

แผนการสอนประจำบทเรียน

รายชื่ออาจารย์ผู้จัดทำ สุนีย์ พงษ์พินิจกัญญา

รายละเอียดของเนื้อหา

ตอนที่ 9.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลเชิงกายภาพในคอมพิวเตอร์

- เรื่องที่ 9.1.1 การจัดองค์กรของแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ
- เรื่องที่ 9.1.2 การจัดองค์กรของแฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงโดยตรง
- เรื่องที่ 9.1.3 ชนิดและคุณสมบัติของหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง
- เรื่องที่ 9.1.4 ความแตกต่างระหว่างการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองและหน่วยเก็บข้อมูลหลักในคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 9.2 การจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลเชิงกายภาพ

- เรื่องที่ 9.2.1 แนวคิดในการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลเชิงกายภาพ
- เรื่องที่ 9.2.2 ประเภทการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพ

ตอนที่ 9.3 ตัวดัชนีและเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

- เรื่องที่ 9.3.1 ชนิดและโครงสร้างของตัวดัชนี
- เรื่องที่ 9.3.2 ความแตกต่างระหว่างตัวดัชนีหลักและตัวดัชนีรอง
- เรื่องที่ 9.3.3 ประเภทของเทคนิคที่นำตัวดัชนีมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

แนวคิด

1. โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลด้วยแฟ้มข้อมูลประกอบด้วย เรคอร์ด ฟิลด์ และไบต์ เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลด้วยแฟ้มข้อมูลมีข้อจำกัดอยู่มาก และไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการนำข้อมูลมาใช้ในระดับสารสนเทศได้อย่างสะดวก จึงได้มีแนวความคิดในการจัดเก็บข้อมูลด้วยฐานข้อมูลมาใช้แทนแถวลำดับเป็นชนิดข้อมูลเชิงโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลย่อยซึ่งต้องมีชนิดเดียวกัน
2. ผู้ใช้งานฐานข้อมูลไม่จำเป็นต้องทราบว่าคุณสมบัติที่ต้องการเรียกดูนั้นถูกจัดเก็บอยู่อย่างไรในดิสก์ เมื่อต้องการข้อมูลในฐานข้อมูลไม่ว่าจะเป็นตารางก็สามารถอ้างชื่อตารางได้โดยตรง เป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการถูกเก็บอยู่ที่ตำแหน่งใดในดิสก์ และทำการดึงข้อมูลนั้นจากหน่วยความจำสำรองมาให้แก่ผู้ใช้

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาบทเรียนจบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายถึงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงกายภาพซึ่งอยู่ในระดับภายใน
2. บอกถึงลักษณะและคุณสมบัติของหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง
3. บอกเทคนิคที่นำมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ศึกษาเอกสารการสอน
2. ทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติบทเรียนที่ 3
3. ทำแบบประเมินผลของบทเรียนที่ 3

สื่อการสอน

1. เอกสารการสอนของชุดวิชา
2. แบบฝึกปฏิบัติ
3. บทความ/ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์
4. CD-ROM
5. Homepage ของชุดวิชาผ่านทางอินเทอร์เน็ต

เอกสารประกอบการสอน

6. Fundamentals of Database Systems, by Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe, The Second Edition, 1994
7. Database System Concepts, by Abraham Silberschaty, Henry F.Korth, S.Sudarshan, The Third Edition, 1991

ประเมินผล

1. ประเมินผลจากกิจกรรมที่ทำ
2. ประเมินผลจากคำถามท้ายบทเรียนและการสอนประจำภาคการศึกษา

ตอนที่ 9.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลเชิงกายภาพในคอมพิวเตอร์

หัวเรื่อง

- เรื่องที่ 9.1.1 การจัดองค์กรของแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ
- เรื่องที่ 9.1.2 การจัดองค์กรของแฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงโดยตรง
- เรื่องที่ 9.1.3 ชนิดและคุณสมบัติของหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง
- เรื่องที่ 9.1.4 ความแตกต่างระหว่างการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองและหน่วยเก็บข้อมูลหลักในคอมพิวเตอร์

แนวคิด

1. แฟ้มข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลที่ประกอบด้วยเรคอร์ด ฟิลด์ และไบต์ การจัดเรียงเรคอร์ดในแฟ้มข้อมูลทำได้หลายรูปแบบ เช่น แฟ้มเรียงลำดับ แฟ้มดัชนี แฟ้มดัชนีเรียงลำดับ รูปแบบการเข้าถึงข้อมูลในแฟ้มข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับวิธีการจัดเก็บข้อมูลในแฟ้มข้อมูลแบบต่างๆ
2. การจัดเก็บข้อมูลในฐานะข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองจริงๆนั้นอยู่ในระดับภายใน (internal level) ข้อมูลถูกเก็บอยู่ที่ตำแหน่งใดในดิสก์ รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดัชนีก็จะถูกเก็บอยู่ในระดับนี้ทั้งหมด
3. ข้อมูลในฐานะข้อมูลจะจัดเก็บอยู่ในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองซึ่งส่วนใหญ่จะได้แก่ดิสก์ โดยเนื้อที่ของดิสก์จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆเรียกว่าบล็อก (block) อันเป็นหน่วยของข้อมูลที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายระหว่างดิสก์กับหน่วยความจำหลัก

วัตถุประสงค์

หลังจากที่ศึกษาตอนที่ 9.1 แล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในแฟ้มข้อมูล พร้อมทั้งอธิบายลักษณะสำคัญของการจัดองค์กรแฟ้มข้อมูลแบบต่างๆ
2. บอกความแตกต่างระหว่างการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองและหน่วยเก็บข้อมูลหลักในคอมพิวเตอร์
3. อธิบายการทำงานของการทำงานการเข้าถึงข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลหลักและหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง

บทนำ

การจัดเก็บข้อมูลในฐานะข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองจริงๆนั้นอยู่ในระดับภายในซึ่งเก็บอยู่ในลักษณะที่เป็นแฟ้มข้อมูลที่ประกอบไปด้วยเขตข้อมูล (field), ระเบียบ (record) เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในส่วนที่เป็นเอ็นดีทีก็จะเทียบได้กับระเบียบในโครงสร้างแฟ้มข้อมูล ส่วนเอททริบิวท์ก็จะเทียบได้กับเขตข้อมูลในโครงสร้างแฟ้มข้อมูล ดังนั้นจะกล่าวถึงการจัดเก็บข้อมูลในแฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพซึ่งไม่แตกต่างการจัดเก็บข้อมูลในฐานะข้อมูลในระดับภายใน

แฟ้มข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์นั้นแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท แต่โดยทั่วไปมักจะนิยมเลือกเก็บข้อมูลบางรายการที่เป็นเรื่องเดียวกันไว้เป็นแฟ้มเดียวกัน อาทิแฟ้มบุคลากรที่เคยเก็บแยกกันเป็นรายคนก็จะนำรายละเอียดที่ค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงบ่อยเช่น หมายเลขประจำตัวพนักงาน ชื่อ นามสกุล เพศ วันเกิด ที่อยู่ ประวัติการศึกษา มาจัดเก็บไว้เป็นแฟ้มเดียวกัน โดยแฟ้มนี้จะมีรายละเอียดของพนักงานทุกคนบรรจุแยกกันเป็นเรคอร์ดหรือระเบียบ (record) (ซึ่งในที่นี้จะใช้คำว่าเรคอร์ด) และแต่ละเรคอร์ดมีรายการข้อมูลเหมือนกัน ในกรณีของงานด้านธุรกิจก็อาจจะจัดทำแฟ้มข้อมูลลูกค้าที่เก็บรายละเอียดของลูกค้าทั้งหมดเอาไว้เป็นเรคอร์ด แต่ละเรคอร์ดมีรายการข้อมูลลูกค้าที่ค่อนข้างคงที่เก็บไว้ด้วยกัน เช่น หมายเลขลูกค้า ชื่อบริษัท ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร ชื่อผู้ติดต่อ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร ไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น แฟ้มข้อมูลนี้ยังไม่เพียงพอที่จะจัดเก็บรายละเอียดของการทำธุรกิจกันได้ครบถ้วน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจัดทำแฟ้มข้อมูลอื่นๆ ประกอบขึ้นอีก เช่นแฟ้มข้อมูลการส่งสินค้าจะบันทึกรายละเอียดการส่งสินค้าของลูกค้าทุกรายเอาไว้ด้วยกัน

จากที่อธิบายมาข้างต้นนี้อาจสรุปได้ว่าแฟ้มข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์มีลักษณะแตกต่างไปจากแฟ้มกระดาษที่เคยจัดเก็บในสำนักงานทั่วไป กล่าวคือ แฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์จะจัดเก็บข้อมูลเรื่องเดียวกันทั้งหมดไว้ด้วยกัน แฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้มแบ่งเป็นเรคอร์ดจำนวนมาก แต่ละเรคอร์ดประกอบด้วย ฟิลด์ หรือเขตข้อมูล (field) จำนวนหนึ่ง (ซึ่งในที่นี้จะใช้คำว่าฟิลด์) ฟิลด์ประกอบขึ้นจากกลุ่มของอักขระ และตัวเลข ซึ่งเรียกโดยรวมว่าไบต์ และบิต

ในทางปฏิบัติแฟ้มข้อมูลอาจจะมีได้สองลักษณะ คือ

1) เรคอร์ดที่มีความยาวคงที่ (fixed length record) คือทุกเรคอร์ดมีจำนวนฟิลด์ตรงกัน และ ฟิลด์เดียวกันก็มีความยาวเท่ากันหมดไม่ว่าจะอยู่ในเรคอร์ดใด ๆ ของแฟ้มนี้ เช่นในกรณีของแฟ้มนักศึกษาข้างต้น ฟิลด์หมายเลขประจำตัวนักศึกษาในทุกเรคอร์ดมีความยาวเท่ากัน ฟิลด์ชื่อนักศึกษาในทุกเรคอร์ดจะมีความยาวเท่ากันหมด แม้ว่าชื่อของนักศึกษาจะมีความยาวไม่เท่ากัน

2) เรคอร์ดที่มีความยาวแปรได้ (variable length record) คือทุกเรคอร์ดอาจจะมีจำนวนฟิลด์ต่างกัน และแต่ละฟิลด์ก็อาจจะมีมีความยาวต่างกันได้ แฟ้มข้อมูลประเภทนี้มีลักษณะโครงสร้างแบบพิเศษที่ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถบอกได้ว่าแต่ละเรคอร์ดมีความยาวเท่าใด และแต่ละฟิลด์เริ่มต้นตรงไหนและจบตรงไหน ตัวอย่างของแฟ้มประเภทนี้ได้แก่ แฟ้มบันทึกการขายใบสั่งซื้อสินค้า แต่ละเรคอร์ดจะแทนใบสั่งสินค้าหนึ่งใบ และใบสั่งสินค้าแต่ละใบอาจจะมีรายการสินค้าที่สั่งซื้อไม่เท่ากัน

การจัดเรคอร์ดต่างๆ ในแฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้มนั้น เราเรียกว่าเป็น **การจัดองค์กรแฟ้ม (file organization)** แฟ้มข้อมูลต่างๆ อาจจัดองค์กรหรือจัดเรียงเรคอร์ดเอาไว้ต่างกันได้หลายแบบ

เรื่องที่ 9.1.1 การจัดองค์กรของแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ

แฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับเป็นระบบแฟ้มที่เป็นที่รู้จักกันดีและใช้กันมากที่สุด โดยจัดเก็บระเบียบเรียงตามลำดับของสื่อเก็บข้อมูล เมื่อแรกสร้างข้อมูล การเข้าถึงจะต้องเข้าถึงตามลำดับของการเก็บด้วย เช่น การเข้าถึงระเบียบที่ N ของแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับจะต้องผ่านการอ่านระเบียบเริ่มต้นมาแล้ว $N-1$ ระเบียบ

ระเบียบที่ 1	ระเบียบที่ 2	ระเบียบที่ 3		ระเบียบที่ $N-1$	ระเบียบที่ N
--------------	--------------	--------------	-------	------------------	----------------

↑ จุดเริ่มต้น

จุดจบแฟ้มข้อมูล ↑

ภาพที่ 9.1.1 แสดงโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ

ตัวอย่างแฟ้มบุคลากรอาจจัดให้เป็นแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับตามหมายเลขประจำตัวพนักงานตั้งแต่น้อยไปหามาก อีกตัวอย่างหนึ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันบ่อยครั้งก็คือสมุดโทรศัพท์ ซึ่งพิมพ์รายชื่อผู้เช่าโทรศัพท์โดยจัดเรียงชื่อตามลำดับอักษร แฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับอาจมีเขตคุณเฉพาะหรือที่เรียกว่าคีย์ (key) หรือไม่มีก็ได้ สำหรับแฟ้มที่มีคีย์จะมีเขตข้อมูลหนึ่งในระเบียนทำหน้าที่เป็นคีย์หลัก (primary key) สำหรับจัดลำดับของระเบียน ดังนั้นระเบียนที่ i จะมาก่อนระเบียนที่ j ถ้าหากว่าคีย์ของระเบียนที่ i มีค่าน้อยกว่าคีย์ของระเบียนที่ j ส่วนแฟ้มลำดับที่ไม่มีคีย์ ระเบียนต่างๆถูกจัดเก็บเรียงตามตำแหน่งทางกายภาพสื่อข้อมูล นั่นคือบันทึกจะเรียงตามลำดับก่อนหลังของการบันทึกระเบียนนั้นๆ และระเบียนที่ใหม่จะต้องอยู่ต่อท้ายของแฟ้มข้อมูลเสมอ

การเข้าถึงระเบียนถัดไปจะทำให้รวดเร็ว ถ้ากลไกการอ่านบันทึกอยู่ในตำแหน่งที่เรียกใช้ระเบียนหนึ่งโดยเฉพาะได้แล้ว ข้อได้เปรียบที่สามารถเข้าถึงระเบียนถัดไปได้รวดเร็วนี้อาจเป็นข้อเสียเปรียบในกรณีที่เราต้องการหาระเบียนหนึ่งระเบียนใดในแฟ้มข้อมูลที่ไม่ใช่ระเบียนถัดไป

การเรียกใช้ระเบียนในแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับนั้น ระเบียนต่างๆจะถูกเรียกใช้ตามลำดับทางกายภาพของการบันทึกในช่วงสร้างแฟ้มข้อมูล โดยปกติแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับเหมาะสำหรับงานแบบออกรายงาน (report generation) และจะมีประสิทธิภาพมากกว่างานแบบสอบถาม (inquiry) เพราะได้เข้าถึงทุกๆ ระเบียนตามลำดับ แฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับยังเหมาะสำหรับงานที่มีการเรียง (sorting) จำนวนมาก

แต่เดิมนั้นการใช้แฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับมักเก็บอยู่ในเทปแม่เหล็ก เพราะสภาพทางธรรมชาติของเทปแม่เหล็กเป็นแถบยาวต่อเนื่อง แต่ปัจจุบันนิยมเก็บแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับไว้ในอุปกรณ์ที่เข้าถึงแบบสุ่ม เช่น จานแม่เหล็ก แฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับที่เก็บในจานแม่เหล็กจะบันทึกในแทร็คที่ต่อเนื่องกันตาม cylinder

เรื่องที่ 9.1.2 การจัดองค์กรของแฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงโดยตรง

แฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงโดยตรงเป็นการจัดระบบข้อมูลให้สามารถเข้าถึงระเบียนหนึ่งระเบียนใดโดยตรงโดยไม่ต้องอ่านข้อมูลตั้งแต่ต้นอย่างเช่นแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ แฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงโดยตรงถูกเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบแฟ้มสุ่ม

ในแฟ้มสุ่ม เราสามารถคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างค่าของคีย์หลัก (primary key) กับตำแหน่งที่เก็บระเบียนนั้นๆในแฟ้มข้อมูล อย่างไรก็ตามระเบียนต่างๆในแฟ้มชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องเก็บเรียงตามลำดับของคีย์ ดังตัวอย่างในภาพ 9.1.2 แสดงโครงสร้างของแฟ้มสุ่ม

	Key Value	Physical Location
จุดเริ่มต้น →	Cow	1
	Zebra	2
	Ape	I
	Eel	I+1
	Cat	N-1
จุดสิ้นสุด →	Bat	N

ภาพ 9.1.2 แสดงโครงสร้างของแฟ้มสุ่ม

การคำนวณตำแหน่งของระเบียบโดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าของคีย์กับตำแหน่งทางกายภาพสามารถเขียนเป็นฟังก์ชันได้ดังนี้ $R(\text{Key Value}) \rightarrow \text{address}$ ทุกครั้งที่บันทึกระเบียบไว้ในแฟ้มจะต้องนำค่าคีย์ map ผ่านฟังก์ชัน R เพื่อเปลี่ยนค่าคีย์ให้เป็น address ซึ่งเป็นตำแหน่งสำหรับบันทึกระเบียบนั้น และหากต้องการเรียกใช้ระเบียบหนึ่งระเบียบใดก็สามารถทำได้โดยการผ่านฟังก์ชัน R เดียวกันนี้ ซึ่งจะเปลี่ยนค่าคีย์ให้กลายเป็น address และจะพบระเบียบที่ต้องการในตำแหน่งนั้น

ตรงข้ามกับแฟ้มลำดับการเข้าถึงระเบียบในแฟ้มสุ่มนั้นไม่จำเป็นต้องเข้าถึงแบบลำดับ สามารถเข้าถึงระเบียบที่ต้องการได้โดยตรง ดังนั้นแฟ้มสุ่มจะต้องเก็บอยู่ในอุปกรณ์ชนิดที่เข้าถึงได้โดยตรงหรือแบบสุ่ม (Direct Access Storage Device) เช่น จานแม่เหล็ก ดรัมแม่เหล็ก การเข้าถึงแฟ้มสุ่มตามลำดับทางกายภาพนั้นทำได้แต่ข้อมูลที่ได้อาจไม่ได้เรียงตามลำดับของคีย์ เช่น ข้อมูลในภาพ 9.1.2 จะได้ข้อมูลดังนี้ Cow, Zebra, ---, Ape, Eel, Cat, Bat

เนื่องจากการเข้าถึงระเบียบในแฟ้มสุ่มสามารถเข้าถึงโดยตรงได้รวดเร็ว ดังนั้นแฟ้มสุ่มจึงเหมาะสมกับลักษณะสำหรับงานประเภทดังนี้

1. interactive processing เช่น ระบบการสำรองที่นั่งของสายการบิน ระบบออนไลน์ของธนาคาร มีพนักงานธนาคารนั่งอยู่ประจำที่เครื่องเทอร์มินัล สามารถเข้าถึงระเบียบลูกค้าโดยตรงได้
 1. งานที่ต้องการปรับปรุงแฟ้มข้อมูลหลายๆชุดพร้อมกัน
 2. มีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำ รายการปรับปรุงในแต่ละรอบมีน้อย
 3. ต้องการคำตอบรวดเร็ว

ข้อได้เปรียบของแฟ้มสุ่มคือความสามารถในการเข้าถึงระเบียบใด ๆ โดยตรงไปยังระเบียบที่ต้องการ และสามารถเรียกใช้ ปรับปรุงระเบียบที่ต้องการโดยไม่กระทบต่อระเบียบอื่นๆในแฟ้มข้อมูล ระเบียบของแฟ้มสุ่มสามารถถูกเรียกใช้ ปรับปรุงค่าแล้วบันทึกกลับเข้าที่เดิมได้

เรื่องที่ 9.1.3 ชนิดและคุณสมบัติของหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง

อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (storage device) ได้แก่สื่อข้อมูล และกลไกการบันทึกและเรียกใช้ข้อมูลที่บันทึกบนสื่อซึ่งมีไว้สำหรับการอ่านหรือบันทึกข้อมูลในสื่อข้อมูล

9.1.3.1 สื่อข้อมูล คือวัตถุทางกายภาพที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลในรูปรหัสแทนข้อมูลมี 2 ชนิดคือ

1. Volatile ข้อมูลที่บันทึกจะหายไปเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เช่น RAM ของหน่วยความจำหลัก

2. Nonvolatile ข้อมูลถูกบันทึกอย่างถาวรลบทิ้งไม่ได้ เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้า เช่น ROM บัตรเจาะรู และสื่อข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้นานๆได้

ผู้ที่สร้างแฟ้มข้อมูลหรือฐานข้อมูลจะต้องรู้จักเลือกสื่อบันทึกที่เหมาะสมและต้องคำนึงถึงระบบแฟ้มข้อมูลที่จะใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลเพียงใด เช่นเทปแม่เหล็กเข้าถึงข้อมูลได้เฉพาะแบบลำดับ ในขณะที่จานแม่เหล็กเป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เข้าถึงโดยตรงหรืออย่างสุ่มได้สื่อข้อมูลที่เข้าถึงแบบลำดับนั้นทำได้ดีเฉพาะการหาระเบียนที่ถัดไปที่จะทำได้ดี ในขณะที่สื่อข้อมูลเข้าถึงแบบสุ่มนั้น สามารถใช้ตำแหน่งฮาร์ดแวร์ในการกำหนดตำแหน่งให้แก่กลไกการเข้าถึง และแต่ละส่วนของสื่อบันทึกสามารถกำหนดตำแหน่งได้

คุณสมบัติอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

1. เวลาเข้าถึงข้อมูล (access time) จะต้องเร็วพอที่จะทำให้การประมวลผลข้อมูลเสร็จสิ้นภายในเวลาพอสมควร

2. ความจุของที่เก็บข้อมูล (storage capacity) ต้องมีความจุมากพอสมควรสำหรับการเก็บข้อมูลที่ต้องการใช้ในการประมวลผลได้อย่างเพียงพอ

3. ความปลอดภัย (security) สื่อบันทึกข้อมูลต้องมีความทนทาน และปลอดภัยจากความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น ความร้อน ความชื้น

4. อัตราการถ่ายถอดข้อมูล (transfer rate) เวลาที่ใช้ในการถ่ายถอดข้อมูลจาก/ไประหว่างหน่วยความจำกับอุปกรณ์และสื่อบันทึกข้อมูลภายนอก ต้องรวดเร็ว

5. ราคา (cost) ถ้าราคาแพงก็ควรจะมีความเร็วสูงในการเข้าถึงข้อมูล โดยที่ราคาต่อหน่วยต้องต่ำเพียงพอที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายของงานทั้งระบบ

6. มาตรฐาน (standardization) ควรเลือกใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน ใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายยี่ห้อ

7. วิธีการเข้าถึงข้อมูล (access mode) ควรจะทำได้ทั้งการเข้าถึงข้อมูลแบบตรง (direct access) และแบบลำดับ (sequential access)

8. พกติดตัวได้สะดวก (portability) มีขนาดกระทัดรัด นำติดตัวได้สะดวก เช่น เทปแม่เหล็ก จานแม่เหล็กที่สามารถถอดจากตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

9.1.3.2 เทปแม่เหล็ก (magnetic tape) เป็นสื่อบันทึกข้อมูลที่ใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับแฟ้มข้อมูลขนาดใหญ่ และประมวลผลแบบแบทช์ (batch processing) เทปแม่เหล็กเป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เข้าถึงข้อมูลแบบลำดับสำคัญชนิดหนึ่ง เทปแม่เหล็กทำด้วยสารพลาสติกฉาบสารแม่เหล็ก โดยทั่วไปกว้าง 0.5 นิ้ว ยาวประมาณ 2400-3600 ฟุต

การแทนค่าข้อมูลในเทปแม่เหล็กมี 2 ระบบ คือ

1. ระบบ 7 แถบ (7-track tape) ใช้กับรหัสข้อมูลแบบบีซีดี (BCD)
2. ระบบ 9 แถบ (8-track tape) ใช้กับรหัสข้อมูลแบบเอชดีคิก (EBCDIC) หรือ แอสกี (ASCII)

Parity Check Bit เป็นบิตที่เพิ่มจากบิตของรหัสข้อมูลเดิม ในขณะบันทึกข้อมูลลงเทป ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลระหว่างการอ่านข้อมูลบนเทป เวลาที่เครื่องขับเทปอ่าน/บันทึกข้อมูลบนเทป จะต้องรอให้เครื่องมีความเร็วพอเหมาะ หัวอ่าน/บันทึก (read/write head) จึงจะทำงานได้ ดังนั้นจากเครื่องเทปที่อยู่ในสภาพหนึ่งจนกระทั่งได้ความเร็วพอเหมาะนั้นเลื่อนผ่านเนื้อเทปไปส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้ข้อมูลบางส่วนขาดหายไป จึงต้องเผื่อที่ว่างระหว่างข้อมูลแต่ละระเบียบเราเรียกว่า Inter Record Gap (IRG) ซึ่งมีขนาดยาวประมาณ 0.5 นิ้ว ถึง 0.75 นิ้ว ในเทปม้วนหนึ่งๆส่วนที่เป็น IRG มีสูงถึง 90% ของเนื้อเทป ดังนั้นถ้าจำนวน IRG ยิ่งมากความจุของเนื้อเทปก็จะยิ่งน้อย ดังนั้นจึงนิยมใช้วิธีการบล็อก (block) คือการรวมระเบียบต่างๆเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มเพื่อจะได้เพิ่มเนื้อที่บรรจุระเบียบให้มากขึ้น แทนที่จะต้องมี IRG คั่นทุกระเบียบเมื่อใช้วิธีการบล็อกแล้วจะมี IRG คั่นระหว่างแต่ละบล็อก

การรวมระเบียบต่างๆเข้าด้วยกันเป็นบล็อกนั้น ช่วยลดจำนวนครั้งของการถ่ายทอดข้อมูล จึงเป็นการเพิ่มความเร็วในการทำงานของคอมพิวเตอร์ ในขณะเดียวกันได้เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้เนื้อเทป ทำให้เทปเก็บข้อมูลได้มากขึ้น ตัวเลขที่แสดงจำนวนระเบียบในแต่ละบล็อกเรียกว่า blocking factor มีค่ายิ่งมากการใช้เทปจะยิ่งมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามขนาดของบล็อกจะต้องไม่เกินขนาดของบัฟเฟอร์ในหน่วยความจำ

ข้อดีและข้อจำกัดในการใช้เทปแม่เหล็ก

ข้อดี

1. ไม่จำกัดความยาวของระเบียบไม่ว่าระเบียบนั้นจะมีความยาวกี่ตัวอักษรก็ตาม สามารถบันทึกลงในเทปได้สะดวก
2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บเพราะอัตราความหนาแน่นในการบันทึกสูง
3. ราคาต่อหน่วยถูก
4. ความเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลของเครื่องเทปประมาณ 40,000 ตัวอักษรต่อวินาที
5. ใช้เป็นแฟ้มข้อมูลสำรอง (backup file)

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้เครื่องอ่าน
2. ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่บรรจุอยู่ภายในได้โดยตรง ต้องอ่านตั้งแต่ต้นไปเรื่อยๆ
3. ประมวลผลข้อมูลทำได้เฉพาะแบบลำดับ (sequential processing)
4. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ความร้อน ความชื้น อุณหภูมิมีผลต่อข้อมูลที่บันทึกในเทป
5. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เพียงครั้งละ 1 คนเท่านั้น

9.1.3.3 จานแม่เหล็ก (magnetic disk) เป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยตรง (direct access storage device) ชนิดหนึ่งที่ยินยใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะทำให้ผู้ใช้เครื่องระบบงานมีความคล่องตัวในการออกแบบงาน มีทางเลือกมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นงานออนไลน์, การสอบถาม หรือการประมวลผลแบบแบทช์

ลักษณะทางกายภาพ

แผ่นจานแม่เหล็กฉาบด้วยสารแม่เหล็กที่ผิวมีหลายวงซึ่งเรียกว่าแทรค (track) ประมาณ 200-800 แทรคต่อผิวจาน กำหนดหมายเลขที่อยู่ให้แทรควงนอกสุดเท่ากับ 0 แทรคถัดไปเท่ากับ 1 ตามลำดับไปเรื่อยๆ และวงในสุดมีหมายเลขที่อยู่เท่ากับ 199 (สำหรับแผ่นจานที่มี 200 แทรค) สำหรับบางระบบ อาจแบ่งแต่ละแทรคออกเป็นหน่วยที่เล็กลงไปอีกเรียก เซกเตอร์ (sector) ซึ่งเป็นหน่วยเก็บข้อมูลที่เล็กที่สุดบนจานที่สามารถกำหนดตำแหน่งที่อยู่ได้ โดยปกติความจุของแต่ละเซกเตอร์ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตอาจมี 128 ไบต์ หรือ 256 ไบต์ต่อเซกเตอร์

จานแม่เหล็กหลายๆแผ่นวางซ้อนกันเรียกว่าชุดจานแม่เหล็ก โดยที่แผ่นจานทุกๆด้านจะมีจำนวนแทรคเท่ากัน และมีหมายเลขที่อยู่เหมือนกัน เราสามารถบันทึกข้อมูลบนด้านทั้งสองของแผ่นจาน ยกเว้นด้านบนสุดและด้านล่างสุดของชุดจานแม่เหล็ก เพราะเป็นส่วนที่ถูกทำลายได้ง่าย สมมติว่าแผ่นจานของชุดจานแม่เหล็กมีอยู่ 10 แผ่น จะบันทึกข้อมูลได้เพียง 18 ด้านเท่านั้น

Cylinder คือกลุ่มของแทรคหมายเลขเดียวกัน ชุดจานแม่เหล็กแต่ละชุดมีจำนวน cylinder เท่ากับจำนวนแทรค แต่ละ cylinder จะมีจำนวนแทรคเท่ากับจำนวนด้านที่ใช้บันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลตาม cylinder ใช้เวลาถ่ายทอข้อมูลน้อยกว่า เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาเลื่อนหัวอ่าน/บันทึกข้อมูล

เครื่องขับจานแม่เหล็กมีหลายชนิด ดังนี้

1. เครื่องขับจานแบบหัวอ่านอยู่กับที่ (fixed head disk drive) เป็นชนิดที่มีแผ่นจานติดอยู่กับตัวเครื่อง และมีหัวอ่าน/บันทึกทุกๆแทรค ไม่มี seek time ดังนั้นจึงมีความเร็วในการถ่ายทอข้อมูลสูงมาก เหมาะสำหรับเก็บซอฟต์แวร์ระบบงานที่ต้องการความรวดเร็ว
2. เครื่องขับจานแบบหัวอ่านเคลื่อนที่ (moving head disk drive) ชนิดนี้มีหัวอ่าน/บันทึก 1 ชุดต่อผิวจาน 1 ด้าน ราคาถูกกว่าแบบแรก เราสามารถเอาแผ่นจานแม่เหล็กออกจากตัวเครื่องได้ เหมาะสำหรับเก็บซอฟต์แวร์ประยุกต์และข้อมูลทั่วไป
3. เครื่องขับจานแบบวินเชสเตอร์ (winchester disk drive) ได้ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้จานแม่เหล็กมีความจุเพิ่มขึ้นอีก 6-10 เท่าและความเร็วในการทำงานเพิ่มขึ้น จานแม่เหล็กที่ใช้เทคโนโลยีจะถูกเก็บ

มีต่ออยู่ในตัวเครื่องเอาออกมาไม่ได้เพื่อรักษาให้สะอาดอยู่ตลอดเวลา แผ่นจานทำด้วยอะลูมิเนียมฉาบด้วยสาร ferric oxide

เนื่องจากความหนาแน่นในการบันทึกข้อมูลจานแม่เหล็กขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างหัวอ่าน/บันทึกกับผิวจาน ถ้าระยะห่างยิ่งน้อยความจุจะยิ่งมาก นอกจากนี้การใช้จานแม่เหล็กทั่วไป เรามักจะประสบปัญหาหัวอ่าน/บันทึกกระแทกผิวจาน ทำให้ข้อมูลบางส่วนสูญหายไปหรือทำให้แผ่นจานใช้ไม่ได้ แต่เครื่องแบบนี้ใช้หัวอ่าน/บันทึกที่มีน้ำหนักรเบา

เวลาที่ใช้ในการอ่าน/บันทึกข้อมูล (access time) บนจานแม่เหล็กขึ้นอยู่กับ

1. เวลาเสาะหา (seek time) คือเวลาที่ head assembly เร่งความเร็วสู่ความเร็วปกติผ่าน cylinder ต่างๆไปยัง cylinder ที่ต้องการ แล้วลดความเร็วลงจนหยุดปกติ เวลาเสาะหานี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างตำแหน่งปัจจุบันของหัวอ่าน/บันทึกกับตำแหน่งของ cylinder ที่ต้องการ

2. การเลือกหัวอ่าน/บันทึก (R/W head selection) เมื่อ head assembly ไปยัง cylinder ที่ต้องการแล้ว ต้องมาเลือกหัวอ่าน/บันทึกบนแทร็คที่ต้องการซึ่งใช้เวลาเลือกน้อยมาก ในกรณีที่มีแผ่นจานเพียงแผ่นเดียว ไม่ต้องเสียเวลาในการเลือก

3. ความล่าช้าของการหมุน (rotation delay) เวลาที่ข้อมูลที่ต้องการเวียนมาอยู่ในตำแหน่งของหัวอ่าน/บันทึก เวลาโดยเฉลี่ยเท่ากับครึ่งหนึ่งของเวลาหมุน 1 รอบ

4. อัตราการถ่ายถอดข้อมูล (transfer rate) เวลาถ่ายถอดข้อมูลจากแผ่นจานแม่เหล็กไปยังหน่วยความจำขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของการบันทึกข้อมูล, ความเร็วในการหมุนและความยาวของระยะเบี่ยง

เวลาการเข้าถึงของจานแม่เหล็กสามารถคำนวณได้ดังนี้

access time = เวลาเสาะหา (seek time) + เวลาที่ใช้ในการเลือกหัวอ่าน/บันทึก (R/W head selection time) + เวลาของความล่าช้าของการหมุน (rotation delay time) + เวลาในการถ่ายถอดข้อมูล (transfer time)

ตัวอย่าง การคำนวณเวลาที่ใช้ในการอ่าน/บันทึก ข้อมูล กำหนดให้ seek time 60.0 ms. Rotation time 12.5 ms. Transfer rate 250 ตัวอักษร/ms.

ถ้าข้อมูลที่จะอ่านยาว 1000 ตัวอักษร เวลาที่จะใช้เท่ากับ

seek time 60.0 ms.

Rotation time 12.5 ms.

Read 4.0 ms. (คำนวณจาก transfer rate $1000/250 = 4$ ms.)

เวลาที่ใช้ในการอ่านทั้งหมด 76.5 ms.

ถ้าเป็นการ update ใช้เวลาในการบันทึกสู่ตำแหน่งเดิมเท่ากับ

seek time 0.0 ms. (ไม่ต้องเสาะหา cylinder)

Rotation time 12.5 ms.

Read 4.0 ms. (คำนวณจาก transfer rate $1000/250 = 4$ ms.)

เวลาที่ใช้ในการ update 16.5 ms.

เวลาทั้งหมดในการ update = $76.5 + 16.5 = 93.0$ ms.

ข้อดีและข้อเสียของการใช้จานแม่เหล็ก

ข้อดี

1. อัตราความเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลสูงกว่าเทปแม่เหล็ก
2. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งแบบลำดับ และโดยตรงหรือแบบสุ่ม
3. การจัดระบบแฟ้มข้อมูลทำได้หลายรูปแบบเช่น แฟ้มสุ่มและแฟ้มลำดับเชิงดัชนี
4. ผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าถึงข้อมูลพร้อมกันได้
5. ข้อมูลที่เก็บทันสมัย
6. ทำการประมวลผลแบบออนไลน์ได้

ข้อเสีย

1. ถ้านำมาใช้เป็น offline storage หรือแฟ้มข้อมูลสำรองแล้วจะมีค่าใช้จ่ายมีมากกว่าเทปแม่เหล็ก
2. ข้อมูลหลังการปรับปรุงจะหายไป ทำให้ระบบการสำรองความปลอดภัยของข้อมูลทำได้ยาก

เรื่องที่ 9.1.4 ความแตกต่างระหว่างการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองและหน่วยเก็บข้อมูลหลักในคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลทางคอมพิวเตอร์มี 2 ประเภท คือ

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายใน (internal storage device) หรือหน่วยเก็บข้อมูลหลักในคอมพิวเตอร์ซึ่งก็คือ หน่วยความจำหลัก (main memory) ที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเอง หน่วยความจำมีขนาดจำกัด และเก็บข้อมูลได้ชั่วคราวเท่านั้นเฉพาะเวลาที่เปิดเครื่อง มีสภาพคล้ายๆกับสมองคน ปกติใช้เก็บข้อมูลและโปรแกรมในส่วนที่ต้องการปฏิบัติงานในขณะนั้นเท่านั้น การเข้าถึงข้อมูลทำได้รวดเร็วมาก ได้แก่วงแหวนแม่เหล็ก วงจรรวม (integrate circuit หรือ IC) สารกึ่งตัวนำ (semiconductor) หน่วยความจำฟองแม่เหล็ก (magnetic bubble memory)

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก (external storage device) ประกอบด้วยตัวกลไกการเข้าถึง (access mechanism) และสื่อข้อมูล (media) สื่อข้อมูลทุกชนิดจะต้องสามารถเก็บบันทึก (store) และเรียกใช้ (retrieve) ข้อมูลได้ คอมพิวเตอร์ไม่สามารถประมวลข้อมูลจากอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกได้โดยตรงได้ จะต้องผ่านกระบวนการ 2 อย่าง คือ

2.1 การเข้าถึงข้อมูล (access) คือกระบวนการค้นหา อ่าน หรือบันทึกข้อมูลที่ต้องการ อุปกรณ์บันทึกข้อมูล การเข้าถึงมี 2 วิธีคือ การเข้าถึงแบบลำดับ (sequential access) และ การเข้าถึงแบบสุ่มหรือโดยตรง (random access/direct access)

2.2 การถ่ายทอดข้อมูล (transfer) คือกระบวนการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกกับหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์

ดังนั้นการประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกจึงช้ากว่าอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายในมาก อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกเช่น เทปแม่เหล็ก, จานแม่เหล็ก

เราใช้หน่วยความจำหลัก (main memory) เตรียมที่เก็บข้อมูลแก่หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ตามที่ต้องการในการประมวลผลโปรแกรม ซึ่งครอบคลุมทั้งโปรแกรมประยุกต์ และโปรแกรมระบบ เช่น แอสเซมเบลอร์ (assembler) โหลดเดอร์ (loader) คอมไพเลอร์ (compiler) ของระบบการดำเนินงาน ความจุของหน่วยความจำหลักถูกจำกัดด้วยราคาต่อหน่วยของความจำหลักซึ่งมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกมาก ความต้องการที่เก็บสำหรับโปรแกรม และข้อมูลที่ใช้ปฏิบัติงานโดยทั่วไป ส่วนใหญ่มักจะเกินความจุของหน่วยความจำหลักคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงต้องการที่เก็บข้อมูลชนิดอื่นไว้ในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกซึ่งมีราคาถูกกว่าสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล

กิจกรรม 9.1

1. จงบอกลักษณะงานที่เหมาะสมสำหรับแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับมาสัก 3 ข้อ
2. ความแตกต่างระหว่างการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองและหน่วยเก็บข้อมูลหลักในคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร

แนวตอบกิจกรรม 9.1

1. ลักษณะงานที่เหมาะสมสำหรับแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับมาสัก 3 ข้อ
 - การสร้างรายงาน
 - การเรียงลำดับข้อมูลที่เป็นจำนวนมาก
 - การค้นหาข้อมูลจำนวนมาก
2. เราใช้หน่วยความจำหลัก (main memory) เตรียมที่เก็บข้อมูลแก่หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ตามที่ต้องการในการประมวลผลโปรแกรม ซึ่งครอบคลุมทั้งโปรแกรมประยุกต์ และโปรแกรมระบบ เช่น แอสเซมเบลอร์ (assembler) โหลดเดอร์ (loader) คอมไพเลอร์ (compiler) ของระบบการดำเนินงาน ความจุของหน่วยความจำหลักถูกจำกัดด้วยราคาต่อหน่วยของความจำหลักซึ่งมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกมาก ความต้องการที่เก็บสำหรับโปรแกรม และข้อมูลที่ใช้ปฏิบัติงานโดยทั่วไป ส่วนใหญ่มักจะเกินความจุของหน่วยความจำหลักคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงต้องการที่เก็บข้อมูลชนิดอื่นไว้ในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกซึ่งมีราคาถูกกว่าสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล

ตอนที่ 9.2 การจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลเชิงกายภาพ

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 9.2.1 แนวคิดในการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลเชิงกายภาพ

เรื่องที่ 9.2.2 ประเภทการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพ

แนวคิด

1. การจัดเก็บข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองเช่นดิสก์ อาจจะใช้วิธีการจัดเก็บแบบดัชนี หรืออาจจะเป็นแบบสุ่ม (Direct Access) การสร้างดัชนีเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงหรือการค้นหาข้อมูล หรือการใช้เทคนิคแฮชชิง (hashing) ในการจัดตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลภายในหน่วยเก็บข้อมูล

วัตถุประสงค์

หลังจากที่ศึกษาตอนที่ 9.2 แล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลเชิงกายภาพ
2. บอกประเภทของการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพ

เรื่องที่ 9.2.1 แนวคิดในการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลเชิงกายภาพ

ในการออกแบบระบบงานนั้น โปรแกรมเมอร์มักจะเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เป็นแฟ้ม เนื่องจาก

1. ข้อมูลที่ใช้ในงานประยุกต์มีมากเกินไปขนาดของหน่วยความจำที่จะสามารถเก็บไว้ได้
2. ข้อมูลที่เรียกใช้ในโปรแกรมมักจะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของแฟ้มข้อมูลเท่านั้น
3. การจัดเก็บข้อมูลไว้เป็นแฟ้มข้อมูลต่างหากนั้น ทำให้ข้อมูลเป็นอิสระจากโปรแกรม อาจมีโปรแกรมมากกว่า 1 โปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลในแฟ้มเดียวกัน

การออกแบบแฟ้มข้อมูลที่ประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องศึกษาวิธีการจัดระบบแฟ้มข้อมูล (file organisation) และ การจัดการแฟ้มข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ใช้งานส่วนใหญ่ถูกเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลภายนอก (อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก)

9.2.1.1 โครงสร้างการจัดแฟ้มข้อมูล

ในระบบคอมพิวเตอร์ หน่วยที่เล็กที่สุดของข้อมูลคือบิต (bit) ซึ่งย่อมาจาก binary digit หรือเลขฐานสอง ได้แก่ 0 และ 1 ใช้แทนเหตุการณ์หรือสถานะได้เพียง 2 อย่างเท่านั้น ย่อมไม่เพียงพอ กับแทนข้อมูลจำนวนมากมหาศาลได้ จึงได้รวมกลุ่มหลายบิตเข้าด้วยกันเพื่อแทนตัวอักษร 1 ตัว หน่วยข้อมูลที่เล็กที่สุดที่มีความหมายต่อผู้ใช้คือ **เขตข้อมูล** (field) ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรตั้งแต่ 1 ตัวเป็นต้นไปมารวมกันเพื่อให้เกิดความหมายขึ้นมาใช้แทนข้อมูล เช่น 12345 ซึ่งเป็นรหัสพนักงาน เขตข้อมูลอาจเป็นจำนวนหรือข้อมูลแบบตัวอักษรก็ได้ เมื่อรวมเขตข้อมูลที่สัมพันธ์กัน เช่นเขตข้อมูลรหัสพนักงาน และเขตข้อมูลชื่อพนักงานจะกลายเป็น

ระเบียบของพนักงานคนหนึ่ง เขตข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กันเชิงตรรก (logical relation) แม้จะเอามารวมกันก็ไม่เกิดความหมายหรือไม่เป็นระเบียบ เช่น ชื่อคน ราคาสินค้า ถ้านำระเบียบที่มีความสัมพันธ์กันมารวมกันเช่น ระเบียบของพนักงานทุกคนในบริษัทมารวมกันจะกลายเป็น แฟ้มข้อมูลของพนักงาน ในความหมายทั่วไปแล้วระเบียบคือสิ่งที่เราสนใจ อาจเป็นบุคคล สิ่งของ ระเบียบพนักงาน ระเบียบสินค้า

9.2.1.2 ระเบียบข้อมูลและคีย์ (record and key)

ปกติระเบียบข้อมูลสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ ระเบียบเชิงตรรก ,ระเบียบเชิงกายภาพ และระเบียบที่ไม่กำหนดความยาว ซึ่งจะกล่าวละเอียดในหัวข้อเรื่องที่ 9.2.2 ประเภทการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพ

ระเบียบเชิงตรรก (logical record) คือระเบียบที่ผู้ใช้ทั่วไปเห็นกัน ประกอบด้วยเขตข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงตรรกซึ่งกันและกัน โดยไม่คำนึงถึงสื่อบันทึกข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลระเบียบเชิงตรรกต่างๆในแฟ้มข้อมูลอาจแบ่งความยาวได้ดังนี้

1. ระเบียบยาวคงที่ (fixed length record) เป็นระเบียบที่ประกอบด้วยเขตข้อมูลแบบเดียวกันตลอดแฟ้ม ระเบียบชนิดนี้ทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่าย แต่อาจเปลืองที่เก็บถ้าขนาดจริงของระเบียบต่างกัน เพราะต้องเผื่อให้ทุกๆระเบียบมีขนาดเท่ากับระเบียบที่ใหญ่ที่สุด
2. ระเบียบยาวแปรผัน (variable length record) ขนาดของระเบียบไม่คงที่ เนื่องจากมีจำนวนเขตข้อมูลในแต่ละระเบียบไม่เท่ากัน หรือความยาวของบางเขตข้อมูลไม่เท่ากัน เช่นแฟ้มข้อมูลที่บันทึกส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีจำนวนส่วนประกอบไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่สมควรใช้ระเบียบยาวคงที่ เพื่อประหยัดที่เก็บ
3. ระเบียบที่ไม่กำหนดความยาว (undefined length record) เป็นรูปแบบหนึ่งของระเบียบยาวแปรผัน ระเบียบชนิดนี้ไม่ได้กำหนดรูปแบบ โปรแกรมเมอร์สามารถใช้ระเบียบได้เต็มที่ ไม่ต้องมีการเผื่อเนื้อที่เก็บไว้ในระเบียบเพื่อระบุความยาวของบล็อกและระเบียบ

ในระเบียบหนึ่งๆ มักจะมีเขตข้อมูลหนึ่งที่ใช้สำหรับอ้างอิง จำแนกหรือบอกตำแหน่งที่เก็บระเบียบ เราเรียกเขตข้อมูลดังกล่าวว่า คีย์ (key) เช่นระเบียบนักศึกษาที่ประกอบด้วยเขตข้อมูล รหัสนักศึกษา, ชื่อสกุล, ที่อยู่, เพศ, อาจารย์ที่ปรึกษา เขตข้อมูลที่ใช้อ้างอิงระเบียบของนักศึกษาคือรหัสนักศึกษา

คีย์อาจประกอบด้วยตัวเลข หรือตัวอักษร หรือตัวเลขปนตัวอักษรก็ได้ คีย์มี 2 ชนิดคือ **คีย์หลัก (primary key)** และ **คีย์รอง (secondary key)**

คีย์หลัก คือคีย์ที่ไม่ซ้ำกันในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน สามารถจำแนกระเบียบได้ เช่น รหัสนักศึกษา รหัสสินค้า ซึ่งคีย์หลักเหล่านี้ไม่มีค่าซ้ำกัน ในการจัดเก็บข้อมูลเรามักนิยมใช้เรียงตามคีย์หลักเพื่อความสะดวกในการค้นหา และการเข้าถึงระเบียบที่ต้องการ

คีย์รอง คือคีย์ที่มีค่าซ้ำกันได้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน ใช้สำหรับแบ่งกลุ่ม (classify) ข้อมูลโดยที่ในแฟ้มข้อมูลนั้นอาจมีระเบียบหลายระเบียบที่มีค่าของคีย์รองค่าเดียวกัน เช่น เพศ คณะ อาจารย์ที่ปรึกษา จะเห็นว่านักศึกษามากกว่า 1 คนอยู่ในคณะวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 9.2.2 ประเภทการจัดระเบียบของแฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพ

การจัดระบบแฟ้มข้อมูลคือ เทคนิคที่ใช้แทนและจัดเก็บระเบียบในแฟ้มข้อมูล จุดประสงค์หลักของการจัดระบบแฟ้มข้อมูลคือการเตรียมเส้นทางการเข้าถึง (access path) ระเบียบระหว่างปฏิบัติการเรียกใช้และปรับปรุงข้อมูล ระบบแฟ้มข้อมูลต่างชนิดจะให้เส้นทางเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกัน ในระบบฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้ส่งการสอบถามข้อมูล (query) ไปยังระบบฐานข้อมูลเพื่อที่จะต้องการข้อมูลที่ต้องการ ระบบการจัดการฐานข้อมูลจะทำการนำระเบียบข้อมูลเชิงตรรกไปหาตรงกับระเบียบข้อมูลเชิงกายภาพ และดึงข้อมูลเชิงกายภาพนั้นไปเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ของระบบการจัดการฐานข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ

ระเบียบเชิงกายภาพ (physical record) คือระเบียบที่ถูกพิจารณาถึงลักษณะการเก็บในสื่อบันทึกข้อมูล เช่นพิจารณาจากการอ่าน-บันทึกข้อมูลแต่ละครั้ง ซึ่งเท่ากับ 1 หน่วยของสื่อบันทึกข้อมูล ดังนั้นระเบียบเชิงกายภาพคือ 1 หน่วยของสื่อบันทึกข้อมูลโดยมีขนาดเท่ากับสื่อบันทึกนั้นๆ เช่น 128 ตัวอักษรสำหรับข้อมูลบนจานแม่เหล็ก 1 เซกเตอร์ ระเบียบเชิงกายภาพ 1 หน่วยอาจประกอบด้วยระเบียบเชิงตรรก 1 หรือหลายๆ ระเบียบ ในทางตรงกันข้ามระเบียบเชิงตรรก 1 ระเบียบอาจมีขนาดใหญ่และต้องเก็บในหลายๆหน่วยของระเบียบเชิงกายภาพ ระเบียบเชิงกายภาพที่ประกอบด้วยหลายๆระเบียบเรียกว่า บล็อก (block) และเรียกระเบียบเชิงตรรกที่กระจายอยู่หลายๆหน่วยเก็บข้อมูลว่า spanned record ระเบียบชนิดนี้ต้องทำ I/O operation มากกว่า 1 ครั้ง

กิจกรรม 9.2

ระเบียบเชิงตรรกและระเบียบเชิงกายภาพต่างกันอย่างไร

แนวตอบกิจกรรม 9.2

ระเบียบเชิงตรรก (logical record) คือระเบียบที่ผู้ใช้ทั่วไปเห็นกัน ประกอบด้วยเขตข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงตรรกซึ่งกันและกัน โดยไม่คำนึงถึงสื่อบันทึกข้อมูล ส่วนระเบียบเชิงกายภาพ (physical record) คือระเบียบที่ถูกพิจารณาถึงลักษณะการเก็บในสื่อบันทึกข้อมูล เช่นพิจารณาจากการอ่าน-บันทึกข้อมูลแต่ละครั้ง ซึ่งเท่ากับ 1 หน่วยของสื่อบันทึกข้อมูล ดังนั้นระเบียบเชิงกายภาพคือ 1 หน่วยของสื่อบันทึกข้อมูลโดยมีขนาดเท่ากับสื่อบันทึกนั้นๆ เช่น 128 ตัวอักษรสำหรับข้อมูลบนจานแม่เหล็ก 1 เซกเตอร์

ตอนที่ 9.3 ตัวดัชนีและเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

หัวเรื่อง

- เรื่องที่ 9.3.1 ชนิดและโครงสร้างของตัวดัชนี
- เรื่องที่ 9.3.2 ความแตกต่างระหว่างตัวดัชนีหลักและตัวดัชนีรอง
- เรื่องที่ 9.3.3 ประเภทของเทคนิคที่นำตัวดัชนีมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

แนวคิด

1. การสร้างดัชนีมีความสำคัญต่อฐานข้อมูลสัมพันธ์ เนื่องจากระบบการจัดการฐานข้อมูลจะใช้ดัชนีในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว โดยที่ดัชนีที่ถูกสร้างนี้จะถูกเก็บอยู่ในเนื้อที่อีกแห่งในดิสก์ที่แยกออกจากข้อมูลที่ถูกเก็บ

วัตถุประสงค์

หลังจากที่ศึกษาตอนที่ 9.3 แล้ว นักศึกษาสามารถ

1. บอกชนิดและโครงสร้างของตัวดัชนีประยุกต์การใช้ชนิดข้อมูลแบบระเบียบและแถวลำดับในการเขียนโปรแกรมสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลได้
2. อธิบายกระบวนการในการใช้ดัชนีในการค้นหาข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง
3. บอกเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

เรื่องที่ 9.3.1 ชนิดและโครงสร้างของตัวดัชนี

จากพัฒนาการของอุปกรณ์ชนิดเข้าถึงโดยตรงได้ ทำให้เราสามารถดัดแปลงแฟ้มลำดับให้เป็นแฟ้มที่เข้าถึงระเบียบได้ทั้งแบบลำดับและแบบสุ่มโดยผ่านคีย์หลัก แฟ้มข้อมูลดังกล่าวคือแฟ้มลำดับเชิงดัชนี

ระบบแฟ้มลำดับเชิงดัชนีคือวิธีการจัดเก็บระเบียบให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถเข้าถึงระเบียบแบบลำดับโดยคีย์บางตัว ในขณะที่เดียวกันก็สามารถเข้าถึงระเบียบหนึ่งระเบียบใดแบบสุ่มโดยคีย์ตัวเดียวกันนั้น ข้อกำหนดที่สำคัญสำหรับแฟ้มข้อมูลชนิดนี้คือทุกระเบียนจะต้องมีคีย์ และแฟ้มข้อมูลจะต้องเก็บอยู่ในอุปกรณ์ Direct Access Storage Device (DASD) ส่วนดัชนีในระบบฐานข้อมูลนั้นเป็นโครงสร้างข้อมูลที่ทำให้ระบบการจัดการฐานข้อมูลสามารถค้นหาระเบียบในแฟ้มข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น เพื่อตอบสนองการสอบถามข้อมูลของผู้ใช้ แฟ้มข้อมูลที่ประกอบไปด้วยระเบียบเชิงตรรกเรียกว่าแฟ้มข้อมูล ส่วนแฟ้มข้อมูลที่ประกอบไปด้วย

โครงสร้างของแฟ้มลำดับเชิงดัชนีเป็นแฟ้มลำดับที่มีส่วนของดัชนีคอยชี้ตำแหน่งระเบียบ โครงสร้างของส่วนดัชนีเป็นแบบ binary search tree เราใช้ดัชนีช่วยทางด้านการเข้าถึงระเบียบเฉพาะราย ในขณะที่ส่วนของแฟ้มลำดับให้บริการด้านการเข้าถึงแบบลำดับ การจัดโครงสร้างของแฟ้มลำดับเชิงดัชนีมี 2 วิธี คือ

1. Block Indexes and Data (dynamic) โครงสร้างของวิธีนี้ ทั้งส่วนของดัชนีและแฟ้มข้อมูลจัดเก็บในลักษณะของบล็อก โดยที่ส่วนดัชนีมีโครงสร้างแบบต้นไม้ และส่วนของแฟ้มข้อมูลมีโครงสร้างแบบลำดับที่มีเนื้อที่ว่างกระจายอยู่ตามกลุ่มของระเบียบ ถ้าต้องการเข้าถึงแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ การค้นหาไม่จำเป็นต้องเริ่มจากส่วนของดัชนี แต่สามารถเข้าถึงระเบียบโดยตรง

ตามลำดับของบล็อกข้อมูล บล็อกของข้อมูลต่างๆไม่จำเป็นต้องเก็บเรียงตามลำดับทางกายภาพ แต่ต้องเรียงตามลำดับของคีย์ โดยมีตัวเชื่อมในทุกๆบล็อกของข้อมูลเชื่อมโยงข้อมูลให้เรียงตามลำดับเชิงตรรก

2. Prime and Overflow Data Area วิธีนี้เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลมากขึ้น เพิ่มลำดับเชิงดัชนี ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพ เพิ่มลำดับเชิงดัชนี แบ่งเนื้อที่เพิ่มข้อมูล เนื้อที่ ของแฟ้ม เพิ่มลำดับเชิงดัชนีแบ่งเนื้อที่ออกเป็น

2.1 ส่วนดัชนี (index file) เป็นส่วนที่ช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยผ่านคีย์หลักอย่างง่าย

2.2 ส่วนเก็บข้อมูล มีโครงสร้างแบบแฟ้มลำดับ และประกอบด้วยระเบียบข้อมูล

2.3 เนื้อที่ส่วนเผื่อขยาย (overflow area) มีไว้สำหรับเก็บระเบียบที่จะแทรกเข้าไปใหม่ โดยไม่ต้องคัดลอกแฟ้มใหม่อย่างที่ทำกันในแฟ้มลำดับ

การเข้าถึงแฟ้มลำดับเชิงดัชนีอาจทำได้ทั้งแบบลำดับและแบบสุ่ม ถ้าเป็นการเข้าถึงแบบลำดับนั้น ระเบียบต่างๆจะถูกเรียกใช้ในลักษณะเดียวกับแฟ้มลำดับ การเข้าถึงแบบลำดับสามารถเริ่มที่ระเบียบใดก็ได้

เรื่องที่ 9.3.2 ความแตกต่างระหว่างตัวดัชนีหลักและตัวดัชนีรอง

โครงสร้างของตัวดัชนีหลักและดัชนีรองมีโครงสร้างคล้ายกับคีย์หลักและคีย์รอง โครงสร้างของดัชนีมีความสัมพันธ์กันกับคีย์ที่ใช้ในการค้นหา แฟ้มข้อมูลที่ประกอบไปด้วยระเบียบเชิงตรรกเรียกว่าแฟ้มข้อมูล ส่วนแฟ้มข้อมูลที่ประกอบไปด้วยระเบียบดัชนีเรียกว่าแฟ้มดัชนี (index file)

ดัชนีหลัก คือดัชนีที่มีค่าไม่ซ้ำกันในแฟ้มข้อมูลเดียวกันและเป็นตัวเดียวกับคีย์หลักในแฟ้มข้อมูลที่มีการเรียงลำดับ สามารถจำแนกระเบียบได้ เช่น รหัสนักศึกษา รหัสสินค้า เรามักนิยมใช้เรียงตามดัชนีหลักเพื่อความสะดวกในการค้นหา และการเข้าถึงระเบียบที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว

ดัชนีรอง คือดัชนีที่เป็นคนละตัวกับคีย์หลักและอาจมีค่าซ้ำกันได้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน ใช้สำหรับแบ่งกลุ่ม (classify) ซึ่งอาจจะเรียกว่าดัชนีกลุ่ม (cluster index)

เรื่องที่ 9.3.3 ประเภทของเทคนิคที่นำตัวดัชนีมาใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลให้เร็วขึ้น

เทคนิคการจัดระบบแฟ้มข้อมูลที่ยอมให้เข้าถึงระเบียบได้โดยใช้คีย์มากกว่า 1 ตัวโดยที่จะพยายามให้มีเส้นทางเข้าถึงแฟ้มข้อมูลเดียวกันผ่านคีย์ต่างๆกัน (multi-key files) เทคนิคการจัดแฟ้มข้อมูลเช่นนี้เป็นเรื่องการปฏิบัติจริงในระบบฐานข้อมูล ในแฟ้มลำดับ, แฟ้มสุ่ม แฟ้มลำดับเชิงดัชนีล้วนเป็นแฟ้มที่เข้าถึงระเบียบโดยผ่านคีย์หลัก

เทคนิคที่ใช้กับการผ่านคีย์ต่างๆ โดยส่วนใหญ่ใช้วิธีการสร้างดัชนี เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยตรง เทคนิค 2 วิธีที่ใช้ในการเชื่อมดัชนีกับระเบียบในแฟ้มข้อมูลคือ

1. Inversion ระบบแฟ้มข้อมูลชนิดนี้ ช่วยขยายความสามารถในการเรียกใช้ข้อมูลของระบบ อย่างไรก็ตามความสามารถที่เพิ่มขึ้นนี้จะต้องชดเชยด้วยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับการปรับปรุงข้อ

มูลและเนื้อที่ของส่วนดัชนีโดยใช้วิธี inversion เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีกับระเบียบในแฟ้มข้อมูล ระบบแฟ้มข้อมูลชนิดนี้ประกอบด้วย

1.1 ส่วนของแฟ้มข้อมูล ซึ่งอาจจัดเก็บในแฟ้มสุ่ม หรือแฟ้มลำดับเชิงตรรกะนี้

1.2 ส่วนดัชนี (inversion index) ประกอบด้วยค่าของคีย์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในแฟ้มข้อมูล และตัวชี้ (pointer) บอกตำแหน่งของระเบียบข้อมูลทั้งหมดที่สัมพันธ์กับคีย์นั้น

2. Multi-key files ประกอบด้วยส่วนของแฟ้มข้อมูลและส่วนดัชนีโดยในส่วนของดัชนีของแต่ละคีย์รองประกอบด้วยค่าของคีย์รองและตัวชี้ซึ่งมีเพียงตัวเดียวเท่านั้น แนวคิดของการเข้าถึงแบบ multi-key ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปมักจะสร้างดัชนีเพื่อช่วยจัดเตรียมเส้นทางเข้าถึงระเบียบ เช่น เราอาจจัดดัชนีเป็นตาราง binary search tree หรือ B-Tree วิธีที่เหมาะสมในการปฏิบัติจริงกับ multi-key file แบบหนึ่งแบบใดขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการใช้งานจริง และชนิดของ multi-key file ที่มีให้ใช้ในระบบการประมวลผลของหน่วยงานนั้น

กิจกรรม 9.3

ดัชนีหลักและดัชนีรองต่างกันอย่างไร

แนวตอบกิจกรรม 9.3

ดัชนีหลัก คือดัชนีที่มีค่าไม่ซ้ำกันในแฟ้มข้อมูลเดียวกันและเป็นตัวเดียวกับคีย์หลักในแฟ้มข้อมูลที่มีการเรียงลำดับ สามารถจำแนกระเบียบได้ เช่น รหัสนักศึกษา รหัสสินค้า เรามักนิยมใช้เรียงตามดัชนีหลักเพื่อความสะดวกในการค้นหา และการเข้าถึงระเบียบที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว

ดัชนีรอง คือดัชนีที่เป็นคนละตัวกับคีย์หลักและอาจมีค่าซ้ำกันได้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน ใช้สำหรับแบ่งกลุ่ม (classify) ซึ่งอาจจะเรียกว่าดัชนีกลุ่ม (cluster index)