

Lecture 10

เอกสารประกอบการบรรยาย Data Structure เรื่อง Sorting

Sorting

เนื้อหา

- การเรียงลำดับ
- วิธีการเรียงลำดับ
- การเรียงลำดับแบบเลือก (selection sort)
- การเรียงลำดับแบบฟอง (bubble Sort)
- การเรียงลำดับแบบเร็ว (quick sort)
- การเรียงลำดับแบบแทรก (insertion sort)
- การเรียงลำดับแบบฐาน (radix sort)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจวิธีการเรียงลำดับกระบวนการทำงาน ในรูปแบบต่างๆ
2. เพื่อให้นักศึกษาทราบวิธีการเรียงลำดับแบบเลือก
3. เพื่อให้นักศึกษาทราบวิธีการเรียงลำดับแบบฟอง
4. เพื่อให้นักศึกษาทราบวิธีการเรียงลำดับแบบเร็ว
5. เพื่อให้นักศึกษาทราบวิธีการเรียงลำดับแบบแทรก
6. เพื่อให้นักศึกษาทราบวิธีการเรียงลำดับแบบฐาน
7. เพื่อให้นักศึกษาสามารถตัดสินใจเรียงวิธีการเรียงลำดับที่เหมาะสมได้

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับ (sorting) เป็นการจัดให้เป็นระเบียบ มีแบบแผน ช่วยให้การค้นหาสิ่งของหรือข้อมูล ซึ่งจะสามารถกระทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เช่น การค้นหาความหมายของคำในพจนานุกรม ทำได้ค่อนข้างง่ายและรวดเร็วเนื่องจากการเรียงลำดับคำตามตัวอักษรไว้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ หรือ การค้นหาหมายเลขโทรศัพท์ในสมุดโทรศัพท์ ซึ่งมีการเรียงลำดับตามชื่อและชื่อสกุลของเจ้าของโทรศัพท์ไว้ ทำให้สามารถค้นหา หมายเลขโทรศัพท์ของคนที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับอย่างมีประสิทธิภาพ

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเลือกวิธีการเรียงลำดับที่ดี และเหมาะสมกับระบบงาน เพื่อให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด ควรจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (1) เวลาและแรงงานที่ต้องใช้ในการเขียนโปรแกรม
- (2) เวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องใช้ในการทำงานตามโปรแกรมที่เขียน
- (3) จำนวนเนื้อที่ในหน่วยความจำหลักมีเพียงพอหรือไม่

Sorting (Cont.)

วิธีการเรียงลำดับ

เนื่องจากมีวิธีการมากมายที่สามารถใช้ในการเรียงลำดับข้อมูลได้ บางวิธีก็มีขั้นตอนการจัดเรียงเป็นแบบง่าย ๆ ตรงไปตรงมา แต่ใช้เวลาในการจัดเรียงลำดับนาน และบางวิธีก็มีขั้นตอนในการจัดเรียงลำดับแบบซับซ้อนยุ่งยากแต่ใช้เวลาในการจัดเรียงไม่นานนัก ดังนั้นจึงควรศึกษาวิธีการจัดเรียงลำดับด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเลือกใช้วิธีการที่ดีและเหมาะสมกับระบบงานนั้นที่สุด วิธีการเรียงลำดับสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

Sorting (Cont.)

(1) การเรียงลำดับแบบภายใน (internal sorting) เป็นการเรียงลำดับที่ข้อมูลทั้งหมดต้องอยู่ในหน่วยความจำหลัก เวลาที่ใช้ในการเรียงลำดับจะคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการเปรียบเทียบและเลื่อนข้อมูลภายในความจำหลัก

Sorting (Cont.)

(2) การเรียงลำดับแบบภายนอก (external sorting) เป็นการเรียงลำดับข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำสำรอง ซึ่งเป็นการเรียงลำดับข้อมูลในแฟ้มข้อมูล (file) เวลาที่ใช้ในการเรียงลำดับต้องคำนึงถึงเวลาที่เสียไประหว่างการถ่ายเทข้อมูลจากหน่วยความจำหลักและหน่วยความจำสำรองนอกเหนือจากเวลาที่ใช้ในการเรียงลำดับข้อมูลแบบภายใน

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับแบบเลือก (selection sort)

ทำการเลือกข้อมูลมาเก็บในตำแหน่งที่ ข้อมูลนั้นควรจะอยู่ที่ละตัว โดยทำการค้นหาข้อมูลนั้นในแต่ละรอบแบบเรียงลำดับ ถ้าเป็นการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

1. ในรอบแรกจะทำการค้นหาข้อมูลตัวที่มีค่าน้อยที่สุดมาเก็บไว้ที่ตำแหน่งที่ 1
2. ในรอบที่สองนำข้อมูลตัวที่มีค่าน้อยรองลงมาไปเก็บไว้ที่ตำแหน่งที่สอง
3. ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบทุกค่า ในที่สุดจะได้ข้อมูลเรียงลำดับจากน้อยไปมากตามที่ต้องการ

Sorting (Cont.)

ข้อมูลเริ่มต้น	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6	รอบที่ 7
35	22	22	22	22	22	22	22
67	67	35	35	35	35	35	35
58	58	58	43	43	43	43	43
47	47	47	47	47	47	47	47
22	35	67	67	67	58	58	58
99	99	99	99	99	99	67	67
82	82	82	82	82	82	82	82
43	43	43	58	58	67	99	99

Sorting (Cont.)

ในรอบที่ 1 ทำการเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อค้นหาข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด คือ 22

นำไปวางที่ตำแหน่งที่ 1 สลับตำแหน่งกับ 35

ในรอบที่ 2 ทำการเปรียบเทียบอีกเพื่อค้นหาค่าน้อยที่สุดรองลงมาโดยเริ่มค้นตั้งแต่ตำแหน่งที่ 2 เป็นต้นไปได้ค่าน้อยที่สุดคือ 35

นำไปวางที่ตำแหน่งที่ 2 สลับตำแหน่งกับ 67

ในรอบต่อไปก็ทำในทำนองเดียวกันจนกระทั่งถึงรอบสุดท้ายคือรอบที่ 7 จะได้ข้อมูลที่เรียงลำดับจากน้อยไปมากตามที่ต้องการ

Sorting (Cont.)

การจัดเรียงลำดับแบบเลือกเป็นวิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมา แต่มีข้อเสียตรงที่ใช้เวลาในการจัดเรียงนาน เพราะแต่ละรอบต้องเปรียบเทียบกับข้อมูลทุกตัว ถ้ามีจำนวนข้อมูลทั้งหมด n ตัว ต้องทำการเปรียบเทียบทั้งหมด $n - 1$ รอบ และจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบในแต่ละรอบเป็นดังนี้

รอบที่ 1 เปรียบเทียบเท่ากับ $n - 1$ ครั้ง

รอบที่ 2 เปรียบเทียบเท่ากับ $n - 2$ ครั้ง

...

รอบที่ $n - 1$ เปรียบเทียบเท่ากับ 1 ครั้ง

Sorting (Cont.)

จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบทั้งหมด
 $= (n - 1) + (n - 2) + \dots + 3 + 2 + 1$
 $= n(n - 1) / 2$ ครั้ง

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับแบบฟอง (Bubble Sort)

เป็นวิธีการเรียงลำดับที่มีการเปรียบเทียบข้อมูลในตำแหน่งที่อยู่ติดกัน

1. ถ้าข้อมูลทั้งสองไม่อยู่ในลำดับที่ถูกต้องให้สลับตำแหน่งที่อยู่กัน
2. ถ้าเป็นการเรียงลำดับจากน้อยไปมากให้นำข้อมูลตัวที่มีค่าน้อยกว่าอยู่ในตำแหน่งก่อนข้อมูลที่มีค่ามาก ถ้าเป็นการเรียงลำดับจากมากไปน้อยให้นำข้อมูลตัวที่มีค่ามากกว่าอยู่ในตำแหน่งก่อนข้อมูลที่มีค่าน้อย

Sorting (Cont.)

กำหนดให้มีข้อมูล n จำนวน การเปรียบเทียบเริ่มจากคู่แรกหรือคู่สุดท้ายก็ได้ ถ้าเริ่มจากคู่สุดท้ายจะเปรียบเทียบข้อมูลที่ตำแหน่ง $n-1$ กับ n ก่อนแล้วจัดเรียงให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ต่อไปเปรียบเทียบข้อมูลที่ตำแหน่ง $n-2$ กับ $n-1$ ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงข้อมูลตัวแรก และทำการเปรียบเทียบในรอบอื่นเช่นเดียวกันจนกระทั่งถึงรอบสุดท้ายที่เหลือข้อมูล 2 ตำแหน่งสุดท้าย เมื่อการจัดเรียงเสร็จเรียบร้อยแล้วทุกตำแหน่งก็จะได้อันดับตามที่ต้องการ

Sorting (Cont.)

ข้อมูลเริ่มต้น

35 67 58 47 22 99 82 43

รอบที่ 1 เริ่มเปรียบเทียบจากคู่หลัง

35 67 58 47 22 99 (82 43)

35 67 58 47 22 (99 43) 82

35 67 58 47 (22 43) 99 82

35 67 58 (47 22) 43 99 82

35 67 (58 22) 47 43 99 82

35 (67 22) 58 47 43 99 82

(35 22) 67 58 47 43 99 82

22 35 67 58 47 43 99 82

Sorting (Cont.)

รอบที่ 2

22	35	67	58	47	43	(99)	82)
22	35	67	58	47	(43)	82)	99
22	35	67	58	(47)	43)	82	99
22	35	67	(58)	43)	47	82	99
22	35	(67)	43)	58	47	82	99
22	(35)	43)	67	58	47	82	99
22	35	43	67	58	47	82	99

รอบที่ 7 ผลจากการเปรียบเทียบได้ข้อมูลเรียงลำดับดังนี้

22	35	43	47	58	67	82	99
----	----	----	----	----	----	----	----

Sorting (Cont.)

จากตัวอย่าง การเปรียบเทียบจะเริ่มเปรียบเทียบจากคู่หลัง ในรอบที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลที่ตำแหน่งที่ 7 กับ 8 ได้ว่า 43 น้อยกว่า 82 ให้ทำการสลับตำแหน่งกันเพื่อให้ค่าที่น้อยกว่าอยู่ก่อนต่อไปเปรียบเทียบข้อมูลตำแหน่งที่ 6 กับ 7 ได้ว่า 43 น้อยกว่า 99 ให้ทำการสลับตำแหน่งกันอีก ทำการเปรียบเทียบเช่นนี้ในคู่ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ค่าต่ำสุดอยู่ในตำแหน่งที่ 1

Sorting (Cont.)

ในรอบที่ 2 ทำการเปรียบเทียบข้อมูลจากคู่หลังมาคู่หน้าเช่นกัน แต่จะเปรียบเทียบถึงตำแหน่งที่ 2 เท่านั้นจนกระทั่งได้ค่าต่ำสุดรองลงมาไว้ในตำแหน่งที่ 2 ในรอบต่อไปก็ทำในทำนองเดียวกันจนกระทั่งถึงรอบสุดท้ายคือรอบที่ 7 จะเหลือข้อมูลที่ต้องเปรียบเทียบคู่เดียวคือข้อมูลในตำแหน่งที่ 7 กับ 8 เมื่อการจัดเรียงเสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้ข้อมูลที่มีการเรียงลำดับจากน้อยไปมากตามที่ต้องการ

Sorting (Cont.)

การจัดเรียงลำดับแบบฟองเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เป็นวิธีการเรียงลำดับที่นิยมใช้กันมากเพราะมีรูปแบบที่เข้าใจง่าย แต่ประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างต่ำพอ ๆ กับการเรียงลำดับแบบเลือกในหัวข้อที่ผ่านมา ถ้ามีจำนวนข้อมูลทั้งหมด n ตัวไม่ว่าข้อมูลจะเป็นอย่างไรก็ตามต้องทำการเปรียบเทียบทั้งหมด $n-1$ รอบ และจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบในแต่ละรอบเป็นดังนี้

Sorting (Cont.)

กรณีที่แย่ที่สุด

จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบดังนี้

รอบที่ 1 เปรียบเทียบเท่ากับ $n - 1$ คู่

รอบที่ 2 เปรียบเทียบเท่ากับ $n - 2$ คู่

...

รอบที่ $n - 1$ เปรียบเทียบเท่ากับ 1 คู่

จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ

$$= (n - 1) + (n - 2) + \dots + 3 + 2 + 1$$

$$= n(n - 1) / 2 \quad \text{ครั้ง}$$

Sorting (Cont.)

กรณีที่ดีที่สุด

คือ กรณีที่ข้อมูลมีการเรียงลำดับในตำแหน่งที่ถูกต้องอยู่แล้ว โดยจะทำการเปรียบเทียบในรอบที่ 1 รอบเดียวเท่านั้น ก็สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลเรียงลำดับเรียบร้อยแล้ว ถ้ามีจำนวนข้อมูลทั้งหมด n จำนวนจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ = $n - 1$

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับแบบเร็ว (quick sort)

เป็นวิธีการเรียงลำดับที่ใช้เวลาน้อยเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีจำนวนมากที่ต้องการความรวดเร็วในการทำงาน วิธีนี้จะเลือกข้อมูลจากกลุ่มข้อมูลขึ้นมาหนึ่งค่าเป็นค่าหลัก แล้วหาตำแหน่งที่ถูกต้องให้กับค่าหลักนี้ เมื่อได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว ใช้ค่าหลักนี้เป็นหลักในการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน ถ้าเป็นการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ส่วนแรกอยู่ในตอนหน้าข้อมูล ทั้งหมดจะมีค่าน้อยกว่าค่าหลักที่เป็นตัวแบ่งส่วน

Sorting (Cont.)

อีกส่วนหนึ่งจะอยู่ในตำแหน่งตอนหลังข้อมูลทั้งหมด จะมีค่ามากกว่าค่าหลัก แล้วนำแต่ละส่วนย่อยไปแบ่งย่อยในลักษณะเดียวกันต่อไป จนกระทั่งแต่ละส่วนไม่สามารถแบ่งย่อยได้อีกต่อไปจะได้ข้อมูลที่มีการเรียงลำดับตามที่ต้องการ

Sorting (Cont.)

ถ้าเป็นการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก การเปรียบเทียบเพื่อหาตำแหน่งให้กับค่าหลักตัวแรกเริ่มจากข้อมูลในตำแหน่งแรกหรือสุดท้ายก็ได้ ถ้าเริ่มจากข้อมูลที่ตำแหน่งที่ 1 เป็นค่าหลัก พิจารณาเปรียบเทียบค่าหลักกับข้อมูลในตำแหน่งสุดท้าย ถ้าค่าหลักมีค่าน้อยกว่าให้เปรียบเทียบกับข้อมูลในตำแหน่งรองสุดท้ายไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบค่าที่น้อยกว่าค่าหลัก แล้วให้สลับตำแหน่งกัน

Sorting (Cont.)

หลังจากสลับตำแหน่งแล้วนำค่าหลักมาเปรียบเทียบกับข้อมูล ในตำแหน่งที่ 2, 3, ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบค่าที่มากกว่าค่าหลัก สลับตำแหน่งเมื่อเจอข้อมูลที่มากกว่าค่าหลัก ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ตำแหน่งที่ถูกต้องของค่าหลักนั้น ก็จะแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกข้อมูลทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าค่าหลัก และส่วนที่สองข้อมูลทั้งหมดมีค่ามากกว่าค่าหลัก

Sorting (Cont.)

ข้อมูลเริ่มต้น

44 33 11 55 77 90 40 60

ค่าหลักคือ 44 เริ่มเปรียบเทียบกับ 60 ไปทางซ้าย เพื่อหาข้อมูลที่มีน้อยกว่าค่าหลัก

44 33 11 55 77 90 40 60

สลับค่าหลัก 44 กับ 40

40 33 11 55 77 90 44 60

จากค่าหลัก 44 เปรียบเทียบกับ 33 ไปทางขวา เพื่อหาข้อมูลที่มีค่ามากกว่าค่าหลัก

40 33 11 55 77 90 44 60

สลับค่าหลัก 44 กับ 55

40 33 11 44 77 90 55 60

จากค่าหลัก 44 เปรียบเทียบกับ 90 ไปทางซ้าย เพื่อหาข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าค่าหลัก

40 33 11 44 77 90 55 60

40 33 11 44 77 90 55 60

ส่วนที่ 1

ส่วนที่ 2

Sorting (Cont.)

จากการเปรียบเทียบข้างต้นในที่สุดก็ได้ตำแหน่งที่วางค่าหลัก 44 ซึ่งข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าค่าหลัก และส่วนที่ 2 ข้อมูลทั้งหมดมีค่ามากกว่าค่าหลัก นำแต่ละส่วนไปดำเนินการเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน จนกระทั่งข้อมูลทั้งหมดเรียงลำดับจากน้อยไปมากตามต้องการ

Sorting (Cont.)

การจัดเรียงลำดับแบบเร็วเป็นวิธีที่ค่อนข้างซับซ้อน แต่ประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างสูง เนื่องจากใช้เวลาในการเรียงลำดับน้อย ถ้ามีข้อมูลทั้งหมด n ตัว จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบเป็นดังนี้

กรณีที่ดีที่สุด คือ กรณีที่ค่าหลักที่เลือกแบ่งแล้วข้อมูลอยู่ตรงกลางกลุ่มพอดี และในแต่ละส่วนย่อยก็เช่นเดียวกัน จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบเป็นดังนี้

$$\text{จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ} = n \log_2 n \quad \text{ครั้ง}$$

Sorting (Cont.)

กรณีที่แย่ที่สุด คือ กรณีที่ข้อมูลมีการเรียงลำดับอยู่แล้ว อาจจะเรียงจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย หรือค่าหลักที่เลือกในแต่ละครั้งเป็นค่าหลักที่น้อยที่สุดหรือมากที่สุด จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบจะมากที่สุดดังนี้

จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ

$$\begin{aligned} &= (n-1) + (n-2) + \dots + 3 + 2 + 1 \\ &= n(n-1)/2 \quad \text{ครั้ง} \end{aligned}$$

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับแบบแทรก (insertion sort)

เป็นวิธีการเรียงลำดับที่ทำการเพิ่มสมาชิกใหม่เข้าไปในเซต ที่มีสมาชิกทุกตัวเรียงลำดับอยู่แล้ว และทำให้เซตใหม่ที่ได้นี้มีสมาชิกทุกตัวเรียงลำดับด้วย วิธีการเรียงลำดับจะ

1. เริ่มต้นเปรียบเทียบจากข้อมูลในตำแหน่งที่ 1 กับ 2 หรือข้อมูลในตำแหน่งสุดท้ายและรองสุดท้ายก็ได้

ถ้าเป็นการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

2. จะต้องจัดให้ข้อมูลที่มีค่าน้อยอยู่ในตำแหน่งก่อนข้อมูลที่มีค่ามาก และถ้าเรียงจากมากไปน้อยจะก็จะ

Sorting (Cont.)

เช่น ต้องการเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก และเริ่มต้นนำข้อมูล 2 ตัวแรกมาเปรียบเทียบ ให้ข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าอยู่ในตำแหน่งแรก จะได้ข้อมูลในเซตที่เรียงลำดับแล้วมีสมาชิก 2 ตัว จากนั้นนำสมาชิกใหม่เข้ามาโดยเริ่มเปรียบเทียบกับสมาชิกในเซตทีละตัว จะเริ่มเปรียบเทียบตั้งแต่ตัวแรกหรือตัวหลังสุดก็ได้ ถ้าเปรียบเทียบตั้งแต่ตัวแรกจะต้องหาตำแหน่งสมาชิกที่มีค่ามากกว่าสมาชิกใหม่แล้วทำการถอยทุกค่าไปหนึ่งตำแหน่งตั้งแต่ตำแหน่งนั้นเป็นต้นไป เพื่อให้เกิดตำแหน่งว่างสำหรับแทรกสมาชิกใหม่ลงไปก็จะได้เซตที่เรียงลำดับใหม่

Sorting (Cont.)

ข้อมูลเริ่มต้น

35	67	58	47	22	99	82	43
----	----	----	----	----	----	----	----

เริ่มต้นเปรียบเทียบข้อมูลตำแหน่งที่ 1 และ 2

(35	67)	58	47	22	99	82	43
-----	-----	----	----	----	----	----	----

(35	58	67)	47	22	99	82	43
-----	----	-----	----	----	----	----	----

(35	47	58	67)	22	99	82	43
-----	----	----	-----	----	----	----	----

(22	35	47	58	67)	99	82	43
-----	----	----	----	-----	----	----	----

(22	35	47	58	67	99)	82	43
-----	----	----	----	----	-----	----	----

(22	35	47	58	67	82	99)	43
-----	----	----	----	----	----	-----	----

22	35	43	47	58	67	82	99
----	----	----	----	----	----	----	----

Sorting (Cont.)

ถ้ามีจำนวนข้อมูลเป็น n การจัดเรียงแบบแทรกจะมีการจัดเรียงทั้งหมดเท่ากับ $n - 1$ รอบ จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบในแต่ละรอบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดเรียงของข้อมูลนั้น

กรณีที่ดีที่สุด คือ กรณีข้อมูลทั้งหมดจัดเรียงในตำแหน่งที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว กรณีนี้ในแต่ละรอบมีการเปรียบเทียบเพียงครั้งเดียว เพราะฉะนั้นจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบเป็นดังนี้

จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ = $n - 1$ ครั้ง

Sorting (Cont.)

กรณีที่แย่ที่สุด คือ กรณีที่ข้อมูลมีการเรียงลำดับในตำแหน่งที่กลับกัน เช่น ต้องการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก แต่ข้อมูลมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบในแต่ละรอบดังนี้

ในรอบที่ 1 จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบเป็น 1 ครั้ง

ในรอบที่ 2 จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบเป็น 2 ครั้ง

จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ

$$= 1 + 2 + 3 + \dots + (n - 2) + (n - 1)$$

$$= n(n - 1) / 2$$

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับแบบฐาน (radix sort)

เป็นการเรียงลำดับโดยการพิจารณาข้อมูลที่ละหลัก

1. เริ่มพิจารณาจากหลักที่มีค่าน้อยที่สุดก่อน นั่นคือถ้าข้อมูลเป็นเลขจำนวนเต็มจะพิจารณาหลักหน่วยก่อน
2. การจัดเรียงจะนำข้อมูลเข้ามาทีละตัว แล้วนำไปเก็บไว้ที่ซึ่งจัดไว้สำหรับค่านั้น เป็นกลุ่ม ๆ ตามลำดับการเข้ามา

Sorting (Cont.)

3. ในแต่ละรอบเมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้รวบรวมข้อมูลจากทุกกลุ่มเข้าด้วยกัน โดยเริ่มเรียงจากกลุ่มที่มีค่าน้อยที่สุดก่อนแล้วเรียงไปเรื่อย ๆ จนหมดทุกกลุ่ม

4. ในรอบต่อไปนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จัดเรียงในหลักหน่วยเรียบร้อยแล้วมาพิจารณาจัดเรียงในหลักสิบต่อไป ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบทุกหลักจะได้ข้อมูลที่เรียงลำดับจากน้อยไปมากตามต้องการ

ข้อมูลเริ่มต้น 12 ตัว

35 67 58 47 22 99 82 43 11 40 29 55

รอบที่ 1 พิจารณาในหลักหน่วย

กลุ่ม 0	40		
กลุ่ม 1	11		
กลุ่ม 2	22	82	
กลุ่ม 3	43		
กลุ่ม 4			
กลุ่ม 5	35	55	
กลุ่ม 6			
กลุ่ม 7	67	47	
กลุ่ม 8	58		
กลุ่ม 9	99	29	

Sorting (Cont.)

เมื่อจัดกลุ่มในรอบแรกเสร็จแล้วรวบรวมข้อมูลในทุกกลุ่มเริ่มตั้งแต่ข้อมูลในกลุ่ม 0 จนถึงกลุ่ม 9 ได้ข้อมูลเรียงตามลำดับดังนี้

40 11 22 82 43 35 55 67 47 58 99 29

Sorting (Cont.)

40 11 22 82 43 35 55 67 47 58 99 29

รอบที่ 2 พิจารณาในหลักสิบ

กลุ่ม 0				
กลุ่ม 1	11			
กลุ่ม 2	22	29		
กลุ่ม 3	35			
กลุ่ม 4	40	43	47	
กลุ่ม 5	55	58		
กลุ่ม 6	67			
กลุ่ม 7				
กลุ่ม 8	82			
กลุ่ม 9	99			

Sorting (Cont.)

ในรอบที่ 2 เมื่อทำการจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้รวบรวมข้อมูลในทุกกลุ่มเริ่มจากข้อมูลในกลุ่ม 0 จนถึงกลุ่ม 9 ได้ข้อมูลเรียงตามลำดับดังนี้

11 22 29 35 40 43 47 55 58 67 82 99

Sorting (Cont.)

การเรียงลำดับแบบฐานมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อน แต่ค่อนข้างใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมาก เนื่องจากการจัดเรียงแต่ละรอบจะต้องเตรียมเนื้อที่สำหรับสร้างที่เก็บข้อมูลในแต่ละกลุ่ม เช่น ถ้ามีจำนวนข้อมูล n ตัว และในแต่ละกลุ่มใช้วิธีจัดเก็บข้อมูลในแถวลำดับ ต้องกำหนดให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกได้ n ตัวเท่ากับจำนวนข้อมูล เพื่อไว้กรณีที่ข้อมูลทั้งหมดมีค่าในหลักนั้น ๆ เหมือนกัน ถ้าเป็นเลขจำนวนใช้ทั้งหมด 10 กลุ่ม กลุ่มละ n ตัวรวมทั้งหมดมีขนาดเท่ากับ $(10 \times n)$

แบบฝึกหัด

1. เหตุใดจึงต้องมีการเรียงลำดับ
2. ท่านสามารถจัดเรียงข้อมูลได้อย่างไรบ้าง
3. การเรียงลำดับจะเกิดประสิทธิภาพได้เมื่อใด
4. จงเรียงลำดับจากตัวเลขที่กำหนดให้ต่อไปนี้
25, 15, 10, 8, 7, 9, 24, 32, 18, 21, 29
ตามแบบ selection , Buble ,radix,quick,insertion เป็นต้น