



ระบบฐานข้อมูล  
Database System

รศ. ดร. ละออ บุญเกษม

ระบบฐานข้อมูล

Database Systems

รศ. ดร. ละออ บุญเกษม

วท.บ. (คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วท.ม. (ระบบและการจัดการสารสนเทศ)

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

วศ.ด. (วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้เขียนได้จัดทำตำรา เรื่อง ระบบฐานข้อมูล ด้วยการรวบรวมข้อมูลจากตำราทั้งของไทยและต่างประเทศมาจัดทำเป็นตำรา โดยเนื้อหาในเล่มนี้เป็นการกล่าวถึงแนวคิดของระบบฐานข้อมูล ระบบฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ แบบจำลองระบบฐานข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูล การลดความซ้ำซ้อนของฐานข้อมูล ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของระบบฐานข้อมูล ภาษาสำหรับการจัดการฐานข้อมูล ภาษาสืบค้นข้อมูล ระบบฐานข้อมูลแบบอื่นๆ เช่น ระบบฐานข้อมูลแบบแม่ข่าย-ลูกข่าย ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนด้านต่างๆ และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่อ่านผลงานวิชาการ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำตำราเล่มนี้มา ณ ที่นี้ด้วย อันเป็นประโยชน์อย่างสูงและช่วยทำให้ตำราเล่มนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ละออ บุญเกษม

กุมภาพันธ์ 2559

|                |                                                |    |
|----------------|------------------------------------------------|----|
| <b>บทที่ 1</b> | <b>ภาพรวมของฐานข้อมูลและการประมวลรายการ</b>    |    |
|                | เพิ่มข้อมูลคอมพิวเตอร์ (File)                  | 1  |
|                | ฐานข้อมูล (Database) และองค์ประกอบของฐานข้อมูล | 2  |
|                | การประมวลผลรายการ                              | 2  |
|                | สรุป                                           | 3  |
|                | แบบฝึกหัด                                      | 4  |
| <b>บทที่ 2</b> | <b>โมเดลข้อมูลเชิงสัมพันธ์</b>                 |    |
|                | โมเดลข้อมูล                                    | 5  |
|                | ประเภทของแบบโมเดลข้อมูล                        | 7  |
|                | โมเดลเชิงสัมพันธ์                              |    |
|                | แนวคิดเบื้องต้น                                | 10 |
|                | กฎควบคุมความถูกต้อง                            | 11 |
|                | คีย์                                           | 12 |
|                | กฎควบคุมความถูกต้องของการอ้างอิง               | 12 |
|                | เอสคิวแอล                                      |    |
|                | ชนิดตารางความสัมพันธ์                          | 13 |
|                | กฎควบคุมคีย์                                   | 14 |
|                | กฎควบคุมความหมาย                               | 15 |
|                | นิยามโดเมน                                     | 18 |
|                | กฎควบคุมคีย์นอก                                | 19 |
|                | กฎการควบคุมโต้ตอบ                              | 22 |
|                | มุมมองฐานข้อมูล                                | 25 |
|                | นิยามการเปลี่ยนแปลงตารางความสัมพันธ์           | 26 |
|                | การให้สิทธิและการยกเลิกสิทธิ                   | 27 |
|                | พีชคณิตเชิงสัมพันธ์                            | 28 |
|                | คำสั่งเลือก                                    | 29 |
|                | คำสั่งโปรเจกต์ชัน                              | 29 |
|                | คำสั่งผลคูณ                                    | 30 |
|                | คำสั่งยูเนียน                                  | 30 |
|                | คำสั่งผลต่าง                                   | 31 |
|                | คำสั่งอินเตอร์เซกชัน                           | 31 |

|                |                                                                        |    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|----|
|                | คำสั่งรีตาจอย                                                          | 32 |
|                | คำสั่งเนเจอร์ลจอย                                                      | 32 |
|                | คำสั่งรีเนม                                                            | 33 |
|                | สรุป                                                                   | 33 |
|                | แบบฝึกหัด                                                              | 35 |
| <b>บทที่ 3</b> | <b>ภาษาสำหรับข้อความแบบมีโครงสร้าง(Structured Query Language: SQL)</b> |    |
|                | รูปแบบเบื้องต้นในการค้นหาข้อมูลของภาษาเอสคิวแอล                        | 37 |
|                | Distinct Clause                                                        | 39 |
|                | All Clause                                                             | 39 |
|                | * Clause                                                               | 40 |
|                | Operator Clause                                                        | 40 |
|                | as Clause                                                              | 40 |
|                | String Operations Clause                                               | 41 |
|                | Order by clause                                                        | 41 |
|                | Set Operations                                                         | 42 |
|                | Null Clause                                                            | 44 |
|                | ฟังก์ชันในการรวมค่า                                                    | 44 |
|                | Group by Clause                                                        | 45 |
|                | Having clause                                                          | 46 |
|                | รูปแบบเบื้องต้นในการค้นหาข้อมูลของภาษาเอสคิวแอลแบบรวมตารางข้อมูล       | 46 |
|                | รูปแบบเบื้องต้นในการเพิ่ม ปรับปรุง และลบข้อมูลของภาษาเอสคิวแอล         | 48 |
|                | Nested Subqueries                                                      | 49 |
|                | In และ Not in Clause                                                   | 49 |
|                | Exists และ Not exists Clause                                           | 51 |
|                | Unique                                                                 | 51 |
|                | Some และ All                                                           | 52 |
|                | สรุป                                                                   | 52 |
|                | แบบฝึกหัด                                                              | 53 |
| <b>บทที่ 4</b> | <b>โมเดลแนวคิดของฐานข้อมูลกับอี-อาร์ไออะแกรม</b>                       |    |
|                | เอนทิตีและชนิดของเอนทิตี                                               | 54 |
|                | ความสัมพันธ์และชนิดความสัมพันธ์                                        | 55 |
|                | เงื่อนไขคาร์ดินัลลิตี้                                                 | 55 |
|                | ชนิดของความสัมพันธ์                                                    | 57 |
|                | ลักษณะขั้นสูงของโมเดลข้อมูลแนวคิด: ลำดับขั้นของชนิดเอนทิตี             | 57 |
|                | การแปลงจากอี-อาร์ไออะแกรมไปยังสคีมาของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์            | 59 |

|                |                                                  |    |
|----------------|--------------------------------------------------|----|
|                | เอนทิตี                                          | 59 |
|                | ความสัมพันธ์                                     | 60 |
|                | ลำดับชั้น IsA ในโมเดลเชิงสัมพันธ์                | 62 |
|                | สรุป                                             | 63 |
|                | แบบฝึกหัด                                        | 64 |
| <b>บทที่ 5</b> | <b>ออกแบบฐานข้อมูลกับการนอร์มัลไลเซชัน</b>       |    |
|                | ปัญหาของความซ้ำซ้อน                              | 65 |
|                | การแยก                                           | 66 |
|                | ฟังก์ชันการขึ้นต่อกัน                            | 66 |
|                | คุณสมบัติฟังก์ชันการขึ้นต่อกัน                   | 67 |
|                | การขยายความและการปิด                             | 67 |
|                | <i>Armstrong's Axioms for FDs</i>                | 67 |
|                | คุณสมบัติปิด                                     | 67 |
|                | คุณสมบัติของการแยก                               | 68 |
|                | การไม่สูญเสีย                                    | 69 |
|                | สงวนคุณสมบัติของการขึ้นต่อกัน                    | 70 |
|                | รูปแบบบรรทัดฐาน                                  | 71 |
|                | รูปแบบบรรทัดฐานขั้นที่ 1                         | 71 |
|                | รูปแบบบรรทัดฐานขั้นที่ 3                         | 72 |
|                | รูปแบบบรรทัดฐานนอยคอต                            | 74 |
|                | รูปแบบบรรทัดฐานขั้นที่ 4                         | 77 |
|                | สรุป                                             | 78 |
|                | แบบฝึกหัด                                        | 79 |
| <b>บทที่ 6</b> | <b>การจัดการธุรกรรม และการควบคุมภาวะพร้อมกัน</b> |    |
|                | ธุรกรรม                                          | 80 |
|                | คุณสมบัติ ACID                                   | 82 |
|                | การจัดการธุรกรรมกับเอสคิวแอล                     | 83 |
|                | ลงบันทึกธุรกรรม                                  | 84 |
|                | ภาวะพร้อมกัน                                     | 84 |
|                | การสูญเสียอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูล     | 85 |
|                | ข้อมูลปราศจากการ commit                          | 85 |
|                | การเข้าถึงไม่คงเส้นคงวา                          | 86 |
|                | การควบคุมภาวะพร้อมกัน                            | 87 |
|                | การควบคุมภาวะพร้อมกันกับวิธีการปิดกั้น           | 88 |
|                | การปิดกั้นแบบเอกเซคคิวทีฟ                        | 88 |

|                |                                                                |     |
|----------------|----------------------------------------------------------------|-----|
|                | การปิดกั้นแบบสองเฟสเพื่อรับประกันการเรียงลำดับ                 | 90  |
|                | การปิดกั้นแบบการันตีสัญญะ (Deadlocks)                          | 91  |
|                | การติดตาม                                                      | 93  |
|                | การควบคุมภาวะพร้อมกันกับวิธีการประทับเวลา                      | 94  |
|                | การควบคุมภาวะพร้อมกันกับวิธีที่ดีที่สุด                        | 95  |
|                | การจัดการกู้คืนฐานข้อมูล                                       | 96  |
|                | สรุป                                                           | 97  |
|                | แบบฝึกหัด                                                      | 98  |
| <b>บทที่ 7</b> | <b>ฐานข้อมูลแบบกระจาย</b>                                      |     |
|                | ฐานข้อมูลกระจาย                                                | 99  |
|                | การเก็บข้อมูลกระจาย                                            | 100 |
|                | การทำซ้ำข้อมูล                                                 | 100 |
|                | การกระจายข้อมูล                                                | 100 |
|                | ข้อมูลแบบโปร่งใส                                               | 101 |
|                | ธุรกรรมแบบกระจาย                                               |     |
|                | โครงสร้างระบบธุรกรรม                                           | 101 |
|                | ภาวะผิดพลาดระบบ                                                | 102 |
|                | คอมมิทโพรโทคอล                                                 | 102 |
|                | การควบคุมภาวะพร้อมกันของฐานข้อมูลแบบกระจาย                     | 103 |
|                | การวางแผนสืบค้น                                                | 104 |
|                | สรุป                                                           | 105 |
|                | แบบฝึกหัด                                                      | 106 |
| <b>บทที่ 8</b> | <b>คลังข้อมูล และการทำเหมืองข้อมูล</b>                         |     |
|                | โครงสร้างสถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของคลังข้อมูล                 | 108 |
|                | การทำเหมืองข้อมูล                                              | 109 |
|                | การจำแนก                                                       | 109 |
|                | การถดถอย                                                       | 110 |
|                | กฎการรวมตัว                                                    | 110 |
|                | การจับกลุ่ม                                                    | 111 |
|                | สรุป                                                           | 111 |
|                | แบบฝึกหัด                                                      | 113 |
| <b>บทที่ 9</b> | <b>โมเดลข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์</b>                           |     |
|                | โมเดลข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์                                  | 114 |
|                | ข้อมูลชนิดโครงสร้าง และการสืบทอดในเอสคิวแอลข้อมูลชนิดโครงสร้าง | 115 |
|                | ข้อมูลชนิดโครงสร้าง                                            | 115 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| เมฆอด                                | 117 |
| คอนสตรักฟังก์ชัน                     | 118 |
| ชนิดของการสืบทอด                     | 118 |
| ชนิดข้อมูลแบบสืบทอดหลายทาง           | 119 |
| ตารางความสัมพันธ์การสืบทอด           | 120 |
| อาร์เรย์ และ ชนิดมัลติเซตในเอสคิวแอล | 120 |
| สรุป                                 | 121 |
| แบบฝึกหัด                            | 122 |
| เฉลยแบบฝึกหัด                        | 124 |
| บรรณานุกรม                           | 135 |



# ภาพรวมของฐานข้อมูลและการประมวลรายการ

การทำงานหรือการประมวลรายการของหน่วยงานหรือบริษัทต่างๆในปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมาก หากการจัดการข้อมูลมีความถูกต้อง ครบถ้วน ก็จะนำมาซึ่งการตัดสินใจที่ถูกต้อง ในอดีตระบบคอมพิวเตอร์ทำการจัดเก็บข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูลเท่านั้น ซึ่งการจัดเก็บลงในแฟ้มข้อมูลอาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Data Redundancy) ความยุ่งยากในการเข้าถึงข้อมูล ต่อมาจึงมีการสร้างฐานข้อมูล และระบบการจัดการฐานข้อมูล เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลให้ถูกต้องครบถ้วน งานที่สำคัญของฐานข้อมูลเกี่ยวข้องกับการประมวลผลรายการซึ่งจะกล่าวถึงในบทนี้ด้วย

## 1.1 แฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์ (File)

มนุษย์ได้เริ่มต้นทำการจัดเก็บข้อมูลลงบนแท่งไม้ แผ่นหิน หรือ กระดาษ การจัดเก็บบนวัตถุดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น การค้นหาข้อมูลทำได้ค่อนข้างยากและใช้เวลานาน เมื่อคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาขึ้น มนุษย์จึงเริ่มมีการจัดเก็บข้อมูลต่างๆที่ต้องการลงบนคอมพิวเตอร์ การจัดเก็บลงบนคอมพิวเตอร์ในช่วงแรกจะจัดเก็บเป็นแฟ้ม โดยแฟ้มหนึ่งๆจะจัดเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน เช่น แฟ้มข้อมูลลูกค้า แฟ้มข้อมูลสินค้า ภายในแต่ละแฟ้มข้อมูลจะประกอบด้วยเรคคอร์ด (Record) จำนวนมาก แต่ละเรคคอร์ดประกอบด้วยฟิลด์จำนวนหนึ่ง และในแต่ละฟิลด์นั้นประกอบด้วยกลุ่มอักขระหรือตัวเลข อักขระหรือตัวเลขแต่ละตัวเรียกว่าไบต์ซึ่งโดยปกติประกอบด้วยบิตจำนวนแปดตัวเรียงต่อกัน ตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลมีลักษณะดังแผนภาพที่ 1.1

| Emp_Id | Emp_Name | Emp_Address  | Emp_Salary | Emp_Tel    |
|--------|----------|--------------|------------|------------|
| 111    | Laor     | Chachoengsao | 10000      | 02-1111222 |
| 222    | Manop    | Bangkok      | 20000      | 02-2222333 |

แผนภาพที่ 1.1: ตัวอย่างแฟ้มข้อมูลพนักงาน

แฟ้มข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากข้อมูลและภาษาโปรแกรมมีการผูกติดกัน กล่าวคือ การเขียนโปรแกรมต้องระบุรายละเอียดของแฟ้ม และเรคคอร์ดเอาไว้ในโปรแกรมอย่างครบถ้วน มิฉะนั้นโปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้หรือทำงานได้แต่ผิดพลาด และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือจำนวนของฟิลด์ ในภายหลังก็มีความจำเป็นต้องแก้ไขโปรแกรมทุกโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับแฟ้มข้อมูลด้วย ต่อมาจึงมีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นเพื่อแก้ปัญหของแฟ้มข้อมูล แนวคิดหลักในการพัฒนาคือความเป็นอิสระระหว่างข้อมูลและภาษาโปรแกรม กล่าวคือ ไม่ต้องมีการกำหนดรายละเอียดของแฟ้ม และเรคคอร์ดเอาไว้ในโปรแกรม แต่ให้กำหนดไว้ที่ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) แทน ระบบจัดการฐานข้อมูลเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้แต่ละโปรแกรมสามารถสร้าง เรียกใช้ และปรับปรุงข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดว่ารูปแบบการจัดเก็บข้อมูลเป็นอย่างไร โปรแกรมเมอร์เพียงแต่เขียนคำสั่งในการกระทำกับข้อมูลผ่านระบบจัดการฐานข้อมูลเท่านั้น

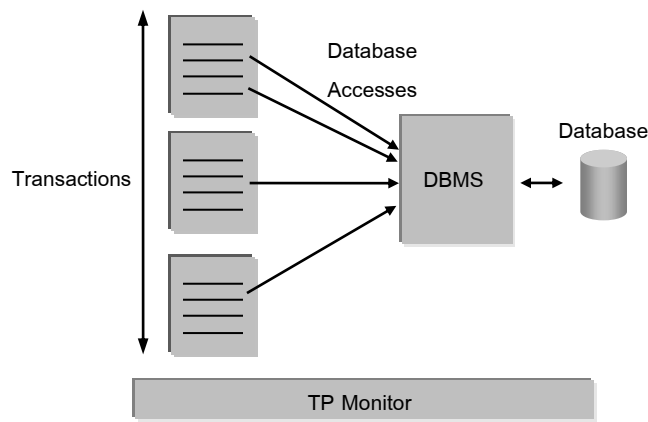
## 1.2 ฐานข้อมูล (Database) และองค์ประกอบของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลหรือดาต้าเบส (Database) คือ ศูนย์กลางการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกชนิดขององค์กร เช่น ข้อมูลพนักงาน ข้อมูลสินค้า ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้การออกแบบกลยุทธ์ขององค์กรเพื่อใช้ในการแข่งขัน องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักดังนี้

1. ข้อมูล (Data) ข้อมูลที่บริษัทหรือหน่วยงานต้องการเก็บ
2. ฮาร์ดแวร์ (Hardware) อุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ หน่วยความจำ
3. ซอฟต์แวร์ (Software) โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูลหรือดีบีเอ็มเอส (Database Management System: DBMS) ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) คือโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล ช่วยในการสร้าง เพิ่ม ปรับปรุง ลบ และเรียกใช้ข้อมูล เช่น สนับสนุนการทำงานของภาษาในการเข้าถึงฐานข้อมูลระดับสูง (เอสคิวแอล: SQL) ทำการแปลงข้อความสั่งของภาษาเพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลที่ถูกร้องขอ
4. ผู้ใช้ระบบฐานข้อมูล (User) ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล เช่น นักออกแบบฐานข้อมูล (Database Designer) ผู้เขียนโปรแกรมประยุกต์ (Application Programmer) หน้าที่ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลมีดังนี้
  - นักวิเคราะห์ระบบ (System Analyst) – ระบุระบบโดยใช้ข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้งาน จัดทำคำอธิบายที่สมบูรณ์ของหน้าที่จากมุมมองของลูกค้าและผู้ใช้งาน
  - นักออกแบบฐานข้อมูล (Database Designer) – ระบุโครงสร้างข้อมูลที่จะถูกเก็บในฐานข้อมูล
  - เขียนโปรแกรมประยุกต์ (Application Programmer) – เขียนโปรแกรมประยุกต์ที่เข้าถึงข้อมูลและสนับสนุนกฎต่างๆของบริษัท
  - ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator) – ปรับปรุงฐานข้อมูลในระบบ การจัดสรรหน่วยความจำ การดำเนินการเพื่อการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด และความมั่นคงของฐานข้อมูล
  - ผู้บริหารระบบ (System Administrator) – ปรับปรุงระบบการประมวลผลรายการ เช่น ดูแลการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แก้ไขปัญหาความล้มเหลวที่เกิดจากการเชื่อมต่อของระบบ

## 1.3 การประมวลผลรายการ (Transaction Processing)

ระบบการประมวลผลรายการ (Transaction Processing System) ประกอบด้วย หน้าจอทีพี (TP Monitor) รายการ (Transaction) และ ฐานข้อมูล (Database) ดังแผนภาพที่ 1.2



แผนภาพที่ 1.2 โครงสร้างของระบบการประมวลผลรายการ

จากแผนภาพที่ 1.2 การประมวลผลรายการเริ่มจากผู้ใช้งานทำการร้องขอรายการข้อมูลผ่านคีย์บอร์ด จากนั้นระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ที่อยู่ภายในระบบก็จะทำการร้องขอข้อมูลตามที่ต้องการดังกล่าวบนฐานข้อมูล (Database)

โดยปกติระบบการประมวลผลรายการ ควรมีลักษณะดังนี้

- 1) มีสภาพพร้อมใช้งานสูง (High Availability) ระบบออนไลน์ (online) ต้องสามารถทำงานได้แม้ในขณะที่บริษัททำงานอยู่
- 2) มีความน่าเชื่อถือสูง (High Reliability) มีการเปลี่ยนแปลงสถานะที่ถูกต้อง ไม่สูญเสียข้อมูล ควบคุมภาวะพร้อมกัน (Concurrency)
- 3) มีปริมาณงานสูง (High Throughput) ผู้ใช้หลายคนสามารถทำงานหลายรายการได้ในเวลาเพียงหน่วยของวินาที
- 4) เวลาตอบสนองต่ำ (Low Response Time) ระบบออนไลน์ ผู้ใช้จะถูกตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว มีช่วงเวลาในการใช้งานนาน (Long Lifetime) ระบบซึ่งสลับซับซ้อน (Complex Systems) ไม่ง่ายที่จะพัฒนา ดังนั้นมันจึงควรถูกออกแบบให้ง่ายสำหรับการขยายเพิ่มเติมเมื่อบริษัทมีความจำเป็น
- 5) ความมั่นคง (Security) ข้อมูลสำคัญจำเป็นต้องถูกป้องกันด้วยความระมัดระวังเนื่องจากมันถูกเข้าถึงโดยผู้หลายคน เช่น การพิสูจน์ตัวตน (Authentication) การอนุญาต (authorization) การเข้ารหัสลับ (encryption)

## 1.4 สรุป

ในบทนี้กล่าวถึงความหมายฐานข้อมูลก็คือ ศูนย์กลางการเก็บรวบรวมข้อมูลขององค์กร องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก 1) ข้อมูล 2) ฮาร์ดแวร์ 3) ซอฟต์แวร์ 4) ผู้ใช้ระบบฐานข้อมูล

## คำถามท้ายบท

1. อธิบายความหมายของฐานข้อมูล และองค์ประกอบของฐานข้อมูล
2. อธิบายความหมายของระบบการจัดการฐานข้อมูล
3. อธิบายคุณลักษณะของระบบการประมวลผลรายการ

# โมเดลข้อมูลเชิงสัมพันธ์ The Relational Data Model

## 2.1 โมเดลข้อมูล (Data Model)

ข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล (Data and Its Structure) โดยปกติข้อมูลถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของบิตหรือหนึ่งตัวอักษร แต่มันเป็นการยากที่จะทำงานกับข้อมูลในระดับนี้ได้ ดังนั้นจึงมีการออกแบบให้ใช้ข้อมูลที่ระดับนามธรรม (Levels of Abstraction)

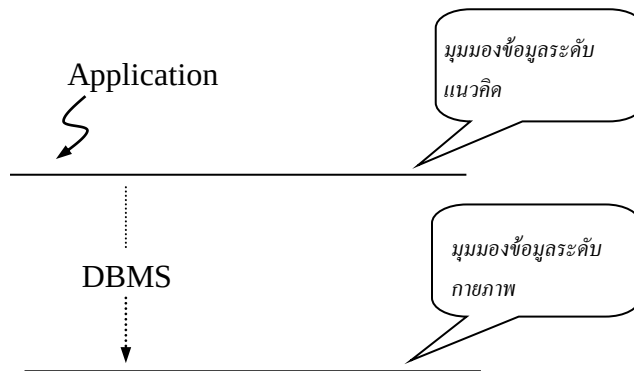
โครงสร้างข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ กายภาพ (Physical) แนวคิด (Concept) และภายนอก (Externals)

### 1. ข้อมูลระดับกายภาพ (Physical data level)

ข้อมูลในระดับกายภาพ อธิบายรายละเอียดว่าข้อมูลเก็บอยู่อย่างไร เช่น ที่แทรค (Track) ไซเรนเดอร์ (Cylinder) และดัชนี (Indices) ใด ในช่วงแรกๆ ของการพัฒนาด้านการเขียนโปรแกรมมีการทำงานที่ระดับนี้ อย่างไรก็ตาม การเขียนโปรแกรมเพื่อทำงานที่ระดับนี้ค่อนข้างทำได้ยาก

### 2. ข้อมูลระดับแนวคิด (Conceptual Data Level)

ข้อมูลในระดับนี้จะมีการซ่อนข้อมูลบางอย่าง เพื่อให้การจัดการทำได้ง่าย ในโมเดลเชิงสัมพันธ์ ข้อมูลระดับแนวคิดจะแสดงข้อมูลในลักษณะเซตของตารางความสัมพันธ์ ที่ระดับนี้ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือดีบีเอ็มเอสจะทำการส่งข้อมูลจากระดับแนวคิดไปยังระดับกายภาพให้โดยอัตโนมัติ ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลที่ระดับกายภาพได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมประยุกต์ คุณสมบัติลักษณะนี้ เรียกว่า ความเป็นอิสระจากระดับกายภาพ (Physical Data Independence) ดังแผนภาพที่ 2.1

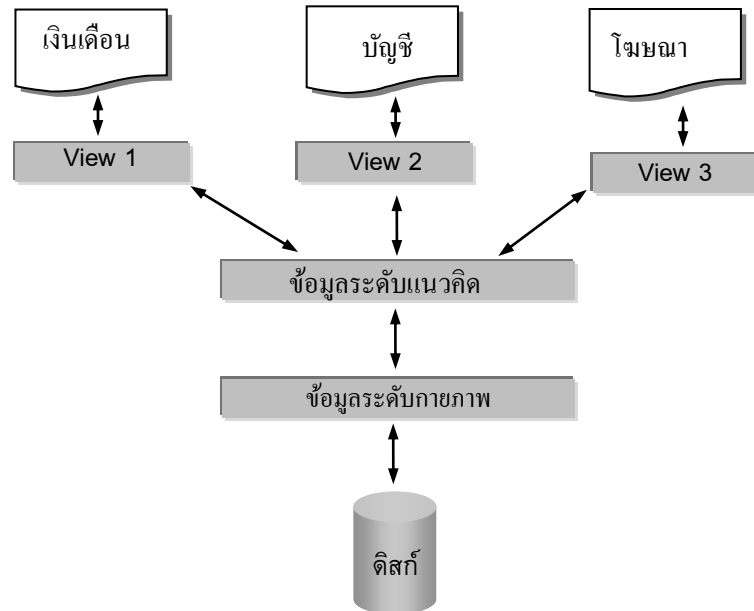


แผนภาพที่ 2.1 ความเป็นอิสระจากระดับกายภาพผ่านดีบีเอ็มเอส

### 3. ข้อมูลระดับภายนอก (External Data Level)

ในโมเดลเชิงสัมพันธ์ โครงสร้างข้อมูลระดับแนวคิดจะแสดงข้อมูลในลักษณะเซตของตารางความสัมพันธ์ ในระดับนี้ผู้ใช้แต่ละคนจะมีมุมมองหรือ View ที่ต้องการใช้ข้อมูลในรูปแบบของระดับแนวคิดแตกต่างกัน เช่น นักเรียนไม่ควรมองเห็นข้อมูลของตนเองทั้งหมด หรือ อาจารย์ไม่ควรมองเห็นใบเสร็จค่าเล่าเรียนของนักศึกษา

โปรแกรมต่างๆ จะถูกเขียนในเทอมของโครงสร้างข้อมูลระดับภายนอก การแปลงข้อมูลจากโครงสร้างข้อมูลระดับภายนอกไปยังข้อมูลระดับแนวคิดมาถูกทำโดยอัตโนมัติด้วยดีบีเอ็มเอส โครงสร้างข้อมูลระดับแนวคิดสามารถเปลี่ยนแปลงโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมประยุกต์ คุณสมบัติลักษณะนี้ เรียกว่า ความเป็นอิสระจากระดับแนวคิด (Conceptual Data Independence) ดังแผนภาพที่ 2.2



แผนภาพที่ 2.2 ระดับความเป็นอิสระของข้อมูล

จากแผนภาพที่ 2.2 แผนกแต่ละแผนกจะมีมุมมองข้อมูลระดับภายนอกที่แตกต่างกัน มุมมองข้อมูลระดับภายนอกจะเชื่อมโยงไปยังข้อมูลระดับแนวคิดและระดับกายภาพโดยอัตโนมัติผ่านดีบีเอ็มเอส

ตัวอย่างที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของข้อมูลแต่ละระดับ

ตัวอย่างที่ 2.1

| ภายนอก | มุมมองผู้ใช้คนที่ 1                                                                                                               | มุมมองผู้ใช้คนที่ 2                                                                                                              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <pre>CREATE VIEW View1(Emp_id, Emp_name, Sal) AS SELECT Emp_number, Emp_name, Salary FROM Employee WHERE Salary &gt; 25,000</pre> | <pre>CREATE VIEW View2(Emp_id, Emp_name, Dep_id) AS SELECT Emp_id, Emp_name, Dep_id FROM Employee WHERE Salary &gt; 25,000</pre> |
| แนวคิด | <pre>CREATE TABLE Employee (Emp_id CHARACTER (6), Emp_name CHARACTER (30), Dep_id NUMERIC (6), Salary NUMERIC(7));</pre>          |                                                                                                                                  |

|        |                                                   |
|--------|---------------------------------------------------|
| กายภาพ | CREATE INDEX Emp_Index<br>ON Employee (Emp_name); |
|--------|---------------------------------------------------|

จากตัวอย่าง ที่ข้อมูลระดับภายนอกมีมุมมองของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน 2 คน คนที่ 1 มีมุมมองที่ต้องการใช้ข้อมูล Emp\_number Emp\_name และ Salary ของตารางความสัมพันธ์ Employee ซึ่งมี Salary มากกว่า 25000 ขณะที่ คนที่ 2 มีมุมมองที่ต้องการใช้ข้อมูล Emp\_id Emp\_name และ Dep\_id ของตารางความสัมพันธ์ Employee ซึ่งมี Salary มากกว่า 25000 ส่วนที่ข้อมูลระดับแนวคิดแสดงข้อมูลในลักษณะเซตของตารางความสัมพันธ์ Employee ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล Emp\_id Emp\_name Dep\_id และ Salary ส่วนสุดท้ายข้อมูลระดับกายภาพแสดงรายละเอียดการเก็บข้อมูลโดยการสร้างดัชนี Emp\_index บน Emp\_name ของตารางความสัมพันธ์ Employee

## 2.2 ประเภทของโมเดลข้อมูล

**2.2.1 โมเดลฐานข้อมูลไฮราคี (Hierarchical Database Model)** โมเดลที่นำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบโครงสร้างแบบต้นไม้ (tree structure) จะมีลักษณะคล้ายต้นไม้ที่คว่ำหัวลง รูปแบบโครงสร้างของโมเดลประเภทนี้คือ มีเรคอร์ดที่อยู่แถวบนซึ่งเรียกว่า เรคอร์ดพาเร้นท์หรือระเบียบนพ่อแม่ (parent record) ส่วนเรคอร์ดในแถวถัดลงมาเรียกว่า เรคอร์ดชายน์หรือระเบียบนลูก (child record) โดยระเบียบนพ่อแม่จะสามารถมีระเบียบนลูกได้มากกว่าหนึ่งเรคอร์ด แต่เรคอร์ดชายน์แต่ละเรคอร์ดสามารถมีเรคอร์ดพาเร้นท์แม่เพียงหนึ่งเรคอร์ดเท่านั้น



แผนภาพที่ 2.3 โครงสร้างฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น