

บทที่ 2

ระบบจัดการฐานข้อมูล

(Database Management System)

ในสังคมปัจจุบันเป็นสังคมเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ละหน่วยงานจะมีข้อมูลอยู่เป็นจำนวนมาก ข้อมูลเหล่านี้จะต้องมีการจัดเก็บ และมีการเรียกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การรวบรวมและการเก็บข้อมูล ไว้ด้วยกันจะช่วยให้การเปลี่ยนแปลงข้อมูล เช่นการเรียกค้น การเพิ่มเติม การลบข้อมูลจะกระทำได้ง่าย การรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันเรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS ประโยชน์ของการใช้ฐานข้อมูล จะช่วยให้สามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน หลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้น จัดความขัดแย้งของข้อมูล และสามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันได้ง่าย

ระบบจัดการฐานข้อมูล ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาด้านความเป็นอิสระของข้อมูล (Data Independence) ที่ไม่มีในระบบแฟ้มข้อมูล ทำให้มีความเป็นอิสระจากทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของข้อมูลภายในฐานข้อมูล นั่นคือโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล จะมีการทำงานที่ไม่ขึ้นอยู่กับ รูปแบบของฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้กับระบบฐานข้อมูล และจะมีรูปแบบในการอ้างถึงข้อมูลที่ไม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลด้วย

ระบบจัดการฐานข้อมูลคือโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อรวบรวมข้อมูลให้เป็นระบบ สะดวกต่อการจัดการเกี่ยวกับระบบแฟ้มข้อมูล เช่น การเก็บรักษา การเรียกใช้ การแก้ไข การเข้าถึงข้อมูลรวมถึงการที่จะนำมาปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่าย ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือหรือเป็นตัวกลางติดต่อระหว่างผู้ใช้ กับ ฐานข้อมูล เพื่อจัดการและควบคุมความถูกต้อง ความซ้ำซ้อน และ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล รวมทั้งการรักษาความมั่นคง ความปลอดภัยของข้อมูล การสำรองข้อมูล และการเรียกคืนข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลเกิดความเสียหาย

สถาปัตยกรรมฐานข้อมูล (Database Architecture)

สถาปัตยกรรมฐานข้อมูล หมายถึงการอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบหลักที่นำมาประกอบเป็นระบบฐานข้อมูล ซึ่งระบบฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับโครงสร้างของข้อมูลที่มีผู้ใช้หลาย ๆ คน เช่น ผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้ทั่วไป โดยไม่มีผลกระทบต่อผู้อื่นที่กำลังใช้งานฐานข้อมูลนั้นอยู่ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องสนใจโครงสร้างภายในฐานข้อมูล และผู้บริหารฐานข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างฐานข้อมูลได้โดยไม่กระทบ

กับผู้ใช้ฐานข้อมูล ด้วยวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงต้องมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็นหลายระดับเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละคน

สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลเป็นแนวคิดที่นำเสนอเกี่ยวกับโครงสร้าง และส่วนประกอบที่รวมกันเป็นระบบฐานข้อมูล ฐานข้อมูลมีจุดเด่นที่ต่างไปจากแฟ้มข้อมูลทั่วไปคือ ความเป็นอิสระของข้อมูล แต่เนื่องจากสถาปัตยกรรมฐานข้อมูลผู้ใช้มีมุมมองและ วิธีการใช้งานที่แตกต่างกันถึงแม้ว่าจะเป็นข้อมูลชุดเดียวกันก็ตาม ในปี ค.ศ.1975 สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกัน หรือ ANSI (American National Standards Institute) จึงได้กำหนดมาตรฐานสถาปัตยกรรมฐานข้อมูล เรียกว่าสถาปัตยกรรมสามระดับ (Three-level Architecture) ได้อธิบายรายละเอียดของโครงสร้างของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ฐานข้อมูลในระดับที่แตกต่างกัน โดยอาศัยลักษณะในการมองภาพรวม (View) ของระบบเช่น โปรแกรมเมอร์จะเห็นโครงสร้างของฐานข้อมูล ในเชิงของการออกแบบฐานข้อมูลให้ใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมา ส่วนผู้ใช้ทั่วไปจะเห็นเฉพาะข้อมูลจากโปรแกรมประยุกต์ที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่สามารถที่จะเห็นโครงสร้างของฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบไว้ได้

สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับภายนอก ระดับแนวคิด และระดับภายใน ซึ่งเป็นรูปแบบและโครงสร้างที่ใช้กับระบบฐานข้อมูลโดยทั่วไป สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลในแต่ละระดับ จะมีระบบการจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่ง

1. สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลระดับภายใน (Internal level หรือ Physical Level)

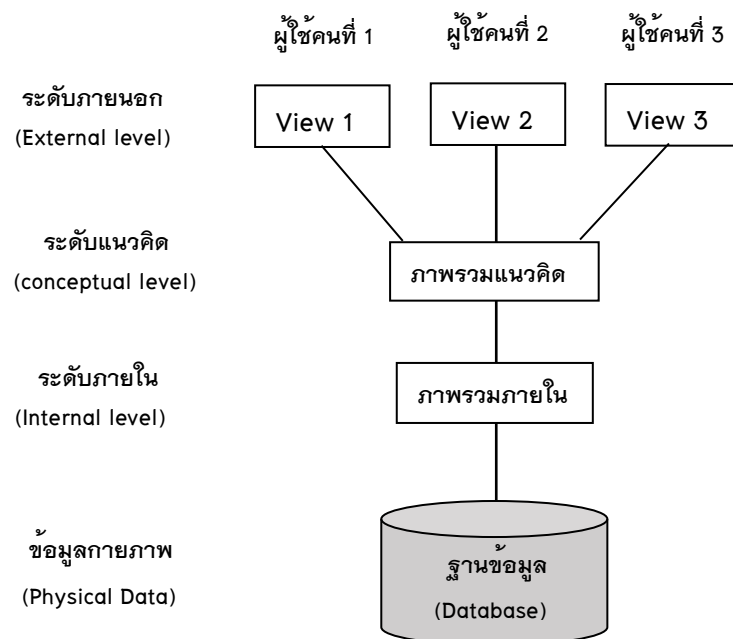
เป็นระดับของฐานข้อมูลที่อยู่ใกล้กับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เป็นระดับที่อธิบายเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลในเชิงกายภาพ (Physical) ของฐานข้อมูลว่ามีรูปแบบ และโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเป็นอย่างไร ? เป็นระดับที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริง ซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บอยู่จริงในสื่อบันทึกข้อมูลมีโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูล เพื่อดึงข้อมูลที่ต้องการ ตามปกติแล้วผู้ใช้ทั่วไปจะไม่มีสิทธิ์เข้ามายุ่งเกี่ยวในระดับนี้ ผู้ที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ คือ ผู้เขียนโปรแกรมประยุกต์ และผู้บริหารฐานข้อมูล (Database administrator, DBA)

2. สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลระดับแนวคิด (Conceptual Level)

เป็นมุมมองของโครงสร้างของฐานข้อมูลในแนวความคิด ไม่ใช่โครงสร้างจริงที่สร้างขึ้นมาในการเก็บอุปกรณ์ โครงร่างของฐานข้อมูลในระดับแนวคิด หรือระดับตรรกะ (logical) เป็นระดับที่อยู่ถัดขึ้นมาจากระดับภายใน ที่มีการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลไปใช้งาน เป็นระดับของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของฐานข้อมูล ชนิดของข้อมูล ข้อกำหนดเกี่ยวกับข้อมูลและความสัมพันธ์ (relationship) ของข้อมูล โดยเป็นข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และออกแบบโดยผู้บริหารฐานข้อมูล หรือนักวิเคราะห์ และผู้ออกแบบฐานข้อมูล เป็นระดับของข้อมูลที่ถูกออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลในระดับภายนอกสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้

3. สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลระดับภายนอกหรือวิว (External Level หรือ View)

เป็นมุมมองของผู้ใช้ที่มีต่อฐานข้อมูล หรือที่เรียกกันว่าวิว เป็นระดับฐานข้อมูลที่อยู่ใกล้กับโปรแกรมประยุกต์และใกล้กับผู้ใช้มากที่สุด ผู้ใช้ภายนอกมีสิทธิ์เข้าไปใช้ได้ เป็นระดับที่อธิบายเกี่ยวกับฐานข้อมูลที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ ในการใช้งานระบบฐานข้อมูล ผู้ใช้จะถูกกำหนดสิทธิ์ในการ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล โดยผู้ใช้แต่ละคนจะมองเห็นข้อมูลตามสิทธิ์ที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งจะเป็นการรักษาความปลอดภัยและความมั่นคงให้กับฐานข้อมูล และยังทำให้การติดต่อกับฐานข้อมูลทำได้ง่าย



ภาพที่ 2.1 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลสามระดับตามมาตรฐาน ANSI

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานกับฐานข้อมูล (Database Language)

ภาษา SQL (Structured Query Language) เป็นภาษาที่ได้รับความนิยมสำหรับใช้ในการจัดการ หรือ ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการสั่งให้ฐานข้อมูลกระทำการใด ๆ ตามคำสั่ง เช่นการสร้าง การแก้ไข การบำรุงรักษา การจัดการ การควบคุม และการเข้าถึงฐานข้อมูล ภาษา SQL เป็นภาษาที่มีลักษณะคล้าย ๆ กับภาษาอังกฤษ เป็นภาษาที่เป็นที่ยอมรับโดยหน่วยงานมาตรฐาน เช่น ISO (International Standards Organization) และ ANSI (American National Standards Institute) เช่นเดียวกับ

ภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ในการติดต่อฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็น Microsoft Access, SQL Server, MySQL, DB2 หรือ Oracle ก็จะต้องใช้คำสั่งภาษา SQL ในการควบคุม

ภาษา SQL เป็นส่วนประกอบหนึ่งของ ระบบจัดการฐานข้อมูล มักพบใน ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) เป็นภาษาที่นิยมใช้กันมากเพราะง่ายต่อการเรียนรู้ ในการใช้ภาษา SQL ผู้ใช้เพียงแค่ว่าต้องการจะ “ทำอะไร” เท่านั้น ไม่จำเป็นต้องทราบว่า “ทำอย่างไร” ผู้ผลิตซอฟต์แวร์ได้นำภาษา SQL มาพัฒนาด้านระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ จนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ตั้งแต่ระดับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ไปจนถึงระดับเมนเฟรม การใช้งานในภาษา SQL แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ภาษา SQL ที่โต้ตอบได้ (interactive SQL) และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรม (embedded SQL)

ภาษา SQL สามารถนำไปใช้ได้หลายรูปแบบของธุรกิจ หรือองค์กรที่ใช้ เทคโนโลยีฐานข้อมูล (Database Technologies) ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในธุรกิจขนาดใหญ่ ธุรกิจขนาดเล็ก โรงพยาบาล ธนาคาร สถานศึกษา ซึ่งจริง ๆ แล้ว คอมพิวเตอร์แทบจะทุกชนิดหรือเครื่องมือต่าง ๆ จะมีโปรแกรมที่ใช้ภาษา SQL แทบทั้งสิ้น เช่น โทรศัพท์แอนดรอยด์ (android phone) และไอโฟน (iPhone) รวมถึงโมบายแอปพลิเคชัน (mobile applications) ที่พัฒนาโดย Google, Skype และ Dropbox ก็ยังใช้ภาษา SQL โดยตรงอีกด้วย

ใน ปีค.ศ. 1968 สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกัน หรือ ANSI ได้กำหนดมาตรฐานของภาษา SQL ขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล หรือ ภาษา DDL (Data Definition Language)

ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการสร้างตาราง ด้วยการกำหนดโครงสร้างข้อมูล โดยกำหนดหลักเกณฑ์ เช่น ส่วนสร้างตารางเป็นโครงสร้างข้อมูลทางตรรกภาพ ส่วนสร้างวิวสำหรับผู้ใช้ถือว่าเป็นโครงสร้างภายนอก หรือส่วนในการรักษาความปลอดภัย โดยการกำหนดสิทธิในการใช้ข้อมูล เป็นต้น

2. ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล หรือ ภาษา DML (Data Manipulation Language)

ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ข้อมูล รวมถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูล (การลบข้อมูล และการเพิ่มเติมข้อมูล)

3. ภาษาสำหรับการควบคุมข้อมูล หรือ ภาษา DCL (Data Control Language)

ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม และคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม

ความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน ระบบจัดการฐานข้อมูลส่วนใหญ่แล้วจะมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนของภาษา SQL พจนานุกรมข้อมูล โปรแกรมอำนวยความสะดวก โปรแกรมช่วยในการสร้างโปรแกรมประยุกต์ และโปรแกรมช่วยจัดทำรายงาน ฐานข้อมูล แต่ละตัวจะมีคุณสมบัติในการทำงานที่แตกต่างกัน การที่จะพิจารณาว่าจะเลือกใช้ ระบบจัดการฐานข้อมูล ตัวใดนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของ ระบบจัดการ

ฐานข้อมูล แต่ละตัวมีความ สามารถตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ประเด็นในเรื่องราคาก็เป็น เรื่องสำคัญเช่นกัน เพราะราคาของ ฐานข้อมูล แต่ละตัวไม่เท่ากัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณา ถึงความเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีอยู่ด้วย



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับระบบจัดการฐานข้อมูล

(ที่มา : <http://www.9experttraining.com/articles/>)

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS)

ระบบจัดการฐานข้อมูล หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ดูแลจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล โดยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ทั้งในด้านการสร้าง การปรับปรุงแก้ไข การเข้าถึงข้อมูล และการจัดการเกี่ยวกับระบบแฟ้มข้อมูลทางกายภาพ (physical file organization)

หน้าที่ระบบจัดการฐานข้อมูลหลัก ๆ คือการเก็บข้อมูลลงไว้ในฐานข้อมูล และการดึงข้อมูลเหล่านั้นออกมาจากฐานข้อมูล (retrieve) ที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกสบาย ทำให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจในความถูกต้อง คงสภาพ (integrity) ความคงเส้นคงวาหรือความสอดคล้องกัน (consistency) ของข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูลมีหน้าที่สำคัญ ๆ หลาย สามารถสรุปหน้าที่หลักของระบบจัดการฐานข้อมูล ได้ดังต่อไปนี้

1. การจัดการพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary Management) เนื่องจากรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆทั้งหมด หรือที่เรียกกันว่า เมตาเดตา (meta data) จะต้องถูกเก็บอยู่ในพจนานุกรมข้อมูล เมื่อจะมีการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล ๆ จะทำการค้นหาโครงสร้างข้อมูลและรายละเอียดของข้อมูลนั้น ๆ ในพจนานุกรมข้อมูลนี้ก่อนและใช้ข้อมูลนี้ในการเข้าถึงข้อมูลจริง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ เกิดขึ้นกับข้อมูลในฐานข้อมูล ก็จะมีการปรับปรุงพจนานุกรมข้อมูลนี้ด้วย ดังนั้นการจัดเก็บข้อมูลและการเรียกค้นข้อมูลโดยผ่านพจนานุกรมข้อมูล ทำให้ข้อมูลในฐานข้อมูลมีความเป็นอิสระจากการเขียนโปรแกรม (นักเขียนโปรแกรมไม่ต้องทำการแก้ไขโปรแกรมประยุกต์เมื่อโครงสร้างของฐาน ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง)

ระบบการจัดการฐานข้อมูลทำการจัดเก็บนิยามของข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลไว้ในพจนานุกรมข้อมูล โปรแกรมประยุกต์ทั้งหมดที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล จะต้องทำงานผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูล โดยที่ระบบจัดการฐานข้อมูลจะใช้พจนานุกรมข้อมูล เพื่อค้นหาโครงสร้างตลอดจนส่วนประกอบของข้อมูลและความสัมพันธ์ที่ต้องการ

2. การจัดการเก็บข้อมูล และการแปลงข้อมูล (Data storage management and transformation) ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำหน้าที่จัดเก็บรักษาข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ มีการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล และทำหน้าที่แปลงคำสั่งที่ใช้จัดการกับข้อมูลภายในฐานข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่ฐานข้อมูลเข้าใจ ซึ่งจะให้ผู้จัดเก็บทำงานได้สะดวกมากขึ้น และป้องกันความผิดพลาดได้ เพราะจะช่วยลดความยุ่งยากในการนิยามและการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของข้อมูล

3. การจัดการด้านความปลอดภัย (Security Management) ระบบฐานข้อมูลที่มีการใช้งานฐานข้อมูลร่วมกัน จะสร้างระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล มีการป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับข้อมูลนั้น ๆ เข้ามาดูหรือแก้ไขข้อมูล โดยกำหนดรายชื่อผู้มีสิทธิ์เข้าใช้ระบบระบบจัดการฐานข้อมูล จัดการเรื่องนี้โดยการเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ใช้งานแต่ละคนไว้ในพจนานุกรมข้อมูล เช่น มีใครบ้างที่สามารถเข้ามาใช้งานฐานข้อมูลได้ มีรหัสผ่านเป็นอย่างไร? สามารถใช้งานได้ในระดับใด ? (ดูข้อมูลได้อย่างเดียว หรือสามารถแก้ไขข้อมูลได้ด้วย) เป็นต้น ด้วยวิธีการดังกล่าวจะทำให้มั่นใจได้ว่าเมื่อมีผู้ใช้หลายคนเข้าถึงข้อมูลพร้อมกัน จะยังคงความถูกต้องของข้อมูลในฐานข้อมูลได้ การจัดการระบบความปลอดภัยของข้อมูลมีความสำคัญมากในระบบฐานข้อมูลแบบที่มีผู้ใช้หลายคน นอกจากนั้นข้อมูลในหนึ่งตารางจะกระจายอยู่ในหลาย ๆ ไฟล์ (logical/physical mapping) ทำให้ความปลอดภัยของข้อมูลดีขึ้น

4. การจัดการความคงสภาพของข้อมูล (Data Integrity Management) เนื่องจากมีการเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในพจนานุกรมข้อมูลทั้งหมด การบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลใด ๆ แต่ละครั้ง ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำการตรวจสอบและยอมรับให้มีการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลนั้นในขอบเขตที่กำหนดเท่านั้น เช่น ข้อมูลจำนวนนิสิตจะต้องเป็นตัวเลขเท่านั้น โดยมีการกำหนดอยู่ในพจนานุกรมข้อมูล เมื่อมีการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลจำนวนนิสิต ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่บันทึกนั้นเป็นตัวเลขที่สอดคล้องกับที่กำหนดไว้ในพจนานุกรมข้อมูลหรือไม่? ถ้าไม่สอดคล้องก็จะไม่ยอมให้มีการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลนั้น

5. การจัดการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูล (Backup and Recovery Management) ระบบจัดการฐานข้อมูล จะมีโปรแกรมหรือเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้กับฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูล เพื่อควบคุมความปลอดภัยและความคงสภาพหรือความมั่นคงของข้อมูล ในกรณีเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันขึ้น เช่น ดิสก์เสียหรือกระแสไฟฟ้า

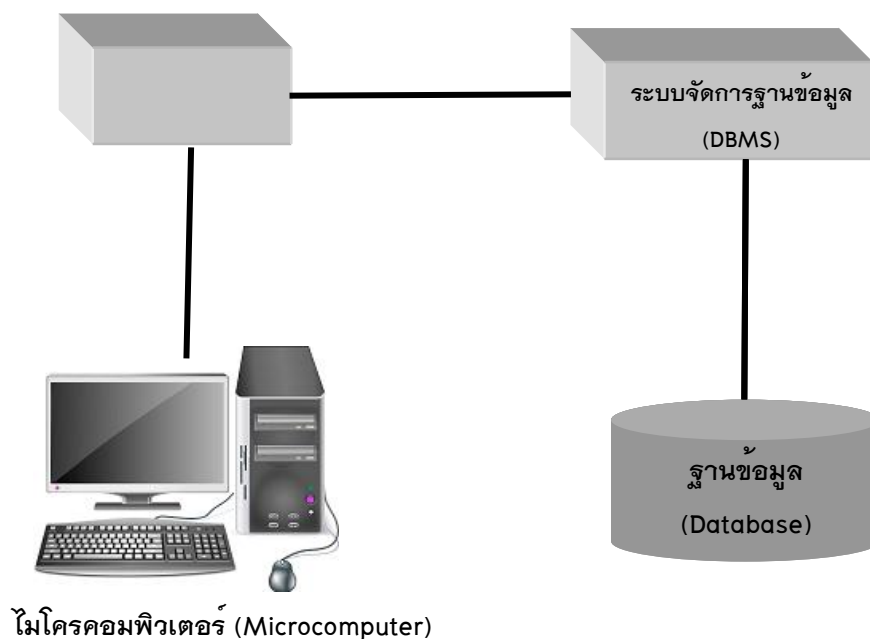
เกิดขัดข้องในระหว่างที่กำลังประมวลผลข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูล จะกู้ข้อมูลในฐานข้อมูลคืนมาหลังจากระบบเกิดความล้มเหลว

6. ภาษาที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลและการเชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์ (Query Optimization) ระบบการจัดการฐานข้อมูลสนับสนุนหรือเลือกเส้นทางการเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านภาษาคิวรี (query language) ภาษาสำหรับสอบถาม เป็นภาษาที่เขียนเข้าใจง่ายซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้ในการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยผู้ใช้เพียงบอกว่าต้องการอะไร และไม่จำเป็นต้องรู้ว่าขั้นตอนอย่างไรในการนำข้อมูลออกมา เพราะระบบการจัดการฐานข้อมูลจะเป็นผู้กำหนดวิธีการในการเข้าถึงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเอง ผู้เขียนโปรแกรมภาษาระดับสูงจะเขียนคำสั่งเข้าไปสอบถามข้อมูลหรือประมวลผลสารสนเทศได้ตามต้องการ การเลือกเส้นทางการเข้าถึงข้อมูลที่ดีที่สุดจะช่วยให้ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุง รักษา และค่าใช้จ่ายในการพัฒนา

ระบบ

7. การควบคุมการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้หลายคน ระบบการจัดการฐานข้อมูลจะใช้หลักการออกแบบโปรแกรมที่เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าใช้ฐานข้อมูลพร้อมกันได้ในเวลาเดียวกัน โดยไม่ทำให้เกิดความขัดข้องของข้อมูลและข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์

8. การติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่ทันสมัยจะต้องสนับสนุนการใช้งานฐานข้อมูลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งด้วยโปรแกรมที่ทำงานบน website เช่น browser ของ Internet Explorer เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) และระบบปฏิบัติการ (OS)

9. การพัฒนาระบบงานได้รวดเร็ว (High Productivity Tools) ระบบการจัดการฐานข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบงานได้รวดเร็วในเวลาอันสั้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาได้ แต่อาจจะไม่ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

แบบจำลองระบบฐานข้อมูล (Database Models)

แบบจำลองระบบฐานข้อมูล เป็นการนำแนวคิดต่างๆ มาเสนอให้เกิดเป็นแบบจำลอง เพื่อนำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย และเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบฐานข้อมูลกับผู้ใช้ให้ตรงกัน

ปัจจุบันสามารถแบ่งแบบจำลองระบบฐานข้อมูล ออกได้ ดังนี้

1) แบบจำลองฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Model) เป็นแบบจำลองฐานข้อมูลที่นำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีลักษณะเป็นโครงสร้าง คล้ายต้นไม้เป็นลำดับชั้น เป็นการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบ พ่อ-ลูก เป็นระบบฐานข้อมูลที่ลักษณะโครงสร้างเข้าใจง่าย ระบบโครงสร้างซับซ้อนน้อยที่สุด ค่าใช้จ่ายในการสร้างฐานข้อมูลน้อย แต่มีข้อเสียเช่น มีความยืดหยุ่นน้อย เพราะการปรับโครงสร้างของ Tree ค่อนข้างยุ่งยาก มีโอกาสเกิดความซ้ำซ้อนมาก และถ้าข้อมูลมีจำนวนมาก การเข้าถึงข้อมูลจะใช้เวลาในการค้นหา เนื่องจากจะต้องเข้าถึงที่ต้นกำเนิดของข้อมูล

2) แบบจำลองฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Model) ลักษณะแบบจำลองฐานข้อมูลแบบเครือข่ายนี้ โครงสร้างของข้อมูลแต่ละแฟ้มข้อมูลมีความสัมพันธ์คล้ายร่างแห สามารถเชื่อมโยงข้อมูลแบบไป-กลับ ได้ ทำให้สะดวกในการค้นหามากกว่าแบบจำลองแบบลำดับชั้น เพราะไม่ต้องไปเริ่มค้นหาตั้งแต่ข้อมูลต้นกำเนิดโดยทางเดียว และการค้นหาข้อมูลมีเงื่อนไขได้มากและกว้างกว่า ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

3) แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Model) ลักษณะแบบจำลองนี้เป็นการจัดข้อมูลในรูปแบบของตาราง 2 มิติ คือมีแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตารางจะใช้แอททริบิวต์ (Attribute) ที่มีอยู่ทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล การเลือกดูข้อมูลทำได้ง่าย มีความซับซ้อนของข้อมูลระหว่างแฟ้มต่าง ๆ น้อยมาก เหมาะกับงานที่เลือกดูข้อมูลแบบมีเงื่อนไขหลายข้อมูล ป้องกันข้อมูลถูกแก้ไขได้ดี เนื่องจากผู้ใช้จะไม่ทราบว่าการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลอย่างแท้จริงเป็นอย่างไร แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายของระบบจะสูงมาก เพราะเมื่อมีการประมวลผล จะต้องทำการสร้างตารางขึ้นมาใหม่

4) แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (Object Oriented Model) แบบจำลองฐานข้อมูลแบบนี้ใช้ในการประมวลผลข้อมูลทางด้านมัลติมีเดีย คือ มีข้อมูลภาพ และเสียง หรือข้อมูลแบบมีการเชื่อมโยงแบบเว็บเพจ (web page)

แบบจำลองระบบฐานข้อมูลทุกแบบจำลอง จะอธิบายการทำงานของระบบฐานข้อมูลว่าทำงานอย่างไร ? แบบจำลองที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันก็คือ RDBMS และ OODBMS ในปัจจุบันโปรแกรมทั้งหมดของระบบฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบให้ใช้แบบจำลอง RDBMS ทั้งสิ้นเพราะมีโครงสร้างตามที่มนุษย์คุ้นเคย แต่ภายหลังเริ่มมีการนำเอา OODMBS มาใช้แต่ยังไม่ได้รับการยอมรับกันมากนัก

ข้อดีของการระบบจัดการฐานข้อมูล

จากการจัดเก็บข้อมูลรวมกันเป็นฐานข้อมูลจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ความเป็นอิสระของโปรแกรมและข้อมูล (Program and Data Independence)

เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในแต่ละไฟล์ข้อมูล มักจะมีรูปแบบและรายละเอียดของข้อมูลที่เก็บภายในฐานข้อมูลเอง ข้อมูลกับโปรแกรมประยุกต์จะแยกกัน ทำให้เกิดความอิสระของโปรแกรมและข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระดับใดระดับหนึ่งก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลในระดับอื่น เพราะในระบบฐานข้อมูลจะมีตัวจัดการฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลโปรแกรมต่าง ๆ การแก้ไขข้อมูลบางครั้ง จึงอาจกระทำเฉพาะกับโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วนโปรแกรมที่ไม่ได้เรียกใช้ ก็จะเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือการปรับเปลี่ยนในโครงสร้างข้อมูล อาจไม่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนโปรแกรมใดที่มีอยู่เดิม **ความเป็นอิสระของโปรแกรมและข้อมูล จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา**

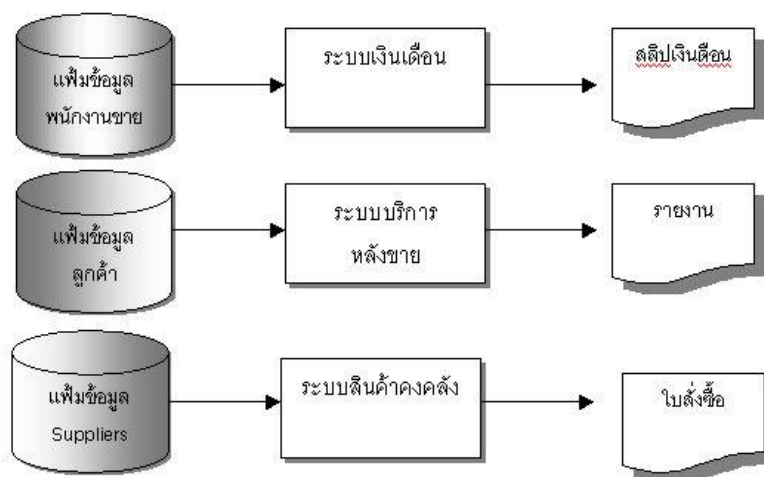
ความเป็นอิสระของข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน ความเป็นอิสระของข้อมูลทางกายภาพ (physical data independence) และความเป็นอิสระของข้อมูลทางตรรกะ (logical data independence)

1) **ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพ** หมายถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลในระดับภายใน แล้วไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดหรือระดับตรรกะ เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากหรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบอื่น จะไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูล

2) ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงตรรกะ

เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดหรือระดับตรรกะ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลในระดับภายนอก เช่น โปรแกรมจัดการข้อมูลร้านขายของสะดวกซื้อ ได้มีการปรับปรุงข้อมูลของสินค้า โดยการเพิ่มฟิลด์บางฟิลด์เข้าไปในโครงสร้างข้อมูลสินค้า จะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2. **ลดความซ้ำซ้อนในข้อมูล (Minimal Data Redundancy)** การจัดเก็บข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล ทำให้ข้อมูลประเภทเดียวกันถูกเก็บไว้ในหลายแหล่ง เพราะมีผู้ใช้หลายคน การจัดเก็บแบบนี้ก่อให้เกิดความซ้ำซ้อน ทำให้การแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลทำได้ไม่สะดวก วัตถุประสงค์หลักของการจัดทำระบบฐานข้อมูลคือ การลดความซ้ำซ้อนข้อมูลที่มีการจัดเก็บแยกกัน ให้มารวมกันอยู่ในที่ ๆ เดียวกัน โดยมีความสัมพันธ์กันของแต่ละตารางที่ข้องเกี่ยวกับข้อมูลของระบบหนึ่ง ๆ จะไม่ซ้ำซ้อนกันในอีกตารางหนึ่ง ทำให้การปรับปรุง แก้ไข หรือการควบคุมข้อมูลกระทำได้ง่าย เพราะเป็นการดำเนินการอยู่เพียงแห่งเดียว และยังทำให้สามารถแบ่งข้อมูลกันใช้ได้ระหว่างผู้ใช้หลาย ๆ คน รวมทั้งการใช้ข้อมูลเดียวกันในเวลาพร้อม ๆ กันได้อีกด้วย ดังนั้นการที่นำข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ที่เดียวกันภายในระบบการจัดการเดียวกันจะเป็นการ “ลด” ความซ้ำซ้อนลงไปได้



ภาพที่ 2.4 แสดงความเป็นอิสระของข้อมูล

(ที่มา : <http://superball037.blogspot.com/2012/10/>)

3. **ความคงที่ของข้อมูล (Improved Data Consistency)** ความถูกต้องของข้อมูล แบบแฟ้มข้อมูลจะถูกควบคุมโดยโปรแกรม แต่ในระบบการจัดการฐานข้อมูล จะจัดเก็บข้อมูลอยู่เพียงที่เดียวหรือแหล่งเดียว เป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ทำให้ข้อมูลมีความคงที่ และมีความสอดคล้องตรงกันมากขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ ก็จะมีการแก้ไขที่จุดเดียว ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องเสมอ และระบบการจัดการฐานข้อมูลจะตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูลก่อนที่จะเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามกฎเกณฑ์ ผู้ออกแบบระบบ ฐานข้อมูลสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมดูแลให้ข้อมูลดังกล่าวถูกต้องตามกฎเกณฑ์

และยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบงาน เนื่องจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จะเก็บไว้ในฐานข้อมูล ไม่ได้เก็บไว้ในโปรแกรมเหมือนระบบเดิม

4. *การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Improved Data Sharing)* เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถแบ่งปันการใช้งาน เป็นการจัดเก็บข้อมูลไว้ด้วยกันที่แหล่งเดียวกัน ผู้ใช้งานหลาย ๆ คนสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ รายละเอียดที่แสดงจะมีเพียงบางส่วนสำหรับผู้ใช้นั้นๆ หรือข้อมูลที่แสดงนั้นมาจากตารางต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งตารางต่างๆ จะเก็บไว้ในแหล่งเดียวกันเพื่อใช้งานร่วมกัน โดยไม่ได้จัดเก็บไว้ในแต่ละแผนกแต่อย่างใด ดังนั้นผู้ใช้ไม่ว่าจะอยู่ที่แผนกใด ต่างก็สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลได้

5. *ความเป็นมาตรฐานเดียวกัน (enforcement of standards)* การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลเดียวกัน จะทำให้สามารถกำหนดมาตรฐานรวมทั้งมาตรฐานต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นไปในลักษณะเดียวกันหรือให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลทำให้ข้อมูลนั้น ๆ สามารถนำไปใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบได้ เช่นการกำหนดรูปแบบ ให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เช่น วัน/เดือน/ปี หรือ ปี/เดือน/วัน ทั้งนี้จะมี ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator : DBA) จะทำหน้าที่ในการกำหนดสิทธิการใช้งาน และเป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่าง ๆ รวมทั้งการบังคับใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน

6. *ข้อมูลมีคุณภาพมากขึ้น (improved data quality)* การประมวลผลในระบบฐานข้อมูล มีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากทำให้รายงานสารสนเทศมีความน่าเชื่อถือ ทำให้ข้อมูลมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องที่ทำให้ข้อมูลมีคุณภาพมากขึ้น คือ

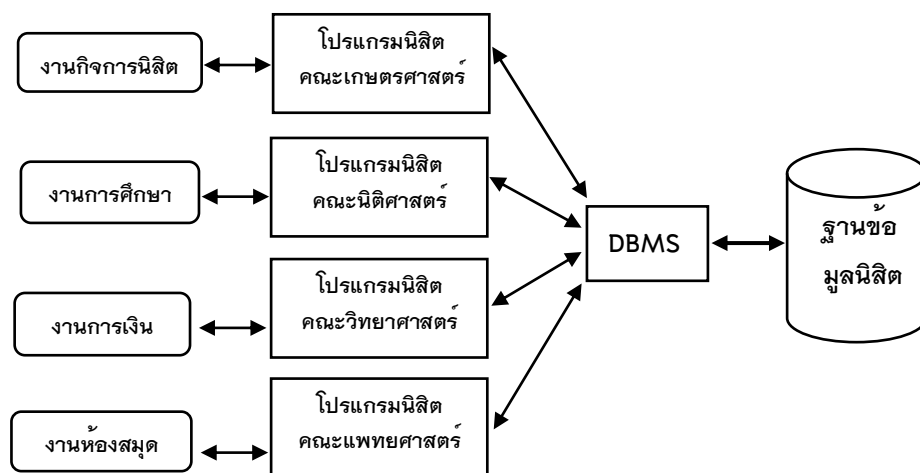
1) *ผู้ออกแบบฐานข้อมูล (database designers)* ซึ่งเป็นผู้ที่สามารถกำหนดหรือบังคับใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล โดยไม่ให้ผู้ที่ไม่มีสิทธิใช้งานเข้าไปทำลายข้อมูล ซึ่งอาจเกิดขึ้นด้วยความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตาม การจัดการดังกล่าวทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีความปลอดภัยมากขึ้น

2) *คลังข้อมูล (data warehouse)* คลังข้อมูลถือเป็นแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ที่จัดเก็บไว้เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจในอนาคต ก่อนที่จะนำข้อมูลเข้าไปจัดเก็บไว้ในคลังข้อมูล ๆ จะต้องมีการเลือกหรือคัดกรองข้อมูลก่อนที่จะทำการจัดเก็บ ทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บในคลังข้อมูลเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพ ทำให้การนำเสนอข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์มีความชัดเจน และมีความน่าเชื่อถือ

7. *เพิ่มคุณประโยชน์ในการพัฒนาและบำรุงรักษาโปรแกรม (increased productivity of program development and maintenance)* ข้อมูลที่จัดเก็บนั้นมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปแบบของข้อมูล เช่น ข้อมูลรหัสผ่าน (password) เดิมเก็บข้อมูล

เป็นตัวเลขขนาด 6 ตัวอักษร แต่ในปัจจุบันต้องการให้รหัสผ่านมีความปลอดภัยมากขึ้น จึงกำหนดให้มีขนาดเป็น 8 ตัวอักษร หรือกำหนดให้มีตัวอักษรที่เป็นตัวพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็ก ร่วมกับตัวเลข เป็นต้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินงานในระดับองค์กร เช่น ธนาคาร เดิมมีเพียงการดำเนินการในการรับฝาก-ถอนเงิน และการกู้เงินเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันมีการดำเนินการในเรื่องของการทำธุรกรรมด้านประกันภัยเข้ามาด้วย ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยน แกไขฐานข้อมูลไปพร้อม ๆ กับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ดำเนินงาน

จะเห็นได้ว่าถ้าการเก็บข้อมูลใช้วิธีเก็บแบบแฟ้มข้อมูลจะมีความยุ่งยากมากในการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุง แต่สำหรับการเก็บข้อมูลโดยวิธีแบบฐานข้อมูล การเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างข้อมูลจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในระดับความคิด เช่น การเพิ่มฟิลด์ หรือการเปลี่ยนแปลงชนิดของข้อมูลในฟิลด์ จะไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง ทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม โดยไม่ต้องกังวลกับการออกแบบข้อมูล



ภาพที่ 2.5 แสดงการใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลร่วมกัน

ข้อเสียของระบบฐานข้อมูล

1. ต้นทุนของระบบจัดการฐานข้อมูลมีราคาสูง (Cost of DBMS) ต้นทุนจากการนำระบบจัดการฐานข้อมูลมาใช้ จะขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมต่าง ๆ เช่น พังก์ชันในการให้บริการเครื่องลูกข่าย ราคาของระบบจัดการฐานข้อมูลจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องลูกข่ายที่ให้บริการ ระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายในการการซ่อมบำรุงรักษา มากกว่าระบบฐานข้อมูล

ขนาดเล็ก รวมทั้งซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูล ต้นทุนบุคลากร ในการปฏิบัติงาน และ ฮาร์ดแวร์ เป็นต้น

2. ความซับซ้อน (Complexity) การทำงานของระบบจัดการฐานข้อมูลมีความซับซ้อนมากกว่าการจัดการข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูลมาก ยิ่งฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่มากขึ้นเพียงใด การวิเคราะห์ การออกแบบ และการใช้งานก็จะมีคามยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย

3. ผลกระทบต่อความเสียหายสูง (Higher impact of a failure) จุดอ่อนสำหรับฐานข้อมูลที่มีการทำงานแบบศูนย์กลาง (Centralize Database) คือข้อมูลจะมีการจัดเก็บรวมไว้ที่เดียวกัน หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น การเกิดความเสียหายต่าง ๆ กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล จะทำให้การทำงานของระบบหยุดชะงัก อาจทำให้ต้องสูญเสียข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูลได้ ส่งผลให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลในขณะนั้นได้ ดังนั้นการจัดทำฐานข้อมูลที่ดีจึงต้องมีการสำรองข้อมูลไว้เสมอ

4. ขนาดความจุที่เพิ่มขึ้น (Increased size) ระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง ความซับซ้อนของระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นก็จะมีคามซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วยเช่นต้องการขนาดของฮาร์ดดิสก์ในการติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมถึงความต้องการใช้ขนาดของแรม (random access memory, RAM) เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เป็นต้น

อาจจะกล่าวอย่างสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์หลักของระบบฐานจัดการฐานข้อมูล ก็เพื่อที่จะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น มีความถูกต้องมากขึ้น และลดค่าใช้จ่าย ระบบจัดการฐานข้อมูลมีตั้งแต่ระดับมาตรฐานที่มีครบตามสถาปัตยกรรม ISO มีระบบดูแลความปลอดภัย (Security Control) ที่มีความสามารถสูง มีระบบควบคุมความถูกต้อง (Integrity Control) มีความเป็นอิสระของข้อมูล (Data Independence Control) ทำให้โปรแกรมเป็นอิสระจากโครงสร้างข้อมูลทางกายภาพและตรรกภาพ ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ดูแลการใช้ข้อมูลร่วมกันในช่วงเวลาเดียวกัน รวมทั้งมีระบบสำรองข้อมูลและการฟื้นฟูสภาพที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

หนังสืออ้างอิง

หนังสืออ้างอิง

1. ศุภกฤษฎี นิวัฒนากุล, การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา, 2545

2. ชนวัฒน์ ศรีสอ้าน, การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา, 2542.
3. วราภรณ์ โกวิทวรังกูร, ระบบฐานข้อมูลและการออกแบบ, ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ, 2543.