านั้น

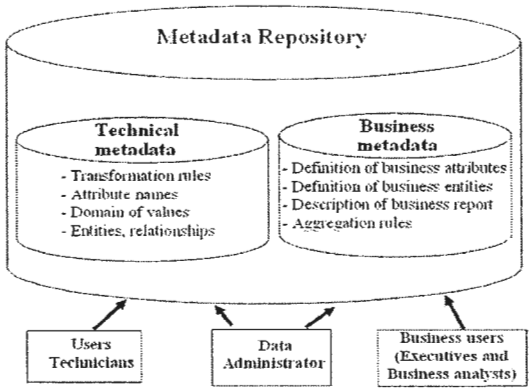
2.10.4 ข้อมูลสรุป (Summarized Data) ดาต้ามาร์ทปกติแล้วจะไม่เก็บข้อมูลที่เป็นรายละเอียด แต่ส่วนมากจะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นผลสรุปข้อมูล

2.11 เมตะดาต้า (Meta Data)

เมตะดาต้า (Meta Data) [13] คือ คำอธิบายข้อมูลหรือหมายถึงข้อมูลที่บอกรายละเอียดของข้อมูล (Data about Data) โดย Dublin Core เป็นองค์กรผู้ริเริ่มการกำหนดมาตรฐานเมตะดาต้าและส่งเสริมให้วงการสารสนเทศหันมาร่วมมือกัน ในการพัฒนาเกณฑ์สากลเพื่อสร้างมาตรฐานสารสนเทศอิเล็คทรอนิกส์ โดยเน้นการพัฒนาศัพท์วิชาการเมตะดาต้าสำหรับพรรณาสารสนเทศ ซึ่งเริ่มพัฒนาระหว่างปี ค.ศ. 1995 ถึง 1996 เพื่อใช้เป็นมาตรฐานสารสนเทศอิเล็คทรอนิกส์ สำหรับห้องสมุด หน่วยงานภาครัฐ และสำนักพิมพ์ในการเผยแพร่สารสนเทศผ่าน ระบบออนไลน์ เพื่อนำไปสู่การสืบค้นอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว Inmon [12] อธิบายว่า "เมตะดาต้าเป็นส่วนประกอบ ทำหน้าที่คล้ายกับระบบประสาทของคลังข้อมูล ถ้าปราศจากเมตะดาต้าแล้วคลังข้อมูลและส่วนประกอบต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันภายในสภาวะแวดล้อมคลังข้อมูลจะไม่สามารถทำงานสัมพันธ์กันได้" ในสภาวะแวดล้อมของข้อมูลกิจกรรมประจำวัน ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลผ่านทางจอภาพและแบบฟอร์ม โดยไม่จำเป็นต้องรู้ถึงวิธีการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล โดยเมตะดาต้าจะทำงานหลังจากการประมวลผลข้อมูลเสร็จสิ้นลง และปกติจะมีข้อมูลของระบบที่สำคัญบางส่วนเกิดขึ้นซึ่ง "เมตะดาต้ามีลักษณะเป็นแฟ้มข้อมูลเดียวช่วยในระบบสนับสนุนการตัดสินใจทำให้นักวิเคราะห์ระบบสามารถค้นหาข้อมูลส่วนประกอบต่างๆ ของคลังข้อมูลจากเมตะดาต้าได้"

นอกจากนั้นเมตะดาต้ายังเก็บข้อมูลโครงสร้าง ซึ่งเป็นที่ต้องการของโปรแกรมเมอร์ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองข้อมูล และอธิบายถึงการคัดแยก ควบคุมการเข้าถึงข้อมูล David [12] กล่าวว่า เมตะดาต้า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ Technical Metadata ใช้สำหรับพัฒนาและบำรุงรักษา และ Business Metadata ใช้สำหรับผู้ใช้นักวิเคราะห์ระบบของธุรกิจ ซึ่งรวมถึง Core Metadata ซึ่งถูกใช้โดยฐานข้อมูลและผู้ดูแลระบบข้อมูล Technical Metadata

จะทำให้นักพัฒนาระบบและผู้ดูแลฐานข้อมูล ทราบถึงวิธีการทำงานที่จะได้มาของข้อมูล ความสัมพันธ์ และรายละเอียดที่อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ชื่อแอทริบิวต์ (Attributes names) ประเภทข้อมูล(Data types) แหล่งที่มาของข้อมูล วิธีการคัดแยก และการปรับเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล (Transformation) เป็นต้น Business Metadata จะทำให้ทราบถึงรายละเอียดของแอทริบิวต์ เอนทิตี้ รายงานทางธุรกิจ และกฎการรวมค่าข้อมูล



ภาพที่ 2.21 แสดงประเภทต่าง ๆ ของ เมตะดาต้า

2.12 ข้อดีและข้อเสียของคลังข้อมูล (Data Warehousing Advantage and Disadvantages)

Sakaguchi และ Frolik [4] ดำเนินการสำรวจบทความวิจัยในหัวข้อดาต้าแวร์เฮ้าส์ ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาในขณะที่ดำเนินการพัฒนาดาต้าแวร์เฮ้าส์ ทั้งหมด 456 ฉบับ พอสรุปได้ดังนี้

2.12.1 ข้อดีของดาต้าแวร์เฮ้าส์

2.12.1.1 ความง่ายในการบำรุงรักษา จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 13 (59 ฉบับ) อธิบายถึง ความง่ายของคลังข้อมูล คือ คลังข้อมูลยอมให้ระบบข้อมูลเก่า (Legacy systems) หลายๆ ระบบที่มีลักษณะแตกต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ โดยจัดการรวบรวมข้อมูลเข้าไว้ในที่เก็บเดียวกันและได้ประโยชน์จากสารสนเทศที่จำเป็นต่อการทำงาน ซึ่งคลังข้อมูลสามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นข้อมูลในอดีต (Historical data) และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความต้องการต้องการขององค์กร นอกจากนั้นการบำรุงรักษาคลังข้อมูลจะทำได้ง่าย เพราะข้อมูลถูกนำมารวมไว้ที่ศูนย์กลางที่เดียว

2.12.1.2 คุณภาพข้อมูลที่ดี เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือผลลัพธ์ในการตัดสินใจ ร้อยละ 12 (53 ฉบับ) อธิบายว่า ประโยชน์ในด้านของคุณภาพข้อมูลที่ดี คือ การรวมข้อมูลที่มีหลายรูปแบบให้เป็นรูปแบบเดียวกัน ความถูกต้องและการเขียนเอกสารกำกับรายละเอียดข้อมูลเพื่อปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจซึ่งอาจใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวอย่างเช่น การประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ หรือ ดาต้าไมน์นิ่ง (Data Mining) เป็นต้น เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือผลลัพธ์ในการตัดสินใจ

2.12.1.3 ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ร้อยละ 11 (48 ฉบับ) อธิบายว่า ด้วยเหตุที่คลังข้อมูลอนุญาติให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการด้วยตัวของผู้ใช้เอง จากการทำงานของกระบวนการค้นหาข้อมูล ทำให้สามารถคัดแยกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการได้โดยข้อมูลที่จะถูกเก็บไว้ในที่เดียว ทำให้เวลาในการค้นหาและตอบสนองต่อความต้องการลดลง

2.12.1.4 ง่ายในการใช้ ร้อยละ 10 (57 ฉบับ) อธิบายว่า คลังข้อมูลมีความง่ายในการใช้ (Easy to use) เนื่องจากแบบสอบถามข้อมูล (Queries) จากผู้ใช้ สามารถเข้าถึงข้อมูลขององค์กรได้ง่ายจากแบบสอบถามข้อมูลโดยไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันทำงานช้าลง ซึ่งเป็นการนำข้อมูลกิจกรรมประจำวัน โอนย้ายเข้าสู่ฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวัน ซึ่งจะไม่ส่งผลต่อการทำงานของคลังข้อมูล ทำให้คลังข้อมูลสามารถตอบสนองแบบสอบถามข้อมูลเพื่อการตัดสินใจอย่างทันทีทันใด (Adhoc) ทันเวลาและเน้นเป้าหมายไปที่ผู้ใช้โดยตรง

2.12.1.5 ประโยชน์ในการแข่งขัน (Gives Competitive Advantage) ร้อยละ 6 (26 ฉบับ) อธิบายว่า คลังข้อมูลมีการบริหารจัดการที่ดีกว่าฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวัน และเป็นแหล่งความรู้ (Knowledge) ที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กร นำไปช่วยธุรกิจให้มีความสามารถในด้านการแข่งขัน เช่น สามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจในความต้องการของลูกค้า และภาวะความต้องการสินค้าของตลาดซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จากประโยชน์นี้เองนำมาซึ่งการบริหารจัดการงบประมาณอย่างเหมาะสม

2.12.1.6 รวมข้อมูลในแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ร้อยละ 3 (15 ฉบับ) อธิบายว่า คลังข้อมูลเป็นการนำเอาสารสนเทศที่มีอยู่ จากฐานข้อมูลที่แยกส่วนและกระจัดกระจายกันอยู่ให้อยู่ที่เดียวกันในองค์กร นำมาสู่ประสิทธิภาพในการใช้สารสนเทศที่ดีโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ประเภทมิดเดิล-แวร์ (Middle ware) ซึ่งทำหน้าที่ เชื่อมต่อแหล่งข้อมูลที่กระจัดกระจายกันอยู่เพื่อถ่ายโอนข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล ตัวอย่างเช่น เครื่องมือที่ชื่อว่า Open Database Connectivity: ODBC, Data Transformation Service: DTS เป็นต้น

2.12.1.7 มีการจัดการเพื่อถ่ายโอนสารสนเทศ ร้อยละ 3 (13 ฉบับ) อธิบายว่า คลังข้อมูลเป็นฐานข้อมูลที่บรรจุข้อมูลขนาดใหญ่ จากแหล่งข้อมูลกิจกรรมประจำวันตามสายงานต่างๆ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องบริหารจัดการถ่ายโอนหรือเคลื่อนที่ของสารสนเทศ

เพื่อใช้ในการตัดสินใจ มากกว่าที่จะเป็นที่สะสมข้อมูลเพื่อสนองตอบต่อความต้องการทางธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

2.12.1.8 ประสิทธิภาพในการประมวลผลที่แข็งแกร่ง ร้อยละ 2 (7 ฉบับ) อธิบายว่า คลังข้อมูลยอมให้ผู้ใช้สามารถระบุถึงข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันได้ โดยไม่มีผลกระทบกับการทำงานของฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน รวมถึงประเภทของกิจกรรมต่างๆในองค์กร ซึ่งการประมวลผลก็ยังคงมีความต่อเนื่องไม่เกิดการขัดจังหวะ(Interupt) ส่งผลให้สามารถสร้างสารสนเทศที่ตัดสินใจได้อย่างทันเวลา (Real-Time) และส่งผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้ ด้วยประสิทธิภาพในการประมวลผลที่ดีและรวดเร็วของหน่วยประมวลผล

2.12.1.9 โครงสร้างพื้นฐานคอมพิวเตอร์ ร้อยละ 2 (7 ฉบับ) อธิบายว่า คลังข้อมูลจะช่วยให้องค์กร สร้างพื้นฐานโครงสร้างคอมพิวเตอร์ที่สามารถสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงระบบคอมพิวเตอร์และโครงสร้างขององค์กรหรือธุรกิจในอนาคตได้

2.12.1.10 ความปลอดภัย ร้อยละ 2 (7 ฉบับ) อธิบายเกี่ยวกับหัวข้อนี้ว่า ในความจริงแล้วเครื่องลูกข่ายของคลังข้อมูลนั้น ไม่สามารถใช้แบบสอบถามข้อมูล(Query) เข้าถึงผลลัพธ์ข้อมูลได้โดยตรงซึ่งจำเป็นที่จะต้องได้รับรหัสผ่านและสิทธิการใช้งานในการเข้าถึงข้อมูล เป็นการบ่งบอกถึงการรักษาความปลอดภัย

2.12.2 ข้อเสียของดาต้าแวร์เฮ้าส์

2.12.2.1 ความซับซ้อนและการคาดการณ์อนาคตในการพัฒนา (Complexity and anticipation in development) ร้อยละ 11 (48 ฉบับ) อธิบายว่า ความซับซ้อนของโครงสร้างและการออกแบบคลังข้อมูลนั้นเป็นปัญหาสำคัญในการพัฒนา เนื่องจากสารสนเทศตามแผนกต่างๆ นั้นถูกเก็บไว้อยู่ในหลายๆ ที่ จึงต้องสร้างที่เก็บสารสนเทศไว้ที่เดียวกันเพราะสารสนเทศในแต่ละคลังข้อมูลนั้นถูกสร้างขึ้น จากสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลที่แตกต่างกันระกอบการเตรียมความพร้อมของสารสนเทศนั้น ก็จะต้องเกิดจากความต้องการของแต่ละแผนก ดังนั้น ผู้พัฒนาจะต้องทำให้สถาปัตยกรรมต่างๆ ข้างต้นสามารถทำงานและแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างกันได้ ซึ่งจำเป็นที่ต้องมีการกำหนดนิยาม และวิธีการเคลื่อนที่ของสารสนเทศ รวมทั้งจะต้องเลือกคอมพิวเตอร์ (Computer) และโปรแกรมสำเร็จรูป (Software) ที่ดีเพื่อให้สามารถทำงานสอดคล้องกันอย่างเหมาะสมอีกด้วย โครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล นั้นจำเป็นที่จะต้องออกแบบ เพื่อให้สามารถคาดการณ์ถึงความต้องการสารสนเทศที่จะต้องใช้ในอนาคต นักพัฒนาจะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางธุรกิจ ศักยภาพการแข่งขัน อุปกรณ์และโปรแกรมสำเร็จรูปที่ต้องใช้ในองค์กรด้วย จึงสรุปได้ว่า คลังข้อมูลเป็นการพัฒนาฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งจำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในด้านคลังข้อมูล

2.12.2.2 การสร้างคลังข้อมูลใช้เวลานาน (Takes time to build) ร้อยละ 7 (32 ฉบับ) ชี้ให้เห็นว่าในการสร้างคลังข้อมูลนั้น ใช้เวลานานในการสร้างประมาณ 2 ถึง 3 ปี ซึ่งในสถานการณ์ที่ผู้บริหารโครงการและทีมงานหรือนักพัฒนาคลังข้อมูล ยังขาดประสบการณ์อาจจะต้องใช้เวลานานกว่าปกติในการทำการพัฒนาคลังข้อมูลให้ตรงกับความต้องการ

2.12.2.3 ใช้งบประมาณสูงในการสร้าง (Expensive to build) ร้อยละ 4 (17 ฉบับ) อธิบายว่า การสร้างคลังข้อมูล ต้องใช้งบประมาณในการสร้างประมาณ 2 ถึง 3 เหรียญดอลล่าร์ เหตุผลหนึ่งที่คลังข้อมูลใช้งบประมาณสูงในการสร้าง เนื่องจากข้อมูลจะต้องถูกเคลื่อนย้ายจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันและมีจำนวนมากเข้าสู่คลังข้อมูล ซึ่งบางครั้งต้องใช้กำลังคนแทนโปรแกรมสำเร็จรูป และต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

2.12.2.4 การขาด Application Programming Interface : API (API หมายถึงวิธีการหนึ่งที่ทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์รู้สึกว่า การใช้คอมพิวเตอร์ง่ายขึ้นกว่าเดิม ตัวอย่างเช่น API จะกำหนดขั้นตอนมาตรฐานให้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ทำงานโดยผู้วิธีให้ผู้ใช้เลือกจากรายการคำสั่ง (Menu) หรือตอบคำถามในกรอบสนทนา (Dialog box) แทนที่จะจำคำสั่งอย่างแต่ก่อน เช่น การใช้ระบบวินโดว์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) หรือระบบแมคอินทอชล้วนเป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของการนำเอพีไอมาใช้ ร้อยละ 2 (10 ฉบับ) นำเสนอว่าโปรแกรมสำเร็จรูปด้านคลังข้อมูลนั้นยัง API หรือยังไม่มีมาตรฐานในกระบวนการถ่ายโอนข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล ตัวอย่างเช่น การใช้ API Open Database Connectivity : ODBC ของบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งมีความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเดียวกันหรือแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่า API ODBC จะมีความสามารถดังกล่าวก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในทุกๆ ที่

ในการทบทวนและศึกษาความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลและคลังข้อมูลนั้น ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการจัดการคลังข้อมูลได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการคลังข้อมูลในระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ

2.13 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System)

2.13.1 แนวคิดพื้นฐานและนิยามของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Basic Concepts of Expert System)

แนวคิดพื้นฐานและนิยามของระบบผู้เชี่ยวชาญ มีผู้เขียนที่กล่าวถึงความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ไว้อย่างหลากหลาย พอสรุปได้ ดังนี้

2.13.1.1 ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) [9] หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และสติปัญญาในเรื่องราวหรืองานนั้นเป็นพิเศษ สามารถที่จะให้ข้อเสนอแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.13.1.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) [9] หมายถึง ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการนำเสนอองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อแก้ปัญหาและให้คำแนะนำอย่างเป็นเชิงเหตุและผล หรือเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อันชาญฉลาดที่ใช้องค์ความรู้ และการแปลความเพื่อแก้ปัญหาที่มีความยาก เกินกว่าที่จะแก้ไขเองได้ ซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญในการไขปริศนา หรือ หมายถึง ระบบที่นำเอาองค์ความรู้ของมนุษย์มาจัดเก็บไว้ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญในการไขปริศนาเช่นกัน

2.13.1.3 ระบบผู้เชี่ยวชาญ [14] หมายถึง การที่คนทั่วไปสามารถทำความเข้าใจกฎเบื้องต้นที่ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการเก็บรวบรวมความรู้ ของผู้เชี่ยวชาญในการตอบคำถามได้โดยง่าย ทำการเข้ารหัส และใส่เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งใช้ระบบสารสนเทศที่แก้ปัญหา โดยเก็บรวบรวมความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไว้

2.13.1.4 บุญเจริญ [15] ได้กล่าวไว้ว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อสามารถให้คำปรึกษากับผู้ใช้งานได้เช่นเดียวกับการไปขอคำปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้จริงๆ The British Computer Society's specialist group [16] ให้คำนิยามระบบผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นระบบที่ได้รวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ มาเก็บไว้ในรูปแบบองค์ประกอบภายในฐานความรู้ ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถที่จะแนะนำหรือสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจได้อย่างชาญฉลาด

2.13.1.5 Uri Glas [17] ให้คำนิยามของระบบผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการบันทึกหรือจัดเก็บส่วนต่างๆ ที่ได้จากความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้แก้ไขปัญหา เสมือนหนึ่งเป็นการแก้ปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ

2.13.1.6 Keith Darlington [18] ได้กล่าวถึงระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้จำลองความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ แล้วใช้วิธีการอนุมานหรือสรุปความรู้ในศาสตร์ด้านนั้นๆ เรียกว่า โดเมน (Domain) ซึ่งโดเมน หมายถึง ขอบเขตหรือความรู้เฉพาะสาขาใดสาขาหนึ่ง

2.13.2 คุณลักษณะของผู้เชี่ยวชาญ [9] ระบบผู้เชี่ยวชาญต้องมีคุณลักษณะดังนี้

2.13.2.1 มีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน ระบบต้องมีความสามารถที่จะรองรับและตอบสนองที่เทียบเท่าหรือดีกว่าผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะคุณภาพของข้อเสนอแนะซึ่งผลการประเมินจะต้องอยู่ในระดับที่สูงมาก

2.13.2.2 สามารถตอบสนองได้ทันเวลา ระบบต้องมีขีดความสามารถแสดงเหตุผลเพื่อไปสู่การตัดสินใจได้ดีกว่าผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ อาจทำได้โดยเปรียบเทียบระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับระบบในระยะเวลาที่เหมาะสม

2.13.2.3 เชื่อถือได้ ระบบผู้เชี่ยวชาญต้องน่าเชื่อถือและวางใจได้โดยปราศจากการลำเอียงและอคติ

2.13.2.4 ง่ายต่อการเข้าใจ ในระหว่างการสอบถามระบบต้องสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างเป็นขั้นตอน หากมีข้อสงสัยในคำตอบหรือคำถามที่ได้รับ ผู้ใช้สามารถที่จะสอบถามกลับไปได้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น โดยระบบจะต้องแสดงเหตุผลเพื่อไขข้อกังขาให้แก่ผู้ใช้ได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

2.13.2.5 มีความยืดหยุ่น ระบบผู้เชี่ยวชาญต้องมีขีดความสามารถในการบันทึก จัดเก็บ และรองรับองค์ความรู้ต่างๆ ไว้ได้เป็นจำนวนมาก ตลอดจนสามารถแก้ไขและปรับปรุงองค์ความรู้ภายในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเรียกใช้งานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ

2.13.2.6 สามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ระบบผู้เชี่ยวชาญต้องมีขีดความสามารถในการปรับแต่งโปรแกรม รูปแบบ และรายการต่างๆ เพื่อใช้ในการสอบถามได้ตามความต้องการของผู้ใช้แต่ละราย ทั้งนี้ก็เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน

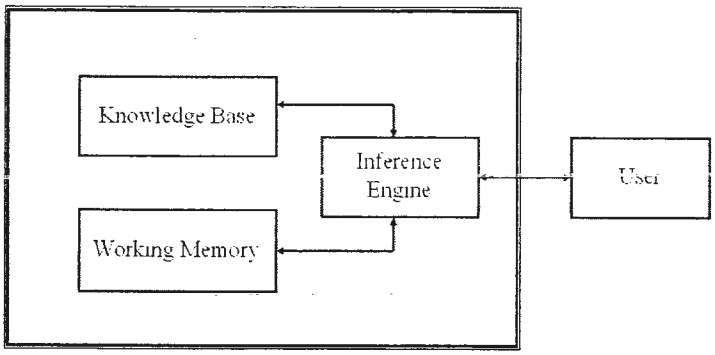
2.13.2.7 เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาแคบๆ [19]

2.13.2.8 เป็นระบบใดๆ โดยเฉพาะ เช่น ระบบการช่วยตั้งหน้ากล้องถ่ายรูป ระบบการตรวจเลือดที่ติดเชื้อ เป็นต้น

2.13.2.9 ฐานความรู้จะได้มาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ เป็นผู้กำหนด

2.13.3 โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems Structure)

การตัดสินใจที่ยุ่งยากและซับซ้อนของมนุษย์นั้น จำเป็นที่จะต้องอาศัยหลักการความรู้(Knowledge) ที่เป็นความจริงและความไม่แน่นอนหรือแบบสุ่มช่วยในการหาคำตอบ เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ก็สามารถใช้ความรู้ในการหาคำตอบ โดยอาศัยหลักการดังกล่าวเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ความรู้ที่มีรูปแบบต่างๆ ที่หลากหลาย ซึ่งจะต้องจัดรูปแบบให้สามารถเข้าถึงและควบคุมได้ง่าย



ภาพที่ 2.22 แสดงแบบจำลองโครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 2.22 แสดงกลไกการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยเริ่มต้นจากผู้ใช้ (User) ได้สอบถามโดยนำข้อเท็จจริง (Facts) หรือสารสนเทศ (Information) เข้าสู่ระบบผู้เชี่ยวชาญจากนั้นก็จะได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญหรือเรื่องที่ชำนาญกลับมาอีกครั้ง โดยภายในจะมีโครงสร้างหลักสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

2.13.3.1 ฐานความรู้ (Knowledge base) หมายถึง แหล่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นฐานในการตัดสินใจของเครื่องคอมพิวเตอร์ ในระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ฐานข้อมูลส่วนมากจะประกอบคำสั่งประเภท ถ้า...(IF) [9] หรือ หมายถึง ส่วนที่ใช้บรรจุองค์ความรู้ ประกอบไปด้วยความจริงและกฎต่างๆ และมีลักษณะในการแก้ปัญหาเฉพาะปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับการรักษาโรคหัวใจ ในฐานความรู้จะประกอบด้วยกฎ (Rules) และข้อเท็จจริง(Facts) ที่เกี่ยวกับเรื่องของการรักษาโรคหัวใจ โดยปกติแล้วระบบผู้เชี่ยวชาญที่ดี จะต้อง-สร้างให้ฐานความรู้ แยกออกจากตัวระบบ เพื่อที่ผู้สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจะใส่ความรู้เพิ่มเติม แก้ไข หรือเปลี่ยนความรู้อื่นได้ในภายหลัง

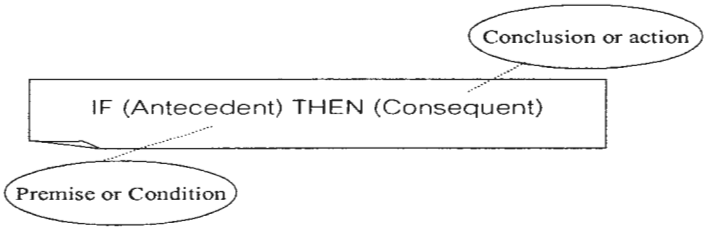
2.13.3.2 หน่วยความจำเพื่อปฏิบัติงาน (Working Memory) หมายถึง พื้นที่หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ป้อนโดยผู้ใช้

2.13.3.3 กลไลการอนุมานหรือสรุปความ (Inference Engine) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โปรแกรมควบคุม (Program Control) หมายถึง เครื่องมือที่ทำหน้าที่คำนวณหาผลลัพธ์จากข้อเท็จจริงและสารสนเทศที่ถูกเก็บไว้ในฐานความรู้ หรือ หมายถึง [5] เครื่องมือที่ทำหน้าที่ในการอนุมานหรือสรุปความ โดยตรวจสอบข้อเท็จจริงและกฎที่มีอยู่ แล้วหาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้หรือเพิ่มข้อเท็จจริงใหม่หรือตัดสินใจเกี่ยวกับลำดับก่อน หลังของการอนุมาน แล้วดำเนินการส่งผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้ต่อ ไปในการที่จะทำเช่นนี้ได้ ระบบจะต้องทำการติดต่อและขอคำปรึกษากับผู้ใช้องค์ประกอบของเครื่องอนุมานนั้น จะประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ

1) ส่วนที่เกี่ยวกับการอนุมาน (Inference) ทำหน้าที่ ค้นหาความรู้ใหม่จากข้อเท็จจริงและกฎที่มีอยู่แล้ว

2) ส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุม (Control) ทำหน้าที่ ควบคุมและจัดลำดับของการอนุมาน ซึ่งในการอนุมาน เครื่องอนุมานจะอาศัยหลักการต่างๆ เช่น การสรุปความโดยใช้กฎ (Rules Based Inference) เป็นต้น

2.13.4 การสรุปความโดยใช้กฎ (Rules Based Inference) [9] คือ เทคนิคที่ใช้สร้างความรู้สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยจะมีการใช้กฎ (Rules) สำหรับสร้างความรู้ ซึ่งจัดเก็บกฎเหล่านี้ไว้ในฐานความรู้เพื่อเรียกใช้ในภายหลัง โดยมีโครงสร้าง ดังนี้



ภาพที่ 2.23 แสดงโครงสร้างกฎ

นอกจากนั้นการอนุมานโดยใช้กฎยังเกี่ยวข้องกับกลไลการค้นหา (Search - Mechanism) อีกด้วย ตัวอย่างเช่นRule 1: IF an international conflict begins. (หากเกิดข้อขัดแย้งระหว่างประเทศ) THEN the price of gold will go up. (ดังนั้น ราคาทองคำจะพุ่งสูงขึ้น)

จากกฎในส่วนของข้อสมมติฐาน (Premise) หรือเงื่อนไข (Condition) หลัง IF an international conflict begins ซึ่งเป็นข้อเท็จจริงที่ได้จัดเก็บไว้ในฐานองค์ความรู้ โดยความหมายแล้วมีค่าเป็นจริง(True) เสมอ ซึ่งสามารถสรุปความ (Conclusion) หลัง THEN the price of gold will go up ได้ค่าความจริงเป็นจริง ซึ่งจะต้องสามารถนำกฎที่ได้ไปใช้ร่วมกับกฎอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ อย่างไรก็ตามจะต้องนำข้อสรุปเหล่านี้มาทำการสืบค้นหรือตรวจสอบเสียก่อน โดยวิธีการทดสอบกฎในส่วนของสมมติฐาน(Premise) และ ข้อสรุป (Conclusion) ด้วยวิธีการจับคู่เทียบ (Matching) หรือ การเปรียบเทียบรูปแบบ (Pattern Matching) ที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันมาเปรียบเทียบกันอีกครั้ง

2.13.4.1 การจับคู่เทียบ (Matching) [20] รูปแบบเงื่อนไขหรือสมมติฐานในกฎอาศัยการจับคู่เทียบโดยนำเอาข้อเท็จจริง (Facts) มาแปลงเป็นกฎ และแทนค่าความจริงด้วยตัวแปร (Variables) เช่น x และ y สำหรับเงื่อนไขและข้อสรุป ตามลำดับ

RULE

IF: x is a horse

x is the parent of y

y is fast

THEN: x is valuable

Comet	is-a	horse
Prancer	is-a	horse
Comet	is-parent-of	Dasher
Comet	is-parent-of	Prancer
Prancer	is	fast
Dasher	is-parent-of	Thunder
Thunder	is	fast
Thunder	is-a	horse

ตัวอย่างการจับคู่เทียบ (Matching)

จากตัวอย่างสามารถแทนค่าข้อเท็จจริงผ่านตัวแปรไว้ในกฎได้ เช่น "Comet is-a horse" จับคู่กับเทียบได้เป็น "x is-a horse" แต่ไม่สามารถแทนค่า "Comet is-a lion" ได้

" x is-a horse "	**" y is fast "**	**"x is a parent of y"**
x = Comet	y = Prancer	x = Comet , y = Dasher
x = Prancer	y = Thunder	x = Comet , y = Prancer
x = Thunder		x = Dasher , y = Thunder
x = Dasher		

ดังนั้นสามารถที่จะเชื่อมเงื่อนไขเข้าสู่กฎเดียวกันได้ เช่น "x = Comet and y = Prancer" , "x = Dasher and y = Thunder" ซึ่ง x คือ Comet and Dasher is horse ในการ matching จะใช้วิธีการทดลองเปรียบเทียบกับทุกๆ กฎในฐานความรู้ ดังนั้นหากฐานความรู้ใหญ่อาจจะทำให้ใช้เวลานาน

ข้อดี ของการสรุปความโดยใช้กฎ

1) มีความเป็นอิสระ (Modularity) สูง เนื่องจากแต่ละกฎมีความสมบูรณ์ในตัวเอง และตัวแปรที่ใช้ก็มีขอบเขตแค่ภายในกฎเท่านั้น ตัวอย่างเช่น If x < y then z = 5 หรือIf x = "money" then advice = "Go to shopping!" เป็นต้น

2) ง่ายต่อการเข้าใจ

3) มีโครงสร้างที่ง่าย

ข้อเสีย

1) ในการจับคู่เปรียบเทียบ (matching) จะใช้วิธีการทดลองเปรียบเทียบกับทุกๆ กฎในฐานความรู้ ดังนั้นหากฐานความรู้ใหญ่ อาจจะทำให้ใช้เวลานาน

2) ยากต่อการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ซึ่งอาจจะมีการบันทึกความรู้ที่ซ้ำซ้อนกันได้ หากไม่มีวิธีการตรวจสอบการซ้ำกันของความรู้ จัดว่าเป็นข้อด้อยที่ต้องแก้ไขเช่น 1 : If x < y then x = 5 2 : If x < y then x = y

2.13.5 เทคนิคการสรุปความ (Inference Techniques) คือ วิธีการได้มาซึ่งองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition) โดยก่อนที่จะนำมาจัดเก็บไว้ใน ฐานองค์ความรู้ (Knowledge Base) จำเป็นต้องมีกระบวนการจัดรูปแบบองค์ความรู้หรือแทนองค์ความรู้ ด้วยวิธีการสร้างรหัสคำสั่ง (Coding) เพื่อจัดเก็บลงในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะแปลผลเพื่อการสรุปความ

ดังนั้น จึงต้องนำเทคนิคการสรุปความ (Inference Techniques) มาประยุกต์ใช้โดยอาศัยกลไลการอนุมาน ซึ่งมีรูปแบบของวิธีการที่แตกต่างกัน ในการสรุปความโดยใช้กฎ (Rule Based) ที่ได้กล่าวถึงข้างต้น จะใช้หลักการของการเปรียบเทียบกฎกับค่าข้อเท็จจริง 2 เทคนิค คือ เทคนิคการอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining) และ การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining)

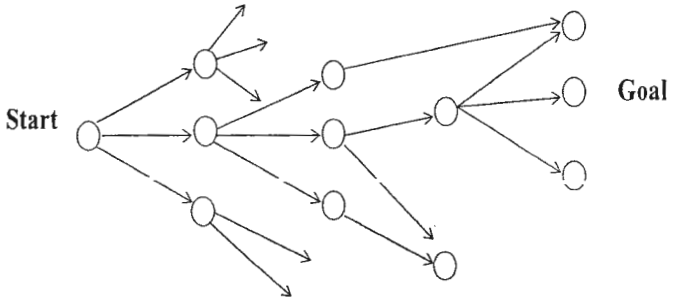
2.13.5.1 การสรุปความแบบย้อนกลับ (Backward Chaining) [10] หมายถึง การสืบค้นข้อมูลเชิงลึก กระบวนการจะเริ่มด้วยการสรุปและตามด้วยการสืบค้นข้อมูล เพื่อนำมาสนับสนุน ตามหลักข้อเท็จจริง [20] หรือ หมายถึงการสรุปความที่มุ่งเน้นความสำคัญที่เป้าหมาย (Goal-Driven Inference) โดยเริ่มต้นจากสิ่งที่คาดหวัง (เป้าหมาย) แล้วค้นหาไปยังหลักฐาน (ปลายทาง) ที่จะบอกได้ว่าเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ ในทำนองเดียวกันระบบคอมพิวเตอร์ก็จะทำการค้นหาโดยเริ่มต้นจากเป้าหมายเช่นกัน แต่ต้องยืนยันได้ว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้นั้นเป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งก่อน แล้วจึงจะพิจารณากฎต่อไปว่าสอดคล้องกับเป้าหมายหรือไม่ ด้วยการตรวจสอบสมมติฐาน (Premise) หรือเงื่อนไข (Condition) ของแต่ละกฎ หากค้นหาไม่พบระบบจะมองหากฎอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไปจนกว่าจะค้นพบหลักฐานที่จะสนับสนุนเป้าหมาย โดยมีรูปแบบการทำงาน คือ IF the current goal is to determine the correct conclusion , THEN the process attempts to determine whether the premise clauses (facts) match the situation. (ถ้าเป้าหมายปัจจุบันคือการระบุความถูกต้องของข้อสรุป) (ดังนั้น กระบวนการนำมาใช้ในการระบุข้อเท็จจริงเป็นไปตามสถานการณ์หรือไม่ IF Conditon/Premise THEN onclusion/Action) จากหลักการดังกล่าวสามารถสรุปคุณลักษณะของการสรุปความแบบย้อนกลับได้ดังนี้

1) เหมาะสำหรับการวินิจฉัยโรค (Diagnosis)
2) เป็นการมองจากปัจจุบันไปยังอดีต (From Present to Past)
3) มีการทำงานเป็นลำดับก่อนและหลังอย่างเป็นขั้นตอน (Goal Driven)
4) ใช้การค้นหาแบบระดับลึกก่อน (Depth-First Search)
5) สามารถช่วยให้อธิบายความได้ง่ายขึ้น (Facillitate Explanation)

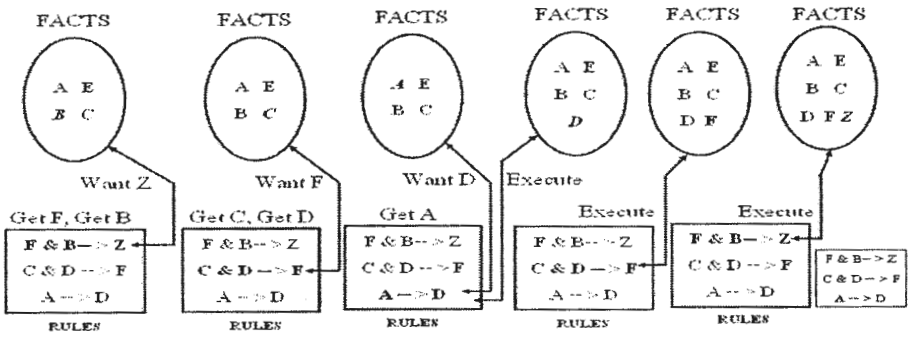
ตัวอย่างการค้นหาแบบสรุปความไปข้างหน้าและย้อนกลับ เช่น กรณีที่ต้องการดินทางโดยสารเครื่องบินจากต้นทางที่จังหวัดเชียงใหม่ไปปลายทางที่อุบลราชธานี (ปลายทาง) แต่ไม่มีเที่ยวบินที่บินตรงระหว่างจังหวัดทั้งสอง ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องค้นหาเส้นทางบินระหว่างต้นทางกับปลายทาง สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

- หากเริ่มปลายทาง ณ จังหวัดอุบลราชธานี (เป้าหมาย) และทำการค้นหาจนกว่าจะพบเที่ยวที่จะบินไปถึงจังหวัดเชียงใหม่ (ปลายทาง) เรียกวิธีการนี้ว่า การสรุปความแบบย้อนกลับ และหากเริ่มต้นทาง ณ จังหวัดเชียงใหม่ (ต้นทาง) และทำการค้นหาจนกว่าจะพบเที่ยวบินที่จะบินไปยังจังหวัดอุบลราชธานี (เป้าหมาย) เรียกวิธีการนี้ว่า การสรุปความแบบไปข้างหน้า

จากตัวอย่าง แสดงให้เห็นถึงวิธีการค้นหาเพื่อสรุปความทั้งที่เป็นแบบไปข้างหน้าหรือแบบย้อนกลับ สามารถใช้การค้นหาแบบไบล์ด (Blind Search) หรือ ฮอริสติก (Heuristic Search) มาประกอบในการค้นหาเพื่อเพิ่มความรวดเร็วและประสิทธิภาพในการค้นหา เช่น กรณีที่เป็นการสรุปความแบบย้อนกลับ อาจตรวจสอบดูเส้นทางบิน ค่าใช้จ่าย ระยะทางและเวลาบินของเที่ยวบินเพื่อนำมาพิจารณาเป็นเงื่อนไขประกอบสำหรับค้นหาเที่ยวบินที่เป็นเป้าหมายได้อย่างเหมาะสมที่สุด พอสรุปเทคนิคการสรุปความแบบย้อนกลับได้ คือ เป็นวิธีการที่จะหาผลสรุปของฐานความรู้โดยเริ่มต้นจากที่เรามีเป้าหมายที่ต้องการหาผลสรุป เป้าหมายนั้นอาจอยู่ในส่วนปฏิบัติของกฎ ดังนั้นหากจะให้เป้าหมายเป็นจริงจึงต้องพิสูจน์ส่วนเงื่อนไขก่อนเสมอ เงื่อนไขนั้น เรียกว่า เป้าหมายย่อย (Sub Goal)

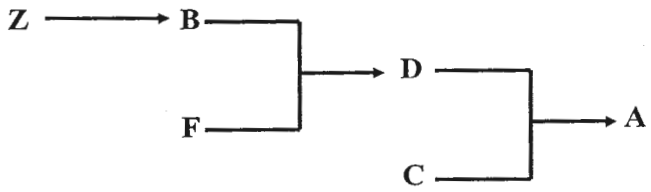


ภาพที่ 2.24 Goal-Driven Search (ทิศทางการค้นหาด้วย Backward Chaining) [20]



ภาพที่ 2.25 การสรุปความแบบย้อนกลับ (Backward Chaining) [20]

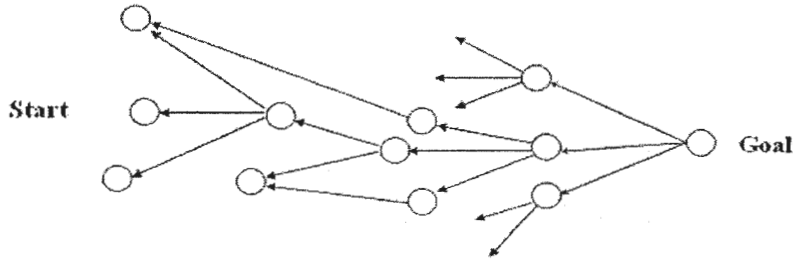
จากภาพที่ 2.25 ระบบคอมพิวเตอร์จะทำการค้นหาโดยเริ่มต้นจากเป้าหมาย คือ Z , F , D โดยพิจารณาเป้าหมายที่กำหนดเป็นจริงแล้วจึงพิจารณากฎว่าสอดคล้องกับเป้าหมายหรือไม่ ด้วยการตรวจสอบสมมติฐานหรือเงื่อนไขของแต่ละกฎหรือเป้าหมายย่อย (Sub goal) ทั้งหมดก่อน คือ F& B (อ่านว่า ถ้า F และ B เป็นจริง) C & D และ A & D เมื่อพบกฎตามที่ค้นหาแล้วก็จะดำเนินการ (Execute)เข้าเก็บไว้ในฐานความรู้เพื่อแสดงกับผู้ใช้ต่อไป โดยสามารถแสดงห่วงโซ่ (Chaining) ของการค้นหาแบบย้อนกลับ ตามภาพที่ 2.26



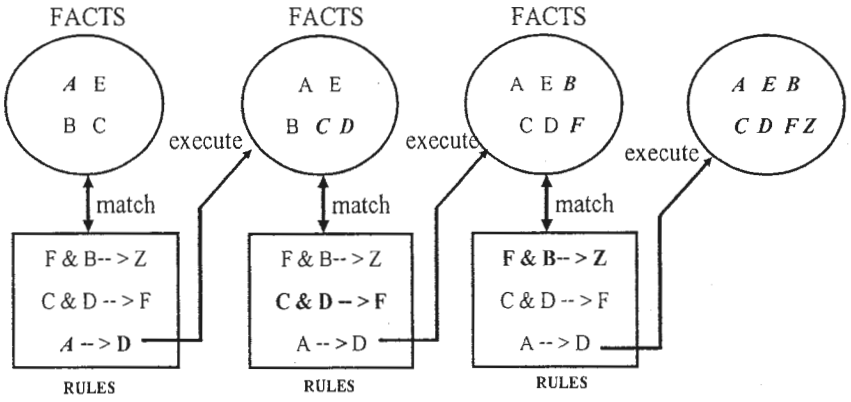
ภาพที่ 2.26 แสดงBackward Inference Chain [20]

2.13.5.2 การสรุปความแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining) [9] หมายถึง การสืบค้นข้อมูลเชิงลึกอีกวิธีหนึ่ง เป็นวิธีการมุ่งเน้นความสำคัญที่ข้อมูล (Data-Driven Inference) โดยเริ่มจากค้นหาสารสนเทศที่มีอยู่ หรือจากแนวความคิดพื้นฐาน เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ของการสรุปความออกมา ทั้งนี้ ในระบบผู้เชี่ยวชาญจะทำการวิเคราะห์ถึงปัญหา โดยการตรวจสอบข้อเท็จจริงดูว่าสอดคล้องกับส่วน IF ของกฎหรือไม่ ด้วยการทดสอบกฎ ก่อนที่โปรแกรมจะทำการประมวลผลจนกว่าจะได้ข้อสรุป โดยทุกกฎในฐานความรู้จะถูกทดสอบทั้งหมดและการทำงานจะเริ่มจากหาค่าความจริงไว้ในพื้นที่หน่วยความจำหรือถามจากผู้ใช้

1) การเปรียบเทียบเริ่มจากกฎแรกเป็นต้นไป
2) หากกฎใดมีเงื่อนไขที่ถูกต้อง จะนำเอาผลลัพธ์ไปไว้ในฐานความรู้
3) เครื่องอนุมานจะทำไปจนหมดฐานความรู้ จึงจะหยุด
4) แต่ละกฎจะถูกเปรียบเทียบ 1 ครั้ง



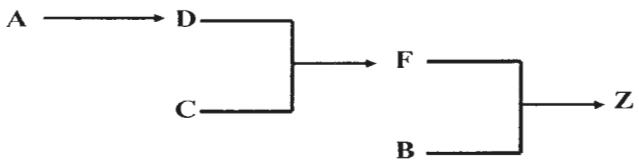
ภาพที่ 2.27 Data -Driven Search (ทิศทางการค้นหาด้วย Forward Chaining) [20]



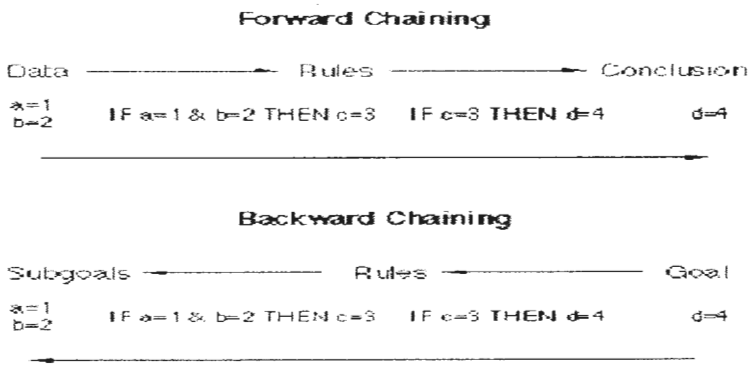
ภาพที่ 2.28 การค้นหาด้วยเทคนิค Forward Chaining [20]

จากภาพที่ 2.28 อธิบายได้ว่า ระบบคอมพิวเตอร์จะทำการค้นหาโดยเริ่มต้นจากข้อมูลความจริงก่อน ได้แก่ A โดยพิจารณาข้อมูลความจริงที่เป็นสมมุติฐานหรือเงื่อนไขก่อนแล้วนำมาจับคู่เปรียบเทียบกับกฎแต่ละกฎว่าสอดคล้องกับเป้าหมายหรือไม่ โดยจะทำการตรวจสอบทุกๆ

เงื่อนไขทีละเงื่อนไขจนหมดแล้วจึงดำเนินการ (Execute) เก็บไว้ในฐานความรู้ ผลจากการจับคู่เปรียบเทียบ คือ D, F, Z โดยสามารถแสดงห่วงโซ่ (Chaining) ของการค้นหาแบบไปข้างหน้า ได้ดังภาพที่ 2.29

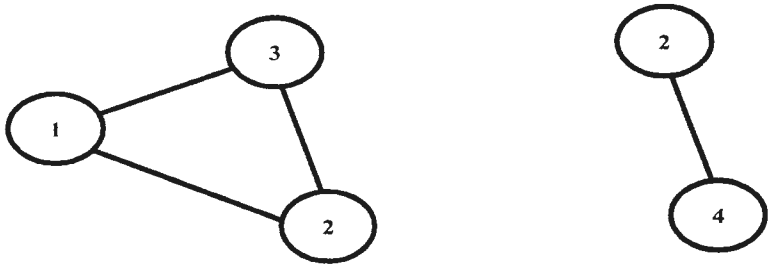


ภาพที่ 2.29 Forward Inference Chain [20]



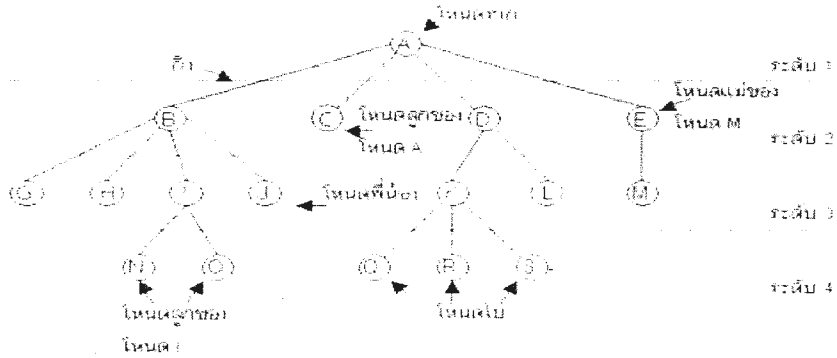
ภาพที่ 2.30 แสดงความแตกต่างระหว่างการค้นหาแบบไปข้างหน้าและย้อนกลับ

การค้นหาคำตอบหรือการค้นหาข้อมูลในทางคอมพิวเตอร์ มักจะกระทำบนโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้หรือทรีและกราฟ ทั้งนี้ เพราะโครงสร้างข้อมูลในลักษณะนี้สามารถค้นหาทำได้สะดวกและพลิกแพลงการค้นหาได้ง่าย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการค้นหาข้อมูลบางครั้งสามารถกระทำบนโครงสร้างข้อมูลชนิดอื่นก็ได้ ตัวอย่างเช่น อาเรย์ สแต็ก และคิว เป็นต้น ซึ่งข้อจำกัดในการค้นหาข้อมูลทำได้เพียงแบบเรียงลำดับ (Sequencial Search) และใช้กับข้อมูลที่มีขนาดเล็กเท่านั้น ดังนั้น ในการค้นหาข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ก่อนการค้นหา หรือระหว่างการค้นหาข้อมูลที่จะถูกค้นจะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบของต้นไม้หรือกราฟ สามารถแบ่งประเภทการค้นหาข้อมูลบนโครงสร้างต้นไม้และกราฟสามารถจำแนกได้ 2 แบบคือ การค้นหาแบบไบล์ด (Blind Search) และการค้นหาแบบฮอริสติก (Heuristic Search) [21] กราฟเป็นรูปภาพที่ประกอบด้วย โหนด (Node หรือ vertex(vertices) กับเส้นระหว่างโหนดหรือเอจ (edge) กราฟมีประโยชน์มากในการแทนความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของสิ่งของ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ญาติพี่น้องของกลุ่ม (1,3,5) และ (2,4) สามารถแทนด้วยกราฟ รายละเอียดตามภาพที่ 2.31 [22]



ภาพที่ 2.31 ตัวอย่างกราฟ

เนื่องจากรูปแบบของทรี เป็นรูปแบบเฉพาะอย่างหนึ่งของกราฟ (Graph) ดังนั้น อาจจะกำหนดนิยามของทรีด้วยนิยามของกราฟดังนี้ ทรี [22] คือ กราฟที่ต่อเนื่องกันโดยไม่มีวงจรปิด (Loop) ในตัวโครงสร้างเอง



ภาพที่ 2.32 ส่วนประกอบต่างๆ ของโครงสร้างทรี

(ที่มา : http://72.14.203.104/search?q=cache:RWAos4J9nyEJ:rbu.qru.ac.th/~datastru/lesson/ lesson7.htm)

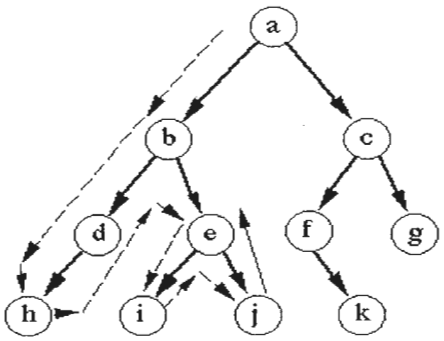
จากภาพที่ 2.32 อธิบายได้ว่า โหนด A คือโหนดรากของทรีนี้และเป็นโหนดแม่ของโหนด B C D และ E ขณะเดียวกันโหนด B C D และ E เป็นโหนดพี่น้องกันโดยทั้งหมดเป็นโหนดลูกของโหนด A โหนด G H I และ J เป็นโหนดพี่น้องกันเนื่องจากทั้งหมดเป็นโหนดลูกของโหนด B และโหนดที่ไม่มีลูกเลย เช่น โหนด N O Q R และ S ถือว่าเป็นโหนดใบ

2.14 การค้นหาแบบไบล์ด (Blind Search)

การค้นหาแบบไบล์ด (Blind Search) เป็นการค้นหาแบบที่เดินทางจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง โดยอาศัยทิศทางเป็นตัวกำหนดการค้นหาโดยไม่ต้องมีข้อมูลอะไรมาช่วยเสริมการตัดสินใจว่าจะเดินทางต่อไปอย่างไร หรือกล่าวอย่างง่ายๆ คือ การจะหยิบข้อมูลใดมาช่วยในการค้นหาไม่ต้องอาศัยข้อมูลใดๆ ทั้งสิ้นนอกจากทิศทาง สามารถอธิบายประเภทของการค้นหา คือ

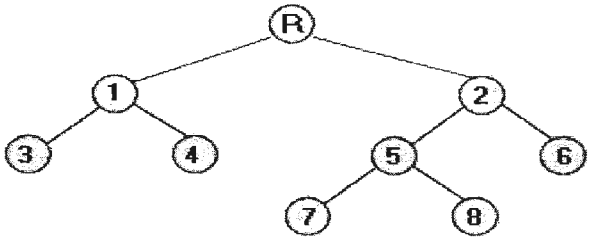
2.14.1 การค้นหาทางลึกก่อน (Depth-First Search)

การค้นหาแนวลึกก่อนเป็นการค้นหาที่กำหนดทิศทาง จากรูปโครงสร้างไม้ที่เริ่มต้นจากโหนดราก (Root Node) ที่อยู่บนสุด แล้วเดินลงมาให้ลึกที่สุด เมื่อถึงโหนดล่างสุด (Terminal Node) ให้ย้อนขึ้นมาที่จุดสูงสุดของกิ่งเดี่ยวที่มีกิ่งแยกและยังไม่ได้เดินผ่าน แล้วเริ่มเดินลงจนถึงโหนดลึกสุดอีก ทำเช่นนี้สลับไปเรื่อยจนพบโหนดที่ต้องการหา หรือสำรวจครบทุกโหนด ตามภาพที่ 2.33 การค้นหาทางลึกก่อน คือ วิธีการวิเคราะห์และสร้างโหนดลูกทางด้านซ้าย จากนั้นจึงตรวจสอบว่าโหนดที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถกระจายสร้างโหนดลูกได้อีกหรือไม่ จะสังเกตเห็นเป็นการกระจายในแนวดิ่ง จึงเรียกว่า Depth-First Search



ภาพที่ 2.33 ทิศทางการค้นหาแบบลึกก่อน A B D H E I J C F K G

ยืน [23] กล่าวว่าลักษณะการหาคำตอบในทรีหรือกราฟ โดยการคำนวณค่าหรือตรวจสอบค่าตามโหนดต่างๆ เน้นทางลงระดับล่างก่อนหรือการค้นหาทางลึก ใช้หลักการ คือ ค้นหาลงไปคำนวณทางกิ่งที่อยู่ทางซ้ายสุดก่อน ถ้าสุดเส้นทางไปได้จึงจุดถอยกลับขึ้นบน และลงไปยังกิ่งที่ยังไม่เคยคำนวณโดยทำไล่จากทางซ้ายไป เริ่มจากรูท หรือ R ซึ่งเป็นจุด แรกของกราฟ การค้นหาทางลึก จะลงไปทางกิ่งทางซ้ายก่อน นั่นคือ ลงไปที่ 1, 3, 4, 2, 5, 7, 8 ,6

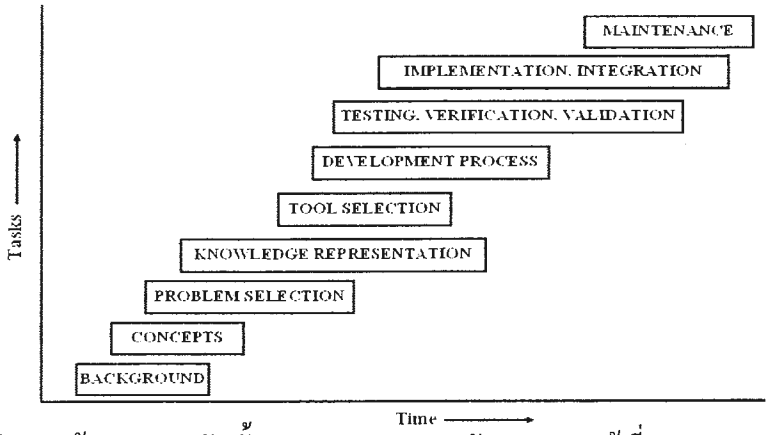


ภาพที่ 2.34 หลักการค้นหาแบบลึกก่อน

2.15 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Development of Expert System)

ชัยนาท [19] กล่าวถึงการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญว่า "เป็นการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นมาเพื่อใช้งานในเรื่องเฉพาะเจาะจง การพัฒนานี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการวิเคราะห์ ออกแบบจำลอง ปรับปรุง และการขยายระบบเพื่อจัดทำให้เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่สมบูรณ์แบบ"

2.15.1 โครงสร้างลำดับชั้นของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Hierarchy of Expert Systems Development Process)



ภาพที่ 2.35 โครงสร้างแบบลำดับชั้นของกระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

(ที่มา : http://media.wiley.com/product_data/excerpt/18/04712933/0471293318.pdf)

2.15.1.1 ความเป็นมาของระบบงาน (Background) หมายถึง การอธิบายเหตุผล ความเป็นมา ปัญหา วัตถุประสงค์ และศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงานที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการในขั้นตอนเริ่มต้น

2.15.1.2 การออกแบบระบบงานในระดับแนวคิด (Concepts) หมายถึง การออกแบบระบบในระดับแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญมีความคล้ายคลึงกับการร่างเค้าโครงของบ้าน ทั้งนี้ เนื่องจากจะทำให้เห็นภาพรวมว่าระบบจะมีลักษณะเช่นไรและการแก้ปัญหาให้สามารถมองเห็นความสามารถโดยรวมของระบบ

2.15.1.3 การกำหนดขอบเขตและลักษณะของปัญหา (Problem Selection) หมายถึง การแสดงให้เห็นถึงขอบเขต (Domain) และแก่นของปัญหาที่แท้จริง (Root cause) สามารถตอบประเด็นข้อสงสัยเกี่ยวกับคำถาม รวมถึงความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ตัวอย่างเช่น ในการดำเนินธุรกิจโดยทั่วไป ปัญหาส่วนมากมักจะเกี่ยวกับผลผลิตที่ตกต่ำ การขาดองค์ความรู้ที่ช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงาน การบริหารเวลา การจัดการทรัพยากรบุคคลในองค์กร เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อจะนำสิ่งเหล่านี้มากำหนดขอบเขตของปัญหา (Scope of Problem) เพื่อประเมินความต้องการต่อไป เมื่อกำหนดขอบเขตและลักษณะของปัญหาเสร็จสิ้น จำเป็นต้องค้นหาหนทางที่จะทำให้ทราบและเข้าใจถึงปัญหาหรือความต้องการ นั่นคือ การประเมินความต้องการ (Need Assessment) ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน การตัดสินใจการลงทุน หรือแม้แต่การพิจารณาความต้องการในระบบ [9] เป็นต้น

2.15.1.4 การแสดงความรู้ (Knowledge Representation) หมายถึง ขั้นตอนจัดรูปแบบองค์ความรู้ที่ได้มาจากการดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquistion) จากแหล่งที่ต่างๆ นำมาเชื่อมโยงองค์ความรู้(Knowledge Map) เข้าด้วยกัน ก่อนที่จะทำการแปลงองค์ความรู้เหล่านี้ด้วยการเขียนโปรแกรมหรือลงรหัส (Coding) เพื่อจัดเก็บไว้ในฐานองค์ความรู้ในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquistion) คือ ขั้นตอนการดึง ความรู้จากแหล่งต่างๆ (หรือเรียกว่าแหล่งเชี่ยวชาญ หรือแหล่งองค์ความรู้) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ หนังสือ เอกสารหรือสื่อสิ่งพิมพ์ หรือแม้แต่แฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ สามารถแบ่งองค์ความรู้ออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (1) องค์ความรู้ทั่วไป (เช่น องค์ความรู้เกี่ยวกับธุรกิจ) และ (2) ความรู้เกี่ยวกับองค์ความรู้ (Meta Knowledge) ซึ่งเป็นองค์ความรู้เฉพาะทางสำหรับนำไปใช้แก้ปัญหาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งที่เกี่ยวข้อง กับกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ

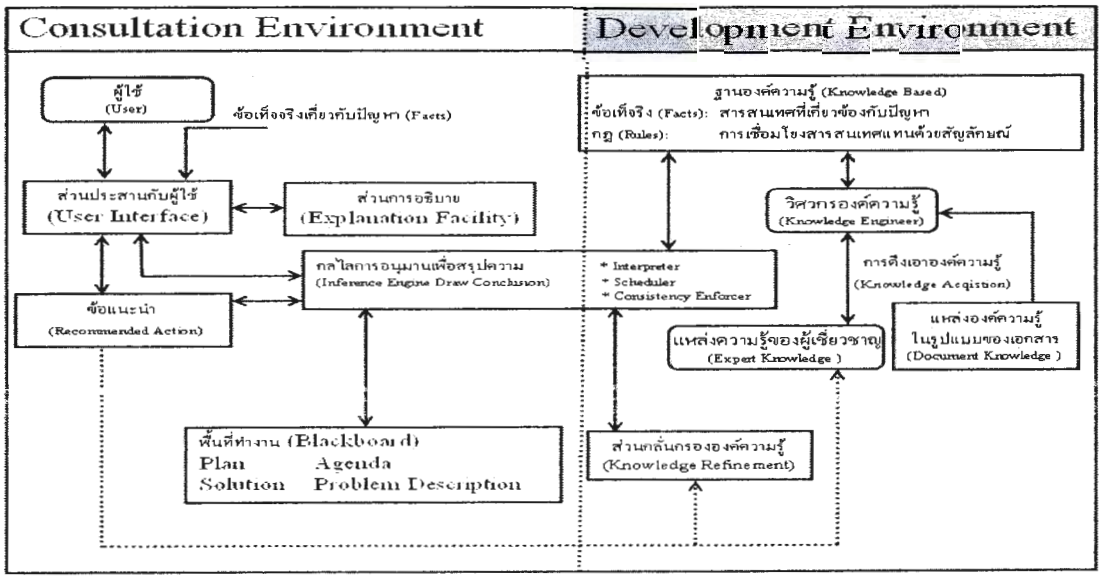
2.15.1.5 การคัดเลือกเครื่องมือ (Tool Selection) การคัดเลือกเครื่องมือมีหลักการ คือ ความสามารถในการแสดงความรู้ และข้อจำกัด รูปแบบและวิธีการอนุมาน ที่รองรับกับความรู้ของระบบนั้นๆ เวลาที่ใช้ในการอนุมาน ความต้องการฮาร์ดแวร์ระบบปฏิบัติการที่ต้องใช้

2.15.1.6 กระบวนการพัฒนา (Development Process) กระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นจะเป็นการสร้างฐานความรู้ ร่วมกับการทดสอบ ตรวจสอบ ยืนยันความถูกต้องและปรับปรุงระบบ

2.15.1.7 การทดสอบ (Testing) ยืนยัน (Verification) และตรวจสอบ (Validation) ความถูกต้อง การทดลองใช้ระบบ (Implementation) ต้นแบบและระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการปรับปรุงครั้งล่าสุดจะนำไปทดสอบ และตรวจสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพทั้งในห้องปฏิบัติการและสถานที่ใช้งานจริง การทดสอบองค์ความรู้ควรกระทำก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีทั่วไปสำหรับการประเมินระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับ ตัวอย่างเช่น เกณฑ์การตัดสินใจโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยเรียกวิธีการนี้ว่า Modified Turing Test ด้วยหลักการ 2 ประการ คือ ประการแรกเป็นแนวทางการวัดผลจากดุลพินิจของบุคคลทั่วไป และประการที่สองเป็นการวัดประสิทธิผลจากระบบเชี่ยวชาญเอง อย่างไรก็ตาม การพิจารณาว่าระบบผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเกณฑ์ที่ดีกว่าดุลพินิจของบุคคลทั่วไป เป็นต้น ไม่เพียงแต่จะต้องพิจารณาถึงการประหยัดแรงงานและเวลา โดยคุณภาพต้องไม่ลดลงจากเดิมแล้ว ยังรวมไปถึงอัตราการเกิดข้อผิดพลาด และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาระบบ

2.15.1.8 การบำรุงรักษา (Maintenance) เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้ทราบข้อเท็จจริงว่าแท้จริงแล้วระบบยังไม่ได้ยุติอยู่เพียงเท่านี้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดมาตรบำรุงรักษาระบบให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ ตลอดจนสามารถปรับปรุงและแก้ไขระบบให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นได้จากหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นตัวผู้เชี่ยวชาญเองที่เกิดแนวคิดใหม่ๆ ที่ต้องการสอดแทรกในภายหลังหรือการยกระดับมรรถนะด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ในปี ค.ศ.2000 Turban และ Aronson ได้นำเสนอแบบจำลองระบบผู้เชี่ยวชาญโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญให้สูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.36



ภาพที่ 2.36 แบบจำลองโครงสร้างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ [9]

จากภาพที่ 2.36 สามารถแสดงกลไลการทำงานของระบบตามสภาพแวดล้อมกำหนดไว้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการพัฒนาระบบ (Development Environment) ใช้สำหรับผู้พัฒนาสร้างฟังก์ชันงานต่างๆ ภายในระบบรวมถึงนำเอาความรู้มาบรรจุในฐานองค์ความรู้ (Knowledge Based) และส่วนของการให้คำปรึกษาของระบบ (Consultation Environment) ใช้สำหรับผู้ไม่มีความชำนาญ (Non-expert) เพื่อดึงองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญหรือข้อแนะนำออกมาใช้งาน และส่วนของฟังก์ชันงานที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบผู้เชี่ยวชาญอีก 7 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการดึงความรู้ (Knowledge Acquistion) ส่วนฐานองค์ความรู้ (Knowledge Based) ส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard/Workplace) ส่วนการอธิบายความ (Explanation or Justifier Facility) ส่วนกลไลอนุมาน (Inference Engine) ส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface) และส่วนกลั่นกรองระบบ (Knowledge Refining System) โดยมีรายละเอียด ดังนี้ [31]

1) ส่วนของการดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquistion system) กระบวนการดึงองค์ความรู้จากแหล่งที่ต่างๆ มาทำการรวบรวมและจัดเก็บไว้ ไม่ว่าจะเป็นจากแหล่งองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งเอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น จากนั้นก็จะส่งผ่านต่อไปยังส่วนฟังก์ชันงานต่างๆ เพื่อทำการแปรองค์ความรู้เหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนำมาบรรจุไว้ในฐานความรู้ (Knowledge Based) สำหรับใช้แก้ปัญหา

2) ส่วนฐานความรู้ (Knowledge Based) ส่วนฐานองค์ความรู้จะใช้เป็นส่วนที่ใช้จัดเก็บองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับแนวทางการรับรู้ สูตรการคำนวณ และวิธีแก้ปัญหา สามารถแบ่งการจัดเก็บออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

3) ส่วนของข้อเท็จจริง (Fact) หมายถึง ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ทฤษฎีเป็นสมมติฐานในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

4) ส่วนของกฎ (Rule) หมายถึง แนวทางในการนำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาเฉพาะด้านโดยตรง

2.15.1.9 ส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard/Workplace) ส่วนพื้นที่ทำงานเป็นหน่วยบันทึกความจำชั่วคราวเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่เป็นปัจจุบัน โดยมีหลักการทำงานเช่นเดียวกับฐานข้อมูล(Database) สามารถที่จะบันทึกข้อสมมติฐานและแนวทางสนับสนุนการตัดสินใจได้ แบ่งพื้นที่การทำงานในส่วนนี้ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) แผนงาน (Plan) ใช้สำหรับวางแผนงานเพื่อรองรับปัญหา

2) ระเบียบวิธี (Agenda) ใช้สำหรับกำหนดวาระเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน

3) แนวทางแก้ไข (Solution) ใช้สำหรับพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีและเหมาะสม

2.15.1.10 ส่วนการอธิบายความ (Explanation/Justifier Facility) เป็นส่วนที่ใช้ในการขยายความของข้อสรุปที่ได้จากเครื่องอนุมานหรือกลไกการสรุปความ (Inference Engine) เพื่อนำไปแสดงผลบนจอภาพของผู้ใช้ (User)

2.15.1.11 เครื่องอนุมานหรือกลไกการอนุมานหรือสรุปความ (Inference - Engine) หรือเรียกเป็นชื่ออย่างอื่นได้ว่า ตัวควบคุมโครงสร้าง (Control Structure Rule) หรือตัวแปลแห่งกฎเกณฑ์ (Rule Interpreter) เป็นเสมือนมันสมองของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลองค์ความรู้จากส่วนฐานองค์ความรู้ (Knowledge Based) และส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard/Workplce) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ใช้ในการอธิบายและข้อเสนอแนะสำหรับแก้ปัญหา

2.15.1.12 ส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface) หมายถึง ตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ด้วยรูปแบบการโต้ตอบอย่างมีปฏิสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น การติดต่อหรือโต้ตอบกันด้วยภาพกราฟิก เมนูคำสั่ง กรอบโต้ตอบ หรือแม้กระทั่งการโต้ตอบด้วยเสียง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ที่ไม่มีความชำนาญในการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ต้องการสอบถามทางผ่านจอภาพ โดยระบบจะแสดงผลลัพธ์ของแนวทางแก้ปัญหา(Problem Solution) พร้อมคำอธิบายและข้อชี้แนะที่เหมาะสม จากส่วนกลไลอนุมาน (Inference Engine) ส่วนการอธิบาย (Explanation Facilities) และส่วนข้อแนะนำ (Recommend Action) ตามลำดับ

2.15.1.13 ส่วนกลั่นกรององค์ความรู้ (Knowledge Refinement) หมายถึง ส่วนที่ใช้ประเมินผลการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุที่สำคัญของความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการทำงานของระบบ ทั้งนี้ ก็เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงองค์ความรู้ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามองค์ประกอบส่วนนี้อาจจะมีหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน

2.16 ตัวแทนปัญญา (Intelligent Agent)

ตัวแทนปัญญาเป็นเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการพัฒนาล่าสุด ซึ่งแนวโน้มจะกลายเป็นเครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่สำคัญของระบบสารสนเทศในอนาคต เนื่องจากมีการพัฒนาให้ตัวแทนปัญญาสามารถแก้ปัญหาจากการใช้งานในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เพื่อการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ได้ กล่าวคือ ตัวแทนปัญญาช่วยให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลขนาดใหญ่ หรือสามารถเสาะหาข้อมูลได้จำนวนมากได้ เพื่อที่จะเลือกเฉพาะข้อมูลและสารสนเทศที่ผู้ใช้ต้องการใช้จริง

2.16.1 ความหมายและวัตถุประสงค์หลักของตัวแทนปัญญา

คำว่า " Intelligent Agent " มีชื่อเรียกได้อีกหลายชื่อ เช่น Software Agent, Wizard, Knowbot และ Softbot เนื่องจากต้องการสื่อความหมายของตัวแทนปัญญาในด้านต่างๆ แต่สำหรับคำว่า "Agent" มาจากคำว่า "Agency" ซึ่งหมายถึง "ตัวแทน" เป็นผู้ที่ทำหน้าที่บางอย่างแทนผู้ใช้ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ตามที่ต้องการ Levesque และ Lakemeyer [34] กล่าวว่า ตัวแทนปัญญา หมายถึง "หน่วยของซอฟต์แวร์ที่สามารถดำเนินการบางอย่างหรือประมวลผลบางอย่างให้กับผู้ใช้ หรือให้กับโปรแกรมอื่นได้อย่างอิสระและด้วยความรวดเร็ว" โดยการดำเนินการบางอย่างแทนนั้น อาจจะต้องใช้องค์ความรู้หรือการนำเสนอองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สามารถบรรลุสู่เป้าหมายหรือความต้องการของผู้ใช้หรือโปรแกรมอื่นได้

ปัจจุบันตัวแทนปัญญาได้ถูกนำไปใช้ร่วมกับเทคโนโลยีเว็บ (Web Technology) เป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างเช่น การใช้ตัวแทนปัญญาให้ทำการค้นหาสารสนเทศตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนดจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาจัดเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของตนได้ หรือหากเป็นตัวแทนปัญญาระดับสูง (Advance Intelligent Agent) อาจจะสามารถดึงข้อมูลรายการสินค้าอุปโภคบริโภค (Price List) บางชนิดมาแสดงได้ สามารถคัดลอกบทความที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ผู้ใช้ต้องการได้ สามารถชำระหนี้ค้างจ่ายได้ หรือสามารถจัดซื้อสินค้าหรือบริการบางอย่างได้ เป็นต้น ความฉลาดของตัวแทนปัญญาดังกล่าว ไม่จัดว่าเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากตัวแทนปัญญาไม่ได้จัดเตรียมคำแนะนำไว้ให้กับผู้ใช้ประกอบกับวัตถุประสงค์หลักของตัวแทนปัญญา คือ สามารดำเนินการบางอย่างแทนมนุษย์ด้วยความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพมากกว่าที่มนุษย์

2.16.2 ลักษณะของตัวแทนปัญญา [9] ไม่ว่าจะประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญาในด้านใดก็ตามจะปรากฏลักษณะของตัวแทนปัญญา ดังนี้

2.16.2.1 มีความเป็นอิสระ (Autonomous) กล่าวคือ สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบรรลุสู่เป้าหมายที่ผู้ใช้กำหนด

2.16.2.2 มีการทำงานเป็นโมดูล (Module) กล่าวคือ สามารถนำไปใช้ได้กับระบบหรือเครือข่ายต่างชนิดกันได้

2.16.2.3 มีการทำงานเฉพาะด้านและทำงานอย่างอัตโนมัติ (Dedicated and Automated) โดยปกติแล้ว ตัวแทนปัญญาได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ทำงานเฉพาะด้าน ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากและจะต้องกระทำซ้ำกันทุกวัน ดังนั้นหากองค์กรมีงานหลายด้าน ก็จะต้องพัฒนาระบบตัวแทนปัญญาหลายระบบ (Multiagent System) เพื่อรองรับการทำงานหลายด้านเช่นกัน

2.16.2.4 ใช้งานง่าย (Friendly) ตัวแทนปัญญาจะต้องใช้งานง่าย และมีความน่าเชื่อถือ

2.16.2.5 สามารถเรียนรู้ได้ (Able to Learn) ตัวแทนปัญญาจะต้องสามารถเรียนรู้พฤติกรรมของผู้ใช้ เพื่อทำนายพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นต่อไปของผู้ใช้ได้ลักษณะในข้อนี้ไม่จำเป็นจะต้องมีอยู่ในตัวแทนปัญญาทุกตัว

2.16.2.6 สามารถโต้ตอบได้ (Interactive) ตัวแทนปัญญาจะต้องสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้

2.16.3 การประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา

2.16.3.1 ส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ผู้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถนำตัวแทนปัญญามาช่วยให้ส่วนประสานกับผู้ใช้ เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ โดยผู้ใช้จะสามารถใช้งานระบบหรือโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ถึงแม้ว่าโปรแกรมนั้นจะมีการทำงานที่ซับซ้อนก็ตาม เนื่องจากตัวแทนปัญญาสามารถติดตามและทำนายพฤติกรรมการใช้งานโปรแกรมของผู้ใช้ได้

2.16.3.2 เป็นตัวแทนระบบปฏิบัติการ (Operational System) ตัวแทนปัญญาสามารถเป็นผู้ช่วยในการใช้งานระบบปฏิบัติการได้ ตัวอย่างเช่น Window 2000 Server จะมีตัวแทนช่วยผู้ใช้ให้ทำงานบางอย่างได้เร็วขึ้นหรือที่เรียกว่า Wizard ที่ช่วยจัดการลบและเพิ่มโปรแกรม

2.16.3.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา [27]

"Artificial Intelligent Agent" เป็นซอฟต์แวร์ตัวแทนปัญญา ได้รับการพัฒนาโดยบริษัท KazTrix Corporation เพื่อให้มีตัวแทน (Agent) ในการค้นหาองค์ความรู้ ข้อมูล ข่าวสารหรือสารสนเทศอื่นๆ จากทั่วโลกได้จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ประยุกต์ส่วนประสานผู้ใช้ (User Interface) ให้มีลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ด้วยการถาม ตอบผู้ใช้ "ถาม" ในสิ่งที่ต้องการทราบ "ตอบ" ในสิ่งที่ผู้ใช้ถาม และลักษณะเด่นของเอเจ็นทนี้ คือ หากไม่ทราบคำตอบหรือค้นหาคำตอบไม่พบเอเจ็นท (Agent) จะสามารถเรียนรู้องค์ความรู้เพิ่มเติมได้สามารถสรุปคุณลักษณะของเอเจ็นท คือ

1) เป็นตัวแทนในการค้นหาองค์ความรู้จากทั่วโลกได้

2) "ตัวแทน (Agent)" จะมีลักษณะเป็นการ์ตูน โต้ตอบกับผู้ใช้

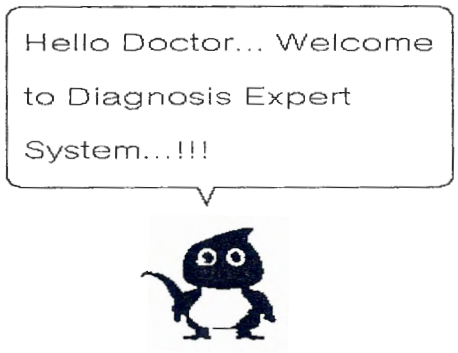
3) องค์ความรู้ที่เอเจ็นท จดจำได้จะจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือที่เรียกว่า "สมอง (Brain)"

4) ใช้งานง่าย เนื่องจากมีส่วนประสานกับผู้ใช้เป็นแบบโต้ตอบและมีลักษณะกราฟิก

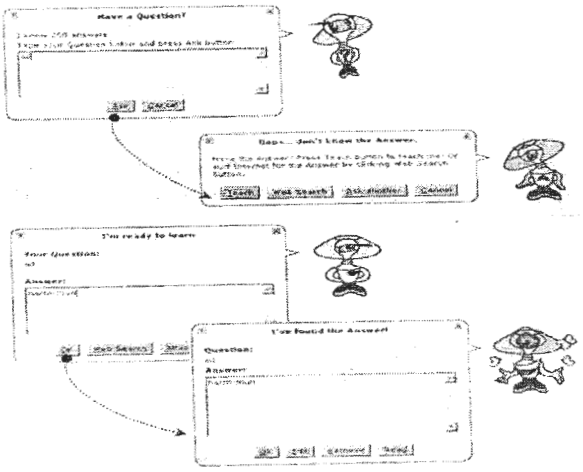
5) สามารถเรียนรู้องค์ความรู้ใหม่ได้

6) กลไกในการค้นหา (Search Engine) เป็นแบบ "Artificial Search Method"

7) สามารถป้อนองค์ความรู้ใหม่ได้ไม่จำกัด



ภาพที่ 2.37 ลักษณะของเอเจ็นท



ภาพที่ 2.38 การสร้างการเรียนรู้ของเอเจ็นท (Agent) [27]

ซึ่งการออกแบบตัวเอเจ็นทสามารถพิจารณาได้จาก

- ตัววัดประสิทธิภาพ (Perfomance Measure)
- สิ่งแวดล้อม (Environment)
- สิ่งที่ทำให้เคลื่อนไหว (Actuators)
- อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensors) ตัวอย่างเช่น การออกแบบรถแท็กซี่ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

- ตัววัดประสิทธิภาพ (Perfomance Measure) ได้แก่ ความปลอดภัย ความเร็ว ความสะดวกสบายในการเดินทาง กำไร เป็นต้น

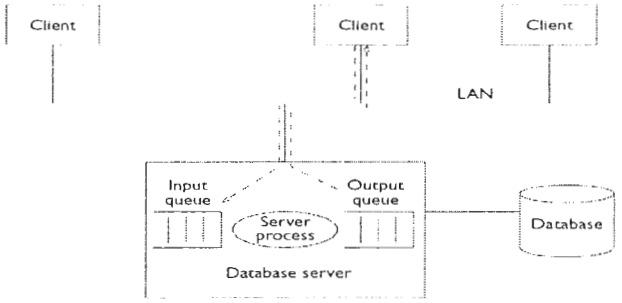
- สิ่งแวดล้อม (Environment) ได้แก่ ถนน การจราจร คนเดินถนน และลูกค้า เป็นต้น

- สิ่งที่ทำให้เคลื่อนไหว (Actuators) ได้แก่ ล้อ คันเร่ง เบรก สัญญาณไฟ และแตร เป็นต้น

- อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensors) ได้แก่ กล้องตรวจจับความเร็ว เครื่องวัดความเร็ว คีย์บอร์ด ตัวควบคุมเซ็นเซอร์ เป็นต้น

2.17 สถาปัตยกรรมแบบไคลเอ็นต์หรือลูกข่าย เซิร์ฟเวอร์หรือแม่ข่าย (Client/Server Architecture)

แนวคิดเรื่องไคลเอ็นต์หรือลูกข่าย เซิร์ฟเวอร์หรือแม่ข่าย (Client/Server) เริ่มแพร่หลายในปี พ.ศ. 2523 เป็นสถาปัตยกรรมที่ได้รับการออกแบบให้แยกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเรียกว่าไคร์เอ็นต์หรือลูกข่าย (Client) หมายถึง ผู้ที่ร้องขอบริการและเซิร์ฟเวอร์หรือแม่ข่าย(Server) หมายถึง ผู้จัดหาบริการ หลักการทำงานเริ่มที่ลูกข่ายทำการส่งคำร้องขอ (Request) บริการไปยังส่วนแม่ข่าย เมื่อแม่ข่ายได้รับคำร้องขอก็จะทำการแปลข้อความและพยายามตามคำร้องขอนั้นซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลการประมวลผลข้อมูล ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกหรือส่งคำร้องขอเพิ่มเติมไปยังแม่ข่ายตัวอื่น [28]



ภาพที่ 2.39 หลักการทำงานติดต่อระหว่างไคร์เอนท์ เซิร์ฟเวอร์(Client/ServerTransactions)[29]

2.17.1 ตัวอย่างการให้บริการของเซิร์ฟเวอร์ (Server)

2.17.1.1 Database Server ทำหน้าที่ เก็บฐานข้อมูลส่วนกลาง

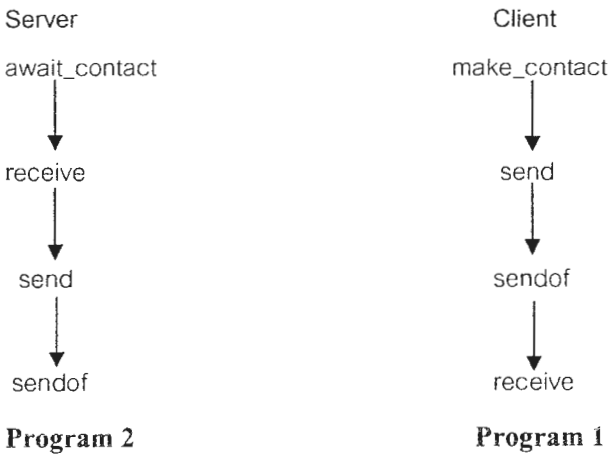
2.17.1.2 Web Server ทำหน้าที่ ให้บริการเว็บเพจกับผู้เยี่ยมชมเว็บไซต์

2.17.1.3 File Server ทำหน้าที่ ให้บริการไฟล์ข้อมูล

2.17.1.4 Application Server ทำหน้าที่ให้บริการโปรแกรมต่างๆ กับไคร์เอนท์

2.18.1.5 Mail Server ทำหน้าที่ รับ ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-Mail)

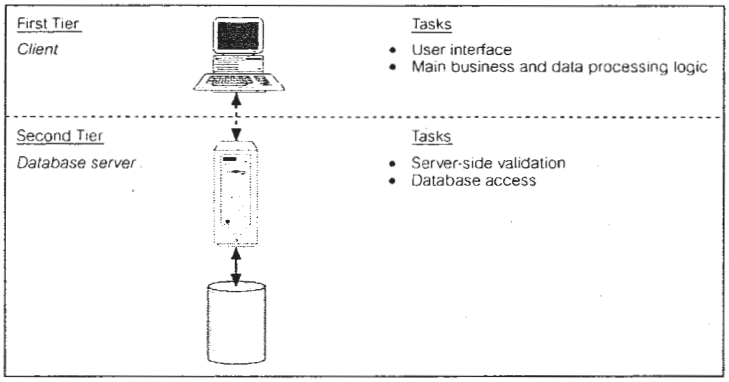
ในการร้องขอหรือให้บริการระหว่างไคร์เอนท์และเซิร์ฟเวอร์นั้น จำเป็นที่จะต้องอาศัยการทำงานเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างกันผ่านทางฟังก์ชั่น Application Programming Interface : API สามารถอธิบายการทำงานดังกล่าว ด้วยตัวอย่างการทำงานระหว่างโปรแกรมสำเร็จรูป 2 โปรแกรม อธิบายรายละเอียดตามภาพที่ 2.40



ภาพที่ 2.40 หลักการทำงานผ่านทางฟังก์ชั่น API ที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างลูกข่ายกับแม่ข่าย โดยส่งและตอบรับระหว่างกันเที่ยวละ 1 ครั้ง [30]

จากภาพที่ 2.40 เริ่มต้นที่แม่ข่ายคอยการติดต่อ (Await_Contact) ขอรับบริการจากลูกข่ายโดยเริ่มต้นลูกข่ายจะสร้างการเชื่อมต่อ (Make_Contact) ด้วยการส่งข้อความ (Message) ไปที่แม่ข่ายเพื่อบ่งบอกถึงสถานะการเชื่อมต่อ หลังจากนั้นก็จะมีการส่ง (Send) และรับข้อมูล (Recieve)เกิดขึ้น เมื่อลูกข่ายสิ้นสุดการส่งข้อมูลแล้วก็จะทำการส่งข้อความที่บ่งบอกถึงสถานะสิ้นสุดการส่งข้อมูล (Sendeof) ไปยังแม่ข่าย เมื่อแม่ข่ายได้รับสถานะดังกล่าวก็จะส่งค่าศูนย์ (Zero หรือ 0) กลับมายังลูกข่าย เป็นสถานะสิ้นสุดการรับและส่งข้อมูล [30] โดยสถาปัตยกรรมไคร์เอนท์เซิร์ฟเวอร์สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.17.2 สถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น (Two-tier Architecture)



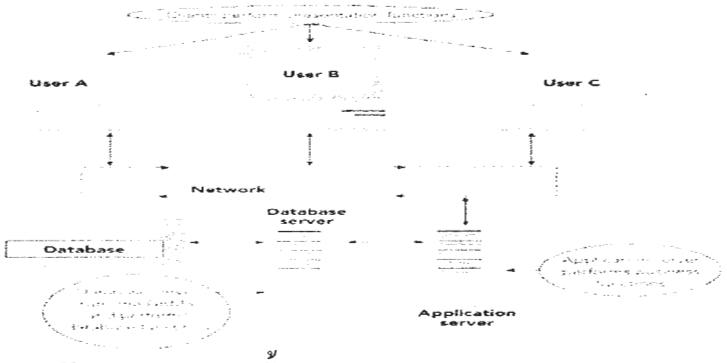
ภาพที่ 2.41 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น (Two-Tier Architecture)
(ที่มา : http://tulip.bu.ac.th/~raweewan.p/bc422/week13.ppt)

จากสถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น เป็นการร้องขอบริการจากลูกข่ายไปยังแม่ข่ายซึ่งมีแม่ข่ายจำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่ให้บริการฐานข้อมูลเรียกว่า Database Server ควบคุมการทำงานของ Store Procedure และ Trigger ประมวลผลบนเครื่องแม่ข่ายซึ่งเป็นศูนย์รวมของงานทั้งหมด ตัวอย่างเช่น การเช็คความถูกต้อง การรวบรวมและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ส่วนลูกข่ายทำหน้าที่ เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ (Graphic User Interface) จัดการแอพพลิเคชั่นหรือโปรแกรมสำเร็จรูปและสนับสนุนการทำประมวลผลต่าง ๆ ของแม่ข่าย ได้แก่ การเปรียบเทียบ ตัดสินใจ ฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ (Application Logic) เรียกลูกข่ายในสถาปัตยกรรมนี้ว่า Thick-Client โดยลูกข่ายจะส่งคำร้องขอบริการข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบภาษาสอบถามข้อมูลเชิงโครงสร้าง (Structure Query Language: SQL) ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปทางระบบเครือข่าย เมื่อแม่ข่ายได้รับร้องขอบริการและทำการประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว ก็จะส่งผลลัพธ์ที่เป็นข้อมูลกลับมายังตัวลูกข่าย เพื่อแสดงผลลัพธ์นั้นผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ ซึ่งสามารถสรุปภาพรวมของสถาปัตยกรรม ดังกล่าว คือ [29]

2.17.2.1 ข้อดีของสถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น คือ พัฒนาโปรแกรมได้เร็ว ทั้งในการออกแบบและแบ่งหน้าที่ของแต่ละแอพพลิเคชั่น เพียงแต่วางแผนว่าจะนำแอพพลิเคชั่นไปกระจายไว้ที่เครื่องลูกข่ายใดบ้าง โดยที่แอพพลิเคชั่นถูกติดตั้งในเครื่องลูกข่ายที่แตกต่างกัน

2.17.2.2 ข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น คือ วิธีในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ถูกติดตั้งในเครื่องแม่ข่ายนั้น ผู้ผลิตฐานข้อมูลแต่ละประเภทจะมีวิธีในการเขียนคำสั่งลงใน Store Procedure และTrigger แตกต่างกัน ถ้ามีการเคลื่อนย้ายฐานข้อมูล ไปติดตั้งในเครื่องแม่ข่ายอื่นที่ไม่ใช่ฐานข้อมูลเดิม ก็จะต้องทำการเขียนคำสั่งลงใน Store Procedure และ Trigger ใหม่ (Regenerate Code) อีกครั้ง

2.17.3 สถาปัตยกรรมแบบ 3 ชั้น (Two-Tier Architecture)



ภาพที่ 2.42 รูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ 3 ชั้น (Three-tier Architecture)
(ที่มา : http://tulip.bu.ac.th/~raweewan.p/bc422/week13.ppt)

จากสถาปัตยกรรมแบบ 3 ชั้น พบว่าสถาปัตยกรรมดังกล่าวพยายามที่จะลดข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมแบบ 2 ชั้น โดยมีส่วนประกอบที่เพิ่มเข้ามา คือ Middle-Tier ทำหน้าที่เป็นแอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์(Application Server) คล้ายกับตัวกลางเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและแม่ข่าย โดยแอพพลิเคชั่นทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่แอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์คอยให้บริการในระบบและจัดการในส่วนของการคำนวณ การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล ซึ่งข้อดีของสถาปัตยกรรมนี้ คือ

2.17.3.1 ทำให้ความแออัดของข้อมูลในเครือข่ายลดลง เนื่องจากประมวลผลที่แอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ และส่งกลับมาที่เครื่องลูกข่าย

2.17.3.2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแอพพลิเคชั่น สามารถแก้ไขที่เครื่องแอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์กลาง โดยที่ไม่จำเป็นที่จะต้องไปแก้ไขในส่วนแอพพลิเคชั่นที่เป็นเครื่องลูกข่ายทั้งหมด ทำให้ลดความยุ่งยาก ในการแก้ไขเครื่องลูกข่ายทั้งระบบ

2.18 ระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ (Healthcare Information System : HIS)

Electronic Hospital (e-Hospital) หรือระบบบริหารโรงพยาบาลเป็นระบบบริหารงานสำหรับโรงพยาบาลด้วยคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน การเชื่อมต่อเครือข่ายข้อมูลเข้ากับส่วนกลางหรือระบบงานต่างๆ ตัวอย่างเช่น ระบบงาน เวชระเบียนและสถิติผู้ป่วยนอก ระบบยา เป็นต้น โดย e-Hospital เหมาะสำหรับโรงพยาบาลขนาดเล็กถึงกลาง ที่ต้องการระบบบริหารและจัดการด้วยคอมพิวเตอร์ที่ง่ายต่อการใช้งานโดยเฉพาะการเชื่อมโยงและเข้าถึงข้อมูล [31] ระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ (Healthcare Information System) หมายถึง ระบบสารสนเทศ ที่ออกแบบมาให้สามารถรองรับการบริการทางการแพทย์ที่มีคุณภาพ รวดเร็ว ถูกต้องทันสมัย โดยครอบคลุมงานด้านการให้บริการผู้ป่วยเป็นหลัก (Front Office) เช่น ระบบเวชระเบียน ระบบผู้ป่วยนอก ระบบผู้ป่วยใน ระบบห้องปฏิบัติการ ระบบรังสีวิทยา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบ e-Hospital [32]

2.18.1 ตัวอย่างคุณลักษณะของระบบเวชระเบียนและระบบเภสัชกรรม

2.18.1.1 ระบบเวชระเบียน (ระบบเวชระเบียน หมายถึง ระบบที่ทำการจัดเก็บข้อมูลประวัติผู้ป่วยเพื่อช่วยในการรักษาอย่างต่อเนื่องของแพทย์ พยาบาลและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ชื่อ สกุล ที่อยู่ เพศ อายุ ประวัติการป่วย ประวัติการรับยาหรือวินิจฉัยโรค เป็นต้น)

1) สามารถสอบถามประวัติทั่วไป (Social Data) ของผู้ป่วยได้

2) สามารถสอบถามสิทธิการรักษาพยาบาลที่เป็นสิทธิหลักที่ผู้ป่วยเลือกใช้ของแต่ละครั้งที่ผู้ป่วยตรวจรักษา

3) สามารถบันทึกและสั่งพิมพ์การขอค้นแฟ้มเวชระเบียนผู้ป่วยได้

4) สามารถสอบถามสถานะผู้ป่วยและตำแหน่งแฟ้มเวชระเบียนได้

2.18.1.2 ระบบเภสัชกรรม

1) สามารถสอบถามข้อมูลรายการยาและเวชภัณฑ์พร้อมราคา

2) สิทธิการรักษาพยาบาล โดยแยกตามการจัดกลุ่มรายการยาและเวชภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น ยาในบัญชียาหลักแห่งชาติ ยานอกบัญชียาหลักแห่งชาติ เป็นต้น

3) สามารถสอบถามข้อมูลยา(Drug information) โดยจำแนกตามชื่อยา

4) สามารถบันทึกข้อมูลการแพ้ยา(Adverse Drug Reaction: ADR) ปฏิกิริยาต่อกันระหว่างยา (Drug interaction) และสารอื่นได้

2.19 งานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้อง

2.19.1 งานวิจัยของ Teotonio Gloria dos Santos Fumo

Teotonio [4] ทำการวิจัยด้วยการนำเทคโนโลยีคลังข้อมูลมาใช้ในงานบริการสุขภาพเพื่อช่วยตัดสินใจ โดยทดลองสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลแบบล่างขึ้นบนเพื่อรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลสายงานต่างๆ ในกระทรวงสาธารณสุขของ Mozambique ผลการทดลองพบว่า

2.19.1.1 สามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ที่อยู่คลังข้อมูลช่วยตัดสินใจได้มีประสิทธิภาพมากกว่าฐานข้อมูล เนื่องจากคลังข้อมูลเก็บความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ในอดีตและมีขนาดใหญ่ทำให้สามารถค้นหาความรู้จากคลังข้อมูลได้ง่ายและมากขึ้น

2.19.1.2 ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลสายงานต่างๆ ที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ก่อให้เกิดการรวมเป็นมาตรฐานรูปแบบเดียวกันได้ ส่งผลให้สามารถตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูลช่วยตัดสินใจทำได้อย่างรวดเร็ว

2.19.1.3 ง่ายในการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเดียวกัน หรือต่างกันมารวมกันเพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลและสารสนเทศร่วมกันได้ และการเข้าถึงข้อมูลมีความยืดหยุ่นสูง ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ เช่น สเปรดชีด (Spread Sheet) สามารถรวมข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวผ่านระบบฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวันเข้าสู่คลังข้อมูล

2.19.1.4 ใช้เป็นคลังความรู้สำหรับการทำวิจัย

นอกจากนั้น ยังได้สรุปขั้นตอนการดำเนินงานในการนำเทคโนโลยีคลังข้อมูลมาใช้ คือ ระบุแหล่งข้อมูล ทำการวิเคราะห์ความต้องการข้อมูลจากแหล่งข้อมูลนั้น เลือกโครงสร้างคลังข้อมูลและโปรแกรมสำเร็จรูปในกระบวนการคัดแยก ปรับรูปแบบ นำเข้า ข้อมูลและฐานข้อมูลที่เป็นเป้าหมาย ที่สำคัญเน้นที่คุณภาพข้อมูล แต่ปัญหาที่พบในการวิจัย คือ

1) การควบคุมคุณภาพข้อมูลในฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมวันทำได้ยาก เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณมากและมาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน

2) การดำเนินการคัดแยก ปรับรูปแบบ นำเข้า ข้อมูลสู่คลังข้อมูลนั้นมักเกิดความผิดพลาดอยู่เสมอ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในการกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลจากแหล่งข้อมูล และจากการใช้เทคโนโลยี ซึ่งอาจนำมาสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาด

3) ขาดการตอบกลับ (Feed back) จากผู้ที่ทำการตัดสินใจ ทำให้ไม่สามารถตอบได้ว่าข้อมูลที่ในคลังข้อมูลช่วยตัดสินใจได้ดีเพียงใด

4) การรวมกันของข้อมูลทำให้รายละเอียดบางส่วนหายไป

2.19.2 งานวิจัยของ DA-Puhr

DA-Puhr [35] ทำการวิจัยสนับสนุนการนำเทคโนโลยีคลังข้อมูลมาใช้ในงานบริการสุขภาพในโรงพยาบาลในมหาวิทยาลัย Virginia และ Health Network Toronto ผลการทดลองพบว่า

2.19.2.1 พัฒนา และปรับปรุงการให้บริการกับผู้ขอใช้บริการหรือผู้ป่วยได้ดีขึ้น เนื่องจากคลังข้อมูลเก็บข้อมูลในอดีตย้อนหลังหลายปีทำให้ช่วยตัดสินใจได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น การประเมินภาวะการณ์ของโรคของผู้ป่วยเพื่อเตรียมความพร้อมให้บริการ

2.19.2.2 ลดความผิดพลาดในการใช้ยากับผู้ป่วย

2.19.2.3 ลดค่าใช้จ่าย เวลา ในการรักษา และ เพิ่มรายได้

2.19.2.4 พัฒนา และปรับปรุงงานวิจัยทางคลินิก

2.19.2.5 บ่งบอกประสิทธิภาพระดับตัวชี้วัดได้ดี ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนและสัมพันธ์กันได้ลึกและมีความละเอียดสูงนำมาสู่การปรับปรุงคุณภาพการบริการ เป็นต้น

นอกจากนั้น ยังได้กล่าวถึงกระบวนการ ETL คือ เกี่ยวข้องกับแหล่งข้อมูลเดียวกัน (One single data source) และ แหล่งข้อมูลที่ต่างกัน (Multiple data source) ในการนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล และจากการทดลองยังพบปัญหา คือ คุณภาพของข้อมูลที่เกิดจากขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการ ETL การออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลยังขาดส่วนของระบบรักษาชั้นความลับของข้อมูลผู้ป่วยและแพทย์ผู้รักษา ซึ่งอาจส่งผลให้ข้อมูลที่อยู่ในชั้นความลับนี้ถูกเปิดเผยได้ง่าย

2.19.3 งานเขียนของ Sybase Inc.

Sybase Inc. [36] ได้กล่าวเพิ่มถึงประโยชน์การนำเทคโนโลยีคลังข้อมูลมาใช้ในงานบริการสุขภาพ คือ

2.19.3.1 เพิ่มคุณค่าของข้อมูล

2.19.3.2 สนับสนุนกระบวนการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าดีมากยิ่งขึ้น

2.19.3.3 ปรับปรุงกระบวนการให้บริการ

2.19.3.4 ลดข้อผิดพลาดในการรักษา มีการนำปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ข้อมูล

2.19.3.5 จัดการควบคุมโรคต่างๆ ที่อาจเป็นปัญหาในอนาคต

2.19.4 งานเขียนของ Kadarsah Suryadi และ Eri Ricardo Nurzal [37]

ทำการศึกษาโดยนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วย ในการตัดสินใจโดยวิเคราะห์กลไลการทำงานของเครื่องยนต์ที่ผิดปกติ (A Decision Support System for Car Fault Diagnosis Using Expert System) ได้ออกแบบส่วนประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญดังนี้

2.19.4.1 กลไกอนุมานหรือการสรุปความ (Inference Engine)

2.19.4.2 ฐานความรู้ (Knowledge base)

2.19.4.3 ฐานข้อมูล (Data base)

2.19.4.4 ส่วนติดต่อผู้ใช้ (System-user Interaction)

2.19.4.5 ระบบยืดหยุ่นในตัวเอง (Adaptive system) ระบบยืดหยุ่นในตัวเอง (Adaptive System) หมายถึง ระบบที่มีความสามารถที่จะปรับตัวเอ งตามความต้องการของสิ่งแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนไป ระบบนี้ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) โดยเมื่อมีการเริ่มต้นระบบจะมีการสร้างฐานข้อมูลเพื่อรองรับคำตอบจากผู้ใช้ และใช้เทคนิคการควบคุมกลไลการอนุมานหรือสรุปความอยู่ 2 เทคนิค ได้แก่ การสรุปความไปข้างหน้า (Forward Chaining) และการสรุปความย้อนกลับ (Backward Chaining)โดยใช้เทคนิคการสรุปความย้อนกลับ (Backward Chaining) เนื่องจากมีการแสดงผลลัพธ์เป็นตัวเลขจำนวนไม่มากนัก พร้อมกับมีการนำเข้าข้อมูลที่อาจเป็นไปได้ในหลายๆ คำตอบ และทราบเป้าหมายหรือผลสรุปแล้ว จากนั้นเมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะถูกเรียกขึ้นมาแสดงรายการคำถาม เพื่อรอรับคำตอบจากผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ตอบคำถาม ระบบยืดหยุ่นในตัวเอง (Adaptive System) จะทำการค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด พร้อมกับให้ผู้ใช้ยืนยันในคำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ หลังจากที่ผู้ใช้ตอบคำถามเสร็จสิ้นแล้วผลลัพธ์ที่ผู้ใช้ตอบจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นระบบยืดหยุ่นในตัวเองก็จะทำการประมวลผลข้อมูลคำตอบที่ถูกเก็บลงในฐานข้อมูลอีกครั้งและสร้างกฎสำหรับค้นหาความรู้ในฐานความรู้ (Knowledge base) ต่อไป ประโยชน์ที่ได้ของการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์กลไลการทำงานของ
เครื่องยนต์ที่ผิดปกติ

1) ป้องกันความไม่พอใจของลูกค้าในการซ่อมเครื่องยนต์และประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากซ่อมได้ตรงจุด

2) เป็นเครื่องมือฝึกอบรมให้กับช่างเครื่องที่ขาดประสบการณ์

3) ปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ เช่น ความแม่นยำในการวินิจฉัยอาการเสีย ของเครื่องยนต์ และช่วยให้ช่างเครื่องทำงานได้มากขึ้นในเวลาที่จำกัด

4) เพิ่มความรู้ให้กับคนขับรถยนต์ในการวินิจฉัยความผิดปกติของเครื่องยนต์

5) ลดการพึ่งพาช่างเครื่องที่มีความชำนาญ เนื่องจากซ่อมเครื่องยนต์ให้ได้ผลดีนั้นจำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์ หรือ วินิจฉัยอาการเสียของเครื่องยนต์ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะเป็นเครื่องมือที่แนะนำช่างเครื่องที่ไม่ได้เป็นผู้ชำนาญสามารถค้นพบความผิดปกติของเครื่องยนต์ได้

6) ระบบสามารถทำงานได้ตลอดเวลา ต่างจากช่างเครื่องที่เป็นมนุษย์

ดังนั้น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวิเคราะห์กลไกการทำงานที่ผิดปกติของเครื่องยนต์นี้ จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยแนะนำ หรือ ให้คำปรึกษากับช่างเครื่องที่มีประสบการณ์การซ่อมเครื่องยนต์น้อยและลูกค้าได้เป็นอย่างดี โดยการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ทำให้ช่างเครื่องสามารถแก้ไขอาการเสียของเครื่องยนต์ได้ตรงจุด ลดความผิดพลาดและลูกค้าประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมเสมือนหนึ่งว่าได้ปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญเอง

โดยสรุปในบทนี้ได้กล่าวถึง แนวคิดพื้นฐาน นิยาม และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล คลังข้อมูล โครงสร้างสถาปัตยกรรม ข้อดี ข้อเสียของคลังข้อมูล วงจรการพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาวที่ใช้ในระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ รวมถึงงานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้องกับการนำคลังข้อมูลและระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ ซึ่งพบว่า งานวิจัยและงานเขียนหลายงานสนับสนุนการนำเทคโนโลยีคลังข้อมูลมาใช้ในงานบริการสุขภาพเพื่อประโยชน์กับองค์กร ตัวอย่างเช่น การลดค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้ป่วย มีข้อมูลและสารสนเทศที่ดีสำหรับช่วยตัดสินใจ เป็นต้น แต่ปัญหาที่พบ คือ การรักษาชั้นความลับของข้อมูลผู้ป่วยและแพทย์ผู้รักษา ไม่สามารถประเมินได้ว่าผู้ตัดสินใจใช้ข้อมูลจากคลังข้อมูลได้ดีเพียงใด และคุณภาพของข้อมูลที่ไม่ดีพอ ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจให้กับผู้บริการ แพทย์ พยาบาล หรือผู้ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจ โดยเป็นการแก้ไขปัญหา ของระบบงานเดิมที่เก็บข้อมูลในฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ด้วยการนำเสนอสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล วงจรการพัฒนาคลังข้อมูลและนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้เพื่อเปรียบเทียบกับการตัดสินใจที่ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลอย่างเดียว

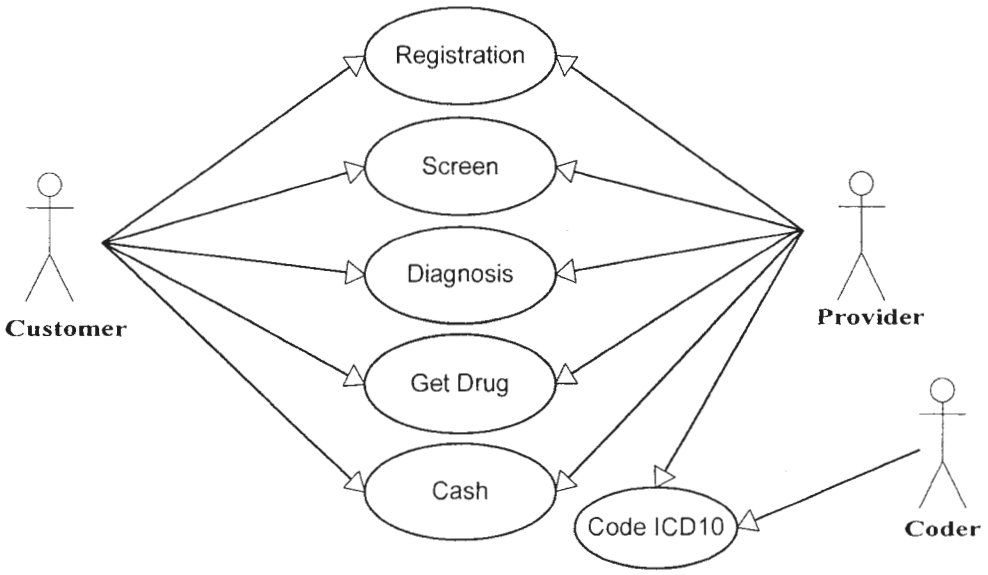
ในบทต่อไปจะเป็นการจะเสนอขั้นตอนการทำวิจัย วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เริ่มที่กระบวนการศึกษาวิเคราะห์ระบบเดิมให้รู้ถึงปัญหาและความต้องการ วิเคราะห์ระบบใหม่ สร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล และนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้รวมถึงการประยุกต์ ใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent) ในส่วนประสานกับผู้ใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

จากบทที่ 2 ได้ศึกษาถึงนิยาม ทฤษฎี แนวคิดพื้นฐานงานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้ จะเสนอขั้นตอนการทำวิจัย วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เริ่มที่กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์ระบบใหม่ การสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล ระบบผู้เชี่ยวชาญและการนำตัวแทนปัญญามาใช้ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพตามตัวชี้วัดที่กำหนดตลอดถึงการออกแบบและสร้างระบบ

3.1 การศึกษาวิเคราะห์ระบบงานเดิม

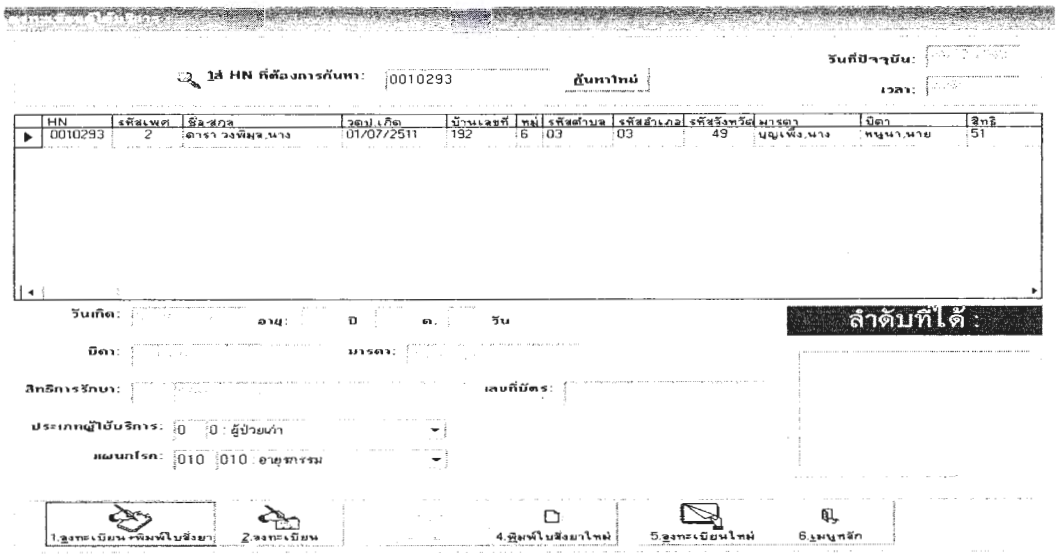
การศึกษาระบบงานเดิม เป็นการวิเคราะห์ระบบงานที่มีอยู่แล้วในองค์กร โดยได้ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการให้บริการกับผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลดอนตาล แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน สามารถอธิบายรายละเอียดตามภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 Use Case Diagram ขั้นตอนการให้บริการผู้ป่วยนอก

จากภาพที่ 3.1 อธิบายได้ว่า Cutomer คือ ผู้ขอใช้บริการหรือผู้ป่วย Provider คือ ผู้ให้บริการ ได้แก่ แพทย์ พยาบาล เภสัชกร เจ้าหน้าที่ห้องบัตร และ Coder คือ ผู้ให้รหัสวินิจฉัยทางการแพทย์ ซึ่งสามารถอธิบายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ได้ คือ

3.1.1 การลงทะเบียนผู้ป่วย (Registration) ผู้ป่วยยื่นหลักฐานการขอใช้-บริการ ได้แก่ บัตรประจำตัวประชาชน บัตรสิทธิการรักษาพยาบาล และบัตรประจำตัวผู้ป่วย ที่ห้องบัตร จากนั้นเจ้าหน้าที่ห้องบัตรจะทำการจัดพิมพ์บัตรประจำตัวผู้ป่วยและบัตรตรวจโรค ในโปรแกรมสำเร็จรูป Stat Version 2.90 ของกระทรวงสาธารณสุข และกรอกเลขที่ประจำตัวผู้ป่วย (Hospital Number: HN) ลงในโปรแกรมที่ชื่อ "ระบบสารสนเทศบริการสุขภาพโรงพยาบาลดอนตาล Version 1.02" โปรแกรมจะทำการพิมพ์ใบสั่งยาให้กับผู้ป่วย จากนั้นแนะนำผู้ป่วยไปพบพยาบาลหน้าห้องตรวจเพื่อสอบถามอาการป่วย

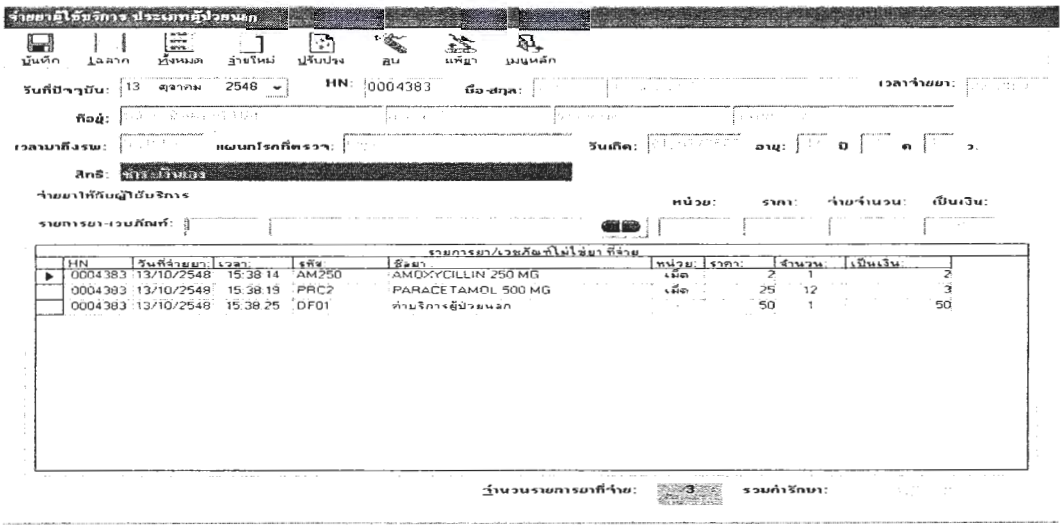


ภาพที่ 3.2 การลงทะเบียน (Registration) ผู้ป่วย

3.1.2 พยาบาลหน้าห้องตรวจ (Screen) ทำการซักประวัติอาการป่วยวัดความดันโลหิตและชีพจร บันทึกลงในบัตรตรวจโรคและลงทะเบียนการมาขอรับบริการที่แผนกผู้ป่วยนอก แล้วดำเนินการส่งผู้ป่วยพบแพทย์

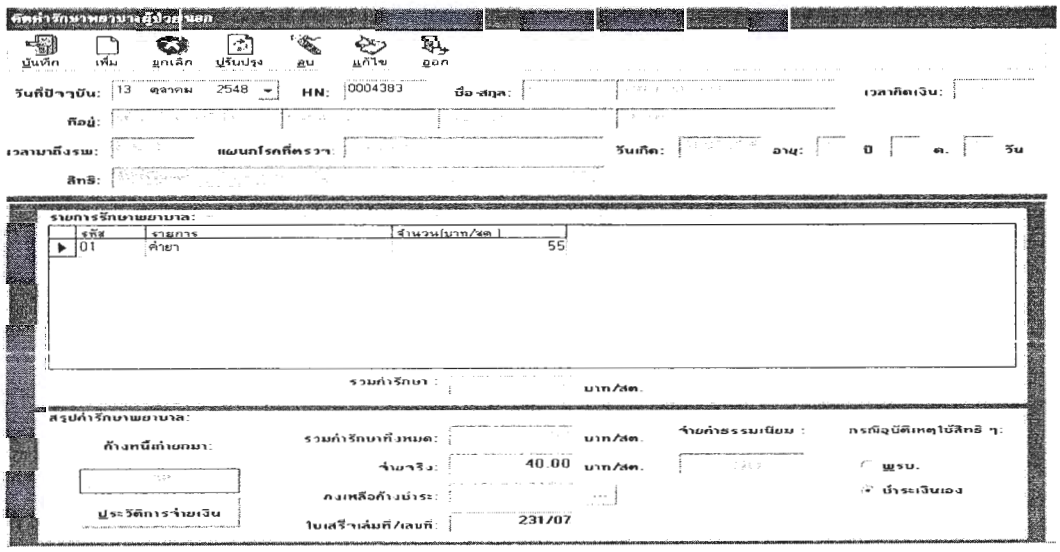
3.1.3 การวินิจฉัยโรคของแพทย์ (Diagnosis) แพทย์จะทำการวินิจฉัยโรคโดยการใช้ข้อมูลจากการซักประวัติการเจ็บป่วยทั้งจากอดีตและปัจจุบันประกอบการตัดสินใจ เพื่อวินิจฉัยโรคและสั่งยา ให้กับผู้ป่วย ซึ่งในการวินิจฉัยโรคนั้นแพทย์จะทำการเขียนชื่อโรคตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ICD10 ตัวอย่างเช่น โรคหวัด (Common cold) โรคกระเพาะ (Peptic Ulcer) เป็นต้น โดยเขียนลงในแบบฟอร์มใบสั่งยาและบัตรตรวจโรค เพื่อให้ผู้ป่วยนำไปยื่นที่ห้องจ่ายยา

3.1.4 การจ่ายและรับยา (Get Drug) เภสัชกรจะทำการจ่ายยาตามคำสั่งในใบสั่งยาของแพทย์ โดยกรอกเลขประจำตัวผู้ป่วยลงในโปรแกรมระบบสารสนเทศบริการสุขภาพโรงพยาบาล-ดอนตาล Version 1.02 แล้วเลือกรายการยา กรอกจำนวนยา โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าบริการทางการแพทย์ให้โดยอัตโนมัติ นอกจากนั้นโปรแกรมยังสามารถเตือนอาการแพ้ยาของผู้ขอใช้บริการในกรณีที่แพ้ยา จากนั้นแนะนำวิธีการใช้ยา และนำใบสั่งยาไปคิดค่าบริการที่ห้องการเงิน



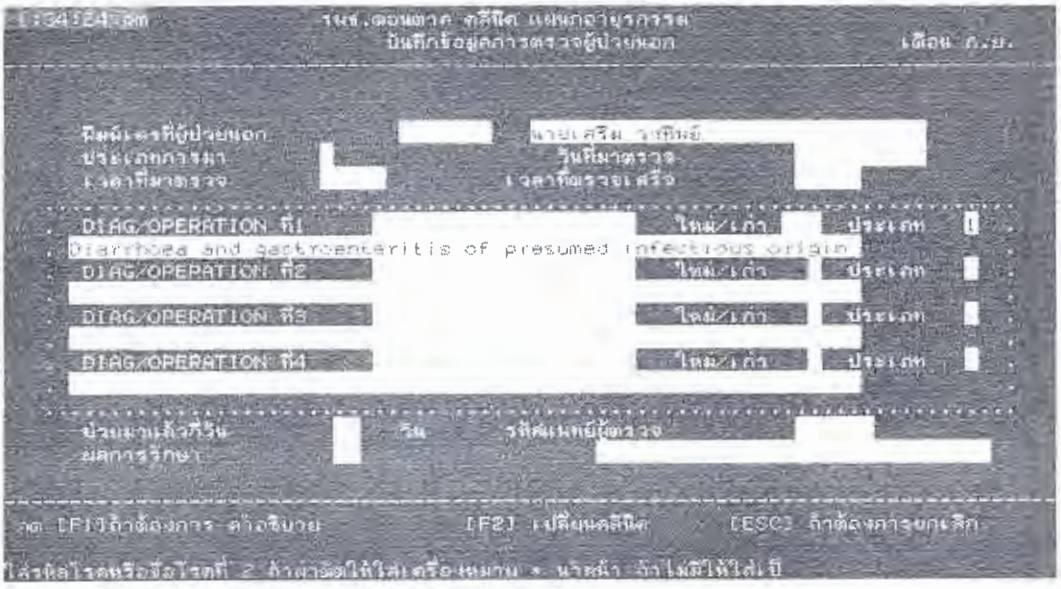
ภาพที่ 3.3 การจ่ายยาให้กับผู้ป่วยผ่านโปรแกรมระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ

3.1.5 การคิดค่าบริการทางการแพทย์ (Cash) ที่ห้องการเงินเจ้าหน้าที่การเงินจะทำกรอกเลขที่ประจำตัวผู้ขอใช้บริการ จากใบสั่งยาผู้ป่วยจากห้องยาข้อมูลค่าบริการทางการแพทย์จะถูกสืบค้นขึ้นมาแสดงพร้อมกับออกใบเสร็จรับเงิน โดยสามารถสืบค้นหนี้ค้างชำระก่อนหน้านี้



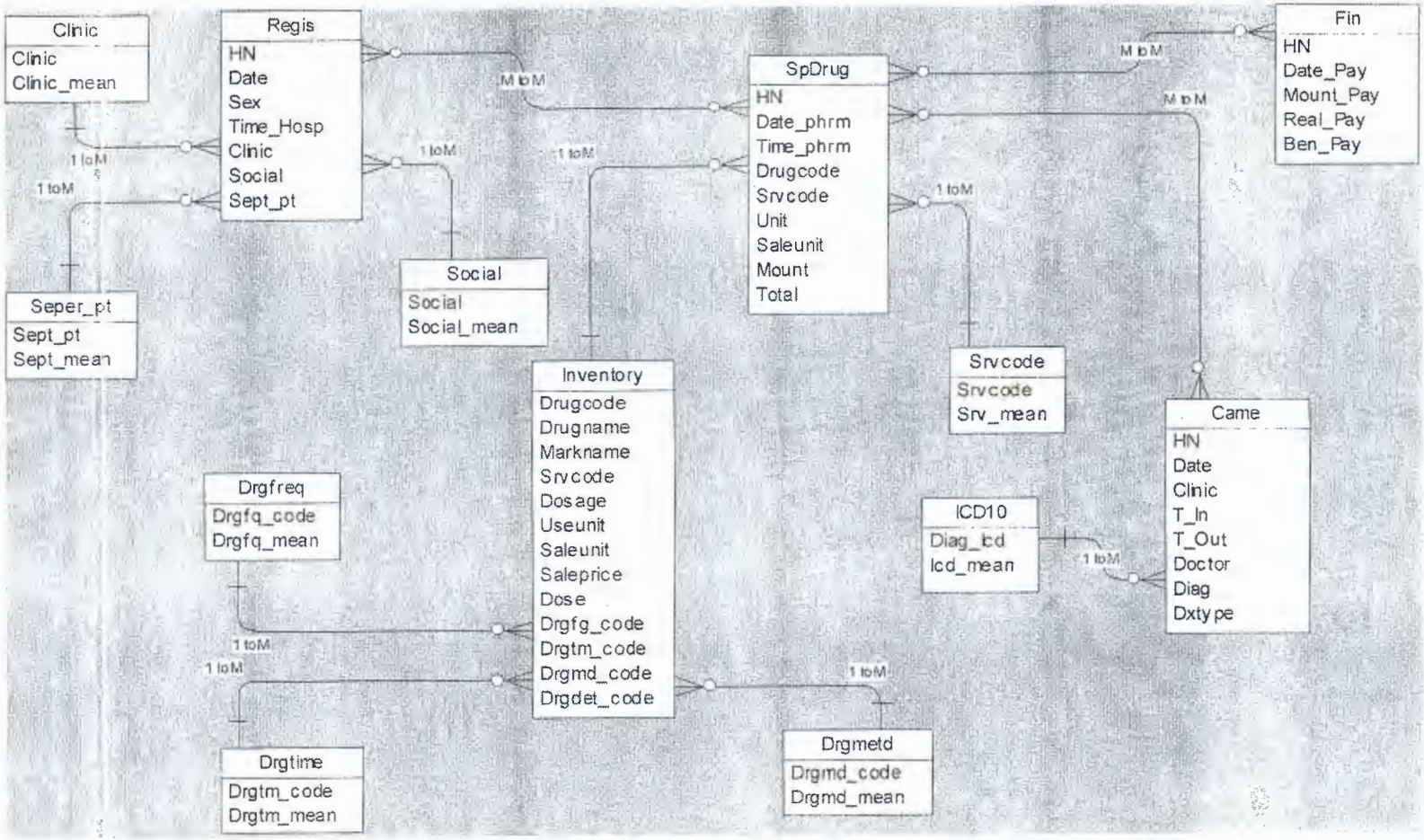
ภาพที่ 3.4 การคิดค่าบริการทางการแพทย์ผ่านโปรแกรมระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ

3.1.6 ผู้ให้รหัสวินิจฉัยทางการแพทย์ (Coder) เมื่อการดำเนินการกระบวนการต่างๆ เสร็จสิ้น บัตรตรวจโรคก็จะถูกเจ้าหน้าที่ห้องบัตรนำมาให้รหัสการวินิจฉัยโรค ตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (ICD-10) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Stat 2.90 ตัวอย่างเช่น โรคหวัด (Common cold) ให้รหัสวินิจฉัยทางการแพทย์เป็น J00 โรคกระเพาะ (Peptic Ulcer) K 27.9 เป็นต้น



ภาพที่ 3.5 อธิบายการให้รหัสการวินิจฉัยโรคตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ(ICD-10)

ส่วนในด้านฐานข้อมูลนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูล (Entity Relationship Diagram : ERD) ตามภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูล

3.2 รายละเอียด แฟ้มระบบงาน

แฟ้มระบบงานที่ 3.2.1 ถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล Foxpro 3.0 ส่วนแฟ้มข้อมูลที่ 2 ถึง แฟ้มข้อมูลที่ 13 เป็นแฟ้มข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล Microsoft Sql Database Server 2000 ดังรายละเอียด คือ

3.2.1 แฟ้มข้อมูลวินิจฉัยโรค (Came) ใช้ในฐานข้อมูล Foxpro 3.0 ในโปรแกรมสำเร็จรูป Stat version 2.90

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	HN	Text	7	เลขประจำตัวผู้ใช้บริการ	Foreign key
2	Date	Date	8	วันที่วินิจฉัยโรค	
3	Clinic	Text	8	คลินิกที่ตรวจ	
4	T_In	Time	8	เวลามาตรวจ	
5	T_Out	Time	8	เวลากลับ	
6	Doctor	Text	2	รหัสแพทย์ผู้ตรวจ	
6	Diag	Text	5	รหัสการวินิจฉัยโรคหลัก	
7	Dxtype	Text	1	รหัสการวินิจฉัยโรคหลักหรือรอง	

3.2.2 แฟ้มข้อมูลค่าบริการ (Fin)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	HN	nvarchar	7	เลขประจำตัวผู้ใช้บริการ	Foreign Key
2	Date_pay	Date	8	วันที่จ่ายเงิน	
3	Mount_pay	Decimal	9	จำนวนค่าบริการทั้งหมด	
4	Real_pay	Decimal	9	จ่ายจริง	
5	Ben_pay	Decimal	9	ค้างชำระ	

3.2.3 แฟ้มข้อมูลลงทะเบียนขอใช้บริการ (Regis)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	HN	nvarchar	7	เลขประจำตัวผู้ป่วย	Foreign key
2	Date_regis	date	8	วันที่ลงทะเบียนตรวจ	
3	Sex	nchar	1	เพศ	
4	Time_Hosp	Time	8	เวลาที่ลงทะเบียนตรวจ	
5	Clinic	nchar	4	แผนกที่ลงทะเบียนตรวจ	Foreign Key
6	Social	nchar	2	สิทธิการรักษา	Foreign Key
7	Sept_pt	nchar	1	รหัสผู้ใช้บริการ เก่าหรือใหม่	Foreign Key

3.2.4 แฟ้มข้อมูลการสั่ง รับ ยา (SpDrug)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	HN	nvarchar	7	เลขประจำตัวผู้ขอใช้บริการ	Foreign Key
2	Date_Phrm	Date	8	วันที่จ่ายยา	
3	Time_Phrm	Time	8	เวลาจ่ายยา	
4	Drugcode	nvarchar	6	รหัสยา	Foreign Key
5	Srvcode	nvarchar	2	ประเภทยา เวชภัณฑ์	Foreign Key
6	Unit	nvarchar	20	หน่วยนับ	
7	Saleunit	decimal	9	ราคาต่อหน่วย	
8	Mount	numeric	9	จำนวนยาที่จ่าย	
9	Total	numeric	9	ราคารวมทั้งหมด	

3.2.5 แฟ้มข้อมูลรายละเอียดยาและเวชภัณฑ์ (Inventory)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Drugcode	nvarchar	6	รหัสยา เวชภัณฑ์	Primary Key
2	Drugname	nvarchar	200	ชื่อวิทยาศาสตร์ รหัสยา เวชภัณฑ์	
3	Markname	nvarchar	200	ชื่อทางการค้า รหัสยา เวชภัณฑ์	
4	Srvcode	nchar	2	รหัสหมวดค่าบริการ	
5	Dosage	nchar	3	จำนวนที่ใช้ของยา เวชภัณฑ์	
6	Useunit	nvarchar	15	หน่วยนับประเภทยา เวชภัณฑ์	
7	Saleunit	numberic	7	หน่วยที่จำหน่ายยา เวชภัณฑ์	
8	Saleprice	numberic	8	ราคายา เวชภัณฑ์ที่สั่งจ่าย	
9	Dose	numberic	8	จำนวนยา เวชภัณฑ์ที่สั่งจ่าย	
10	Drgfq_code	nchar	3	ความถี่ในการใช้ยา เวชภัณฑ์	Foreign Key
11	Drgtm_code	nchar	3	ช่วงเวลาที่ใช้ยา เวชภัณฑ์	Foreign Key
12	Drgmd_code	nchar	3	วิธีใช้ ยา เวชภัณฑ์	Foreign Key
13	Drgdet_code	nchar	150	คำเตือน หรือคำอธิบายวิธีใช้	

3.2.6 แฟ้มข้อมูลวิธีใช้ยา เวชภัณฑ์ (Drgmetd)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Drgmd_code	nchar	3	วิธีใช้ ยา เวชภัณฑ์	Primary Key
2	Drgmd_mean	nvarchar	150	ความหมายวิธีใช้ ยา เวชภัณฑ์	

3.2.7 แฟ้มข้อมูลช่วงเวลาที่ใช้ยา เวชภัณฑ์ (Drgtime)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Drgtm_code	nchar	3	ช่วงเวลาที่ใช้ ยา เวชภัณฑ์	Primary Key
2	Drgtm_mean	nvarchar	150	ความหมายช่วงเวลาที่ใช้ ยา เวชภัณฑ์	

3.2.8 แฟ้มข้อมูลความถี่ในการใช้ยา เวชภัณฑ์ (Drgfreq)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Drgfq_code	nchar	3	ความถี่ในการใช้ ยา เวชภัณฑ์	Primary Key
2	Drgfq_mean	nvarchar	150	ความหมายความถี่ในการใช้ ยา เวชภัณฑ์	

3.2.9 แฟ้มข้อมูลแผนกที่ทำการตรวจรักษา (Clinic)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Clinic	nchar	4	รหัสแผนกที่ทำการตรวจรักษา	Primary Key
2	Clinic_mean	nvarchar	50	ความหมายแผนกที่ทำการตรวจรักษา	

3.2.10 แฟ้มข้อมูลประเภทผู้ขอใช้บริการ (Seper_Pt)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Sept_pt	nchar	1	รหัสผู้ใช้บริการ เก่าหรือใหม่	Primary Key
2	Sept_mean	nvarchar	8	ความหมายรหัสผู้ใช้บริการ เก่าหรือใหม่	

3.2.11 แฟ้มข้อมูลสิทธิการรักษา (Social)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Social	nchar	2	สิทธิการรักษา	Primary Key
2	Social_mean	nvarchar	25	ความหมายของสิทธิการรักษา	

3.2.12 แฟ้มข้อมูลประเภทยา เวชภัณฑ์ (Srvcode)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Srvcode	nchar	2	รหัสค่าบริการ	Primary Key
2	Srvcode_mean	nvarchar	25	ความหมายรหัสค่าบริการ	

3.2.13 แฟ้มข้อมูลบัญชีการจำแนกโรคระหว่างประเทศ (ICD10)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Diag_Icd	nchar	3	รหัสการวินิจฉัยโรค	Primary Key
2	Icd_mean	nvarchar	150	ความหมายรหัสการวินิจฉัยโรค	

3.3 การกำหนดปัญหา (Problem Definition)

การกำหนดปัญหาเป็นการกำหนดจากการทบทวนงานวิจัย และงานเขียนของการนำเทคโนโลยีคลังข้อมูล ระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์ปัญหาของระบบงานเดิมที่ดำเนินการอยู่ ซึ่งเป็นตัวอย่างข้อมูลพื้นฐานที่ได้มาจากการศึกษาระบบงานให้บริการผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร ทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการดำเนินงานเป็นสาเหตุให้เกิดแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาซึ่งสรุปได้ ดังนี้

3.3.1 ปัญหาที่ได้จากการทบทวนงานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลยังขาดส่วนของระบบรักษาความปลอดภัย

3.3.1.2 ขาดการตอบกลับ (Feed back) จากผู้บริหารและผู้ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจ ทำให้ไม่สามารถตอบได้ว่าข้อมูลที่อยู่ในคลังข้อมูลตัดสินใจได้ดีเพียงใด

3.3.1.3 การควบคุมคุณภาพข้อมูลในฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันทำได้ยาก เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณมากและมาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน

3.3.1.4 การรวมกันของข้อมูลทำให้รายละเอียดบางส่วนหายไป

3.3.2 ปัญหาที่เกิดจากระบบงานเดิมที่ดำเนินการอยู่

3.3.2.1 ฐานข้อมูลที่ใช้อยู่ Foxpro 3.0 จัดเก็บจำนวนระเบียน (Record) ได้จำกัด ส่งผลให้ฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่และทำงานได้ช้า

3.3.2.2 มีข้อมูลย้อนหลังน้อยทำให้ไม่สามารถหาคำตอบเชิงพยากรณ์ได้ ตัวอย่างเช่น ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต การใช้ยา การแพ้ยา หรือโรค เป็นต้น และไม่เหมาะสมในการใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัย (Research)

3.3.2.3 การใช้ข้อมูลร่วมกันทำได้ไม่ดีพอ เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บกระจัดกระจายตามระบบงานต่างๆ ซึ่งยากต่อการเรียกใช้หรือขาดความสัมพันธ์กัน

3.3.2.4 การขอรับคำปรึกษาหรือสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทำได้ยาก ส่งผลให้ขาดข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยตัดสินใจได้อย่างทันท่วงที

3.3.2.5 ข้อมูลนำเสนอมีรูปแบบเดียว คือ รูปแบบตารางข้อมูล มีด้านกว้างและด้านยาว

3.3.2.6 ความเสี่ยงต่อการหยุดชะงักของระบบสูง เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ในลักษณะเป็นศูนย์รวม (Centralized Database System) ความล้มเหลวของการทำงานบางส่วนในระบบอาจทำให้ระบบฐานข้อมูลทั้งระบบหยุดชะงัก ตัวอย่างเช่น เกิดความเสียหายในบางแฟ้มข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับแฟ้มข้อมูลอีกหลายๆ แฟ้ม เป็นต้น

3.4 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

หลังจากที่มีการรวบรวมและสรุปปัญหาต่างๆ ขั้นตอนต่อไป คือการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ เพื่อตัดสินใจถึงความเป็นไปได้ ของระบบใหม่ว่าจะสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งในการพิจารณา จะมีด้านต่างๆ ดังนี้

3.4.1 ความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility)

ปัจจุบันโรงพยาบาลดอนตาลได้ทำการเชื่อมต่อเครือข่ายภายใน (Local Area Network : LAN) อยู่แล้วโดยมีการใช้เฉพาะส่วนของห้องบัตรโดยใช้โปรแกรมที่ชื่อว่า Stat 2.90 ของกระทรวงสาธารณสุข และระบบสารสนเทศบริการสุขภาพโรงพยาบาลดอนตาล Version 1.02 จากโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อและฐานข้อมูลที่มีอยู่บางส่วน ได้แก่ ฐานข้อมูล ประวัติผู้ป่วย การให้รหัสทางการแพทย์หรือรหัสโรค การลงทะเบียนขอใช้บริการ ประวัติการจ่ายยา การแพ้ยา และการคิดค่าบริการทางการแพทย์จึงได้พัฒนาระบบใหม่เพื่อแก้ไขข้อด้อยของระบบเดิม อีกทั้งยังสมารถใช้งานระบบเดิมผ่านเครือข่ายภายใน เพื่อให้บริการกับผู้ขอใช้บริการและเจ้าหน้าที่ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

3.4.2 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน (Operational Feasibility)

หลังจากที่ทางโรงพยาบาลดอนตาล ได้นำเอกโปรแกรมสำเร็จรูป มาใช้งานในจุดที่ให้บริการ ได้แก่ ห้องบัตร ห้องจ่ายยา และห้องการเงิน เป็นระบบเดิมที่ให้บริการและจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลมาตั้งแต่ปี 2540 ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะสร้างคลังข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาระบบคลังข้อมูล

ในบทที่ 2 ได้ทำการศึกษาความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคลังข้อมูลรวมกับปัญหาที่พบจากการทบทวนงานวิจัย งานเขียนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและปัญหาจากระบบงานเดิม จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะทำการประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าว เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และนำมาซึ่งกระบวนการหรือวงจรในการพัฒนาระบบคลังข้อมูล ในชื่อ “วงจรการพัฒนาระบบคลังข้อมูลรูปดาว (Star-Driven for Data Warehouse Development Methodologies) หรือวงจร DPTDF” โดยเริ่มต้นพัฒนาจากตัวอักษร D เคลื่อนที่ไปตามเส้นลูกศร P และ T D F ตามลำดับ และย้อนกลับมาที่ D เป็นวงจรอีกครั้ง ซึ่งวงจรดังกล่าวจะทำให้สามารถมองภาพรวม (View) ในการพัฒนาคลังข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีความง่ายมากขึ้น สามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

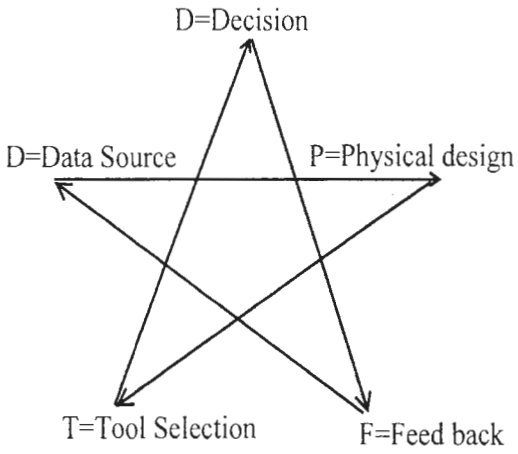
D หมายถึง การกำหนดแหล่งข้อมูล (Data Source) เป็นแหล่งข้อมูลระบบฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวัน ซึ่งอาจจะเป็นแหล่งข้อมูลภายในหรือภายนอกองค์กรก็ได้

P หมายถึง การออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล (Physical design of the data warehouse) ซึ่งจะเป็นการกำหนดรูปแบบของสถาปัตยกรรมและส่วนประกอบต่างๆ ของคลังข้อมูล ตัวอย่างเช่น ดาต้ามาร์ท คลังข้อมูล เป็นต้น

T หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือ (Tool Selection) เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างส่วนประกอบต่างๆ ของคลังข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลหรือสารสนเทศ

D หมายถึง การตัดสินใจของผู้ใช้ (Decision) จากผลลัพธ์ (Output) ที่ได้จากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล

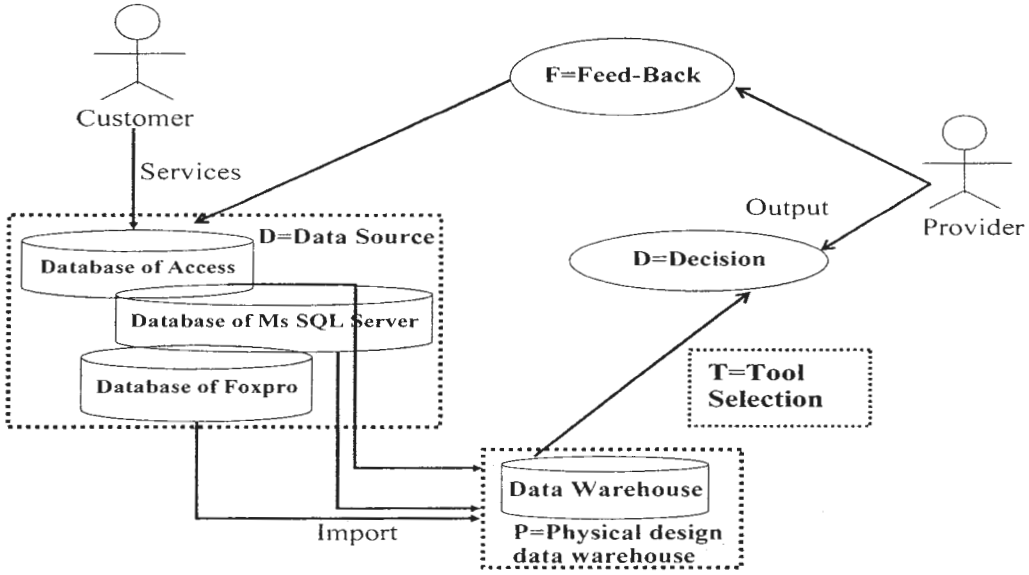
F หมายถึง การตอบกลับ (Feed back) ของผลการใช้ข้อมูลหรือสารสนเทศในการตัดสินใจ ซึ่งอาจจะเป็นการตอบแบบสอบถามผ่าน แบบฟอร์มกระดาษหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลลัพธ์จากการตอบกลับก็จะนำไปสู่การปรับปรุงแหล่งข้อมูลใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นสารสนเทศที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 3.7 (ก) แสดงวงจรการพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว
(Star-Driven for Data Warehouse Development)

เมื่อกระบวนการให้บริการกับผู้ป่วย (Customer) เริ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น การลงทะเบียน วินิจฉัยโรค การจ่ายยา เป็นต้น ข้อมูลจากกิจกรรมการให้บริการเหล่านี้จะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวัน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูล (D=Data Source) ให้กับระบบ ด้วยความแตกต่างของฐานข้อมูลในรูปแบบต่างๆ นั้น ทำให้เกิดปัญหาในการบริหารจัดการ ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเข้าไปเก็บไว้รวมในที่เดียวกัน เพื่อความง่ายและสะดวก รวดเร็ว ในการตรวจสอบข้อมูล ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการช่วยตัดสินใจ จึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบ และสร้างคลังข้อมูล (P=Physical design data warehouse) รองรับข้อมูลดังกล่าว ข้อมูลเมื่อถูกจัดเก็บในคลังข้อมูล จะเป็นข้อมูลที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ได้นั้นจะต้องใช้เครื่องมือในการคัดเลือกข้อมูล

หรือสารสนเทศ (T=Tool Selection) เพื่อนำผลลัพธ์ของสารสนเทศช่วยในกระบวนการช่วยตัดสินใจ (D=Decision) เมื่อผู้ให้บริการหรือผู้บริหาร(Provider) ทำการตัดสินใจเสร็จสิ้น ความต้องการสารสนเทศอาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา สถานการณ์ ดังนั้นผลตอบกลับ (F=Feed-back) จากการใช้สารสนเทศช่วยตัดสินใจจะถูกนำไปปรับปรุง กระบวนการให้บริการหรือโครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ



ภาพที่ 3.7 (ข) อธิบายภาพรวมในการเลือกข้อมูลต่างๆ ในวงจรรูปดาว

3.5 การพัฒนาระบบคลังข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาระบบคลังข้อมูลตามวงจรรูปดาวดังกล่าว โดยเริ่มจากการกำหนดแหล่งข้อมูล การออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล และการตอบกลับจากการสนเทศเพื่อช่วยตัดสินใจ

3.5.1 การกำหนดแหล่งข้อมูล (Define data sources) ในวงจรรูปดาวใช้อักษรย่อ “D” เป็นการกำหนดแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้เข้าสู่กระบวนการนำเข้าคลังข้อมูล ซึ่งได้มาจากระบบงานกิจกรรมประจำวันที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน หลักการสำคัญในการกำหนดแหล่งข้อมูลนั้น จะต้องกำหนดการนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลให้สอดคล้องกับความต้องการของสารสนเทศที่ช่วยตัดสินใจ แหล่งข้อมูลที่กำหนด ได้แก่

3.5.1.1 ข้อมูลการลงทะเบียน

1) ข้อมูลประวัติผู้ขอใช้บริการ ตัวอย่างเช่น ชื่อ สกุล ที่อยู่ สิทธิการรักษา วันเดือนปีเกิด ประเภทผู้ขอใช้บริการใหม่ เก่า แผนกที่ตรวจรักษา เป็นต้น

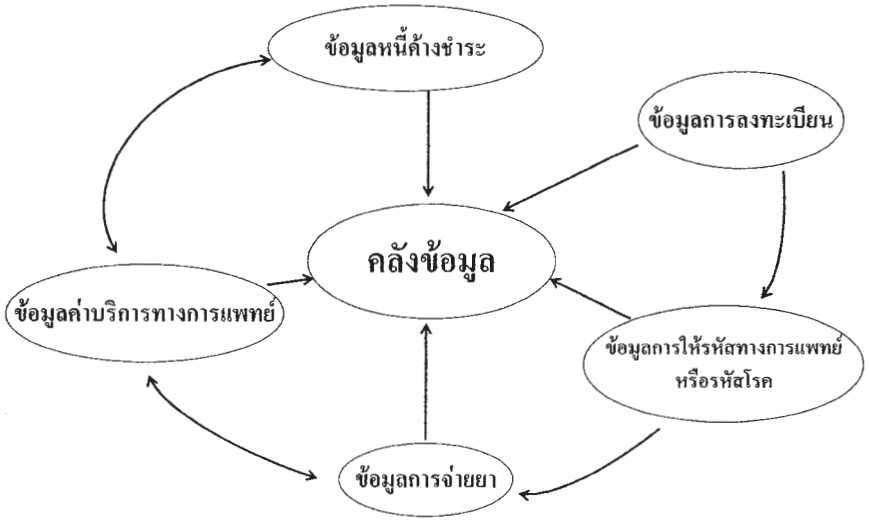
2) ข้อมูลการให้รหัสทางการแพทย์หรือรหัสโรคตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (ICD-10)

3) ข้อมูลการจ่ายยา

- ข้อมูลการรหัสยาที่จ่าย ปริมาณและราคายาที่จ่าย ให้กับผู้ป่วย

4) ข้อมูลค่าบริการทางการแพทย์

- ข้อมูลค่าบริการทางการแพทย์ ตัวอย่างเช่น ค่ายา ค่าเวชภัณฑ์ ค่าบริการทางการแพทย์ ข้อมูลหนี้ค้างชำระ



ภาพที่ 3.8 การกำหนดแหล่งข้อมูล

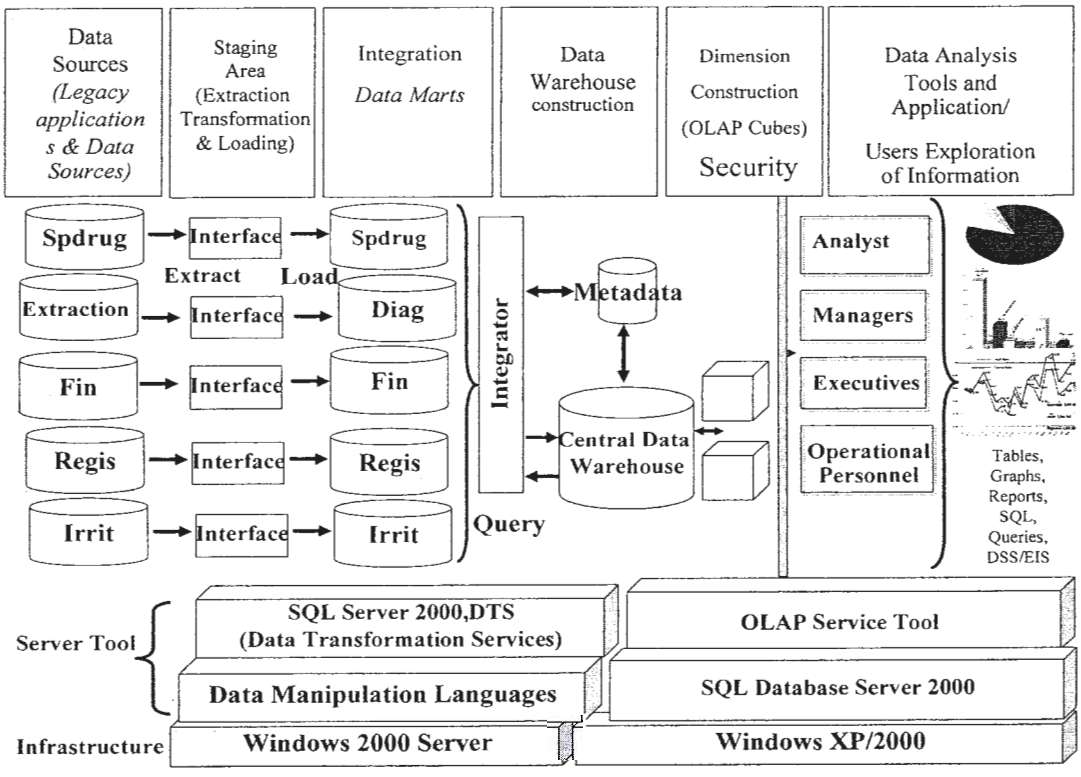
จากการกำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับคลังข้อมูล พบว่ามีแหล่งข้อมูลถูกเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ให้บริการงานประจำวันในระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องอธิบายถึงข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบเก่า (Legacy System) เหล่านี้ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดแหล่งข้อมูลเก่าที่ถูกจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาลดอนตาล

ระบบงาน	ฐานข้อมูลที่ใช้	ภาษาที่ใช้พัฒนา	รายละเอียด	ผลลัพธ์	สถานที่อยู่ของข้อมูล
ทำบัตรผู้ขอใช้บริการรายใหม่	Foxpro	Foxpro	ประวัติส่วนตัวผู้ขอใช้บริการ	บัตรประจำตัวผู้ขอใช้บริการและบัตรตรวจโรค	ห้องบัตร
ลงทะเบียนผู้ขอใช้บริการ	Ms Sql Database Sever 2000	Visual basic	ข้อมูลการลงทะเบียนตรวจตามแผนก	การลงทะเบียนขอตรวจ	ห้องบัตร
การให้รหัสทางการแพทย์หรือรหัสโรค	Foxpro	Foxpro	รหัสวินิจฉัยทางการแพทย์ตาม ICD-10	รายงานรหัสการวินิจฉัย	ห้องบัตร
การจ่ายยา	Ms Sql Database Sever 2000	Visual basic	ข้อมูลการรับยาและแพ้ยาของผู้ใช้บริการ	การรับ จ่ายยา และคำแนะนำถึงวิธีใช้	ห้องยา
การคิดค่าบริการทางการแพทย์	Ms Sql Database Sever 2000	Visual basic	ข้อมูลการเงินและหนี้ค้างชำระ	การออกใบเสร็จและเรียกเก็บหนี้ค้างชำระ	ห้องการเงิน

3.5.1.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ (Physical design of the data warehouse) ตัวอักษรย่อ "P"

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลตามความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลในในบทที่ 2 นั้น ทำให้นำมาซึ่งการประยุกต์ความรู้ดังกล่าว ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยเป็นการผสมผสานระหว่างสถาปัตยกรรมชุดคลังข้อมูลย่อย (Data Mart) แบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Data Mart Architecture หรือ Independent Data Mart) และสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Architecture) โดยหลักการออกแบบนั้น ผู้ออกแบบระบบจะต้องทำการตรวจสอบ และถ่ายโอน ข้อมูล ได้อย่างรวดเร็ว และมีความถูกต้องตามข้อมูลแต่ละสายงานนั้นๆ และเป็นอิสระต่อกัน ก่อนที่ข้อมูลจะถูกนำเข้าสู่คลังข้อมูล นอกจากนั้น ยังมีการเพิ่มส่วนของระบบรักษาความปลอดภัย เพื่อป้องกันข้อมูลที่เป็นความลับของผู้ป่วยและแพทย์ สามารถอธิบายรายละเอียดตามภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของคลังข้อมูลแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Data Warehouse Architecture) สำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ

จากสถาปัตยกรรมดังกล่าวที่ได้ออกแบบนั้น แบ่งระยะของส่วนประกอบต่างๆ ในการสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลออกเป็น 8 ส่วน สามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) โครงสร้างพื้นฐานของการออกแบบคลังข้อมูล (Infrastructure) คือ ส่วนระบบปฏิบัติการ ทำหน้าที่ ควบคุมการการปฏิบัติงานของโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ตัวอย่างเช่น Windows 2000 Server , Windows XP , Windows2000 เป็นต้น

2) ส่วนให้บริการเครื่องมือ (Server Tool) ทำหน้าที่ ให้บริการเครื่องมือเพื่อจัดการข้อมูลในระบบคลังข้อมูล คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับถ่ายโอนข้อมูล (Data Transformation Service: DTS) เครื่องมือสร้างฐานข้อมูล (SQL Database Server2000) เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมิติ (OLAP Service Tool) และภาษาที่ใช้สำหรับรวมข้อมูล (Data Manipulation Language : DML)

3) แหล่งข้อมูล ตามรายละเอียดหัวข้อ 3.5.1.1 ที่ได้อธิบายไว้แล้วในการกำหนดแหล่งข้อมูล (Define data sources)

4) พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Data Staging Area) ในระยะนี้ถูกใช้เพื่อคัดแยกข้อมูลที่ไม่ต้องการ และปรับรูปแบบข้อมูลให้มีรูปแบบเดียวกันหลังจากข้อมูล ถูกนำเข้าจากแหล่งข้อมูล ซึ่งจะกระทำในพื้นที่หน่วยความจำ (Memory) ของเครื่องคอมพิวเตอร์

5) การรวมข้อมูลเข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อย (Integration to Data Mart)

การรวมข้อมูลจากพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลก่อนนำเข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อยจะเป็นการคัดแยก ปรับเปลี่ยนรูปแบบ และสกัดข้อมูลที่ไม่ต้องการอีกครั้ง โดยใช้ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง (Query) อธิบายดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวันที่กำหนด เข้าสู่พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล และดาต้ามาร์ท ตามลำดับ

รายการฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันจากแหล่งข้อมูลที่กำหนด	**นำข้อมูลเข้าสู่พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล และดาต้ามาร์ท ตามลำดับที่จัดเก็บข้อมูล**
1. แฟ้มข้อมูลการจ่ายยา (Spdrug)	1. พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Spdrug) ดาต้ามาร์ทการจ่ายยา (Dmart_Spdrug)
2. แฟ้มข้อมูลการวินิจฉัยโรค (Extract)	2. พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Diag) ดาต้ามาร์ทการวินิจฉัยโรค (Dmart_Diag)
3. แฟ้มข้อมูลค่าบริการทางการแพทย์ (Fin)	3. พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Fin) ดาต้ามาร์ทค่าบริการทางการแพทย์ (Dmart_Fin)
4. แฟ้มข้อมูลการลงทะเบียนขอใช้บริการ (Regis)	4. พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Regis) ดาต้ามาร์ทการลงทะเบียนขอใช้บริการ (Dmart_Regis)

6) โครงสร้างคลังข้อมูล (Data Warehouse Construction)

ที่ระยะนี้ เป็นการรวม (Integration) ข้อมูลจากดาต้ามาร์ท เข้าสู่คลังข้อมูล จากสถาปัตยกรรมที่ได้ทำการออกแบบการรวมข้อมูลนี้ เปรียบเสมือนการคัดลอกข้อมูลซ้ำกันหลายๆ ครั้งจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งข้อมูลที่ถูกจัดเก็บอยู่ในคลังข้อมูล เป็นข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ คัดแยก ปรับเปลี่ยนรูปแบบ ของข้อมูลแล้ว โดยคลังข้อมูลดังกล่าว ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในดาต้ามาร์ททั้งหมดเข้าสู่คลังข้อมูลเดียวกัน เรียกว่า ศูนย์รวมคลังข้อมูล (Central Data Warehouse) ซึ่งมีโครงสร้างคลังข้อมูลในชื่อ Cent_DWH

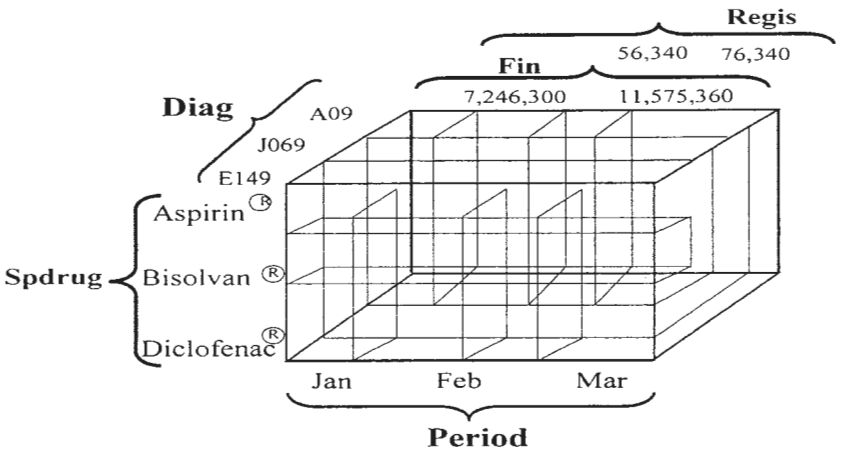
โครงสร้างคลังข้อมูล (Cent_DWH)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	Date_diag	Date	8	วันที่	
2	HN	Varchar	8	เลขประจำตัวผู้ขอใช้บริการ	
3	Diag	Varchar		รหัสการวินิจฉัยโรค	
4	Countdiag	Numberic	5	จำนวนรหัสการวินิจฉัยโรค	
5	Sumbent	Numberic	9	ผลรวมหนี้ค้างชำระ	
6	Summpay	Numberic	9	ผลรวมรายรับ	
7	Drugcode	Varchar	9	รหัสยา	
8	Countdrug	Numberic	5	จำนวนรหัสยา	
9	Sumtotal	Numberic	9	ผลรวมค่าบริการทั้งหมด	
10	Clinic	Varchar	9	รหัสคลินิก	
11	Countclinic	Numberic	3	จำนวนผู้ขอใช้บริการตามคลินิก	

นอกจากนั้น เมตะดาต้า ที่เปรียบเสมือนสารบัญของข้อมูลในการค้นข้อมูลในคลังข้อมูลซึ่งข้อมูลจะถูกนำเสนอผ่านส่วนให้บริการเสนอข้อมูล (Presentation Server) ทำหน้าที่ จัดการและเก็บข้อมูลสำหรับผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามข้อมูล สร้างรายงานและเข้าถึงข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูปประเภทต่างๆ ได้

7) โครงสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Construction (OLAP Cubes) and Security)

จากโครงสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ในระยะนี้ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะโครงร่างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Model) หรือ (OLAP Cubes) และเป็นส่วนที่สามารถให้บริการในการเข้าถึงข้อมูลในคลังข้อมูล สามารถอธิบายรายละเอียดการออกแบบได้ ตามภาพที่ 3.10

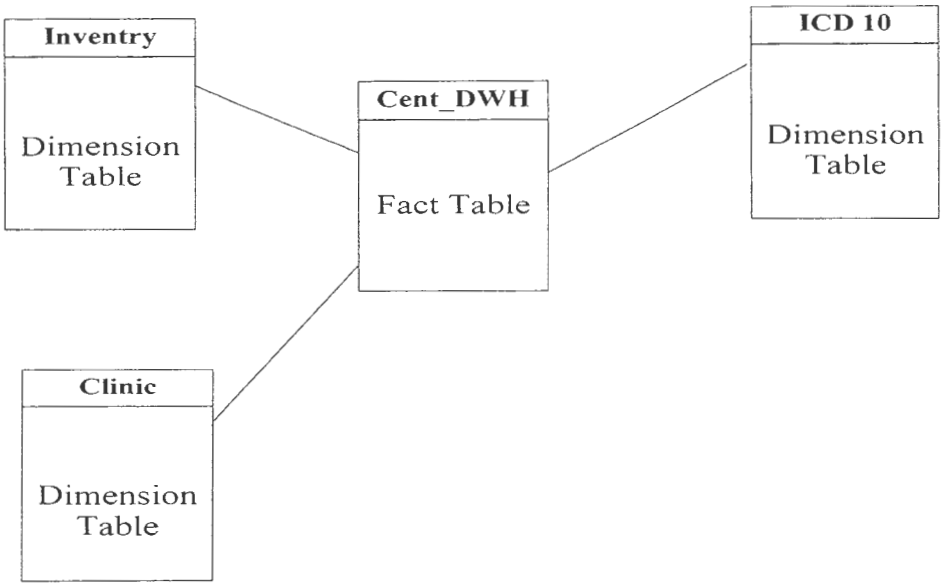


ภาพที่ 3.10 การออกแบบโครงสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Model)

จากภาพที่ 3.10 อธิบายได้ว่า ข้อมูลจากคลังข้อมูลจะถูกจัดให้อยู่ในลักษณะแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ โดยข้อมูลจะถูกมองทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และด้านลึก ทำให้สามารถมองเห็นภาพของข้อมูลและทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็วในการที่จะเลือกใช้ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

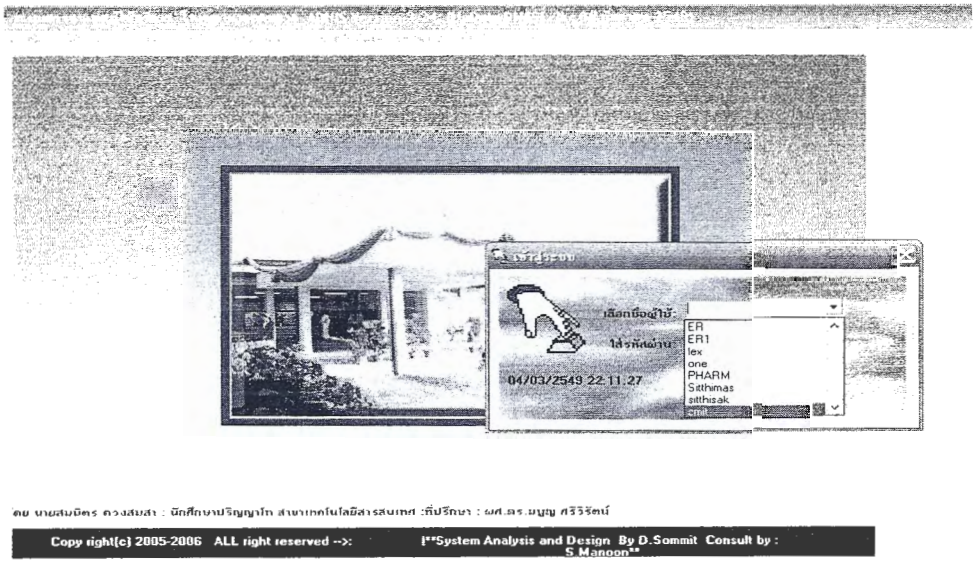
- ด้านข้อมูลเวลา (Period) แสดงข้อมูลของวันที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
- ด้านข้อมูลการจ่ายยา (Spdrug) แสดงรายการยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วย
- ด้านข้อมูลการวินิจฉัยโรค (Diag) แสดงรหัสการวินิจฉัยโรค
- ด้านข้อมูลการเงิน (Fin) แสดงค่าบริการทางการแพทย์
- ด้านการลงทะเบียนขอใช้บริการ (Regis) แสดงยอดผู้มาใช้บริการ

ลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่หลายๆ ด้านเหล่านี้ จะถูกเรียกว่าแบบจำลองข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Model) และในระยะนี้ก็จะมีการสร้าง ตารางแฟ็ค (Fact Table) และตารางได-เม็นชั่น (Dimension Table) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลดังกล่าว ไปใช้วิเคราะห์ต่อไป ดังรายละเอียดตามภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 การออกแบบตารางแฟ็ค และตารางไดเม็นชั่น

จากภาพที่ 3.11 อธิบายได้ว่า ตารางแฟ็คได้แก่ ตาราง Cent_DWH และตารางไดเม็นชั่น ได้แก่ ตาราง Inventry , ICD10 , Clinic นอกจากนั้น ที่ระยะนี้ยังมีการออกแบบส่วนระบบรักษาความปลอดภัยที่จะป้องกันความลับข้อมูลของแพทย์ผู้ที่ทำการรักษาและผู้ป่วยได้ โดยผู้ใช้ที่ต้องการใช้ข้อมูลจะต้องทำการใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนที่จะเข้าใช้ข้อมูลจากคลังข้อมูล



ภาพที่ 3.12 แสดงการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย

8) การเลือกใช้เครื่องมือ (Tool Selection) สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลและเรียกใช้สารสนเทศ ตัวอักษรย่อ "T" Linden [12] อธิบายกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

- การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (Simple analysis) คือ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ OLAP ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลสรุปของข้อมูล ตัวอย่างเช่น การนับ การบวก หรือการเฉลี่ย เป็นต้น

- การวิเคราะห์ข้อมูลระดับกลาง (Intermediate analysis) คือ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคทางสถิติเพื่อให้สามารถเข้าใจรูปแบบ (Pattern) และความสัมพันธ์ในตัวข้อมูล

- การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อน (Complex analysis) คือ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และภาษาเครื่อง (Machine-learning) มาใช้ ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้เทคนิค OLAP ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งในการเลือกเทคโนโลยีฐานข้อมูล ระบบปฏิบัติการสำหรับคลังข้อมูล (Choose - database) นั้น Immon [6] ได้อธิบายถึงหลักการ คือ

- ความเร็วในการประมวลผลต่อปริมาณข้อมูล (Scalability) ใช้เวลาเท่าใด
- มีจำนวนผู้ใช้มากน้อยเพียงใดในการเข้าถึงข้อมูล
- งบประมาณขององค์กรรวมถึงราคาของเทคโนโลยีที่ใช้
- ข้อมูลพื้นฐานได้มาจากที่ใดบ้าง ทำให้ทราบถึงปริมาณข้อมูลมีจำนวนมากน้อยเพียงใด
- ประเภทของผลการวิเคราะห์ที่ต้องการ

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น นำมาซึ่งการเลือกใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ ได้แก่

- Microsoft SQL Database 2000 Server ทำหน้าที่ ให้บริการฐานข้อมูล สร้างฐานข้อมูล คลังข้อมูล และชุดคลังข้อมูลย่อย
- OLAP Service Tool ทำหน้าที่ ประมวลผลข้อมูลในคลังข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมิติข้อมูล
- Data Transformation Service : DTS Tool

ทำหน้าที่ ถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันเข้าสู่พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล ดาต้ามาร์ทและคลังข้อมูล ตามลำดับ

- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 2000 Server, Win XP

ซึ่งในการเลือกใช้ฐานข้อมูลนั้น ได้มีการเปรียบเทียบคุณสมบัติเทคโนโลยีฐานข้อมูลไว้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติเทคโนโลยีฐานข้อมูล [40]

Ability	PostgreSQL	Oracle	MS SQL	My SQL
Open Source	/			/
Platform				
-Windows	/	/	/	/
-Linux	/	/	/	/
-Sun Solaris	/	/		/
Features				
-Stored Procedures/Trigger	/	/	/	
-Concurrent Transactions	/	/		
-SQL ANSI 99	/			
-SQL ANSI 92	/	/	/	
-Unlimited number of users	/			
-Referential Integrity	/	/	/	/
-Transactions	/	/	/	
-ODBC Free	/	/	/	/
-Cost Estimate	Free	High $725	Medium $145	Free

9) การตัดสินใจ (Decision) ใช้ตัวอักษรย่อ "D" หมายถึง การตัดสินใจของผู้ใช้ (Decision) จากผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล และ การตอบกลับ (Feed - back) ใช้ตัวอักษรย่อ "F" ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ใช้จะต้องทำการตัดสินใจและแสดงผลลัพธ์หรือตอบกลับการตัดสินใจว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด จากข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองข้อมูลแบบมิติในคลังข้อมูลซึ่ง ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้การวัดประสิทธิภาพช่วยตัดสินใจจากแบบสอบถามข้อมูล(Questionnaire)

ทั้งนี้ จากวิธีการพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว (Star-Driven) ดังกล่าวข้างต้น สามารถเปรียบเทียบกับวิธีการพัฒนาคลังข้อมูลแบบอื่นๆ ได้ดังรายละเอียดในตารางที่

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบวิธีพัฒนาคลังข้อมูล [39]

หลักเกณฑ์ของวิธีพัฒนา	วิธีพัฒนา (Methodology Development)			
	Data-Driven	**User-Driven**	**Goal-Driven**	**Star-Driven**
- สถาปัตยกรรมคลังข้อมูลพื้นฐาน (Basic Approach)	แบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up)	แบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up)	แบบบนลงล่าง (Top-Down)	แบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up)
- สนับสนุนระดับการวางแผน (Project Support)	ไม่ระบุ	แผนก สายงานต่างๆ	ระดับสูง	แผนก สายงานต่างๆ และระดับสูง
- ลักษณะระดับองค์กรเป้าหมาย (Targeting Organizational Level)	ปฏิบัติงานด้านวางแผนกลยุทธ์เป็นบางส่วน	ขึ้นอยู่กับกลุ่มของหุ้นส่วนทางธุรกิจ	ส่วนมากปฏิบัติงานด้านการวางแผนกลยุทธ์	ปฏิบัติงานด้านให้บริการขนาดเล็กและขนาดกลาง

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบวิธีพัฒนาคลังข้อมูล (ต่อ)

หลักเกณฑ์ของวิธีพัฒนา	วิธีพัฒนา (Methodology Development)			
	Data-Driven	**User-Driven**	**Goal-Driven**	**Star-Driven**
- เน้นการพัฒนา (Focus)	ระยะสั้น	ระยะสั้น	ระยะยาว	ระยะสั้น
- ระยะเวลาที่ใช้พัฒนา (Project Duration)	ช้า	เร็วมาก	เร็ว	เร็วมาก
- ความชำนาญของผู้พัฒนา (Skills of Project Members)	ชำนาญระดับสูง	ชำนาญระดับกลาง	ชำนาญระดับกลาง	ชำนาญระดับกลาง
- จำนวนของตัววัด (Number of Measures)	มาก	มาก	น้อย	มาก
- ประเภทของตัววัด (Type of Measures)	ด้านปริมาณและความถี่การดำเนินงานทางธุรกิจ	ด้านปริมาณและความถี่การดำเนินงานทางธุรกิจ	ด้านการเงินการคลัง	ด้านสาธารณสุข ตัวอย่างเช่น ยา การวินิจฉัยโรค
- จำนวนของแหล่งข้อมูล (Number of Source System)	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย
- ต้นทุนที่ใช้ (Unit Cost)	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ
- การออกแบบผลลัพธ์จากการตัดสินใจ (Feed back)	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี

จากรายละเอียดในตารางที่ 3.4 พบว่า คุณสมบัติของวิธีพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว (Star-Driven) นั้น เน้นการพัฒนาระยะสั้น รวดเร็ว สนับสนุนการวางแผนเพื่อช่วยตัดสินใจได้ในระดับแผนก สายงานต่างๆ และระดับสูง ที่มีงบประมาณจำกัด มีการนำผลลัพธ์จากการตัดสินใจไปปรับปรุงสารสนเทศในครั้งต่อๆ ไป ดังนั้น จึงมีความเหมาะสำหรับ หน่วยงานที่ปฏิบัติงานด้านการให้บริการเป็นหลักที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง ตัวอย่างเช่น โรงพยาบาลขนาดเล็กและขนาดกลาง เป็นต้น

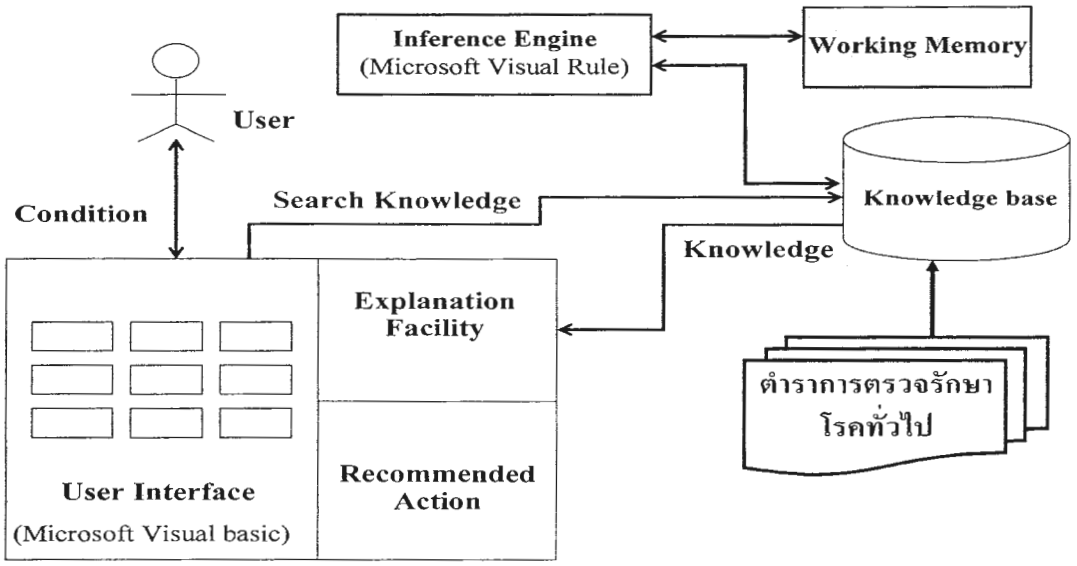
3.6 การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นได้ดำเนินการศึกษาความรู้ของผู้เชี่ยวชาญจากตำราคู่มือการตรวจรักษาโรคทั่วไป นำมาสร้างเป็นฐานความรู้ (Knowledge base) และค้นหาความรู้นั้นโดยอาศัยวิธีการของกฎ (Rules base) รวมกับการสรุปความย้อนกลับ (Backward Chaining) และการค้นหาข้อมูลแบบลึกก่อน (Depth-First Search) และประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญาในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ในการนำเสนอความรู้ต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.6.1 ความเป็นมา (Background) เนื่องจากตามโรงพยาบาลระดับชุมชนนั้น แพทย์หรือพยาบาลผู้มีความเชี่ยวชาญในการ ตรวจรักษา วินิจฉัยโรค หรือให้คำปรึกษากับผู้ป่วยนั้นมีจำนวนจำกัด ซึ่งมักจะอยู่ประจำตามโรงพยาบาลที่มีขนาดใหญ่ ประกอบกับภาระงานประจำวันมีปริมาณมากนั้น ส่งผลให้แพทย์หรือพยาบาลในระดับชุมชนเกิดความไม่สะดวก ในการขอรับบริการปรึกษา และช่วยตัดสินใจในการตรวจรักษา หรือให้คำปรึกษากับผู้ป่วย ดังนั้น การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ จึงเป็นทางอีกทางเลือกในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยเป็นการจัดเก็บความรู้จาก “ตำราการตรวจรักษาโรคทั่วไป [40]” ในฐานความรู้ (Knowledge base) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งแพทย์หรือพยาบาลสามารถสืบค้นความรู้ด้านการตรวจรักษาโรคทั่วไปจากฐานความรู้ได้

3.6.2 การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญในระดับแนวคิด (Concepts)

จากทฤษฎีของ Turban และ Aronson ที่นำเสนอใน ค.ศ.2000 สามารถนำมาประยุกต์เพื่อออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญได้ รายละเอียดตามภาพที่ 3.13



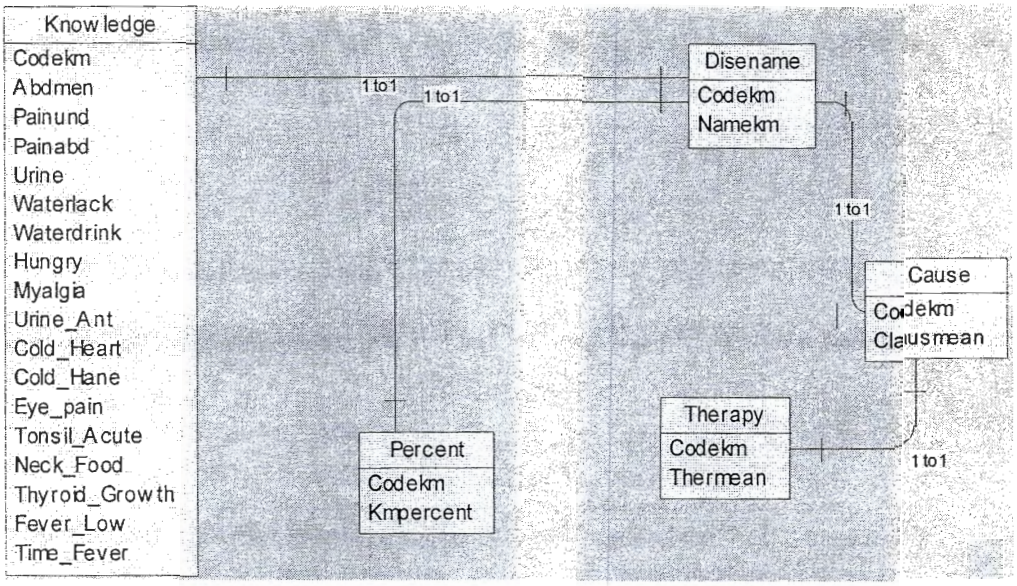
ภาพที่ 3.13 การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 3.13 อธิบายได้ว่า ผู้ใช้กรอกเงื่อนไขลงใน ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เงื่อนไขจะถูกนำไปแปลงเป็นกฎเพื่อค้นหาและจับคู่เทียบ โดยการใช้กฎว่ามีชุดความรู้ชุดใดตรงกับเงื่อนไขที่แปลงเป็นกฎบ้างด้วยการใช้เครื่องอนุมาน (Inference Engine) Microsoft Visual Rule ในการทดสอบกฎดังกล่าวในส่วนพื้นที่หน่วยจำเพื่อปฏิบัติงาน (Working Memory) แล้วแสดงความรู้ (Knowledge Representation) ในส่วนคำอธิบายความรู้ (Explanation Facility) และส่วนคำแนะนำ (Recommended Action) โดยในส่วนฐานความรู้นั้น จะเป็นการดึงความรู้ข้อมูลจาก "ตำราการตรวจรักษาโรคทั่วไป" ซึ่งจะทำการจัดเก็บในรูปแบบรหัสความรู้ ตัวอย่างเช่น อาการปวดท้องแทนด้วยรหัส 0 (ศูนย์) อาการเจ็บหน้าอกแทนด้วยรหัส 1 เป็นต้น

3.6.3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Development Process)

กระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นการ สร้างฐานความรู้ร่วมกับการทดสอบ ตรวจสอบ ยืนยันความถูกต้อง และปรับปรุงระบบผู้เชี่ยวชาญจากผู้สร้างระบบ

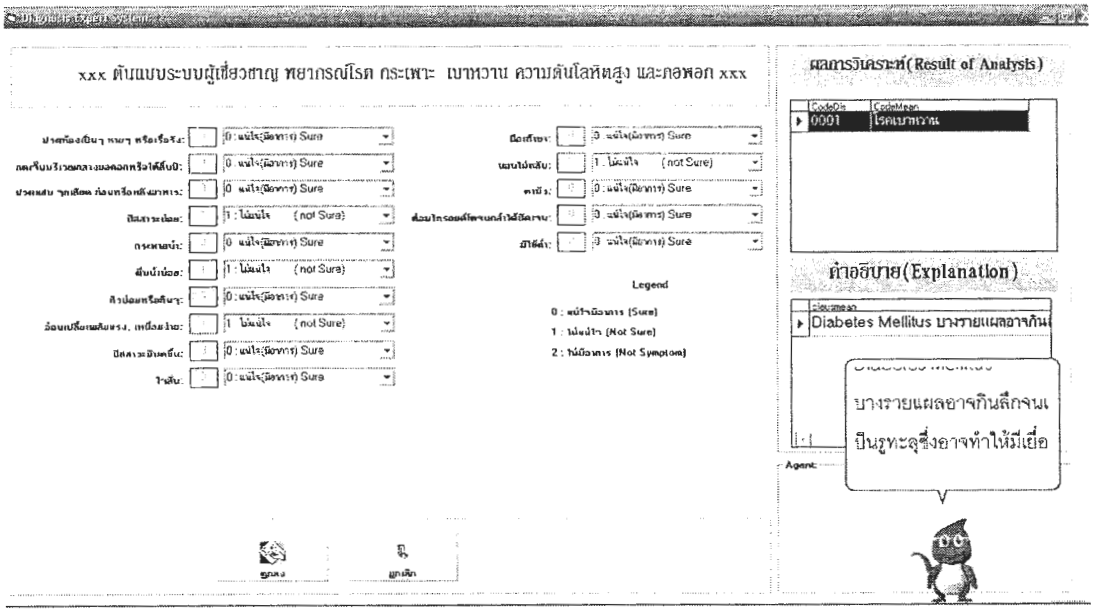
3.6.3.1 การสร้างฐานความรู้ (Knowledge base) หมายถึง การสร้างฐานความรู้เพื่อรองรับความรู้จาก "ตำรวจตรวจรักษาโรคทั่วไป" ที่จะถูกจัดเก็บในฐานความรู้ โดยใช้ฐานความรู้ Microsoft SQL Database Server 2000 ซึ่งโครงสร้างของฐานความรู้อธิบายได้ในฐานความรู้ที่ชื่อ Knowledge สามารถแสดงการออกแบบโครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 3.6.2



ภาพที่ 3.14 แสดงความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูลระบบผู้เชี่ยวชาญ (Entity Relation Diagram : ERD)

3.6.4 การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

จากการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านมาทำให้สามารถสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยเครื่องมือวิชวลเบสิค (Visual basic 6.0) ได้ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

โดยผู้ใช้จะต้องทำการเลือกตอบอาการ ได้แก่ แน่ใจ (มีอาการ) ไม่แน่ใจ ไม่มีอาการ แล้วตอบตกลง โปรแกรมจะทำการค้นหาโรคและอาการแสดงไปยังผู้ใช้ พร้อมด้วยตัวแทนปัญญา (Agent) อธิบายโรคและอาการดังกล่าวที่ค้นพบ

ในบทนี้ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการทำวิจัย วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เริ่มที่กระบวนการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาซึ่งได้มาจากการทบทวนงานวิจัยและงานเขียนในบทที่ 2 นำมาซึ่งการประยุกต์องค์-ความรู้ใหม่ คือ วงจรพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว (Star-Driven) การสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล เพื่อใช้เป็นต้นแบบ (Prototype) ในการพัฒนาระบบคลังข้อมูลการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยโรคและประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญาเป็นส่วนประสานงานกับผู้ใช้ ในบทต่อไปจะแสดงถึงวิธีและผลการทดลองชุดข้อมูลที่นำมาทดลองตลอดจนการทดสอบประสิทธิภาพต่างๆ ตามมิติการทดลองที่กำหนดไว้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากบทที่ 3 ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการทำวิจัย วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ การศึกษาวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล ตามวงจรพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว รวมถึงการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ และการประยุกต์ใช้ตัวแทนปัญญา ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอวิธีทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเริ่มจากส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม วิธีทดลอง ชุดข้อมลที่นำมาทดลอง กระบวนการทดสอบผลลัพธ์จากคลังข้อมูลและระบบผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตัดสินใจโดยใช้แบบสอบถาม

4.1 ส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์

4.1.1 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์

4.1.1.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

4.1.1.2 CPU Pentium 4 ความเร็ว 1.6 GHz

4.1.1.3 Hard disk ขนาด 60 GByte

4.1.1.4 Ram 256 MByte

4.1.2 ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์

4.1.2.1 ระบบปฏิบัติการ Windows XP

4.1.2.2 Microsoft SQL Database Server 2000

4.1.2.3 Microsoft Visual basic 6.0

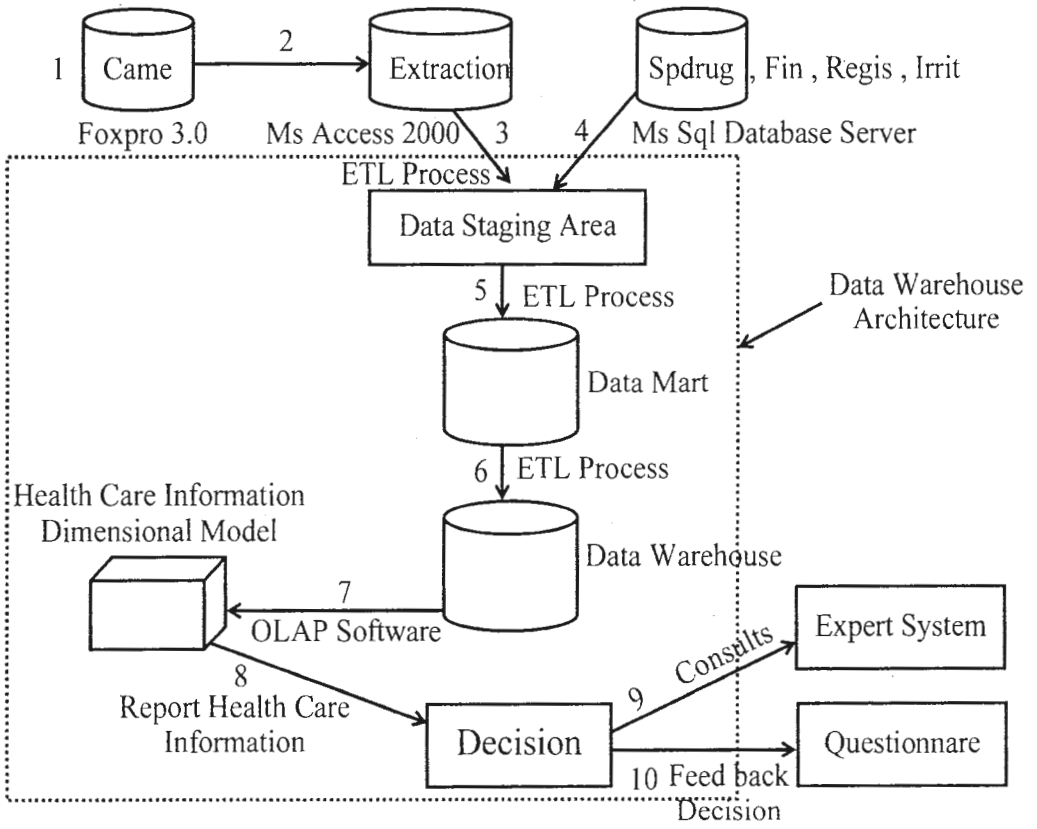
4.1.2.4 Microsoft OLAP Service version 2000

4.1.2.5 Microsoft Access version 2000

4.1.2.6 Microsoft Office Web Components

4.2 วิธีทดลอง

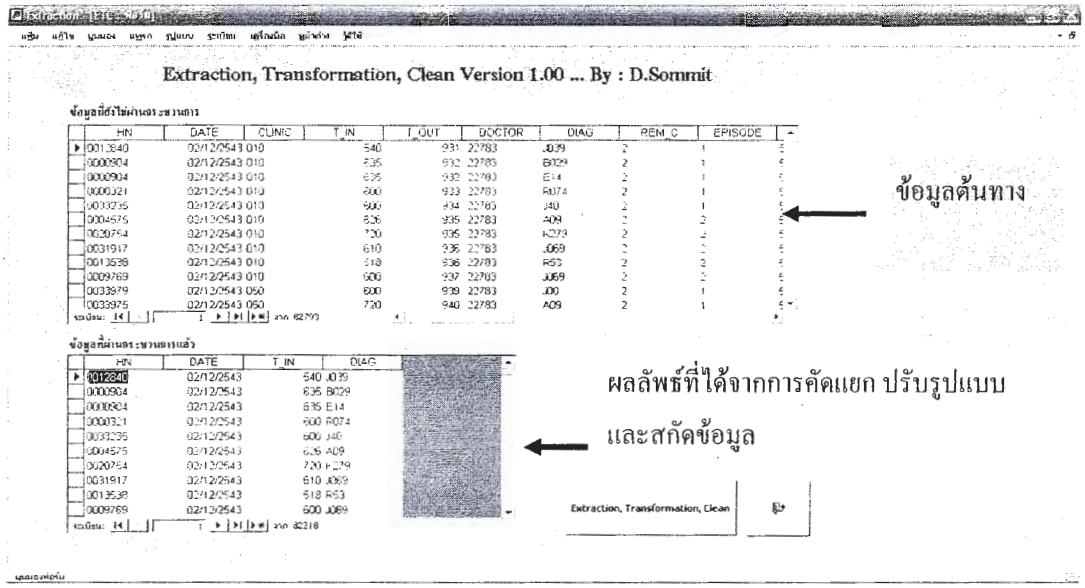
วิธีทดลองเป็นการดำเนินทดลองตาม กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Data Warehouse Architecture) สำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ ที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 เพื่อให้มองเห็นภาพรวมของทดลอง จึงแบ่งวิธีทดลอง เป็น 10 ขั้นตอน รายละเอียดตามภาพที่ 4.1 คือ



ภาพที่ 4.1 แผนดำเนินการวิธีทดลอง

ขั้นตอนที่ 1,2 คือ กระบวนการนำเข้าข้อมูลจากระบบงานฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวัน จากการศึกษาระบบเก่า พบว่า แฟ้มข้อมูลรหัสการวินิจฉัยทางการแพทย์ (Came) ถูกจัดเก็บอยู่ฐานข้อมูล Foxpro 3.0 ที่ใช้ระบบปฏิบัติการดอส (Disk Operating System : DOS) ที่ชื่อแฟ้มข้อมูล Came4010 Came4011 จนถึง Came4812 ตามลำดับ ซึ่งถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อมูลอยู่เป็นจำนวนมาก อาจจะทำให้การประมวลผลของระบบช้าลงและยากในการบริหารจัดการ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรม เพื่อทำการคัดแยก (Extraction) ปรับรูปแบบ (Transformation) และสกัด (Clean) ข้อมูล ที่ชื่อ Extraction , Transformation , Clean: ETC Version 1.00 โดยใช้เครื่องมือพัฒนา Microsoft Access 2003 เพื่อรวมข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลรหัสการวินิจฉัยทางการแพทย์หลายๆ แฟ้ม ดังกล่าว ให้เป็นแฟ้มข้อมูลเดียวกัน รายละเอียดแสดงตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 รูปแบบโปรแกรม ETC Version 1.00

จากความสามารถของโปรแกรม ETC ทำหน้าที่ เชื่อมต่อกับแฟ้มข้อมูลการให้รหัสทางการแพทย์หรือรหัสโรค (Came) หลายๆ แฟ้ม ให้จัดเก็บข้อมูลในแฟ้มข้อมูลเดียว ในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ Extraction ของฐานข้อมูลโปรแกรม Microsoft Access 2003 ทั้งนี้เพื่อความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูลและง่ายในการบริหารจัดการ โดยใช้คำสั่งภาษาสอบถามข้อมูลเชิงโครงสร้าง (Structure query language: SQL) ในการทำงานของโปรแกรม

```
SELECT DiagFox.HN, DiagFox.DATE, DiagFox.T_IN, DiagFox.DIAG INTO Extraction
FROM DiagFox  WHERE  DiagFox.DIAG  Is Not Null
```

ภาพที่ 4.3 แสดงคำสั่งแบบสอบถามข้อมูลในโปรแกรม ETC

โครงสร้างของแฟ้มข้อมูล Extraction การให้รหัสทางการแพทย์หรือรหัสโรค (Extraction)

No.	Field Name	Field Type	Field Size	Description	Key
1	HN	Text	7	เลขประจำตัวผู้ขอใช้บริการ	Foreign Key
2	Date	Date	8	วันที่ ให้รหัสโรค	
3	Diag	Text	4	รหัสการวินิจฉัยโรค	

ขั้นตอนที่ 3,4 เป็นกระบวนการนำเข้าข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันเข้าสู่พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Data Staging Area) ได้แก่ แฟ้มข้อมูลการให้รหัสทางการแพทย์หรือรหัสโรค (Extraction) จากฐานข้อมูล Microsoft Access 2003 ถ่ายโอนข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประวันที่ชื่อ Stg_Diag และชุดแฟ้มข้อมูลจากฐานข้อมูล Microsoft SQL Database Server 2000 โดยอาศัยเครื่องมือการถ่ายโอนข้อมูล ที่ชื่อ Data Transformation Service: DTS โดยอาศัยกระบวนคัดแยก ปรับรูปแบบ และถ่ายโอนข้อมูล (Extraction Transformation Loading: ETL) ดังนี้

แฟ้มข้อมูลการจ่ายยา (Spdrug) ⟶ พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Spdrug)
แฟ้มข้อมูลการวินิจฉัยโรค (Extraction) ⟶ พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Diag)
แฟ้มข้อมูลค่าบริการทางการแพทย์ (Fin) ⟶ พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Regis)
แฟ้มข้อมูลการลงทะเบียนขอใช้บริการ(Regis) ⟶ พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Regis)

⟶ หมายถึง สัญลักษณ์การถ่ายโอนข้อมูล

ตัวอย่างชุดข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน ที่นำมาทดลอง

ตัวอย่างข้อมูลการจ่ายยา (Spdrug)

HN	DATE _PHARM	TIME _PHARM	DRUG CODE	UNIT	SALE UNIT	MOUNT	TOTAL
0049623	23/03/2540	9:09:02	DR03	ขวด	15	1	15
0029155	23/03/2545	9:12:14	ZXUTS	เม็ด	.5	30	15
0021855	24/03/2546	10:29:50	EGTMT1	เม็ด	2.5	10	25
0000584	24/03/2547	10:31:57	DAZPT1	เม็ด	20	1	20
0017625	24/03/2548	10:45:56	LTHYR1	เม็ด	1	90	90

ตัวอย่างข้อมูลการลงทะเบียนขอใช้บริการ (Regis)

HN	NAME	DATE_REGIS	TIME_HOSP	TIME _REG	CLINIC
0049623	ประคอง บุทธิจักร,นาง	23/03/2545	9:09:02	9:09:02	011
0029155	สุพิน ใจตรง,นาง	23/03/2546	9:12:14	9:12:14	012
0021855	เวิน คำบุญมี,นาย	24/03/2547	10:29:50	10:29:50	013
0000584	อัจฉรา รักษาเมือง,นาย	24/03/2548	10:31:57	10:31:57	014
0017625	สาย,นาง	24/03/2548	10:45:56	10:45:56	015

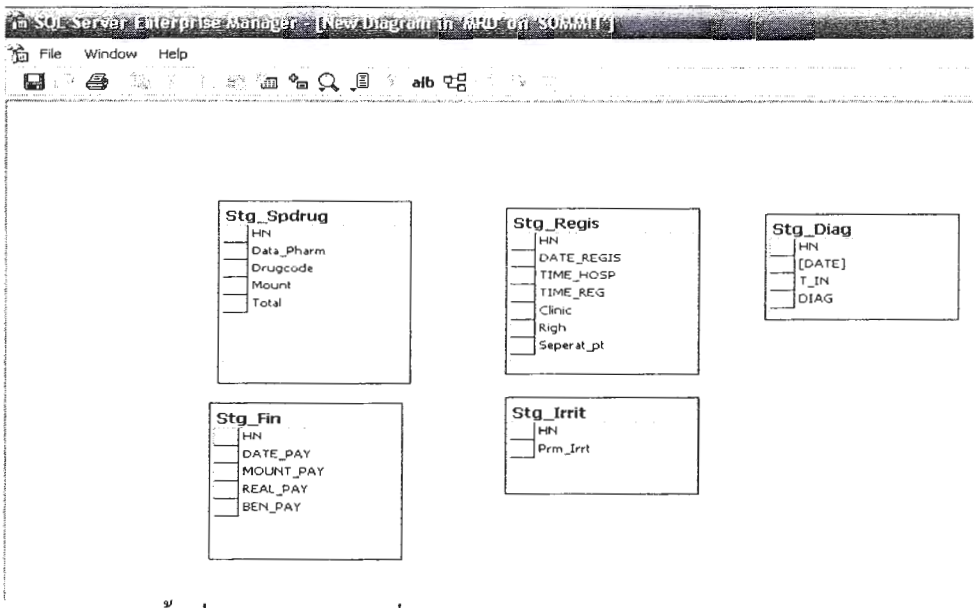
ตัวอย่างข้อมูลการจ่ายค่าบริการทางการแพทย์ (Fin)

Hn	Date_pay	Total	Real_pay	Ben
0049623	23/03/2540	12,375	9,564	2,811
0029155	23/03/2540	23,275	10,000	13,275
0021855	24/03/2542	45,220	35,000	10,220
0000584	24/03/2545	10,075	8,984	1,091
0017625	24/03/2548	23,485	14,585	8,900

ตัวอย่างข้อมูลการให้รหัสวินิจฉัยทางการแพทย์ (Diag)

HN	DATE_DIAG	DIAG_CODE
0049623	23/03/2541	A09
0029155	23/03/2542	K274
0021855	24/03/2543	B204
0000584	24/03/2544	J069
0017625	24/03/2548	H10

ในการถ่ายโอนข้อมูลข้อมูล เข้าสู่พื้นที่ปรับแต่งข้อมูลนั้น ได้ทำการสร้างพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลเพื่อรองรับการถ่ายโอนข้อมูล ดังรายละเอียดตามภาพที่ 4.4



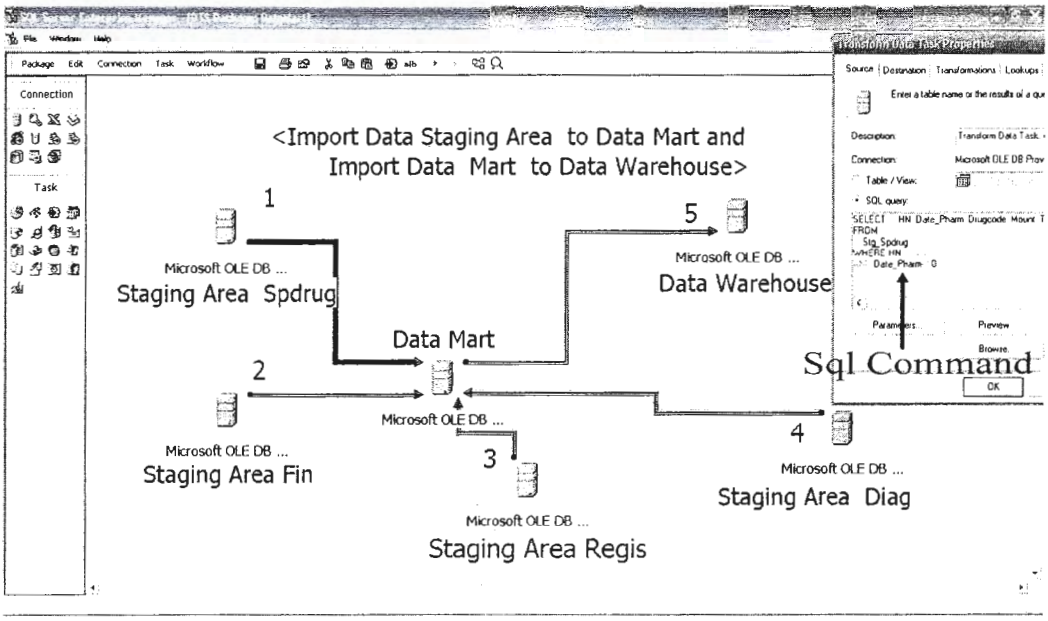
ภาพที่ 4.4 การสร้างพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลเพื่อรองรับการถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวัน

โดยในการถ่ายโอนข้อมูลนั้น จำเป็นต้องคัดแยก ปรับรูปแบบ และนำเข้าข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนการถ่ายโอน และรวมข้อมูลเข้ามายังพื้นที่ปรับแต่งข้อมูล ดังนั้น จึงได้สร้างคำสั่งแบบสอบถามข้อมูลเพื่อเหตุผลดังกล่าว

```
SELECT    HN, DATE_PHARM, TIME_PHARM, DRUGCODE, SRVCCODE, UNIT,
SALEUNIT, MOUNT, TOTAL  FROM   SpDrug  WHERE HN Is Not Null
And Total <>0   ORDER BY DATE_PHARM
```

ตัวอย่างคำสั่งแบบสอบถามข้อมูล

ในกระบวนคัดแยก ปรับรูปแบบ ถ่ายโอนข้อมูล (Extraction Transformation Loading: ETL) ไปยังพื้นที่ปรับแต่งข้อมูล สามารถดำเนินการได้ โดยใช้สร้างพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ DTS ตามภาพที่ 4.5

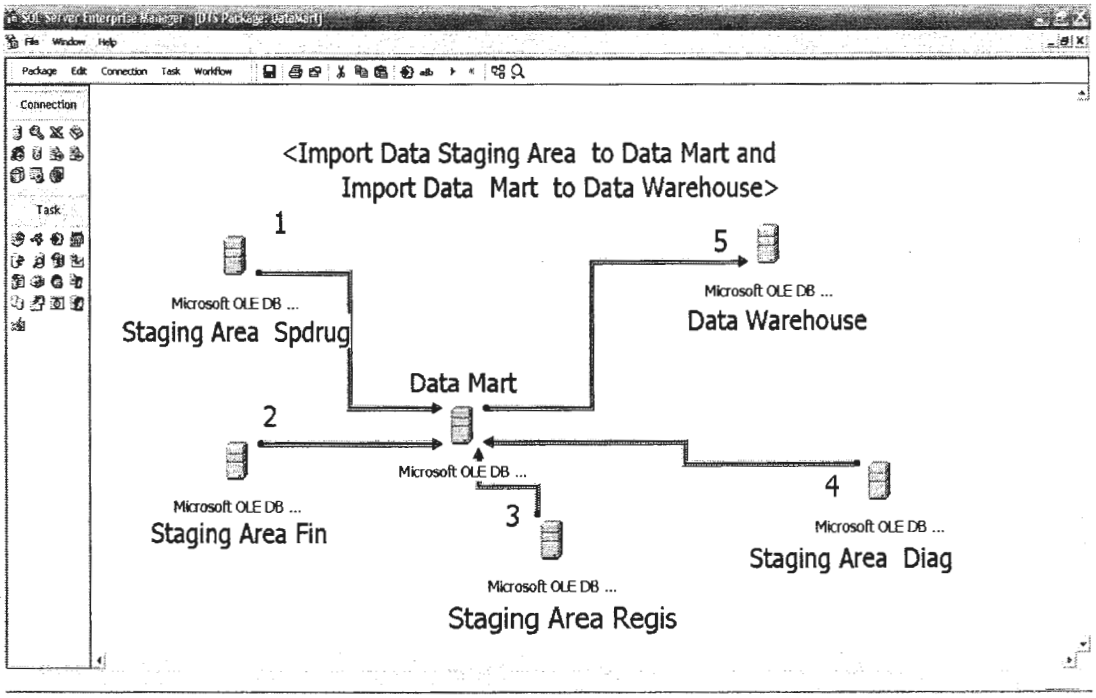


ภาพที่ 4.5 แสดงกระบวนการนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ไปยังพื้นที่ปรับแต่งข้อมูล และการใช้คำสั่งแบบสอบถามข้อมูลในกระบวนการ ETL

ขั้นตอนที่ 5,6 เป็นกระบวนคัดแยก ปรับรูปแบบ ถ่ายโอนข้อมูล (Extraction Transformation Loading : ETL) จากพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลถ่ายโอนเข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อย และจากชุดคลังข้อมูลย่อยถ่ายโอนเข้าสู่คลังข้อมูล อธิบายได้ ดังนี้

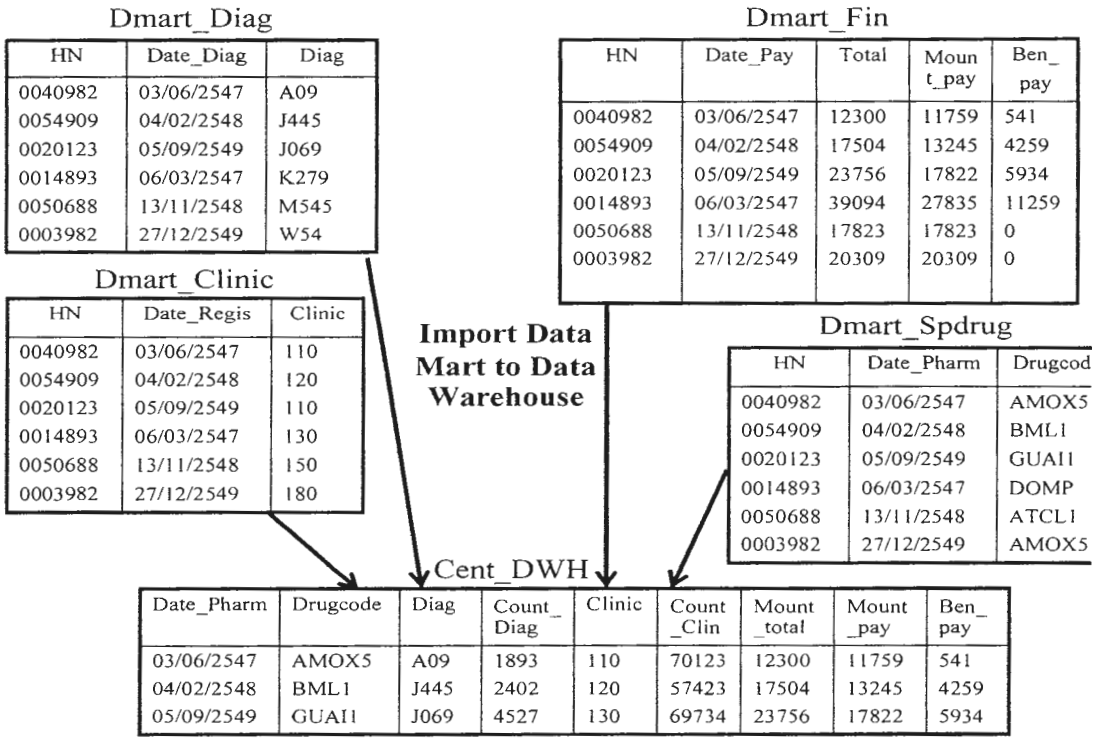
พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Spdrug) ⟶ ชุดคลังข้อมูลย่อยการจ่ายยา (Dmart_Spdrug)
พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Diag) ⟶ ชุดคลังข้อมูลย่อยการวินิจฉัยโรค (Dmart_Diag)
พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Fin) ⟶ ชุดคลังข้อมูลย่อยค่าบริการทางการแพทย์ (Dmart_Fin)
พื้นที่ปรับแต่งข้อมูล (Stg_Regis) ⟶ ชุดคลังข้อมูลย่อยการลงทะเบียนขอใช้บริการ (Dmart_Regis)

⟶ หมายถึง สัญลักษณ์การถ่ายโอนข้อมูล



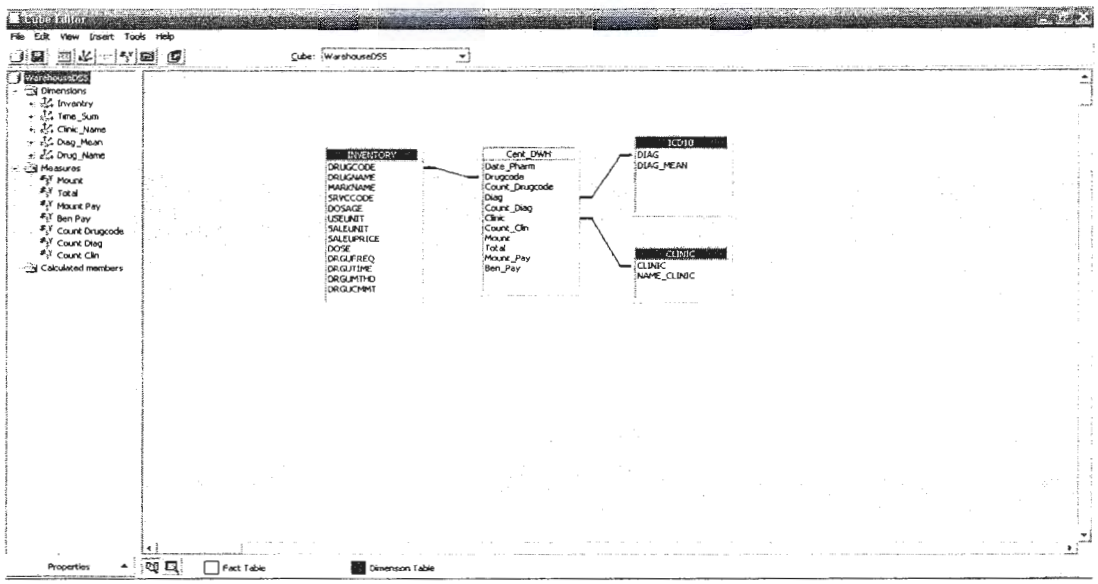
ภาพที่ 4.6 กระบวนการถ่ายโอนข้อมูลจากพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลเข้าสู่คาต้ามาร์ท และจากคาต้ามาร์ทเข้าสู่คลังข้อมูล

จากภาพที่ 4.6 อธิบายได้ว่ากระบวนการของหมายเลข 1 ถึง 4 จะเป็นกระบวนการถ่ายโอนข้อมูลจากพื้นที่ปรับแต่งข้อมูลเข้าสู่ชุดคลังข้อมูลย่อย และหมายเลข 5 เป็นกระบวนการถ่ายโอนข้อมูลจากชุดคลังข้อมูลย่อยเข้าสู่คลังข้อมูล ด้วยกระบวนการ Data Transformation and Service: DTS ซึ่งผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้แสดงรายละเอียดตามภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ผลลัพธ์ข้อมูลในดาต้ามาร์ทถูกถ่ายโอนเข้าสู่คลังข้อมูล

ขั้นตอนที่ 7 จากการออกแบบโครงสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Model) ในบทที่ 3 หัวข้อย่อย 3.5.3 สามารถข้อมูลจากคลังข้อมูลมาสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Model) โดยกระบวนการสร้างนั้นใช้เครื่องมือ Microsoft OLAP Service เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองดังกล่าวและได้ทำการสร้างตารางแฟ็ค และตารางไดเม็นชั่น เพื่อแสดงผลลัพธ์ของข้อมูลในแบบจำลองข้อมูลแบบมิติสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ สามารถอธิบายรายละเอียดในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 การสร้างตารางแฟ็ค และตารางไดเม็นชั่น

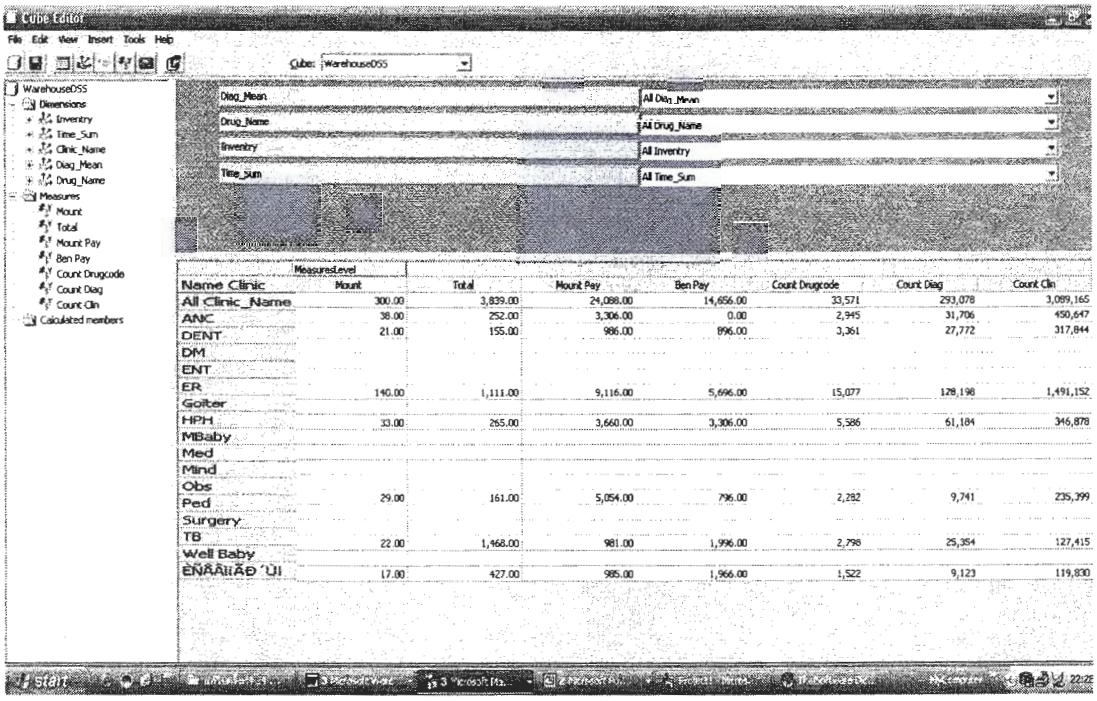
จากภาพที่ 4.8 สามารถอธิบายการสร้างแบบจำลองข้อมูลแบบมิติสำหรับสารสนเทศบริการ-สุขภาพได้ ดังนี้

- ตารางแฟ็ค คือ คลังข้อมูล (Cent_DWH)

- ตารางไดเม็นชั่น คือ ตารางข้อมูลที่ใช้เก็บรหัสยา (Inventry) ตารางข้อมูลที่เก็บรหัสบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (ICD 10) ตารางข้อมูลเก็บรหัสคลินิก (Clinic) และทำการสร้างมิติของข้อมูล (Dimenions) และ ตัววัดค่า (Measure) ดังนี้

- มิติของข้อมูล (Dimensions) ได้แก่ มิติรหัสยา (Inventry Dimension) , มิติเวลา (Time_Sum Dimension) , มิติชื่อแผนกหรือคลินิกที่ให้บริการ (Clinic_Name Dimension) , มิติชื่อโรคตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (ICD 10 Dimension)

- ตัววัดค่า (Measure) ได้แก่ ตัววัดค่าจำนวนค่าบริการทางการแพทย์ (Total Measure) ตัววัดค่าหนี้ค้างชำระ (Ben_pay Measure) ตัววัดค่าจำนวนรหัสการวินิจฉัยโรค (CountDiag) ตัววัดค่าจำนวนแผนกหรือคลินิกที่ให้บริการ (Count Clin Measure) ตัววัดค่าปริมาณยาที่จ่าย (Mount Measure) ซึ่งผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้จะทำให้ข้อมูลถูกจัดให้มีลักษณะแบบจำลองแบบมีมิติ รายละเอียดตามภาพที่ 4.9



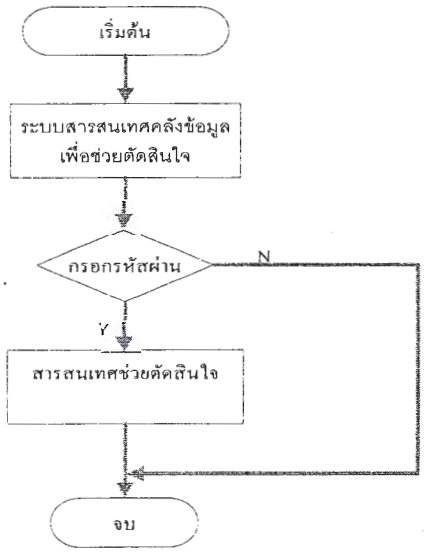
ภาพที่ 4.9 แสดงผลลัพธ์ข้อมูลที่ถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบมิติ

ขั้นตอนที่ 8 การสร้างรายงานสารสนเทศบริการสุขภาพจากแบบจำลองข้อมูลแบบมิติที่ได้จากขั้นตอนที่ 7 นำมาใช้เพื่อช่วยในกระบวนการตัดสินใจของบุคลากรสาธารณสุข ซึ่งได้แก่

- แพทย์ เภสัชกร สารสนเทศที่ได้จากคลังข้อมูลสารสนเทศบริการสุขภาพ คือ ปริมาณยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วย โรคที่พบบ่อยหรือความชุกของโรคซึ่งจะช่วยให้มีสารสนเทศที่ดีในการบริหารจัดการ ตัวอย่างเช่น ปริมาณยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วย นำมาซึ่งประเภทของยาที่ใช้มากที่สุดเพื่อวางแผนการสำรองและสั่งซื้อ การควบคุมการแพร่ระบาดของโรค ปริมาณผู้ป่วยที่มีอาการของโรคนั้นๆ สอดคล้องกับปริมาณยาในคลังยาหรือไม่ เป็นต้น

- พยาบาล และบุคลากรสาธารณสุขอื่นๆ สารสนเทศที่ได้จากคลังข้อมูลบริการสุขภาพ คือ การมาใช้บริการตามคลินิกหรือแผนกต่างๆ สถานการณ์การเงินการคลัง ตัวอย่างเช่น สารสนเทศที่บ่งบอกถึงแผนกที่ผู้ป่วยมาใช้บริการมากที่สุด การชำระเงิน หนี้ค้างชำระเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต นำมาสู่การบริหารจัดการที่ดี เป็นต้น

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูป "ระบบสารสนเทศคลังข้อมูลเพื่อช่วยตัดสินใจ (Data Warehouse Information for Dicision: DWID)" โดยอาศัยหลักการ Pivoting หรือ Slice and Dice สร้างรายงานสารสนเทศจากคลังข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบกระบวนการตัดสินใจ โดยการทำงานของโปรแกรมมีลักษณะลูกข่าย แม่ข่าย (Client/Server) แบบ 2-tier ซึ่งสามารถแสดงรายผังขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

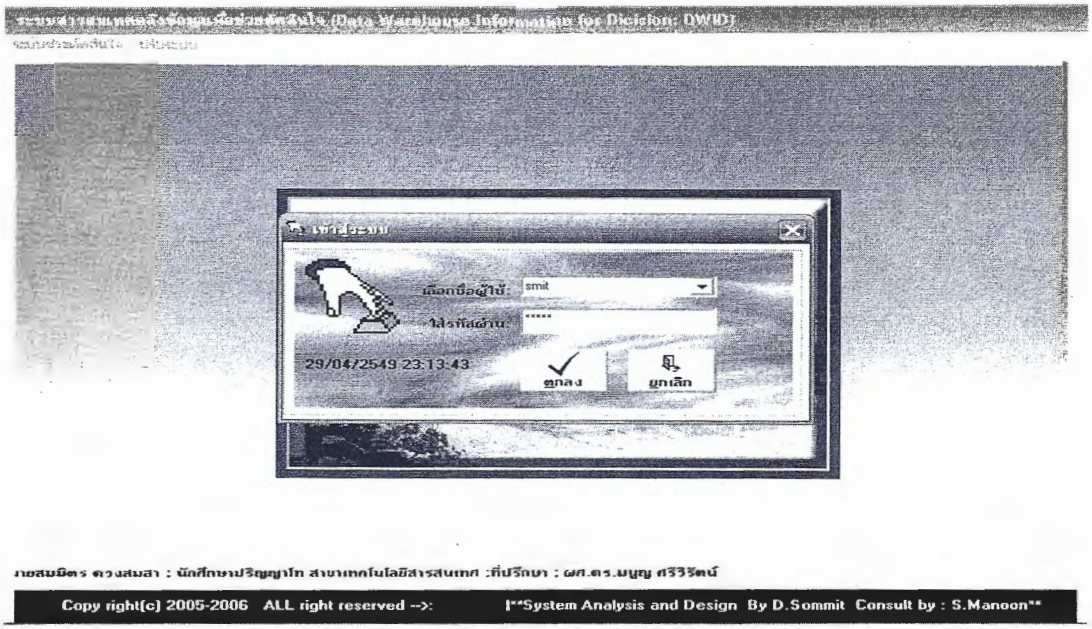


ภาพที่ 4.10 แสดงผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมระบบสารสนเทศคลังข้อมูลเพื่อช่วยตัดสินใจ

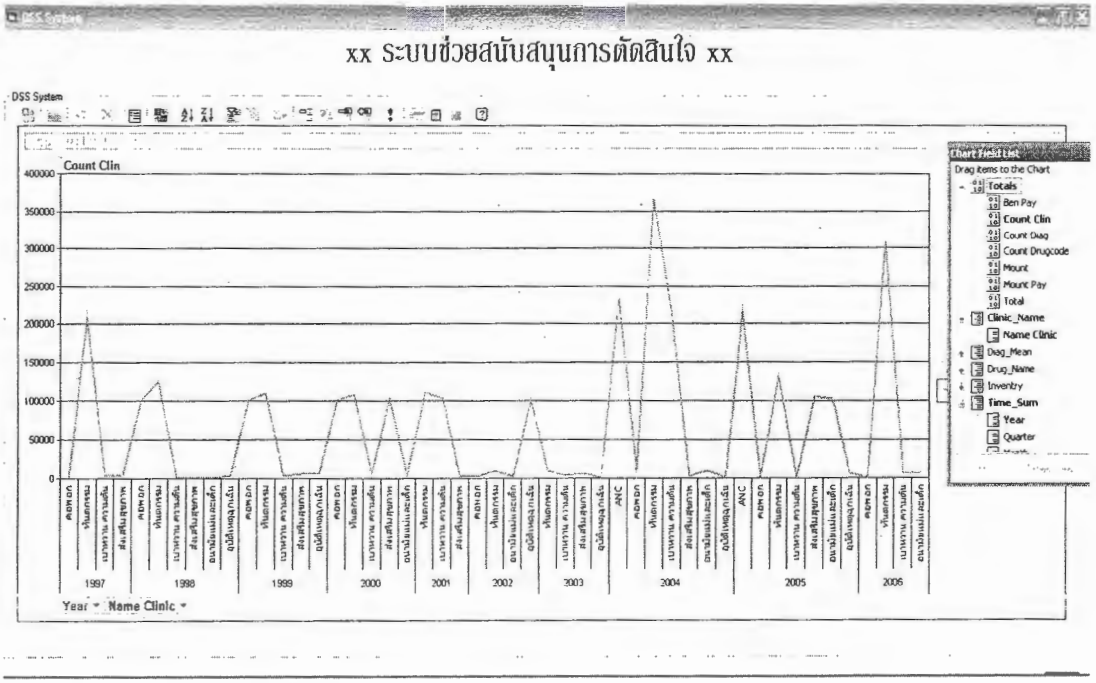
(Data Warehouse Information for Dicision: DWID)

ขั้นตอนก่อนเข้าใช้งานระบบผู้ใช้ต้องทำการกรอกชื่อผู้ใช้ รหัสผ่านตามสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ในส่วนของระบบความปลอดภัย (Security) สารสนเทศที่ได้จากแบบจำลองข้อมูลแบบมิติเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลในอดีตจากปี พ.ศ. 2540-2549 คือ

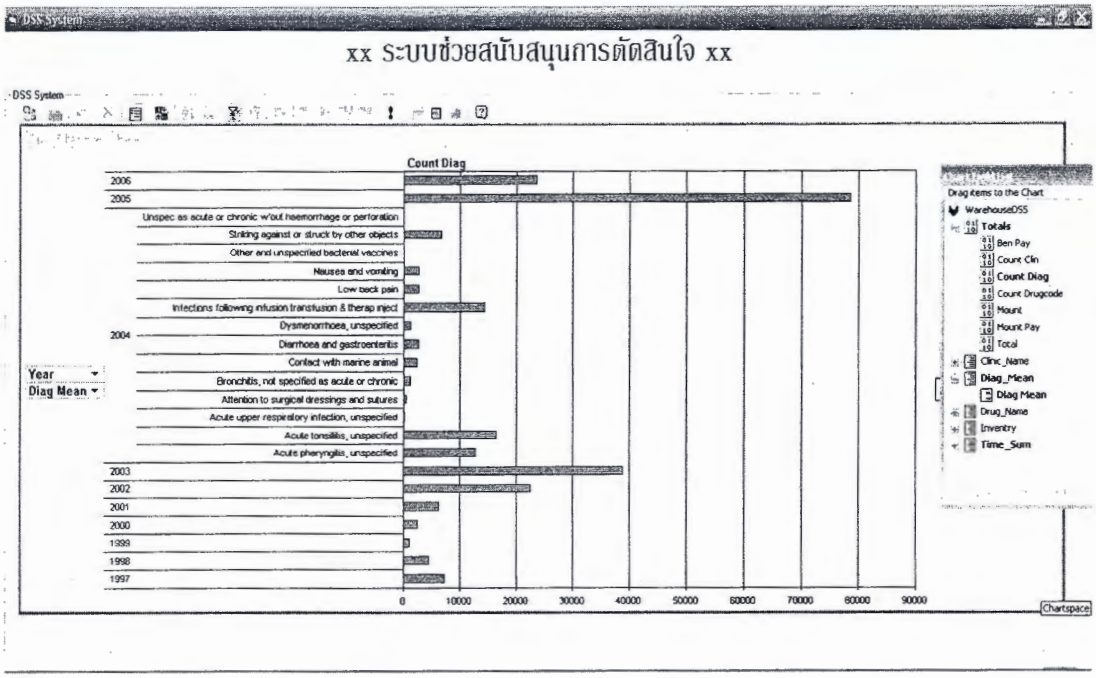
- สารสนเทศแสดงปริมาณผู้ป่วยแยกตามรายแผนก รายละเอียดตามภาพที่ 4.12
- สารสนเทศแสดงปริมาณโรคที่พบบ่อยหรือ ความชุกของโรคที่แพทย์วินิจฉัย รายละเอียดตามภาพที่ 4.13
- สารสนเทศแสดงปริมาณและประเภทของยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วย รายละเอียดตามภาพที่ 4.14
- สารสนเทศแสดงค่าใช้จ่ายทั้งหมด การชำระเงิน และยอดค้างชำระของผู้ป่วย รายละเอียดตามภาพที่ 4.15



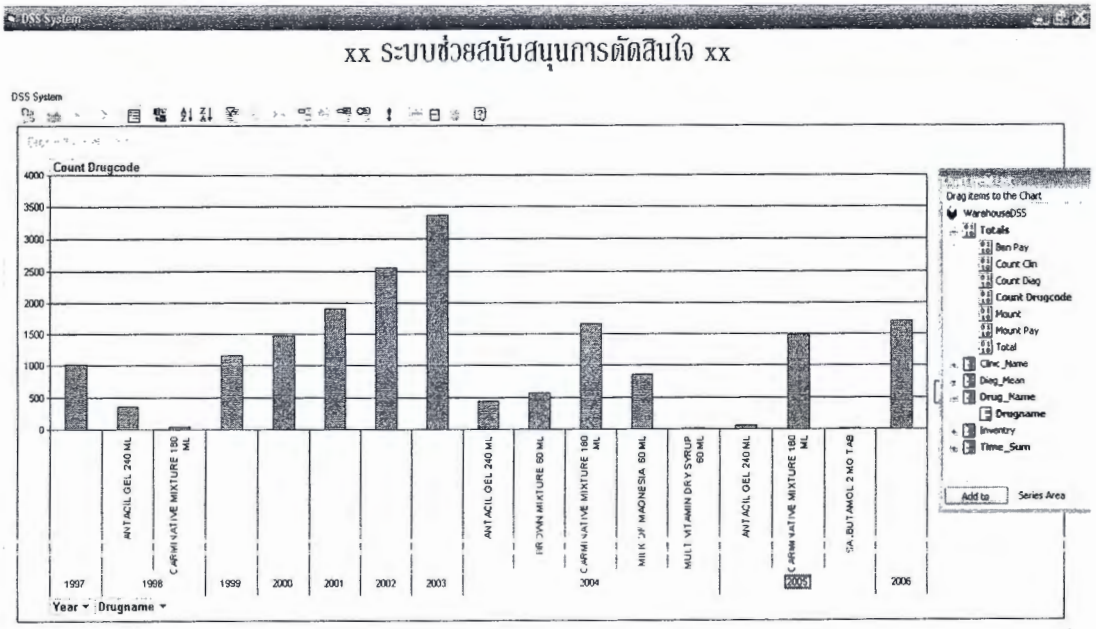
ภาพที่ 4.11 การใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเข้าใช้งานในระบบ



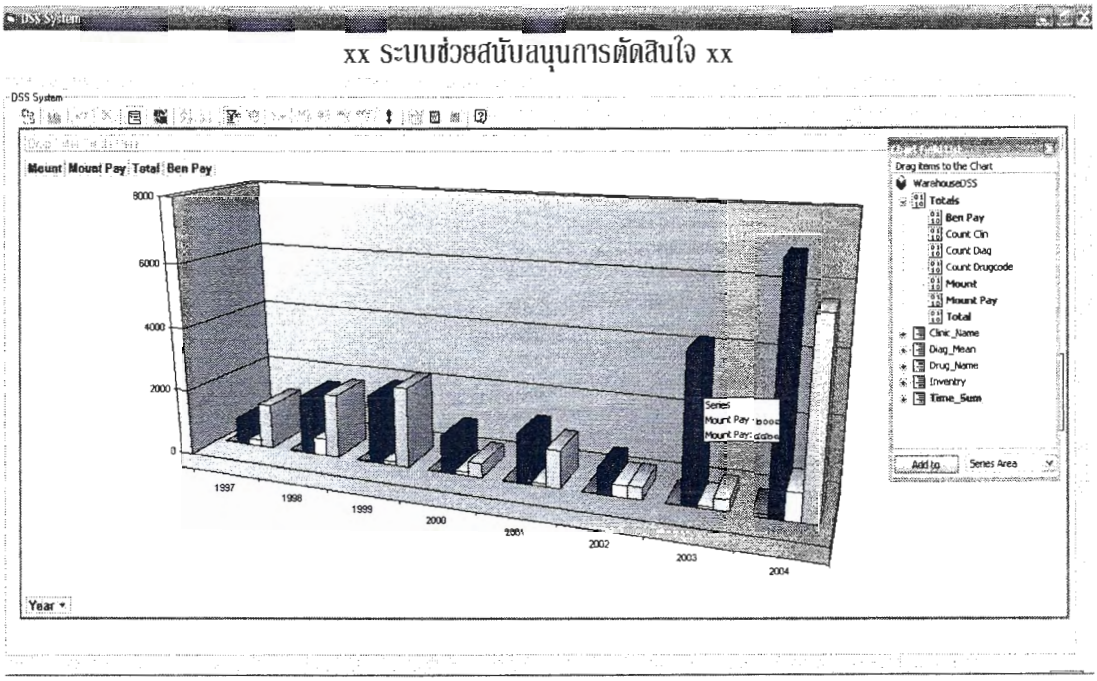
ภาพที่ 4.12 รูปแบบสารสนเทศแสดงปริมาณผู้ป่วยแยกตามรายแผนก



ภาพที่ 4.13 รูปแบบสารสนเทศแสดงปริมาณความชุกของโรคที่แพทย์วินิจฉัย



ภาพที่ 4.14 รูปแบบสารสนเทศแสดงปริมาณและประเภทของยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วย



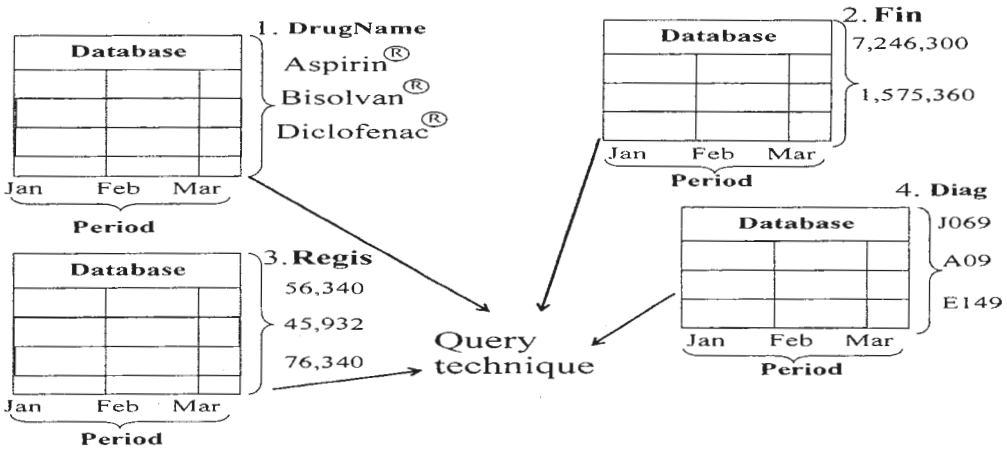
ภาพที่ 4.15 รูปแบบสารสนเทศแสดงค่าใช้จ่ายทั้งหมด การชำระเงิน และยอดค้างชำระของผู้ป่วย

ขั้นตอนที่ 9 การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ผลการทดสอบได้จากการรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทดลองค้นหาการวินิจฉัยโรคจากอาการของผู้ป่วย ตามลักษณะของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดตามภาพที่ 3.6.2

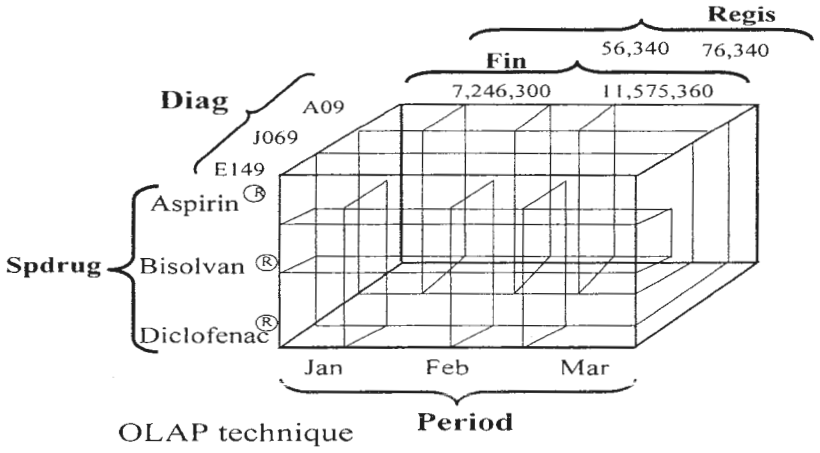
ขั้นตอนที่ 10 ผลการตอบกลับ (Feed back) ของสารสนเทศช่วยตัดสินใจเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionare) รายละเอียดของแบบสอบถามตามภาคผนวก ก โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 5 มิติ คือ

- มิติเวลาในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูล (Timing Dimension)
- มิติประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจ (Decision Dimension)
- มิติการนำเสนอข้อมูล (Formatting Dimension)
- มิติความพึงพอใจของผู้ใช้ (Customer Relationship Manangement)
- มิติเทคนิคการใช้งาน (Use ability)

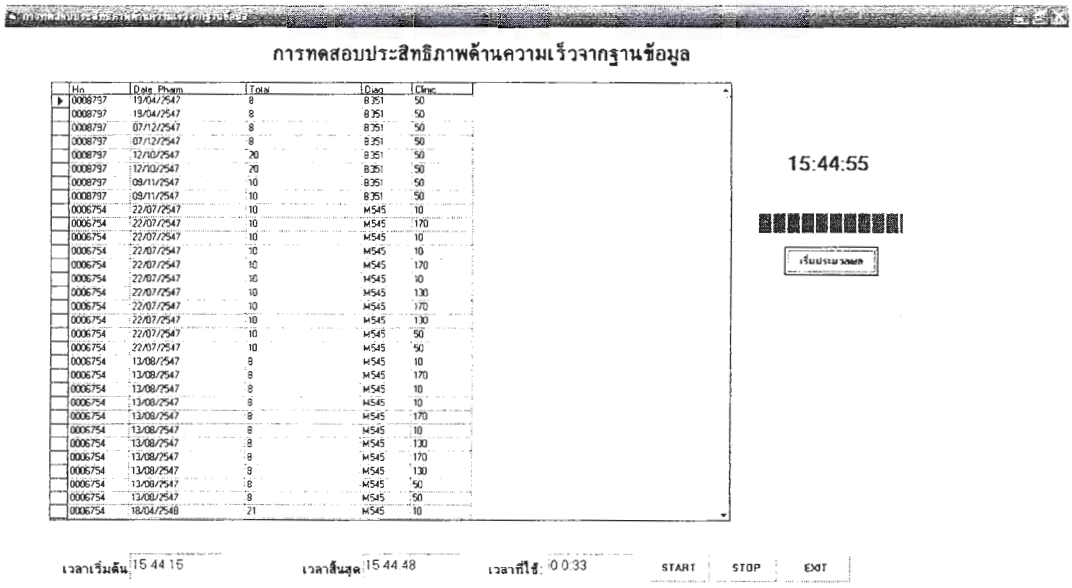
มิติเวลาในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูล (Timing Dimension) มิตินี้ทดสอบเชิงเทคนิค ซึ่งเป็นการทดสอบเวลา ในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูล โดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในแบบจำลองข้อมูล 2 มิติ (2-dimensional Model) ของฐานข้อมูลวิธีเรียกใช้ข้อมูลโดยอาศัยหลักการทำงานของเทคนิคแบบสอบถามข้อมูล กับข้อมูลจากคลังข้อมูลที่ข้อมูลถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ (3 or Multi-dimensional Model) ด้วยเทคนิคการประมวลผลวิเคราะห์แบบออลไลน์ (OLAP technique) โดยสร้างเครื่องมือทดสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Visual basic 6.0 และทำการทดสอบโดยใช้ชุดข้อมูลจำนวน 150,000 ระเบียน (เรคคอร์ด) ตามภาพที่ 4.16 และภาพที่ 4.17



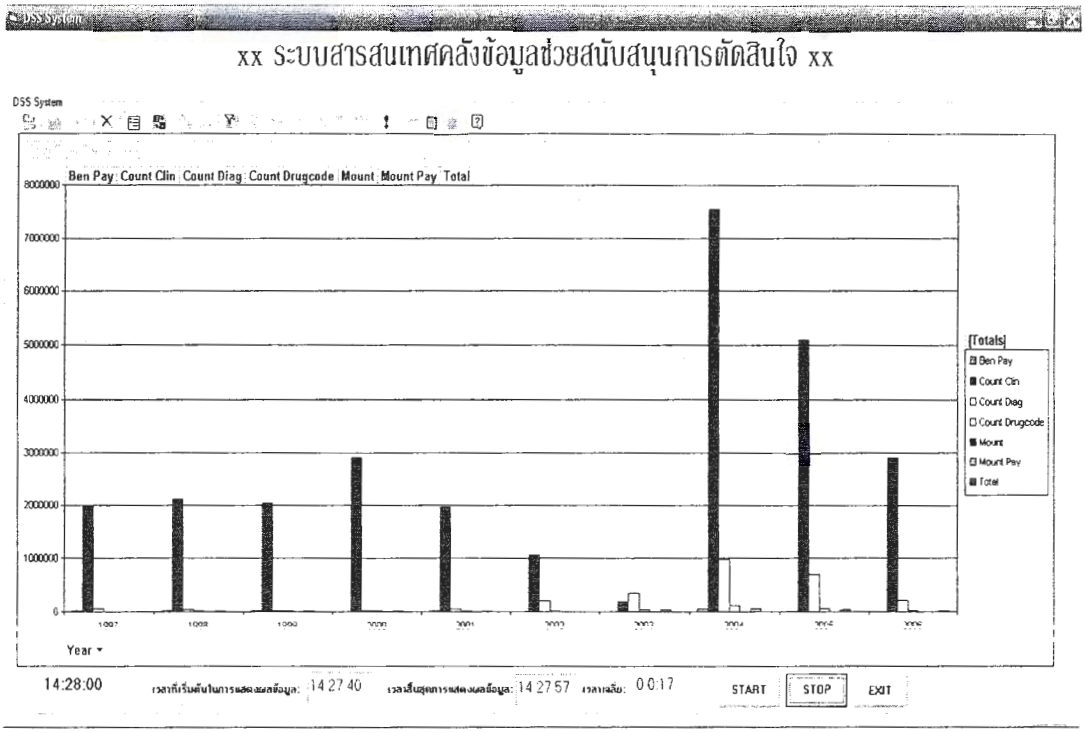
ภาพที่ 4.16 รูปแบบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล มีลักษณะ 2 มิติ และเทคนิคแบบสอบถาม (Query technique)



ภาพที่ 4.17 รูปแบบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลังข้อมูล มีลักษณะ 3 มิติ ด้วย OLAP technique



ภาพที่ 4.18 เวลาที่ใช้ในการประมวลและนำเสนอข้อมูลจากฐานข้อมูล



ภาพที่ 4.19 เวลาที่ใช้ในการประมวลและนำเสนอข้อมูลจากคลังข้อมูล

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบเวลาในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูลระหว่างข้อมูลจาก ฐานข้อมูลและคลังข้อมูล

ครั้งที่ทดสอบ	เวลาที่ใช้แสดงผลจากคลังข้อมูลในรูปแบบมิติ (3 Dimensional Model) (วินาที)	เวลาที่ใช้แสดงผลจากฐานข้อมูลในรูปแบบตารางข้อมูล (2-Dimension Model) (วินาที)
1	0.20s	0.34s
2	0.14s	0.34s
3	0.16s	0.38s
4	0.14s	0.34s
5	0.14s	0.33s
เฉลี่ยเวลาที่ใช้	**0.16s**	**0.35s**

การทดสอบมิติที่ 2 ถึง 5 ได้ดำเนินการตามแบบสอบถามภาคผนวก ก และสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้จากแบบสำรวจข้อมูล ดังนี้

4.3 ผลการทดลอง

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ ตามแบบสอบถามข้อมูล กลุ่มตัวอย่าง 30 ราย แบ่งเป็น เพศชาย 6 ราย หญิง 24 ราย ได้แก่ แพทย์ 2 ราย พยาบาล 23 ราย เจ้าหน้าที่สาธารณสุข5 ราย แบ่งเป็นโรงพยาบาลดอนตาล 17 รายและโรงพยาบาลนิคมคำสร้อย 13 ราย สามารถสรุปผลการสำรวจตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจแบบสอบถามข้อมูล

	ฐานข้อมูล			คลังข้อมูล		
	ดี	ปานกลาง	น้อย	ดี	ปานกลาง	น้อย
- มิติประสิทธิภาพช่วยตัดสินใจ	63	30	7	72	24	4
- มิติการนำเสนอข้อมูล	62	12	25	75	14	11
- มิติความพึงพอใจของผู้ใช้	63	23	14	71	16	13
- มิติเทคนิคการใช้งาน	54	36	10	72	16	12

ระดับความพึงพอใจ ดี = 3 คะแนน ปานกลาง =2 คะแนน น้อย =1 คะแนน

ในบทนี้ได้กล่าวถึง ส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม ชุดข้อมูลที่นำมาทดลอง กระบวนการทดสอบผลลัพธ์จากคลังข้อมูลเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลในมิติต่างๆ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพช่วยในการตัดสินใจด้วยแบบสอบถามข้อมูล วิธีทดลองที่แบ่งเป็นรายละเอียดเป็น 10 ขั้นตอน รวมถึงผลการทดลอง ซึ่งได้ดำเนินการทดลองตามการออกแบบในบทที่ 3 และในบทต่อไปจะกล่าวถึงการสรุปผลการทดลองที่ได้ ตามตัวชี้วัดต่างๆ ข้อเสนอแนะ ปัญหาและอุปสรรค

บทที่ 5
ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาของงานวิจัยนี้ ต้องการทดสอบประสิทธิภาพการตัดสินใจในการเรียกใช้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศบริการสุขภาพที่ใช้ฐานข้อมูลอย่างเดียว เปรียบเทียบกับการใช้เทคโนโลยีคลังข้อมูลและระบบผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนั้น ยังได้ประยุกต์ความรู้ต่างๆ เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาระบบคลังข้อมูล และสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลสารสนเทศบริการสุขภาพที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในระบบงานต่างๆ ได้ โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

การทดลองในช่วงที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อนำข้อมูลจากฐานข้อมูลกิจกรรมประจำวันที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกัน ผ่านกระบวนการคัดแยก ปรับรูปแบบ และนำเข้าข้อมูลหรือกระบวนการ (Extraction Transformation and Loading : ETL) และการทำข้อมูลคลังข้อมูลให้อยู่ในแบบจำลองข้อมูลแบบมิติ ด้วยเทคนิคการประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (Online Analytical Processing : OLAP) สร้างเป็นสารสนเทศเพื่อช่วยตัดสินใจ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ร่วมกับประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยโรค และตัวแทนปัญญา (Software Agent)

การทดลองในช่วงที่ 2 เป็นการสร้างแบบสอบถามเก็บข้อมูลจากผู้ใช้ นำมาซึ่ง ผลลัพธ์การทดสอบตามมิติที่ได้กำหนดเพื่อเปรียบเทียบกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จากการการทดลองทั้ง 2 ช่วง นำมาซึ่งการกำหนดตัวชี้วัด (Key Performance Indicator : KPI) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตัดสินใจ โดยสรุปผลสำรวจแบบสอบถามในระดับดีเท่านั้น รายละเอียดตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการทดลองตามตัวชี้วัด

มิติ	ตัวชี้วัด	สารสนเทศจากฐานข้อมูล	สารสนเทศจากเทคโนโลยีคลังข้อมูลและระบบผู้เชี่ยวชาญ
-มิติประสิทธิภาพช่วยตัดสินใจ	ช่วยตัดสินใจได้มากกว่าร้อยละ 60	63	72
-มิติการนำเสนอข้อมูล	ความพึงพอใจมากกว่า 70	62	75
-มิติความพึงพอใจของผู้ใช้	ความพึงพอใจมากกว่า 70	63	71
-มิติเทคนิคการใช้งาน	ความพึงพอใจมากกว่า 70	54	72
-มิติเวลาในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูล		0.35s	0.16s

จากผลการทดลองสรุปได้ ดังนี้

- มิติประสิทธิภาพช่วยตัดสินใจ ช่วยตัดสินใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 9
- มิติการนำเสนอข้อมูล ความพึงพอใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 13
- มิติความพึงพอใจของผู้ใช้ ความพึงพอใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 8
- มิติเทคนิคการใช้งาน ความพึงพอใจเพิ่มขึ้นร้อยละ18
- มิติเวลาในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูล มีความเร็วเพิ่มขึ้นร้อยละ 19

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า "ระบบสารสนเทศช่วยตัดสินใจด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูล (Data Warehouse : DWH) และระบบผู้เชี่ยวชาญ จะมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้สารสนเทศบริการสุขภาพที่ใช้ฐานข้อมูล (Database) อย่างเดียว"

5.2 องค์ความรู้ใหม่ที่ได้และการนำไปประยุกต์ใช้

5.2.1 วงจรการพัฒนาคลังข้อมูลรูปดาว (Star Driven for Data Warehouse Development) ประยุกต์ใช้ในงานพัฒนางานด้านคลังข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่ทำงานด้านให้บริการเป็นหลักขนาดเล็กและขนาดกลาง

5.2.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ ประยุกต์ใช้ในการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ข้อมูลขององค์กร

5.2.3 วิธีทดสอบประสิทธิสารสนเทศช่วยตัดสินใจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ประยุกต์ใช้ในการทดสอบกับเทคนิคอื่นๆ ตัวอย่างเช่น ดาต้าไมน์นิ่ง เป็นต้น

5.2.4 การเรียกใช้ตัวแทนปัญญา (Software Agent) ประยุกต์ในงานด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่น แนะนำสินค้า เตือนความจำ หรืออธิบายวิธีการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูปในแต่ละขั้นตอน เป็นต้น

5.3 อุปสรรค

5.3.1 การสร้างสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลและการจัดการข้อมูลในแต่ละขั้นตอน มีความยุ่งยากและซับซ้อน และใช้เวลานาน

5.3.2 การนำข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันมาใช้ ไม่สอดคล้องกับความต้องการของสารสนเทศจากคลังข้อมูล จึงต้องใช้เวลานานในคัดแยก ปรับรูปแบบ และสกัดข้อมูล ที่ไม่ต้องการ

5.33 การวัดประสิทธิภาพและประเมินผลคุณภาพข้อมูล ทำได้ยาก เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่มีจำนวนมากและการจัดเก็บตามโครงสร้างข้อมูลของแต่ละสายงานไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยโรค ไม่เหมาะสมกับขอบเขตงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น งานให้คำปรึกษาทางการแพทย์ การวินิจฉัยโรค ซึ่งมีตัวแปรมากมายที่ทำให้วินิจฉัยอาการของโรคเปลี่ยนไปจากแบบสอบถามข้อมูลข้อเสนอแนะ พบว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยโรคนั้นได้ประโยชน์เฉพาะความรวดเร็วในการค้นหารายละเอียดเท่านั้น ควรสอบถามแพทย์หรือพยาบาล ผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก

5.4.2 ควรออกแบบฐานข้อมูลระบบงานกิจกรรมประจำวันในองค์กร ให้มีความสอดคล้องกับสารสนเทศที่ต้องการจากคลังข้อมูล เพื่อลดเวลาในกระบวนการ คัดแยก ปรับรูปแบบ และสกัดข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. แนวทางดำเนินการโครงการe-government. กรุงเทพฯ : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2546.

[2] ดวงแก้ว สวามิภักดิ์. ระบบฐานข้อมูล (Database Systems). กรุงเทพฯ : บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, 2539.

[3] ทักษิณา สวนานนท์. พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : บริษัท ไทยซอฟต์แวร์ กรุ๊ป, 2545.

[4] Teotonio G.S. Fumo HEALTH INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION. A Data Warehouse Architecture Model for the Ministry of Health in Mozambique. University of OSLO., 2003.

[5] วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร พิษณุโลก. "ระบบฐานข้อมูล," http://www.phcpl.com/sakda/healthInformation/section3/database2.htm. March, 2006.

[6] กสิภพ ประศาสน์ศรีสุภาพ และ เกียรติชุมพล สุทธิศิริกุล. การศึกษาและพัฒนาระบบดาต้าแวร์-เฮ้าส์. ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

[7] อิทธิ ฤทธาภรณ์. ผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ๆ ต่อกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างลูกค้ากับองค์กร(CRM). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548.

[8] Inmon W.H. How to construct a Data Warehouse. Rio de Jeaneiro Campus., 1997.

[9] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. ระบบคลังข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ. กรุงเทพ ฯ : บริษัท คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, 2547.

[10] Kimball R and Reeves L Ross and M Thornthwaite. The Data Warehouse mode of understanding Journal of Phenomenological Phychology. New York., 1998.

[11] Mattison Rob. Data Warehousing. New York : McGraw-Hill Publishing Company., 1996.

[12] Inmon W. H. "Data Warehouse and software development [online.]," http://www.billinmon.com/library/whiteprs/earlywp/ttswdev.pdf. November, 2000.

[13] Hayes H.A. Creating a flexible infrastructure for integrating information. IBM Inc., 2003.

[14] สัลยุทธ์ สว่างวรรณ. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ(Management Information System). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า, 2545.

[15] บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. เอกสารประกอบการสอนวิชา AI. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548.

[16] B.Ramesh Kumar1 and J.Shanmugam1and S.Janarthanan2. A Generic component Based Expert System Shell for airbone equipment design. Dotmarketer March., 2004.

[17] Uri Glas and J-E. Samouilidis. Expert systems in medicine. Information Management & Computer Security Bradford., 2000.

[18] Keith Darlington MBCS Senior. Basic expert systems. London of University., 1996.

[19] ชัยนาท วงค์ถาปัน. เอกสารประกอบการสอนวิชาปัญญาประดิษฐ์. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ, 2547.

[20] John A. Bullinaria IAI. Production Systems. Birmingham of University., 2005.

[21] จิตรทัศน์ ฝักเจริญ. โครงสร้างข้อมูลและอัลกอลิธึม, ม.ป.ท. ; ม.ป.ป.

[22] ดรุณี ศมาวรรตกุล. ทรีและกราฟ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 2528.

[23] ยืน ภู่วรวรรณ. การค้นหาข้อมูลทางลึกก่อนและทางกว้างก่อน. สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

[24] สุชาย ธนวเสถียร และวิชัย จิวังกูร. โครงสร้างข้อมูลเพื่อการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.

[25] วนิดา แก่นอากาศ. เอกสารประกอบการสอนวิชา AI. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

[26] Russell Stuart. Artificial IntelligentA Modern Approach Second Edition. Norvig Peter USA: Pearson Education., 2003.

[27] Kaztrix Software Inc. "AI Agent Knowledge," http://www.aiagentz.com. Octerber, 2005.

[28] John Detloff. "Client Server," http://www.Multititier Client Server Architecture.htm. Octerber, 2005.

[29] McGraw-Hill. Database system Concept and Architecture. New York : McGraw-Hill Publishing Company., 1999.

[30] DOUGLAS E.COMER. Computer And Networks Internets with Internet Applications 4TH Edition. United States of America : Pearson Education Inc., 2004.

[31] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และระบบผู้เชี่ยวชาญ(Decision Support Systems and Expert System. กรุงเทพฯ : บริษัทไทยเจริญการพิมพ์, 2546.

[32] A.R.Information Publication. "บทความบิสิเนสไทย," www.bcm.arip.co.th/content.php?data=402280_E-Business. May, 2001.

[33] สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศงานบริการสุขภาพ (TOR). กระทรวงสาธารณสุข, 2548.

[34] I. Hatzilygeroudis and P. J. Vassilakos and A. Tsakalidis. An Intelligent Medical System for Diagnosis of Bone Diseases. University of Patras., 1994.

[35] DA-Puhr. The Clinical data warehouse. University of Vienna., 2003.

[36] Sysbase. Data Warehousing for Healthcare The Greatest Weapon in Your Competitive Arsenal. Sysbase Inc., 2000.

[37] Kadarsah Suryadi and Eri Ricardo Nurzal. Journal of Information Sciences for Decision Making. Bandung Institute of Technology Indonesia., 1998.

[38] Research Lab Phuket Garden. "โครงการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมบริหารงานโรงพยาบาลขนาดเล็ก," http://hospital-os.com/modules.php. May, 2548.

[39] Beate List and Robert M.Bruckner and Karl Machaczek and Josef Schiefer. A Comparison of Data Warehouse Development Methodologies Case Study of the Procss Warehouse. Vienna University of Technology., 2004.

[40] สุรเกียรติ อาชานานุภาพ. ตำราการตรวจรักษาโรคทั่วไป. กรุงเทพ : เอช เอ็นการพิมพ์, 2547.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

แบบสอบถาม เพื่อประเมิน ความสามารถในการเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อช่วยตัดสินใจ [12]

ชื่อ.....สกุล.....ตำแหน่ง.....เพศ.....อายุ.....ปี

ข้อ	หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		ดี	ปานกลาง	น้อย
	มิติประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจ (Decision Dimension)			
1	ความสามารถในการเรียกใช้ข้อมูล เพื่อกำหนดกลยุทธ์หรือยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลปริมาณยาที่ใช้ ความชุกของโรค สถานการณ์การเงินการคลัง เป็นต้น			
2	การขอรับคำปรึกษาจากแพทย์หรือพยาบาลผู้เชี่ยวชาญโดยวิธีติดต่อโดยตรง			
3	คุณภาพของข้อมูลที่ช่วยตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น ความถูกต้องในการรายงานผล ความสามารถในการรายงานผลลัพธ์ตรงกับความต้องการ เป็นต้น			
	มิติการนำเสนอข้อมูล (Formatting Dimension)			
4	ความง่ายในการเรียกใช้ข้อมูล			
5	รูปแบบการนำเสนอข้อมูล			
6	ความง่ายในการทำความเข้าใจสารสนเทศในรูปแบบการนำเสนอข้อมูล			
	มิติความพึงพอใจของผู้ใช้ (Customer Relationship Management)			
7	การให้คำแนะนำ อธิบายในขั้นตอนการใช้โปรแกรมหรือผลลัพธ์ของข้อมูล			
8	ความพึงพอใจผลลัพธ์ข้อมูล			
9	ความพึงพอใจในความสามารถของโปรแกรม			
	มิติเทคนิคการใช้งาน (Useability)			
10	การนำเทคนิคข้อมูลแบบ 2 มิติ (2-Dimension) มาใช้			
11	เทคนิคแบบสอบถาม (Query technique)			

แบบสอบถาม เพื่อประเมิน ความสามารถในการเรียกใช้ข้อมูลจากคลังข้อมูลพื่อช่วยตัดสินใจ [12]

ชื่อ.....สกุล.....ตำแหน่ง.....เพศ.....อายุ.....ปี

ข้อ	หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		ดี	ปานกลาง	น้อย
	มิติประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจ (Decision Dimension)			
1	ความสามารถในการเรียกใช้ข้อมูล เพื่อกำหนดกลยุทธ์หรือยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลปริมาณยาที่ใช้ ความชุกของโรค สถานการณ์การเงินการคลัง เป็นต้น			
2	การขอรับคำปรึกษาจากแพทย์หรือพยาบาลผู้เชี่ยวชาญโดยโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ			
3	คุณภาพของข้อมูลที่ช่วยตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น ความถูกต้องในการรายงานผล ความสามารถในการรายงานผลลัพธ์ตรงกับความต้องการ เป็นต้น			
	มิติการนำเสนอข้อมูล (Formatting Dimension)			
4	ความง่ายในการเรียกใช้ข้อมูล			
5	รูปแบบการนำเสนอข้อมูล			
6	ความง่ายในการทำความเข้าใจสารสนเทศในรูปแบบการนำเสนอข้อมูล			
	มิติความพึงพอใจของผู้ใช้ (Customer Relationship Management)			
7	การให้คำแนะนำ อธิบายในขั้นตอนการใช้โปรแกรมหรือผลลัพธ์ของข้อมูล			
8	ความพึงพอใจผลลัพธ์ข้อมูล			
9	ความพึงพอใจในความสามารถของโปรแกรม			
	มิติเทคนิคการใช้งาน (Useability)			
10	การนำเทคนิคข้อมูลแบบ 3 มิติ (3-Dimension) มาใช้			
11	เทคนิคการประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (OLAP technique)			

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายสมมิตร ดวงสมสา

ประวัติการศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาเวชสถิติ(เวชระเบียน) (Medical Record Science)
มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2540

เกรดเฉลี่ย 3.78

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการระบบสารสนเทศบริการสุขภาพ
ด้วยเทคโนโลยีคลังข้อมูล"

อาชีพ รับราชการ

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เวชสถิติ ระดับ5 สังกัดโรงพยาบาลดอนตาล
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมุกดาหาร

ประวัติการวิจัย 1. นำเสนอบทความวิจัยเรื่อง **"การประยุกต์สถาปัตยกรรมคลังข้อมูลสำหรับสารสนเทศบริการสุขภาพ"** สมมิตร ดวงสมสา
ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี
(The National Conference on Computing and Information I ,NCCIT I)
ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (KMITB)
24-25 พฤษภาคม 2548

ประวัติการทำงาน พ.ศ.2540-2548
โรงพยาบาลดอนตาล สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดมุกดาหาร

สามารถติดต่อได้ที่

โทรศัพท์ 01-0482835

E-mail sommit48@yahoo.com